باب 18

الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن

(ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

www.imkia.edu.pk

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن کو ظاہر کرنے کے لیے ایک تجربہ بیان کر سکیں
- اس حقیقت کو استعمال کر سکیں کہ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کی مقدار، میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کی سپیڈ یا میگنیٹک فیلڈ لائینز کو کاٹنے کی سپیڈ، اور کوائل میں ٹرنز (Turns) کی تعداد سے متاثر ہوتی ہے۔ ان حقائق کی مدد سے سادہ الیکٹرومیگنیٹک حسابی سوالات حل کر سکیں
- اس حقیقت کو بیان کر سکیں کہ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف سے پیدا ہونے والا کرنٹ اس تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے جس سے وہ پیدا ہوتا ہے (لینز کا قانون)
- بیان کر سکیں کہ اے۔سی جنریٹر کیسے کام کرتا ہے (گھومتی ہوئی کوائل یا گھومتے ہوئے میگنیٹک سسٹم)، اور جہاں ضرورت ہو وہاں سلپ رنگز اور برشز کے استعمال کی وضاحت کر سکیں
- سادہ اے۔سی جنریٹر کے لیے ای۔ایم۔ایف اور وقت کے درمیان گراف بنائیں اور ان کی وضاحت کریں، جنریٹر کوائل کی پوزیشن کو ای۔ایم۔ایف کی کرسٹس، ٹرفز اور صفر قدروں سے جوڑتے ہوئے
- سادہ آئرن کور ٹرانسفارمر کے عمل کے اصول کی وضاحت کر سکیں
- پرائمری کوائل، سیکنڈری کوائل، سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر کی اصطلاحات استعمال کر سکیں
- درج ذیل مساوات ($V_p / V_s = N_p / N_s$) کو استعمال کرتے ہوئے حسابی سوالات حل کر سکیں: جہاں P سے مراد پرائمری کوائل اور S سے مراد سیکنڈری کوائل ہے

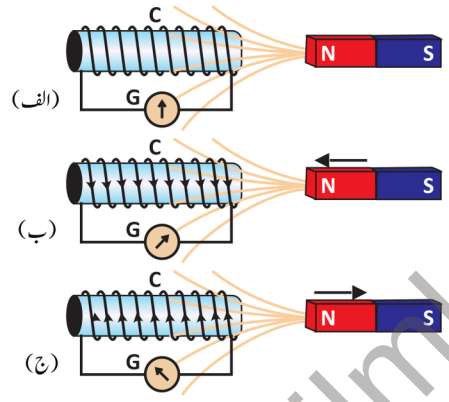
کیا آپ نے کبھی سوچا ہے کہ الیکٹریسٹی بغیر بیٹری کے کیسے پیدا کی جا سکتی ہے؟ جب کوئی میگنیٹ کسی تار کے قریب حرکت کرتا ہے تو اس میں الیکٹریسٹی پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ ایک دلچسپ عمل ہے، جسے الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن کہا جاتا ہے۔ یہی سادہ سا تصور بڑے بڑے آلات، جیسے جنریٹرز کو چلاتا ہے اور حتیٰ کہ ہمارے موبائل فون کو وائرلیس (Wireless) طریقے سے چارج کرنے میں بھی استعمال ہوتا ہے۔ لیکن کہانی یہیں ختم نہیں ہوتی۔ یہ بدلتے ہوئے الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈ خلاء میں سفر کر سکتے ہیں اور الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی صورت میں ہم تک پہنچتے ہیں۔ یہی ویوز ہمیں روشنی، ریڈیو سگنلز، وائی فائی اور وہ مائیکروویوز فراہم کرتی ہیں جو ہمارے کھانے کو گرم کرتی ہیں۔ شہروں کو روشن کرنے سے لے کر دنیا بھر کے لوگوں کو آپس میں جوڑنے تک، الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن اور الیکٹرومیگنیٹک ویوز وہ پوشیدہ فورسز ہیں جو ہماری روزمرہ زندگی کو شکل دیتی ہیں۔ آیئے اب ان حیرت انگیز مظاہر کے پیچھے موجود سائنس کو سمجھتے ہیں۔

18.1 الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن (Electromagnetic Induction)

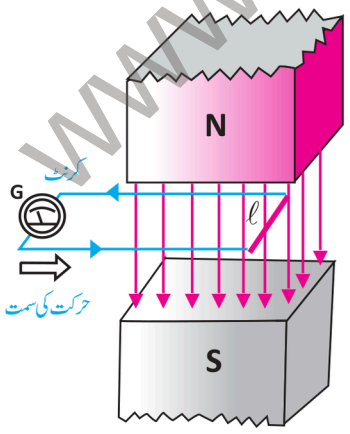
الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن وہ عمل ہے جس میں میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کے نتیجے میں کسی کنڈکٹر میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔

یہ اصول پہلی مرتبہ مائیکل فیراڈے (Micheal Faraday) اور اسی زمانے میں جوزف ہنری (Joseph Henry) نے 1831 میں دریافت کیا۔ یہ اصول بہت سے آلات، مثلاً جنریٹرز، ٹرانسفارمرز اور اِنڈکٹرز کے کام کرنے کی بنیاد ہے۔ آیئے ہم الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن کے مظہر کو سمجھنے کے لیے ہم چند تجربات کرتے ہیں۔

ایک کنڈکٹر تار کی کوائل لیں، جسے C سے ظاہر کیا گیا ہے اور اسے ایک گیلوانومیٹر G سے جوڑ دیں، جیسا کہ شکل 18.1 میں دکھایا گیا ہے۔ سب سے پہلے میگنیٹ کو کوائل کے قریب ساکن رکھیں۔ ہم دیکھیں گے کہ گیلوانومیٹر کی سوئی حرکت نہیں کرتی، یعنی کوئی الیکٹریسٹی پیدا نہیں ہوتی، کیونکہ میگنیٹک فیلڈ میں کوئی تبدیلی نہیں ہو رہی ہوتی (شکل 18.1-الف)۔ اب میگنیٹ کو کوائل کی طرف حرکت دیں۔ اس صورت میں گیلوانومیٹر کی سوئی ایک سمت میں جُھک جاتی ہے، جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو گیا ہے (شکل 18.1-ب) جب میگنیٹ کو کوائل سے دور لے جایا جاتا ہے تو اس بار گیلوانومیٹر کی سوئی مخالف سمت میں جُھک جاتی ہے، جس سے معلوم ہوتا ہے کہ الیکٹرک کرنٹ کی سمت بدل گئی ہے (شکل 18.1-ج)۔ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا کرنے کے مختلف طریقے ہیں۔ اب ایک اور



شکل 18.1: میگنیٹ کو حرکت دینے سے کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ



شکل 18.2: تار کو مگنیٹک فیلڈ میں حرکت دینے سے کرنٹ کا پیدا ہونا

www.ilmkidunya.com

صورت پر غور کریں۔ فرض کریں ایک سیدھی تار جس کی لمبائی ℓ ہے ایک مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ میں رکھی گئی ہے، جیسا کہ شکل 18.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ تار ایک حساس گیلوانو میٹر سے جڑی ہوئی ہے اور اس طرح ایک بند سرکٹ یا لوپ (Loop) بناتی ہے، جس میں کوئی بیٹری استعمال نہیں کی گئی۔ جب یہ لوپ میگنیٹک فیلڈ میں ساکن رہتی ہے تو کوئی الیکٹرک کرنٹ نہیں بہتا اور گیلوانو میٹر کی سوئی کوئی جھکاؤ ظاہر نہیں کرتی۔ لیکن جب لوپ کو بائیں سے دائیں حرکت دی جاتی ہے تو تار میگنیٹک فیلڈ لائینز کو کراس کرتی ہے اور سرکٹ میں الیکٹرک کرنٹ بہنے لگتا ہے، جسے گیلوانو میٹر ظاہر کرتا ہے۔ جب حرکت روک دی جاتی ہے تو الیکٹرک کرنٹ بھی ختم ہو جاتا ہے۔ اگر لوپ کو مخالف سمت میں حرکت دی جائے تو الیکٹرک کرنٹ کی سمت بھی بدل جاتی ہے، جو گیلوانو میٹر کی سوئی کے مخالف سمت میں جھکنے سے ظاہر ہوتی ہے۔ پیدا ہونے والے الیکٹرک کرنٹ کی مقدار اس بات پر منحصر ہوتی ہے کہ تار کتنی تیزی سے حرکت کر رہی ہے اور لوپ میں موجود رزسٹنس کتنی ہے۔ اگر ہم مختلف رزسٹرز جوڑ کر لوپ کی رزسٹنس بدلیں اور ہر بار لوپ کو ایک ہی سپیڈ سے حرکت دیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ الیکٹرک کرنٹ I اور رزسٹنس R کا حاصل ضرب ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ یعنی:

$$I \times R = \text{مستقل}$$

یہ مستقل قیمت ہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کہلاتی ہے۔ جب سرکٹ مکمل ہوتا ہے تو یہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف الیکٹرک کرنٹ کو بہنے پر مجبور کرتی ہے۔

انڈیوسڈ کرنٹ کو درج ذیل طریقوں سے بڑھایا جاسکتا ہے:

1۔ زیادہ طاقتور میگنیٹک فیلڈ استعمال کر کے

2۔ لوپ کو زیادہ تیزی سے حرکت دے کر

3۔ ایک لوپ کی بجائے زیادہ ٹرنز والی کوائل استعمال کر کے

یہ تجربہ ایک اور طریقے سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ میں لوپ کو حرکت دینے کی بجائے لوپ کو ساکن رکھیں اور میگنیٹ کو حرکت دیں۔ دونوں صورتوں میں نتیجہ ایک ہی حاصل ہوتا ہے۔ اس سے یہ بات ثابت ہوتی ہے کہ لوپ اور میگنیٹ کے درمیان باہمی حرکت ہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا کرتی ہے۔ سادہ الفاظ میں اس حرکت کی وجہ سے لوپ کے اندر میگنیٹک فلکس میں تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔

میگنیٹک فلکس سے مراد کسی مخصوص ایریا سے گزرنے والی میگنیٹک فیلڈ لائینز کی تعداد ہے۔

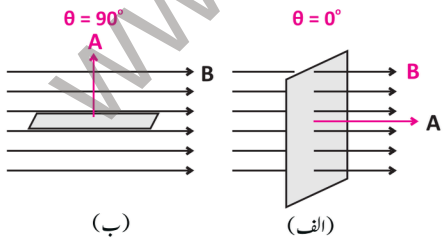
میگنیٹک فلکس (ϕ) برابر ہے:

$$\phi = B\,A\cos\theta \qquad \text{.... (18.1)}$$

یہاں پر: کوائل کا ایریا = A ؛ میگنیٹک فیلڈ کی شدت = B

میگنیٹک فیلڈ اور کوائل کے نارمل کے درمیان اینگل = θ

میگنیٹک فلکس کا یونٹ ویبر (weber) ہے۔



جب 1T (ٹیسلا) کا میگنیٹک فیلڈ 1 مربع میٹر کے ایریا سے عموداً گزرتا ہے تو میگنیٹک فلکس 1Wb کے برابر ہوتا ہے۔

شکل 18.3: کسی سطح سے گزرتا ہوا میگنیٹک فلکس
(الف) زیادہ سے زیادہ (ب) صفر

حسابی طور پر اسے یوں لکھا جاتا ہے: $1\text{Wb} = 1\text{T m}^2$

میگنیٹک فلکس زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے جب A اور B کے درمیان اینگل $0°$ ہو (شکل 18.3-الف) اور جب A اور B کے درمیان اینگل $90°$ ہو تو فلکس صفر ہو جاتا ہے (شکل 18.3-ب)۔

www.ilmkidunya.com

فیراڈے کا الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن کا قانون (Faraday's Law of Electromagnetic Induction)

کسی بھی کنڈکٹنگ کوائل کے N لوپس میں پیدا ہونے والی اوسط انڈیوسڈ emf میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کی شرح کے نیگیٹیو کے برابر ہوتی ہے۔

حسابی طور پر:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad \text{.....} \quad (18.2)$$

یہاں پر: میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کی شرح $= \Delta\phi/\Delta t$ ؛ کوائل میں ٹرنز کی تعداد $= N$ ؛ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف $= \varepsilon$

نیگیٹیو کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف اس وجہ کی مخالفت کرتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتی ہے۔

مثال 18.1: ایک کوائل جس میں 25 ٹرنز ہیں، اس میں 0.20 s کے لیے 2.5 V کی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہے۔ اگر اس وقفے کے دوران ای۔ایم۔ایف مستقل رہے تو میگنیٹک فلکس میں کل تبدیلی ($\Delta\phi$) معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $\Delta t = 0.20$ s ؛ وقت کا وقفہ $\varepsilon = 2.5$ V ؛ انڈیوسڈ ای۔ایم۔الف $N = 25$ ؛ ٹرنز کی تعداد

معلوم کرنا: $\Delta\phi = ?$ میگنیٹک فلکس میں تبدیلی

فارمولا: $\varepsilon = (N \times \Delta\phi) / \Delta t$

$\Delta\phi$ معلوم کرنے کے لیے: $\Delta\phi = (\varepsilon \times \Delta t) / N$

قیمتیں درج کرنے سے: $\Delta\phi = (2.5 \times 0.20) / 25$

$\Delta\phi = 0.5 / 25 = 0.02$ Wb

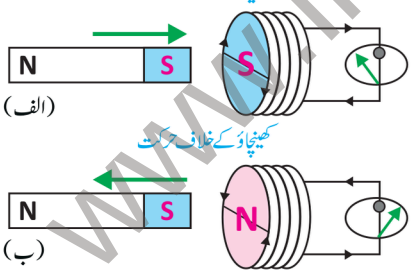
انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کی مقدار اور سمت (لینز کا قانون)

Magnitude and Direction of Induced e.m.f (Lenz's Law)

لینز کا قانون الیکٹرومیگنیٹزم کا ایک بنیادی اصول ہے یہ انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت بیان کرتا ہے، جو میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کے نتیجے میں پیدا ہوتا ہے۔ اس قانون کے مطابق:

انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت ہمیشہ اس وجہ کے مخالف ہوتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتا ہے۔

یہ قانون دراصل انرجی کے کنزرویشن کے قانون کا براہِ راست نتیجہ ہے۔ اگر انڈیوسڈ کرنٹ، تبدیلی کی مخالفت کرنے کے بجائے اسے مزید بڑھائے تو انرجی میں مسلسل اضافہ ہوتا رہے گا، جو کہ ناممکن ہے۔ جب کسی کنڈکٹر کے قریب میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی آتی ہے، چاہے یہ تبدیلی کسی حرکت کرتے ہوئے میگنیٹ، بدلتی ہوئی الیکٹرک کرنٹ یا کوائل کی سمت میں تبدیلی کی وجہ سے ہو تو ایک الیکٹرو موٹیو فورس (ای۔ایم۔ایف) پیدا ہوتی ہے، جو سرکٹ میں کرنٹ کو بہنے پر مجبور کرتی ہے۔ اس کرنٹ کی سمت مخصوص ہوتی ہے، بلکہ یہ ایسا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتی ہے جو اصل میگنیٹک فلکس میں



شکل 18.4: لینز کا قانون

کیا آپ جانتے ہیں؟

- صرف ایک میگنیٹ کو کوائل کے اندر یا اس کے پاس حرکت دینے سے کرنٹ پیدا کیا جا سکتا ہے۔
- جتنی تیزی سے آپ کوائل میں میگنیٹک فیلڈ کو بدلیں گے اتنا ہی زیادہ کرنٹ پیدا ہوگا۔ اسی لیے تیزی سے گھومنے والے جنریٹر زیادہ کرنٹ پیدا کرتے ہیں۔

www.ilmkidunya.com

ہونے والی تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے۔مثال کے طور پر اگر ایک میگنیٹ کو کوائل کی طرف دھکیلا جائے تو کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ ایسا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنیٹ کو دھکیلتا ہے اور اس کی حرکت کی مزاحمت کرتا ہے(شکل 18.4-الف)۔اسی طرح اگر میگنیٹ کو کوائل سے دُور کھینچا جائے تو انڈیوسڈ کرنٹ ایسا فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنیٹ کو اپنی طرف کھینچتا ہے اور یوں دوبارہ اس حرکت کی مخالفت کرتا ہے(شکل 18.4-ب)

ذہنی آزمائش

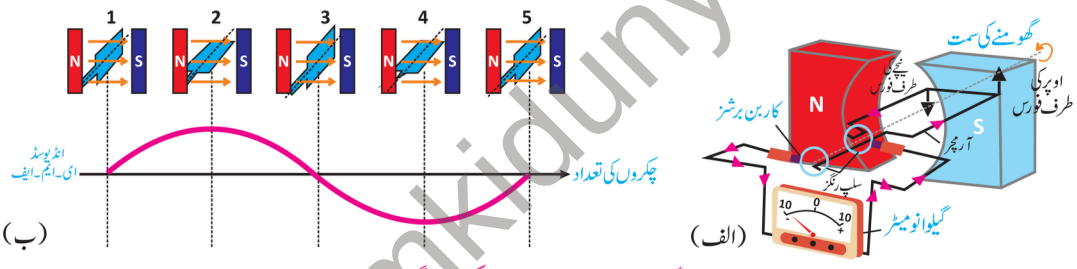
اگر ہم میگنیٹ کو کوائل کے قریب حرکت دینا بند کر دیں تو پیدا ہونے والا کرنٹ کیا ہوگا؟

دلچسپ معلومات

جتنی تیزی سے ہم میگنیٹ کو کوائل کے اندر حرکت دیتے ہیں اتنی ہی زیادہ وولٹیج کی ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہیں۔

18.2 اے۔سی جنریٹر (A.C Generator)

اے۔سی جنریٹر ایک ایسا آلہ ہے جو الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کی مدد سے مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔اس کی سب سے سادہ صورت میں ایک مستطیل شکل کی کوائل مستقل میگنیٹ کے پولز کے درمیان رکھی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔یہ کوائل دو سلِپ رِنگز سے منسلک ہوتی ہے جو کوائل کے ساتھ ہی گھومتی ہیں، جبکہ کاربن برشز ساکن رہتے ہیں اور سلِپ رِنگز کے ساتھ منسلک رہ کر پیدا ہونے والے الیکٹرک کرنٹ کو بیرونی سرکٹ تک منتقل کرتے ہیں۔



شکل 18.5: ایک A.C جنریٹر اور کرنٹ کا گراف

دلچسپ معلومات

جنریٹر ایک کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں گھما کر کام کرتا ہے۔اس کے گھومنے سے الیکٹرسٹی پیدا ہوتی ہے، جو شہروں کو روشن رکھتی ہے۔

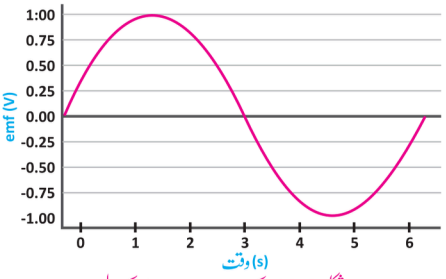
جب کوائل گھومتی ہے تو وہ میگنیٹک فیلڈ میں حرکت کرتی ہے اور میگنیٹک فورس کی لائینز کو عبور کرتی ہے۔اس حرکت کے نتیجے میں کوائل کے سروں کے درمیان الیکٹرو موٹیو فورس پیدا ہو جاتی ہے۔جتنی تیزی سے کوائل گھومتی ہے ، اتنی ہی تیزی سے وہ میگنیٹک فیلڈ کو عبور کرتی ہے ، اور یوں انڈیوسڈ وولٹیج کی مقدار زیادہ ہو جاتی ہے۔یہ انڈیوسڈ وولٹیج (ای۔ایم۔ایف) گھومنے کے دوران مسلسل بدلتی رہتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5 (ب) میں دکھایا گیا ہے۔جب کوائل عموداً (Vertical) حالت میں ہوتی ہے تو وہ میگنیٹک فیلڈ لائینز کے ساتھ ساتھ حرکت کرتی ہے اور کوئی میگنیٹک فلکس عبور نہیں کرتی، لہٰذا اس حالت میں ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔جیسے ہی کوائل گھوم کر افقی (Horizontal) حالت میں آتی ہے، وہ میگنیٹک فیلڈ لائینز کو زیادہ سے زیادہ سپیڈ سے عبور کرتی ہے، جس کے نتیجے میں زیادہ سے زیادہ وولٹیج پیدا ہوتی ہے۔آدھا چکر مکمل ہونے کے بعد کوائل کی حرکت کی سمت بدل جاتی ہے، جس کی وجہ سے وولٹیج کی پولیریٹی (Polarity) بھی تبدیل ہوتی ہے۔یوں پیدا ہونے والی وولٹیج ایک بار پوزیٹیو اور ایک بار نیگیٹیو ہو جاتی ہے، جسے آلٹرنیٹنگ وولٹیج کہتے ہیں۔اس مسلسل سمت کی تبدیلی کے نتیجے میں آلٹرنیٹ کرنٹ پیدا ہوتا ہے، جو بیرونی سرکٹ میں آگے پیچھے بہتا ہے۔وولٹیج کے گراف کی شکل سائن ویو (Sine wave) ہوتی ہے اور کوائل کے ہر مکمل چکر پر ایک مکمل ویو بنتی ہے۔ایک

www.ilmkidunya.com

سیکنڈ میں مکمل ہونے والے چکروں کی تعداد کو فریکوینسی کہتے ہیں، جس کا یونٹ ہرٹز (Hz) ہے۔

مثال کے طور پر اگر کوائل 1s میں ایک چکر لگائے تو فریکوینسی 1 Hz ہوگی، اور اگر 1s میں 50 دفعہ چکر لگائے تو فریکوینسی 50 Hz ہوگی، جو پاکستان سمیت کئی ممالک میں A.C مینز (Mains) کی فریکوینسی ہے۔ فیراڈے کے قانون الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کے مطابق، جب کسی کوائل سے گزرنے والے میگنیٹک فِلکس میں تبدیلی آتی ہے تو اس میں ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہے۔ پیدا ہونے والی ای۔ایم۔ایف کی مقدار اس بات پر منحصر ہوتی ہے کہ کوائل میگنیٹک فیلڈ کو کس سپیڈ سے عبور کر رہی ہے۔

شکل 18.6 میں دکھایا گیا ہے کہ ایک سادہ اے۔سی جنریٹر میں کوائل کے گھومنے کے دوران ای۔ایم۔ایف وقت کے ساتھ کیسے بدلتی ہے۔



شکل 18.6: ایک سادہ اے سی جنریٹر کے لیے e.m.f. اور وقت کا گراف

یہ گراف ایک واضح سائنوسائیڈل (Sinusoidal) پیٹرن دکھاتا ہے، جو پیدا ہونے والی اے۔سی وولٹیج کی متبادل نوعیت کو ظاہر کرتا ہے۔ جب کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے تو ای۔ایم۔ایف زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے، کیونکہ اس حالت میں میگنیٹک فیلڈ لائینز سب سے زیادہ عبور ہوتی ہیں۔ جب کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے تو ای۔ایم۔ایف صفر ہو جاتی ہے، کیونکہ اس حالت میں کوئی میگنیٹک فلکس عبور نہیں ہوتا۔ جیسے جیسے کوائل گھومتی رہتی ہے، ہر آدھے چکر کے بعد ای۔ایم۔ایف کی سمت بدل جاتی ہے اور یوں آلٹرنیٹنگ کرنٹ پیدا ہوتا رہتا ہے۔

کوائل کی پوزیشن اور ای۔ایم۔ایف:

- 0 اور π ریڈینز (Radian) یا 0° اور 180° پر کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔
- π/2 اور 3π/2 ریڈینز یا 90° اور 270° پر کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے۔
- π/2 پر ای۔ایم۔ایف پوزیٹیو اور زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔
- 3π/2 پر کوائل کی حرکت کی سمت بدلنے کی وجہ سے ای۔ایم۔ایف نیگیٹیو اور زیادہ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔

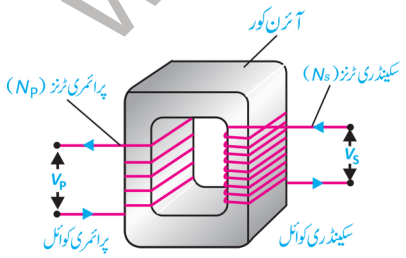
یہ عمل بار بار دہرایا جاتا ہے، جس کے نتیجے میں وہی اے۔سی ویوفارم (Waveform) بنتی ہے جو وقت کے ساتھ پوزیٹیو اور نیگیٹیو قدروں کے درمیان بدلتی رہتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

اے سی جنریٹر میں ہر آدھا چکر مکمل ہونے پر کوائل کی سمت بدلنے سے وولٹیج کی سمت بھی بدل جاتی ہے، اسی وجہ سے اسے آلٹرنیٹنگ کرنٹ کہا جاتا ہے۔ سلپ رِنگز جنریٹر میں گھومتی ہوئی کوائل کے ساتھ مسلسل الیکٹریکل رابطہ قائم رکھتے ہیں اور ساتھ ہی کرنٹ کو ازخود بدلتی ہوئی سمت میں بہنے دیتے ہیں۔

18.3 ٹرانسفارمر (Transformer)

ٹرانسفارمر ایک ایسا آلہ ہے جو A.C سرکٹ میں وولٹیج کو بڑھانے یا کم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ آلہ پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کے درمیان کسی بھی براہِ راست الیکٹریکل کنکشن کے بغیر کام کرتا ہے۔ شکل 18.7 میں ایک سادہ ٹرانسفارمر دکھایا گیا ہے۔ اس میں تار کی دو کوائلز ہوتی ہیں۔ پرائمری کوائل جس میں N_P ٹرنز ہوتی ہیں۔ سیکنڈری کوائل جس میں N_S ٹرنز ہوتی ہیں دونوں کوائلز سافٹ آئرن کور (Core) پر لپٹی ہوتی ہیں جو ایک کوائل سے



شکل 18.7: ایک سادہ ٹرانسفارمر کی بناوٹ، جس میں پرائمری اور سیکنڈری کوائلز آئرن کور کے گرد لپٹی ہوئی دکھائی گئی ہیں

www.ilmkidunya.com

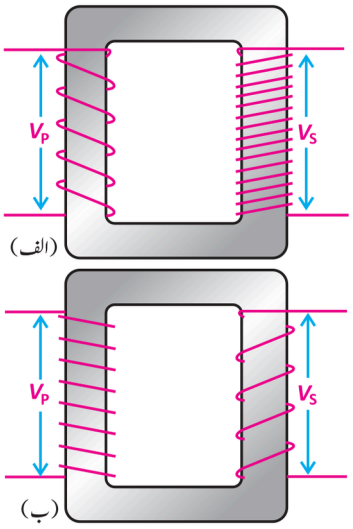
دوسری کوائل تک میگنیٹک فیلڈ کو منتقل کرنے میں مدد دیتی ہے۔
جب پرائمری کوائل کو متبادل وولٹیج V_P دی جاتی ہے تو اس میں آلٹرنیٹنگ الیکٹرک کرنٹ I_P بہنے لگتا ہے ۔ یہ الیکٹرک کرنٹ آئرن کور میں ایک بدلتا ہوا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ یہ میگنیٹک فیلڈ آئرن کور کے ذریعے سیکنڈری کوائل سے گزرتا ہے، جہاں یہ ایک آلٹرنیٹنگ وولٹیج V_S پیدا کرتا ہے ۔ نتیجتاً ، سیکنڈری سرکٹ میں الیکٹرک کرنٹ بہنے لگتا ہے۔ یہاں یہ بات اہم ہے کہ پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کے درمیان کوئی براہِ راست الیکٹریکل کنکشن نہیں ہوتا۔ انرجی پرائمری کوائل سے سیکنڈری کوائل تک میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ٹرانسفارمر میں آنے والی بھنبھناہٹ کی ساؤنڈ آئرن کور کی 50 یا 60 Hz پر ہونے والی ہلکی وائبریشن بدلتے ہوئے میگنیٹک فیلڈ کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے نہ کہ براہ راست کرنٹ کی وجہ سے۔

سٹیپ اَپ اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز
(Step-up and Step-down Transformers)

A.C سرکٹس میں وولٹیج کو بڑھانے یا کم کرنے کے لیے ٹرانسفارمرز کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جب سیکنڈری کوائل میں پرائمری کوائل سے زیادہ ٹرنز ہوتی ہیں تو ٹرانسفارمر آؤٹ پٹ وولٹیج بڑھاتا ہے، اسے سٹیپ اپ ٹرانسفارمر کہا جاتا ہے (شکل 18.8-الف)۔ اس کے برعکس جب سیکنڈری کوائل میں پرائمری سے کم ٹرنز ہوتی ہیں تو آؤٹ پٹ وولٹیج کم ہو جاتا ہے اور اسے سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر کہا جاتا ہے (شکل 18.8-ب)۔



شکل 18.8: (الف) سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر (ب) سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر

کوائل میں ٹرنز اور وولٹیج کے درمیان یہ تعلق درج ذیل مساوات کے ذریعے بیان کیا گیا ہے:

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} \quad \text{.....} \quad (18.3)$$

اس مساوات کو ٹرنز کا تناسب ٹرنز ریشو (Turns-ratio) کے نام سے جانا جاتا ہے۔

یہاں پر : سیکنڈری کوائل کے سروں پر وولٹیج V_S ؛ پرائمری کوائل کے سروں پر وولٹیج V_P =

اور سیکنڈری کوائل میں ٹرنز کی تعداد N_S ؛ پرائمری کوائل میں ٹرنز کی تعداد N_P =

یہ مساوات ظاہر کرتی ہے کہ وولٹیج کا تناسب براہِ راست کوائلز میں ٹرنز کی تعداد کے تناسب کے برابر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر پرائمری کوائل میں 5 ٹرنز اور سیکنڈری کوائل میں 10 ٹرنز ہوں تو آؤٹ پُٹ وولٹیج اِن پُٹ وولٹیج سے دوگنا ہو جائے گی۔

دلچسپ معلومات

سٹیپ اَپ ٹرانسفارمرز زیادہ فاصلے تک ترسیل کے لیے وولٹیج کو بڑھا دیتے ہیں جبکہ سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز ہمارے گھروں میں استعمال کے لیے وولٹیج کو محفوظ حد تک کم کر دیتے ہیں۔

مثال 18.2: الیکٹریسٹی کو 20,000 V کی وولٹیج اور 5 A کے کرنٹ پر ایسی پاور کیبلز کے ذریعے منتقل کیا جاتا ہے جن کی رزسٹنس 10 Ω ہے۔ کیبلز میں ہونے والا پاور کا ضیاع معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: رزسٹنس $R = 10\ \Omega$ ؛ کرنٹ $I = 5\ A$ ؛ وولٹیج $V = 20{,}000\ V$

معلوم کرنا: پاور $P = ?$

www.ilmkidunya.com

ہم جانتے ہیں کہ: $P = I^2 R$

قیمتیں درج کرنے سے: $P = (5)^2 \times 10$

$P = 25 \times 10 = 250\ W$

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

18.1 آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی ویوفارم کس شکل کی دکھائی دیتی ہے؟

(الف) ایک سیدھی متوازی لائن (ب) ایک مربع نما ویو (ج) ایک سائن ویو (د) ایک پلس

18.2 اگر کسی کوائل میں میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کی سپیڈ بڑھادی جائے تو انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف:

(الف) کم ہو جائے گی (ب) وہی رہے گی (ج) بڑھ جائے گی (د) صفر ہو جائے گی

18.3 ایک اے۔سی جنریٹر میں سلپ رنگز کا استعمال کیا جاتا ہے:

(الف) کرنٹ کی سمت کو وقفے وقفے سے بدلنے کے لیے (ب) اے۔سی کو ڈی۔سی میں تبدیل کرنے کے لیے

(ج) انڈیوسڈ کرنٹ کو روکنے کے لیے (د) میگنیٹک فلکس بڑھانے کے لیے

18.4 سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں سیکنڈری کوائل کی ٹرنز کی تعداد ہوتی ہے:

(الف) پرائمری کوائل سے زیادہ (ب) پرائمری کوائل کے برابر

(ج) پرائمری کوائل سے کم (د) ہمیشہ صفر

18.5 ٹرانسفارمر میں انرجی پرائمری کوائل سے سیکنڈری کوائل تک کس ذریعے سے منتقل ہوتی ہے؟

(الف) براہِ راست الیکٹرک کنکشن سے (ب) آئرن کور میں میگنیٹک فیلڈ سے

(ج) کور کے ذریعے الیکٹرونز کے بہاؤ سے (د) حرارت کی کنڈکشن سے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

18.1 کوائل کے ذریعے میگنیٹ کی حرکت کی سپیڈ، پیدا شدہ وولٹیج کے سائز کو کس طرح متاثر کرتی ہے؟

18.2 لینز کے قانون کے مطابق انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت کیا ہوتی ہے؟

18.3 اے۔سی جنریٹر میں سلپ رِنگز کیوں استعمال کیے جاتے ہیں؟

18.4 اے۔سی جنریٹر میں انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کب صفر ہوتی ہے؟

18.5 ٹرانسفارمر کیا ہے اور یہ کس اصول پر کام کرتا ہے؟

18.6 ٹرانسفارمر میں آئرن کور کا کیا کردار ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

18.1 جب کسی کوائل میں میگنیٹ کو تیزی سے داخل کیا جائے تو زیادہ ای۔ایم۔ایف کیوں پیدا ہوتی ہے؟

سپیڈ انڈیوسڈ کرنٹ کی مقدار کو کیوں متاثر کرتی ہے؟

www.lmkidunya.com

18.2 ٹرانسفارمر میں لکڑی یا پلاسٹک کے بجائے آئرن کور کیوں استعمال کی جاتی ہے؟ مختصراً وضاحت کریں۔

18.3 ٹرانسفارمر صرف اے۔سی پر کیوں کام کرتا ہے، ڈی۔سی پر کیوں نہیں؟

18.4 کیا ٹرانسفارمر الیکٹریکل انرجی کو ایک کوائل سے دسری کوائل میں منتقل کرتا ہے؟ مختصراً وضاحت کریں۔

4۔ تفصیلی سوالات

18.1 وضاحت کریں کہ لینز کا قانون انرجی کنزرویشن کے قانون کی کس طرح حمایت کرتا ہے۔ اپنی وضاحت کے لیے ایک عملی مثال دیں۔

18.2 اے۔سی جنریٹر کے کام کرنے کے عمل کی وضاحت کریں۔ اس میں شامل پارٹس؛ الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے کردار اور یہ آلہ کس طرح کرنٹ پیدا کرتا ہے جو اپنی سمت بدلتا رہتا ہے، کی وضاحت کریں۔

18.3 سٹیپ اَپ اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز کا موازنہ کریں۔ ٹرنز کی تعداد، وولٹیج، اور یہ فرق بھی شامل کریں کہ ہر ایک کہاں استعمال ہوتا ہے؟

5۔ حسابی سوالات

18.1 ایک کوائل جس میں 50 مضبوطی سے لپٹی ہوئی ٹرنز ہیں، اس میں میگنیٹک فِلکس 0.3 Wb سے بڑھ کر 0.8 Wb ہو جاتی ہے، جبکہ وقت 0.4 s ہے۔ کوائل میں پیدا ہونے والی اوسط انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف معلوم کریں۔ (-62.5 V)

18.2 0.2 m ریڈیس اور 5 Ω رزسٹنس والا ایک گول لوپ، 0.5 T کے میگنیٹک فیلڈ کے عموداً رکھا گیا ہے۔ اگر فیلڈ 0.1 s میں صفر ہو جائے تو معلوم کریں:

(الف) انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف (ب) انڈیوسڈ کرنٹ اور اس کی سمت (فرض کریں فیلڈ پیپر کے اندر کی طرف ہے)

(0.63 V, 0.126 A)

18.3 ایک ٹرانسفارمر میں پرائمری ٹرنز کی تعداد 500 اور سیکنڈری ٹرنز کی تعداد 100 ہے۔ اگر پرائمری وولٹیج 220 V ہو تو معلوم کریں:

(الف) سیکنڈری وولٹیج (ب) یہ ٹرانسفارمر سٹیپ اَپ ہے یا سٹیپ ڈاؤن؟

(44 V, سٹیپ ڈاؤن $(V_s<V_p)$)

18.4 ایک سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر میں ٹرنز کا تناسب 2:100 ہے۔ اگر پرائمری کوائل پر 25 V لگائی جائے تو سیکنڈری وولٹیج کیا ہو گی؟

(1250 V)

18.5 ایک سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں ٹرنز کا تناسب 100:5 ہے۔ اگر پرائمری کوائل پر A.C 190 V وولٹیج لگائی جائے تو سیکنڈری کوائل میں سے گزرنے والی وولٹیج معلوم کریں۔ (9.5 V)

www.ilmkidunya.com