

برقی ادوار

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

عنوان

1	بنیاد	1
4	قانون اویم	1.1

باب 1

بنیاد

اس کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی¹ استعمال کی جائے گی جس کے چند بنیادی اکائیاں کلوگرام (kg)، میٹر (m)، سیکنڈ (s) اور کیلون (K) ہیں۔ ان اکائیوں کے ساتھ عموماً شکل 1.1 میں دکھائے گئے ضریبے استعمال کئے جاتے ہیں جن سے آپ بخوبی واقف ہیں۔

اس کتاب میں برقی بار² اور برقی دو³ کلیدی کردار ادا کریں گے۔ برقی بار کی اصطلاح کو چھوٹا کر کے صرف برق یا صرف بار کی اصطلاح استعمال کی جائے گی جبکہ برقی رو کی اصطلاح کو چھوٹا کر کے رو کی اصطلاح استعمال کی جائے گی۔ برقی بار کے حرکت کو برقی رو کہتے ہیں۔ چونکہ بار کی حرکت سے توانائی ایک مقام سے دوسرے مقام منتقل ہوتی ہے لہذا ہماری دلچسپی کا مرکز برقی رو ہوگی۔

موصل تار کی مدد سے برقی پرزہ جات کو مختلف انداز میں آپس میں جوڑنے سے برقی دور⁴ حاصل ہوتا ہے۔ جیسے پائپ سے پانی کو ایک مقام سے دوسرے مقام تک منتقل کیا جاتا ہے، بالکل اسی طرح برقی دور میں ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک بار موصل تار کے ذریعہ پہنچایا جاتا ہے۔ یوں اگر پانی کو بار تصور کیا جائے تو حرکت کرتے پانی کو برقی رو تصور کیا جائے گا جبکہ موصل تار کو پائپ تصور کیا جائے گا۔ برقی ادوار سمجھنے میں یہ مشابہت مددگار ثابت ہوتی ہے۔

کسی بھی نقطے پر برقی رو سے مراد اس نقطے سے فی سیکنڈ گزرتا بار ہے۔ رو اور بار کے تعلق کو تفوقی⁵ صورت میں یوں

$$(1.1) \quad i = \frac{dq}{dt}$$

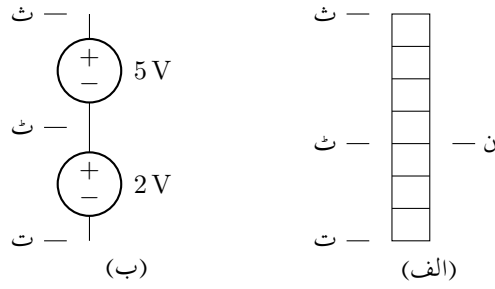
اور تکملہ صورت⁶ میں یوں

$$(1.2) \quad q = \int_{-\infty}^t i dt$$

SI system¹
electric charge²
electric current³
electric circuit⁴
differential form⁵
integral form⁶

10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁰	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²
p	n	μ	m		k	M	G	T
pico	nano	micro	milli		kilo	mega	giga	tera
پیکو	نینو	مائیکرو	میلی		کلو	میگا	گیگا	ٹیرا

شکل 1.1: بین الاقوامی نظام اکائی کے ضریبے۔



شکل 1.2: برقی دباؤ میں نقطہ حوالہ کی اہمیت۔

لکھا جاسکتا ہے جہاں برقی بار کو q سے ظاہر کیا گیا ہے اور برقی رو کو i سے ظاہر کیا گیا ہے۔ بدلتے متغیرات کو انگریزی کے چھوٹے حروف تہجی مثلاً i یا q سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ غیر متغیر مقدار کو انگریزی کے بڑے حروف تہجی سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں غیر متغیر رو کو I اور غیر متغیر بار کو Q سے ظاہر کیا جائے گا۔

بار کی اکائی کو کولمب⁷ کہتے ہیں جسے C کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ رو کی اکائی کو ایمپیئر⁸ کہتے ہیں۔ ایمپیئر کی علامت A ہے۔ اگر تار سے ایک سیکنڈ دورانے میں ایک کولمب کا بار گزر رہا ہو تب تار میں ایک ایمپیئر کی برقی رو پائی جائے گی۔

روایتی طور پر یہ تصور کیا جاتا تھا کہ مثبت بار کے حرکت سے برقی رو پیدا ہوتی ہے۔ اب ہم جانتے ہیں کہ حقیقت میں موصل تار میں مثبت ایٹم ساکن ہوتے ہیں اور آزاد منفی الیکٹران کے حرکت سے رو پیدا ہوتی ہے۔ اس حقیقت کے باوجود، تصور کیا جاتا ہے کہ مثبت بار کی حرکت برقی رو کو جنم دیتی ہے۔ شکل۔ الف میں فی سیکنڈ $3C$ کا بار بائیں سے دائیں جانب منتقل ہو رہا ہے جبکہ شکل۔ ب میں فی سیکنڈ $2C$ کا بار دائیں سے بائیں جانب منتقل ہو رہا ہے۔ یوں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ برقی رو کی مقدار اور سمت دونوں بیان کرنا ضروری ہیں۔

غیر متغیر برقی رو کو یک سمتی دو⁹ کہتے ہیں۔ یک سمتی رو کی مقدار وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی۔ وقت کے ساتھ تبدیل ہوتی برقی رو کو بدلتی دو¹⁰ کہتے ہیں۔ ان دونوں کو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ موبائل کی بیٹری یک سمتی رو پیدا کرتی ہے جبکہ گھریلو پنکھا بدلتی رو سے چلتا ہے۔

عام زندگی میں اونچائی کو زمین سے ناپا جاتا ہے جہاں زمین کی اونچائی صفر کے برابر لی جاتی ہے۔ یوں اونچائی کے ناپ میں زمین کو نقطہ حوالہ¹¹ لیا جاتا ہے۔ شکل 1.2-الف میں سات منزلہ عمارت دکھائی گئی ہے۔ اگر زمین نقطہ ت پر ہو تب نقطہ ن مثبت تین پڑھا جاسکتا ہے۔ اس کے برعکس اگر زمین نقطہ ٹ پر ہو تب نقطہ ن زمین یعنی صفر پر ہے جبکہ زمین نقطہ ٹ پر ہونے کی صورت میں نقطہ ن منفی چار پر ہوگا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ نقطہ ن کی حتمی اونچائی کوئی معنی نہیں رکھتی۔ اونچائی صرف اس صورت میں معنی خیز ہوتی ہے جب نقطہ حوالہ بھی بیان کیا جائے۔ برقی دباؤ بھی بالکل اونچائی کی طرح ناپی جاتی ہے۔ یوں شکل 1.2-ب میں نقطہ ت کے حوالے سے نقطہ ٹ مثبت دو وولٹ $2V$ پر ہے جبکہ نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ٹ منفی پانچ وولٹ $-5V$ پر ہے۔ اسی طرح نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ت $-2V$ پر اور نقطہ ٹ $5V$ پر ہیں۔ نقطہ ت کے حوالے سے نقطہ ٹ $7V$ پر ہے جبکہ نقطہ ٹ کے حوالے سے نقطہ ت $-7V$ پر ہے۔ یاد رہے کہ نقطہ حوالہ کی برقی دباؤ صفر تصور کی جاتی ہے۔

برقی دباؤ کی قیمت بھی بیان کرتے ہوئے ضروری ہے کہ نقطہ حوالہ بیان کیا جائے۔ برقی دور میں دباؤ کی نشاندہی کرتے ہوئے نقطہ حوالہ کو منفی کی علامت $(-)$ سے ظاہر کیا جاتا ہے جبکہ مطلوبہ نقطے کو مثبت علامت $(+)$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ شکل 1.3-الف میں یوں ٹنگی تار نقطہ حوالہ ہے۔ یوں اگر $V_1 = 4V$ ہو تب ٹنگی تار کی نسبت سے بالائی تار مثبت چار وولٹ پر ہوگا۔ اسی طرح $V_1 = -7V$ کی صورت میں ٹنگی تار کی نسبت سے بالائی تار منفی سات وولٹ پر ہوگا جس کا مطلب ہے کہ بالائی تار کو حوالہ لیتے ہوئے ٹنگی تار کی برقی دباؤ مثبت سات وولٹ ہوگی۔ شکل 1.3-ب میں ٹنگی تار کو

Coulomb⁷

Ampere⁸

direct current, DC⁹

alternating current, AC¹⁰

reference¹¹



شکل 1.3: برقی دباؤ کا اظہار۔

a نام دیا گیا ہے جبکہ بالائی تار کو b کہا گیا ہے۔ اس صورت میں نچلی تار کے حوالے سے بالائی تار کی دباؤ کو V_{ba} لکھا جاتا ہے جہاں زیر نوشت میں پہلے درکار نقطے کا نام اور بعد میں نقطہ حوالہ کا نام بیان کیا جاتا ہے۔ یوں اگر V_{ba} کی قیمت منفی ہو تب بالائی تار کے حوالے سے نچلی تار پر مثبت دباؤ ہو گا۔ برقی دور میں عموماً کسی ایک نقطے کو برقی زمین¹² چنا جاتا ہے۔ یوں مختلف مقامات کے دباؤ بیان کرتے ہوئے ہر مرتبہ برقی زمین کی نشاندہی کرنا ضروری نہیں ہوتا۔ شکل 1.4 میں برقی زمین کی علامت استعمال کی گئی ہے۔ برقی زمین کی برقی دباؤ صفر کے برابر لی جاتی ہے۔ شکل 1.4 میں بالائی تار کی برقی دباؤ $V_b = 10 \text{ V}$ لکھی جائے گی جہاں زیر نوشت میں صرف بالائی تار کی نشاندہی b لکھ کر کی گئی جبکہ برقی زمین کا کوئی ذکر نہیں کیا گیا۔

ثقلی میدان¹³ میں میکانی بار m پر قوت $F = mg$ عمل کرتا ہے جہاں $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ کے برابر ہے۔ یوں ثقلی میدان کے مخالف m کو h بلندی تک پہنچانے کی خاطر $w = Fh = mgh$ توانائی درکار ہے۔ بالکل اسی طرح برقی میدان¹⁴ E میں برقی بار q پر $F = qE$ قوت عمل کرتا ہے اور برقی میدان کے مخالف h فاصلے تک بار کو منتقل کرنے کی خاطر

$$(1.3) \quad w = qEh$$

توانائی درکار ہے۔ ابتدائی نقطے سے اختتامی نقطے تک اکائی برقی بار منتقل کرنے کے لئے درکار توانائی کو ابتدائی نقطے کے حوالے سے اختتامی نقطے کی برقی دباؤ کہا جاتا ہے۔

مثال 1.1: برقی میدان $E = 600 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ میں 0.2 C بار قوت کے مخالف 12 mm فاصلہ دور منتقل کیا جاتا ہے۔ درکار توانائی حاصل کریں۔ ابتدائی نقطہ i اور اختتامی نقطہ k کے مابین برقی دباؤ حاصل کریں۔

حل: درکار توانائی

$$w = 0.2 \times 600 \times 0.012 = 1.44 \text{ J}$$

کے برابر ہے جبکہ برقی دباؤ

$$V_{ki} = \frac{1.44}{0.2} = 7.2 \text{ V}$$

کے برابر ہے۔

مساوات 1.3 کی تفرقی صورت

$$dw = Eh dq$$

لکھی جاسکتی ہے جو چھوٹی برقی بار dq کو منتقل کرنے کے لئے درکار توانائی $d\tau w$ دیتی ہے۔ یوں اکائی بار کو منتقل کرنے کی خاطر $\frac{dw}{dq}$ توانائی درکار ہو گی جسے برقی دباؤ v کہتے ہیں یعنی

$$(1.4) \quad v = \frac{dw}{dq}$$

لکھی جاسکتی ہے۔

مساوات 1.4 کو مساوات 1.1 سے ضرب دینے سے

$$(1.5) \quad v \times i = \frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = \frac{dw}{dt} = p$$

حاصل ہوتا ہے جو طاقت p ¹⁵ کو ظاہر کرتا ہے۔ فی سیکنڈ درکار توانائی کو طاقت کہتے ہیں۔ طاقت کی اکائی واٹ W ¹⁶ ہے۔ مندرجہ بالا مساوات کی تکملہ صورت درج ذیل ہے۔

$$(1.6) \quad w = \int_{t_1}^{t_2} p \, dt = \int_{t_1}^{t_2} v i \, dt$$

1.1 قانون اوہم

آئیں ان معلومات کو مد نظر رکھتے ہوئے شکل 1.4 پر غور کریں جہاں $10 \, V$ کی منبع برقی دباؤ¹⁷ کے ساتھ $5 \, \Omega$ کی برقی مزاحمت¹⁸ جوڑی گئی ہے۔ قانون اوہم¹⁹ کے تحت اس دور میں سمت گھڑی²⁰ $2 \, A$ کی برقی رو پائی جائی گی۔ دور میں $2 \, A$ برقی رو سے مراد یہ ہے کہ دور میں کسی بھی نقطے پر اگر دیکھا جائے تو اس نقطے سے فی سیکنڈ $2 \, C$ بار گزرے گا۔ اس دور میں پچی تار کے حوالے سے بالائی تار پر مثبت دس وولٹ کی دباؤ ہے۔ یوں مزاحمت کے بالائی یعنی مثبت سرے سے مزاحمت کے نچلے یعنی منفی سرے کی جانب فی سیکنڈ دو کولمب بار منتقل ہوتا ہے۔ یہ بالکل ایسا ہی ہے جیسے نقلی میدان میں بلند مقام سے میکانی بار گر رہا ہو۔ دو کولمب کا بار دس وولٹ نیچے گرتے ہوئے $20 \, J$ کی مخفی توانائی²¹ کھوئے²² گا جو حرارتی توانائی²³ میں تبدیل ہو کر مزاحمت کو گرم کرے گی۔ ہم کہتے ہیں کہ مزاحمت میں فی سیکنڈ توانائی کا ضیاع²⁴ $20 \, J$ ہے یا کہ مزاحمت میں طاقتی ضیاع²⁵ $20 \, W$ ہے۔ مزاحمت میں طاقت کے ضیاع کو حرارتی ضیاع²⁶ اور مزاحمتی ضیاع²⁷ بھی کہتے ہیں۔

¹⁵ power

¹⁶ watt

¹⁷ voltage source

¹⁸ electrical resistance

¹⁹ Ohm's law

²⁰ clockwise

²¹ potential energy

²² مخفی توانائی کی اصطلاح خفیہ توانائی سے حاصل کی گئی ہے۔

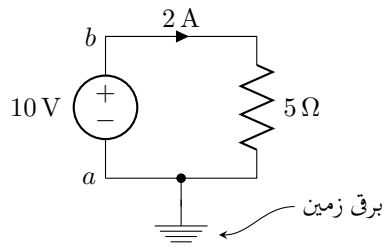
²³ thermal energy

²⁴ loss

²⁵ power loss

²⁶ thermal loss

²⁷ resistive loss



شکل 1.4: اوہم کا قانون۔

