یونٹ 15

الیکٹرومیگنیٹزم

طلبہ کے علمی حاصل نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

☆ تجربے کی مدد سے وضاحت کر سکیں کہ کرنٹ بردار کنڈکٹر کے گرد ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا ہو جاتا ہے۔

☆ بیان کر سکیں کہ اگر کرنٹ بردار کنڈکٹر کو ایک میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس پر ایک میگنیٹک فورس عمل کرتی ہے۔ یہ فورس اس وقت تک عمل کرتی رہتی ہے جب تک کرنٹ بردار کنڈکٹر میگنیٹک فیلڈ کے پیرالل نہ ہو۔

☆ بیان کر سکیں کہ اگر کرنٹ بردار کوائل کو کسی میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو کوائل میں ٹارک پیدا ہوتا ہے۔

☆ سمجھ سکیں کہ ڈی سی موٹر کرنٹ بردار کوائل میں ٹارک پیدا ہونے کے اصول پر کام کرتی ہے۔

☆ تجربے کی مدد سے بیان کر سکیں کہ سرکٹ میں میگنیٹک فیلڈ کی تبدیلی انڈیوسڈ ای ایم ایف کا باعث بنتی ہے۔

☆ انڈیوسڈ ای ایم ایف کی مقدار پر اثر انداز ہونے والے عوامل کی فہرست تیار کر سکیں۔

☆ وضاحت کر سکیں کہ انڈیوسڈ ای ایم ایف کی سمت اپنے پیدا ہونے کے سبب میں تبدیلی کے مخالف ہوتی ہے، اور یہ مظہر انرجی کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق ہے۔

☆ سادہ اے سی جنریٹر کے عمل کو بیان کر سکیں۔

☆ میوچل انڈکشن کی وضاحت اور اس کے یونٹ کی تعریف کر سکیں۔

☆ اے سی سرکٹس میں ٹرانسفارمر کے استعمال کا مقصد بیان کر سکیں۔

☆ وضاحت کر سکیں کہ ٹرانسفارمر دو کوائلز کے درمیان میوچل انڈکشن کے اصول پر کام کرتا ہے۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

☆ ڈیوائسز مثلاً ریلے (Relay)، دروازے کا ہینڈل (Latch)، لاؤڈ سپیکر اور سرکٹ بریکر میں بہنے والے الیکٹرک کرنٹ کے میگنیٹک اثرات کے عملی اطلاق بیان کر سکیں۔

☆ پاور اسٹیشن سے گھریلو الیکٹریسٹی کی ترسیل (Transmission) میں ٹرانسفارمر کا استعمال بیان کر سکیں۔

☆ مختلف گھریلو مقاصد کے لیے ٹرانسفارمر (سٹیپ - اپ اور سٹیپ - ڈاؤن) کے استعمال کی فہرست تیار کر سکیں۔

☆ بلند وولٹیج پر پاور ٹرانسمیشن کے فوائد پر بحث اور ان کی فہرست تیار کر سکیں۔

دلچسپ معلومات

الیکٹرک چارجز کو علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ الیکٹرک چارج کی دو اقسام، پازیٹو اور نیگیٹو چارج ہیں۔ یہ پازیٹو اور نیگیٹو چارجز الگ الگ اپنا وجود برقرار رکھ سکتے ہیں۔
الیکٹرک چارجز کے برعکس میگنیٹک پولز کو علیحدہ نہیں کیا جا سکتا۔ مثال کے طور پر میگنیٹ کے نارتھ پول اور ساؤتھ پول الگ الگ اپنا وجود برقرار نہیں رکھ سکتے۔ یہ میگنیٹزم اور الیکٹروسٹیٹکس میں بنیادی فرق ہے۔

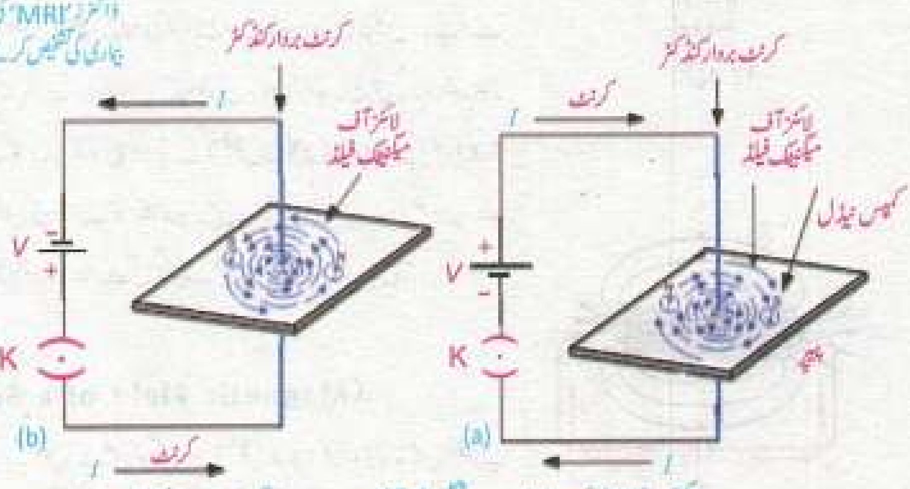
کیا آپ جانتے ہیں؟

ہمارے جسم کے نروس سسٹم میں معمولی کرنٹ بہتا ہے جس کے اردگرد میگنیٹک فیلڈ پیدا ہوتا ہے۔ یہی میگنیٹک فیلڈ ہمارے جسم کے مختلف حصوں کی امیج حاصل کرنے کی بنیاد بنتا ہے۔ اس تکنیک کو میگنیٹک ریزونینس امیجنگ (MRI) کہتے ہیں۔ دل اور دماغ ایسے آرگنز ہیں جو طاقتور میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتے ہیں۔
ڈاکٹرز "MRI" کی مدد سے دل اور دماغ کی بیماری کی تشخیص کرتے ہیں۔

الیکٹرومیگنیٹزم میں ہم کرنٹ کے میگنیٹک اثرات کا مطالعہ کرتے ہیں۔ سائنس اور ٹیکنالوجی کے مختلف شعبوں میں الیکٹرومیگنیٹزم کا استعمال بہت زیادہ ہے۔ موٹرز اور الیکٹرک میٹرز وائر میں سے گزرنے والے کرنٹ کے میگنیٹک اثرات کے تحت کام کرتے ہیں۔ جنریٹر میں کرنٹ بڑے سائز کے میگنیٹ کے اندر کوائلز کی موشن کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔

15.1 مستقل الیکٹرک کرنٹ کے میگنیٹک اثرات (MAGNETIC EFFECTS OF A STEADY CURRENT)

ایمپیئر نے دریافت کیا کہ جب کسی کنڈکٹر سے کرنٹ گزرتا ہے تو اس کے گرد ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا ہو جاتا ہے۔ اس کی وضاحت کے لیے ہم ایک سیدھی وائر کی شکل کے کنڈکٹر کو کارڈ بورڈ میں سے عموداً گزارتے ہیں۔ اب کنڈکٹر کے دونوں سروں کو ایک بیٹری کے ٹرمینلز کے ساتھ اس طرح جوڑیں کہ سرکٹ میں کرنٹ کلاک وائز بہنا شروع ہو جائے (شکل 15.1-a)۔



شکل 15.1

میگنیٹک فیلڈ کی لائنز آف فورس باہم ہم مرکز دائروں کی شکل میں ہوتی ہیں۔ اگر میگنیٹک نیڈل کو

کنڈکٹر کے گرد مختلف پوزیشنز پر رکھا جائے تو یہ میگنیٹک فیلڈ کی سمت میں صف بندی (Alignment) کر لیتی ہیں۔ اگر لوہ چون کو کنڈکٹر کے گرد کارڈ بورڈ پر بکھیر دیا جائے تو یہ کلاک وائز سمت میں ہم مرکز دائروں کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔

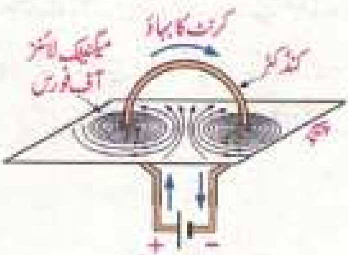
شکل 15.2: دائیں ہاتھ کا اصول

اگر بیٹری کے ٹرمینلز کو تبدیل کر کے کنڈکٹر میں سے بہنے والے کرنٹ کی سمت تبدیل کر دی جائے تو میگنیٹک نیڈل بھی اپنی سمت تبدیل کر لیتی ہے۔ اب میگنیٹک لائنز آف فورس کی سمت اینٹی کلاک وائز ہو گی (شکل 15.1-b)۔ کرنٹ بردار کنڈکٹر کے قریب میگنیٹک فیلڈ مضبوط ہو گا اور اس سے دور میگنیٹک فیلڈ کمزور ہوتا جائے گا۔

میگنیٹک فیلڈ کی سمت (Direction of Magnetic Field)

میگنیٹک فیلڈ کی سمت کا انحصار کنڈکٹر میں سے بہنے والے کرنٹ کی سمت پر ہوتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ کی سمت کا تعین دائیں ہاتھ کے اصول کے تحت کیا جا سکتا ہے جس کی تعریف یوں ہے:

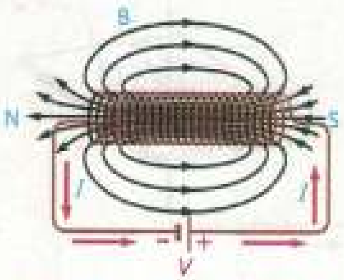
> وائر کو اپنے دائیں ہاتھ میں اس طرح پکڑیں کہ انگوٹھا کرنٹ کی سمت کو ظاہر کرتا ہو تو ہاتھ کی مڑی ہوئی انگلیاں میگنیٹک فیلڈ کی سمت کو ظاہر کریں گی۔



شکل 15.3

دائیں ہاتھ کے اصول کو شکل 15.2 میں دکھایا گیا ہے۔

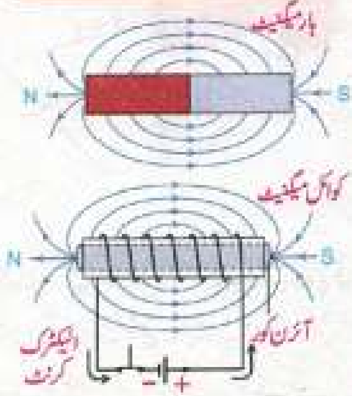
سرگرمی 15.1: وائر کے ایک چھوٹے ٹکڑے کو موڑ کر ایک لوپ (Loop) بنالیں۔ اب اسے دو سوراخوں والے کارڈ بورڈ میں سے گزار کر اس کے دونوں سروں کو ایک بیٹری کے ساتھ جوڑ دیں تاکہ اس میں سے کرنٹ کا بہاؤ شروع ہو جائے (شکل 15.3)۔ لوہ چون کو کارڈ بورڈ پر بکھیر دیں اور کارڈ بورڈ پر ان کی ترتیب کا مشاہدہ کریں۔ کیا اس لوپ کے دو حصوں کے درمیان بننے والی میگنیٹک فیلڈ لائنز بار میگنیٹ کی میگنیٹک فیلڈ لائنز سے مشابہ ہیں؟



شکل 15.4: سولینائڈ کی وجہ سے میگنیٹک فیلڈ

سولینائڈ کا میگنیٹک فیلڈ (Magnetic Field of a Solenoid)

سولینائڈ وائر کے کئی چکروں پر مشتمل ایک لمبی کوائل ہے (شکل 15.4)۔ سولینائڈ میں الیکٹرک کرنٹ کے گزرنے سے میگنیٹک فیلڈ پیدا ہوتا ہے جو ایک مستقل بار میگنیٹ کے فیلڈ سے مشابہ ہے۔ ہر ایک چکر کا میگنیٹک فیلڈ مل کر سولینائڈ میں مضبوط میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ اگر کرنٹ



بار میگنیٹ اور کوائل کے میگنیٹک فیلڈ کے درمیان مشابہت۔

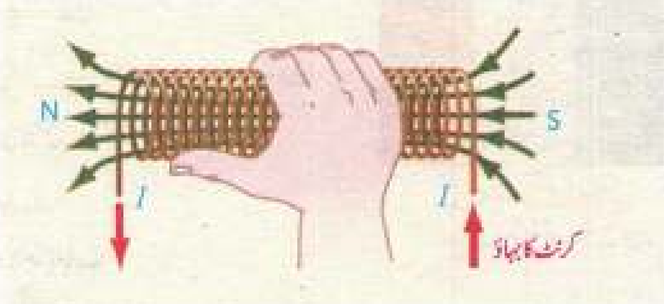
برداد سولینائڈ کو بار میگنیٹ کے قریب لایا جائے تو سولینائڈ کا ایک سرا بار میگنیٹ کے نارتھ پول کو دفع کرے گا۔ اس سے واضح ہوتا ہے کہ کرنٹ بردار سولینائڈ ایک میگنیٹ بن جاتا ہے جس کا ایک سرا نارتھ پول جبکہ دوسرا سرا ساؤتھ پول بن جاتا ہے۔

عارضی میگنیٹ جو ایک کوائل میں کرنٹ کے بہنے کی وجہ سے بنتا ہے، الیکٹرومیگنیٹ کہلاتا ہے۔

کرنٹ بردار سولینائڈ میں پیدا ہونے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی سمت کا تعین سولینائڈ کے دائیں ہاتھ کے اصول کے تحت کیا جا سکتا ہے، جس کی تعریف یوں ہے:

اگر ہم سولینائڈ کو دائیں ہاتھ سے اس طرح پکڑیں کہ انگلیاں کرنٹ کے بہاؤ کی سمت میں ہوں تو انگوٹھا سولینائڈ کے نارتھ پول کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔

سولینائڈ کے دائیں ہاتھ کے اصول کو شکل 15.5 میں دکھایا گیا ہے۔

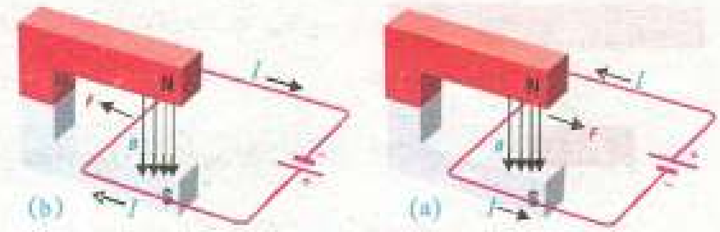


شکل 15.5: سولینائیڈ کے لیے دائیں ہاتھ کی گرفت کا اصول

15.2 میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کنڈکٹر پر عمل کردہ فورس (FORCE ON A CURRENT-CARRYING CONDUCTOR PLACED IN A MAGNETIC FIELD)

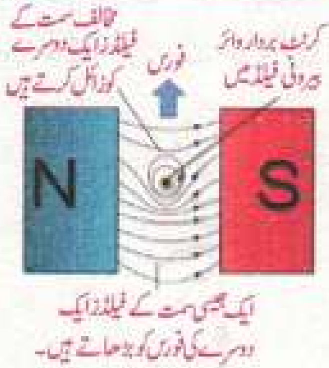
ہم جانتے ہیں کہ الیکٹرک کرنٹ مستقل میگنیٹ کی طرح میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ کیونکہ میگنیٹک فیلڈ مستقل میگنیٹ پر فورس لگاتا ہے، اس لیے جب کسی کرنٹ بردار وائر کو ایک میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس پر ایک میگنیٹک فورس عمل کرتی ہے۔ کرنٹ بردار وائر پر میگنیٹک فیلڈ کی وجہ سے عمل کردہ

فورس کی وضاحت شکل 15.6 کی مدد سے کی گئی ہے۔



شکل 15.6: میگنیٹک فیلڈ میں پڑی ہوئی کرنٹ بردار وائر پر فورس

آپ کی اطلاع کے لیے



بیٹری مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ میں پڑی ہوئی وائر میں کرنٹ پیدا کرتی ہے۔ کرنٹ بردار وائر کے گرد ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا ہوتا ہے جو مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ پر اثر انداز ہوگا۔ اس کے نتیجے میں کرنٹ بردار وائر پر میگنیٹک فورس عمل کرتی ہے۔ وائر پر عمل کرنے والی میگنیٹک فورس کی سمت وائر میں بہنے والے کرنٹ کی سمت پر منحصر ہوتی ہے۔ اس فورس کی وجہ سے وائر دائیں (شکل 15.6-a) یا بائیں (شکل 15.6-b) طرف حرکت کرے گی۔

مائیکل فیراڈے نے دریافت کیا کہ کرنٹ بردار وائر پر عمل کرنے والی میگنیٹک فورس کی سمت کرنٹ اور فیلڈ دونوں کی سمت کے عموداً ہوتی ہے۔ یہ میگنیٹک فورس بڑھتی ہے اگر:

- ☆ وائر میں بہنے والے کرنٹ کی مقدار کو بڑھایا جائے۔
- ☆ مستقل میگنیٹ کی شدت (Strength) کو بڑھایا جائے۔
- ☆ مستقل میگنیٹ کے اندر کرنٹ بردار وائر کی لمبائی کو بڑھایا جائے۔

میگنیٹک فورس کی سمت معلوم کرنا
(Determining the Direction of Magnetic Force)

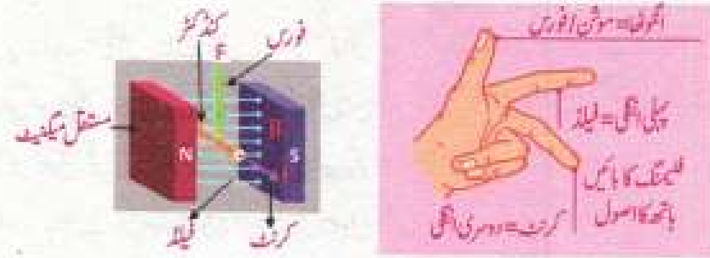
فیراڈے کی کرنٹ بردار کنڈکٹر پر عمل کرنے والی فورس کے متعلق وضاحت، مکمل طور پر فورس کی سمت کی نشاندہی نہیں کرتی کیونکہ فورس کی سمت دائیں یا بائیں دونوں طرف ہو سکتی ہے۔ کسی کنڈکٹر پر عمل کرنے والی فورس کی سمت فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

فلیمنگ کا بائیں ہاتھ کا اصول (Fleming's Left-hand Rule)

آپ اپنے بائیں ہاتھ کے انگوٹھے، پہلی اور درمیانی انگلی کو اس طرح پھیلائیں کہ یہ تینوں ایک

دوسرے پر عمود اہوں۔ اگر پہلی انگلی میگنیٹک فیلڈ اور درمیانی انگلی کرنٹ کی سمت کو ظاہر کرے تو انگوٹھا کنڈکٹر پر عمل کرنے والی فورس کی سمت کو ظاہر کرے گا۔

فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کو شکل 15.7 میں دکھایا گیا ہے۔ کرنٹ بردار کنڈکٹر پر عمل کرنے والی فورس کی سمت کرنٹ اور فیلڈ دونوں کی سمت کے عمودا ہوتی ہے۔ فورس کی یہ سمت فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کے مطابق ہوتی ہے۔

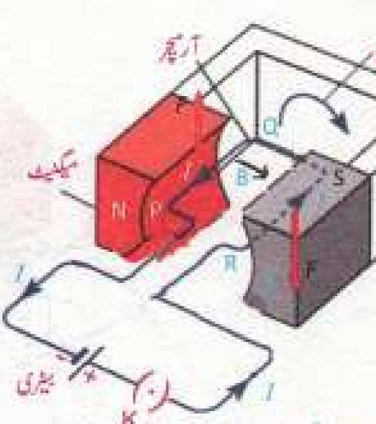


شکل 15.7: میگنیٹک فیلڈ میں رکھے ہوئے کرنٹ بردار کنڈکٹر پر فورس کی سمت

15.3 میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کوائل پر ٹارک
(TURNING EFFECT ON A CURRENT-CARRYING COIL IN A MAGNETIC FIELD)

اگر میگنیٹک فیلڈ میں ایک سیدھے کنڈکٹر کی بجائے کرنٹ بردار ریکٹینگلر کوائل PQRS کو رکھا جائے تو یہ کوائل عمل کرو ہ ٹارک کی وجہ سے گھوم سکتی ہے۔ الیکٹرک موٹرز اسی اصول کے تحت کام کرتی ہیں۔

فرض کریں ریکٹینگلر کوائل کی سائیڈز PQ اور RS مستقل میگنیٹ کے دونوں پولز کے درمیان میگنیٹک فیلڈ کے عمودا ہیں (شکل 15.8)۔



شکل 15.8: میگنیٹک فیلڈ میں ایک کرنٹ بردار کوائل

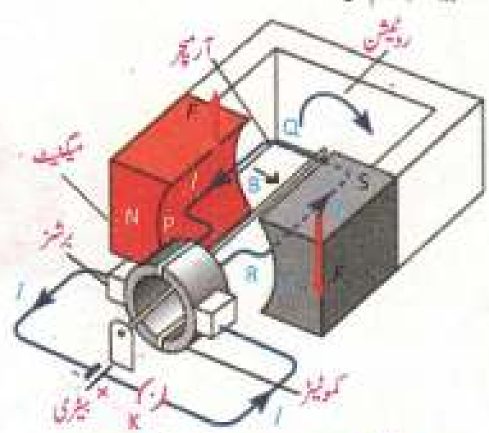
اب اگر کوائل کے سروں کو ایک بیٹری کے پوزیٹیو اور نیگیٹیو ٹرمینلز کے ساتھ جوڑ دیا جائے تو اس میں کرنٹ بہنا شروع ہو جائے گا۔ کرنٹ کوائل کے ایک سرے سے داخل ہو کر دوسرے سرے سے باہر نکل جاتا ہے۔ فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کے مطابق کوائل کی PQ سائڈ پر فورس اوپر کی جانب عمل کرے گی جبکہ RS سائڈ پر فورس نیچے کی جانب عمل کرے گی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ پول کے سامنے موجود کوائل کی دونوں سائیڈز میں سے بہنے والا کرنٹ ایک دوسرے کے عموداً اور مخالف سمت میں ہے۔ دو برابر لیکن مخالف فورسز کے زیر اثر ایک کپل عمل کرتا ہے جس کے زیر اثر کوائل میں ٹارک پیدا ہوتا ہے۔ اس ٹارک کی وجہ سے کوائل گھومنے لگتی ہے۔ اس ٹارک کی مقدار کوائل میں بہنے والے کرنٹ کی مقدار کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ اگر کوائل کے چکروں کی تعداد کو بڑھا دیا جائے تو اس پر عمل کرنے والا ٹارک بھی بڑھ جاتا ہے۔ الیکٹرک موٹرز اس بنیادی اصول کے تحت کام کرتی ہیں۔

ذہنی آزمائش

دو سیدھے کنڈکٹرز میں سے ایک ہی سمت میں کرنٹ گزر رہا ہے۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ یہ کنڈکٹرز ایک دوسرے کو کشش کریں گے یا دفع؟

15.4 ڈی سی موٹر (D.C. MOTOR)

ہم شکل 15.9 میں دیکھ سکتے ہیں کہ ایک سادہ کوائل میگنیٹک فیلڈ میں 90° سے زیادہ نہیں گھوم سکتی۔ PQ سائڈ پر فورس اوپر کی جانب عمل کرتی ہے اور RS سائڈ پر فورس نیچے کی جانب عمل کرتی ہے۔ اس فورس کے نتیجے میں کوائل 90° تک گھومتی ہے اور کوائل کی پلین میگنیٹک فیلڈ کے عموداً ہو جاتی ہے۔ اس پوزیشن میں کوائل پر کوئی میگنیٹک فورس عمل نہیں کرتی۔ دو برابر لیکن مخالف فورسز کی وجہ سے کوائل مزید نہیں گھوم سکتی۔



شکل 15.9 : ڈی سی موٹر کے کام کرنے کا اصول

ہم کوائل کو مسلسل کس طرح گھما سکتے ہیں؟ یہ صرف اس صورت میں ممکن ہے کہ جونہی کوائل عمودی حالت اختیار کرے تو کرنٹ کی سمت کو یکسر تبدیل کر دیا جائے۔ اس طرح کوائل میں کرنٹ کی سمت کو تبدیل کرنے سے یہ مسلسل گھوم سکتی ہے۔ کرنٹ کی سمت کو تبدیل کرنے کے لیے کوائل کو سپلٹ رنگز (Split Rings) کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 15.9)۔

سپلٹ رنگز کموٹیٹر (Commutator) کے طور پر کام کرتے ہیں۔ کموٹیٹر کو دو برشز (Brushes) جو عام طور پر گریفائٹ (Graphite) سے بنے ہوئے ہیں کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے جس سے کوائل میں کرنٹ بہنا شروع ہو جاتا ہے۔ سپلٹ رنگز کی بناوٹ اس طرح سے ہوتی ہے کہ جب کوائل گھومتی ہے تو کموٹیٹر بھی گھومنے لگتا ہے۔ جب کوائل گھومتی ہوئی عمودی پوزیشن میں آتی ہے تو سپلٹ رنگز اپنی پوزیشن تبدیل کر لیتے ہیں اور اس طرح کوائل میں کرنٹ کی سمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس کے نتیجے میں ہر ایک سائڈ پر فورس کی سمت تبدیل ہو جاتی ہے اور کوائل میگنیٹک فیلڈ میں مسلسل گھومتی رہتی ہے۔ اس اصول پر ہم ڈی سی موٹر بنا سکتے ہیں جو بیٹری کی الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرتی ہے۔

عملی طور پر ڈی سی موٹر کی کوائل بہت سے چکروں پر مشتمل ہوتی ہے جن کے اندر سے ایک شافٹ گزرتی ہے۔ اس کوائل کو آرمیچر (Armature) کہتے ہیں۔ میگنیٹک فیلڈ کو پیدا کرنے کے لیے یا تو مستقل میگنیٹ یا الیکٹرومیگنیٹ استعمال کیے جاتے ہیں، جنہیں فیلڈ کوائل کہتے ہیں۔ آرمیچر میں سے گزرنے والے کرنٹ کی مقدار کو تبدیل کر کے آرمیچر پر عمل کردہ ٹارک کی مدد سے موٹر کی سپیڈ کو کنٹرول کیا جاتا ہے۔

مندرجہ ذیل طریقوں سے آرمیچر پر عمل کردہ ریزلٹنٹ فورس کو بڑھایا جا سکتا ہے:

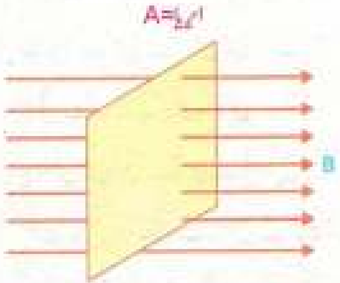
- ☆ کوائل پر چکروں کی تعداد کو بڑھا کر۔
- ☆ کوائل میں سے بہنے والے کرنٹ کی مقدار کو بڑھا کر۔
- ☆ میگنیٹک فیلڈ کی شدت کو بڑھا کر۔
- ☆ کوائل کے ایریا کو بڑھا کر۔

آپ کی اطلاع کے لیے

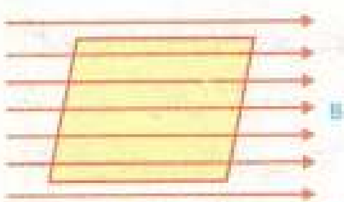
میگنیٹک لائنز آف فورس ایک ایسا تصوری خاکہ پیش کرتی ہیں جس کی مدد سے ہم میگنیٹک فیلڈ ویکٹر کی مقدار اور اس کی سمت کا تعین کر سکتے ہیں۔ اسی طرح ہم الیکٹرک فیلڈ لائنز کی مدد سے الیکٹرک فیلڈ ویکٹر $\vec{E}$ کی مقدار اور سمت کا تعین کر سکتے ہیں۔

15.5 الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن
(ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

ہانز کرسچن اورسٹڈ اور ایمپئیر (Hans Christian Oersted and Ampere) نے دریافت کیا کہ ایک کنڈکٹر میں سے الیکٹرک کرنٹ کے گزرنے سے اس کے گرد میگنیٹک فیلڈ پیدا ہو جاتا ہے۔ مائیکل فیراڈے کا خیال تھا کہ اس کا الٹ بھی ممکن ہے۔ یعنی میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے الیکٹرک کرنٹ پیدا کیا جا سکتا ہے۔ فیراڈے نے تجربات سے ثابت کیا کہ اگر کنڈکٹر کو میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دی جائے تو اس میں کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔ اسی سال جوسف ہینری (Joseph Henry) نے یہ ثابت کیا کہ میگنیٹک فیلڈ کو تبدیل کرنے سے بھی الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو سکتا ہے۔ اب ہم فیراڈے کے تجربہ کا ذکر کریں گے جس سے ایک کنڈکٹر کو میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دینے سے ای ایم ایف پیدا ہوتی ہے۔



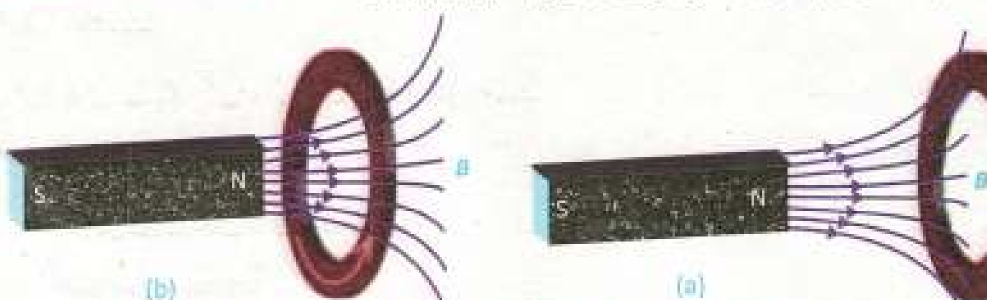
شکل 15.10: زیادہ سے زیادہ میگنیٹک لائنز آف فورس



شکل 15.11: کم سے کم میگنیٹک لائنز آف فورس

کسی سطح سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد کو میگنیٹک فیلڈ کی شدت (Strength) کہتے ہیں۔ اگر کوئی سطح میگنیٹک لائنز آف فورس کے عموداً ہو تو اس میں سے زیادہ سے زیادہ میگنیٹک لائنز آف فورس گزریں گی (شکل 15.10)۔ اگر سطح میگنیٹک لائنز کے پیرالل ہو تو اس میں کم سے کم میگنیٹک لائنز آف فورس گزریں گی (شکل 15.11)۔

اگر کوائل کو بار میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس میں سے کچھ میگنیٹک لائنز آف فورس گزریں گی۔ اگر کوائل کو میگنیٹ سے دور ہٹایا جائے تو اس میں سے چند ایک میگنیٹک لائنز آف فورس گزریں گی (شکل 15.12-a)۔ تاہم اگر کوائل کو بار میگنیٹ کے نزدیک لایا جائے تو میگنیٹک لائنز آف فورس کی بہت بڑی تعداد اس میں سے گزرے گی (شکل 15.12-b)۔



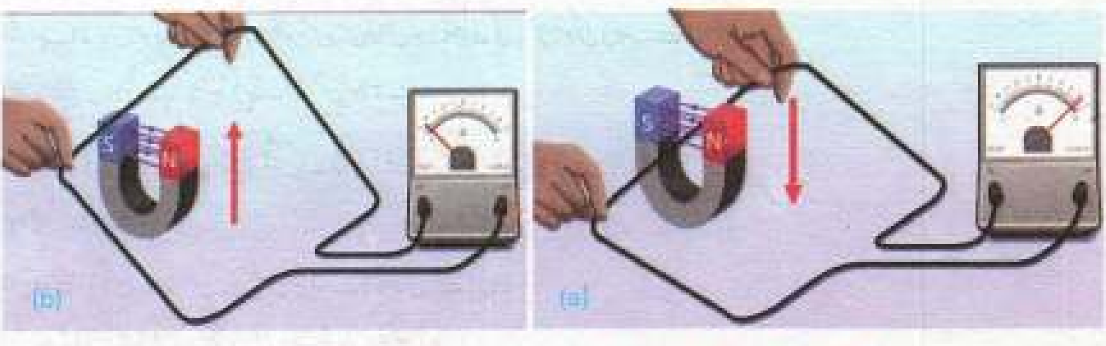
شکل 15.12: میگنیٹ سے مختلف فاصلے پر رکھی ہوئی ایک کوائل میں میگنیٹک لائنز آف فورس کی تبدیلی

اس سے ثابت ہوتا ہے کہ کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دے کر اس میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد کو کم یا زیادہ کیا جا سکتا ہے۔ کوائل میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد میں کمی و بیشی کی وجہ سے اس میں ای ایم ایف پیدا ہو جاتی ہے۔ الیکٹریسٹی کا حصول اسی بنیادی اصول کے ذریعے ممکن ہے۔

سرگرمی 15.2: وائر کے ایک ریکٹینگلر لوپ کے دونوں سروں کو گیلوانو میٹر کے ساتھ جوڑ دیں اور اس کو طاقتور میگنیٹک فیلڈ میں ساکن حالت میں رکھ دیں یا میگنیٹک فیلڈ کے پیرالل حرکت دیں۔ دونوں صورتوں میں وائر میں کرنٹ پیدا نہیں ہوگا۔ لہٰذا گیلوانو میٹر میں کوئی ڈفلیکشن نہیں ہوگی۔ اگر وائر کو میگنیٹک فیلڈ میں نیچے کی جانب حرکت دی جائے تو گیلوانو میٹر کی ڈفلیکشن ایک خاص سمت میں ہوگی جو وائر میں انڈیوس ہونے والے کرنٹ کی سمت کو ظاہر کرتی ہے (شکل 15.13-a)۔ اگر وائر کو اوپر کی جانب حرکت دی جائے تو گیلوانو میٹر کی ڈفلیکشن الٹ ہوگی اور مخالف سمت میں انڈیوس ہونے والے کرنٹ کو ظاہر کرتی ہے (شکل 15.13-b)۔ اس سرگرمی سے ثابت ہوتا ہے کہ وائر میں کرنٹ صرف اس وقت پیدا ہوگا جب وائر میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد تبدیل ہوگی۔ یہ انڈیوسڈ کرنٹ سرکٹ میں انڈیوسڈ ای ایم ایف کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ فیراڈے کے مطابق کنڈکٹر اور میگنیٹ کی ریلیٹو موشن کی وجہ سے کنڈکٹر میں کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

مائیکل فیراڈے کا تعلق انگلینڈ سے تھا۔ زندگی کے ابتدائی ایام میں اسے اپنی ضروریات زندگی پوری کرنے کے لیے جلد سازی کا کام کرنا پڑا۔ یہاں سے اس نے کتابوں سے بہت کچھ سیکھا۔ اگرچہ فیراڈے نے معمولی سی تعلیم حاصل کی لیکن تاریخ میں وہ ہمیشہ ایک بڑے اور تجرباتی سائنس دان کے طور پر زندہ رہیں گے۔ اس نے الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن اور برق پاشیدگی (Electrolysis) کے قوانین بھی پیش کیے۔



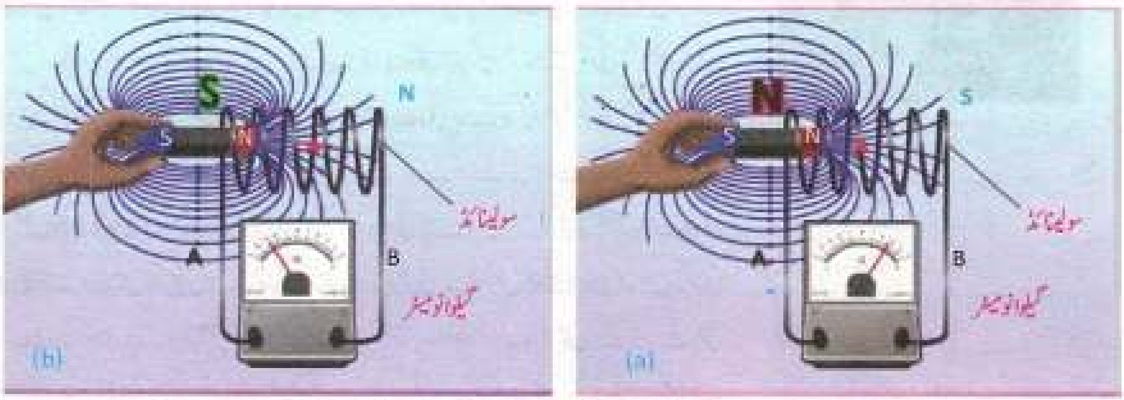
شکل 15.13: میگنیٹک فیلڈ میں ایک وائر لوپ کی موشن کی وجہ سے الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کا اظہار

ایسا مظہر جس میں سرکٹ میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد کو تبدیل کر کے انڈیوسڈ کرنٹ پیدا کیا جائے، الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کہلاتا ہے۔

سرگرمی 15.3: شکل 15.14 میں فیراڈے کے ایک تجربے کی وضاحت کی گئی ہے۔ اگر میگنیٹ کو سولینائڈ کی طرف حرکت دی جائے یا اس سے دور ہٹایا جائے تو اس میں انڈیوس کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔ اگر میگنیٹ کو ساکن رکھا جائے تو سولینائڈ میں کوئی انڈیوس کرنٹ پیدا نہیں ہوتا۔ اگر میگنیٹ کو سولینائڈ کی جانب بڑھایا جائے تو گیلوانو میٹر کی سوئی دائیں طرف ڈفلیکٹ کرتی ہے (شکل 15.14-a)۔ جب میگنیٹ کو سولینائڈ سے دور ہٹایا جائے تو گیلوانو میٹر کی سوئی بائیں طرف ڈفلیکٹ کرتی ہے (شکل 15.14-b)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ سولینائڈ میں انڈیوسڈ کرنٹ مخالف سمت میں پیدا ہوتا ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے

یہ کہا جاتا ہے کہ جوزف ہنری (1797-1871) نے فیراڈے سے پہلے انڈیوسڈ کرنٹ کا مشاہدہ کیا لیکن فیراڈے نے اپنے مشاہدات پہلے شائع کرا لیے اور شہرت پائی۔



شکل 15.14: سولینائڈ میں میگنیٹ کی موشن کی وجہ سے الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کا مظہر (a) میگنیٹ کی ساکن سولینائڈ کی طرف موشن (b) میگنیٹ کی ساکن سولینائڈ سے پرے موشن

مندرجہ بالا سرگرمی سے ثابت ہوتا ہے کہ کوائل اور میگنیٹ کی ریلیٹو موشن کی وجہ سے کوائل میں ای ایم ایف انڈیوس ہو جاتی ہے۔ ایسا مظہر جس میں کوائل اور میگنیٹ کی باہمی موشن کی وجہ سے ای ایم ایف انڈیوس ہوتی ہے الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کہلاتا ہے۔

انڈیوسڈ ای ایم ایف کی مقدار میگنیٹک لائنز آف فورس کی تبدیلی کی شرح کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

اس کو الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے متعلق فیراڈے کا قانون کہتے ہیں۔

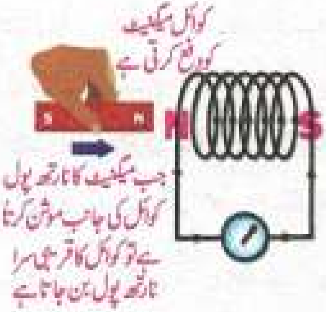
انڈیوسڈ ای ایم ایف پر اثر انداز ہونے والے عوامل

انڈیوسڈ ای ایم ایف کی مقدار مندرجہ ذیل عوامل پر منحصر ہوتی ہے:

(i) کوائل اور میگنیٹ کے درمیان ریلیٹو موشن کی سپیڈ۔

(ii) کوائل میں چکروں کی تعداد۔

15.6 انڈیوسڈ ای ایم ایف کی سمت - لینز کا قانون
(DIRECTION OF INDUCED e.m.f. – LENZ'S LAW)



شکل (15.15-a): میگنیٹ کی کوائل کی جانب موشن کرنے پر انڈیوس کرنٹ کی سمت

شکل (15.15-b): میگنیٹ کی کوائل سے پرے موشن کرنے پر انڈیوس کرنٹ کی سمت

لینز (Lenz) نے انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت معلوم کرنے کے لیے قانون پیش کیا۔ اس قانون کی درج ذیل سرگرمی سے وضاحت کی جاسکتی ہے۔

سرگرمی 15.4: اگر بار میگنیٹ کے نارتھ پول کو سالینائڈ کے قریب لایا جائے تو الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کی وجہ سے سولینائڈ میں ای ایم ایف انڈیوس ہوجاتی ہے (شکل 15.15-a)۔ انڈیوسڈ ای ایم ایف کی وجہ سے سولینائڈ میں انڈیوسڈ کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ سولینائڈ میں انڈیوسڈ کرنٹ اس سمت میں پیدا ہوگا جس سے یہ میگنیٹ کے نارتھ پول کو دفع کرے گا۔ یہ صرف اس صورت میں ممکن ہے جب سولینائڈ کا دایاں سرا نارتھ پول بن جائے۔

دائیں ہاتھ کے اصول کے مطابق سولینائڈ میں انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت اینٹی کلاک وائز ہوگی۔ اسی طرح اگر میگنیٹ کو سولینائڈ سے دور ہٹایا جائے تو انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت کلاک وائز ہوگی (شکل 15.15-b)۔ اس صورت میں سولینائڈ کا بایاں سرا ساؤتھ پول بن جاتا ہے۔

سرکٹ میں انڈیوسڈ کرنٹ ہمیشہ اس سمت میں بہتا ہے جس سے یہ اس تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے جس کی وجہ سے یہ پیدا ہوتا ہے۔

اگر ہم انرجی کے کنزرویشن کے قانون کو الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن پر اپلائی کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ حرکت کرتے ہوئے میگنیٹ کی کائی نیٹک انرجی دراصل کنڈکٹر کی الیکٹریکل انرجی میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ میگنیٹ کو سولینائڈ کے نزدیک لانے کے لیے جو ورک کرنا پڑتا ہے، دراصل یہی ورک الیکٹریکل انرجی کی صورت میں ظاہر ہوتا ہے۔ میگنیٹ کو سولینائڈ کے نزدیک یا دور لے جانے کے لیے ہم ہاتھ کی مکینیکل انرجی استعمال کرتے ہیں۔ یہی مکینیکل انرجی الیکٹریکل انرجی میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ لہٰذا لینز کا قانون انرجی کے کنزرویشن کے قانون کے عین مطابق ہے۔

15.7 اے سی جنریٹر (A.C. GENERATOR)

اگر ایک کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں گھمایا جائے تو اس میں کرنٹ انڈیوس ہوجاتا ہے۔ انڈیوسڈ کرنٹ

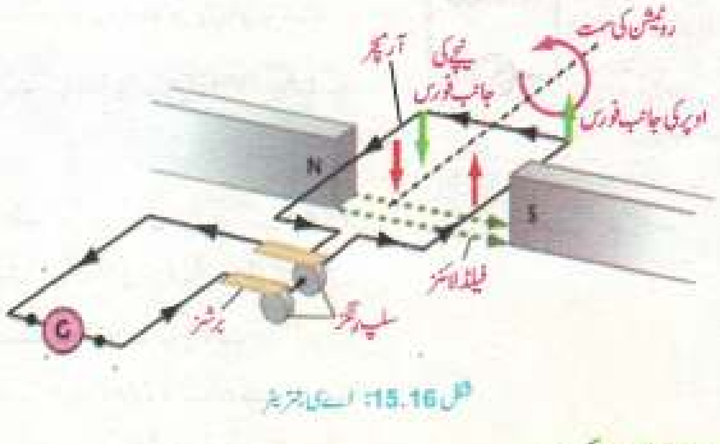
کی مقدار کا انحصار کوائل میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد پر منحصر ہوتا ہے۔

جب کوائل کی پوزیشن میگنیٹک لائنز آف فورس کے عموداً ہوگی تو کوائل میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورسز کی تعداد زیادہ ہوگی۔ جب کوائل کی پوزیشن میگنیٹک لائنز آف فورس کے پیرالل ہوگی تو اس میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورسز کی تعداد صفر ہوگی۔ لہٰذا جب کوائل میگنیٹک فیلڈ میں گھومتی ہے تو اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والے انڈیوسڈ کرنٹ کی مقدار مسلسل تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ اسی اصول پر اے سی جنریٹر کام کرتے ہیں۔

اے سی جنریٹر آرمیچر پر مشتمل ہوتا ہے جس کو میگنیٹک فیلڈ میں آزادانہ طور پر گھمایا جاتا ہے (شکل 15.16)۔ جونہی آرمیچر گھومتا ہے تو اس سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس میں مسلسل تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔ جس کی وجہ سے کوائل میں ای ایم ایف انڈیوس ہو جاتی ہے۔ ای ایم ایف کی مقدار کا انحصار وائر کی لمبائی پر ہوتا ہے جو کہ کوائل کی شکل میں میگنیٹک فیلڈ کے اندر گھوم رہی ہوتی ہے۔ آرمیچر میں استعمال ہونے والی وائر کے چکروں کی تعداد بڑھا کر انڈیوسڈ ای ایم ایف کی مقدار کو بڑھایا جاسکتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں

ہائیڈرولک پاور ہاؤس میں جنریٹر الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے اصول پر کام کرتے ہیں۔ یہ پانی کی مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتے ہیں۔



شکل 15.16: اے سی جنریٹر

جنریٹر کا انڈیوسڈ کرنٹ

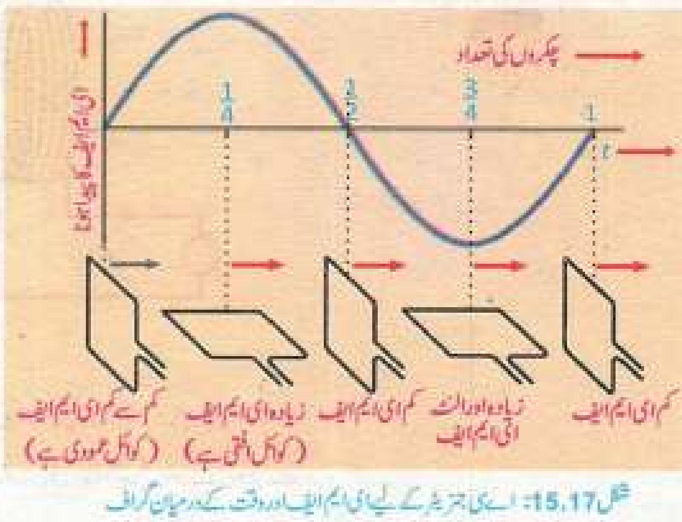
جب جنریٹر کو بند سرکٹ کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے تو انڈیوسڈ ای ایم ایف کی وجہ سے سرکٹ میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔ جونہی کوائل گھومتی ہے تو ای ایم ایف اور کرنٹ کی مقدار اور سمت تبدیل ہو جاتی ہے (شکل 15.17)۔ جب کوائل کی پلین فیلڈ کے عموداً ہوتی ہے تو اس میں

گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن اس میں سے گزرنے والی لائنز آف فورس کی تعداد میں تبدیلی کی شرح کم ہوتی ہے۔ لہٰذا انڈیوسڈ ای ایم ایف بھی کم ہوتی ہے۔ جب کوائل کی پلین میگنیٹک فیلڈ کے عموداً یعنی جب کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے، تو ای ایم ایف کی مقدار کم ہونے سے اس میں کم سے کم کرنٹ بہتا ہے۔

جب کوائل عمودی حالت سے گھوم کر افقی حالت میں آتی ہے تو کوائل میں سے اکائی وقت میں گزرنے والی میگنیٹک فیلڈ لائنز بڑھنا شروع ہو جاتی ہیں۔ اس طرح ای ایم ایف اور کرنٹ کی مقدار بھی بڑھنا شروع ہو جاتی ہے۔ جب کوائل افقی حالت میں آتی ہے تو کوائل کی پلین فیلڈ کے پیرالل ہو جاتی ہے اور اس طرح ای ایم ایف اور کرنٹ کی مقدار زیادہ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ جب کوائل مزید گھومتی ہے تو اس کا وہ حصہ جو اوپر کی طرف حرکت کر رہا تھا اب نیچے کی طرف حرکت شروع کر دیتا ہے جس سے کوائل کی سمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ ای ایم ایف اور کرنٹ کی سمت 180° کے بعد ہر دفعہ تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس طرح ای ایم ایف اور کرنٹ کی مقدار کوائل کے ہر نصف چکر کے دوران کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ قیمت کے درمیان مسلسل تبدیل ہوتی رہتی ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے

ایئرپورٹس اور حساس تنصیبات کی سیکیورٹی کے لیے میٹل ڈیٹیکٹر استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ خطرناک ہتھیاروں کی کھوج لگاتے ہیں اور الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے اصول کے تحت کام کرتے ہیں۔



شکل 15.17: اے سی جنریٹر کے لیے ای ایم ایف اور وقت کے درمیان گراف

15.8 میوچل انڈکشن (MUTUAL INDUCTION)

اگر کسی ایک کوائل میں کرنٹ کی تبدیلی کی وجہ سے کسی دوسرے کوائل میں کرنٹ انڈیوس ہو جائے تو اس مظہر کو میوچل انڈکشن کہتے ہیں۔

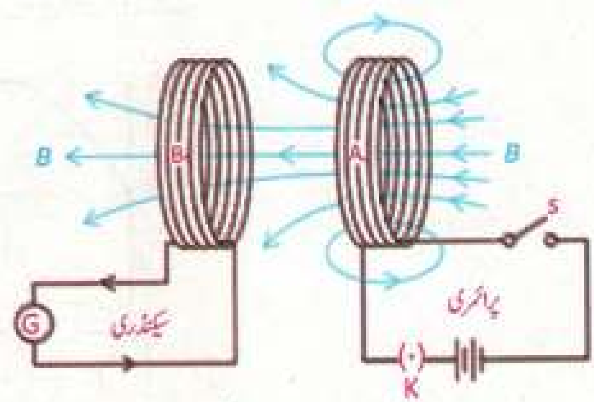
شکل (15.18) میں ایک دوسرے کے نزدیک رکھی ہوئی دو کوائلز A اور B کو دکھایا گیا ہے۔ کوائل A کے ساتھ بیٹری اور سوئچ کو جوڑا گیا ہے جبکہ کوائل B کے ساتھ حساس گیلوانو میٹر کو جوڑا گیا ہے۔

ہم مشاہدہ کرتے ہیں کہ جیسے ہی کوائل A کے سوئچ کو آن کیا جاتا ہے تو گیلوانو میٹر میں ڈفلیکشن پیدا ہوتی ہے۔ اسی طرح جب سوئچ کو آف کر دیا جائے تو گیلوانو میٹر میں پھر ایک لمحہ کے لیے ڈفلیکشن پیدا ہوتی ہے۔ لیکن اس دفعہ ڈفلیکشن کی سمت پہلے والی ڈفلیکشن کی سمت کے الٹ ہوتی ہے۔

ان مشاہدات کی وضاحت ہم الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے متعلق فیراڈے کے قانون کے مطابق کر سکتے ہیں۔ جیسے ہی کوائل A کا سوئچ آن ہوتا ہے تو اس کے ساتھ ہی میگنیٹک فیلڈ پیدا ہونا شروع ہو جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں

کوائل کا میگنیٹک فیلڈ ایک تنا مستقل میگنیٹ کے فیلڈ سے مشابہ ہے۔



شکل 15.18: میوچل انڈکشن

اس میگنیٹک فیلڈ کی کچھ لائنز کوائل B میں سے گزرتی ہیں۔ کیونکہ کوائل A میں کرنٹ تبدیل ہو رہا ہوتا ہے، اس لیے کوائل B میں گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد تبدیل ہونے کی وجہ سے فیراڈے کے قانون کے مطابق کوائل B میں کرنٹ انڈیوس ہو جاتا ہے۔

جب کوائل A میں کرنٹ اپنی مستقل قیمت پر پہنچتا ہے تو اس میں گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف

فورس بھی مستقل ہو جاتی ہیں، جس کی وجہ سے کوائل B میں سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد میں بھی اضافہ نہیں ہوتا۔ اس لیے کوائل B میں انڈیوس کرنٹ بھی ختم ہو جاتا ہے۔

اسی طرح جب کوائل A میں لگے ہوئے سوئچ کو آف کر دیا جائے تو کرنٹ کا بہاؤ رک جاتا ہے اور چند لمحوں میں اس کا میگنیٹک فیلڈ ختم ہو جاتا ہے۔ کوائل B میں گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد مسلسل کم ہو کر صفر ہو جاتی ہے۔ اس دوران کوائل B میں ایک بار پھر کرنٹ انڈیوس ہو جاتا ہے جس کی سمت پہلے کرنٹ کے مخالف ہوتی ہے۔

15.9 ٹرانسفارمر (TRANSFORMER)

ٹرانسفارمر میوچل انڈکشن کے اصول پر کام کرتا ہے۔ یہ آلٹرنیٹنگ وولٹیج کو کم یا زیادہ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ اس کا استعمال عام ہے، کیونکہ یہ انتہائی معمولی انرجی خرچ کر کے وولٹیج کو تبدیل کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ دراصل ہمارے گھروں میں بہت سارے الیکٹریکل اپلائنسز میں ٹرانسفارمر کا استعمال ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر پرنٹر (Printer)، سٹیریوز اور سٹیریو گیم سسٹم۔

ٹرانسفارمر کیسے کام کرتا ہے (Working of a Transformer)

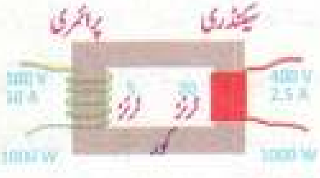
ٹرانسفارمر دو کوائلز پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان کوائلز کے درمیان کوئی الیکٹریکل کنکشن نہیں ہوتا۔ لیکن یہ دونوں کوائلز ایک ہی آئرن کور (Core) پر لپٹی ہوتی ہیں۔ ایک کوائل کو پرائمری کوائل جبکہ دوسری کوائل کو سیکنڈری کوائل کہتے ہیں۔ پرائمری کوائل میں چکروں کی تعداد کو N_p سے اور سیکنڈری کوائل میں چکروں کی تعداد کو N_s سے ظاہر کرتے ہیں۔

پرائمری کوائل کو اے سی سورس کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے پرائمری کوائل میں اے سی کرنٹ بہنے لگتا ہے جو مسلسل تبدیل ہوتا ہوا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ آئرن کور کے ذریعے پرائمری کوائل میں پیدا ہونے والے میگنیٹک فیلڈ کی لائنز آف فورس سیکنڈری کوائل میں سے گزرتی ہیں۔ چونکہ پرائمری کوائل کا میگنیٹک فیلڈ مسلسل تبدیل ہو رہا ہوتا ہے، اس لیے میوچل انڈکشن کے اصول کے تحت سیکنڈری کوائل میں آلٹرنیٹنگ ای ایم ایف انڈیوس ہو جاتی ہے۔ اس انڈیوسڈ ای ایم ایف کو سیکنڈری وولٹیج V_s سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ سیکنڈری وولٹیج V_s پرائمری وولٹیج V_p کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ سیکنڈری وولٹیج V_s، سیکنڈری کوائل اور پرائمری کوائل میں چکروں

کی تعداد کی نسبت پر بھی منحصر ہوتی ہے۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

اگر سیکنڈری وولٹیج V_s، پرائمری وولٹیج V_p سے زیادہ ہو تو ایسے ٹرانسفارمر کو سٹیپ - اپ (Step-up) ٹرانسفارمر کہتے ہیں (شکل 15.19-a)۔



شکل (15.19-a): سٹیپ-اپ ٹرانسفارمر

اگر سیکنڈری وولٹیج V_s، پرائمری وولٹیج V_p سے کم ہو تو ایسے ٹرانسفارمر کو سٹیپ - ڈاؤن (Step-down) ٹرانسفارمر کہتے ہیں (شکل 15.19-b)

ایک آئیڈیل ٹرانسفارمر میں سیکنڈری سرکٹ کی الیکٹرک پاور، پرائمری سرکٹ کی الیکٹرک پاور کے برابر ہوتی ہے۔ ایک آئیڈیل ٹرانسفارمر میں کوئی پاور ضائع نہیں ہوتی۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ:

$$P_p = P_s$$

$$V_p\, I_p = V_s\, I_s$$

شکل (15.19-b): سٹیپ-ڈاؤن ٹرانسفارمر

مثال 15.1: ایک ٹرانسفارمر ایک ماڈل ٹرین کو 12 V مہیا کرتا ہے۔ اگر ماڈل ٹرین کو چلانے کے لیے درکار کرنٹ 0.8 A ہو تو پرائمری کوائل میں بہنے والا کرنٹ معلوم کریں۔ جبکہ اے سی سورس کی وولٹیج 240 V ہے۔

حل: $V_p = 240\text{ V}, V_s = 12\text{ V}, I_s = 0.8\text{ A}, I_p = ?$

ہم جانتے ہیں کہ آئیڈیل ٹرانسفارمر کے لیے

آؤٹ پٹ پاور = ان پٹ پاور

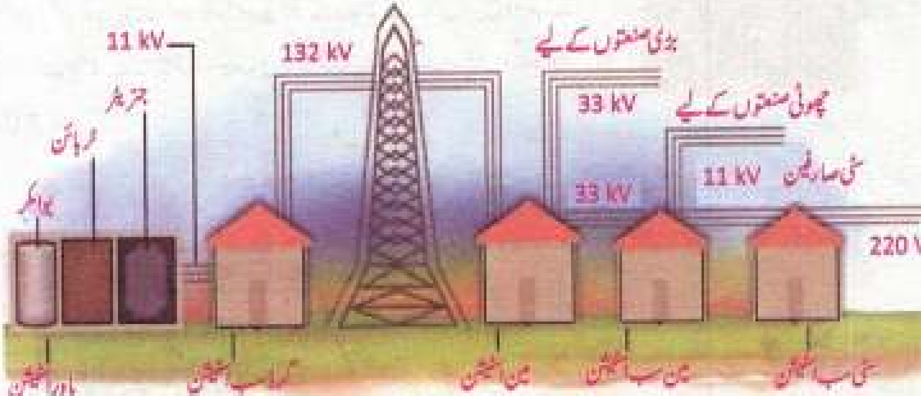
$$V_p\, I_p = V_s\, I_s$$

$$I_p = \frac{I_s V_s}{V_p} = \frac{(12\text{ V})(0.8\text{ A})}{240\text{ V}} = 0.04\text{ A}$$

15.10 ہائی وولٹیج ٹرانسمشن (HIGH VOLTAGE TRANSMISSION)

الیکٹریسٹی پاور ہاؤسز عام طور پر دور دراز علاقوں میں قائم کیے جاتے ہیں۔ پاور کو لمبے فاصلے تک منتقل کرنے کے لیے ہائی وولٹیج کا سہارا لیا جاتا ہے تاکہ حرارت کی شکل میں الیکٹریکل انرجی کا ضیاع کم سے کم ہو۔ اگر ٹرانسمشن کیبل کی رزسٹنس R ہو تو ہیٹ انرجی I^2Rt کے برابر ہوتی ہے۔

اس لیے کیبل میں سے بہنے والے کرنٹ کی مقدار کو کم کر کے ہیٹ انرجی کی صورت میں ہونے والے پاور کے ضیاع کو کم کیا جا سکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے پاور اسٹیشن پر آلٹرنیٹنگ وولٹیج کو سٹیپ۔اپ ٹرانسفارمر کی مدد سے بڑھا دیا جاتا ہے۔



شکل 15.20: ہائی وولٹیج ٹرانسمشن

اس ہائی وولٹیج کو مین سب اسٹیشن (Main Sub-station) کی طرف منتقل کر دیا جاتا ہے۔ اس وولٹیج کو سٹپ۔ڈاؤن ٹرانسفارمر کے ذریعے کم کر کے سٹی سب اسٹیشن کی طرف منتقل کر دیا جاتا ہے۔ سٹی سب اسٹیشن پر وولٹیج کو مزید 220 V تک کم کر کے گھروں کو الیکٹریسٹی مہیا کی جاتی ہے۔ شکل 15.20 میں ہائی وولٹیج ٹرانسمشن کا تصویری خاکہ دکھایا گیا ہے۔

الیکٹریسٹی کی ترسیل میں ٹرانسفارمرز اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ ٹرانسفارمر صرف اے سی پر کام کرتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ مین پاور اسٹیشن سے پاور آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی صورت میں مہیا کی جاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ہائی پاور ٹرانسفارمرز وولٹیج کو کم کرتے ہیں اور کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔ اس طرح پاور کونسٹنٹ رہتی ہے۔

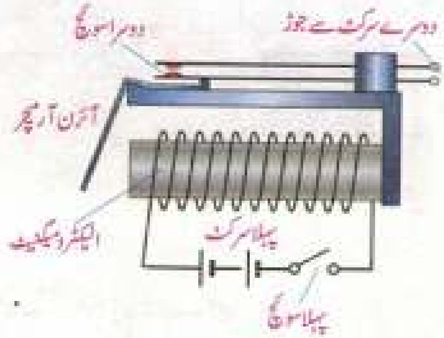
الیکٹرومیگنیٹس کا استعمال (Applications of Electromagnets)

کرنٹ کا میگنیٹک اثر الیکٹرومیگنیٹ کہلاتا ہے۔ اس اثر کو بہت سے ڈیوائسز میں استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر الیکٹرک بیل اور ری لے وغیرہ۔ سوفٹ آئرن (Soft iron) کو آسانی سے میگناٹائزڈ یا ڈی میگناٹائزڈ کیا جا سکتا ہے۔

ری لے (Relay)

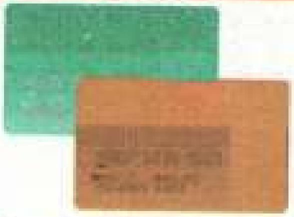
ری لے کم کرنٹ کی مدد سے زیادہ کرنٹ کو کنٹرول کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک ایسا الیکٹریکل سوئچ ہے جو دوسرے الیکٹریکل سرکٹ کی مدد سے آن اور آف ہوتا ہے (شکل 15.21)۔ پہلا سرکٹ (ان پٹ سرکٹ) الیکٹرومیگنیٹ کو کرنٹ مہیا کرتا ہے۔ اس کرنٹ کی وجہ سے

الیکٹرو میگنیٹ میں میگنیٹزم پیدا ہو جاتی ہے اور یہ آئرن آرمیچر کے ایک سرے کو کشش کر لیتا ہے۔ آرمیچر دوسرے سوئچ کو آن کر دیتی ہے اور اس طرح دوسرے سرکٹ میں کرنٹ بہتا ہے۔ جب پہلا سوئچ آف ہو جاتا ہے تو الیکٹرو میگنیٹ میں کرنٹ بہنا بند ہو جاتا ہے۔ جس سے الیکٹرو میگنیٹ میں میگنیٹزم ختم ہو جاتی ہے اور دوسرا سوئچ آف ہو جاتا ہے۔ اس طرح دوسرے سرکٹ میں کرنٹ کا بہاؤ رک جاتا ہے۔ الیکٹرو میگنیٹ کی دیگر مثالیں لاؤڈ سپیکر، سرکٹ بریکر اور ڈور لیچز (Latches) ہیں۔



شکل 15.21: ری لے سرکٹ

کیا آپ جانتے ہیں؟



بینک کریڈٹ کارڈز میں ایک میگنیٹک سٹرپ ہوتی ہے جس پر اکاؤنٹ کے متعلق ضروری معلومات سٹور کی جاتی ہیں۔ ATM انہیں معلومات کو پڑھتی ہے۔

خلاصہ

☆ جب کسی کنڈکٹر میں سے کرنٹ بہتا ہے تو اس کے گرد ایک میگنیٹک فیلڈ قائم ہو جاتا ہے۔ ایک سیدھے کرنٹ بردار کنڈکٹر میں میگنیٹک لائنز آف فورس ہم مرکز دائروں کی شکل میں ہوتی ہیں۔

☆ کرنٹ بردار کنڈکٹر کے گرد میگنیٹک فیلڈ کی سمت کا تعین دائیں ہاتھ کے اصول کے تحت کیا جا سکتا ہے۔ اس اصول کے مطابق کرنٹ بردار کنڈکٹر کو دائیں ہاتھ سے اس طرح پکڑیں کہ انگوٹھا کرنٹ کی سمت کو ظاہر کرتا ہو تو ہاتھ کی مڑی ہوئی انگلیاں میگنیٹک فیلڈ کی سمت کو ظاہر کرتی ہیں۔

☆ جب ایک سیدھے کرنٹ بردار کنڈکٹر کو میگنیٹک فیلڈ میں عموداً رکھا جائے تو اس پر ایک میگنیٹک فورس عمل کرتی ہیں جس کی سمت کرنٹ اور فیلڈ دونوں کی سمت کے عموداً ہوتی ہے۔

☆ کرنٹ بردار کوائل کو جب میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس پر ایک کپل عمل کرتا ہے جس کی وجہ سے کوائل گھومنے لگتی ہے۔ ڈی سی موٹر اسی بنیادی اصول کے تحت کام کرتی ہے۔ یہ الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرتی ہے۔

☆ کسی سطح سے گزرنے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی تعداد کو میگنیٹک فیلڈ کی شدت کہتے ہیں۔

☆ اگر کسی کوائل میں میگنیٹک فیلڈ کی شدت تبدیل ہو رہی ہو تو اس کی وجہ سے کوائل میں ای ایم ایف بھی تبدیل ہوتی ہے۔ ای ایم ایف کی مقدار میگنیٹک فیلڈ کی شدت میں تبدیلی کی شرح کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

☆ اے سی جنریٹر ایک کوائل اور میگنیٹ پر مشتمل ہوتا ہے۔ جب کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں گھمایا جاتا ہے تو میگنیٹک فیلڈ کے مسلسل تبدیل ہونے کی وجہ سے اس میں آلٹرنیٹنگ وولٹیج انڈیوس ہو جاتی ہے۔ اے سی جنریٹر مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔

☆ اگر کسی ایک کوائل میں کرنٹ کی مقدار تبدیل کرنے پر کسی دوسری کوائل میں کرنٹ انڈیوس ہو جائے تو اس مظہر کو میوچل انڈکشن کہتے ہیں۔

☆ ٹرانسفارمر ایک ایسا الیکٹریکل آلہ ہے جو آلٹرنیٹنگ وولٹیج کو کم یا زیادہ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ میوچل انڈکشن کے اصول کے تحت کام کرتا ہے۔

کثیر الانتخابی سوالات

15.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کا انتخاب کریں۔

(i) میگنیٹک پولز کے متعلق کون سا بیان درست ہے؟

(الف) مخالف پولز دفع کرتے ہیں　　(ب) ایک جیسے پولز کشش کرتے ہیں

(ج) میگنیٹک پولز ایک دوسرے پر اثر انداز نہیں ہوتے　　(د) اکیلا میگنیٹک پول اپنا وجود برقرار نہیں رکھ سکتا

(ii) ایک بار میگنیٹ کے اندر میگنیٹک فیلڈ کی سمت کیا ہوسکتی ہے؟

(الف) نارتھ پول سے ساؤتھ پول کی طرف (ب) ساؤتھ پول سے نارتھ پول کی طرف

(ج) ایک سائیڈ سے دوسری سائیڈ کی طرف (د) میگنیٹک فیلڈ لائنز نہیں ہوتیں

(iii) میگنیٹک فیلڈ کی موجودگی کا پتہ کیسے لگایا جاسکتا ہے؟

(الف) چھوٹے ماس سے (ب) ساکن پوزیٹیو چارج سے

(ج) ساکن نیگیٹیو چارج سے (د) میگنیٹک نیڈل سے

(iv) اگر میگنیٹک فیلڈ میں عموداً رکھی ہوئی وائر میں سے بہنے والے کرنٹ کی مقدار کو بڑھایا جائے تو وائر پر عمل کرنے والی میگنیٹک فورس

(الف) بڑھے گی (ب) کم ہوگی

(ج) تبدیل نہیں ہوگی (د) صفر ہوگی

(v) ڈی سی موٹر تبدیل کرتی ہے:

(الف) مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں (ب) مکینیکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں

(ج) الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں (د) الیکٹریکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں

(vi) ڈی سی موٹر کا کون سا حصہ ہر آدھے سائیکل کے بعد کوائل میں سے بہنے والے کرنٹ کی سمت کو تبدیل کر دیتا ہے؟

(الف) آرمیچر (ب) کموٹیٹر

(ج) برشز (د) سلپ رنگز

(vii) انڈیوسڈ ای ایم ایف کی سمت سرکٹ میں کس قانون کے مطابق ہوتی ہے؟

(الف) ماس کی کنزرویشن کے قانون کے مطابق (ب) چارج کی کنزرویشن کے قانون کے مطابق

(ج) مومینٹم کی کنزرویشن کے قانون کے مطابق (د) انرجی کی کنزرویشن کے قانون کے مطابق

(viii) سٹیپ-اپ ٹرانسفارمر

(الف) ان پٹ کرنٹ کو بڑھاتا ہے (ب) ان پٹ وولٹیج کو بڑھاتا ہے

(ج) کی پرائمری کوائل میں زیادہ چکر ہوتے ہیں (د) کی سیکنڈری کوائل میں کم چکر ہوتے ہیں

(ix) اگر ٹرانسفارمر کے چکروں کی نسبت 10 ہو تو

(الف) $I_s = 10\, I_p$ (ب) $N_s = \dfrac{N_p}{10}$

(ج) $N_s = 10\, N_p$ (د) $V_s = \dfrac{V_p}{10}$

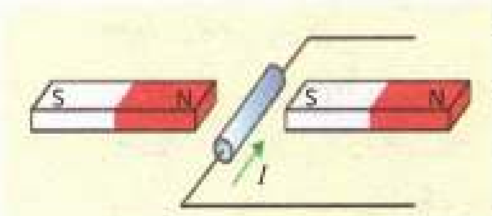
15.4 فرض کریں کہ آپ وائر کے ایک لوپ کو اس طرح لٹکاتے ہیں کہ یہ آسانی سے گھوم سکتا ہے۔ اب اگر آپ ایک میگنیٹ کو اس لوپ میں رکھ دیں تو لوپ گھومنا شروع کر دے گی۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ وائر کا لوپ میگنیٹ کے لحاظ سے کیوں اور کس سمت میں گھومے گا؟

15.5 ایک کنڈکٹر کو جب کسی میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دی جاتی ہے تو اس میں وولٹیج پیدا ہو جاتا ہے۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ فیلڈ کے لحاظ سے کنڈکٹر کو کس سمت میں حرکت دی جائے کہ اس میں زیادہ سے زیادہ وولٹیج پیدا ہو سکے؟

15.6 جنریٹر اور موٹر میں بنیادی فرق کیا ہے؟

15.7 ڈی سی موٹر کی آرمیچر میں الیکٹرک کرنٹ کی سمت کس طرح الٹ جاتی ہے؟

15.8 کرنٹ بردار کنڈکٹر ایک بیرونی میگنیٹک فیلڈ کے عمودار رکھی ہوئی ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ میگنیٹک فورس کی وجہ سے وائر کس سمت میں حرکت کرے گی؟



15.9 کیا ٹرانسفارمر ڈائریکٹ کرنٹ پر کام کر سکتا ہے؟

حسابی سوالات

15.1 ایک سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر 240 V کو 12 V اے سی میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اگر اس کی پرائمری کوائل میں چکروں کی تعداد 2000 ہو تو اس کی سیکنڈری کوائل میں چکروں کی تعداد معلوم کریں۔ **(100)**

15.2 ایک سٹیپ اپ ٹرانسفارمر میں چکروں کی نسبت 1:100 ہے۔ اگر پرائمری کوائل کو 20 V کے اے سی سورس کے ساتھ جوڑ دیا جائے تو سیکنڈری وولٹیج (V_s) معلوم کریں۔ **(2000 V)**

15.3 ایک سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں چکروں کی نسبت 100:1 ہے۔ پرائمری وولٹیج (V_p) 170 V ہے۔ اگر پرائمری کوائل میں کرنٹ 1.0 mA ہو تو سیکنڈری کوائل میں کرنٹ معلوم کریں۔ **(0.1 A)**

15.4 ایک ٹرانسفارمر 240 V اے سی کو 12 V اے سی میں تبدیل کر دیتا ہے۔ اگر پرائمری کوائل میں چکروں کی تعداد 4000 ہو تو سیکنڈری کوائل میں چکروں کی تعداد معلوم کریں۔ اگر ٹرانسفارمر کی ایفی شینسی 100% ہو تو پرائمری کوائل میں کرنٹ معلوم کریں جبکہ سیکنڈری کوائل میں کرنٹ 0.4 A ہے۔ **(200, 0.02 A)**

15.5 ایک پاور اسٹیشن 500 MW الیکٹریکل پاور پیدا کرتا ہے جو کہ ٹرانسمشن لائن کو مہیا کی جاتی ہے۔ ٹرانسمشن لائن میں بہنے والا کرنٹ معلوم کریں، اگر ان پٹ وولٹیج 250 kV ہو۔ **(2×10^3 A)**

سوالات کا اعادہ

15.1 تجربہ کی مدد سے ایک سیدھے کرنٹ بردار کنڈکٹر کے گرد بننے والے میگنیٹک فیلڈ کی وضاحت کریں۔

15.2 ایک سیدھے کرنٹ بردار کنڈکٹر سے بننے والی میگنیٹک لائنز آف فورس کی سمت معلوم کرنے کا اصول بیان کیجیے۔

15.3 اگر آپ کو ایک ایسی میگنیٹک سٹیل بار دی جائے جس کے نارتھ اور ساؤتھ پول معلوم نہ ہوں۔ ایک ایسی بار میگنیٹ دی جائے جس کے نارتھ پول پر N اور ساؤتھ پول پر S کا نشان ہو۔ آپ کس طرح میگنیٹک سٹیل بار کے نارتھ اور ساؤتھ پول معلوم کریں گے؟

15.4 جب ایک سیدھے کرنٹ بردار کنڈکٹر کو میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس پر ایک میگنیٹک فورس عمل کرتی ہے۔ آپ اس فورس کی سمت معلوم کرنے کا اصول بیان کیجیے۔

15.5 ایک میگنیٹک فیلڈ میں رکھی ہوئی کوائل پر عمل کرنے والے ٹارک کی وضاحت کریں۔

15.6 الیکٹرک موٹر سے کیا مراد ہے؟ ڈی سی موٹر کے کام کرنے کا اصول بیان کریں۔

15.7 ایک تجربہ کے ذریعے وضاحت کریں کہ میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کسی سرکٹ میں ای ایم ایف انڈیوس کرتی ہے۔

15.8 میگنیٹک فیلڈ کی تبدیلی کے نتیجے میں پیدا ہونے والی انڈیوسڈ ای ایم ایف کی مقدار کا انحصار کن عوامل پر ہوگا؟

15.9 سرکٹ میں انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت بیان کریں۔ تجزیہ مظہر کس طرح انرجی کے کنزرویشن کے قانون کے اصول کے مطابق ہے؟

15.10 لیبل ڈایاگرام کی مدد سے اے سی جنریٹر کی ساخت اور کام کرنے کا اصول بیان کریں۔

15.11 میوچل انڈکشن سے کیا مراد ہے؟ اس کے SI یونٹ کی تعریف کریں۔

15.12 ٹرانسفارمر سے کیا مراد ہے؟ یہ کس اصول کے تحت کام کرتا ہے؟

15.13 وسیع فاصلہ پر الیکٹرک پاور کی ٹرانسمیشن کے لیے منتخب شدہ بلند وولٹیج گھریلو سپلائی کے وولٹیج سے کئی گنا زیادہ ہوتا ہے۔ دو وجوہات بتائیں کہ الیکٹریکل پاور بلند وولٹیج کے ذریعے کیوں ٹرانسمٹ کی جاتی ہے۔

15.14 گھریلو فراہمی کے لیے استعمال ہونے والا وولٹیج الیکٹریسٹی ہاؤس سے ٹرانسمٹ ہونے والی پاور کے وولٹیج سے کم کیوں ہوتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔

اعلیٰ تصوراتی سوالات

15.1 اگر کوئی شخص آپ کو تین آئرن بار دے جن میں سے دو میگنیٹ ہیں جبکہ ایک آئرن بار میگنیٹ نہیں ہے تو آپ کس طرح معلوم کریں گے کہ کون سی آئرن بار میگنیٹ نہیں ہے؟

15.2 فرض کریں آپ کے پاس ایک کوائل اور بار میگنیٹ ہے۔ وضاحت کیجیے کہ آپ کس طرح ان سے الیکٹرک کرنٹ پیدا کریں گے؟

15.3 اس ڈیوائس کا نام بتائیے جو الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔ یہ کس اصول پر کام کرتا ہے؟