৪৫তম বিসিএস লিখিত ফুল কোর্স

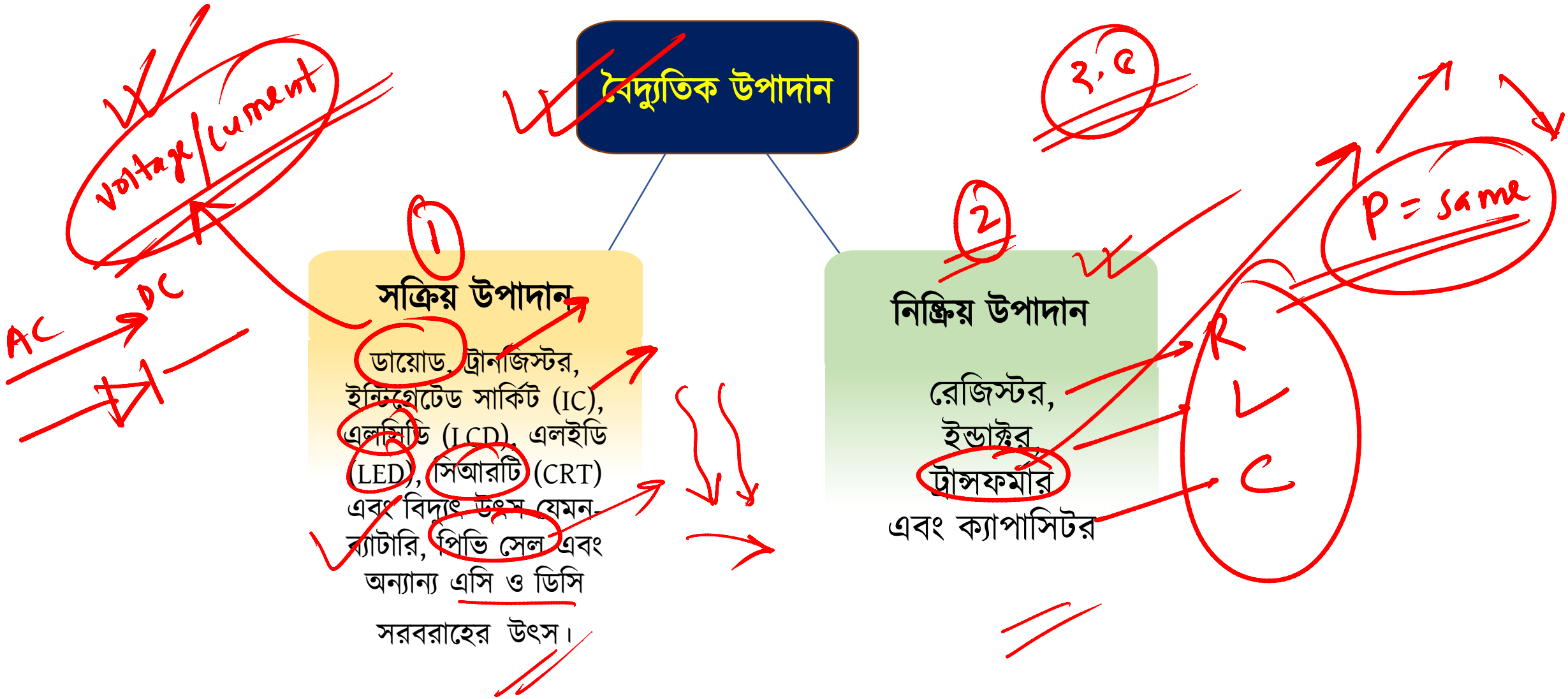
সাধারণ বিজ্ঞান

লেকচার: ০৩

টপিক: ইলেকট্রিক্যাল প্রযুক্তি (ELECTRICAL TECHNOLOGY): বৈদ্যুতিক উপাদান, ভোল্টেজ, বিদ্যুৎ প্রবাহ, ওহমের সূত্র, বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও শক্তি, তড়িৎচৌম্বক ও চৌম্বকক্ষেত্রে, তড়িৎচৌম্বক আবেশ, বর্তনী ব্রেকার, জিএফসিআই ও ফিউজ, তড়িৎক্ষমতার রাশিমালা ও শ্রেণিবর্তনী, শ্রেণিসংযোগে ভোল্টেজের উৎস, কার্শফের ভোল্টেজ সূত্র, শ্রেণিবর্তনী বিভিন্ন উপাদানের অভ্যন্তরীণ পরিবর্তন।

উত্তরণ
ক্যারিয়ার এন্ড স্কিলস একাডেমি
09666775566
www.uttoron.academy

বৈদ্যুতিক উপাদান (ELECTRICAL COMPONENTS)



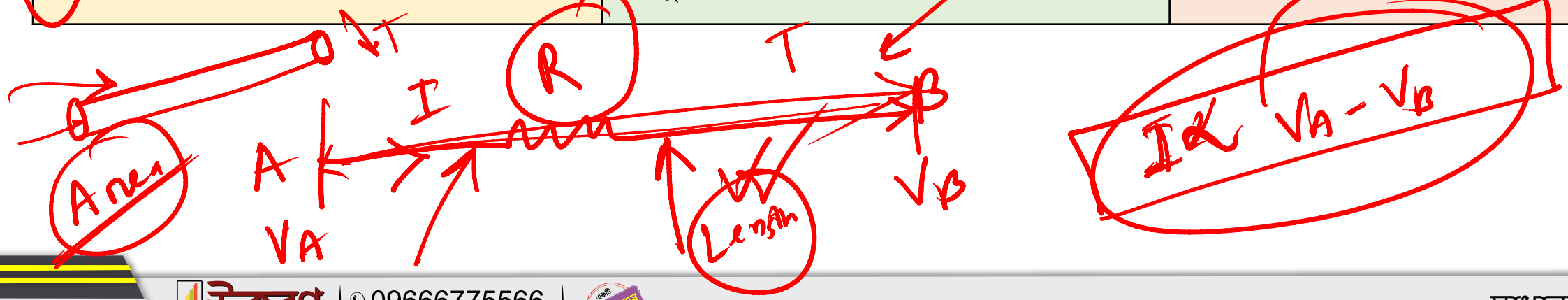
রোধ

রোধ (Resistance)

পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে রোধ বলে। একে R দ্বারা প্রকাশ করা যায়।

কোনো পরিবাহীর রোধ নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে-

১. পরিবাহীর দৈর্ঘ্য	৪. পরিবাহীর তাপমাত্রা	৭. চাপের প্রভাব
২. পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	৫. আলোকের প্রভাব	৮. পরিবাহীর বিশুদ্ধতা
৩. পরিবাহীর উপাদান	৬. চুম্বকত্বের প্রভাব	



আপেক্ষিক রোধ

একক দৈর্ঘ্য এবং একক প্রস্থচ্ছেদ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো একটি পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে অভিলম্বভাবে তড়িৎ প্রবাহিত হতে যে পরিমাণ বাধা পায়, তাকে তার আপেক্ষিক রোধ বলে। যদি A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পরিবাহীর দৈর্ঘ্য L হয় তবে আমরা পাই,

$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \rho = \frac{R \times A}{L}$

রোধ $R \propto \frac{L}{A}$ বা, $R = \rho \frac{L}{A}$ [ρ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]

MKS (Meter Kilogram Second system) পদ্ধতিতে আপেক্ষিক রোধের একক ওহম মিটার (Ω-m).

$\rho = R \times \frac{A}{L}$

$= \Omega \times \frac{m^2}{m}$

$= \Omega\text{-m}$

$\rho = R \times \frac{1}{1}$

$\rho = R$

রোধ

রোধ ও আপেক্ষিক রোধের পার্থক্য

রোধ	আপেক্ষিক রোধ
পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাধা পায় তাকে রোধ বলে।	কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রার একক দৈর্ঘ্যের ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের কোনো পরিবাহকের রোধকে ঐ পরিবাহকের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।
রোধ হয় পরিবাহকের।	নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহকের আপেক্ষিপ রোধ এর উপাদানের উপর নির্ভর করে।
রোধ পরিবাহকের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, তাপমাত্রা ও ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে।	আপেক্ষিক রোধ কেবল তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।
রোধের একক ও'হম (Ω)।	আপেক্ষিক রোধের একক ও'হম মিটার (Ωm)।

রোধ

রোধের সূত্রসমূহ:

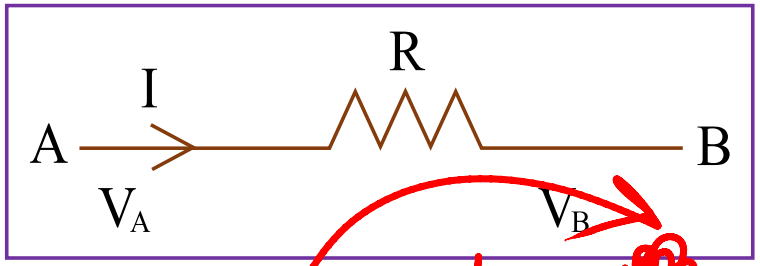
- **দৈর্ঘ্যের সূত্র:** তাপমাত্রা, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং উপাদান স্থির থাকলে কোনো একটি পরিবাহীর রোধ তার দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক। অর্থাৎ একই উপাদান ও প্রস্থচ্ছেদের লম্বা তারের রোধ বেশি এবং ছোট তারের রোধ কম। $R \propto L$ (A স্থির)।

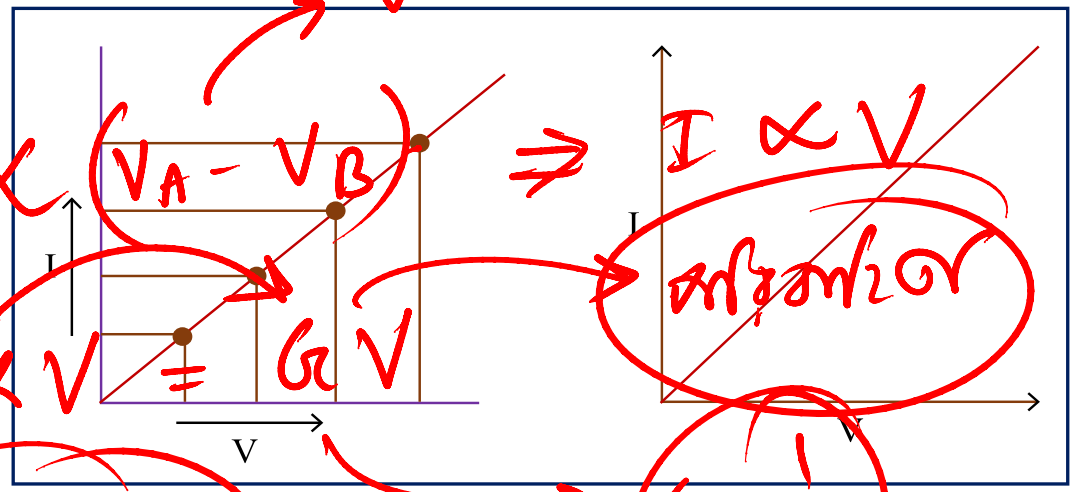
- **প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সূত্র:** তাপমাত্রা, দৈর্ঘ্য এবং উপাদান স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর রোধ তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ একই উপাদান ও দৈর্ঘ্যের সরু তারের রোধ বেশি ও মোটা তারের রোধ কম। $R \propto \frac{1}{A}$ (L স্থির)।

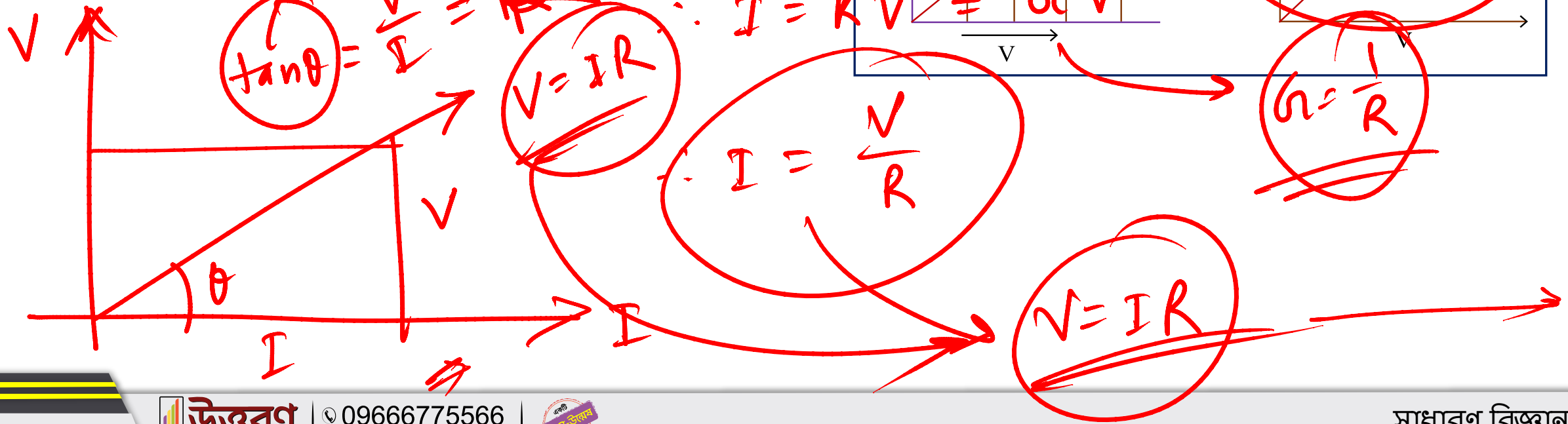
- **উপাদানের সূত্র:** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট বিভিন্ন উপাদানের পরিবাহকের রোধ বিভিন্ন হয়। অর্থাৎ দুটি ভিন্ন উপাদানে তৈরি সমান দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তার নিলে তাদের রোধ ভিন্ন হবে। তাপমাত্রা বাড়ালে প্রায় সব পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়।

ওহমের সূত্র

২। ওহমের সূত্র: তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহকের মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা পরিবাহকের দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।







বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও শক্তি

বৈদ্যুতিক শক্তি

কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে। কোনো পরিবাহক বা তড়িৎ যন্ত্রের মধ্যে দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের ফলে পরিবাহক বা তড়িৎ যন্ত্রটি কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে তড়িৎ শক্তি বা বৈদ্যুতিক শক্তি বলে। যদি V বিভব পার্থক্য বিশিষ্ট কোনো পরিবাহকের ভেতর দিয়ে t সময়ে Q পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাহলে কৃতকাজ বা ব্যয়িত শক্তি বা অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ, $W = VQ$

কোনো বাল্ব এর গায়ে 220V – 60W লেখার অর্থ হলো বাল্বটি যদি 220V বিভব পার্থক্যে সংযুক্ত করা হয় তবে বাল্বটি সবচেয়ে বেশি আলো বিকিরণ করবে এবং প্রতি সেকেন্ডে 60 Jule হারে বৈদ্যুতিক শক্তি আলো ও তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা

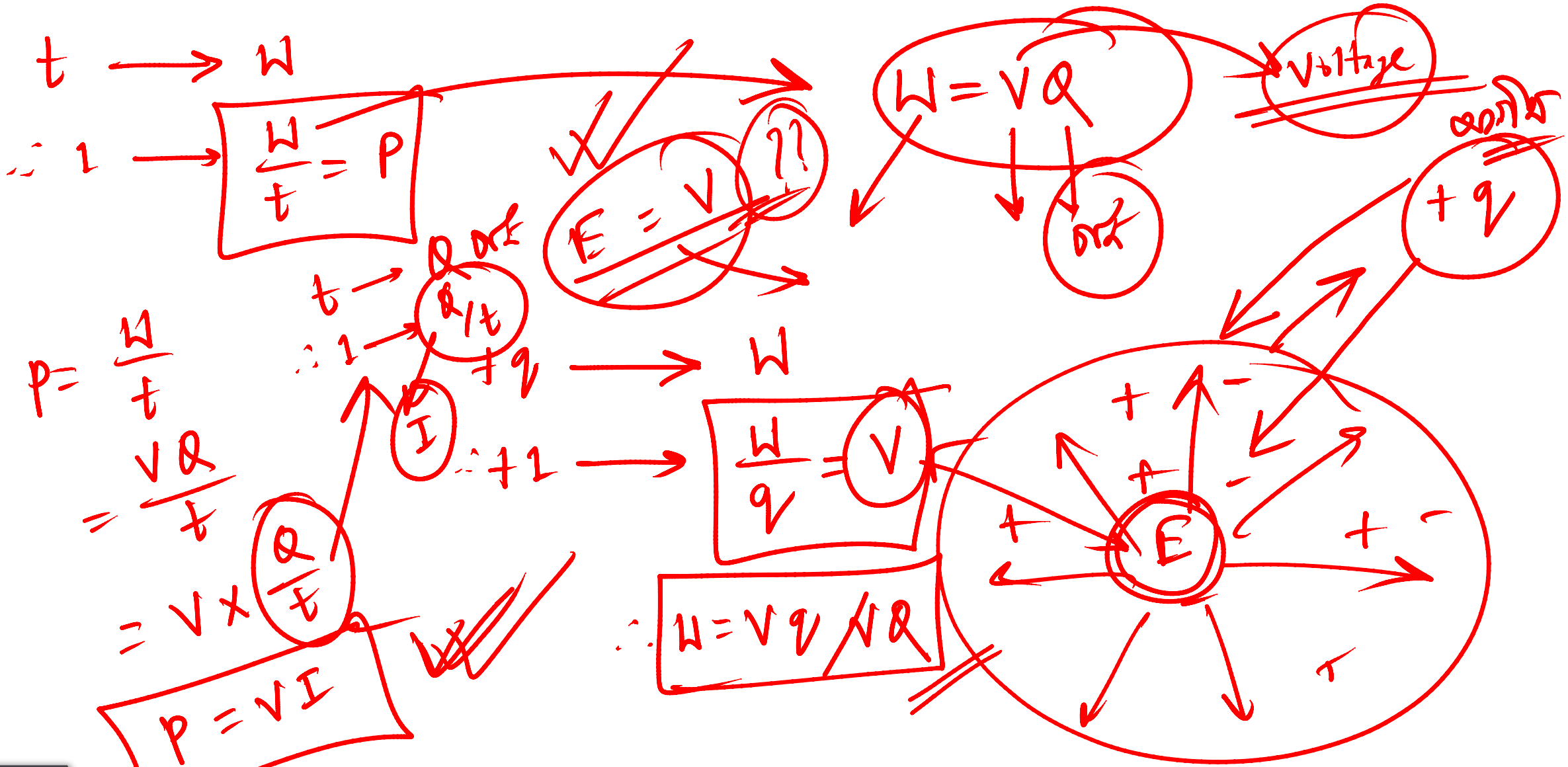
$P = \frac{W}{t}$

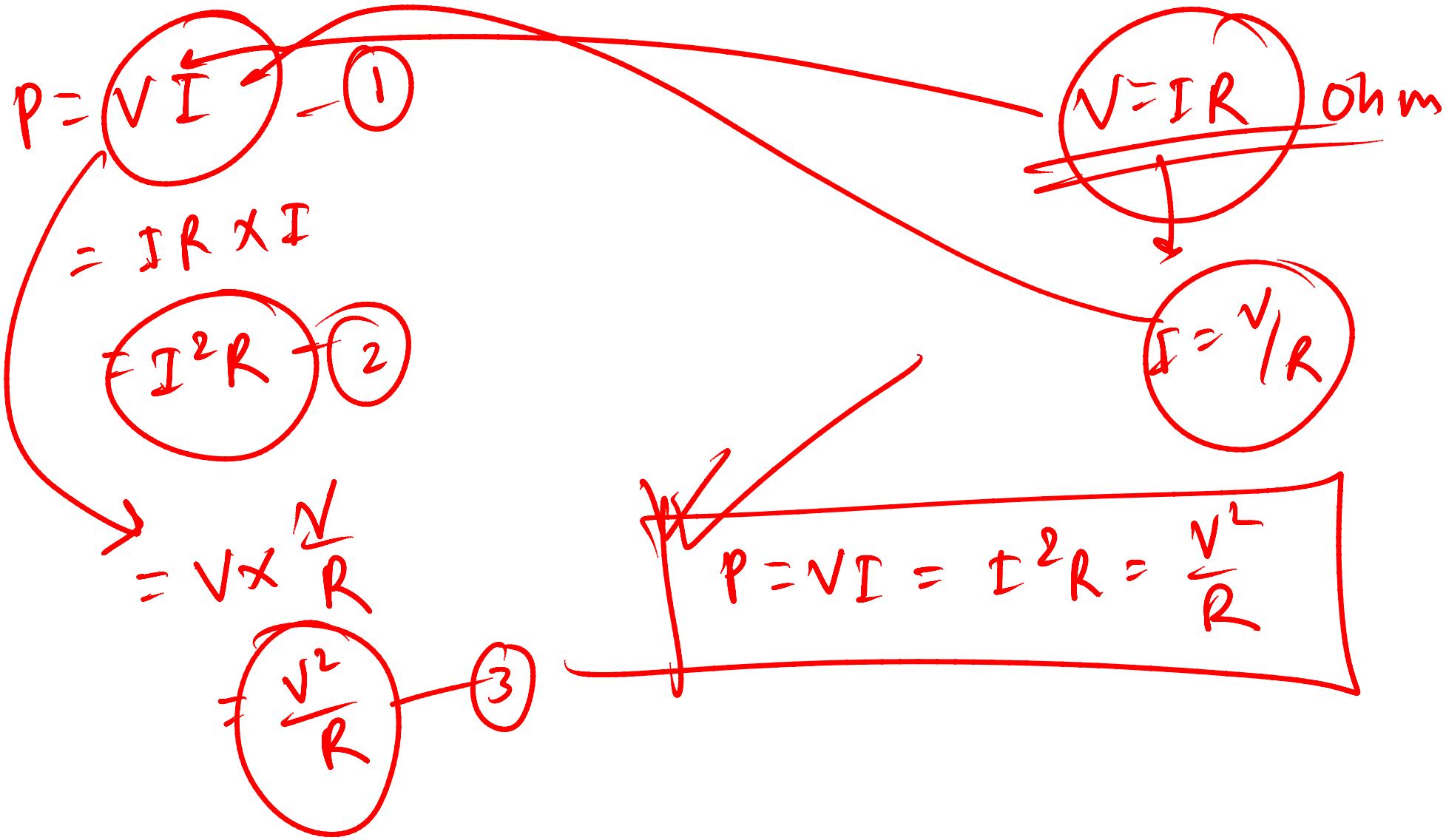
যে হারে কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিটে কাজ করা হয় অথবা প্রতি সেকেন্ডে কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিটে যে শক্তি সরবরাহ করা হয় তাকে বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বা পাওয়ার বলে। একে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যদি কোনো বৈদ্যুতিক বর্তনীতে Q একক চার্জ V ভোল্ট বৈদ্যুতিক বিভব পার্থক্যে t সেকেন্ড সময় ধরে প্রবাহিত হয় তখন কাজের পরিমাণ দাঁড়ায়- $W = VQ$,

প্রতি সেকেন্ডে কাজের পরিমাণ $P = \frac{W}{t} = \frac{VQ}{t}$ । এখানে প্রতি সেকেন্ডে চার্জের পরিমাণকে কারেন্ট ধরা হয়।

সুতরাং বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, $P = VI$


t → W
∴ 1 → W/t = P
E = V
W = VQ
Voltage
তড়িৎ
+Q
Q or t
t → Q/t
∴ 1 → +Q
∴ +1 → W/Q = V
P = VI
W = VQ / VQ
P = W/t
= VQ/t
= V × Q/t
I
E
+ − + − + − + − + − + − + −
T


P = VI
1
V = IR
Ohm
= IR × I
I = V/R
I²R
2
= V × V/R
V²/R
3
P = VI = I²R = V²/R

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও শক্তি

বৈদ্যুতিক পাওয়ারের সাথে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্টেন্সের সম্পর্ক: বৈদ্যুতিক পাওয়ার হচ্ছে কোনো সার্কিটের ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফল। যদি কোনো সার্কিটের কারেন্ট I হয় এবং সরবরাহ ভোল্টেজ V হয় তবে সেই সার্কিটের পাওয়ার $P = VI$ ওয়াট।

ওহমের সূত্রে আমরা জানি, $I = \frac{V}{R}$

সুতরাং $P = VI = I^2R$ ওয়াট

ওয়াট ঘণ্টা: এক ভোল্ট বিভব পার্থক্যে এক অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহ এক ঘণ্টা ধরে প্রবাহিত হলে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে এক ওয়াট বলে। অর্থাৎ 1 ওয়াট ক্ষমতা 1 ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয়, তাকে এক ওয়াট ঘণ্টা বলে।

$\therefore$ 1 Wh = 1 W × 1 h = 1 J/S × 60 × 60S = 3600 J

কিলোওয়াট ঘণ্টা: এক কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা ধরে যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ বা ব্যয় করে তার পরিমাণকে এক কিলোওয়াট ঘণ্টা (1 kwh) বলে।

$\therefore$ 1 kwh = 1 kw × 1 h = 1000 w × 3600s = 3600000 J = 3.6×10^6 J

সারা বিশ্বে কিলোওয়াট ঘণ্টাকে বিদ্যুৎ শক্তির একক হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং এই একক ব্যবহার করে বিদ্যুৎ বেচা-কেনা করা হয়। এই এককে কে বোর্ড অব ট্রেড ইউনিট (B.O.T Unit) বলে।

$\therefore$ 1 B.O.T = 1 kwh

তড়িৎ চৌম্বক

তড়িৎ চুম্বক (Electromagnet)

তড়িৎ প্রবাহের ফলে যে চুম্বকের সৃষ্টি হয় তাকে তড়িৎ চুম্বক বলে। সাধারণত সলিনয়েডের ভেতর কোনো লোহার দণ্ড ঢুকিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে লোহার দণ্ড চুম্বকে পরিণত হয়। তড়িৎ চুম্বক এক ধরনের অস্থায়ী চুম্বক। তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করলে এর চুম্বকত্ব থাকে না। কোনো পরিবাহীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর আশেপাশে একটি চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। একে বলা হয় তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া।

চৌম্বক ক্ষেত্র (Magnetic Field)

একটি গতিশীল আধান বা স্থায়ী চুম্বক তার চারপাশে যে এলাকা জুড়ে প্রভাব বিস্তার করে তাকে এ আধান বা চুম্বকের চৌম্বক ক্ষেত্র বলে। কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে একক বেগে চলমান একটি একক আধান যে বল অনুভব করে সেই বলকে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বলে।

তড়িৎ চৌম্বক

তড়িৎক্ষেত্র

একটি চার্জিত বস্তু চারদিকে যে অঞ্চল ব্যাপী তার প্রভাব বিস্তার করে সেই অঞ্চলকে ঐ চার্জিত বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে।

তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য

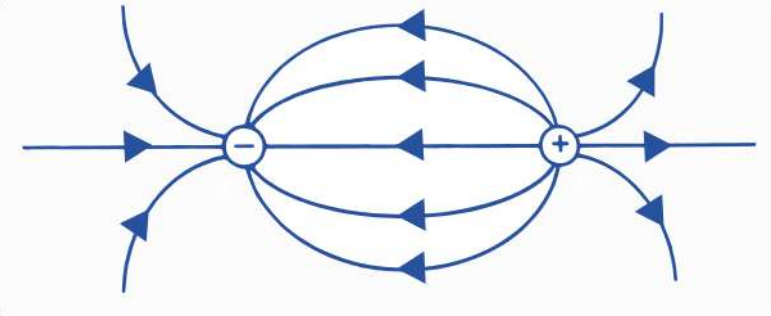
কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়। একে ক্ষেত্র প্রাবল্যও বলে। তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্যকে $\vec{E}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি একটি ভেক্টর রাশি।

তড়িৎ চুম্বকের প্রাবল্য নিম্নোক্তভাবে বাড়ানো যায়। যথা-

- ✓ সলিনয়েডের তারের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাড়িয়ে।
- ✓ সলিনয়েডের পাক বা প্যাঁচের সংখ্যা বাড়িয়ে।
- ✓ লোহার দণ্ড বা পেরেককে U অক্ষরের মতো বাঁকিয়ে মেরু দুটিকে আরো কাছাকাছি এনে।

তড়িৎ চৌম্বক

তড়িৎ বলরেখা (Electric Lines of Force)



দুটি আধান পরস্পরকে বল প্রয়োগ করে। এই বল কীভাবে ক্রিয়া করে তা ব্যাখ্যা করার জন্য ফ্যারাডে সর্বপ্রথম বলরেখার ধারণা দেন। বলরেখাগুলো ফ্যারাডের কাল্পনিক রেখা। বাস্তবে এর কোনো অস্তিত্ব নেই। কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি অতি ক্ষুদ্র ধনাত্মক আধান রাখলে আধানটি এক প্রকার বল অনুভব করে এবং এ বলের প্রভাবে ক্ষুদ্র আধানটি গতিশীল হয়।

তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান রাখলে আধানটি যে পথে গতিশীল হয় সেই পথকে তড়িৎ বলরেখা বলে। আসলে কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের বিভিন্ন বিন্দু দিয়ে যদি এমন একটি রেখা কল্পনা করা যায় যে, ঐ রেখার যেকোনো বিন্দুতে স্পর্শক টানলে সেই স্পর্শক ঐ বিন্দুতে মোট প্রাবল্যের অভিমুখ নির্দেশ করে, তাহলে ঐ রেখাকে বলরেখা বলে।

তড়িৎ চৌম্বক

এই কাল্পনিক তড়িৎ বলরেখাগুলির নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য বিদ্যমান। যথা-

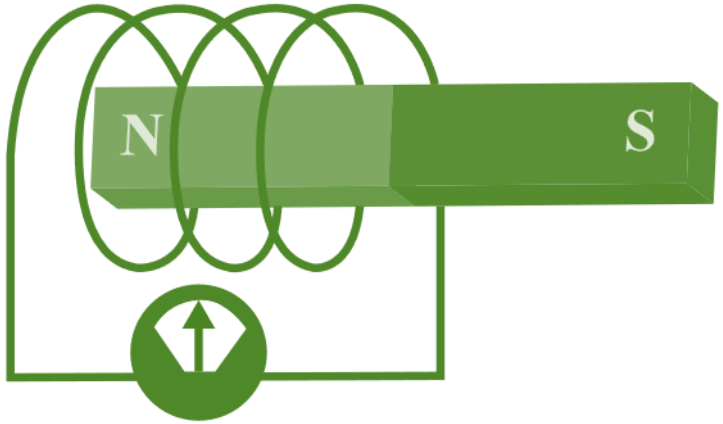
- ✓ তড়িৎ বলরেখা খোলা বক্র রেখা।
- ✓ দুটি বলরেখা পরস্পরকে ছেদ করে না।
- ✓ বলরেখাগুলো পরস্পরের উপর পার্শ্ব চাপ প্রয়োগ করে।
- ✓ পরিবাহীর অভ্যন্তরে বলরেখার কোনো অস্তিত্ব থাকে না।
- ✓ বলরেখাগুলো স্থিতিস্থাপক বস্তুর মতো দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হয়।
- ✓ বলরেখাগুলো ধনাত্মক চার্জ হতে উৎপন্ন হয় এবং ঋণাত্মক চার্জে শেষ হয়।
- ✓ বলরেখাগুলোর যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক উক্ত বিন্দুতে প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে।
- ✓ বলরেখা ধনাত্মকভাবে আহিত পরিবাহীর পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে বের হয় আর ঋণাত্মক পরিবাহকের পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে প্রবেশ করে।

তড়িৎ চৌম্বক

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশকে প্রভাবিত করে:

- কুণ্ডলীতে পরিবাহী তারের পাক সংখ্যা।
- পরিবাহী তারের উপাদানের উপর।
- পরিবাহী তারের আকৃতির উপর।



চিত্র : তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ দুই প্রকার। যথা:

স্বকীয় আবেশ (Self-induction)

পারস্পরিক আবেশ (Mutual-induction)

তড়িৎ চৌম্বক

ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্র: ১৮৩১ সালে বিখ্যাত ইংরেজ বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ নিয়ে মৌলিক সূত্র প্রদান করেন। এই সূত্রকে ফ্যারাডের আবেশ সূত্র অথবা ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্র বলা হয়। ফ্যারাডের সূত্র দুটি নিম্নরূপ:

❖ **প্রথম সূত্র-** যখনই কোনো তারের কুণ্ডলীতে আবদ্ধ চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে তখনই উক্ত কুণ্ডলীতে একটি তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়। একে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি (Induced EMF) বলে। পরিবাহী কোনো বদ্ধ বর্তনীতে সংযুক্ত থাকলে এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে। একে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ (Induced Current) বলে।

❖ **দ্বিতীয় সূত্র-** তারের কুণ্ডলীতে আবিষ্ট এই তড়িচ্চালক বলের মান কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

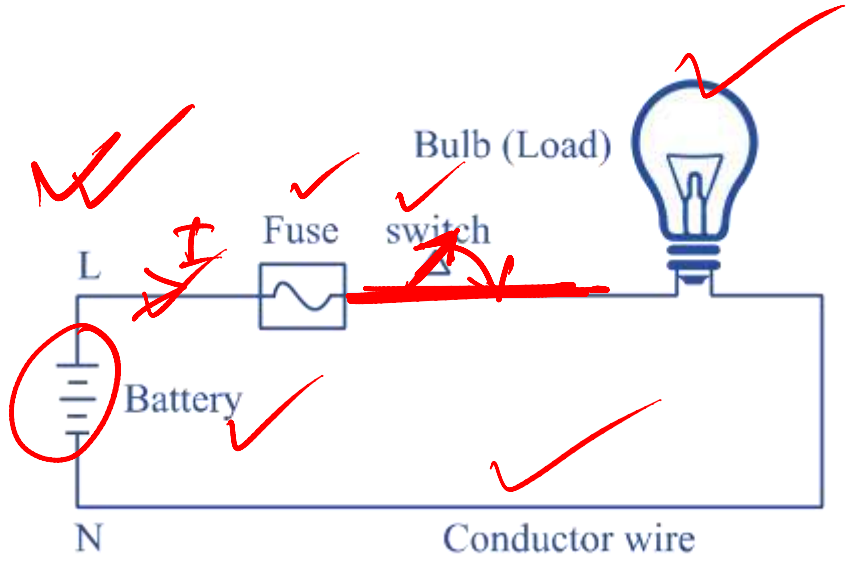
Lenz

$$E = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

বৈদ্যুতিক সার্কিট

বৈদ্যুতিক সার্কিট

কোনো বৈদ্যুতিক উৎসের সঙ্গে পরিবাহী, সুইচ, লোড ইত্যাদি সংযোগ করে সার্কিট তৈরি করা হয়। বিদ্যুৎ কোনো উৎস হতে বের হয়ে পরিবাহী, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা, সুরক্ষা ব্যবস্থা, লোড প্রভৃতির ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে পুনরায় উৎসে ফিরে আসার পথকে সার্কিট (Circuit) বলে।



চিত্র : আদর্শ সার্কিট

আদর্শ সার্কিট: যে সার্কিটে বৈদ্যুতিক উৎস, পরিবাহী (তার), সুরক্ষা যন্ত্র, লোড এবং নিয়ন্ত্রণ ডিভাইস-এ ৫টি উপাদান বিদ্যমান থাকে তাকে আদর্শ সার্কিট বলে।

বৈদ্যুতিক সার্কিট

আদর্শ সার্কিটের উপাদানসমূহ: একটি আদর্শ সার্কিটে নিম্নলিখিত ৫টি উপাদান বিদ্যমান থাকে। যথা-

১. বৈদ্যুতিক সোর্স বা উৎস: সাধারণ ব্যাটারি, জেনারেটর ইত্যাদি।

২. লোড: বাতি, পাখা, হিটার, ইস্ত্রি, ফ্রিজ, রেডিও, টেলিভিশন ইত্যাদি।

৩. পরিবাহী: বিভিন্ন প্রকার তার, ক্যাবল।

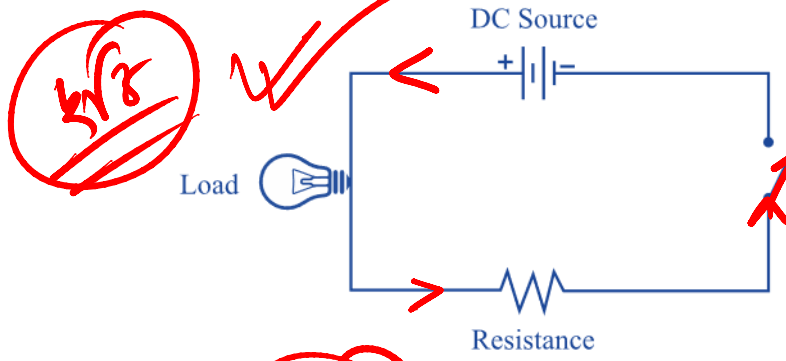
৪. নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র: সুইচ

৫. সুরক্ষা যন্ত্র: ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, রিলে ইত্যাদি।

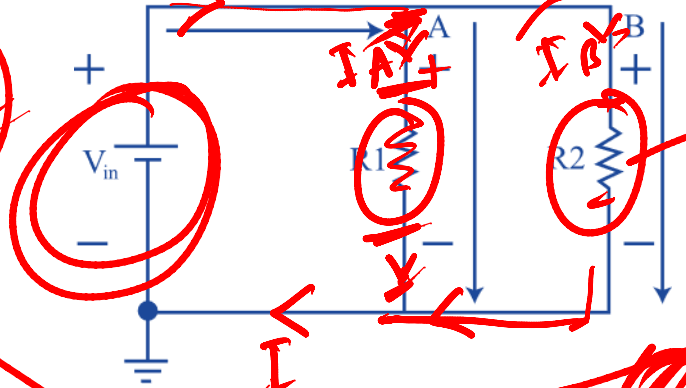
একটি আদর্শ সার্কিটে অবশ্যই একটি বৈদ্যুতিক সোর্স (AC or DC) থাকতে হবে, সেটা জেনারেটর থেকে হোক বা ব্যাটারি থেকেই হোক। এরপর লাগবে একটি পরিবাহী তার যার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে। সার্কিটের আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হচ্ছে বৈদ্যুতিক লোড বা রেজিস্টেন্স। যেমন: বাতি, মটর, বৈদ্যুতিক পাখা ইত্যাদি। এই লোডকে নিয়ন্ত্রণ বা কন্ট্রোল করার জন্য একটি নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র (সুইচ) থাকবে। এছাড়া এই পুরো সার্কিট এর রক্ষা করার জন্য একটি রক্ষণ যন্ত্র (ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি) থাকতে হবে।

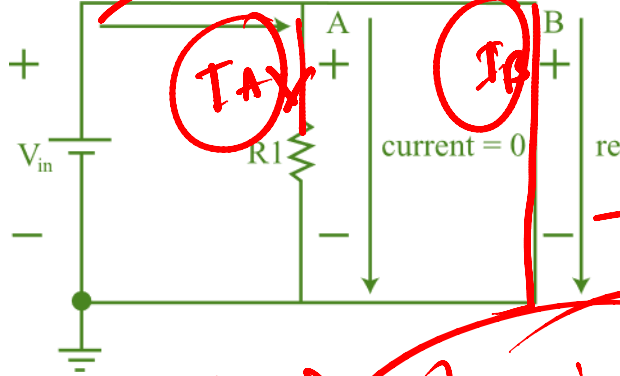
বৈদ্যুতিক সার্কিট

- খোলা বর্তনী



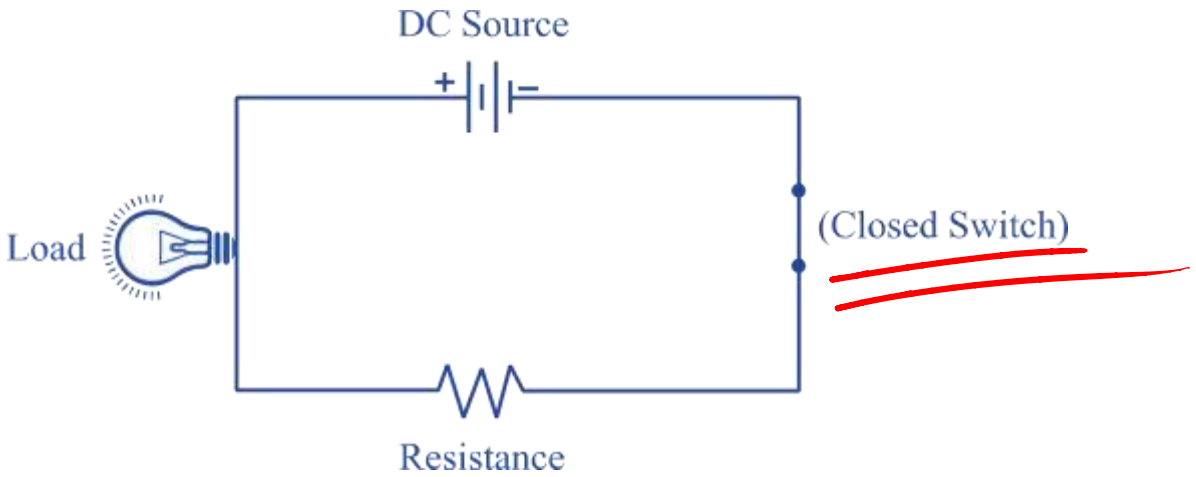
- শর্ট সার্কিট





বৈদ্যুতিক সার্কিট

- বদ্ধ বর্তনী



সার্কিট ব্রেকার

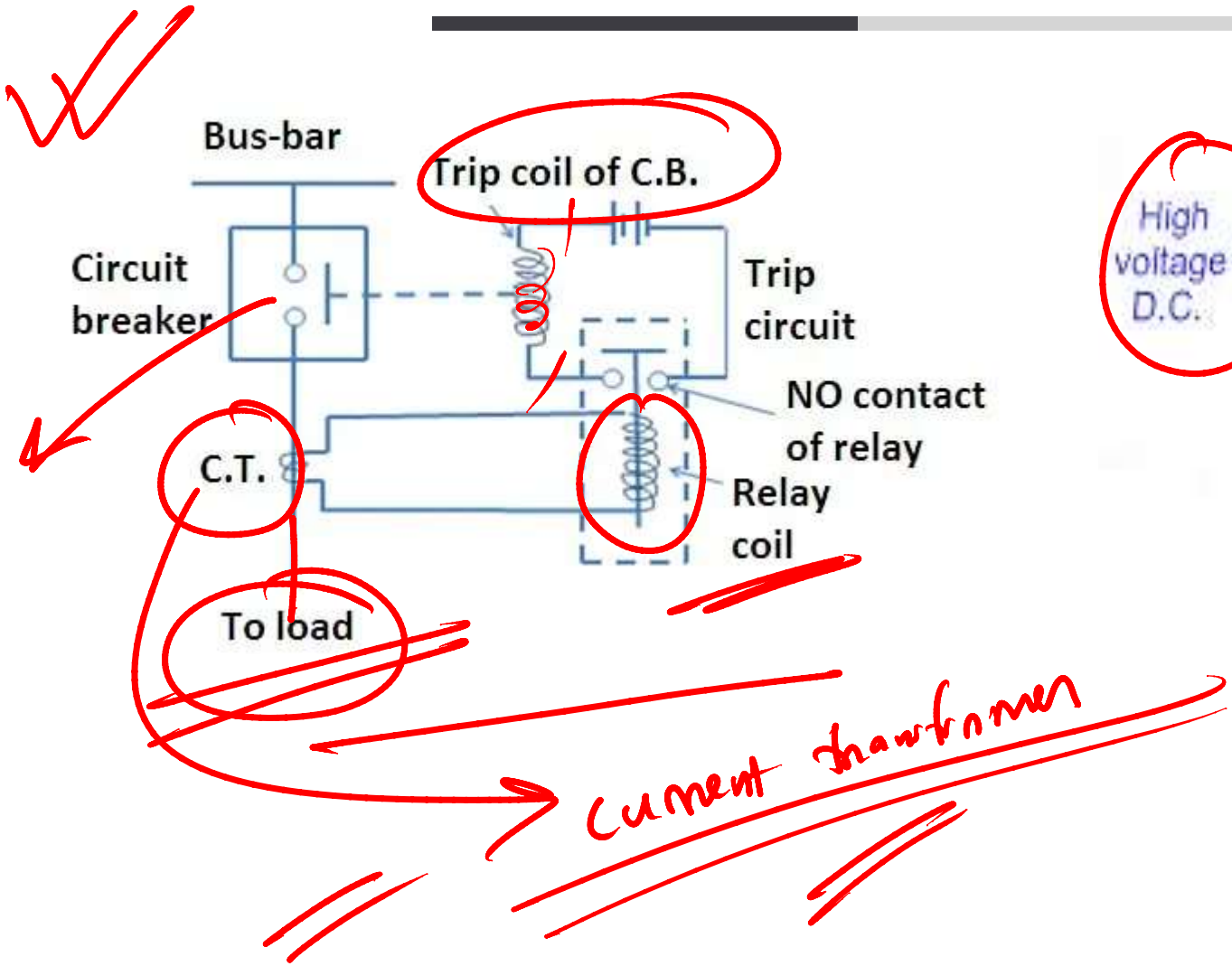
সার্কিট ব্রেকার (Circuit Breaker):

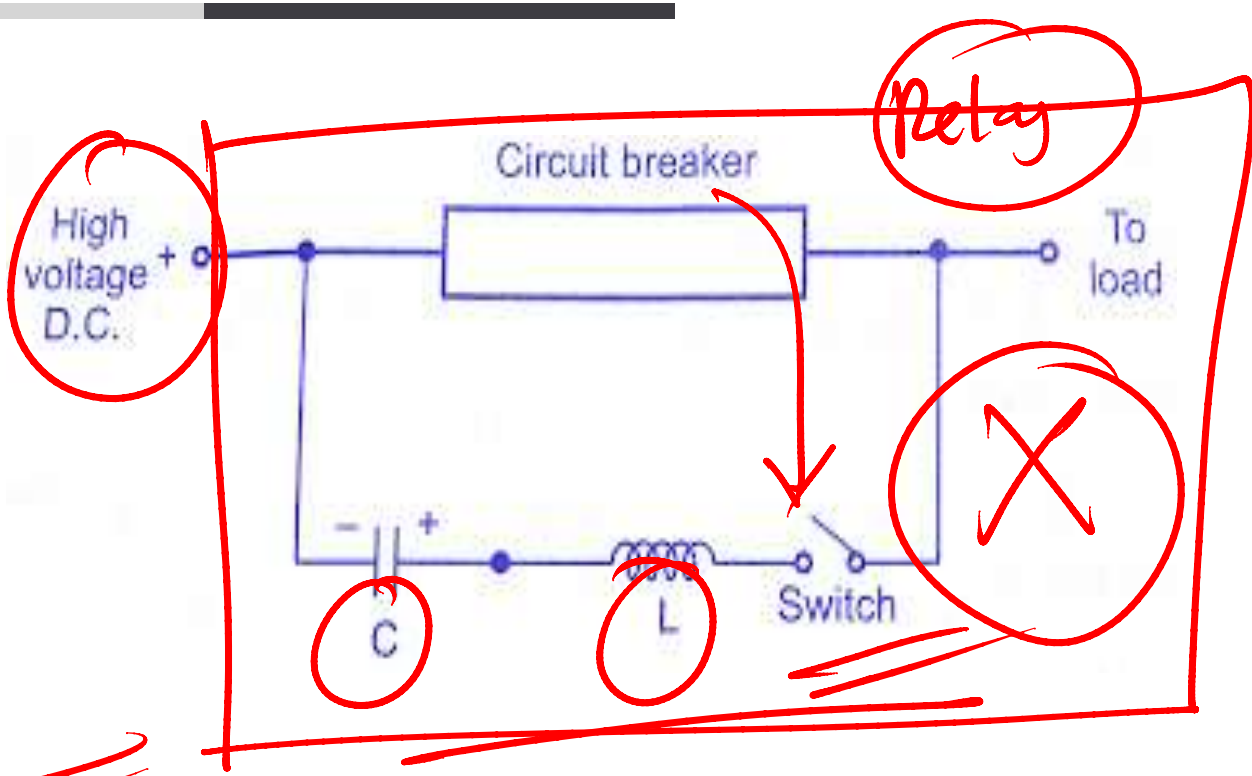
সার্কিট ব্রেকার-এর কাজ:

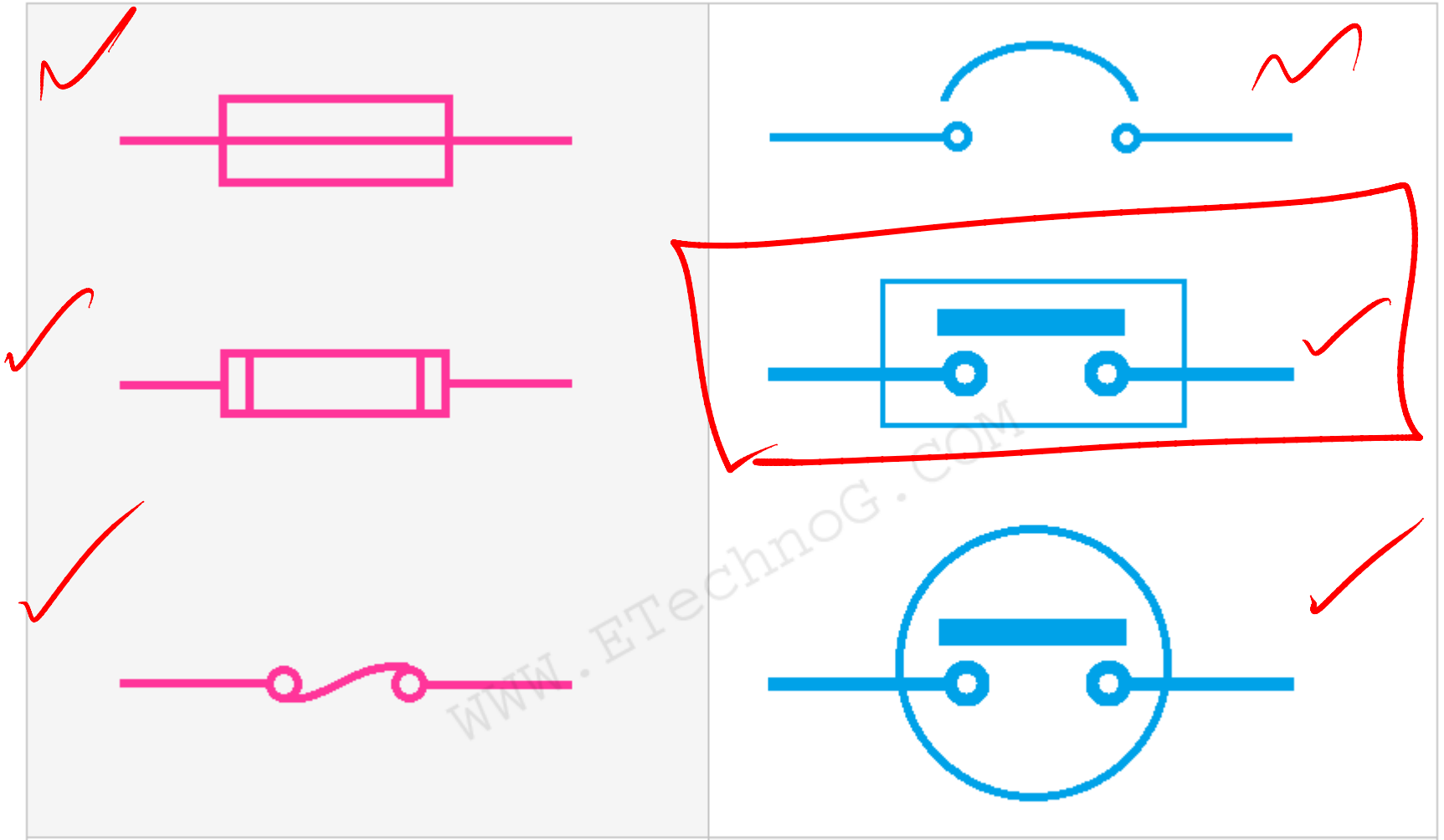
- ✓ এসি লাইনে শর্ট সার্কিট ঘটলে (লাইন-টু-লাইন বা লাইন-টু-নিউট্রাল)।
- ✓ অতিরিক্ত লোড থাকলে।
- ✓ ভোল্টেজ বেড়ে গেলে।

সার্কিট ব্রেকারের প্রকারভেদ:

- হাই ভোল্টেজ সার্কিট ব্রেকার।
- মিডিয়াম ভোল্টেজ সার্কিট ব্রেকার।
- লো-ভোল্টেজ সার্কিট ব্রেকার।

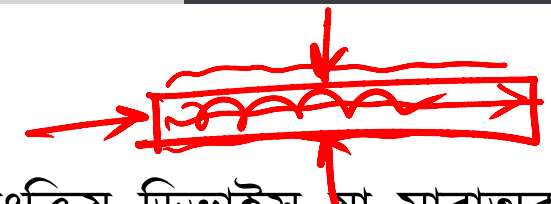

Bus-bar
Trip coil of C.B.
Circuit breaker
Trip circuit
NO contact of relay
C.T.
Relay coil
To load
current transformer

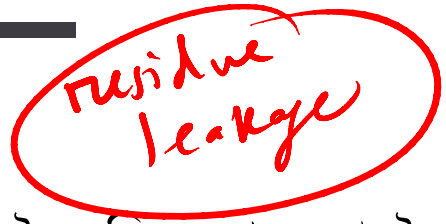

Relay
Circuit breaker
High voltage D.C.
+
To load
C
L
Switch


Fuse Symbols
ETechnoG
Circuit Breaker Symbols
WWW.ETechnoG.COM

GFCI

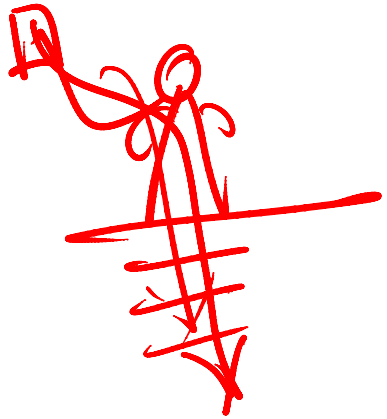
GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter)

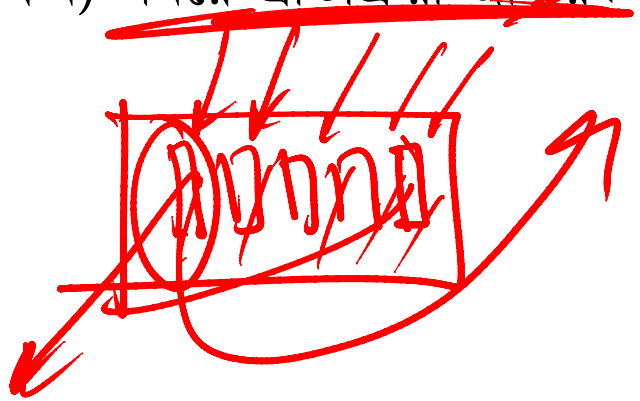


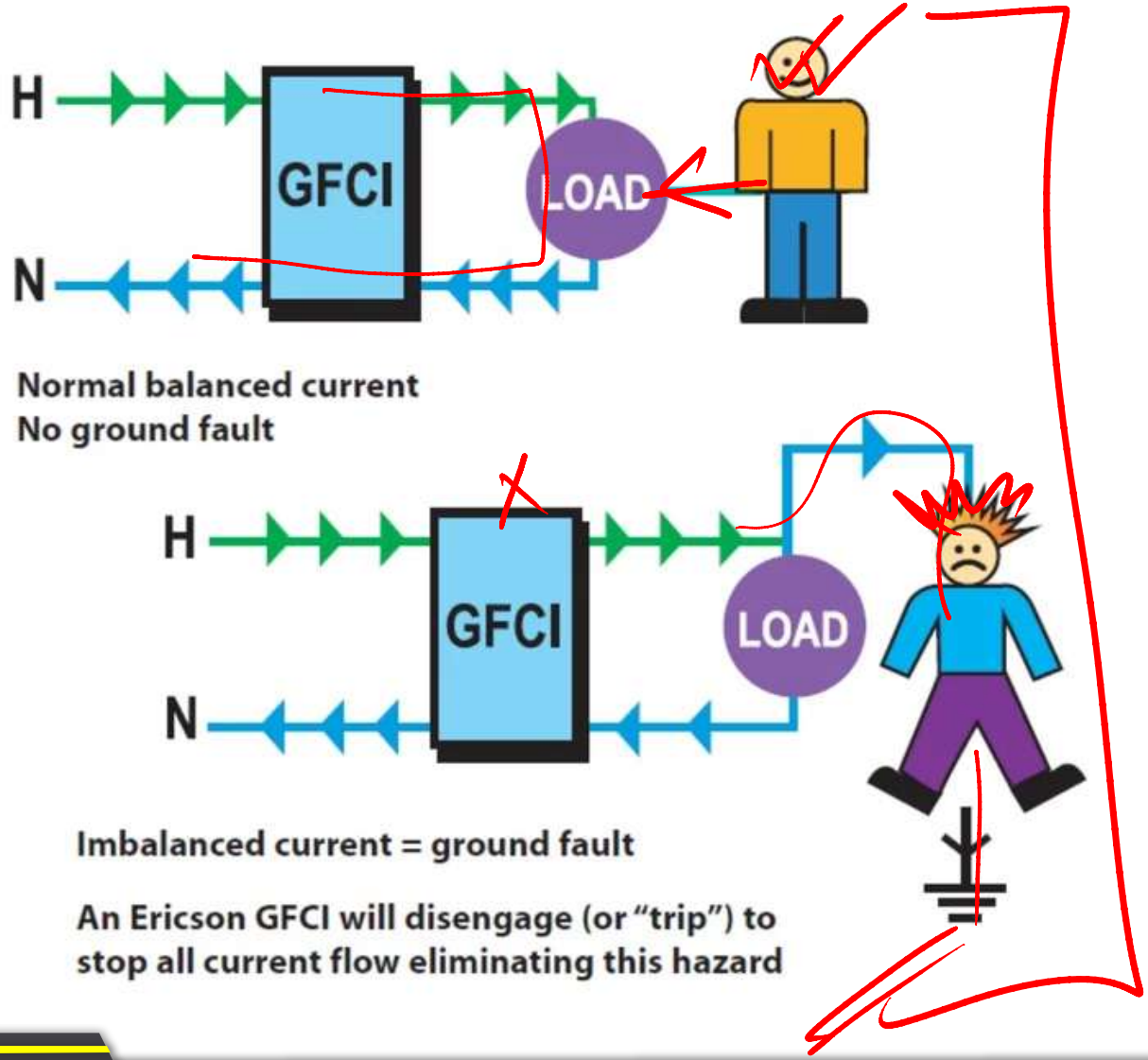


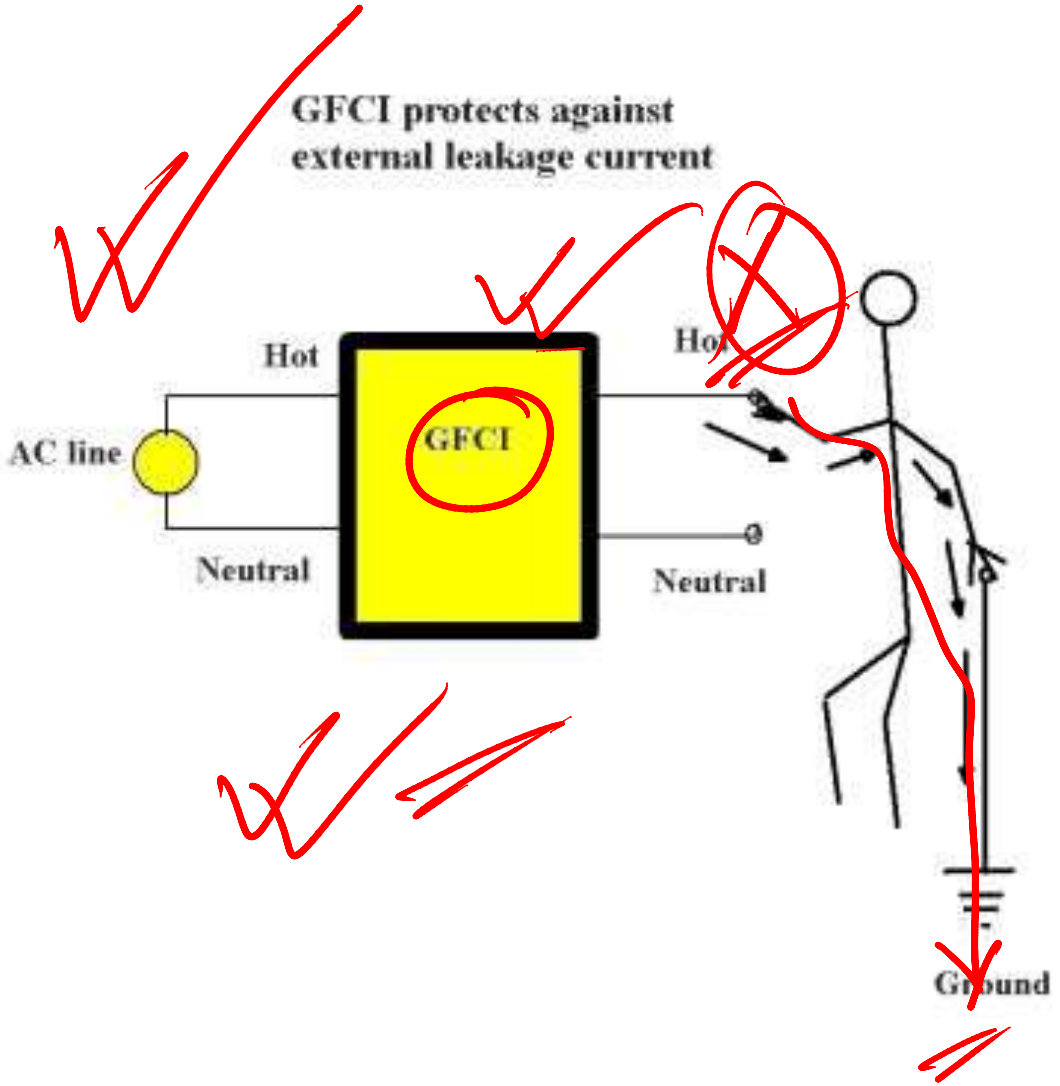
জিএফসিআই (গ্রাউন্ড ফল্ট সার্কিট ইন্টারাপটার) একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস যা মারাত্মক বৈদ্যুতিক শক বা বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা থেকে ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরবরাহ করে। এটি একটি বিশেষ বৈদ্যুতিক আউটলেট যা বৈদ্যুতিক সুরক্ষার জন্য মিলি সেকেন্ডের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করতে পারে।

কার্যনীতি: জিএফসিআই সার্কিটের মধ্যে এবং বাহিরে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণের মধ্যে পার্থক্যটি শনাক্ত করে। এমনকি প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ খুব সামান্য (4 বা 5 মিলি অ্যাম্পিয়ারের) হলে তা শনাক্ত করতে পারে। জিএফসিআই সার্কিটের বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে দ্রুত (এক সেকেন্ডের দশমাংশেরও কম) সময়ে প্রতিক্রিয়া জানায়।






H
GFCI
LOAD
N
Normal balanced current
No ground fault
H
GFCI
LOAD
N
Imbalanced current = ground fault
An Ericson GFCI will disengage (or "trip") to
stop all current flow eliminating this hazard


GFCI protects against
external leakage current
Hot
AC line
Neutral
GFCI
Hot
Neutral
Ground

GFCI

সুবিধা:

শক প্রতিরোধ: GFCI ব্যবহারের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ সুবিধা হল এটি বৈদ্যুতিক শক থেকে রক্ষা করে।

অগ্নিকাণ্ড প্রতিরোধ: GFCI ব্যবহার করলে বৈদ্যুতিক অগ্নিকাণ্ড ঘটার সম্ভাবনা কমে যায়।

বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ক্ষতি প্রতিরোধ: যখন দীর্ঘ সময় ধরে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির মধ্য দিয়ে অনিয়ন্ত্রিত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তখন সেগুলো নষ্ট হয়ে যেতে পারে। GFCI ব্যবহার করলে এরূপ যন্ত্রপাতির ক্ষতি প্রতিরোধ হয়।

অসুবিধা: যখন গ্রাউন্ড ত্রুটি ধরা পড়ে তখন GFCI পুরো সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। যতক্ষণ পর্যন্ত কেউ ত্রুটি সমাধান না করে এবং সংযোগ না দেয় ততক্ষণ পর্যন্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ থাকে। এটি একটি অপ্রত্যাশিত ও সময় সাপেক্ষ ব্যাপার।

বৈদ্যুতিক ফিউজ

ফিউজের সুবিধাসমূহ

- ✓ প্রটেকটিভ ডিভাইস এর মধ্যে ফিউজ সবচেয়ে সহজ ও সরল পদ্ধতি।
- ✓ এটার রক্ষণাবেক্ষণ প্রয়োজন হয় না।
- ✓ এর অপারেটিং টাইম সার্কিট ব্রেকারের তুলনায় খুব কম।
- ✓ প্রয়োজন অনুযায়ী ফিউজের তার পরিবর্তন করা যায়।
- ✓ এটা দামে অনেক সস্তা।
- ✓ এটি ওভার কারেন্ট প্রটেকশনে বেশ উপযোগী।
- ✓ কোনো প্রকার শব্দ, ধোঁয়া বা গ্যাস ছাড়াই শর্ট সার্কিট কারেন্টের প্রবাহকে বিরত রাখে।

ফিউজের অসুবিধাসমূহ:

- ✓ এর সঠিক নির্দিষ্ট রেটিং নির্ধারণ করা প্রায় অসম্ভব বিধায় অনেক ক্ষেত্রে ঠিক মুহূর্তে Fuse পুড়ে যায় না।
- ✓ Fuse তারের সাইজ কখনো মোটা হওয়া উচিৎ না। অনেকেই না জেনে মোটা তার লাগায় ফলে শর্ট সার্কিট অবস্থায়ও ফিউজের তার গলে যায় না।
- ✓ ফিউজের কাট অফ ইফেক্ট গুণ থাকায় উচ্চ ভোল্টেজের রিয়েক্টিভ সার্কিটে মারাত্মক ইনডিউসড ভোল্টেজ উৎপন্ন হওয়ার সম্ভবনা থাকে।
- ✓ অগ্নি নির্বাপণের তেমন কোনো ব্যবস্থা থাকে না ফলে ৩৩ কিলো-ভোল্টের উপরে হাই ভোল্টেজ লাইনে এটি ব্যবহার করা হয় না।

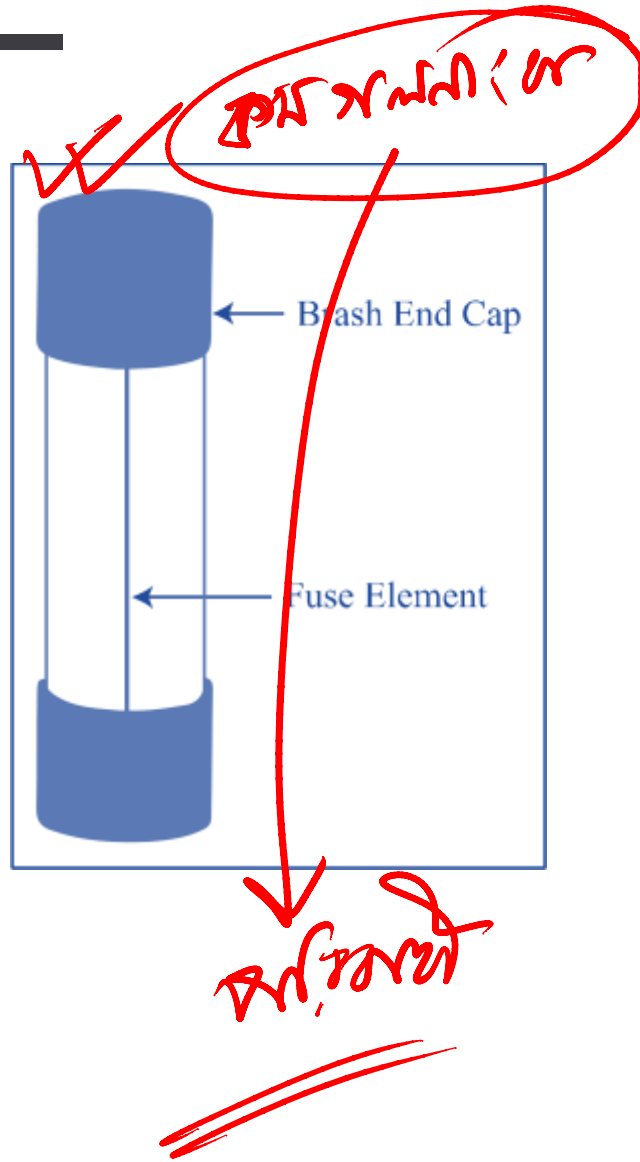
বৈদ্যুতিক ফিউজ

প্রকারভেদ:

- AC ফিউজ
- DC ফিউজ

AC ফিউজ দুই প্রকার:

- HV ফিউজ
- LV ফিউজ

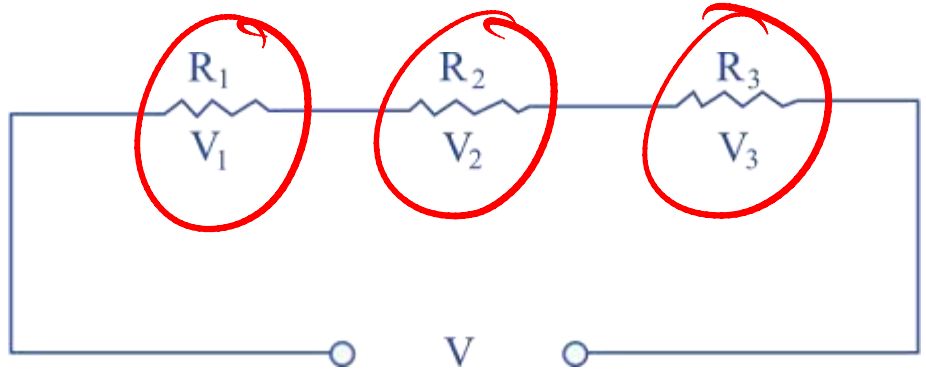


বৈদ্যুতিক ফিউজ ও সার্কিট ব্রেকার

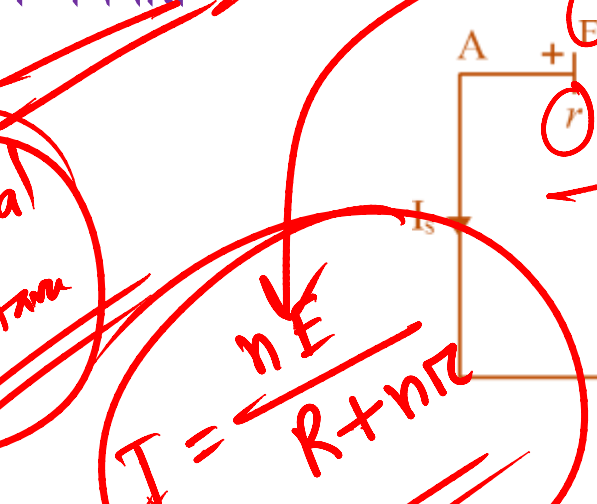
সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
১. সার্কিটের স্বাভাবিক এবং অস্বাভাবিক উভয় অবস্থাতেই সার্কিট ব্রেকার কাজ করে।	১. ফিউজ কেবল মাত্র সার্কিটের অস্বাভাবিক অবস্থায় কাজ করে।
২. সার্কিট ব্রেকার তড়িৎ চৌম্বকীয়তা এবং সুইচিং নীতিতে কাজ করে।	২. ফিউজ বৈদ্যুতিক এবং তাপীয় বৈশিষ্ট্য এর ভিত্তিতে কাজ করে।
৩. সার্কিট ব্রেকার পাওয়ার ওভারলোড এবং শর্ট সার্কিটের বিরুদ্ধে সুরক্ষা সরবরাহ করে।	৩. ফিউজ কেবলমাত্র বিদ্যুতের ওভারলোডগুলোর বিরুদ্ধে সুরক্ষা সরবরাহ করে।
৪. এটি সুইচ হিসেবেও কাজ করতে পারে।	৪. এটি সুইচ হিসেবে কাজ করতে পারে না।
৫. সার্কিট ব্রেকার নিম্ন, মাঝারি এবং উচ্চ ভোল্টেজের হয়।	৫. এটি শুধু নিম্ন ও মাঝারি গ্রেডের হয়।
৬. এটি একাধিকবার ব্যবহার করা যায়।	৬. পুনরায় ব্যবহার করার পূর্বে নতুন করে ফিউজ তার লাগিয়ে নিতে হয়।
৭. সার্কিট ব্রেকার একই সাথে নিয়ন্ত্রণ ও রক্ষণাবেক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করা যায়।	৭. এটি শুধু যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়া থেকে রক্ষার জন্য ব্যবহার করা হয়।
৮. সার্কিট ব্রেকিং সক্ষমতা বেশি।	৮. সার্কিট ব্রেকারের তুলনায় ফিউজের সার্কিট ব্রেকিং সক্ষমতা কম।
৯. সার্কিট ব্রেকারের দাম বেশি।	৯. ফিউজের ব্যয় কম।
১০. অপারেশন ম্যানুয়ালি পাশাপাশি স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালিত।	১০.অপারেশন সম্পূর্ণ স্বয়ংক্রিয়ভাবে।

সার্কিট

- সিরিজ সার্কিট



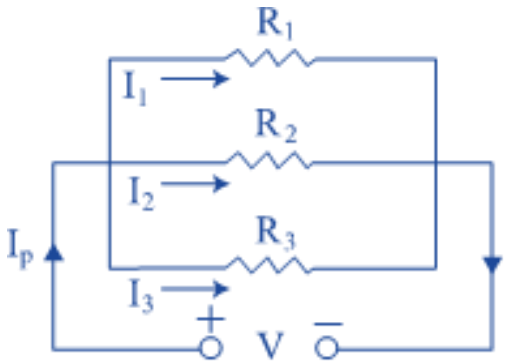
- কোষের শ্রেণি সমবায়



সার্কিট

- প্যারালাল সার্কিট

$R_S = R_1 + R_2 + R_3$

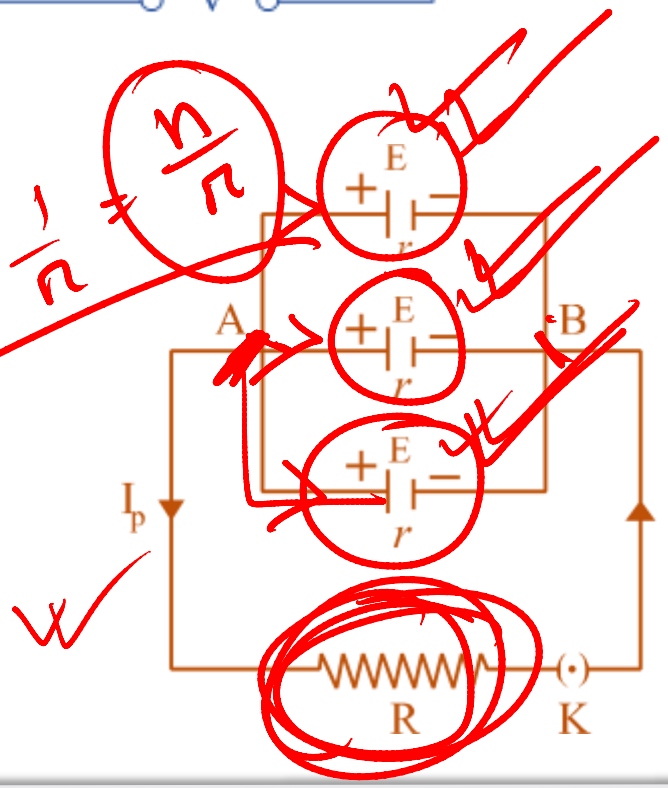


$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

- তড়িৎ উৎসের সমান্তরাল সমবায়

$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots + \frac{1}{r}$ (n/r)

$R_p = \frac{r}{n}$



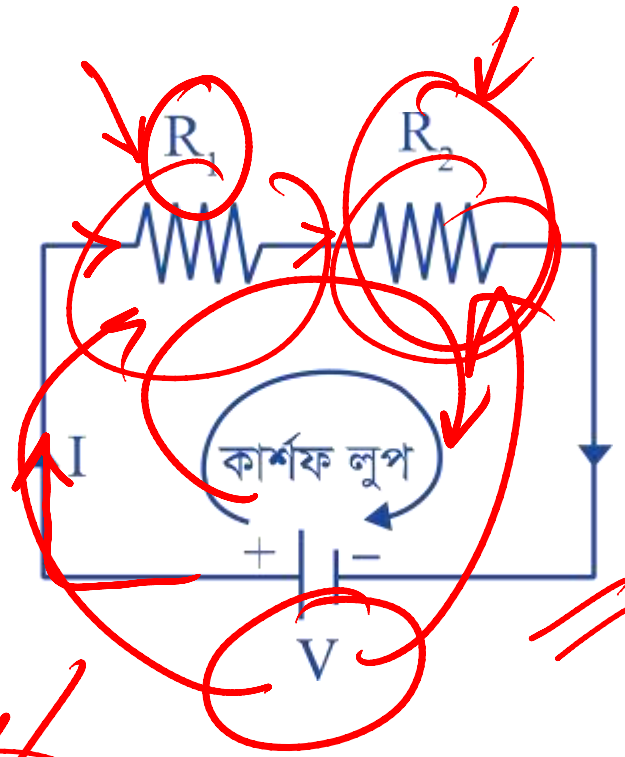
$I = \frac{E}{R_p + R}$

$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R}$

$I = \frac{nE}{nR + r}$

সার্কিট

➢ শ্রেণী বর্তনীতে ভোল্টেজ বিভাজন



$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1 + R_2}$

$V_1 = \frac{V}{R_1 + R_2} \times R_1$

$V_2 = \frac{V}{R_1 + R_2} \times R_2$

$V_1 = IR_1$

$V_2 = IR_2$

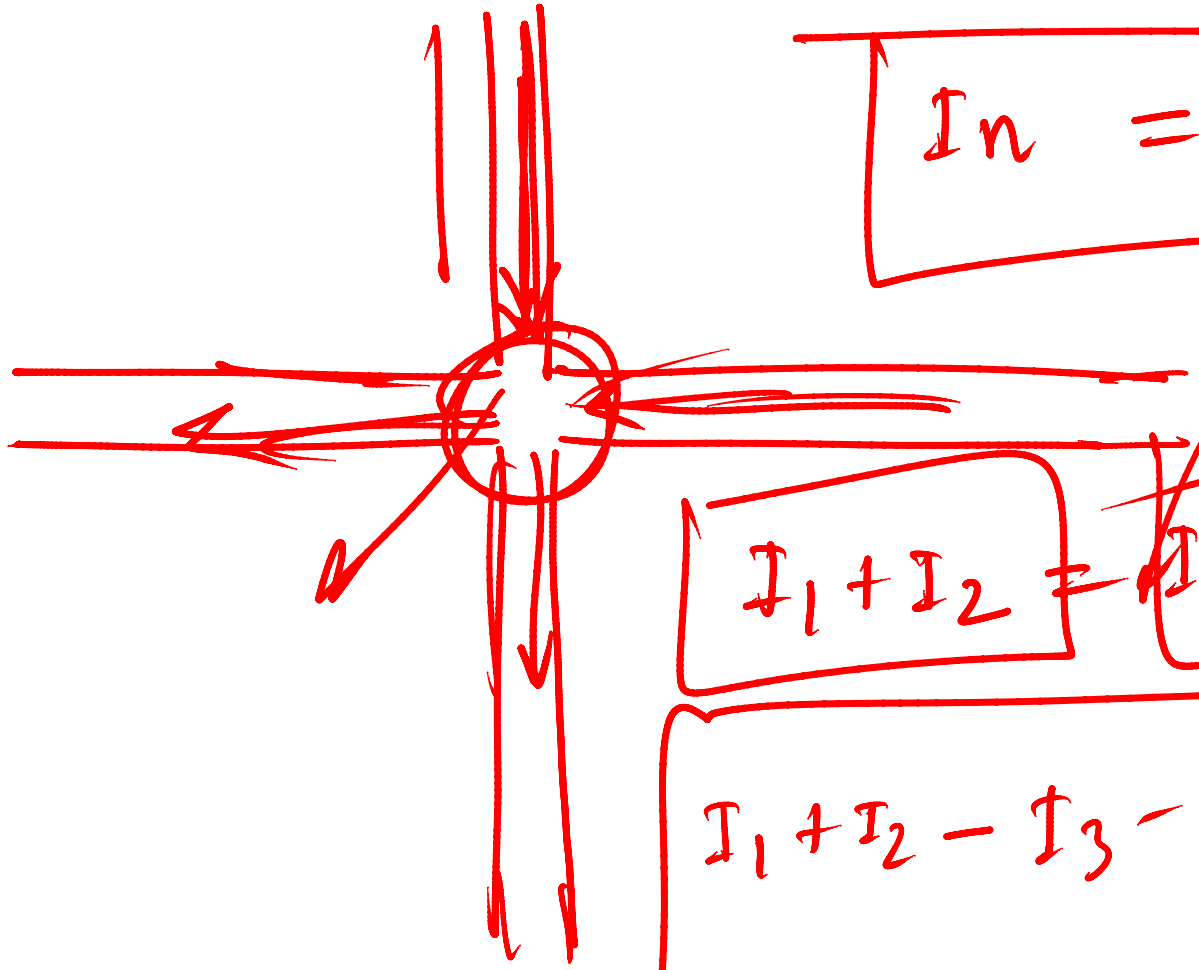
$V = V_1 + V_2$

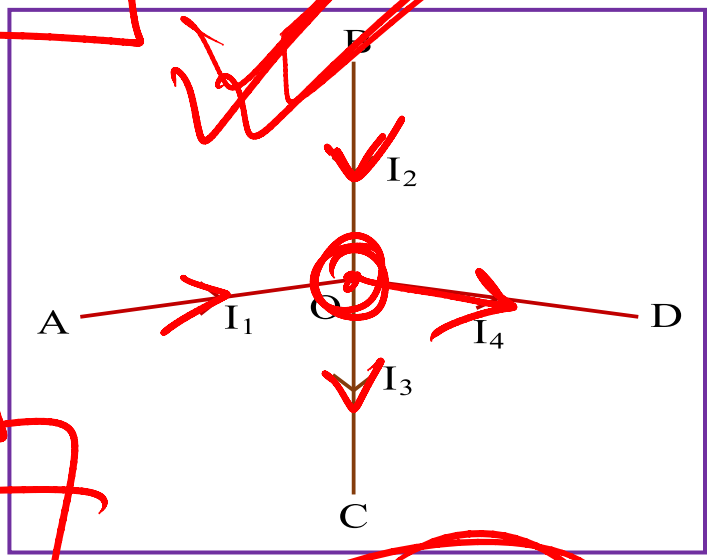
$V_1 + V_2 = V$ → H.W

কার্শফের সূত্র

কার্শফের কারেন্ট সূত্র (Kirchhoff's Current Law) বা KCL : তড়িৎ বর্তনীর কোন সংযোগ বিন্দুতে (নোড) প্রবেশ করা কারেন্টের যোগফল বিন্দু হতে বাহির হওয়া কারেন্টের যোগফলের সমান।

$$In = Out$$





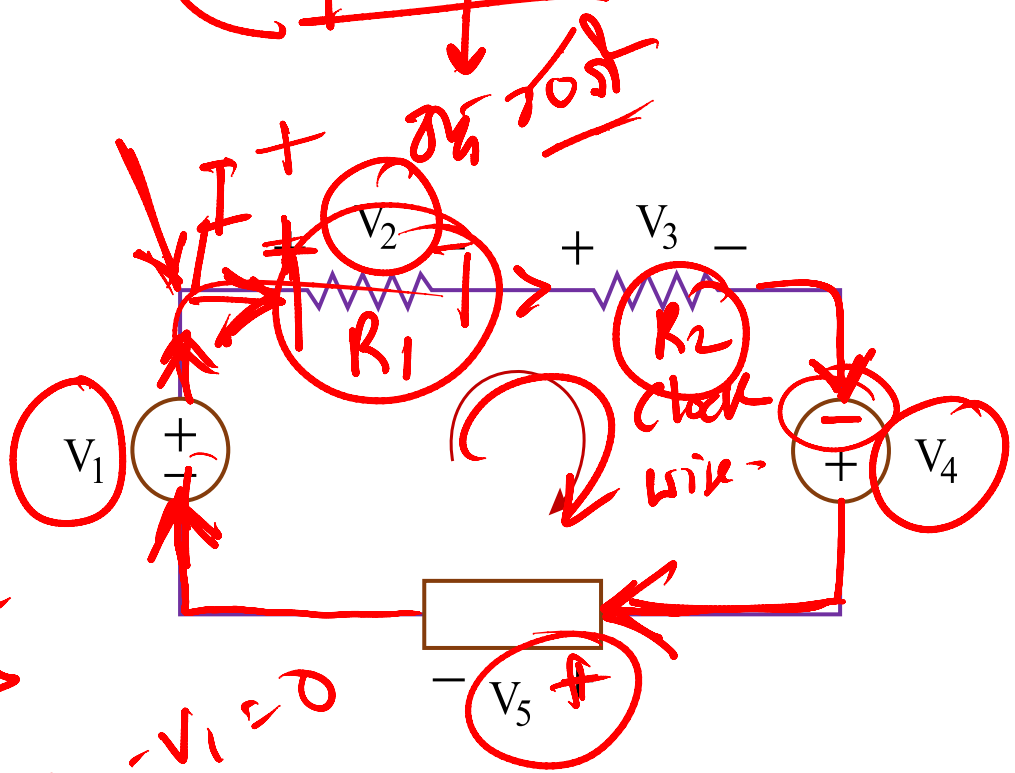
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\Sigma I = 0$$

কার্শফের সূত্র

➲ কার্শফের ভোল্টেজ সূত্র (Kirchhoff's Voltage Law) বা KVL : কোন ক্লোজড লুপে উপস্থিত সবগুলো ভোল্টেজের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হবে।



$$\sum V = 0$$

$$+IR_1 + IR_2 - V_4 + V_5 - V_1 = 0$$

$$\therefore (V_1 + V_4 - V_5) = IR_1 + IR_2$$

$$V_2 + V_3 - V_4 + V_5 - V_1 = 0$$

$$\sum V = 0$$

জেনারেটর

জেনারেটর বা ডায়নামো

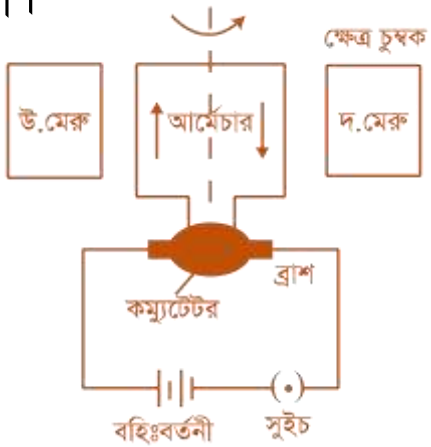
যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাকে জেনারেটর বা ডায়নামো বলে।

জেনারেটর বা ডায়নামো দু'প্রকার: যথা-

১. এসি জেনারেটর বা এ.সি. ডায়নামো বা অল্টারনেটর

২. ডিসি জেনারেটর ডি. সি. ডায়নামো

বাস্তব ক্ষেত্রে ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্রের প্রয়োগই এ যন্ত্রের মূলনীতি।



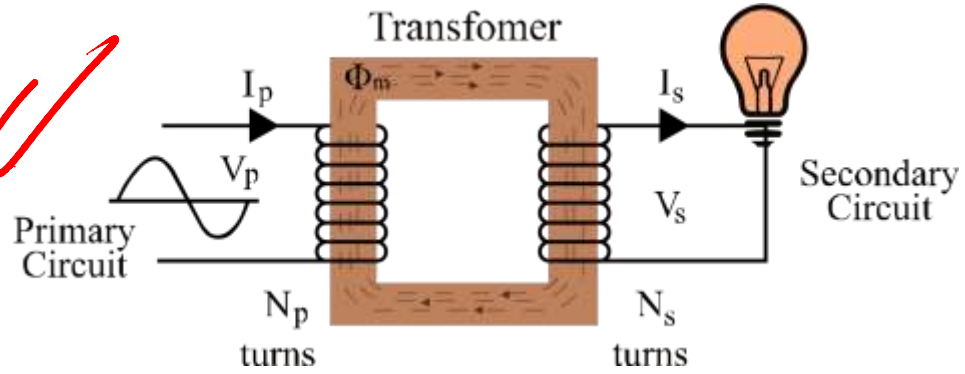
ডি.সি. জেনারেটর এর প্রধান অংশ চারটি:

- **ক্ষেত্রচুম্বক:** এ চুম্বকের দু'মেরুর মধ্যে প্রবল চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। ক্ষেত্র চুম্বকটি স্থায়ী বা অস্থায়ী হতে পারে।
- **আর্মেচার:** নরম লোহার চোঙের উপর জড়ানো বহুপাক বিশিষ্ট তারের কুণ্ডলী হলো আর্মেচার।
- **কম্যুটেটর:** ডি.সি ডায়নামোতে কুণ্ডলীর দু'প্রান্তের সাথে দুটি অর্ধ বৃত্তাকার পাত বা কম্যুটেটর লাগানো থাকে। পাত দুটোর মধ্যকার স্থান ফাঁকা থাকে ও পরস্পরের সাথে অন্তরিত অবস্থায় থাকে। কম্যুটেটর ব্যবহারের একমাত্র উদ্দেশ্য হলো দিক পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে পরিণত করা।
- **ব্রাশ:** কম্যুটেটরের গায়ে কার্বন নির্মিত দুটি ব্রাশ থাকে। ব্রাশ দুটির সাথে বহিঃবর্তনীর (এক্সটার্নাল সার্কিট) সংযোগ থাকে। এই ব্রাশগুলোর মাধ্যমেই ডায়নামোতে উৎপন্ন তড়িৎপ্রবাহ বহিঃবর্তনীতে (এক্সটার্নাল সার্কিট) পাওয়া যাবে।

ট্রান্সফর্মার

ট্রান্সফর্মার

যে যন্ত্রের সাহায্যে সহজেই পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের উচ্চ ভোল্টেজকে নিম্ন ভোল্টেজে অথবা নিম্ন ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করা যায় তাকে ট্রান্সফর্মার বলে।



ট্রান্সফর্মারের গঠন:

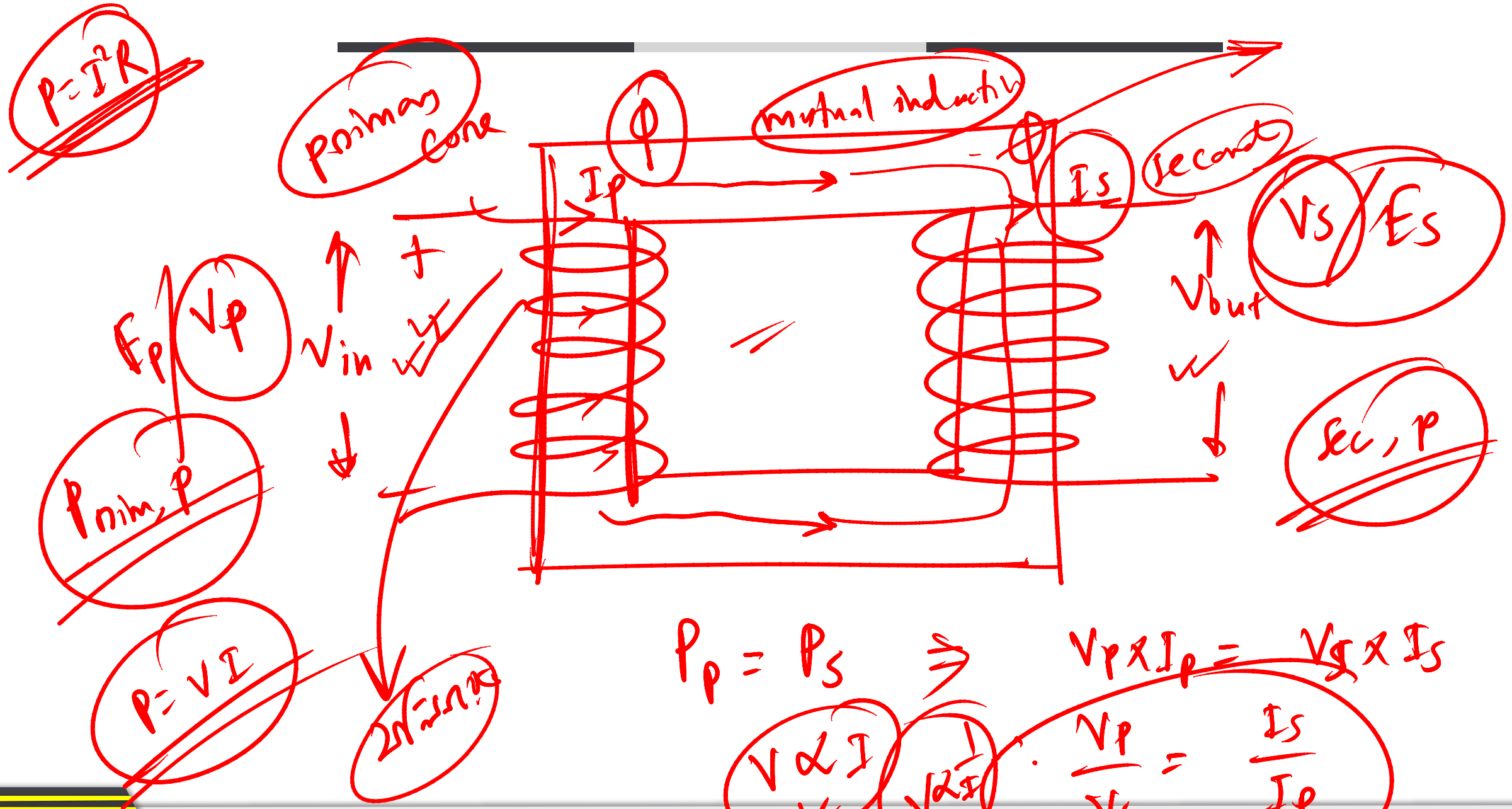
ট্রান্সফর্মারের প্রধান অংশ দুটি। যথা-

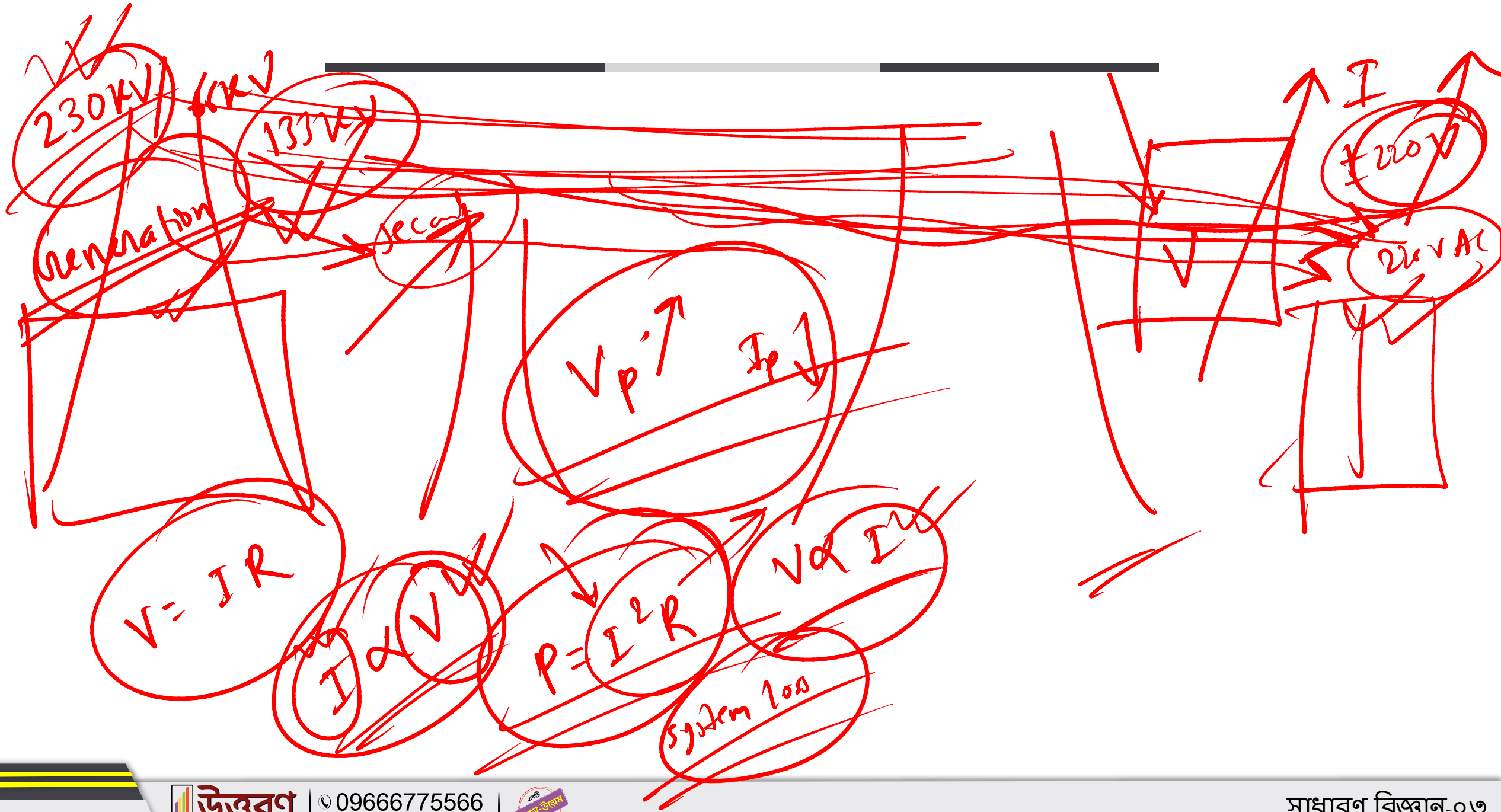
(ক) ট্রান্সফর্মার কোর (খ) ট্রান্সফর্মার কয়েল

ট্রান্সফর্মারের শ্রেণিবিভাগ:

গঠন অনুযায়ী ট্রান্সফর্মার চার প্রকার। যথা-

- কোর টাইপ ট্রান্সফর্মার
- শেল টাইপ ট্রান্সফর্মার
- রিবন টাইপ ট্রান্সফর্মার
- স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফর্মার


$P = I^2R$
primary coil
Φ
mutual induction
secondary
I_p
I_s
V_s / E_s
V_p / E_p
V_{in}
V_{out}
+
-
Prim, P
Sec, P
$P = VI$
$P_p = P_s$
$V_p \times I_p = V_s \times I_s$
$V \propto I$
$V \propto \frac{1}{I}$
$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$


230kV
11kV
132kV
Generation
Secondary
$V_p \uparrow$ $I_p \downarrow$
$V = IR$
$I \propto V$
$P = I^2R$
$V \propto I$
System loss
I
220V
V
220V AC

ট্রান্সফর্মার

স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার

যে ট্রান্সফর্মার এর প্রাইমারিতে কম ভোল্টেজ সাপ্লাই দিয়ে সেকেন্ডারিতে বেশি ভোল্টেজ পাওয়া যায়, তাকে স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার বলে। ট্রান্সমিশন লাইনের শুরুতে এই জাতীয় ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়। এই ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারির চেয়ে সেকেন্ডারিতে প্যাঁচ সংখ্যা বেশি।

স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার

এই ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারিতে বেশি ভোল্টেজ সাপ্লাই দেওয়া হয় এবং সেকেন্ডারিতে কম ভোল্টেজ পাওয়া যায়। এই জাতীয় ট্রান্সফর্মার সাধারণত ট্রান্সমিশন লাইনের শেষ প্রান্তে এবং বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে ব্যবহার করা হয়। এটির সেকেন্ডারির চেয়ে প্রাইমারিতে প্যাঁচ সংখ্যা বেশি থাকে।

বিদ্যুৎ সঞ্চালন ও বিতরণ ব্যবস্থায় ট্রান্সফর্মারের ভূমিকা

বিদ্যুৎ সঞ্চালন ও বিতরণ ব্যবস্থায় এই দুই ধরনের ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয় এবং এগুলো সঠিকভাবে বিদ্যুৎ গ্রাহকের নিকট পৌঁছাতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বিদ্যুৎ কেন্দ্র থেকে যখন সঞ্চালন লাইনের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পাঠানো হয় তখন স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে বিদ্যুতের ভোল্টেজকে বাড়ানো হয়। এ সময় বিদ্যুৎ প্রবাহের মান যথেষ্ট মাত্রায় কমিয়ে আনা হয়। কারণ উচ্চ প্রবাহ মাত্রায় বিদ্যুৎ পাঠানো হলে বিদ্যুতের তারে থাকা রোধের কারণে তাপশক্তি উৎপন্ন হয়ে বিদ্যুতের অপচয় হবে। এজন্য বিদ্যুতের ভোল্টেজকে বাড়াতে হয় আর এ কাজটি করা হয় স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে। অন্যদিকে অধিক ভোল্টেজ সম্পন্ন বিদ্যুৎ গ্রাহকের ব্যবহারের উপযোগী নয়। কাজেই গ্রাহক পর্যায়ে বিদ্যুৎ ব্যবহারের জন্য ভোল্টেজকে কমাতে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের মান বাড়ানোর প্রয়োজন হয়। এ কাজটি করার জন্য স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়। স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার বিদ্যুৎ বিতরণ লাইনে বিদ্যুতের ভোল্টেজ কমিয়ে আনতে সাহায্য করে।

ট্রান্সফর্মার

ট্রান্সফর্মারের দক্ষতা

কোনো ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারি কুণ্ডলীর প্রান্তে প্রাপ্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা এবং প্রাইমারি কুণ্ডলীর প্রান্তে প্রযুক্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতার অনুপাতকে এর দক্ষতা বলে। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \text{ট্রান্সফর্মারের দক্ষতা} = \frac{\text{প্রাপ্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}{\text{প্রযুক্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}} \times ১০০\ \% = \frac{\text{প্রযুক্ত ক্ষমতা} - \text{নষ্ট ক্ষমতা}}{\text{প্রযুক্ত ক্ষমতা}} \times ১০০\ \%$$

বর্তমান সময়ে ট্রান্সফর্মারের বহুল ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। নিম্নে ব্যবহারসমূহ উল্লেখ করা হলো:

- ✓ এ.সি সরবরাহের নানাবিধ ব্যবহারিক প্রয়োজনে আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে নিম্নমানের বিভবকে উচ্চমানে উন্নীত করা হয় ও অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে উচ্চ মানের বিভবকে নিম্নমানের বিভবে আনয়ন করা হয়।
- ✓ বিদ্যুৎ শক্তি প্রেরণ ও বণ্টন ব্যবস্থায় ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়।
- ✓ টেলিগ্রাফ ও টেলিফোন পদ্ধতি, বেতার প্রেরক ও গ্রাহক যন্ত্র, টেপ রেকর্ডার, ভিসিআর, ইলেকট্রিক ঘড়ি, ওয়াকম্যান এবং টেলিভিশনে ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা।
- ✓ ইলেকট্রিক ওয়েল্ডিং মেশিন এবং ইলেকট্রিক ফার্নেসে ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়।
- ✓ এ.সি প্রবাহ দ্বারা পরিচালিত প্রায় সব যন্ত্রে ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়।

সিস্টেম লস (System Loss)

উৎপাদিত তড়িৎ দূর দূরান্তে দেশের বিভিন্ন স্থানে ব্যবহৃত হয়, তাই তড়িৎকে উৎপাদন কেন্দ্র থেকে একটি প্রেরণ ব্যবস্থার মাধ্যমে সারাদেশে পাঠানো হয়। এই ব্যবস্থায় পাওয়ার স্টেশনগুলো পরস্পরের সাথে সংযুক্ত থাকে। এই ব্যবস্থার নাম জাতীয় গ্রীড। তারের মাধ্যমে তড়িৎ উৎপাদন কেন্দ্র থেকে বিভিন্ন স্থানে অবস্থিত তড়িৎ সাব স্টেশনে তড়িৎ সঞ্চালন করা হয়। এর পর সাবস্টেশন থেকে বিভিন্ন গ্রাহক পর্যায়ে তড়িৎ শক্তি বিতরণ করা হয়। তড়িৎ উৎপাদন কেন্দ্রের উৎপাদিত বিভব যান্ত্রিক কারণে নিম্ন বিভবে তড়িৎ উৎপাদন করা হয় এবং স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে বিভব বৃদ্ধি করা হয় এবং গ্রাহক পর্যায়ে বিতরণ করা তড়িৎ শক্তিও নিম্ন বিভবে থাকে। তাই স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে বিভব হ্রাস করা হয়। অর্থাৎ তারে যখন উচ্চ ভোল্টেজের তড়িৎ থাকে তখন তড়িৎ প্রবাহের মান কম থাকে। প্রেরক তারে যে রোধ থাকে তা খুবই কম কিন্তু এই রোধ তাৎপর্যপূর্ণ। তারের ভিতর দিয়ে যত বেশি তড়িৎ প্রবাহ চলে, ততই এটি উত্তপ্ত হতে থাকে ফলে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে শক্তির অপচয় ঘটে। সঞ্চালন তারের রোধের কারণে যে তড়িৎ শক্তির অপচয় হয় তাকে সিস্টেম লস বলে। তড়িৎ প্রবাহ যত কমানো যায় সিস্টেম লস তত কম হবে।

ট্রান্সফর্মার

ট্রান্সফর্মারের লসসমূহ

একটি ট্রান্সফর্মার যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি গ্রহণ করে তা সবটুকু লোডে সাপ্লাই দিতে পারে না। এর কিছু শক্তি কোর ও কয়েলে ব্যয় হয় যা উত্তাপ সৃষ্টি করে। এই ব্যয়িত শক্তিকে ট্রান্সফর্মারের লস বলা হয়।

ট্রান্সফর্মারের লসগুলো হলো - (ক) কোর লস (খ) কপার লস।
কোর লস আবার দুই প্রকার। যথা - (ক) হিসটেরিসিস লস, (খ) ইডি কারেন্ট লস।

মোটর

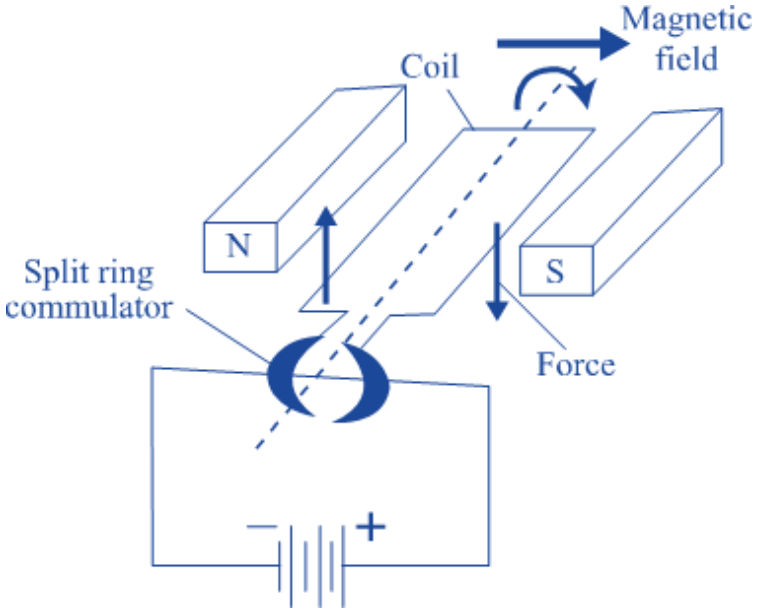
মোটর হলো একটি যন্ত্র যার মাধ্যমে বৈদ্যুতিক শক্তিকে (Electrical Energy) যান্ত্রিক শক্তিতে (Mechanical Energy) তে রূপান্তরিত করে। মোটর আর জেনারেটর গঠন প্রায় একই রকম কিন্তু কাজের দিক দিয়ে একটি আরেকটির বিপরীত।

মোটর

➢ **ডিসি মোটর:** মোটরটির স্থিতিশীল অংশে ডিসি কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা স্টেটর নামে পরিচিত। তারের একটি কয়েল যা বৈদ্যুতিক প্রবাহ বহন করে সেটি রোটর নামে পরিচিত। একটি ডিসি মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে।

ডি.সি মোটরের প্রধান অংশগুলো হচ্ছে:

ক. ক্ষেত্রচুম্বক খ. আর্মেচার গ. কম্যুটেটর ঘ. ব্রাশ



✓ **ক্ষেত্রচুম্বক:** U আকৃতির একটি স্থায়ী বা তড়িৎ চুম্বক এই যন্ত্রের মধ্যে চুম্বকের কাজ করে।

✓ **আর্মেচার:** লোহার মজ্জার উপর অন্তরীত তামার তারের কুণ্ডলী জড়িয়ে আর্মেচার তৈরি করা হয়।

✓ **কম্যুটেটর:** শক্ত তামার কতগুলো অভ্রের পাতের দ্বারা পরস্পর থেকে অন্তরীত করে কম্যুটেটর তৈরি করা হয়।

✓ **ব্রাশ:** কার্বন অথবা তামা দ্বারা ব্রাশ নির্মাণ করা হয়। ব্রাশের মাধ্যমে কম্যুটেটরের সাথে বহিঃবর্তনী সংযুক্ত বর্তনীতে (সার্কিটে) একটি তড়িচ্চালক বলের উৎস ও পরিবর্তনশীল রোধ থাকে।

মোটর

কার্যপ্রণালি: ডিসি মোটরে প্রধান দুটি অংশ ফিল্ড ও আর্মেচার। যখন আর্মেচারকে ফিল্ড পোলের দ্বারা উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে বসিয়ে ঘুরানো হয়, তখন ফ্যারাডের ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুসারে পরিবাহীতে ভোল্টেজ আবিষ্ট হয় এবং আর্মেচার সার্কিটটি আবদ্ধ থাকলে তার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। আর্মেচার সার্কিটটি বাইরের কোনো বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযুক্ত করা হয় তবে আর্মেচার কন্ডাক্টরে একটি যান্ত্রিক বল উৎপন্ন হয়, যা ফ্লেমিংয়ের বামহাতি নিয়ম অনুসারে ঘোরে।

- **এসি মোটর:** একটি এসি মোটরে এসি কারেন্ট কয়েলগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত। যখন একটি তড়িৎচৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে দিক পরিবর্তী তড়িৎ বা এসি কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখন একটি চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। স্থির অংশগুলো তড়িৎচৌম্বক পদার্থ দ্বারা গঠিত। যে চৌম্বকক্ষেত্রটি তৈরি হয় তার নিয়মিত পরিবর্তন হয়। তড়িৎ চৌম্বক এবং চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের মধ্যে মিথস্ক্রিয়ায় মোটরটি ঘুরতে শুরু করে।

মোটর

এসি মোটর ও ডিসি মোটর পার্থক্য

এসি মোটর	ডিসি মোটর
প্রধান চালিকা শক্তি হলো এসি কারেন্ট।	প্রধান চালিকা শক্তি হলো ডিসি কারেন্ট।
কার্বন ব্রাশ নেই।	কার্বন ব্রাশ আছে।
নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। বাহ্যিক সরঞ্জামের প্রয়োজন হয়।	নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে।
মূল উৎস থেকে সিংগেল ফেজ অথবা থ্রি ফেজ কারেন্ট ব্যবহার করা হয়।	মূল উৎস ব্যাটারি বা তড়িৎ কোষ। সিংগেল ফেজ কারেন্ট ব্যবহার করা হয়।
কম্যুটেটর নেই।	কম্যুটেটর আছে।
আর্মেচার স্থির থাকে, চুম্বক ঘূর্ণায়মান থাকে।	আর্মেচার ঘূর্ণায়মান, চৌম্বক ক্ষেত্র স্থির থাকে।
বড় ইন্ডাস্ট্রিয়াল কাজে ব্যবহার করা হয়।	ছোট পরিসরে যেমন গৃহস্ত কাজে ব্যবহার করা হয়।
এসি মোটরের রক্ষণাবেক্ষণ তুলনামূলক কম খরচের।	রক্ষণাবেক্ষণ খরচ বেশি।

মোটর

প্রয়োগ: শিল্প ব্যবস্থাপনায় ইলেকট্রিক মোটরের প্রয়োগ বহুল। নিম্নে তা উল্লেখ করা হলো-

এসি মোটর	ডিসি মোটর
✓ হাইড্রলিক পাম্প ও বিভিন্ন যন্ত্রাদি। ✓ কম্প্রেসর ড্রাইভ ও সিস্টেম। ✓ কম্পিউটার। ✓ কনভেয়ের সিস্টেম- ফ্যান ও এয়ার কন্ডিশনার।	✓ মেশিন ও ফ্যাব্রিকেশন শপ। ✓ যে সকল ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রাংশে সর্বদা ধ্রুব বিদ্যুৎ শক্তি প্রয়োজন, যেমন- ভ্যাকুয়াম ক্লিনার, লিফট, সেলানোর মেশিনসহ ইত্যাদি। ✓ শিশুদের খেলনায়, রোবট প্রস্তুতিতে, ইলেকট্রিক বাইক।

ট্রান্সমিশন

ট্রান্সমিশন

ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ারকে জেনারেটিং স্টেশন বা বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র হতে সাব-স্টেশন পর্যন্ত পৌঁছে দেওয়ার ব্যবস্থাকে ট্রান্সমিশন বলে। এতে পোল, টাওয়ার, কন্ডাক্টর, ট্রান্সফর্মার ইত্যাদি প্রয়োজন হয়। বাংলাদেশে ট্রান্সমিশন ভোল্টেজ সাধারণত ২৩০ KV, ১৩২ KV, ৬৬ KV ও ৩৩ KV। বাংলাদেশে উৎপন্ন ভোল্টেজ (জেনারেটেড ভোল্টেজ) ১১ KV বা ১১০০০ ভোল্ট। জেনারেটিং স্টেশন হতে উৎপন্ন ১১ KV ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে বিভিন্ন সাব স্টেশনে পৌঁছানো হয়।

ট্রান্সমিশন দুই ধরনের। যথা- ➢ প্রাইমারি ট্রান্সমিশন ➢ সেকেন্ডারি ট্রান্সমিশন

ট্রান্সমিশন লাইনের ভোল্টেজ এবং কন্ডাক্টর দৈর্ঘ্যের উপর ভিত্তি করে এটি মূলত দুটি ধরনের শ্রেণিবদ্ধ করা হয়।

- ➢ এসি ট্রান্সমিশন লাইন
- ➢ ডিসি ট্রান্সমিশন লাইন

ডিস্ট্রিবিউশন

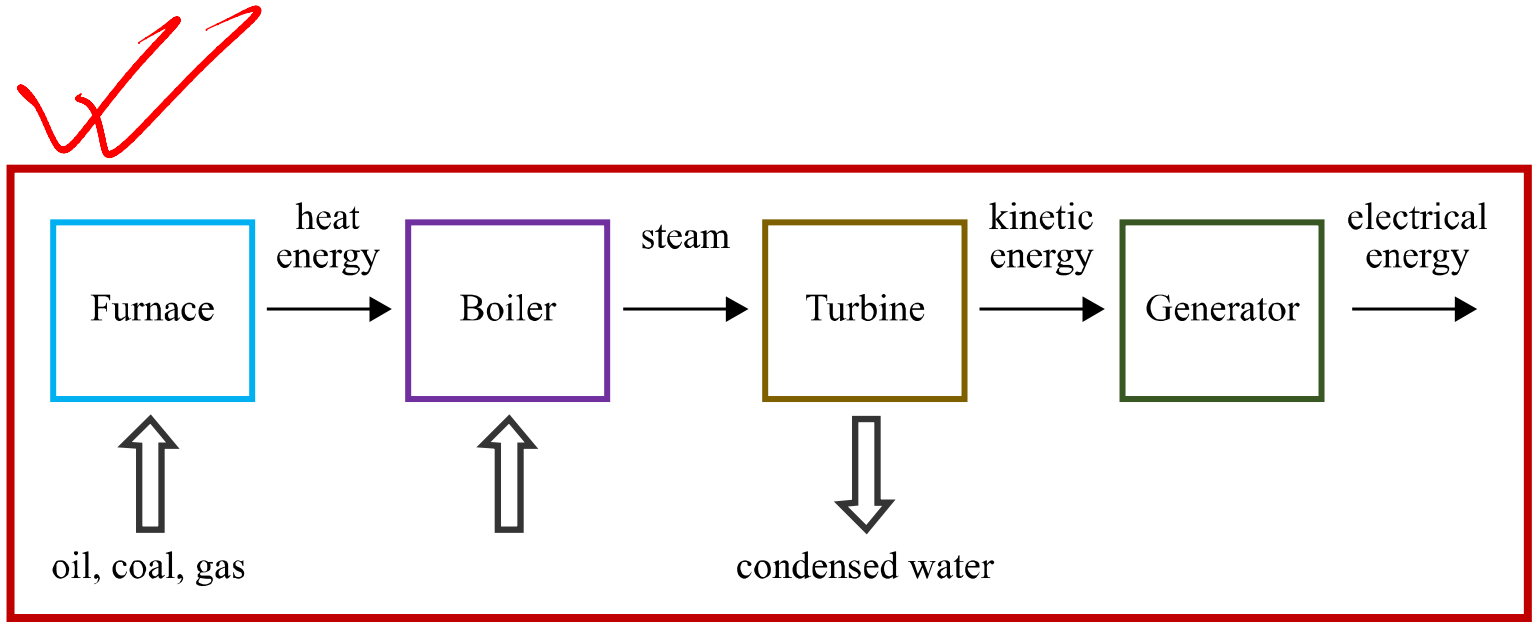
ডিস্ট্রিবিউশন

ইলেকট্রিক্যাল পাওয়ারকে সাব-স্টেশন থেকে ব্যবহারকারীর বা গ্রাহকের বাড়ির মিটার বোর্ড পর্যন্ত পৌঁছে দেওয়ার ব্যবস্থাকে ডিস্ট্রিবিউশন বলা হয়। বাংলাদেশে ব্যবহৃত ডিস্ট্রিবিউশন ভোল্টেজ সাধারণত 11 KV, 3.3 KV, 0.44 KV হয়ে থাকে। ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের মাধ্যমে গ্রাহক সরাসরি বিদ্যুৎ সরবরাহ পেয়ে থাকে।

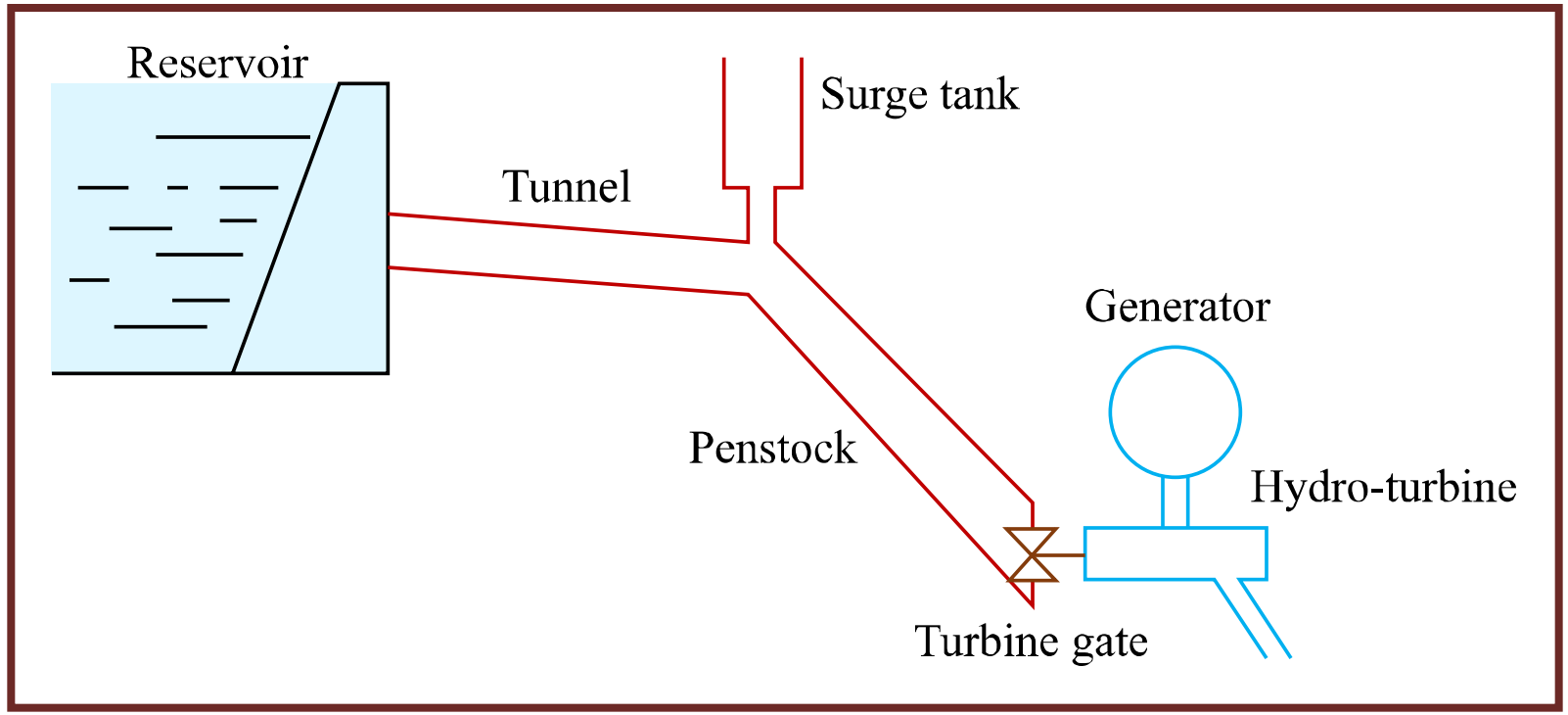
ডিস্ট্রিবিউশন দুই ধরনের হয়ে থাকে। যথা:

প্রাইমারি ডিস্ট্রিবিউশন ⇨ সেকেন্ডারি ডিস্ট্রিবিউশন

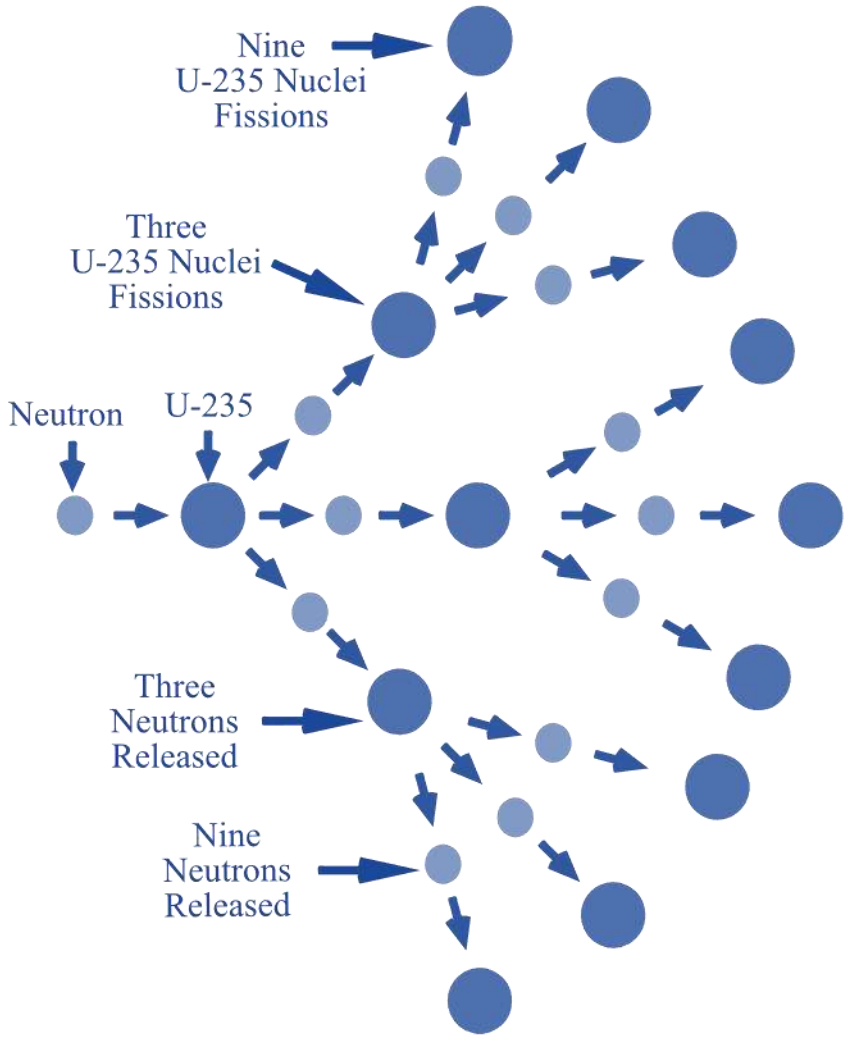
তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র


Furnace
heat energy
Boiler
steam
Turbine
kinetic energy
Generator
electrical energy
oil, coal, gas
condensed water

পানিবিদ্যুৎ কেন্দ্র


Reservoir
Surge tank
Tunnel
Generator
Penstock
Hydro-turbine
Turbine gate

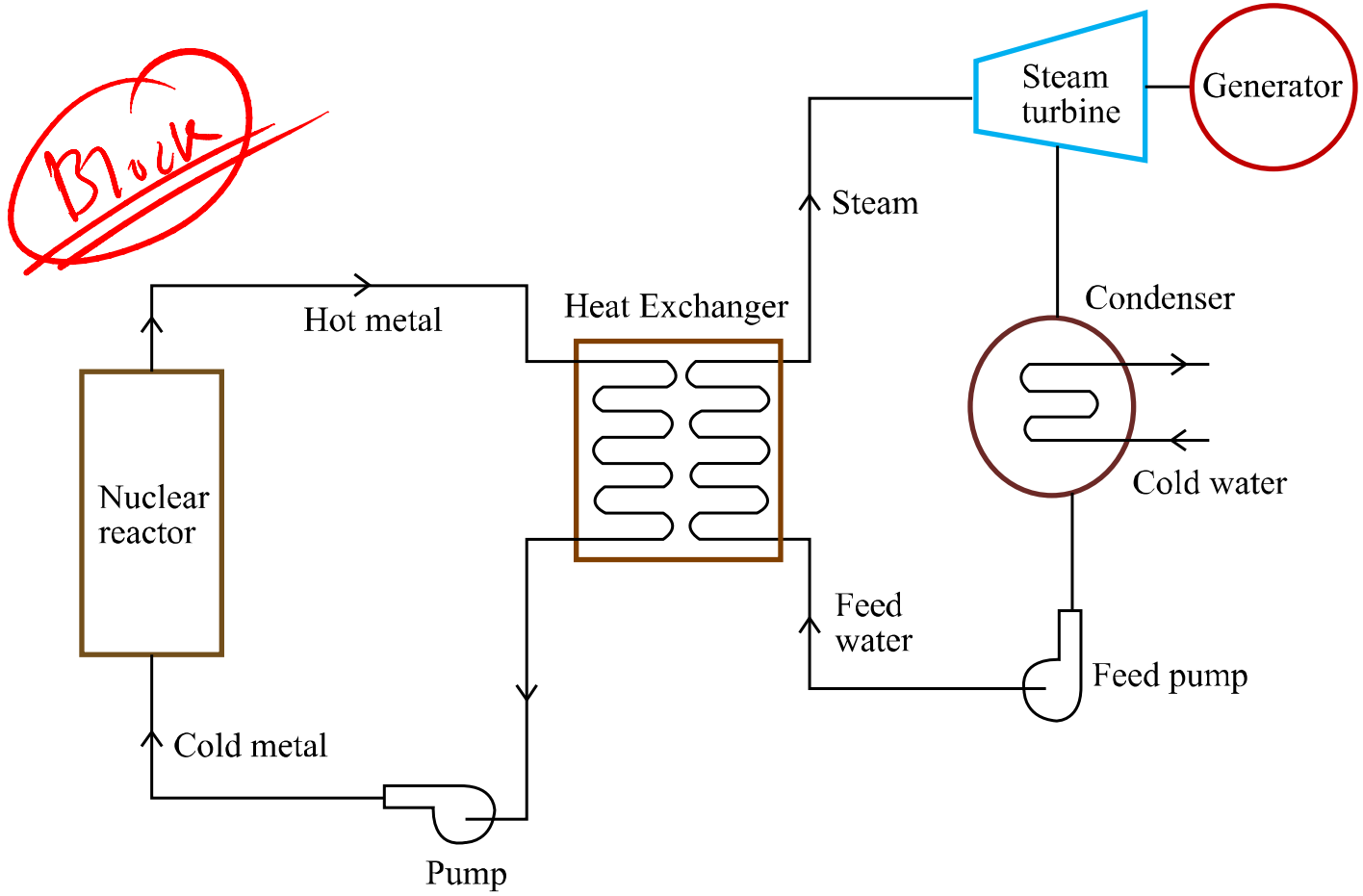
নিউক্লিয়ার ফিশন



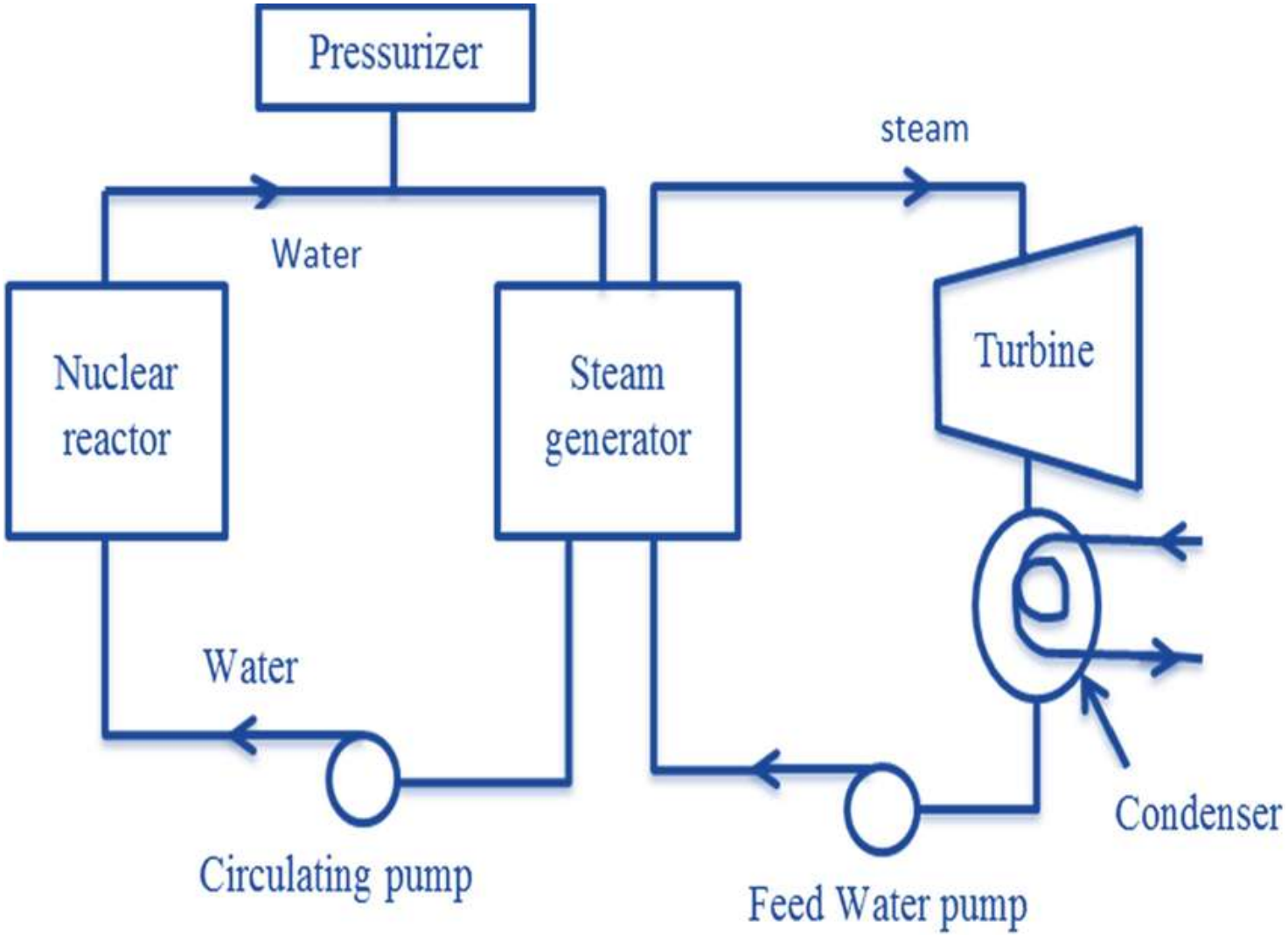
চিত্র : U-235 এর চেইন বিক্রিয়া

নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র

পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রের কার্যনীতি:

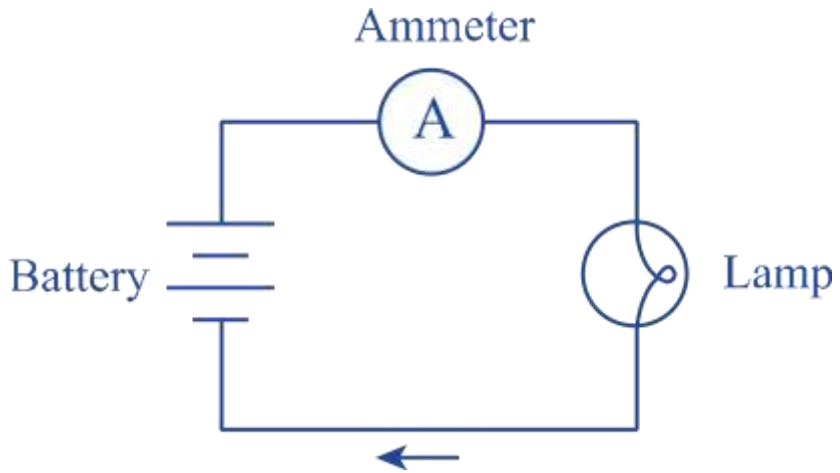


নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র

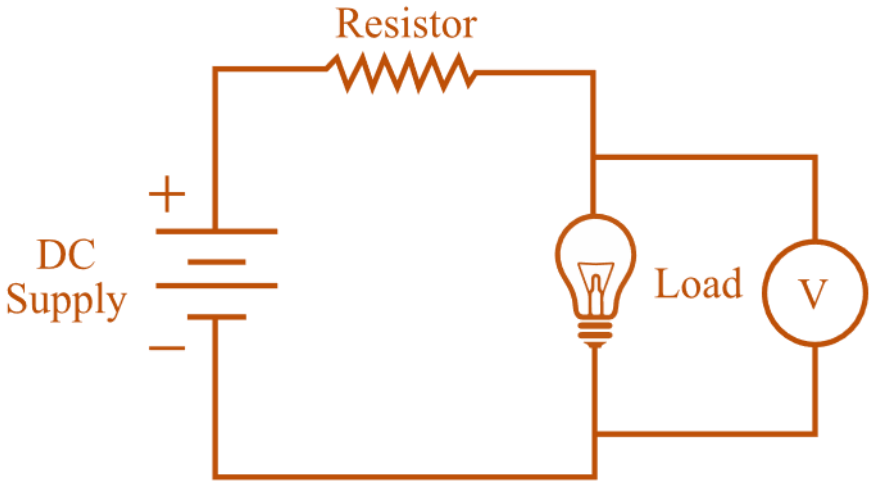


অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার

অ্যামিটার



ভোল্টমিটার



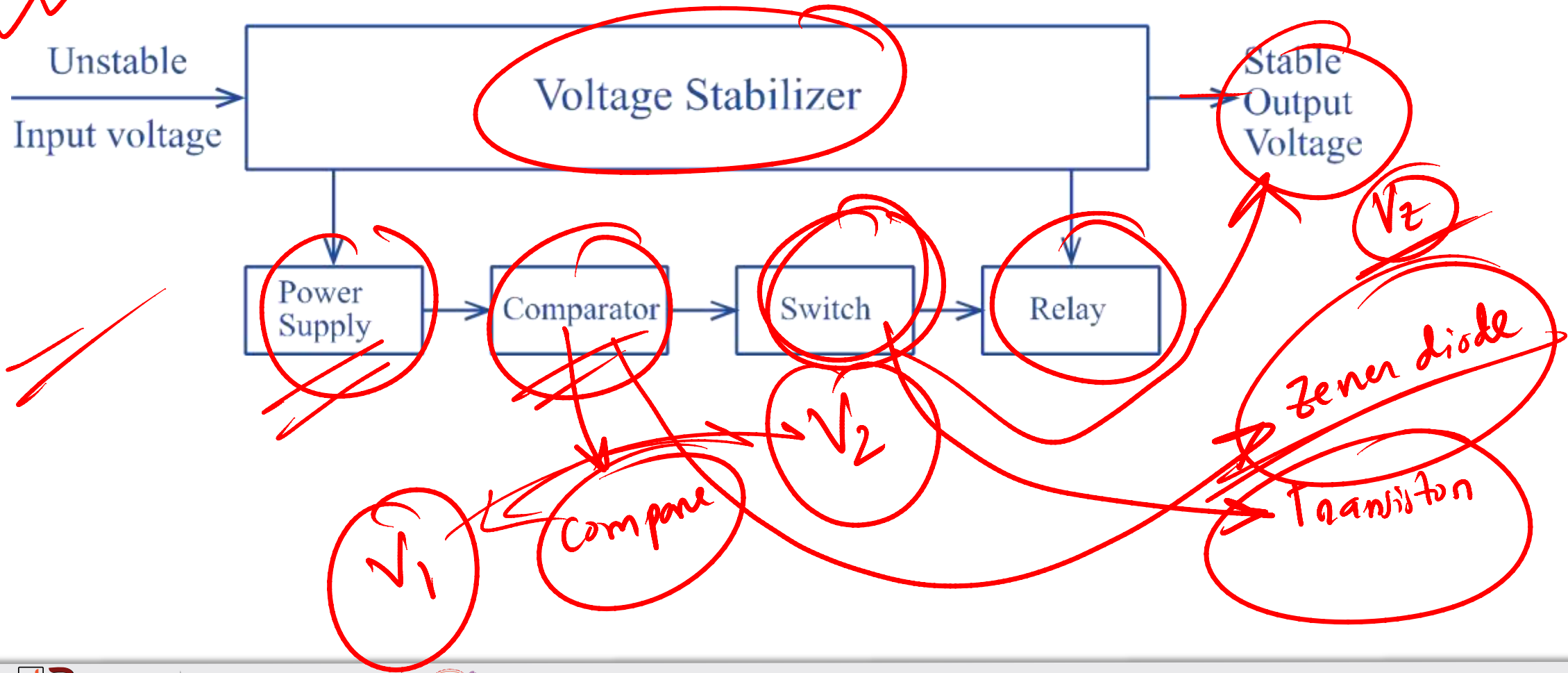
অ্যামিটার ও ভোল্টমিটার

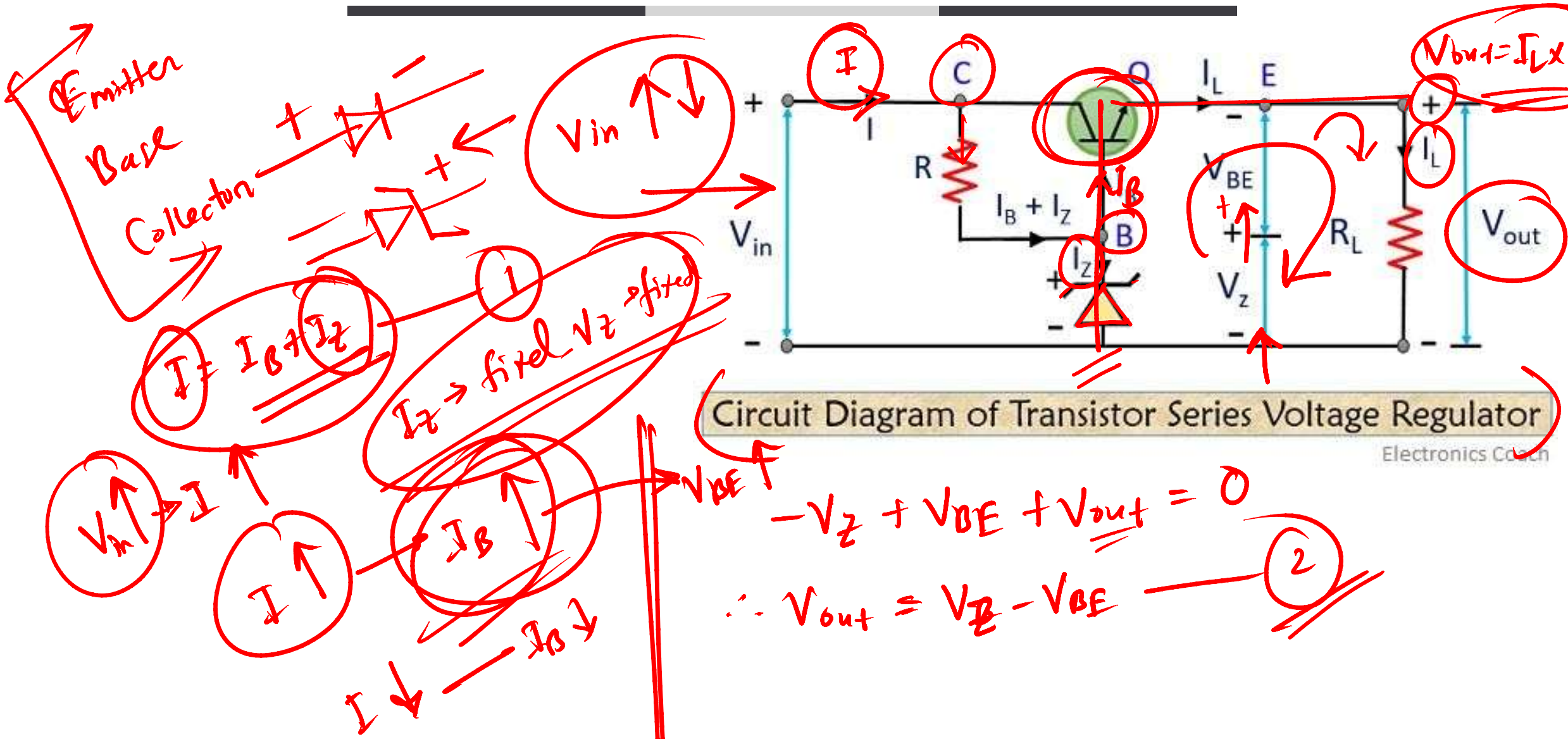
অ্যামিটার ও ভোল্ট মিটারের মধ্যে পার্থক্য

অ্যামিটার	ভোল্ট মিটার
কোনো বর্তনীর বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রা সরাসরি অ্যাম্পিয়ারে পরিমাপ করার যন্ত্রকে অ্যামিটার বলে।	কোনো বর্তনীর দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সরাসরি ভোল্টে পরিমাপ করার যন্ত্রকে ভোল্টমিটার বলে।
অ্যামিটার বর্তনীর সাথে সিরিজ সমবায়ে যুক্ত থাকে।	ভোল্টমিটার বর্তনীর সাথে সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত থাকে।
অ্যাম্পিয়ার একটি কম রোধবিশিষ্ট চল কুণ্ডলী গ্যালভানোমিটার।	ভোল্টমিটার একটি উচ্চ রোধবিশিষ্ট চলকুণ্ডলী গ্যালভানোমিটার।
অ্যামিটার কুণ্ডলীর সাথে নিম্নমানের রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত থাকে।	ভোল্টমিটার কুণ্ডলীর সাথে উচ্চমানের রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত থাকে।

ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার

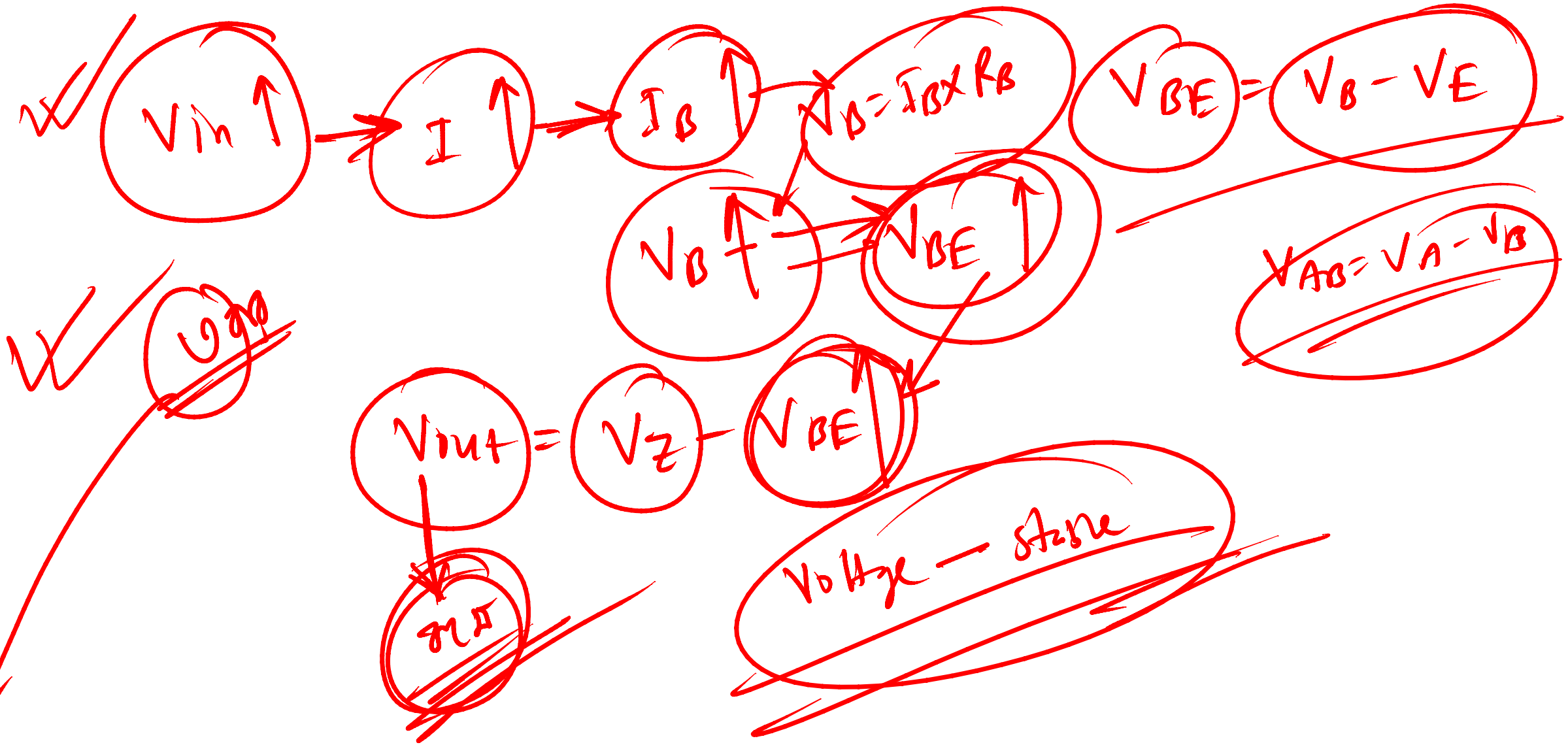
ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার (Voltage Stabilizer)





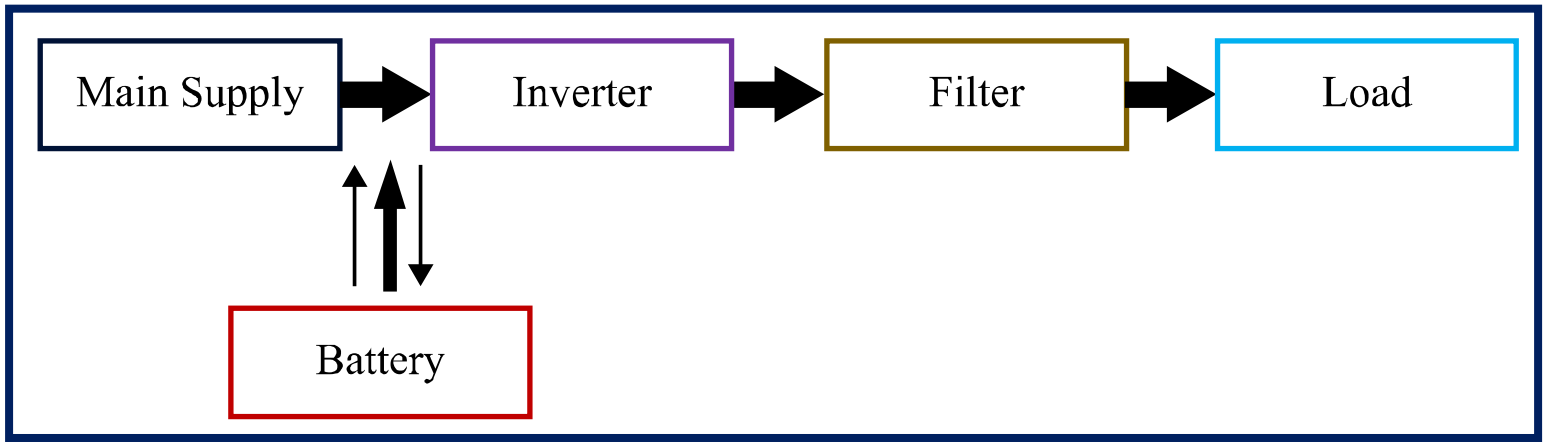
Circuit Diagram of Transistor Series Voltage Regulator

Electronics Coach


Vin
I
IB
VB = IB × RB
VBE = VB − VE
VB
VBE
VAB = VA − VB
Vout = VZ − VBE
Voltage — stable

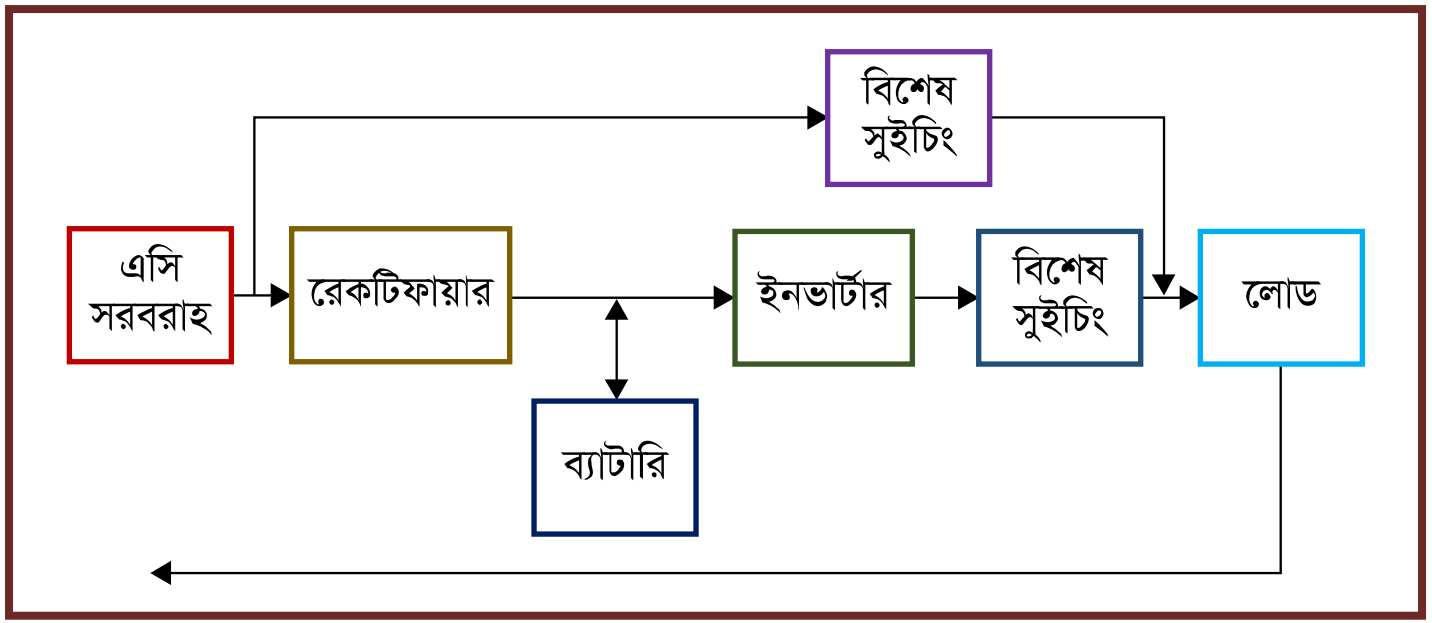
ইউ পি এস (UNINTERRUPTED POWER SUPPLY)

ইউ পি এস



IPS (INSTANT POWER SUPPLY)

আই পি এস

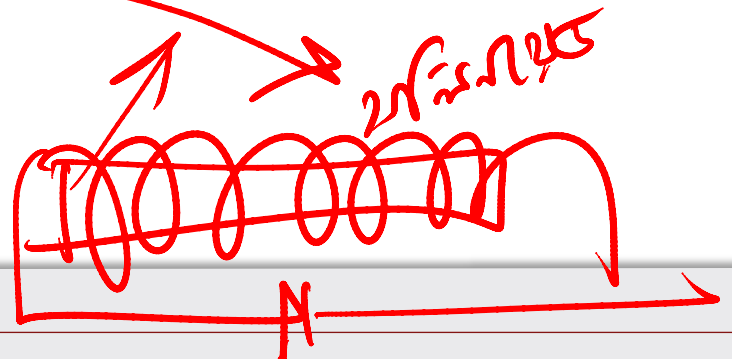


বিগত সালের বিসিএস লিখিত পরীক্ষার প্রশ্নসমূহ

- UPS এবং IPS- এর পূর্ণরূপ কী? এগুলোর মধ্যে পার্থক্য কী? একটি ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার কীভাবে কাজ করে? [৪৪তম বিসিএস লিখিত]
- এসি ভোল্টেজ এবং ডিসি ভোল্টেজ-এর মধ্যে পার্থক্য কী? প্রত্যেকটির দুটি করে উদাহরণ দিন। [৪৪তম বিসিএস লিখিত]
- পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রে বর্জ্য নিষ্কাশন ঝুঁকিপূর্ণ এবং কষ্টসাধ্য কেন ব্যাখ্যা করুন। [৪৪তম বিসিএস লিখিত]
- বিদ্যুৎ উৎপাদন, সঞ্চালন এবং বিতরণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করুন। [৪৪তম বিসিএস লিখিত]
- কমপক্ষে পাঁচটি Electrical Component এর নাম লিখুন এবং এদের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা করুন। [৪৩তম বিসিএস লিখিত]
- উপযুক্ত চিত্রের সাহায্যে Open Circuit ও Short Circuit বর্ণনা করুন। এই Circuit সমূহের মূল সমস্যাটি লিখুন। [৪৩তম বিসিএস লিখিত]
- পার্থক্য ব্যাখ্যা করুন: (i) AC voltage ও DC voltage, (ii) IPS ও UPS [৪৩তম বিসিএস লিখিত]
- Voltage Stabilizer- এর মূল কাজী কী? এটি কীভাবে কাজ করে? ব্যাখ্যা করুন। [৪৩তম বিসিএস লিখিত]

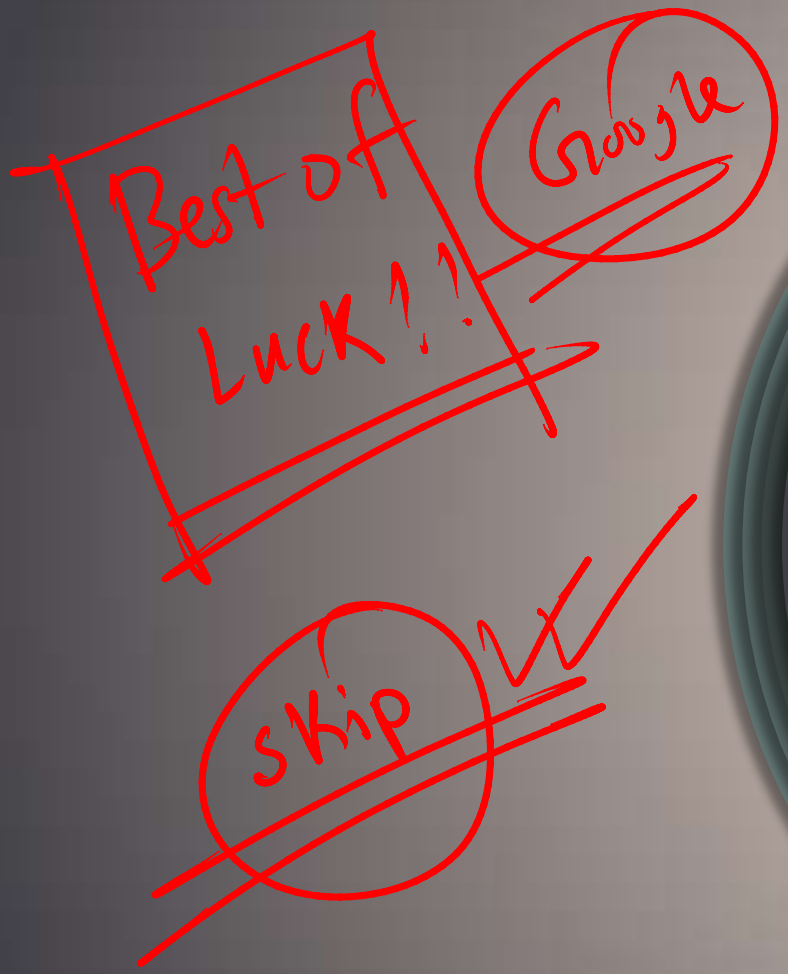
বিগত সালের বিসিএস লিখিত পরীক্ষার প্রশ্নসমূহ

- একটি চিত্রের সাহায্যে Kirchhoff's Voltage Law বর্ণনা করুন। [৪১তম, ৩৬তম বিসিএস লিখিত]
- AC এবং DC ভোল্টেজের মধ্যে পার্থক্য লিখুন। [৪১তম, ৩৮তম বিসিএস লিখিত]
- বৈদ্যুতিক ট্রান্সফর্মারের মূলনীতি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন। [৪১তম বিসিএস লিখিত]
- একটি সার্কিট ব্রেকার কীভাবে কাজ করে চিত্রের মাধ্যমে সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করুন। [৪১তম বিসিএস লিখিত]
- Alternator এবং Generator কী লিখুন। [৪০তম বিসিএস লিখিত]
- Open Circuit এবং Short Circuit অবস্থা ব্যাখ্যা করুন। [৪০তম বিসিএস লিখিত]
- Electrical সার্কিটের চারটি মূল অংশ কী কী? [৪০তম বিসিএস লিখিত]
- Voltage Stabilizer বলতে কী বোঝানো হয়? এটির মূল অংশ ব্লক ডায়াগ্রামে দেখান। [৪০তম বিসিএস লিখিত]
- বৈদ্যুতিক চুম্বক কী? চুম্বকীয় আবেশ কী? [৩৮তম বিসিএস লিখিত]



বিগত সালের বিসিএস লিখিত পরীক্ষার প্রশ্নসমূহ

- খোলা বর্তনী ও শর্ট সার্কিটের ছবিসহ সংজ্ঞা দিন। [৩৮তম বিসিএস লিখিত]
- আইপিএস এবং ইউপিএস এর মধ্যে পার্থক্য কী? [৩৮তম বিসিএস লিখিত]
- কার্শফের Current এবং Voltage Law ব্যাখ্যা করুন। [৩৭তম বিসিএস লিখিত]
- বিদ্যুৎ চুম্বকীয় আবেশ কি? সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিন। [৩৭তম বিসিএস লিখিত]
- একটি বৈদ্যুতিক মোটরের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন। [৩৭তম বিসিএস লিখিত]
- Transformer কি? এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করুন। [৩৭তম বিসিএস লিখিত]
- সার্কিট ব্রেকার স্বয়ংক্রিয়ভাবে অফ হয় কেন? [৩৬তম বিসিএস লিখিত]
- সিরিজ ও প্যারালাল সংযোগ তুল্যরোধ নির্ণয়ের সূত্রগুলো লিখুন। [৩৬তম বিসিএস লিখিত]
- তাপবিদ্যুৎ ও পানিবিদ্যুৎ কীভাবে উৎপাদিত হয়? [৩৫তম বিসিএস লিখিত]
- UPS ও IPS কী? [৩৫তম বিসিএস লিখিত]



BCS কঠিন নয়;
প্রস্তুতি যদি গোছানো হয়