

برقی آلات

خالد حسان یوسفزئی

جامعہ کامیٹ، اسلام آباد

khalidyou safzai@comsats.edu.pk

۱/ مارچ ۲۰۲۱

تاریخ درستی: 12 مئی 2020

عنوان

دیس باپ

vii

۱	بنیادی حقائق	۱
۱	بنیادی اکائیاں	۱.۱
۱	غیر مستقیم	۱.۲
۱	سمتیہ	۱.۳
۲	محدود	۱.۴
۲	۱.۴.۱ کارتیسی محدودی نظام	
۲	۱.۴.۲ تکی محدودی نظام	
۶	۱.۵ سمتیہ رقبہ	
۸	۱.۶ رقبہ عمودی تراش	
۹	۱.۷ برقی اور مقناطیسی میدان	
۹	۱.۷.۱ برقی میدان اور برقی میدان کی شدت	
۱۰	۱.۷.۲ مقناطیسی میدان اور مقناطیسی میدان کی شدت	
۱۰	۱.۸ سطحی اور حجمی کثافت	
۱۰	۱.۸.۱ سطحی کثافت	
۱۱	۱.۹ حجمی کثافت	
۱۲	۱.۱۰ صلیبی ضرب اور ضرب نقطہ	
۱۲	۱.۱۰.۱ صلیبی ضرب	
۱۳	۱.۱۰.۲ نقطی ضرب	
۱۵	۱.۱۱ تفرق اور جزوی تفرق	
۱۶	۱.۱۲ خطی عمل	
۱۶	۱.۱۳ سطحی عمل	
۱۸	۱.۱۴ دوری سمتیہ	
۲۱	۲ مقناطیسی ادوار	
۲۱	۲.۱ منزاجت اور پچکاپ ہٹ	

۲۲	کثافت برقی رو اور برقی میدان کی شدت	۲.۲
۲۳	برقی ادوار	۲.۳
۲۴	مقتطبی دور حصہ اول	۲.۴
۲۶	کثافت مقتطبی ہوا اور مقتطبی میدان کی شدت	۲.۵
۲۹	مقتطبی دور حصہ دوم	۲.۶
۳۲	خود امالہ، مشترکہ امالہ اور توانائی	۲.۷
۳۸	مقتطبی مادہ کے خواص	۲.۸
۴۱	ہیجان شدہ لچھا	۲.۹

۴۷	ثرانسفار	۳
۴۸	ثرانسفار سر کی اہمیت	۳.۱
۵۰	ثرانسفار سر کے اقسام	۳.۲
۵۱	امالی برقی دباؤ	۳.۳
۵۲	ہیجان انگیز برقی رو اور متالابی ضیاع	۳.۴
۵۵	تبادلہ برقی دباؤ اور تبادلہ برقی رو کے خواص	۳.۵
۵۸	ثانوی جانب بوجھ کا بستہائی جانب اثر	۳.۶
۵۹	ثرانسفار سر کی علامت پر نقطوں کا مطلب	۳.۷
۵۹	رکاوٹ کا تبادلہ	۳.۸
۶۳	ثرانسفار سر کے وولٹ-ایمپیر	۳.۹
۶۶	ثرانسفار سر کے امالہ اور مساوی ادوار	۳.۱۰
۶۶	لچھے کی مزاحمت اور اس کی متعاملہ علیحدہ کرنا	۳.۱۰.۱
۶۸	رستہ امالہ	۳.۱۰.۲
۶۸	ثانوی برقی رو اور متالب کے اثرات	۳.۱۰.۳
۶۹	ثانوی لچھے کا امالی برقی دباؤ	۳.۱۰.۴
۷۰	ثانوی لچھے کی مزاحمت اور متعاملہ کے اثرات	۳.۱۰.۵
۷۰	رکاوٹ کا بستہائی یا ثانوی جانب تبادلہ	۳.۱۰.۶
۷۲	ثرانسفار سر کے سادہ ترین مساوی ادوار	۳.۱۰.۷
۷۴	کھلے دور معائنہ اور قصردور معائنہ	۳.۱۱
۷۴	کھلا دور معائنہ	۳.۱۱.۱
۷۷	قصردور معائنہ	۳.۱۱.۲
۷۹	تین دوری ثرانسفار سر	۳.۱۲
۸۶	ثرانسفار سر چالو کرتے لمحہ زیادہ ہیجان انگیز برقی رو کا گزر	۳.۱۳

۸۹	برقی اور میکانی توانائی کا باہمی تبادلہ	۴
۸۹	مقتطبی نظام میں قوت اور قوت سروڑ	۴.۱
۹۵	تبادلہ توانائی والا ایک لچھے کا نظام	۴.۲
۹۹	توانائی اور ہم-توانائی	۴.۳
۱۰۳	متعدد لچھوں کا مقتطبی نظام	۴.۴

۱۱۱	۵	گھومتے مشین کے بنیادی اصول
۱۱۱	۵.۱	فتانوں فیئر اڈے
۱۱۲	۵.۲	معاصر مشین
۱۲۱	۵.۳	محسّر برقی دباؤ
۱۲۳	۵.۴	پھیلے لچھے اور سائن ناقص طیسی دباؤ
۱۲۵	۵.۴.۱	بدلتارو مشین
۱۳۲	۵.۵	مقت طیسی دباؤ کی گھومتی امواج
۱۳۲	۵.۵.۱	ایک دور کی لپٹی مشین
۱۳۴	۵.۵.۲	تین دور کی لپٹی مشین کا تحلیل تجزیہ
۱۳۸	۵.۵.۳	تین دور کی لپٹی مشین کا ترکیبی تجزیہ
۱۴۱	۵.۶	محسّر برقی دباؤ
۱۴۱	۵.۶.۱	بدلتارو برقی جنسریٹر
۱۴۶	۵.۶.۲	یک سمت رو برقی جنسریٹر
۱۴۶	۵.۷	ہموار قطب مشینوں میں قوت مسروڑ
۱۴۶	۵.۷.۱	میکانی قوت مسروڑ بذریعہ ترکیب توانائی
۱۴۸	۵.۷.۲	میکانی قوت مسروڑ بذریعہ مقت طیسی ہوا
۱۵۵	۶	یکساں حال، برقرار چالو معاصر مشین
۱۵۶	۶.۱	متعدد دوری معاصر مشین
۱۵۸	۶.۲	معاصر مشین کے امالہ
۱۵۹	۶.۲.۱	خود امالہ
۱۶۰	۶.۲.۲	مشترکہ امالہ
۱۶۱	۶.۲.۳	معاصر امالہ
۱۶۳	۶.۳	معاصر مشین کا مساوی دور یا ریاضی نمونہ
۱۶۴	۶.۴	برقی طاقت کی منتقلی
۱۶۹	۶.۵	یکساں حال، برقرار چالو مشین کے خواص
۱۶۹	۶.۵.۱	معاصر جنسریٹر: برقی بوجھ بالمقابل I_m کے خط
۱۷۱	۶.۵.۲	معاصر موٹر: I_a بالمقابل I_m کے خط
۱۷۳	۶.۶	کھلا دور اور قصور دور معائنہ
۱۷۳	۶.۶.۱	کھلا دور معائنہ
۱۷۴	۶.۶.۲	قصور دور معائنہ
۱۸۳	۷	امالی مشین
۱۸۳	۷.۱	ساکن لچھوں کی گھومتی مقت طیسی موج
۱۸۴	۷.۲	مشین کا سرکاو اور گھومتی امواج پر تبصرہ
۱۸۶	۷.۳	ساکن لچھوں میں امالی برقی دباؤ
۱۸۶	۷.۴	ساکن لچھوں کی موج کا گھومتے لچھوں کے ساتھ اضافی رفتار اور ان میں پیدا امالی برقی دباؤ
۱۸۹	۷.۵	گھومتے لچھوں کی گھومتے مقت طیسی دباؤ کی موج
۱۹۰	۷.۶	گھومتے لچھوں کے مساوی مندرجہ ساکن لچھے

۱۹۱	امالی موٹر کا مساوی برقی دور	۷.۷
۱۹۶	مساوی برقی دور پر غور	۷.۸
۱۹۹	امالی موٹر کا مساوی تھون دور یا ریاضی نمونہ	۷.۹
۲۰۵	پنجبرہ نم امالی موٹر	۷.۱۰
۲۰۵	بے بوجھ موٹر اور جامد موٹر کے معائنہ	۷.۱۱
۲۰۵	بے بوجھ موٹر کا معائنہ	۷.۱۱.۱
۲۰۷	جامد موٹر کا معائنہ	۷.۱۱.۲

۲۱۳	یک سمت رو مشین	۸
۲۱۳	میکانی سمت کار کی بنیادی کارکردگی	۸.۱
۲۱۵	۸.۱.۱ میکانی سمت کار کی تفصیل	۸.۱.۱
۲۱۹	یک سمت جنریٹر کا برقی دباؤ	۸.۲
۲۲۱	قوت مسروڑ	۸.۳
۲۲۲	سیرونی ہیجان اور خود ہیجان یک سمت جنریٹر	۸.۴
۲۲۶	یک سمت مشین کی کارکردگی کے خط	۸.۵
۲۲۶	۸.۵.۱ حاصل برقی دباؤ بالقابل برقی بوجھ	۸.۵.۱
۲۲۷	۸.۵.۲ رفتار بالقابل قوت مسروڑ	۸.۵.۲

دیباچہ

گزشتہ چند برسوں سے حکومت پاکستان اعلیٰ تعلیم کی طرف توجہ دے رہی ہے جس سے ملک کی تاریخ میں پہلی مرتبہ اعلیٰ تعلیمی اداروں میں تحقیق کار حجان پیدا ہوا ہے۔ امید کی جاتی ہے کہ یہ سلسلہ جاری رہے گا۔ پاکستان میں اعلیٰ تعلیم کا نظام انگریزی زبان میں رائج ہے۔ دنیا میں تحقیقی کام کا بیشتر حصہ انگریزی زبان میں ہی چھپتا ہے۔ انگریزی زبان میں ہر موضوع پر لاتعداد کتابیں پائی جاتی ہیں جن سے طلب و طالبات استفادہ کر سکتے ہیں۔

ہمارے ملک میں طلب و طالبات کی ایک بہت بڑی تعداد بنیادی تعلیم اردو زبان میں حاصل کرتی ہے۔ ان کے لئے انگریزی زبان میں موجود مواد سے استفادہ کرنا تو ایک طرف، انگریزی زبان از خود ایک رکاوٹ کے طور پر ان کے سامنے آتی ہے۔ یہ طلب و طالبات ذہین ہونے کے باوجود آگے بڑھنے اور قوم و ملک کی بھرپور خدمت کرنے کے قابل نہیں رہتے۔ ایسے طلب و طالبات کو اردو زبان میں نصاب کی اچھی کتابیں درکار ہیں۔ ہم نے قومی سطح پر ایسا کرنے کی کوئی خاطر خواہ کوشش نہیں کی۔

میں برسوں تک اس صورت حال کی وجہ سے پریشانی کا شکار رہا۔ کچھ کرنے کی نیت رکھنے کے باوجود کچھ نہ کر سکتا تھا۔ میرے لئے اردو میں ایک صفحہ بھی لکھنا ناممکن تھا۔ آج سرکار ایک دن میں نے اپنی اس کمزوری کو کتاب نہ لکھنے کا جواز بنانے سے انکار کر دیا اور یوں یہ کتاب وجود میں آئی۔

یہ کتاب اردو زبان میں تعلیم حاصل کرنے والے طلب و طالبات کے لئے نہایت آسان اردو میں لکھی گئی ہے۔ کوشش کی گئی ہے کہ اسکول کی سطح پر نصاب میں استعمال تکنیکی الفاظ ہی استعمال کئے جائیں۔ جہاں ایسے الفاظ موجود نہ تھے وہاں روزمرہ میں استعمال ہونے والے الفاظ چنے گئے۔ تکنیکی اصطلاحات کی چٹائی کے وقت اس بات کا دہان رکھا گیا کہ ان کا استعمال دیگر مضامین میں بھی ممکن ہو۔

کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی استعمال کی گئی ہے۔ اہم متغیرات کی علامتیں وہی رکھی گئی ہیں جو موجودہ نظام تعلیم کی نصابی کتابوں میں رائج ہیں۔ یوں اردو میں لکھی اس کتاب اور انگریزی میں اسی مضمون پر لکھی کتاب پڑھنے والے طلب و طالبات کو ساتھ کام کرنے میں دشواری نہیں ہوگی۔

یہ کتاب Ubuntu استعمال کرتے ہوئے XeLatex میں تشکیل دی گئی۔ یہ کتاب خط جمیل نوری نستعلیق میں لکھی گئی ہے۔

امید کی جاتی ہے کہ یہ کتاب ایک دن خالصتاً اردو زبان میں انجینئرنگ کی نصابی کتاب کے طور پر استعمال کی جائے گی۔ اردو زبان میں الیکٹریکل انجینئرنگ کی مکمل نصاب کی طرف یہ پہلا قدم ہے۔

اس کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ اسے زیادہ سے زیادہ طلب و طالبات تک پہنچانے

میں مدد دیں اور انہیں جہاں اس کتاب میں غلطی نظر آئے وہ اس کی نشاندہی میری برقیاتی پتہ
khalidyousafzai@comsats.edu.pk

پر کریں۔ میں ان کا نہایت شکر گزار ہوں گا۔

میں یہاں عاشق و مہرورق اور ان کے والد و مہرورق اعظم کا شکریہ ادا کرنا چاہوں گا جنہوں نے اس کتاب کو بار بار پڑھا اور مجھے محبوب کر تے رہے کہ میں اپنی اردو بہتر کروں۔ میں ڈاکٹر نعمان جعفری کا نہایت مشکور ہوں جنہوں نے کتاب کی تکنیکی اصطلاح کرنے میں مدد کی۔ حرا حنان اور ان کی والدہ عسرا برلاس نے مل کے کتاب کو درست کرنے میں مدد کی۔ یہاں میں اپنے شاگرد فیصل حنان کا بھی شکریہ ادا کرنا چاہوں گا جنہوں نے تکنیکی اصطلاحات چنے میں میری مدد کی۔

میں یہاں کامیٹ یونیورسٹی اور ہائر ایجوکیشن کمیشن کا شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جن کی وجہ سے ایسی سرگرمیاں ممکن ہوئیں۔

حنالہ حنان یوسفزئی

28 اکتوبر 2011

باب ۸

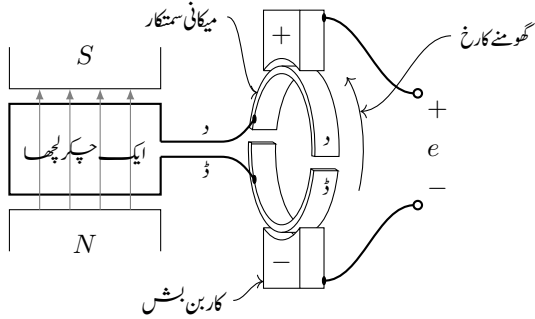
یک سمت روشین

یکے سمتے روشین یک سمت روشین طاقست پیدا کرتی ہیں یا ایک سمت روشین طاقست سے چلتی ہیں۔ یک سمت روشینوں کی اہمیت بستر تک کم ہو رہی ہے اور ان کی جگہ امالی موٹر لے رہے ہیں جن کی رفتار قوی برقیات^۲ سے متاثر کی جاتی ہے۔ موجودہ دور میں گاڑیوں کے یک سمت جنسریٹر بھی دراصل سادہ بدلتارو جنسریٹر ہوتے ہیں جن کے اندر نسب ڈایوڈ^۳ بدلتارو برقی دباؤ کو یک سمت محرک برقی دباؤ میں تبدیل کرتے ہیں۔ اس باب میں دو قطب کے یک سمت روشینوں کا مطالعہ کیا جائے گا۔ میکانیکی سمت کار والے یک سمت روشینوں میں میدانی لچھا ساکن جبکہ قوی لچھا گھومتا ہے۔

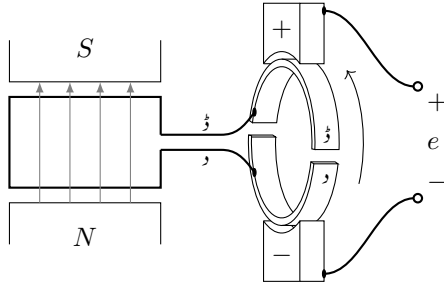
۸.۱ میکانیکی سمت کار کی بنیادی کارکردگی

جنسریٹر بنیادی طور پر بدلتارو برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ یک سمت جنسریٹر کے اندر نسب میکانیکی سمت کار^۴ میکانیکی طریقے سے بدلتارو کو یک سمت دباؤ میں تبدیل کر کے برقی سروں پر منراہم کرتا ہے۔ میکانیکی سمت کار کو شکل ۸.۱ میں دکھایا گیا ہے جہاں جنسریٹر کے قوی لچھے کو ایک چکر کا دکھایا گیا ہے اگرچہ حقیقت میں لچھا زیادہ چکر کا ہو گا۔ قوی لچھے کے برقی سروں کو دائرے سے ظاہر کیا گیا ہے جو سمت کار کے دائرہ ڈھموں کے ساتھ جڑے ہیں۔ قوی لچھا اور سمت کار ایک ہی دھڑے پر نسب ہوتے ہیں لہذا دونوں ایک ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ تصور کریں (میکانیکی سمت کار سے لچھے کی طرف دیکھتے ہوئے) مقناطیسی میدان میں دونوں گھڑی وار گھوم رہے ہیں۔ مقناطیسی میدان افقی سطح میں N سے S رخ ہو گا جسے نوکدار لکیریوں سے دکھایا گیا ہے۔ سمت کار کے ساتھ ساکن کاربن بش، اسپرنگ کی مدد سے دبا کر رکھے جاتے ہیں۔ ان کاربن بشوں سے برقی دباؤ کو جنسریٹر کے باہر منتقل کیا جاتا ہے۔ بشوں کو مثبت علامت + اور منفی علامت - سے ظاہر کیا گیا ہے۔ دکھائے گئے لمحے پر لچھے میں پیدا ہونے والی دباؤ کی وجہ سے لچھے کا سر دہشت اور ڈھنی ہے۔ یوں سمت کار کا حصہ د

dc, direct current^۱
power electronics^۲
diode^۳
commutator^۴



شکل ۸.۱: میکانی سمت کار۔

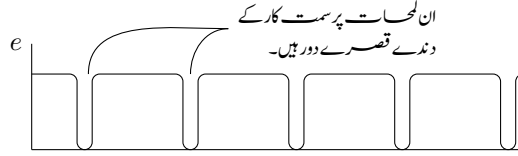


شکل ۸.۲: آدھے چکر کے بعد بھی بالائی بٹن مثبت ہی ہے۔

مثبت اور حصہ ڈمنفی ہوں گے لہذا کاربن کا + علامت والا بٹن مثبت اور - علامت والا بٹن منفی ہوگا۔ یوں بیرونی بالائی تار مثبت اور نچلی تار منفی ہوں گے۔ آدھے چکر بعد، جیسا شکل ۸.۲ میں دکھایا گیا ہے، خلائی درز میں لپھ کے دائرہ ڈاٹراف آپس میں جگہیں تبدیل کر چکے ہوں گے۔ لپھ کے دائرہ ڈاٹراف اب بھی سمت کار کے دائرہ ڈاٹراف کے ساتھ جڑے ہیں۔ لپھ پر برقی دباؤ الٹ ہے اور اس کا سرد منفی اور ڈبٹ ہیں۔ یہاں سمت کار کی کارکردگی پر نظر رکھیں۔ اب بھی کاربن کا + علامت والا بٹن مثبت اور - علامت والا بٹن منفی ہے۔ یوں جنریشن کے بیرونی برقی سروں پر اب بھی بالائی سر مثبت اور نچلا سر منفی ہے۔ سمت کار کے دائروں 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 دائروں کو کاربن بٹن قصر دور کرتے ہیں۔ کاربن بٹن محیط پر اس طرح رکھے جاتے ہیں کہ جس لمحہ میں برقی دباؤ مثبت سے منفی یا منفی سے مثبت ہونا چاہیے اسی لمحہ کاربن کے بٹن لپھ کو قصر دور کرتے ہوں۔ چونکہ اس لمحہ لپھ پر محرک دباؤ صفر ہوتا ہے لہذا اسے قصر دور کرنے سے کوئی نقصان نہیں ہوتا ہے۔ یوں حاصل برقی دباؤ شکل ۸.۳ میں دکھایا گیا ہے۔

یہاں دو دندی سمت کار اور دو مقناطیسی قطب کے درمیان گھومتا ہوا ایک قوی لپھا دکھایا گیا ہے۔ حقیقت میں جنریشن کے متعدد قطبین ہوں گے اور فی قطب سمت کار کے کئی دندے ہوں گے۔ چھوٹی مشینوں میں مقناطیس



شکل ۸.۳: دو دندہ کی سمت کار سے حاصل ایک سمت برقی دباؤ۔

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۔

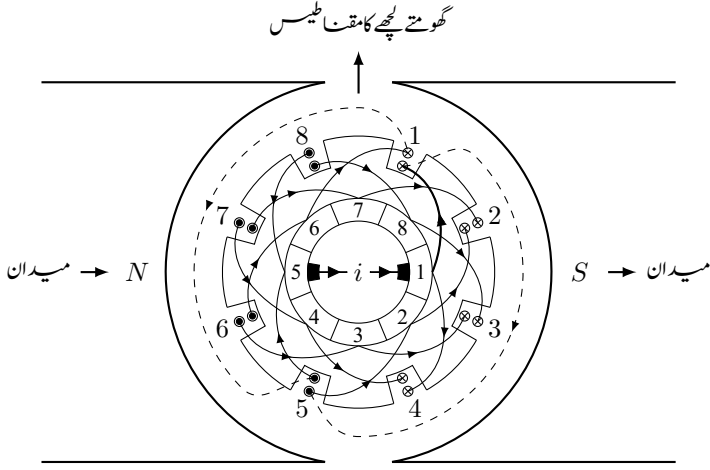
۸.۱.۱ میکانیکی سمت کار کی تفصیل

پچھلے حصہ میں سمت کار کی بنیادی کارکردگی پر غور کیا گیا۔ اس حصہ میں اس پر تفصیلی بات کی جائے گی۔ شکل ۸.۴ 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 اندر جانب دو عدد کاربن فرش ہیں جن سے بیرون برقی رو i حاصل کی جاتی ہے۔ شگافوں کو بھی گنتی لگائی گئی ہے۔ جنسریٹر کے دو قطب اور آٹھ شگاف ہیں۔ اس طرح اگر ایک شگاف ایک قطب کے سامنے ہو تو تین شگاف چھوڑ کر موجود شگاف دوسرے قطب کے سامنے ہو گا۔ ہم کہتے ہیں کہ ایسے دو شگاف ”ایک قطب فاصلہ“ پر ہیں۔ یوں شگاف 1 اور 5 ایک دوسرے سے ایک قطب کے فاصلے پر ہیں جبکہ شگاف 2 اور 6 ایک دوسرے سے ایک قطب کے فاصلے پر ہیں۔

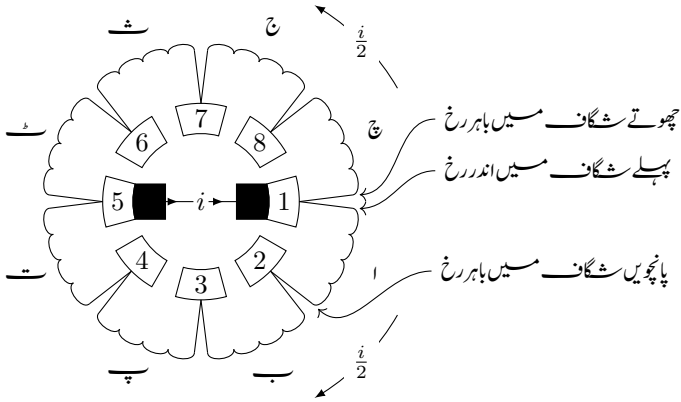
جیسا شکل ۸.۲ میں دکھایا گیا، اگر لچھے کا ایک طرف شمالی قطب کے سامنے ہو تب اس کا دوسرا طرف، ایک قطب فاصلہ پر، جنوبی قطب کے سامنے ہو گا۔ لچھوں کو شگافوں میں رکھا جاتا ہے۔ یوں شکل ۸.۴ میں اگر ایک لچھے کا ایک طرف شگاف 1 میں ہو تب اس کا دوسرا طرف، ایک قطب فاصلہ پر، شگاف 5 میں ہو گا۔ حقیقت میں ہر شگاف میں دو لچھے رکھے جاتے ہیں۔ ایک لچھے کو شگاف میں محور کے قریب اور دوسرے کو شگاف میں محور سے دور رکھا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے کے لئے ہمیں دو مختلف جامت کے لچھے تیار کرنے ہوں گے۔ محور کے قریب رکھا گیا لچھا جامت میں چھوٹا جبکہ محور سے دور لچھا بڑا ہو گا۔ لچھوں کو پہلے تیار کر کے بعد میں شگافوں 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 شگاف میں محور کے قریب اور، ایک قطب فاصلہ پر، دوسرے شگاف میں محور کے دور رکھا جاتا ہے۔ دوسرے لچھے کو انہیں شگافوں میں باقی دو مقامات پر رکھا جاتا ہے۔ یوں دونوں لچھوں کی جامت ایک دوسرے جیسے ہو گی اور ان میں اتنی ڈھیل ہو گی کہ انہیں شگافوں میں با آسانی رکھا جاسکے۔

اب شکل ۸.۴ 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 صفحہ کو عمودی اندر رخ ہے۔ شکل ۸.۴ میں مشین کا عمودی تراش دکھایا گیا ہے۔ مشین کا محور کتاب کے صفحہ کو عمودی ہو گا۔ ہمیں



شکل ۸.۴: کاربن ہش ستکار کے دندوں کو قصردور نہیں کر رہا ہے۔



شکل ۸.۵: سمت کار سے جڑے لچھے۔

مشین کا (مشرقی، بالائی) ”سامنے“ طرف نظر آ رہا ہے جبکہ (ہم سے دور) ”خچلا“ طرف ہمیں نظر نہیں آ رہا ہے۔ ”سامنے“ طرف کی تاروں کو ٹھوس جبکہ ”خچلے“ 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 مشرب ”اندر“ جانب اور دوسرا محور سے دور ”باہر“ جانب ہے۔ پہلا (1) شگاف میں ”اندر“ جانب موجود لچھا، سمت کار کے پہلا (1) دانت سے جڑا ہے۔ اس جوڑ کو موٹی تیر دار لکیر سے دکھایا گیا ہے جہاں تیر کا نشان برقی رو کے رخ کو ظاہر کرتا ہے۔ شگاف 1 کے ”خچلے“ طرف (کے اندرونی مقام) سے نکل کر یہ پچھا شگاف 5 میں ”خچلے“ طرف سے (بیرونی مقام میں) 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 ۸.۵ 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، ب، پ، وغیرہ سے ظاہر کیا گیا ہے جبکہ سمت کار کے دندوں کو گسٹکی لگائی گئی ہے۔ کاربن کے لمبے پہلے اور پانچویں دانت سے جڑے دکھائے گئے ہیں۔

شکل ۸.۵ میں کاربن لمبے سے برقی رو سمت کار کے پہلے دانت سے ہوتا ہوا دو برابر حصوں میں تقسیم ہو کر دو یکساں متوازی راستوں بہت ہے۔ ایک راستہ سلسلہ وار جڑے، ب، پ اور ت لچھوں پر مشتمل ہے جبکہ دوسرا راستہ سلسلہ وار جڑے ٹ، ش، ج اور چ لچھوں پر مشتمل ہے۔ یہ دو عدد سلسلہ وار راستے آپس میں متوازی جڑے ہیں۔ برقی رو کے رخ نقطہ دار نوک دار لکیریوں 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 لمبے کے ذریعہ مشین سے باہر نکل جاتا ہے۔ گھومتے حصے کے شگافوں میں موجود لچھوں کا برقی رو، مقناطیسی دباؤ پیدا کرے گا جو ساکن مقناطیسی دباؤ کو عمودی ہو گا جیسا شکل ۸.۴ میں دکھایا گیا ہے۔ گھومتے لچھوں کے مقناطیسی دباؤ کا رخ جاننے کے لئے شکل ۸.۴ 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 کارخ دے گا۔ آپس میں متانہ مقناطیسی دباؤ دھرے پر گھڑی وار قوت سرور پیدا کریں گے۔ یوں اگر مشین موٹر کے طور پر استعمال کی جا رہی ہو تب یہ گھڑی وار گھومے گی اور کاربن لمبے پر ایسا بیرونی یک سمت برقی دباؤ لاگو ہو گا جو دکھائے گئے برقی رو پیدا کرتا ہو۔ اب تصور کریں کہ مشین ایک جنریٹر کے طور پر استعمال کی جا رہی ہے جس کو خلاف گھڑی بیرونی میکانیکی طاقت سے گھمایا جا رہا ہے۔ سمت کار کے آدھے دانت کے برابر حرکت کے بعد جنریٹر شکل ۸.۶ میں دکھائے گئے حالت میں ہو گا جہاں دایاں کاربن لمبے سمت کار کے پہلے اور دوسرے دانت کو قصر دور جبکہ بایاں کاربن لمبے پانچویں اور چھٹے دانت کو قصر دور کرتے ہیں۔ یوں پہلے اور پانچویں شگافوں کے لچھے قصر 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 کارخ 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 کارک دے گا۔ اس لمحے کی وضاحت شکل ۸.۷ میں کی گئی ہے۔

مشین جب سمت کار کے ایک دانت کے برابر حرکت مکمل کر لے تو کار بن بش دو سرے اور چھٹے دانت سے حبڑ بنیں گے۔ پہلے اور پانچویں شگافوں میں برقی رو کا رخ پہلے کے مخالف ہو جائے گا جبکہ باقی شگافوں میں برقی رو کے رخ برعکس رہیں گے۔ گھومتے پچھوں کا برقی دباؤ اب بھی اسی رخ ہو گا۔

جب تے دورانے کے لئے کار بن بش دو پچھوں کو قصر دور کرتے ہیں اتنے وقت میں ان پچھوں 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 کار بن بش سے چنگاریاں نکلتی ہیں جن سے بش حبلہ ناکارہ ہو جاتے ہیں۔ جنریٹر کے قصر دور پچھوں میں پیدا برقی دباؤ، قصر دور پچھوں میں گھومتا ناکارہ برقی رو پیدا کرتا ہے جو ہمارے کسی کام کا نہیں ہوتا ہے۔ لچھے اور کار بن بش کی مسزاحت اس ناکارہ رو کی قیمت تعیین کرتے ہیں۔

حقیقت میں ایک سمت جنریٹر 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۔

۸.۲ ایک سمت جنریٹر کا برقی دباؤ

گزشتہ حصہ کے شکل ۸.۵ میں ا، ب، پ اور ت لچھے سلسلہ وار حبڑے ہیں۔ اسی طرح ٹ، ش، ج اور چ لچھے سلسلہ وار حبڑے ہیں۔ حصہ ۵.۳ میں مساوات ۵.۲۳ ایک لمبی ایک سمت جنریٹر کا محرک برقی دباؤ e_1 دیتی ہے۔ اسے یہاں یاد دہانی کے لئے دوبارہ پیش کرتے ہیں۔

$$(۸.۱) \quad e_1 = \omega N \phi_m = \omega N A B_m$$

حنائی درز میں یکساں B_m کی صورت میں تمام پچھوں میں ایک جیسا محرک برقی دباؤ پیدا ہو گا۔ یوں شکل ۸.۴ میں دکھائے لمحہ پر (شکل ۸.۵ سے رجوع کریں) جنریٹر کا کل محرک برقی دباؤ e_1 ، ایک لچھے کے محرک برقی دباؤ کا چار گنا ہو گا

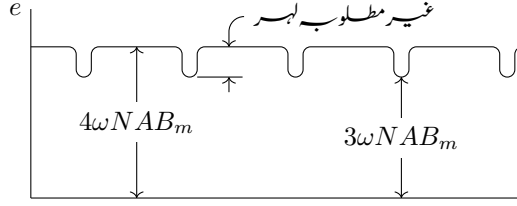
$$(۸.۲) \quad \begin{aligned} e &= e_1 + e_ب + e_پ + e_ت \\ &= e_ش + e_ٹ + e_ج + e_چ \\ &= 4\omega N A B_m \end{aligned}$$

جبکہ شکل ۸.۶ میں دکھائے لمحہ پر e صرف تین پچھوں کے محرک برقی دباؤ کا مجموعہ ہو گا (شکل ۸.۷ سے رجوع کریں):

$$(۸.۳) \quad \begin{aligned} e &= e_ب + e_پ + e_ت \\ &= e_ش + e_ٹ + e_ج \\ &= 3\omega N A B_m \end{aligned}$$

شکل ۸.۸ میں آٹھ دندی میکانی سمت کار سے حاصل برقی دباؤ دکھایا گیا ہے جہاں ایک سمت برقی دباؤ پر سوار غیر مطلوبہ لبر نظر آرہی ہیں۔ اگر جنریٹر کے ایک جوڑی قطبین پر n لچھے ہوں تب شکل ۸.۵ کی طرح یہ دو $\frac{n}{2}$ سلسلہ وار پچھوں جتنا محرک برقی دباؤ پیدا کرے گا۔

$$(۸.۴) \quad e = \frac{n}{2} \omega N \phi_m = \frac{n}{2} \omega N A B_m$$



شکل ۸.۸: آٹھ دندی میکانی سمت کار سے حاصل برقی دباؤ۔

اس صورت میں غیر مطلوب لہر کل ایک سمت برقی دباؤ کی تقریباً

$$(۸.۵) \quad \frac{\omega N \phi_m}{\frac{n}{2} \omega N \phi_m} \times 100 = \frac{2}{n} \times 100$$

فی صد ہوگی۔ یوں فی قطب دندوں کی تعداد بڑھانے سے زیادہ ہموار برقی دباؤ حاصل ہوگا اور غیر مطلوب لہر متاثر نظر انداز ہوگی۔

تصور کریں کہ شکل ۸.۴ کی مشین کی خلائی درز میں B_m غیر یکساں ہے۔ اب لچھوں میں محرک برقی دباؤ مساوات ۸.۱ کے تحت مختلف زاویوں پر مختلف ہوگا۔ اس طرح مشین سے حاصل کل برقی دباؤ چار سلسلہ وار لچھوں کے مختلف محرک برقی دباؤ کا مجموعہ

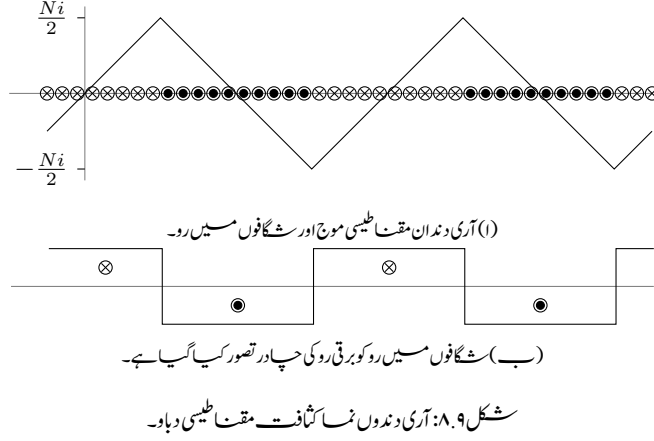
$$(۸.۶) \quad e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$$

ہوگا جہاں e_1, e_2, \dots مختلف لچھوں کے محرک برقی دباؤ ہیں۔

شکل ۸.۴ میں گھومتے حصہ کو ایک دندان کے برابر حرکت دینے سے دوبارہ یہی شکل حاصل ہوتا ہے لہذا ایک دندان حرکت کے بعد حاصل برقی دباؤ بھی دوبارہ وہی ہوگا۔ میکانی سمت کار کے فی قطب دندوں کی تعداد بڑھانے سے ایک دندان کے برابر حرکت بہت چھوٹی ہوگی لہذا خلائی درز میں ہمواری کے ساتھ تبدیل ہوتے کثافت مقناطیسی بہاؤ کی صورت میں اتنی کم حرکت کے احاطے میں B_m کی قیمت میں تبدیلی متاثر نظر انداز ہوگی اور B_m کو یکساں تصور کیا جاسکتا ہے۔ یوں اگر لچھا ایک دندان کے احاطے میں حرکت کرے تو اس میں محرک برقی دباؤ تبدیل نہیں ہوگا۔ یعنی جس لچھے کا محرک برقی دباؤ e_1 ہو اس لچھے کا محرک برقی دباؤ ایک دندان احاطے میں بھی رہے گا۔ یوں اگر چہ e_1, e_2, \dots ایک دوسرے سے مختلف ہو سکتے ہیں لیکن ان میں سے ہر ایک کی ایک مستقل قیمت ہوگی، لہذا مساوات ۸.۶ میں دیا گیا محرک برقی دباؤ (جو ان مستقل قیمتوں کا مجموعہ ہوگا) بھی ایک مستقل ہوگا۔

ہم نے دیکھا کہ خلائی درز میں ہمواری کے ساتھ تبدیل ہوتے B_m کی صورت میں جنریشن سے معیاری ایک سمت محرک برقی دباؤ حاصل ہوگا۔ بدلتا رو جنریشن میں B_m سائنسار کھنا ضروری ہوتا ہے۔ نہایت چھوٹی ایک سمت مشینوں کے خلائی درز میں B_m یکساں رکھا جاتا ہے جبکہ بڑی مشینوں میں اسے ہمواری کے ساتھ تبدیل کیا جاتا ہے۔ جیسا اوپر ذکر ہوا عملاً میکانی سمت کار کے دندوں تک لچھوں کے سروں کی رسانی ممکن تب ہوتی ہے جب ہر شگاف میں دو لچھے رکھے جائیں۔

شگافوں کی تعداد n ہونے کی صورت میں شگافوں کی جوزیوں کی تعداد $\frac{n}{2}$ ہوگی۔ شگافوں کی ایک جوزی میں 2 لچھے پائے جاتے ہیں لہذا لچھوں کی کل تعداد n ہوگی۔ اگر تمام لچھوں میں ملا کر N چکر ہوں تب ایک لچھے میں



$\frac{NI}{n}$ چپکر ہوں گے اور ایک شگاف کے دو لچھے، مقناطیسی میدان میں $\frac{2NI}{n}$ کی تبدیلی پیدا کریں گے۔ یوں بالکل متعرب متعرب شگافوں میں رکھے گئے لچھوں سے خلائی درز میں سیڑھی نم مقناطیسی دباؤ کی موج پیدا ہوگی جہاں ہر سیڑھی کی اونچائی $\frac{2NI}{n}$ ہوگی۔ کل چپکر N کو اٹل رکھتے ہوئے شگافوں کی تعداد بڑھانے سے ایک سیڑھی کی اونچائی کم ہوگی۔ یوں کافی زیادہ شگافوں کی صورت میں ایک سیڑھی کی اونچائی متاثر انداز ہوگی اور مقناطیسی موج کو سیڑھی موج کی بجائے آری کے دندوں کی مانند موج تصور کیا جاسکتا ہے جسے شکل ۸.۹ میں دکھایا گیا ہے۔ شگافوں میں رو کے رخ کو نقطوں اور صلیبوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔ زیادہ تعداد کے شگافوں کی صورت میں انفرادی لچھوں میں رو کو برقی رو کی چادر تصور کیا جاسکتا ہے۔

متعدد قطبین مشین میں شمالی اور جنوبی قطبین کے ایک جوڑے کا پیدا کردہ یک سمت برقی دباؤ مساوات ۸.۴ دے گی جہاں قطبین کے ایک جوڑے پر میکانیکی سمت کار کے دندوں کی تعداد n ہے۔ قطبین کے زیادہ جوڑوں سے حاصل یک سمت برقی دباؤ کو سلسلہ وار یا متوازی جوڑا جاسکتا ہے۔

۸.۳ قوت سروژ

یک سمت مشینوں کا امالی برقی دباؤ اور قوت سروژ خلائی درز میں مقناطیسی دباؤ کی صورت پر منحصر نہیں ہوتا ہے۔ قوی لچھے کے آری دند ان نم مقناطیسی دباؤ (شکل ۸.۹) کا بنیادی فورم سرعہ جزو درج ذیل ہوگا۔

$$\tau_q = \frac{8}{\pi^2} \frac{NI}{2} \quad (۸.۷)$$

یک سمت مشین میں ساکن اور گھومتے لچھوں کے مقناطیسی دباؤ آپس میں عمودی ہوتے ہیں لہذا ان میں قوت

سروڑ مساوات ۵.۱۰۳ کے تحت درج ذیل ہوگا۔

$$(۸.۸) \quad T = -\frac{\pi}{2} \left(\frac{P}{2}\right)^2 \phi_m \tau_q$$

مثال ۸.۱: دو قطب، بارہ دندری میکانی سمت کار کے ایک سمت جنریٹر میں ہر قوی لچھا بیس چکر کا ہے۔ ایک لچھے سے 0.0442 ویسبر مقناطیسی ہوا گزرتا ہے۔ جنریٹر 3600 چکر فی منٹ کی رفتار سے گھوم رہا ہے۔

• جنریٹر کے ایک سمت برقی دباؤ میں غیر مطلوبہ لبرکل برقی دباؤ کا کتنا فی صد ہوگا؟

• ایک سمت برقی دباؤ حاصل کریں۔

حل:

• مساوات ۸.۵ سے غیر مطلوبہ لبر 16.66 = $\frac{2}{12} \times 100 = \frac{2}{n} \times 100$ فی صد حاصل ہوتا ہے۔

• جنریٹر کی رفتار 60 = $\frac{3600}{60}$ ہر ٹز ہے یوں مساوات ۸.۴ سے ایک سمت برقی دباؤ درج ذیل حاصل ہوگا۔

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

□

۸.۴ بیرونی ہیجان اور خود ہیجان ایک سمت جنریٹر

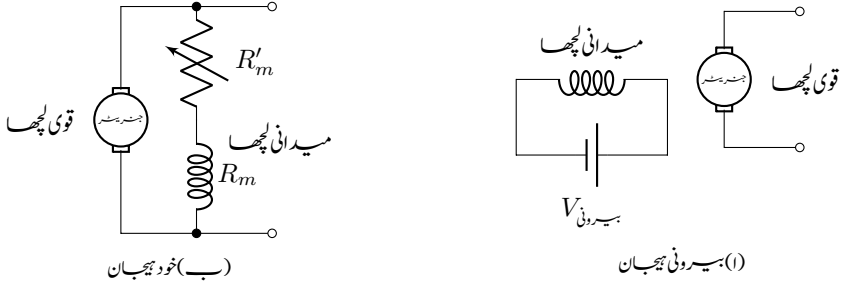
بیرونی ہیجان ایک سمت جنریٹر کے میدان لچھے کو بیرونی ایک سمت برقی دباؤ فراہم کیا جاتا ہے جبکہ خود ہیجان ایک سمت جنریٹر کے میدان لچھے کو جنریٹر کا اپنا (قوی لچھے کا) محرک برقی دباؤ فراہم کیا جاتا ہے۔ ایک سمت جنریٹر کی کارکردگی اس کو ہیجان کرنے کے طریقے پر منحصر ہوتی ہے۔

شکل ۸.۱۰-۱ میں قوی لچھے^۱ اور میدان لچھے^۲ کو آپس میں عمودی بنایا گیا ہے۔ یوں یاد رہتا ہے کہ ان لچھوں کے پیدا کردہ مقناطیسی دباؤ آپس میں عمودی ہیں۔ یہاں قوی لچھے کی صورت میکانی سمت کار کی طرح بنائی گئی ہے۔

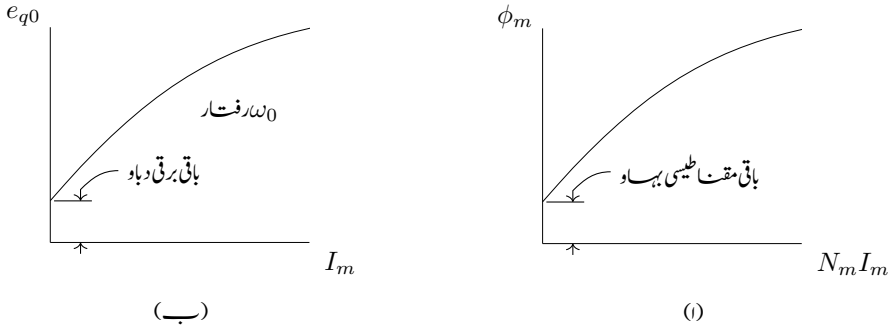
میدانی اور قوی لچھوں کے مقناطیسی دباؤ آپس میں عمودی ہیں جس سے ہم اخذ کر سکتے ہیں کہ ایک لچھے کا برقی دباؤ دوسرے لچھے کے برقی دباؤ پر اثر انداز نہیں ہوگا۔ یوں مقناطیسی متالب کے کسی ایک رخ سیرامیت، اس رخ کے عمودی دوسرے رخ کی سیرامیت پر اثر انداز نہیں ہوگی۔

شکل ۸.۱۰-۱ میں بیرونی ہیجان مشین کے میدان لچھے کو بیرونی ایک سمت برقی طاقت مہیا کی گئی ہے۔ میدان لچھے کا برقی روت تبدیل کر کے میدان مقناطیسی دباؤ τ_m ، میدان مقناطیسی ہوا ϕ_m اور کثافت مقناطیسی ہوا

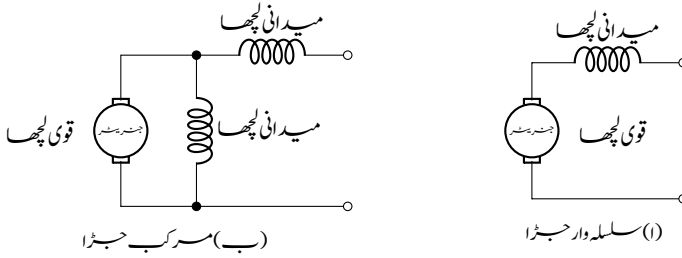
^۱ separately excited
^۲ self excited
^۳ armature coil
^۴ field coil



شکل ۸.۱۰: بیرونی تہجان اور خود تہجان یک سمت رو جنریشنر۔



شکل ۸.۱۱: میدانی برقی رو سے محرک برقی دباؤت ایوکیا جاتا ہے۔



شکل ۸.۱۲: سلسلہ وار اور مرکب حبڑا خود ہیجان جنریٹر۔

B_m تبدیل کیے جاسکتے ہیں۔ یوں جنریٹر کا محرک برقی دباؤ مساوات ۸.۱ کے تحت تبدیل کیا جاسکتا ہے یا موٹر کی قوت سرو مساوات ۸.۸ کے تحت تبدیل کی جاسکتی ہے۔

برقی رو کے بڑھنے سے فالب کی سیرایت شکل ۸.۱۱ میں واضح ہے۔ فالبی سیرایت کی بنا برقی رو بڑھاتے ہوئے ابتدائی طور محرک برقی دباؤ اور میدان لچھے کا برقی رو راست متناسب ہوں گے جبکہ زیادہ برقی رو پر ایسا نہیں ہوگا۔ شکل-ب کی ترسیم مشین کے کھلے سر معائنہ سے حاصل کی جاسکتی ہے۔ شکل-ب میں محرک برقی دباؤ e_{q0} کی بجائے e_q لکھ کر یاد دہانی کرائی گئی ہے یہ دباؤ قوی لچھے سے ایک معین رفتار ω_0 پر حاصل کیا گیا ہے۔ کسی دوسری رفتار پر محرک برقی دباؤ e_q کے حصول کے لئے مساوات ۸.۴ کی مدد سے

$$(۸.۹) \quad \frac{e_q}{e_{q0}} = \frac{\frac{n}{2} \omega N A B_m}{\frac{n}{2} \omega_0 N A B_m} = \frac{\omega}{\omega_0}$$

لکھ کر

$$(۸.۱۰) \quad e_q = \frac{\omega}{\omega_0} e_{q0}$$

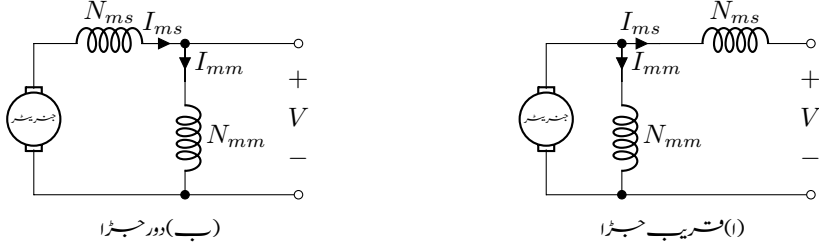
یا

$$(۸.۱۱) \quad e_q = \frac{rpm}{rpm_0} e_{q0}$$

حاصل کیا جاسکتا ہے جہاں رفتار کو چکر فی منٹ^{۱۰} میں (بھی) لیا گیا ہے۔ یاد رہے کہ یہ مساوات صرف اس صورت درست ہوں گے جب مقناطیسی میدان تبدیل نہ ہو۔

شکل ۸.۱۰-ب میں خود ہیجان مشین دکھائی گئی ہے جس کے میدان قوی لچھے متوازی حبڑے ہیں۔ اس طرح حبڑے جنریٹر کو خود ہیجان متوازی جو "جنریٹر کہتے ہیں۔ میدان لچھے کے ساتھ ایک مسزاحت سلسلہ وار حبڑی ہے۔ اس مسزاحت کو تبدیل کر کے میدان برقی رو تبدیل کیا جاتا ہے جس سے، بالکل بیرونی ہیجان مشین کی طرح، جنریٹر کا محرک برقی دباؤ یا موٹر کی قوت سرو تبدیل کی جاتی ہے۔ ایک بار ہیجان

^{۱۰} rpm, rounds per minute
^{۱۱} parallel connected



شکل ۸.۱۳: مرکب متریب حبڑا اور مرکب دور حبڑا خود بیجبان جنریٹر

ہونے کے بعد مقناطیسی وتالب میں باقی مقناطیسی بہاؤ رہتا ہے جیسا شکل ۸.۱۱-۱ میں دکھایا گیا ہے۔ یوں میدانی لچھا بیجبان کئے بغیر جنریٹر کچھ محرک برقی دباؤ پیدا کرے گا^{۱۲}۔ شکل-ب میں صنرمیدانی برقی رو پر باقی برقی دباؤ دکھایا گیا ہے۔

خود بیجبان جنریٹر ساکن حال سے چپالو ہو کر ابتدائی طور پر باقی محرک برقی دباؤ پیدا کرے گا جو میدانی لچھے میں برقی رو پیدا کر کے مقناطیسی میدانی پیدا کرتے ہوئے مشین کو ذرا زیادہ بیجبان کرتا ہے۔ یوں مشین کا محرک برقی دباؤ بھی کچھ بڑھ جائے گا۔ اس طرح کرتے کرتے جنریٹر حبلہ پورا محرک برقی دباؤ پیدا کرنا شروع کرتا ہے۔ یہ سب اسی دوران ہوتا ہے جس میں مشین کی رفتار بڑھ رہی ہوتی ہے۔

شکل ۸.۱۲ میں خود بیجبان جنریٹر کے دو مزید اقسام دکھائے گئے ہیں۔ ایک خود بیجبان سلسلہ وار جزا جنریٹر اور دوسرا خود بیجبان مرکب جنریٹر ہے۔ سلسلہ وار حبڑے جنریٹر میں میدانی اور قوی لچھے سلسلہ وار حبڑے ہوتے ہیں۔ مرکب جنریٹر میں میدانی لچھا دو حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک حصہ قوی لچھے کے متوازی اور دوسرا سلسلہ وار حبڑا ہوتا ہے۔ مزید، متوازی حصہ قوی لچھے کے متریب ہو سکتا ہے یا سلسلہ وار لچھے کی دوسری جانب، دور حبڑا ہو سکتا ہے۔ پہلی صورت میں اسے قریبے جزا مرکب جنریٹر اور دوسری صورت میں دور جزا مرکب جنریٹر کہیں گے۔ شکل ۸.۱۳ میں مرکب جنریٹر کے دونوں اشکال دکھائے گئے ہیں۔

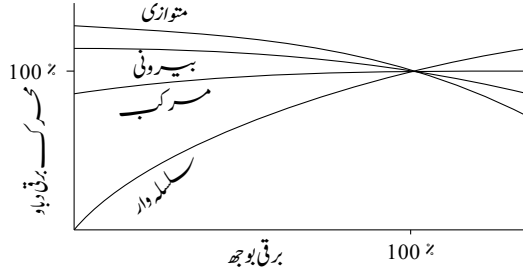
یک سمت موٹر بھی اسی طرح پکارے جاتے ہیں۔ یعنی شکل ۸.۱۰ کی طرح حبڑی دو موٹروں کو بیرونی بیجبان موٹر اور خود بیجبان متوازی حبڑی موٹر کہیں گے۔ موٹر میں قوی لچھے کا برقی رو جنریٹر کے برقی رو کا محالہ رخ ہوگا۔ تمام اقسام کے یک سمت جنریٹر کا میدانی مقناطیسی دباؤ، جنریٹر کے میدانی لچھے کے چکر ضرب برقی رو کے برابر ہوگا:

$$\tau = N_m I_m \quad (۸.۱۲)$$

شکل ۸.۱۰ میں خود بیجبان متوازی حبڑے جنریٹر کے میدانی لچھے میں برقی رو، اس لچھے کی مزاحمت اور اس کے ساتھ حبڑی مزاحمت کے مجموعہ $R = R_m + R'_m$ پر منحصر ہوگا یعنی $I_m = \frac{V}{R}$ لہذا خود بیجبان متوازی حبڑی جنریٹر کے لئے مساوات ۸.۱۲ درج ذیل صورت اختیار کرتی ہے۔

$$\tau_{m,m} = \frac{I_m V}{R_m + R'_m} \quad (۸.۱۳)$$

^{۱۲} آپ ٹھیک سوچ رہے ہیں۔ جنریٹر بنانے کے کارخانے میں وتالب کو پہلی مرتبہ مقناطیس بنانا پڑتا ہے۔



شکل ۸.۱۳: یک سمت جنریٹر کی محرک برقی دباؤ بمقابلہ برقی بوجھ کے خط۔

سلسلہ وار حبڑا جنریٹر میں میدانی برقی رو جنریٹر کے قوی لچھے کا برقی رو ہوگا لہذا سلسلہ وار جنریٹر کے لئے مساوات ۸.۱۲ درج ذیل صورت اختیار کرتی ہے۔

$$(۸.۱۴) \quad \tau_{m,s} = N_m I_q$$

شکل ۸.۱۳ کے مرکب جنریٹر میں میدانی مقناطیسی دباؤ کے دو حصے ہیں۔ اس میں N_{mm} چپکر کے متوازی حبڑے میدانی لچھے میں برقی رو I_{mm} اور N_{ms} چپکر کے سلسلہ وار حبڑے میدانی لچھے میں برقی رو I_{ms} ہے لہذا اس جنریٹر کے لئے درج ذیل ہوگا۔

$$(۸.۱۵) \quad \tau_{m,mk} = N_{ms} I_{ms} + N_{mm} I_{mm}$$

۸.۵ یک سمت مشین کی کارکردگی کے خط

۸.۵.۱ حاصل برقی دباؤ بالمقابل برقی بوجھ

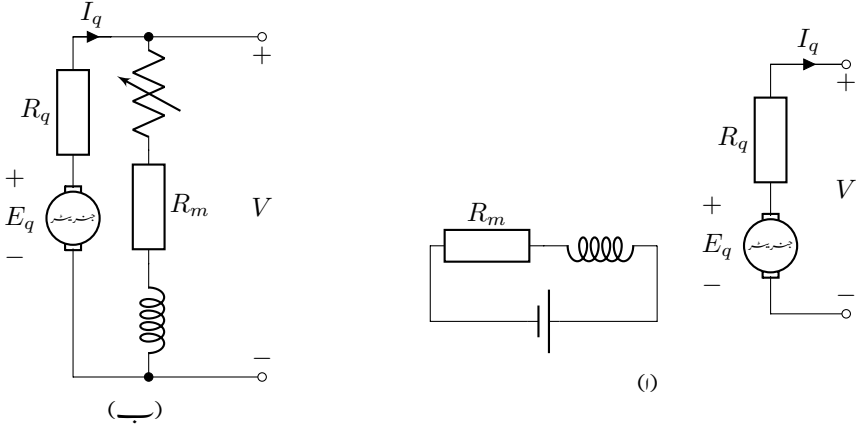
مختلف اقسام کے یک سمت جنریٹروں کے برقی دباؤ بالمقابل برقی بوجھ خطوط شکل ۸.۱۴ میں دکھائے گئے ہیں جہاں گھومتی رفتار اٹل تصور کی گئی ہے۔ دھڑے پر لاگو بیرونی میکانیکی طاقت جنریٹر کی قوت سروڑ کے خلاف جنریٹر کو گھماتی ہے۔

ان خطوط کو سمجھنے کی خاطر پہلے بیرونی بیجبان جنریٹر پر غور کرتے ہیں جس کا مساوی برقی دور شکل ۸.۱۵-۱ میں دیا گیا ہے۔ بیرونی بیجبان جنریٹر پر برقی بوجھ لادنے سے قوی لچھے کی مزاحمت R_q میں برقی دباؤ گھٹتا ہے۔ یوں جنریٹر سے حاصل برقی دباؤ V ، جنریٹر کے اندرونی محرک برقی دباؤ E_q سے کچھ کم ہوگا:

$$(۸.۱۶) \quad V = E_q - I_q R_q$$

برقی بوجھ I_q بڑھانے سے V مزید کم ہوگا۔ بیرونی بیجبان جنریٹر کا خط یہی رجحان ظاہر کرتا ہے۔ حقیقت میں دیگر وجوہات بھی اثر انداز ہوتے ہیں جن کی بنیاد خط سیدھا نہیں بلکہ جھکا ہوتا ہے۔

^{۱۳} علامت R_q کے زیر نوشت میں لفظ قوی کے پہلی حرف ق کو ظاہر کرتی ہے۔



شکل ۸.۱۵: بیرونی بیجبان، متوازی حبڑے جنریٹر کا مساوی برقی دور۔

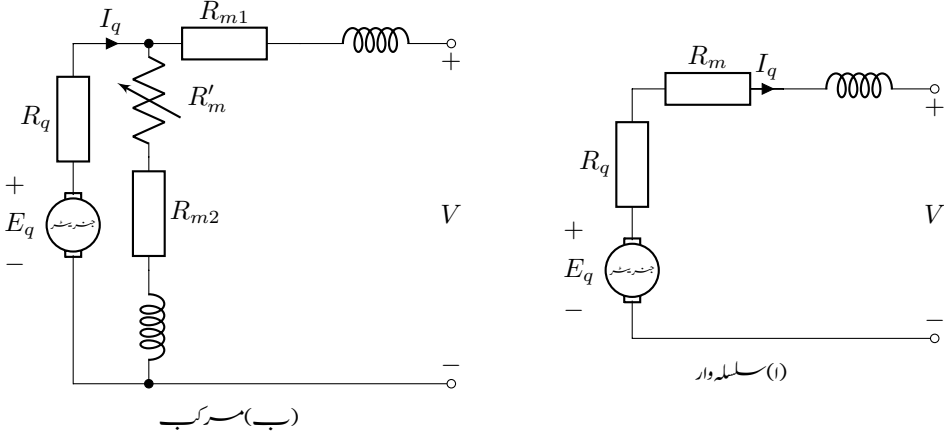
متوازی حبڑی جنریٹر کے خط کا بھی یہی رجحان ہے۔ متوازی حبڑی جنریٹر پر بھی برقی بوجھ لادنے سے قوی لچھے کی مزاحمت میں برقی دباؤ گھٹتا ہے۔ یوں اس کے میدان لچھے پر لاگو برقی دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے جس سے میدان لچھے میں برقی رو گھٹتا ہے۔ اس سے محرک برقی دباؤ مزید کم ہوتا ہے۔ یوں متوازی حبڑے جنریٹر کے برقی دباؤ بالمقابل برقی بوجھ خط کی ڈھلوان بیرونی بیجبان جنریٹر کی خط سے زیادہ ہوگی۔

شکل ۸.۱۶ میں سلسلہ وار اور مرکب جنریٹر کے مساوی برقی ادوار دکھائے گئے ہیں۔ سلسلہ وار حبڑے جنریٹر کے میدان لچھے میں لدے بوجھ کا برقی رو گزرتا ہے۔ اس طرح بوجھ بڑھانے سے میدان مقناطیسی دباؤ بڑھ کر محرک برقی دباؤ بڑھاتا ہے۔ سلسلہ وار حبڑے جنریٹر کا خط بھی دکھا رہا ہے۔ سلسلہ وار حبڑے جنریٹر عموماً استعمال نہیں ہوتے چونکہ ان سے حاصل برقی دباؤ، بوجھ کے ساتھ بہت زیادہ تبدیل ہوتا ہے۔ مرکب حبڑے جنریٹر کی کارکردگی سلسلہ وار اور متوازی حبڑا جنریٹر کے بیچ ہے۔ مرکب جنریٹر میں بوجھ بڑھانے سے قوی لچھے کی وجہ سے حاصل برقی دباؤ میں کمی کو میدان لچھے کا بڑھتا مقناطیسی دباؤ پورا کرتا ہے۔ یوں مرکب جنریٹر سے حاصل برقی دباؤ، لدے بوجھ کے ساتھ بہت کم تبدیل ہوتا ہے۔ بیرونی بیجبان، متوازی اور مرکب حبڑے جنریٹر سے حاصل برقی دباؤ کو متوازی حبڑی لچھے کے برقی رو سے وسیع حدود تک تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

قوی لچھا برقی بوجھ کو درکار برقی رو فراہم کرتا ہے لہذا یہ موٹی موصل تار کا بنا اور عموماً کم چپکر کا ہوتا ہے۔ سلسلہ وار جنریٹر کے میدان لچھے سے مشین کا پورا برقی رو گزرتا ہے لہذا یہ بھی موٹی موصل تار کا بنا ہوتا ہے۔ باقی مشینوں کے میدان لچھوں میں پورے برقی بوجھ کا چند فی صد برقی رو گزرتا ہے لہذا یہ باریک موصل تار کے بنائے اور عموماً زیادہ چپکر کے ہوتے ہیں۔

۸.۵.۲ رفتار بالمقابل قوت سرور

یہاں بھی شکل ۸.۱۵ اور شکل ۸.۱۶ سے رجوع کریں البتہ ان اشکال میں برقی رو کے رخ الٹ کر دیں۔ یک سمت موٹر بھی جنریٹر کی طرح مختلف طریقوں سے حبڑے جباتے ہیں۔ موٹر کو معین بیرونی برقی دباؤ دی جاتی ہے جہاں سے



شکل ۸.۱۶: سلسلہ وار اور مرکب جنریٹر کے مساوی برقی دور۔

یہ برقی روح حاصل کرتا ہے۔ برقی رو باہر سے قوی لچھے میں داخل ہوتا ہے لہذا ان کے لئے درج ذیل لکھا جا سکتا ہے۔

$$V = E_q + I_q R_q$$

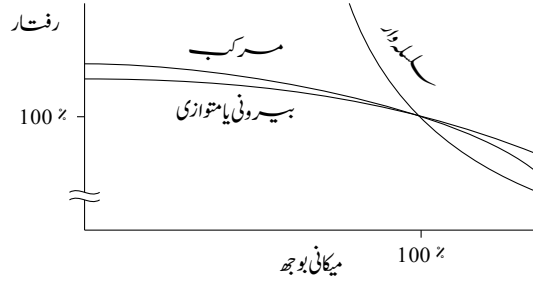
$$I_q = \frac{V - E_q}{R_q} \quad (۸.۱۷)$$

بیسرونی ہیجان اور متوازی حبثی موٹروں میں میدانی لچھے کو برقرار معین بیرونی برقی دباؤ منراہم کیا جاتا ہے لہذا میدانی مقناطیسی بساؤ پر میکانی بوجھ کا کوئی اثر نہیں ہوتا ہے۔ بڑھتا میکانی بوجھ اٹھانے کی خاطر، مساوات ۸.۸ کے تحت، قوی لچھے کا مقناطیسی بساؤ بڑھتا ہوگا۔ یہ تب ممکن ہوگا جب قوی لچھے میں برقی رو بڑھے۔ مساوات ۸.۱۷ سے ہم دیکھتے ہیں کہ قوی لچھے کا محرک برقی دباؤ E_q گھٹنے سے I_q بڑھے گا۔ امالی دباؤ E_q موٹر کی رفتار پر منحصر ہے لہذا موٹر کی رفتار کم ہو جائے گی (مساوات ۸.۴)۔ یوں جیسا شکل ۸.۱۷ میں دکھایا گیا ہے میکانی بوجھ بڑھانے سے موٹر کی رفتار کم ہوتی ہے۔

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

سکن حال سے چالو کرتے ہوئے لمحہ کی قوت مسروڑ اور زیادہ سے زیادہ قوت مسروڑ، ان موٹروں کے قوی لچھے تک برقی رو پہنچانے کی صلاحیت پر منحصر ہوتی ہے جو از خود میکانی سمت کار پر منحصر ہوگا۔

سلسلہ وار حبثی موٹر پر میکانی بوجھ بڑھانے سے قوی اور میدانی لچھوں میں برقی رو بڑھتا ہے۔ منراہم کردہ دباؤ V ، مزاحمت R_q اور R_m اٹل ہونے کی بنا، I_q بڑھانے کی خاطر E_q کو کم ہونا ہوگا ($I_q = \frac{V - E_q}{R_m + R_q}$) جو موٹر کی



شکل ۸.۱: ایک سمت موٹر کے میکانی بوجھ بالمقابل رفتار خطوط۔

رفتار گھٹنے سے ہوگا۔ بڑھتے I_q کی بنامیدانی مقناطیسی ہسٹو ϕ_m بھی بڑھتا ہے لہذا بوجھ بڑھانے سے موٹر کی رفتار کافی زیادہ کم ہونی ہوگی (مساوات ۸.۴)۔ ایسی موٹریں ان معامات پر بہتر ثابت ہوتی ہیں جہاں زیادہ قوت سرورڈر کار ہو۔ بڑھتی قوت سرورڈر کے ساتھ ان کی رفتار کم ہونے کی وجہ سے درکار برقی طاقت، قوت سرورڈر کے ساتھ زیادہ تبدیل نہیں ہوتی۔

یہاں اس بات کا ذکر ضروری ہے کہ بے بوجھ سلسلہ وار حبڑی موٹر کی رفتار خطرناک حد تک بڑھ سکتی ہے۔ سلسلہ وار موٹر کو استعمال کرتے وقت اس بات کا خاص خیال رکھنا ضروری ہے کہ موٹر ہر لمحہ بوجھ بردار رہے۔ ساکن موٹر چالو کرتے وقت I_q زیادہ ہوگا لہذا زیادہ مقناطیسی ہسٹو پیدا ہوگا۔ یوں چالو کرتے وقت موٹر کی قوت سرورڈر خاصی زیادہ ہوگی۔ یہ ایک اچھی خوبی ہے جس کی بنا بوجھ بردار ساکن موٹر کو چالو کرنا آسان ہوتا ہے۔

مکرب موٹروں میں ان دو اقسام کی موٹروں کے خواص پائے جاتے ہیں۔ جہاں بوجھ بردار موٹر چالو کرنا ضروری ہو لیکن رفتار میں سلسلہ وار موٹر جتنی تبدیلی منظور نہ ہو وہاں مکرب موٹریں کارآمد ثابت ہوتی ہیں۔ مثال ۸.۲: ایک 75 کلو واٹ، 415 وولٹ اور 1200 چکر فی منٹ کی رفتار سے چلنے والی متوازی حبڑی ایک سمت موٹر کے قوی لچھے کی مسزاجت 0.072 اوہم اور میدانی لچھے کی مسزاجت 83.2 اوہم ہے۔ بوجھ بردار موٹر 1123 چکر فی منٹ کی رفتار سے چلتے ہوئے 112 ایمپیئر لے رہی ہے۔

• میدانی برقی رو اور قوی لچھے کا برقی رو حاصل کریں۔

• موٹر کی اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ حاصل کریں۔

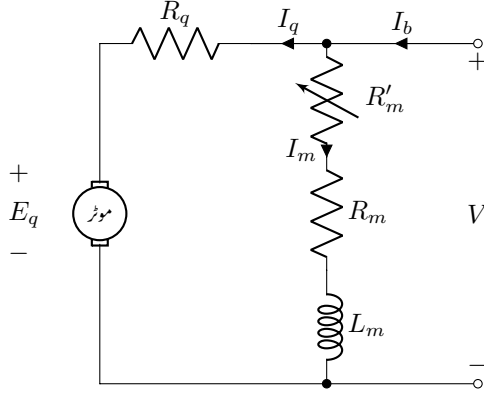
• اگر میدانی لچھے کی مسزاجت 100.2 اوہم کر دی جائے لیکن قوی لچھے کا برقی رو تبدیل نہ ہو تب موٹر کی رفتار کتنی ہوگی؟ فالتب کی سیراہیت کو نظر انداز کریں۔

حل:

• شکل ۸.۱۸ سے رجوع کریں۔ 415 وولٹ پر میدانی لچھے کا برقی رو درج ذیل ہوگا۔

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

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



شکل ۸.۱۸: یک سمت موٹر کی مثال۔

• یک سمت موٹر کا اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ درج ذیل ہوگا۔

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

• اگر میدان لچھے کی سزا سمجھتے ہیں تو 100.2 اوہم کر دی جائے تب I_m درج ذیل ہوگا۔

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

• اگر قوی لچھے کا برقی رو 107.012 ایمپیر ہی رکھا جائے تب اندرونی دباؤ درج ذیل ہوگا۔

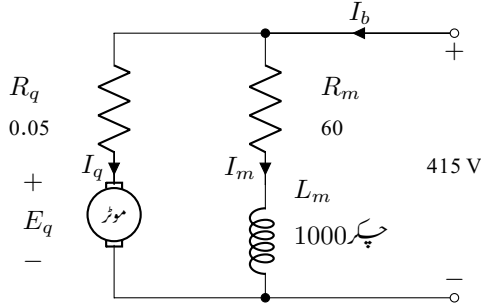
$$E_q = V - I_q R_q = 415 - 107.012 \times 0.072 = 407.295 \text{ V}$$

• مساوات ۸.۴ کی مدد سے چونکہ اندرونی پیدا کردہ برقی دباؤ تبدیل نہیں ہوا لیکن مقناطیسی ہوا تبدیل ہوا ہے لہذا موٹر کی رفتار تبدیل ہوگی۔ ان دو مقناطیسی ہواؤں کی رفتاروں پر مساوات ۸.۹ کی طرح درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

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

اب چونکہ $E_{q1} = E_{q2}$ ہے لہذا $\omega_1 \phi_{m1} = \omega_2 \phi_{m2}$ ہوگا۔ مثالی سیرائیت نظر انداز کرتے ہوئے مقناطیسی ہوا، میدان دباؤ پر منحصر ہوگا جو خود میدان برقی رو پر منحصر ہوگا لہذا درج ذیل ہوگا۔

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



شکل ۸.۱۹: متوازی حبڑی موٹر کی مثال۔

یوں 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 میدان برقی رو کم کرنے سے موٹر کی رفتار بڑھتی ہے۔

□

مثال ۸.۳: ایک 60 کلو واٹ، 415 وولٹ، 1000 چکر فی منٹ متوازی حبڑی یک سمت موٹر کی قوی لچھے کی مزاحمت 0.05 اوہم اور میدان لچھے کی 60 اوہم ہے۔ بے بوجھ موٹر کی رفتار 1000 چکر فی منٹ ہے۔ میدان لچھے 1000 چکر کا ہے۔

• جب یہ موٹر 70 ایمپیر لے رہی ہو اس وقت اس کی رفتار معلوم کریں۔

• 140 ایمپیر پر اس کی رفتار معلوم کریں۔

• 210 ایمپیر پر اس کی رفتار معلوم کریں۔

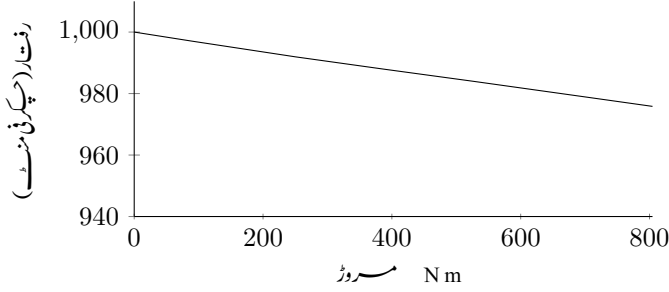
• اس موٹر کی رفتار بالقابل قوت سرورٹر سیم کریں۔

حل:

• شکل ۸.۱۹ میں موٹر دکھائی گئی ہے۔ متوازی میدان لچھے کے برقی رو پر بوجھ کا کوئی اثر نہیں ہوگا۔ لہذا میدان مقناطیسی بہاؤ بے بوجھ اور بوجھ بردار موٹر میں ایک جیسا ہوگا۔ بے باریک سمت موٹر کے قوی لچھے کا برقی رو I_q متاثر انداز ہوتا ہے۔ اس طرح مساوات ۸.۱۷ اور مساوات ۸.۱۱ سے درج ذیل حاصل ہوں گے۔

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

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



شکل ۸.۲۰: رفتار بالقابل قوت مسرور۔

یوں 415 وولٹ محرک برقی دباؤ پر 1000 چکر فی منٹ یا 16.66 چکر فی سیکنڈ رفتار حاصل ہوگا۔ 70 ایمپیر برقی بوجھ پر بھی $I_m = 6.916 \text{ A}$ ہوگا جبکہ I_q درج ذیل ہوگا۔

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

مساوات ۸.۱۷ سے

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

اور مساوات ۸.۱۱ سے رفتار (چکر فی منٹ) حاصل کرتے ہیں۔

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

• آئیں ان تمام کو $I_b = 140 \text{ A}$ کے لئے حاصل کریں۔

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

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

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

• یہاں $I_b = 210 \text{ A}$ ہے لہذا درج ذیل ہوں گے۔

$$I_q = I_b - I_m = 210 - 6.916 = 203.084 \text{ A}$$

$$E_q = 415 - 203.084 \times 0.05 = 404.8458 \text{ V}$$

$$rpm = \frac{404.8458}{415} \times 1000 = 975.83$$

• موٹر میں ضیاع طاقت کو نظر انداز کرتے ہوئے میکانیکی طاقت مضراہم کردہ برقی طاقت کے برابر ہوگی:

$$e_q I_q = T \omega \quad (۸.۱۸)$$

یوں پچھلے جزوے حاصل جوابات کی مدد سے بے بوجھ موٹر کی قوت سرورڈ صفر ہوگی یعنی $T_0 = 0 \text{ N m}$ جبکہ 70 ایم پیسز پر قوت سرورڈ کی قیمت درج ذیل ہوگی۔

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

یہاں 991.95 چکر فی منٹ کی رفتار کو 16.5325 ہرٹز لکھا گیا ہے۔ اسی طرح درج ذیل ہوں گے۔

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

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

یہ نتائج شکل ۸.۲۰ میں ترسیم کئے گئے ہیں۔

□

- eddy current loss, 62
- eddy currents, 61, 130
- electric field
 - intensity, 10
- electrical rating, 59
- electromagnet, 135
- electromotive force, 61, 142
- electronics
 - power, 211
- emf, 142
- enamel, 62
- energy, 44
 - co, 115
- Euler, 20
- excitation current, 52, 60, 61
- excitation voltage, 61
- excite, 61
- excited coil, 61

- Faraday's law, 38, 129
- field coil, 135, 256
- flux, 30
- Fourier series, 63, 146
- frequency, 134
- fundamental, 147
- fundamental component, 64

- generator
 - ac, 165
- ground current, 95
- ground wire, 95

- harmonic, 147

- ampere-turn, 33
- armature coil, 135, 256

- capacitor, 198
- carbon bush, 181
- cartesian system, 4
- charge, 10, 141
- circuit breaker, 183
- coercivity, 46
- coil
 - high voltage, 56
 - low voltage, 56
 - primary, 55
 - secondary, 55
- commutator, 170, 245
- conductivity, 25
- conservative field, 111
- core, 55, 130
- core loss, 62
- core loss component, 64
- Coulomb's law, 10
- cross product, 13
- cross section, 9
- current
 - transformation, 66
- cylindrical coordinates, 5

- delta connected, 94
- differentiation, 18
- dot product, 15

- E, I, 62
- earth, 95

- Ohm's law, 26
- open circuit test, 87
- orthonormal, 3
- parallel connected, 258
- permeability, 26
 - relative, 26
- phase current, 95
- phase difference, 22
- phase voltage, 95
- phasor, 21
- pole
 - non-salient, 144
 - salient, 144
- power, 44
- power factor, 22
 - lagging, 22
 - leading, 22
- power factor angle, 22
- power-angle law, 192
- primary
 - side, 55
- rating, 97, 98
- rectifier, 170
- relative permeability, 26
- relay, 103
- reluctance, 25
- resistance, 25
- rms, 19, 50, 169
- rotor, 37
- rotor coil, 106
- rpm, 161
- saturation, 47
- scalar, 1
- self excited, 256
- self flux linkage, 43
- self inductance, 43
- separately excited, 256
- side
 - secondary, 55
- harmonic components, 64
- Henry, 40
- hunting, 182
- hysteresis loop, 47
- impedance transformation, 72
- induced voltage, 38, 50, 61
- inductance, 39
 - leakage, 187
- induction
 - motor, 211
- Joule, 44
- lagging, 22
- laminations, 31, 62, 130
- leading, 22
- leakage inductance, 80
- leakage reactance, 80
- line current, 95
- line voltage, 95
- linear circuit, 230
- load, 99
- Lorentz law, 141
- Lorenz equation, 104
- magnetic constant, 26
- magnetic core, 31
- magnetic field
 - intensity, 11, 33
- magnetic flux
 - density, 33
 - leakage, 79
 - residual, 46
- magnetizing current, 64
- mmf, 30
- model, 82, 211
- mutual flux linkage, 43
- mutual inductance, 43
- name plate, 98
- non-salient poles, 181

transformer
 air core, 59
 communication, 59
 ideal, 65
 oil, 77
 transient state, 179
 turbine, 181

 unit vector, 2

 VA, 76
 vector, 2
 volt, 141
 volt-ampere, 76
 voltage, 141
 DC, 170
 transformation, 66

 Watt, 44
 Weber, 33
 winding
 distributed, 144
 winding factor, 152

single phase, 23, 59
 slip, 213
 slip rings, 181, 233
 squirrel cage, 236
 star connected, 94
 stator, 37
 stator coil, 106, 131
 steady state, 179
 step down transformer, 58
 step up transformer, 58
 surface density, 11
 synchronous, 134
 synchronous inductance, 188
 synchronous speed, 160, 161, 180

 Tesla, 33
 theorem
 maximum power transfer, 233
 Thevenin theorem, 230
 three phase, 59, 93
 time period, 146
 torque, 170, 213
 pull out, 182

- ابتدائی
 جانب، 55
 لچھا، 55
 ارتباط، 39
 اضافی
 زاویائی رفتار، 216
 اکائی سمتیہ، 2
 امالہ، 39
 رستا، 187
 امالی
 برقی دباؤ، 50
 امالی برقی دباؤ، 38، 61
 ایک، تین پتیریاں، 62
 پیپر۔ چکر، 33
 بار، 141
 برقرار چالو، 101، 179
 برقی گھیر، 198
 برقیات
 قوی، 211
 برقی بار، 10، 141
 برقی دباؤ، 28، 141
 تبادلہ، 56، 66
 محرک، 142
 ہیجانی، 189
 یک سمت، 170
 برقی رو، 28
 مہنورن، 130
 تبادلہ، 66
 ہیجیان انگیز، 52
 برقی سکت، 59
 برقی میدان، 10
 شدت، 10، 28
 بش، 181
 بناوٹ، 87
 بنیادی جبرو، 64، 147
 بوجھ، 99
 بھٹی، 117
 مہنورن
 برقی رو، 61
 ضیاع، 62
 مہنورن، 130
 بوجھ، 60
 پتیری، 31، 130
 پتیریاں، 62
 پیش زاویہ، 22
 تاخیری، 81
 تاخیری زاویہ، 22
 تارکار برقی دباؤ، 95
 تارکار برقی رو، 95
 تانبہ، 28
 تبادلہ
 رکاوٹ، 72
 متغی، 98
 تعدد، 134
 تعقب، 182
 تفرق، 18
 جبروی، 18
 تکنیکی جوڑ، 94
 توانائی، 44
 ہم، 115
 تین دوری، 59، 93
 ٹرانسفارمر
 برقی دباؤ والا، 59
 بوجھ بردار، 69
 تیل، 77
 حنائی و تالب، 59
 دباؤ بڑھاتا، 58
 دباؤ گھٹاتا، 58
 ذرائع ابلاغ، 59
 رووالا، 59
 کامل، 65
 ٹلا، 33
 ٹھنڈی تار، 95
 ثانوی جانب، 55
 حبال، 44
 جبرو
 پھیلاؤ، 152

زاویہ حبز و طاقت، 22،
زمین، 95
زمینی برقی رو، 95
زمینی تار، 95
ساکن حصہ، 37
ساکن لچھا، 106، 131
ستارہ نمبر، 94
سر دور، 39
سر کا، 213
سرک چھلے، 181، 233
سطحی عمل، 185
سطحی کشاف، 11
سکت، 97، 98
سلسلہ وار، 150
سمت کار، 245
برقیاتی، 170
میکانی، 170
سمتیہ، 2
عمودی اکائی، 3
مستی رفتار، 104
سیرانیست، 47
ضرب
نقطہ، 15
ضرب صلیبی، 13
طاقت، 44
طاقت بالمقابل زاویہ، 192
طول موج، 18
عمودی تراش، 9
رقبہ، 9
غیر مستی، 1
غیر معاصر، 182
فورینسر، 255
فورینسر تسلسل، 63، 146
فیراڈے
فتون، 38، 129

حبز و طاقت، 22
پیش، 22
تاخیری، 22
جنریٹر
بدلتارو، 165
جوڑ
تکونی، 94
ستارہ نمبر، 94
حیر حساب، 181
چکر فی منٹ، 130
چوٹی، 215
حاصل
عارضی، 179
یکساں، 179
خطی
برقی دور، 230
خودارتباطیہ، 43
خودامالہ، 43
داخلی ہیجان
سلسلہ وار، 259
متوازی، 258
مسرکب، 259
دور جبڑا مسرکب، 259
دور شکن، 183
دوری سمتیہ، 21، 190
دوری عرصہ، 146
رستا
امالہ، 80
متعاملہ، 80
رستامتعالیت، 221
رفتار
اضافی زاویائی، 216
روغن، 62
روک، 232
ریاضی نمونہ، 82، 211
ریلی، 103
زاویائی منسرق، 22

فتالب، 130،
فتابی ضیاع، 62،
حبزو، 64،
فتانون
او، ہم، 26،
کولب، 10،
لورینسن، 141،
فدامت پسند میدان، 111،
فتریب حبڑا مرکب، 259،
قطب
ابھرنے، 144، 181،
ہموار، 144، 181،
قوت مسرور، 170، 213،
انتہائی، 182،
قوی برقیات، 245،
قوی لچھے، 256،
کاربن لشن، 181،
کارگزاری، 204،
کنذنت
برقی رو، 28،
کنذنت مقناطیسی ہوا
بقایا، 46،
گرم تار، 95،
گھومتا حصہ، 37،
گھومتا لچھا، 106،
لچھا
ابتدائی، 55،
پھیلے، 144،
پہچار، 41،
ثانوی، 55،
رنج، 137،
زیادہ برقی دباؤ، 56،
ساکن، 106،
قوی، 135،
کم برقی دباؤ، 56،
گھومت، 106،
میدانی، 135،

ہیجان انگیز
برقی دباؤ، 61
برقی رو، 61
ہیجان انگیز برقی رو، 60
ہیجانی برقی دباؤ، 189
یک دوری، 23، 59
یک دوری برقی دباؤ، 95
یک دوری برقی رو، 95
یک سمت رو
مشین، 245
یو لرمساوات، 20

پنجبرہ نم، 236
موثر، 19، 50
موثر قیمت، 169
موسیقائی اجزاء، 64
موسیقائی جزو، 147
موصلیت، 25
میدانی لچھے، 256
واٹ، 44
وولٹ، 141
وولٹ-ایمپیئر، 76
ویبر، 33
ویبر-چکر، 39
چکچاہٹ، 25، 30
ہیجان، 61
بیرونی، 256
خود، 256
لچھا، 61