৪৫তম বিসিএস লিখিত ফুল কোর্স

সাধারণ বিজ্ঞান

লেকচার: ০৪

টপিক: ইলেকট্রনিক্স প্রযুক্তি (ELECTRONICS TECHNOLOGY): ইলেকট্রনিক উপাদান, অ্যানালগ ও ডিজিটাল সংকেত, অ্যানালগ ইলেকট্রনিক ডিভাইস, অ্যামপ্লিফায়ার ও ওসিলেটর, রোধ, রোধকের প্রকারভেদ, পরিবাহিতা, ওহম মিটার, ধারকত্ব, ধারক, আবেশক, আবেশিতা, সাইনুসয়ডাল অলটারনেটিং, তরঙ্গরূপ, কম্পাঙ্ক বর্ণালি, সাইনুসয়ডাল তরঙ্গরূপ, বিদ্যুৎপ্রবাহের সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজের সাধারণ বিন্যাস, দশা সম্পর্ক, লেজার ও তারের মৌলিক ধারণা, মৌলিক আরএলসি বর্তনীর প্রতিক্রিয়া, সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজ অথবা বিদ্যুৎপ্রবাহের উপাদান।

উত্তরণ
ক্যারিয়ার এন্ড স্কিলস একাডেমি
09666775566
www.uttoron.academy

ইলেকট্রনিক্স ও ইলেক্ট্রনিক উপাদান

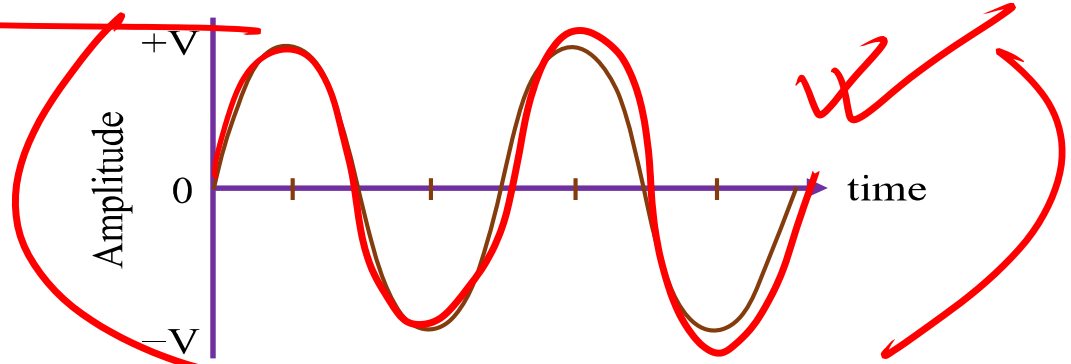
ইলেকট্রনিক উপাদান

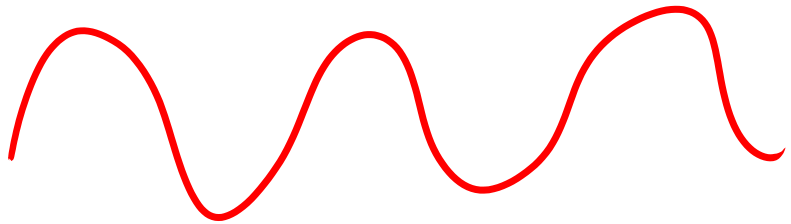
কোনো যন্ত্রের যে সকল উপাদান সামান্য কারেন্ট বা ভোল্টেজ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত তাদের ইলেকট্রনিক উপাদান বলে। বহুল প্রচলিত ইলেকট্রনিক উপাদানগুলো হলো ট্রানজিস্টর, ডায়োড, রেকটিফায়ার, অ্যামপ্লিফায়ার ইত্যাদি।

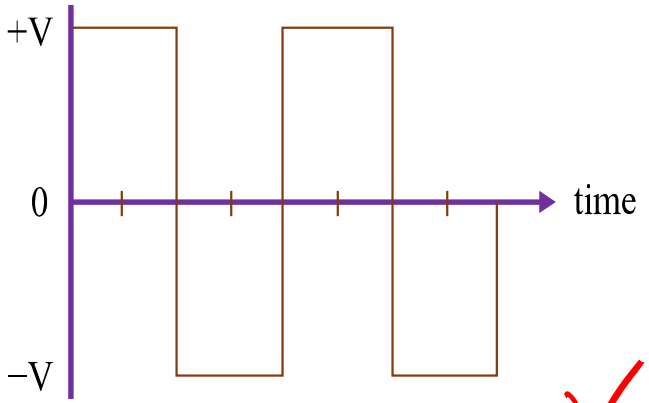
ইলেকট্রনিক উপাদানগুলো একটি বৈদ্যুতিক সার্কিট বা বৈদ্যুতিক সিস্টেম বা বৈদ্যুতিক যন্ত্রের প্রাথমিক বিল্ডিং ব্লক হিসেবে পরিচিত।

ওয়েভফর্ম

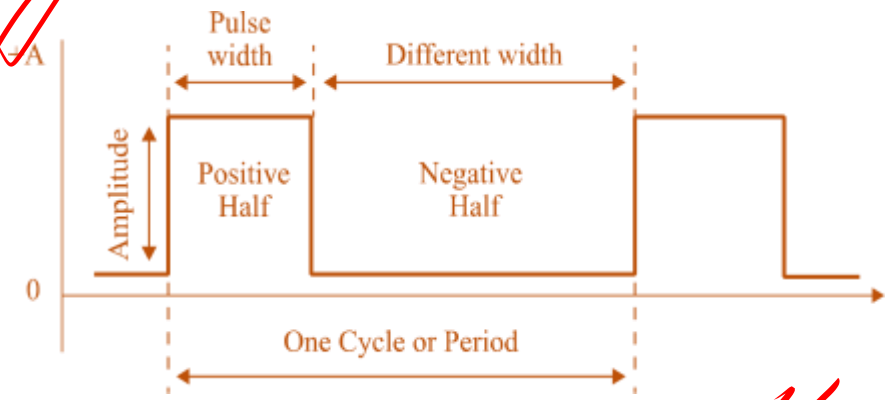
সাইনুসয়ডাল ওয়েভফর্ম : যদি কোনো সিগন্যালের ওয়েভফর্ম সাইন ফাংশনের গ্রাফের মত হয়, তবে সে সিগন্যালের ওয়েভফর্মকে সাইনুসয়ডাল ওয়েভফর্ম বলে। এ ধরনের ওয়েভফর্মের সিগন্যাল সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।



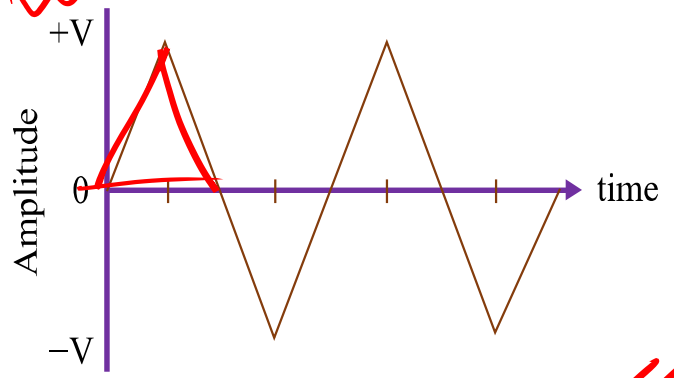




চিত্র: স্কয়ার ওয়েভফর্ম



চিত্র: রেক্টেঙ্গুলার ওয়েভফর্ম



চিত্র: ট্রায়াঙ্গুলার ওয়েভফর্ম

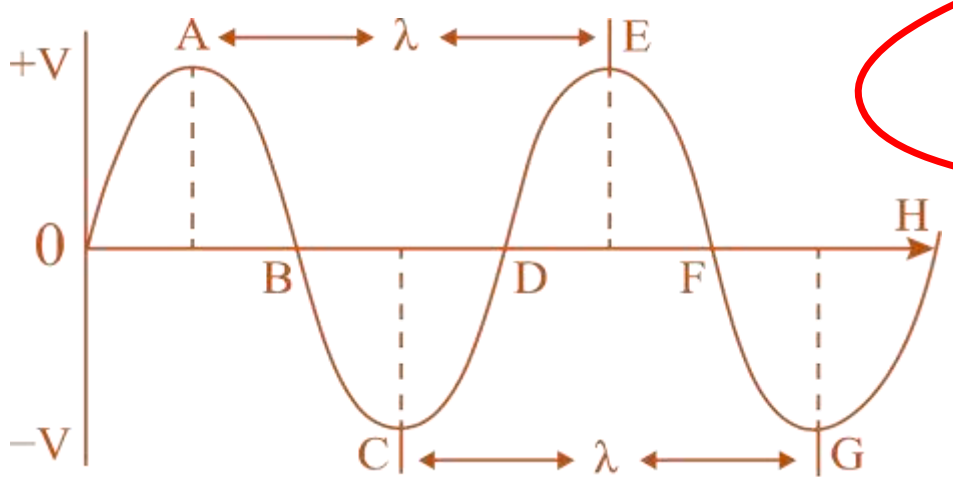
দশা, দশা পার্থক্য

তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার যে কোনো মুহূর্তের গতির সম্যক অবস্থাকে তার দশা বলে।

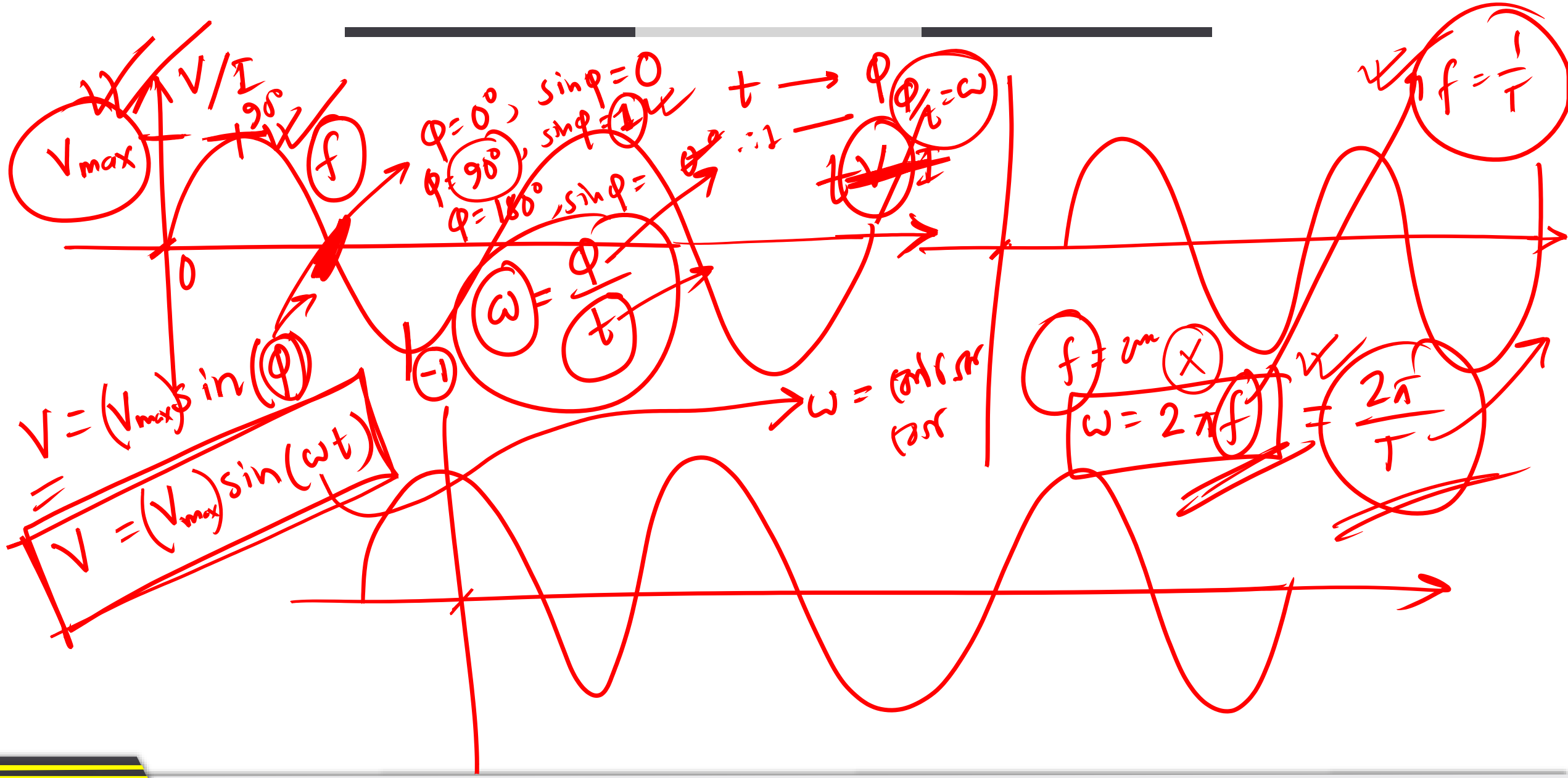
দশা পার্থক্য :

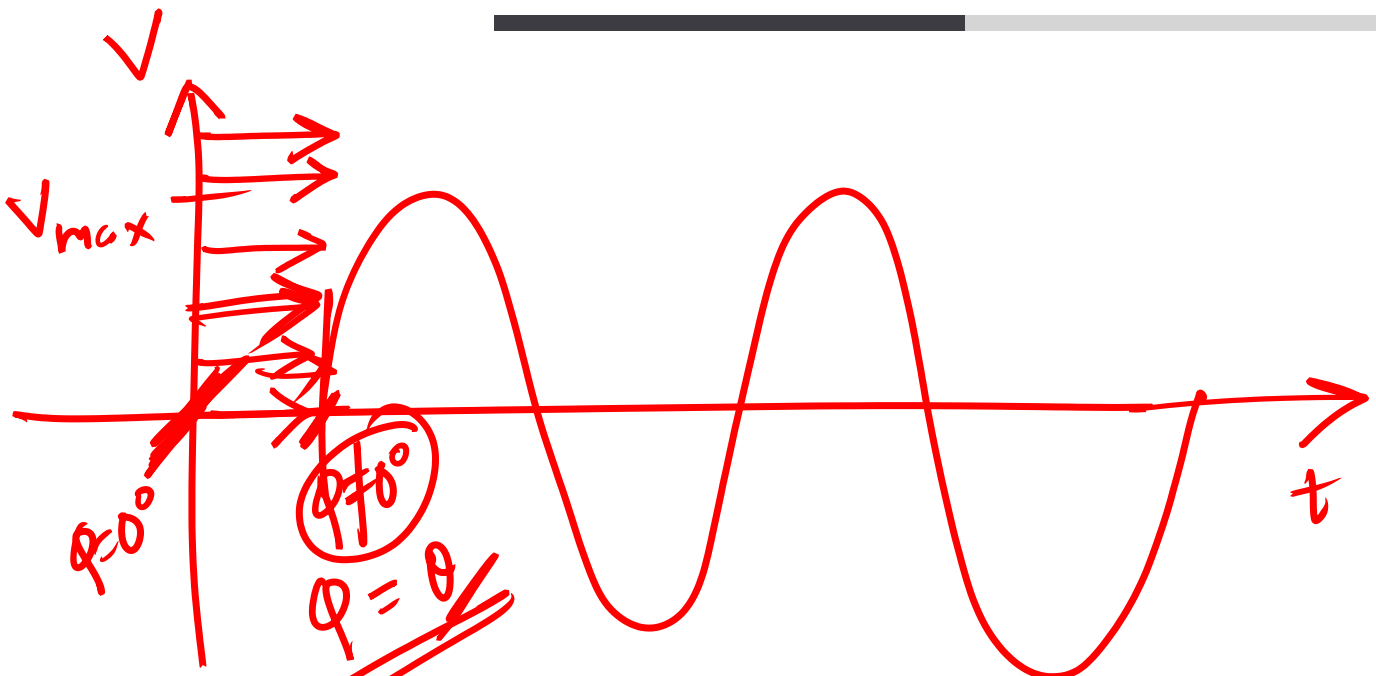
দশা পার্থক্য বলতে কোনো সময়ের ব্যাপ্তি বা কোণ বুঝায় যা দ্বারা একটি তরঙ্গ আরেকটি তরঙ্গের কি পরিমাণ লিডে বা লেগে আছে তা নির্ভর করে। দশা কোনো একটি কম্পমান বস্তুর কোনো মুহূর্তের দোলনের অবস্থা প্রকাশ করে। আরও বিস্তারিতভাবে বলা যায় তরঙ্গস্থিত কোনো একটি কণার যে কোনো মুহূর্তের অবস্থান এবং তার গতির অবস্থা ও দিক যার দ্বারা নির্দেশ করা হয় তাকে দশা বলে। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ দূরত্বে দুটি কণার দশা পার্থক্য 2π। দশা-তে A ও E এবং C ও G একই দশাসম্পন্ন। আবার A ও C এবং E ও G বিপরীত দশাসম্পন্ন।

দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য



T, λ, φ, v, f


V/I
V_{max}
0
f
$\varphi = 0°$
$\varphi = 90°$
$\varphi = 180°$
$\sin\varphi = 0$
$\sin\varphi = 1$
$\sin\varphi =$
$\omega = \frac{\varphi}{t}$
-1
t →
$\frac{\varphi}{t} = \omega$
$V = (V_{max}) \sin(\omega t)$
$\omega =$
$f = \frac{1}{T}$
$f =$
$\omega = 2\pi f$
$= \frac{2\pi}{T}$



$\varphi = 0°$

$V = V_{max} \sin(\omega t)$

$V = V_{max} \sin(\omega t - \theta)$

$V = V_{max} \sin(\omega t + \theta)$

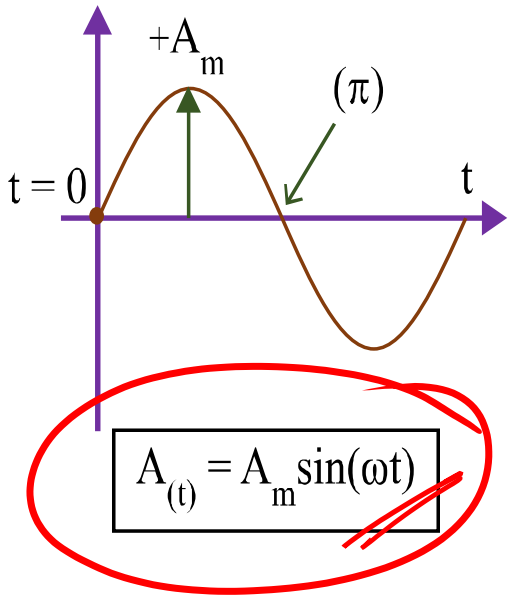
সাইনুসয়ডাল ওয়েভফর্ম এর বিভিন্ন দশার সম্পর্ক

দশা পার্থক্যের সূত্র : $A_t = A_{max} \times \sin(\omega t \pm \phi)$

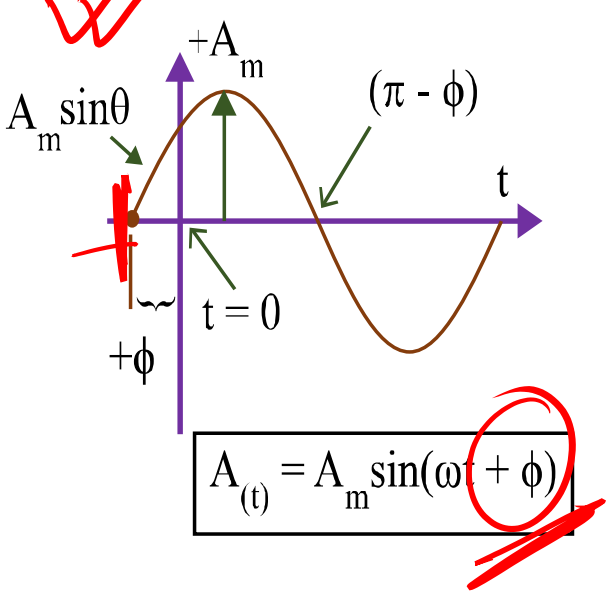
যেখানে

- A_m ওয়েভফর্মের বিস্তার
- ω ওয়েভফর্মের কৌণিক বেগ (radian/sec)
- ϕ (phi) রেফারেন্স বিন্দু থেকে ডানে বা বামে ওয়েভফর্ম যতটুকু বিচ্যুত হয়েছে তার ফেজ এঙ্গেল বা কৌণিক দশা।

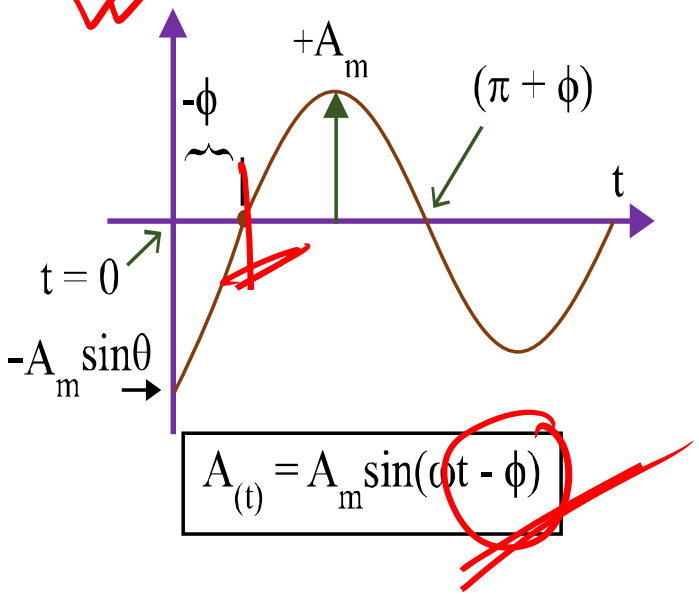
In-phase ($\phi = 0^0$)



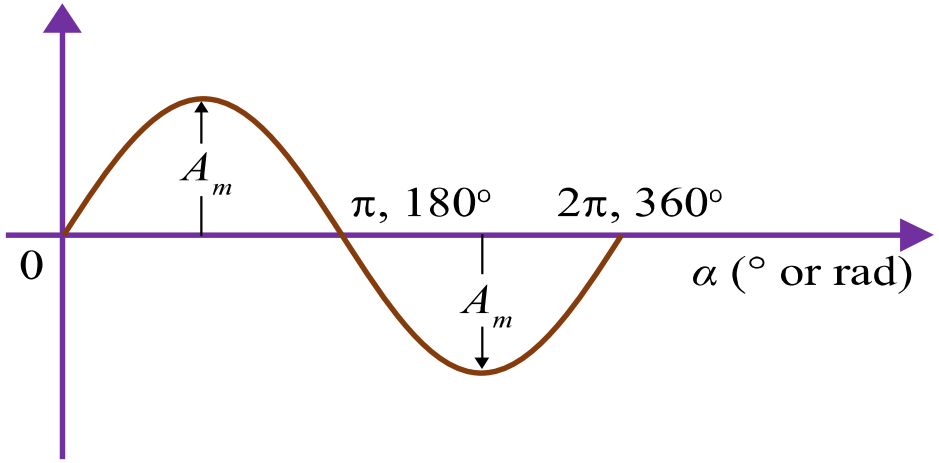
Positive Phase ($+\phi$)



Negative Phase($-\phi$)



GENERAL FORMAT FOR THE SINUSOIDAL WAVEFORM



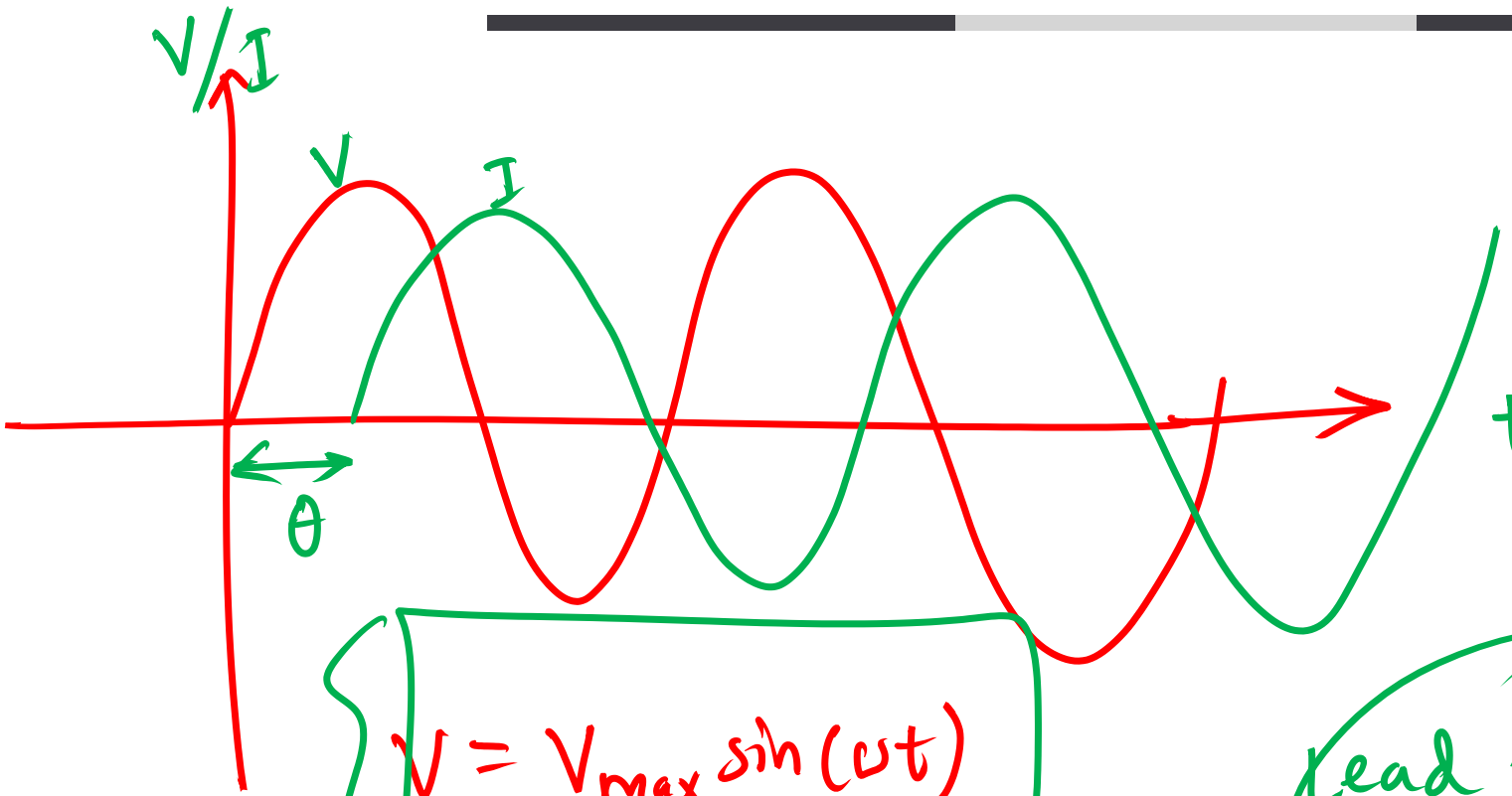
সায়নুসয়ডাল ওয়েভফর্মকে সাধারণত এভাবে প্রকাশ করা হয়- $A_m \sin \alpha$

আবার $\alpha = \omega t$

অতএব, সাধারণ সূত্রটি হল- $A_m \sin \omega t$

যদি যে কোনো সময়, t এ ভোল্টেজ V এবং সর্বোচ্চ ভোল্টেজ V_m হয় তবে, $V = V_m \sin \omega t$

এবং যদি যে কোনো সময়, t এ কারেন্ট I এবং সর্বোচ্চ কারেন্ট I_m হয় তবে, $I = I_m \sin \omega t$



$V = V_{max} \sin(\omega t)$

$I = I_{max} \sin(\omega t - \theta)$

lead কি?

V leads I by θ

RESISTANCE, TYPES OF RESISTORS & CONDUCTANCE

রেজিস্টর

[৩১তম বিসিএস লিখিত]

যে সকল কম্পোনেন্ট ইলেকট্রনের গতিপথে বাধা সৃষ্টি করলেও তাদের চলার পথকে সম্পূর্ণরূপে বন্ধ করে না, সেসব কম্পোনেন্টকে বলা হয় রেজিস্টর।

রেজিস্টর প্রধানত দুই প্রকার। যথা: ১. অপরিবর্তনশীল রেজিস্টর ২. পরিবর্তনশীল রেজিস্টর

রেজিস্টেন্স

কোনো পরিবাহীর ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় এটি পরিবাহী কর্তৃক কমবেশি কিছু বাধা পায় । এই বাধাকে পরিবাহীর রেজিস্টেন্স বলা হয়। রেজিস্টেন্স সার্কিটে ভোল্টেজ এবং কারেন্ট হ্রাস করে।

তড়িৎ পরিবাহিতা

তড়িৎ মাধ্যমের একটি ধর্ম যা এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করতে সহায়তা করে। মূলত কোনো তড়িৎ পরিবাহকের তড়িৎ পরিবাহিতা হচ্ছে এর রোধের বিপরীত রাশি।

যদি কোনো পরিবাহকের রোধ R হয়, তবে ঐ পরিবাহকের পরিবাহিতা G হবে- $G = \frac{1}{R}$ তড়িৎ পরিবাহিতার একক সিমেন্স (Siemens).

FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS, ELECTRONIC COMPONENTS

পরিবাহী (কন্ডাক্টর)

- ✓ রুপা
- ✓ তামা
- ✓ রুপা-তামার সংকর
- ✓ সোনা
- ✓ অ্যালুমিনিয়াম
- ✓ দস্তা
- ✓ নিকেল
- ✓ সিসা
- ✓ জার্মান সিলভার
- ✓ পিতল
- ✓ লোহা
- ✓ প্লাটিনাম
- ✓ ব্রোঞ্জ
- ✓ ক্যাডমিয়াম
- ✓ ম্যাঙ্গানিজ
- ✓ প্লাটিনয়েড
- ✓ পারদ।

সেমিকন্ডাক্টর:

উদা: সিলিকন, জার্মেনিয়াম।

সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস:

- ✓ রেজিস্টর (Resistor)
- ✓ ক্যাপাসিটর (Capacitor)
- ✓ ডায়োড (Diode)
- ✓ Op-Amp - অপারেশনাল এমপ্লিফায়ার (Operational amplifier)
- ✓ ICs - ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট
- ✓ ট্রানজিস্টর (Transistor)

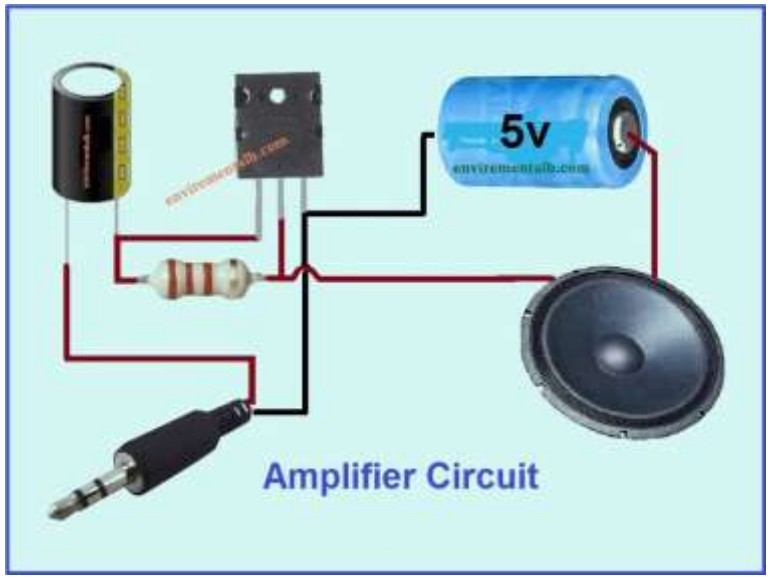
অন্তরক (ইনসুলেটর)

- ✓ লিনেন কাপড়
- ✓ তুলা
- ✓ কোনো শুকনো কাঠ
- ✓ মার্বেল পাথর
- ✓ চীনামাটি
- ✓ শুকনো চামড়া
- ✓ কোনো কাগজ
- ✓ পশম
- ✓ রেশম
- ✓ গন্ধক
- ✓ রজন
- ✓ অভ্র
- ✓ কাঁচ
- ✓ রাবার
- ✓ মোম
- ✓ এবোনাইট
- ✓ প্লাস্টিক

অ্যামপ্লিফায়ার

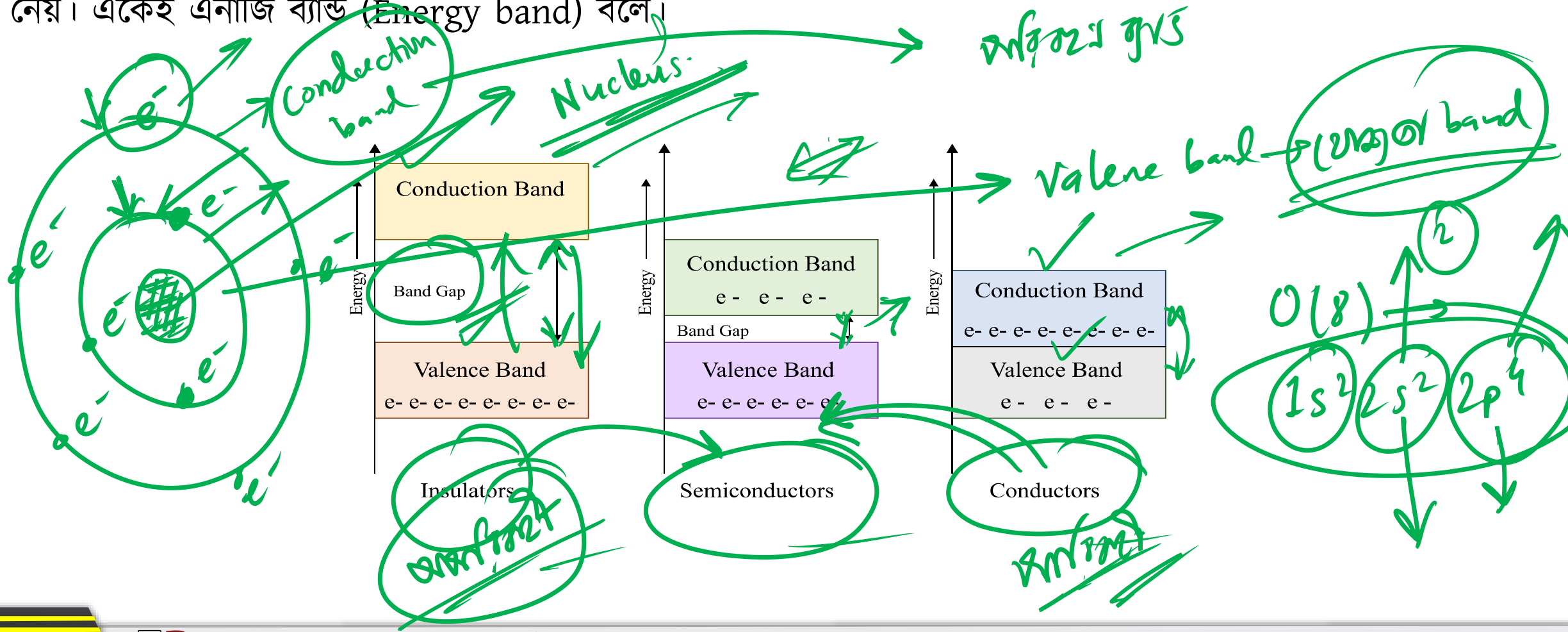
যে ডিভাইসের সাহায্যে দুর্বল বা কম অ্যামপ্লিচিউডের (বিস্তার) সিগন্যালকে শক্তিশালী বা বড় অ্যামপ্লিচিউডের সিগন্যালে পরিণত করা হয়, তাকে অ্যামপ্লিফায়ার বলে। এটি এমন এক ইলেকট্রনিক ডিভাইস/সার্কিট যা কোনো ইলেকট্রনিক সিগন্যালের আকৃতি ও ফ্রিকুয়েন্সি অপরিবর্তিত রেখে এর পাওয়ার (ভোল্টেজ বা কারেন্ট অথবা উভয়ই) বৃদ্ধি করে।

অ্যামপ্লিফিকেশন: যে পদ্ধতিতে দুর্বল সিগন্যালকে বর্ধিত করা হয় ঐ পদ্ধতিকে অ্যামপ্লিফিকেশন বলে।



এনার্জি ব্যান্ড

একটি বিচ্ছিন্ন স্বতন্ত্র পরমাণুর ইলেকট্রনগুলোর বিভিন্ন কক্ষপথের সুনির্দিষ্ট এনার্জি স্তর বা কেলাসের কোটি কোটি ঘন সংঘবদ্ধ এনার্জি স্তরে রূপ নেয়। অর্থাৎ কোনো পরমাণুর একেকটি এনার্জি স্তর একেকটি ব্যান্ড বা পাল্লার রূপ নেয়। একেই এনার্জি ব্যান্ড (Energy band) বলে।



সেমিকন্ডাক্টর

ডোপিং:

বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরের সাথে প্রয়োজনমতো ভেজাল পরমাণু বা অপদ্রব্য মেশানোর পদ্ধতিকে ডোপিং বলা হয়। বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরে যথেষ্ট পরিমাণে মুক্ত ইলেকট্রন এবং হোল থাকে না। তাই চাহিদা মত কারেন্ট প্রবাহ সৃষ্টি করা যায় না। এজন্য বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরের পরিবাহিতা বৃদ্ধি করার জন্য এর সাথে প্রয়োজনমতো ভেজাল বা অপদ্রব্য মেশানো হয় যাতে যখন যেমন কারেন্ট প্রয়োজন তখন তেমন পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়।

সেমিকন্ডাক্টর বা অর্ধপরিবাহী দুই প্রকার।

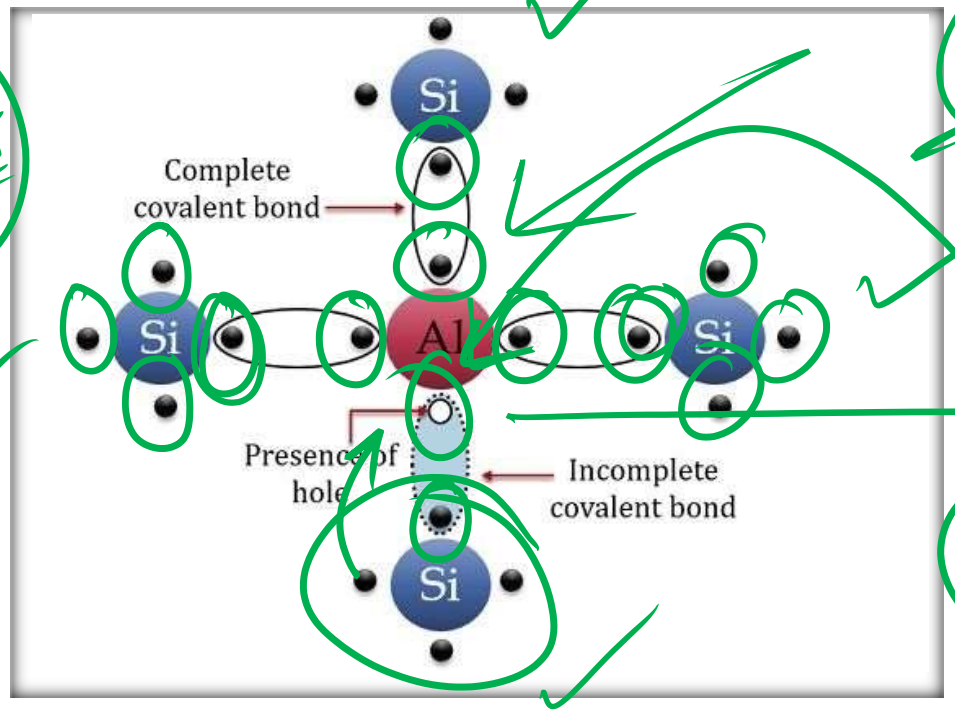
যথা: ১. বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর (Intrinsic Semiconductor) ২. ভেজাল মিশ্রিত (Extrinsic Semiconductor)

ভেজাল মিশ্রিত সেমিকন্ডাক্টরকে আবার ২ ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা:

(ক) p-type সেমিকন্ডাক্টর (খ) n-type সেমিকন্ডাক্টর

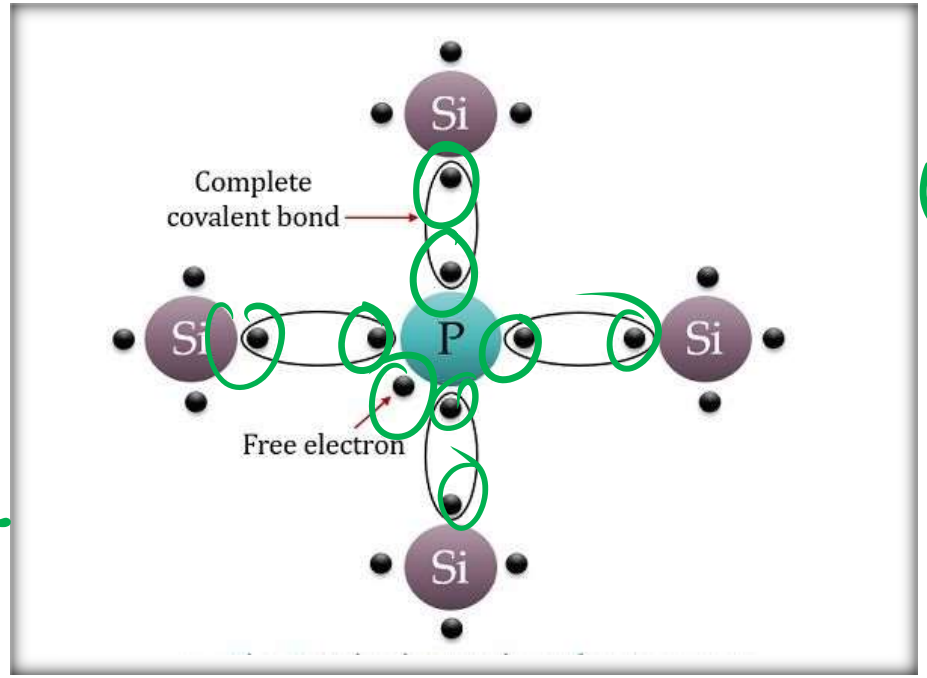
(ক) p-type সেমিকন্ডাক্টর:

বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরের সাথে প্রয়োজনমতো ত্রিযোজী ভেজাল উপাদান মিশিয়ে যে সেমিকন্ডাক্টর তৈরি করা হয় তাকে p-type সেমিকন্ডাক্টর বলে। বিশুদ্ধ সিলিকন বা জার্মেনিয়াম পরমাণুর সাথে একটি ত্রিযোজী পরমাণু ভেজাল হিসেবে যুক্ত করলে ত্রিযোজী পরমাণুর তিনটি যোজন ইলেকট্রন নিকটবর্তী তিনটি সিলিকনের যোজন ইলেকট্রনের সাথে শেয়ারিং এর মাধ্যমে সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট বন্ড সৃষ্টি করে।



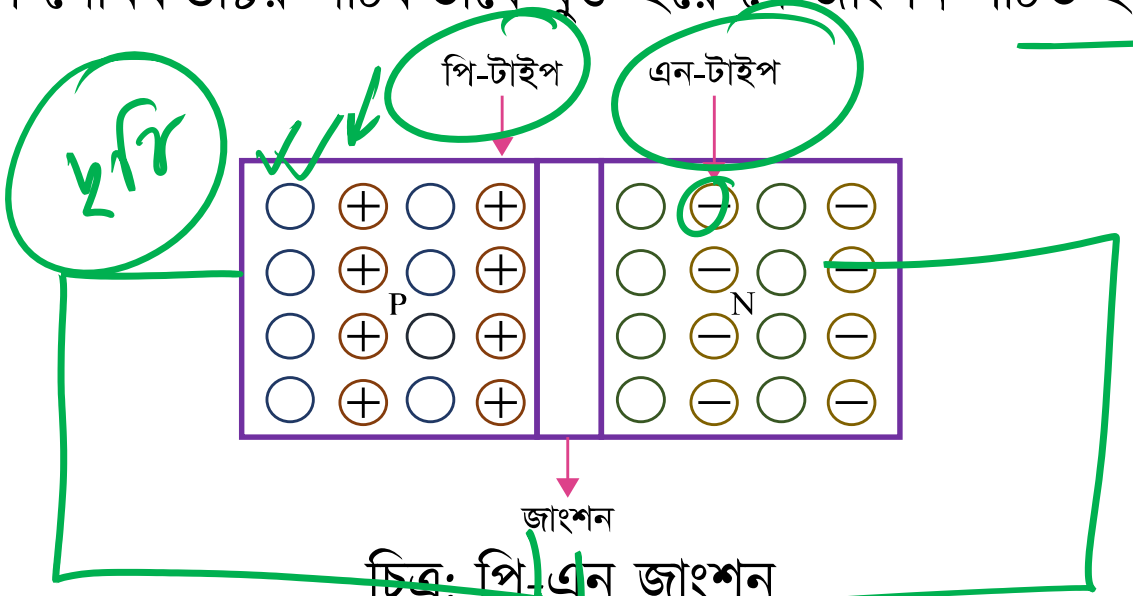
(খ) n-type সেমিকন্ডাক্টর :

বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরের সাথে প্রয়োজনমতো পঞ্চযোজী অপদ্রব্য বা ভেজাল উপাদান মিশিয়ে যে সেমিকন্ডাক্টর তৈরি করা হয় তাকে n-type সেমিকন্ডাক্টর বলে। বিশুদ্ধ সিলিকন পরমাণুর সাথে একটি পঞ্চযোজী পরমাণু ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মিশানো হলে পঞ্চযোজী পরমাণুর চারটি ইলেকট্রন নিকটবর্তী চারটি সিলিকন পরমাণুর ভ্যালেন্স ইলেকট্রনের সাথে শেয়ারিং এর মাধ্যমে সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট বন্ড সৃষ্টি করার মাধ্যমে তার ভ্যালেন্স ব্যান্ডকে আটটি ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ করে।



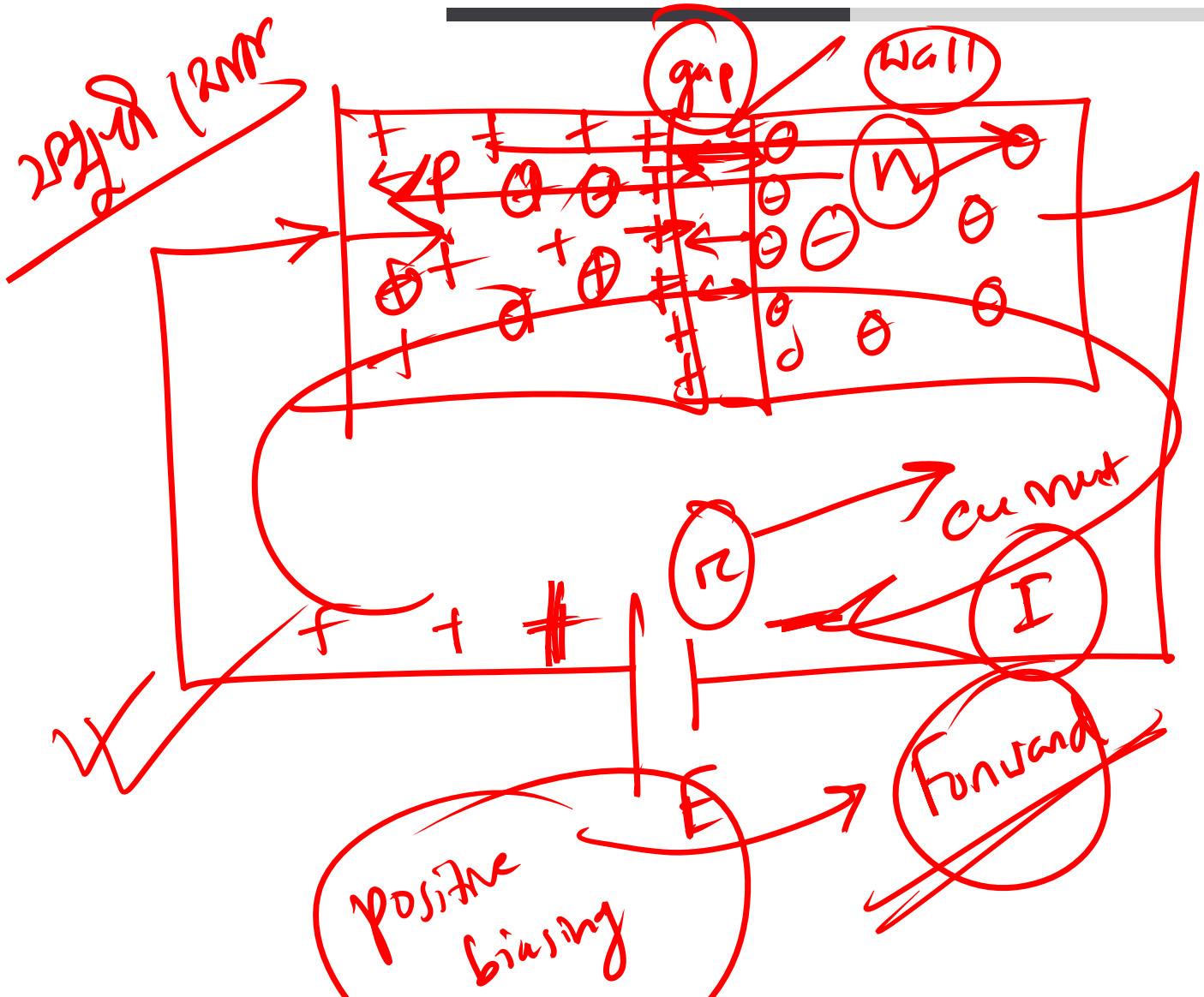
পি-এন জাংশন

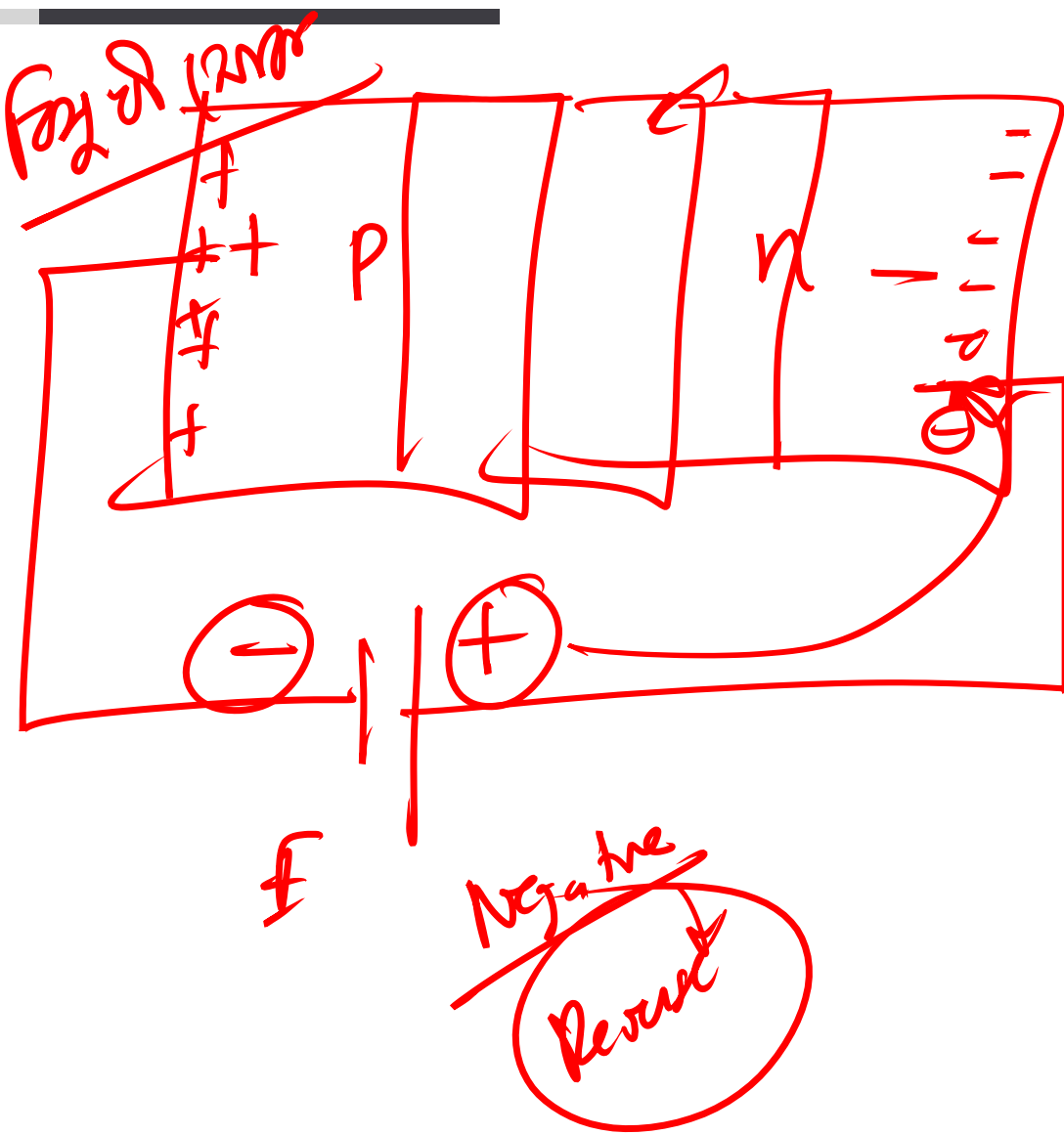
একটি P এবং একটি N টাইপ সেমিকন্ডাক্টর সঠিকভাবে যুক্ত হয়ে যে জাংশন গঠিত হয়, তাকে P-N জাংশন বলে।



চিত্র: পি-এন জাংশন

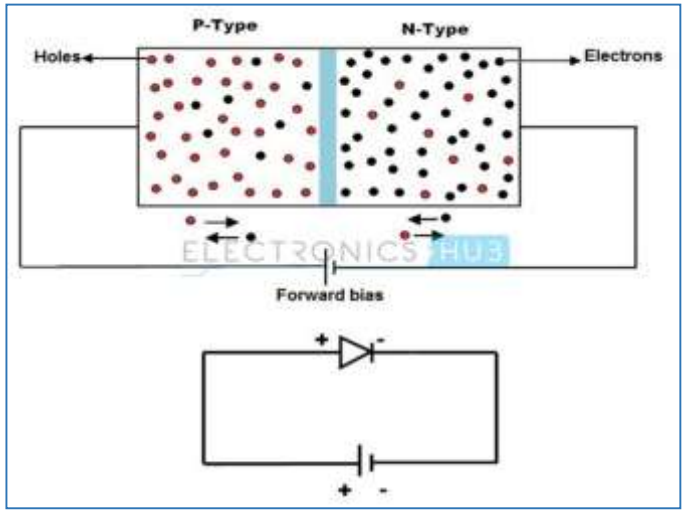
এখানে ক্রিস্টালের একটি পি-টাইপ এবং অপর দিকে এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর স্থাপন করায় সংযোগস্থলে একটি বিশেষ অবস্থার সৃষ্টি হয়। যুক্ত হওয়ার পূর্বে পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরে প্রচুর পরিমাণ পজেটিভ হোল থাকার কারণে পজেটিভ কারেন্ট এবং এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরে প্রচুর পরিমাণ ইলেকট্রন থাকার কারণে নেগেটিভ কারেন্ট বহনকারী হিসাবে কাজ করত। কিন্তু পি-এন জাংশন সৃষ্টির ফলে পি-এলাকার কিছু হোল এন-এলাকায় চলে আসে এবং এন-এলাকার কিছু ইলেকট্রন পি-এলাকায় চলে আসে। অর্থাৎ ফ্রি ইলেকট্রন ও হোলগুলো নিজেদের পার্শ্ব হতে জাংশনের অপর পার্শ্বে ডিফিউজ হয়।

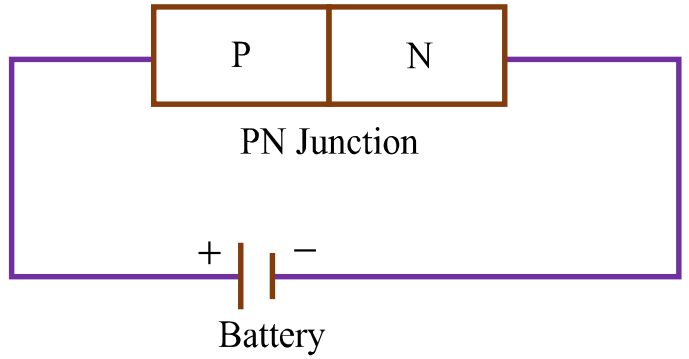

Wall
n
p
R
current
I
V
E
Forward
positive
biasing


p
n
E
Negative
Reverse

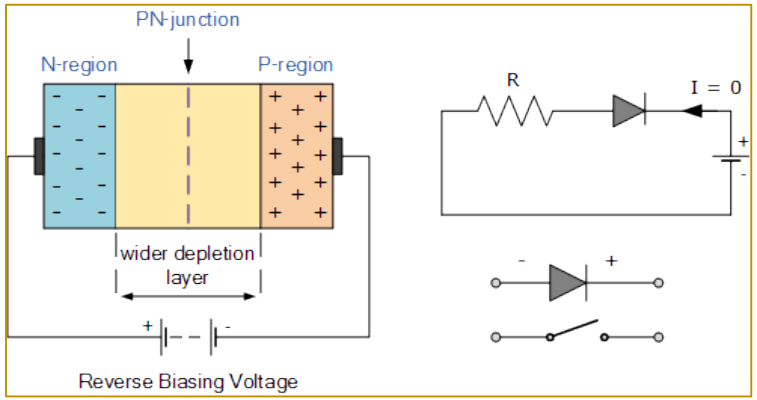
পি-এন জাংশন

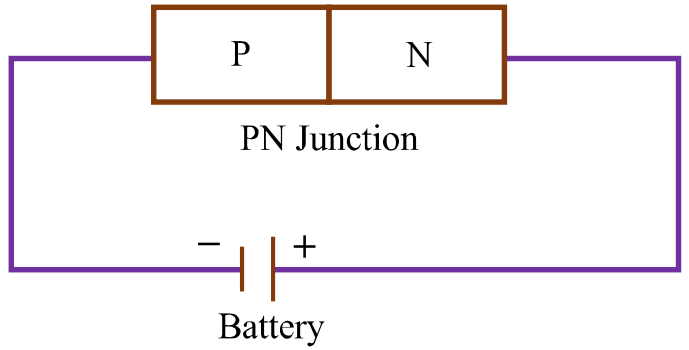
পি-এন জাংশনের ফরওয়ার্ড বায়াস:





পি-এন জাংশনের রিভার্স বায়াস:





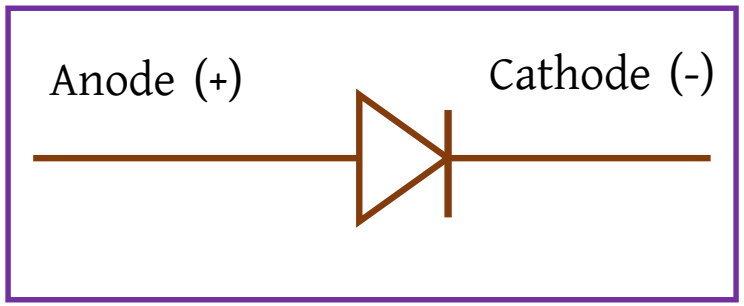
ডায়োড

ডায়োড একটি দুই প্রান্তবিশিষ্ট ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা সার্কিটে কারেন্টকে একদিকে প্রবাহিত করে এবং বিপরীত দিক দিয়ে কারেন্ট যেতে বাধা দেয়। এর একদিকের রেজিস্টর প্রায় শূন্য এবং বিপরীত দিকের রেজিস্টর অনেক অনেক বেশি। তাই বিপরীত দিক দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে না।

ক্যাথোড ডায়োড মূলত অর্ধপরিবাহী সিলিকন এবং জার্মেনিয়াম দিয়ে তৈরি। একটি পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর এবং একটি এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরকে পরস্পরের সাথে যুক্ত করে ডায়োড তৈরি করা হয়। দুই সেমিকন্ডাক্টরের সংযোগস্থানকে p-n জাংশন বলে। ডায়োড শুধু ফরওয়ার্ড বায়াসে কারেন্ট পরিবহন করে। রিভার্স বায়াসিং এ এটি কারেন্ট পরিবহন করে না। ডায়োড যেহেতু এক দিকে কারেন্ট প্রবাহিত করে তাই একে একমুখী সুইচ বলে।

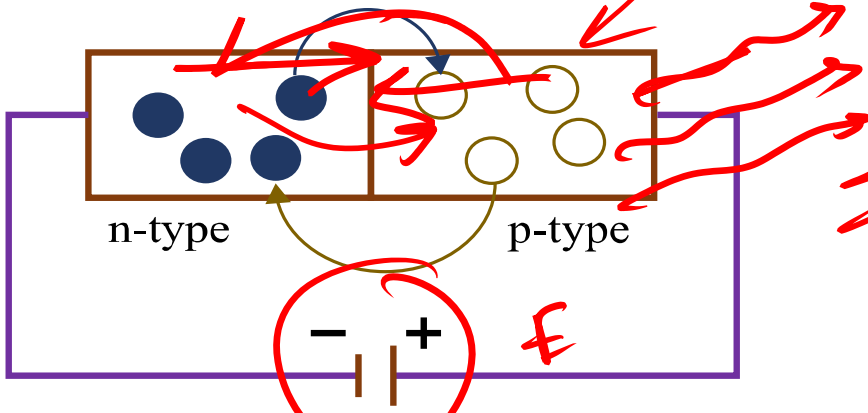
ডায়োডের বৈশিষ্ট্য: সাধারণত একটি ডায়োডে নিচের বৈশিষ্ট্যগুলো থাকে -

- ✓ ফরওয়ার্ড বায়াসে শূন্য রেজিস্টেন্স দেখায়।
- ✓ রিভার্স বায়াসে অসীম রেজিস্টেন্স দেখায়।
- ✓ দুইটি স্টেবল অন এবং অফ স্টেট থাকে।



লাইট ইমিটিং ডায়োড

লাইট ইমিটিং ডায়োড একটি বিশেষ ধরনের p-n জাংশন ডায়োড যা ফরওয়ার্ড বায়াসে কাজ করে। এটি একটি বিশেষ ধরনের ডিভাইস যার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হলে আলো নির্গত হয়।

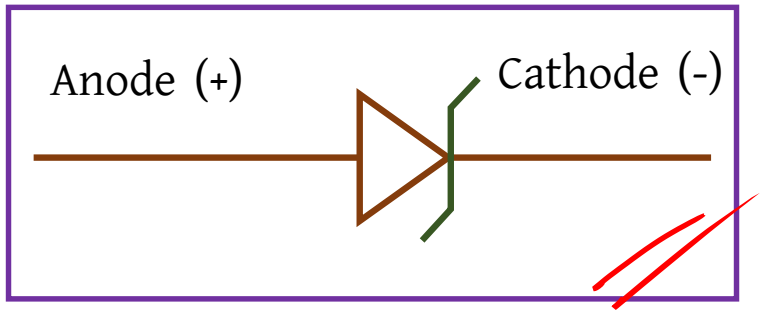


LED মূলত ফরওয়ার্ড বায়াসে কাজ করে থাকে। পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর মেজরিটি কেরিয়ার হোল এবং এন-টাইপে মেজরিটি কেরিয়ার ইলেকট্রন থাকে। যখন লাইট ইমিটিং ডায়োডকে ফরওয়ার্ড বায়াস প্রধান করা হয় তখন এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের ফ্রি ইলেকট্রনসমূহ ডিসি সোর্স হতে বৈদ্যুতিক শক্তি লাভ করে এবং বৈদ্যুতিক চাপের প্রভাবে জাংশনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে পি-টাইপে যায়। পি-টাইপে মেজরিটি ক্যারিয়ারের হোলসমূহ আগত ইলেকট্রনসমূহের সাথে মিলিত হয়। এর ফলে ইলেকট্রন হোল রিকম্বিনেশন ঘটে এবং একই সাথে মিলিত হবার সময় ইলেকট্রনসমূহ তাদের অর্জিত শক্তিকে ফোটন আকারে বিকিরণ করে থাকে। এভাবে মূলত পি-এন জাংশন একটি আলোক উৎসে পরিণত হয়ে থাকে।

জেনার ডায়োড

জেনার ডায়োড হল অধিক মাত্রায় ডোপিংকৃত p-n জাংশন ডায়োড। এটি সিলিকন বা জার্মেনিয়ামের তৈরি। এটি একটি বিশেষ ধরনের ডায়োড যার উভয়দিক দিয়েই কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। এদের একটি নির্দিষ্ট ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ থাকে।

এটি একটি প্রটেকটিভ ডিভাইস হিসেবে ওভার ভোল্টেজ প্রটেকশনে ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত সার্কিটে রিভার্স বায়াসে সংযোগ করতে হয়। যখন নির্দিষ্ট ভোল্টেজ অতিক্রম করার ফলে ডায়োডের ভোল্টেজ ব্রেক ডাউন হয় অতিরিক্ত ভোল্টেজ শর্ট সার্কিটের মাধ্যমে গ্রাউন্ডে চলে যায়। ভোল্টেজ একবার ব্রেকডাউন হলে এর ভোল্টেজ আর বাড়ে না অর্থাৎ ভোল্টেজ নির্দিষ্ট থাকে। কিন্তু কারেন্টের পরিমাণ বাড়ে।



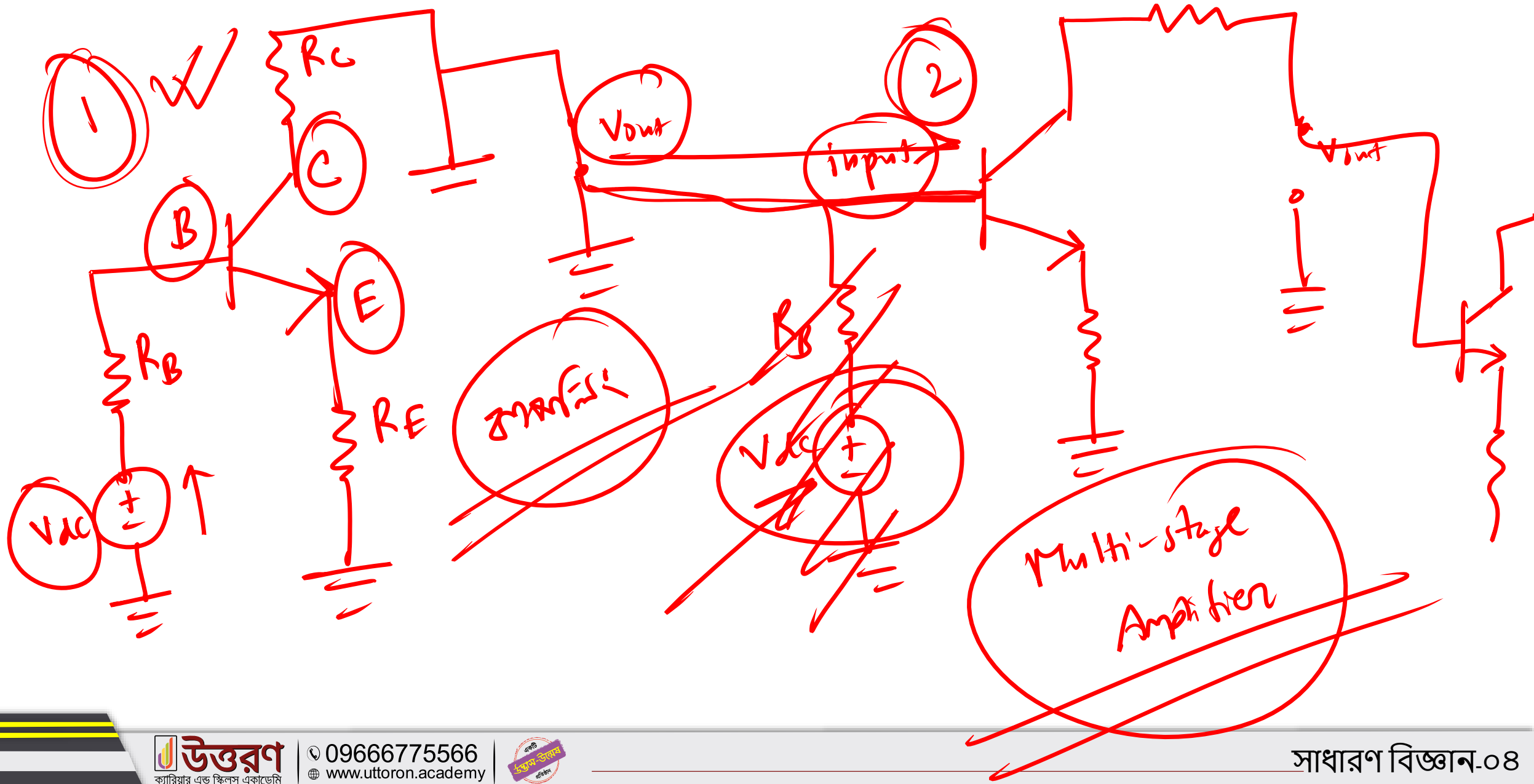
অ্যামপ্লিফায়ার

অ্যামপ্লিফায়ার কাপলিং

ক্যাসকেড পদ্ধতি:

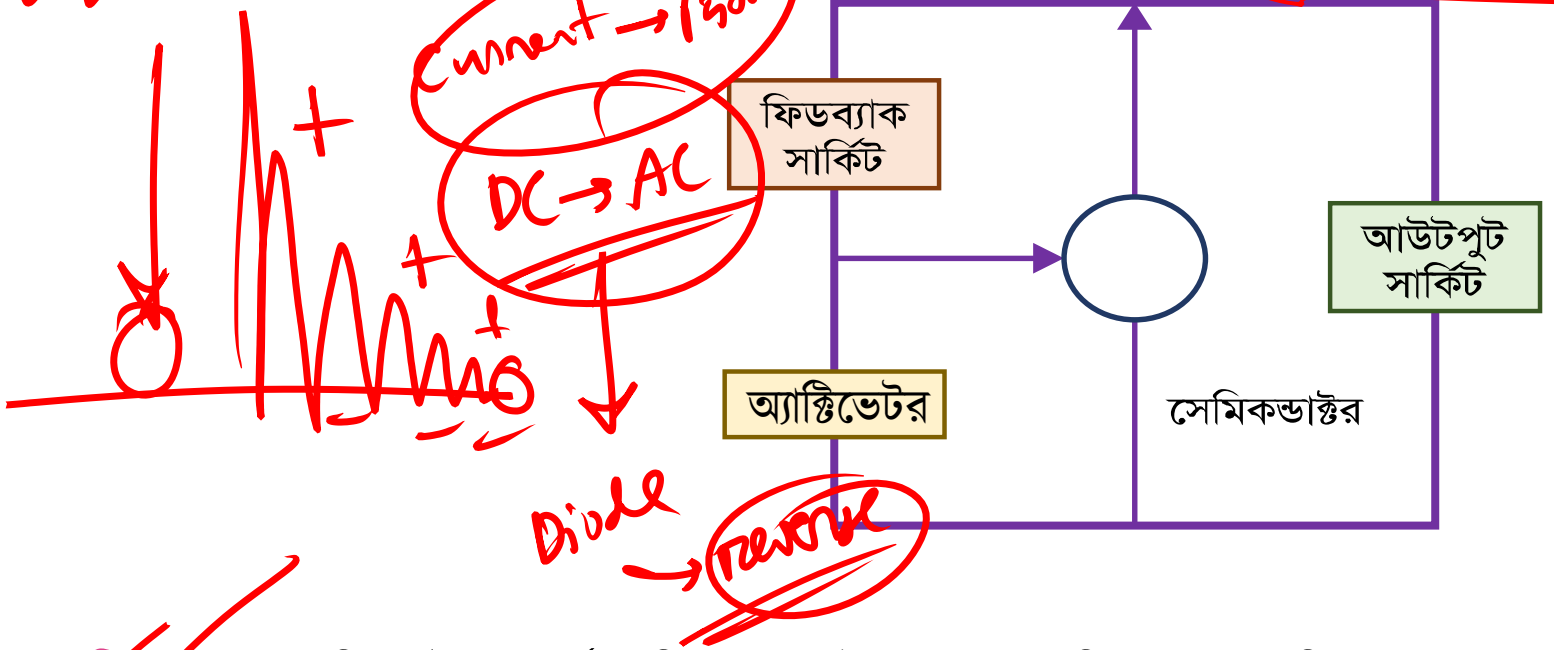
Cascade

Block diagram


1
Rc
C
B
E
RB
RE
Vout
2
input
VCC
Multi-stage
Amplifier

অসিলেটর

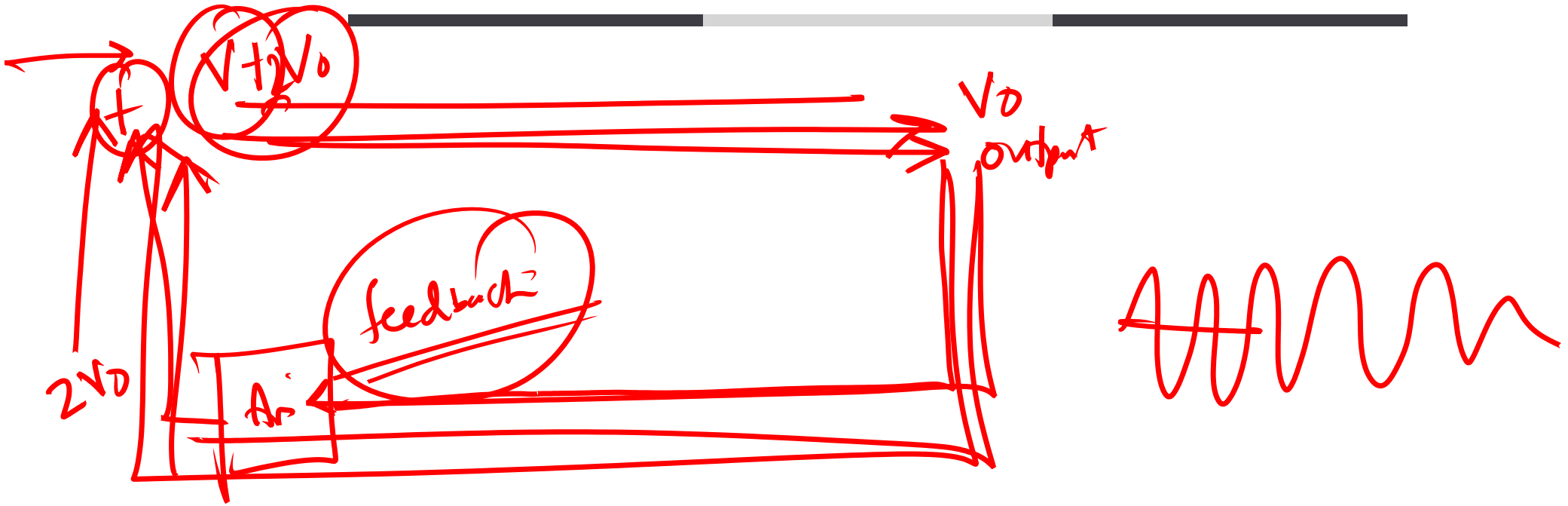
অসিলেটর হলো একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট বা ডিভাইস যা ডিসি এনার্জিকে এসি এনার্জিতে পরিণত করে।



অসিলেশন: অসিলেটর কর্তৃক সিগন্যাল উৎপাদন প্রক্রিয়াকে অসিলেশন বলে। অসিলেশন মূলত ২ প্রকার। যথা-

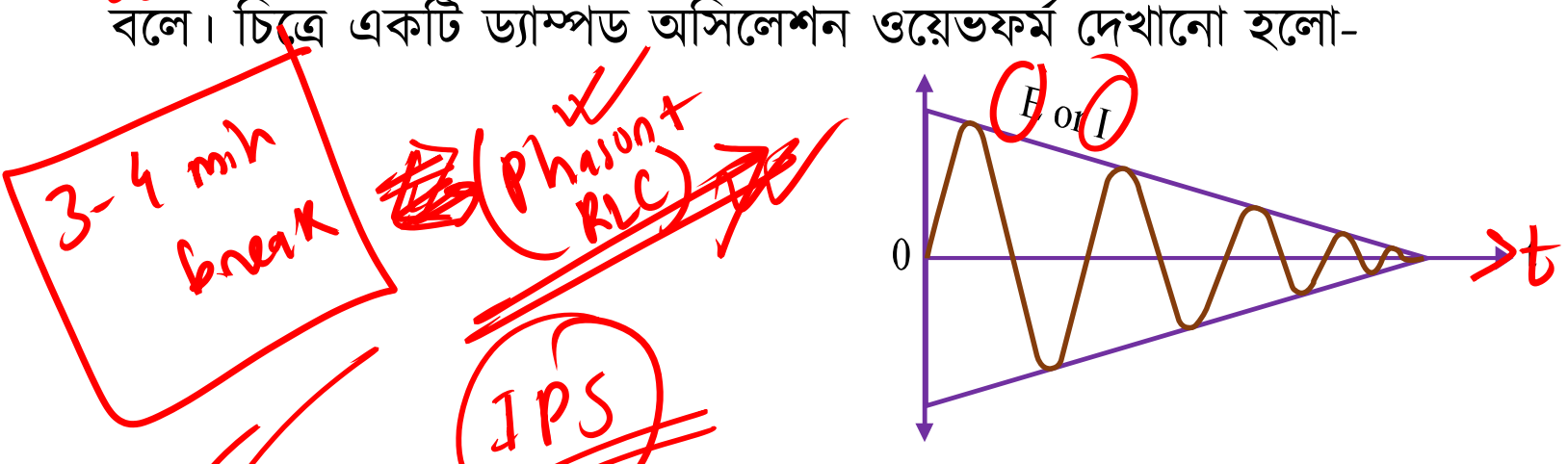
১. ড্যাম্পড অসিলেশন

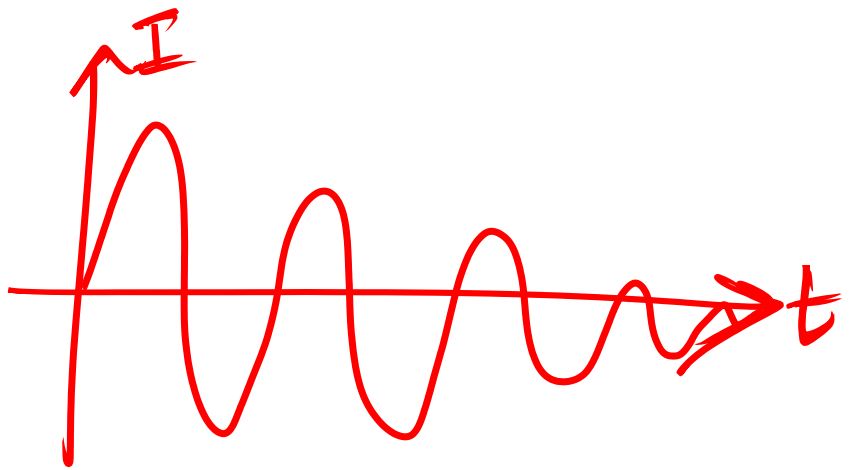
২. আন-ড্যাম্পড অসিলেশন


Vi+2Vo
+
Vo
output
feedback
2Vo
Af

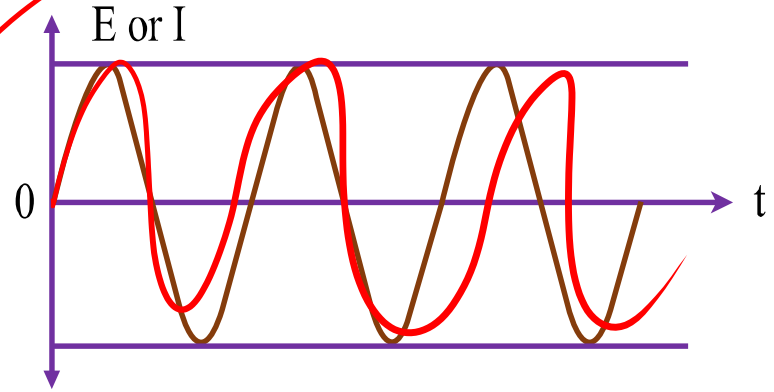
অসিলেটর

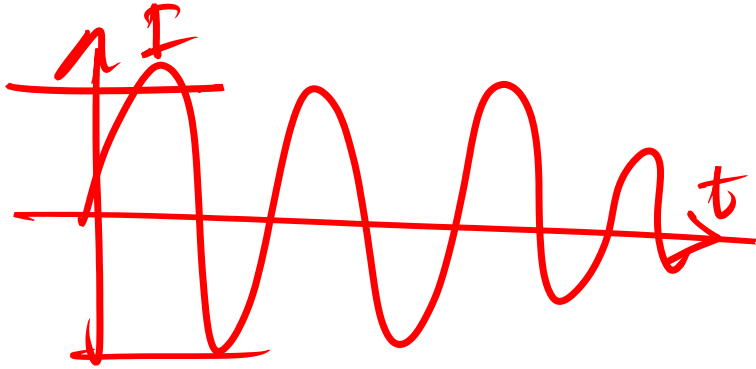
১. ড্যাম্পড অসিলেশন: যে অসিলেশন এর অ্যামপ্লিচ্যুড সময়ের সাথে সাথে হ্রাস পায়, তাকে ড্যাম্পড অসিলেশন বলে। চিত্রে একটি ড্যাম্পড অসিলেশন ওয়েভফর্ম দেখানো হলো-





২. আন-ড্যাম্পড অসিলেশন: যে অসিলেশন এর অ্যামপ্লিচ্যুড সময়ের সাথে পরিবর্তন না হয়ে স্থির থাকে, তাকে আন-ড্যাম্পড অসিলেশন বলে। চিত্রে একটি আন-ড্যাম্পড অসিলেশনের ওয়েভফর্ম দেখানো হলো-





ফেজর ডায়াগ্রাম

যে রাশি দ্বারা যেকোনো মুহূর্তে অল্টার্নেটিং কারেন্টের অবস্থান জানা যায় তাকে ফেজর বলা হয়।

ফেজর ফর্মের গাণিতিক ভিত্তি: বাস্তব বীজগাণিতিক পদ্ধতিতে একটি সাইনুসয়ডাল ওয়েভফর্ম এর সমীকরণ হয়, $y = A\sin(\omega t + \delta)$ অথবা, $y = A\cos(\omega t + \delta)$ (যেখানে, A = বিস্তার; ω = কম্পাঙ্ক; δ = দশা কোণ) এই সমীকরণ ব্যবহার করে একাধিক তরঙ্গের যোগ অথবা গুণনের হিসাব অনেক কঠিন ও সময়সাপেক্ষ। সহজায়নের লক্ষ্যে তাই জটিল সংখ্যা ব্যবহার করা যেতে পারে। জটিল সংখ্যা বিজড়িত অয়লার সমীকরণ।

$$e^{ix} = \cos x + i\sin x$$

এর বাস্তব অংশ, $\mathrm{Re}\,(e^{ix}) = \cos x$

এই ধারণা ব্যবহার করে,

$\mathrm{Re}\left[Ae^{i(\omega t + \delta)}\right] = A\cos(\omega t + \delta)$

সুতরাং, সাইনুসয়ডাল ওয়েভফর্ম এর একটি ভ্যালিড এক্সপ্রেশন।

$Y = \mathrm{Re}\left[Ae^{(i\omega t + \delta)}\right] = A.\mathrm{Re}\,(e^{i\omega t}.e^{\delta}) = A.\mathrm{Re}\,(e^{\delta}\,e^{i\omega t})$

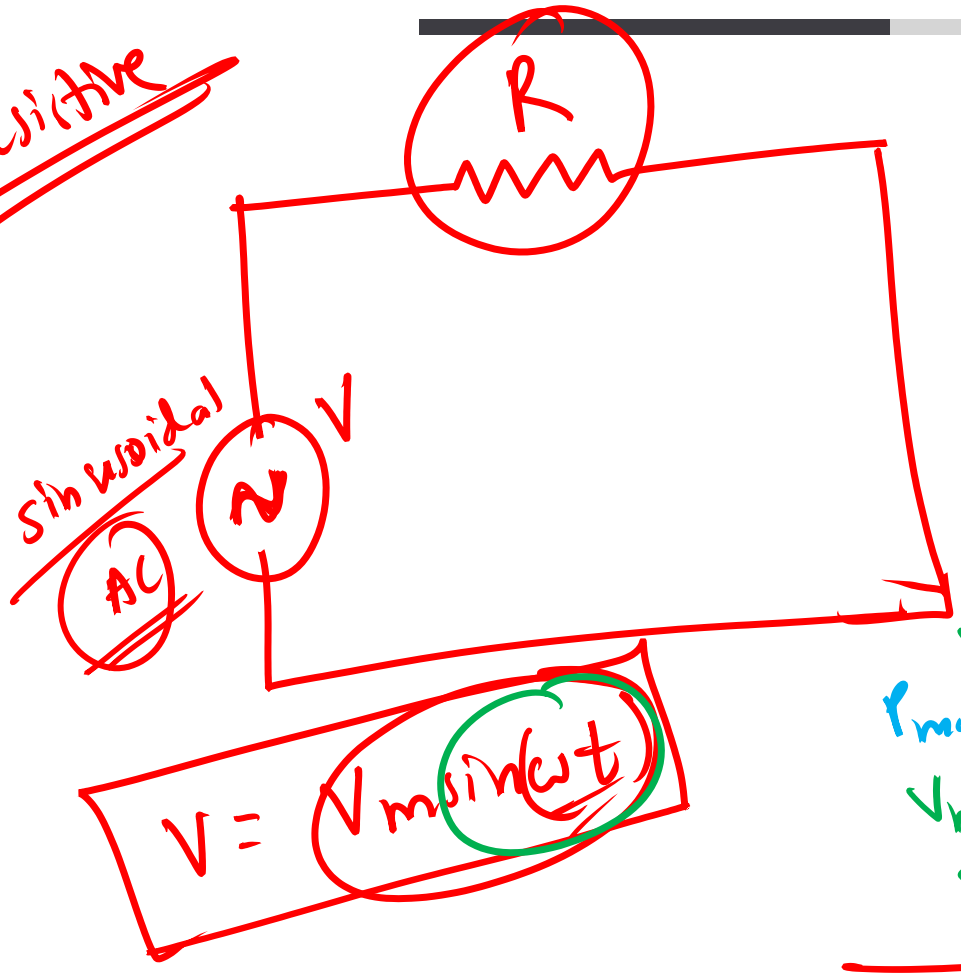
ফেজর ডায়াগ্রাম

এই এক্সপ্রেশানে, $e^{i\omega t}$ অংশটি একটি নির্দিষ্ট তরঙ্গের জন্য সুস্থির থাকে। একটি সাইনুসয়ডাল সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি ($\omega = 2\pi f$) যদি জানা থাকে তাহলে তার বৈশিষ্ট্য তুলনা এবং সার্কিট সমাধানের জন্য প্রয়োজনীয় বাকি দুটি তথ্য হলো: ১. সিগন্যালের উচ্চতা বা মান, ২. আদি দশা, δ.

জটিল সংখ্যা আকৃতি ব্যবহার করে শুধু এই দুইটি তথ্য উপস্থাপন করার প্রচলিত পদ্ধতিকে বলে ফেজর। ইতোমধ্যে আলোচিত সিগন্যালের, ফেজর আকৃতি জটিল সংখ্যার, মডুলাস∠আর্গুমেন্ট।

বাস্তব বীজগণিত	কাল্পনিক, অয়লার	ফেজর
$y = A\cos(\omega t + \delta)$	$Y = A\ RE(e^{\delta}.e^{i\omega t})$	$A\angle\delta$

Resistive



$\therefore I = \frac{V}{R}$

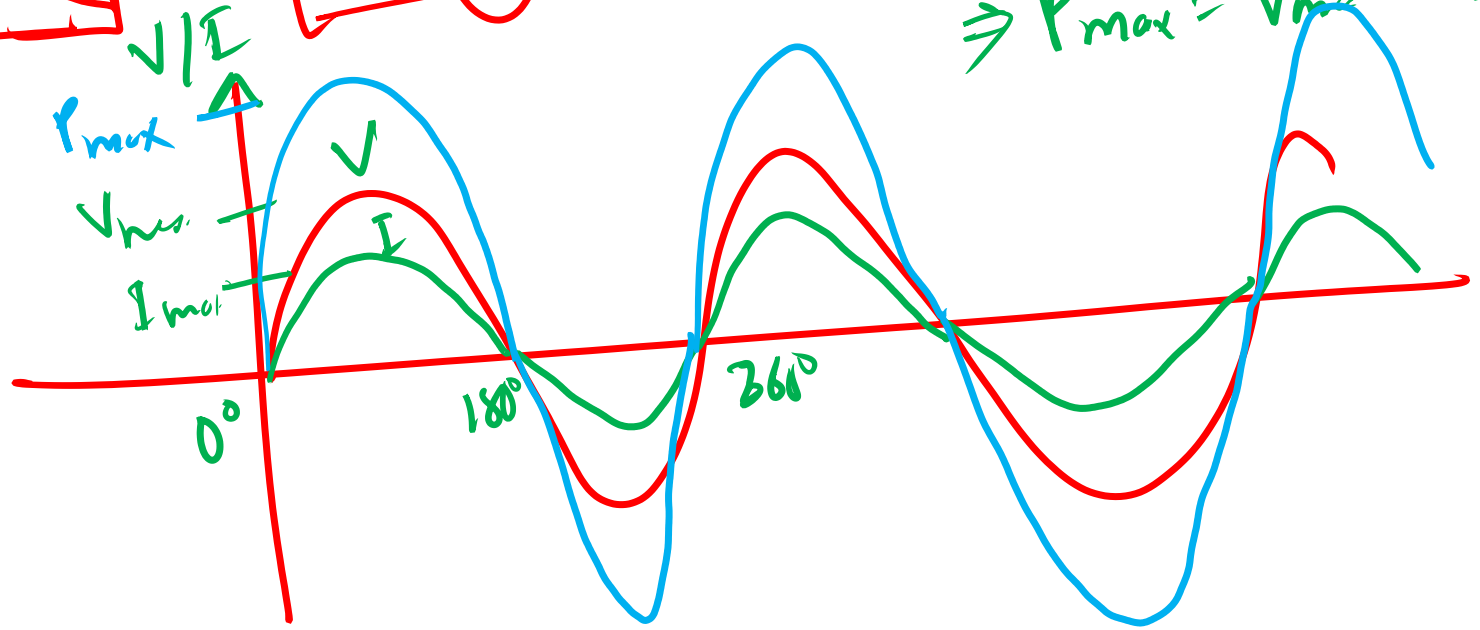
$= \frac{V_m \sin\omega t}{R}$

$= I_m \sin\omega t$

$\varphi = \omega t$

$P = V_{max} I_{max} \times \sin^2 \omega t$

$\Rightarrow P_{max} = V_{max} \times I_{max}$



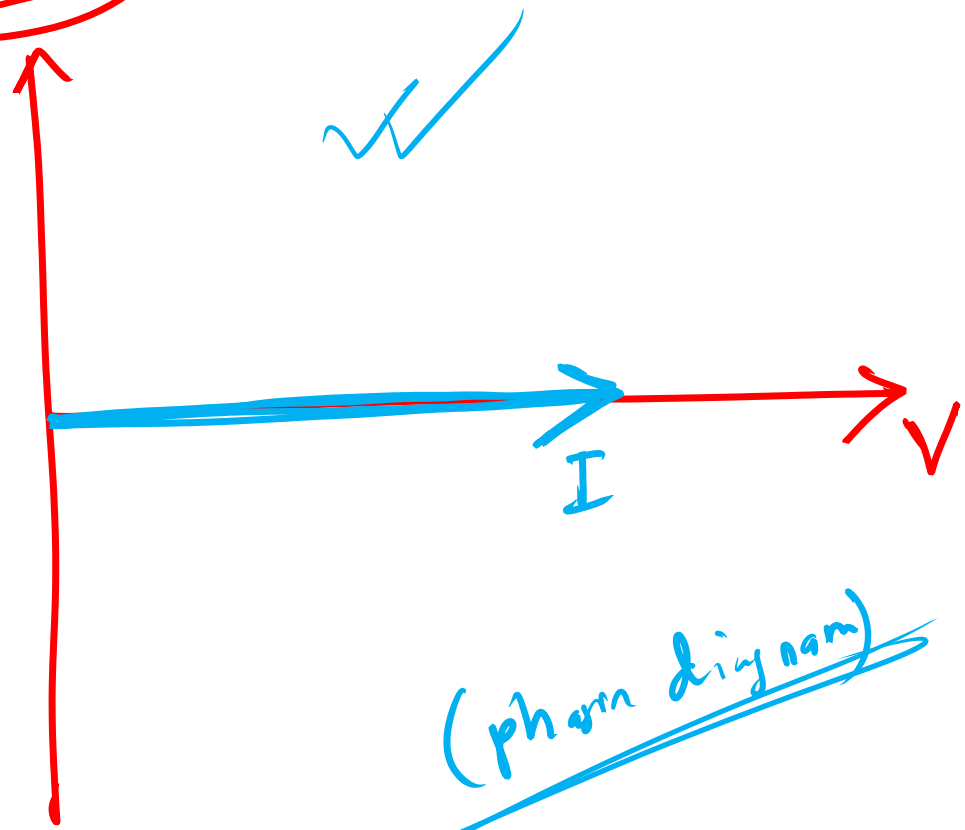
Phasor diagram:

V, I → গড়ানো তরঙ্গ

1) base → V

2) I → সুসম

V, I → $\theta_{diff} = 0^0$



(phasor diagram)

Inductive

Impedance

AC

Inductor

Flow

Inductive Reactance

বিদ্যুৎপ্রবাহ

$\varphi = 90°$

V → lead

$V = V_m \sin \omega t$

$I = \frac{V_m \sin \omega t}{X_L}$

$X_L = L \times \omega$

$= 2\pi f L$

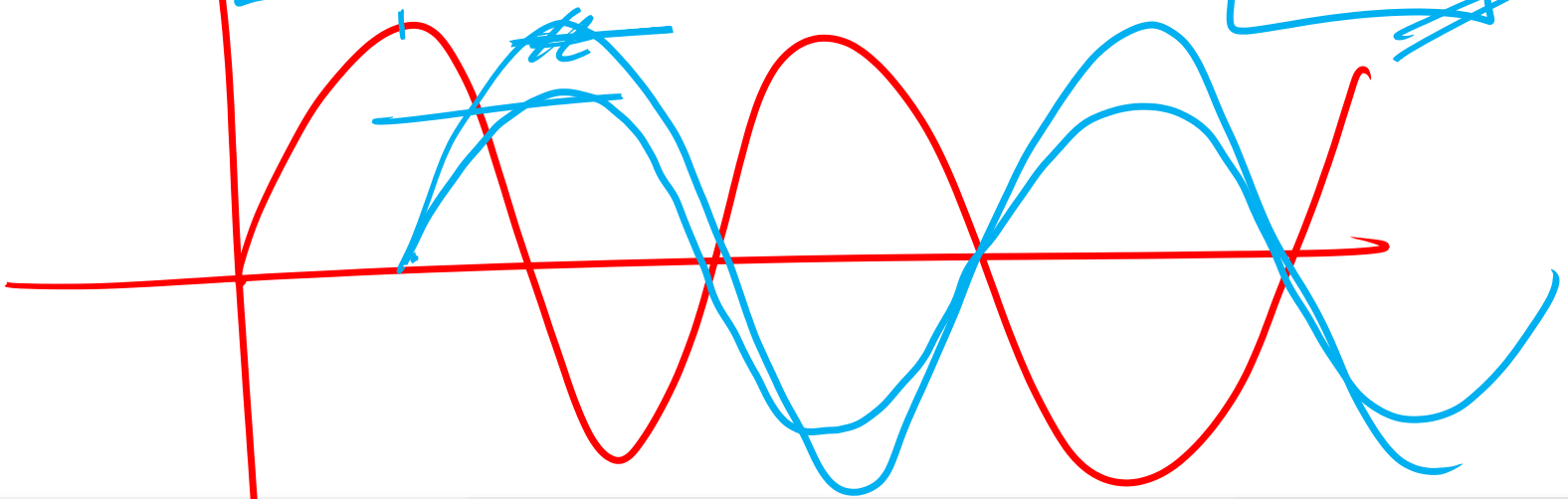
5m

10m

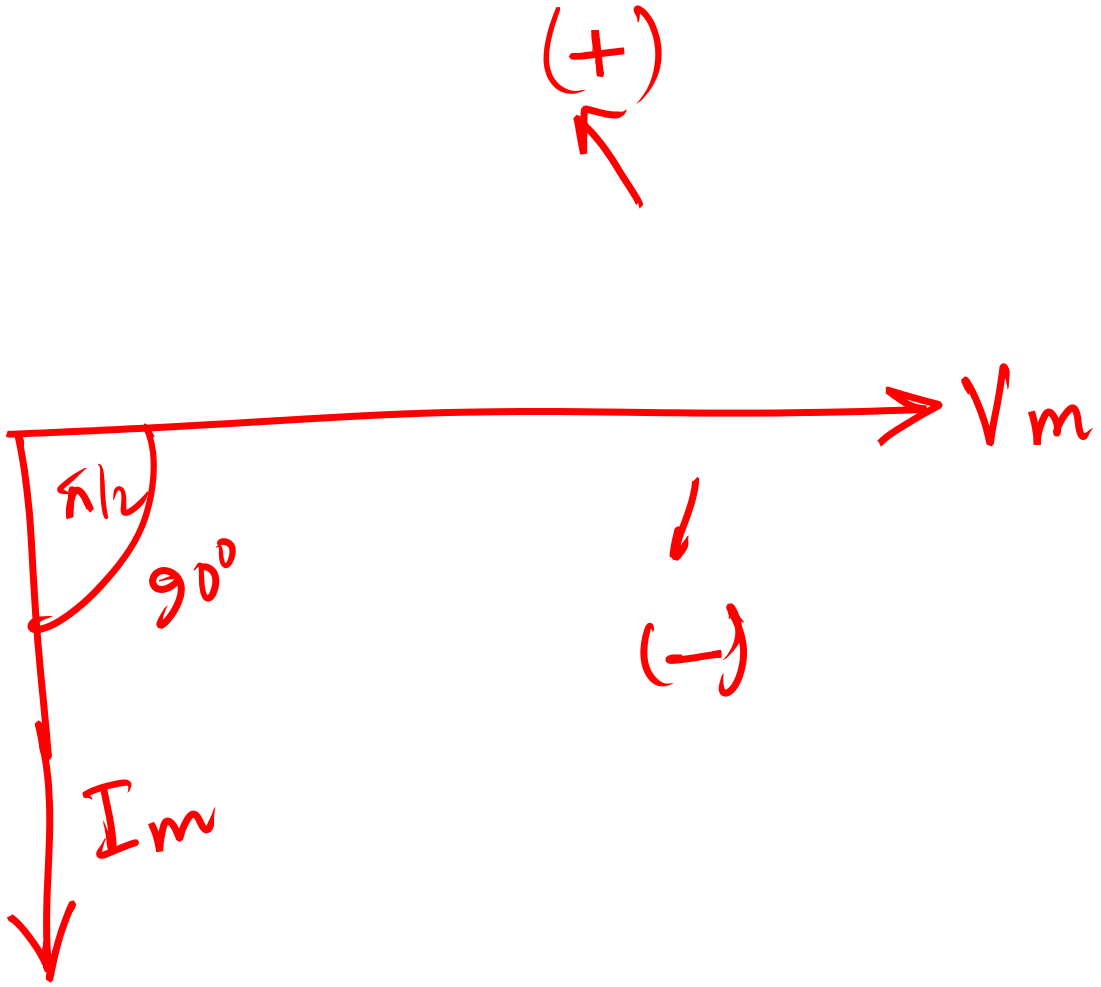
$I = I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$

90°

$P = 0$

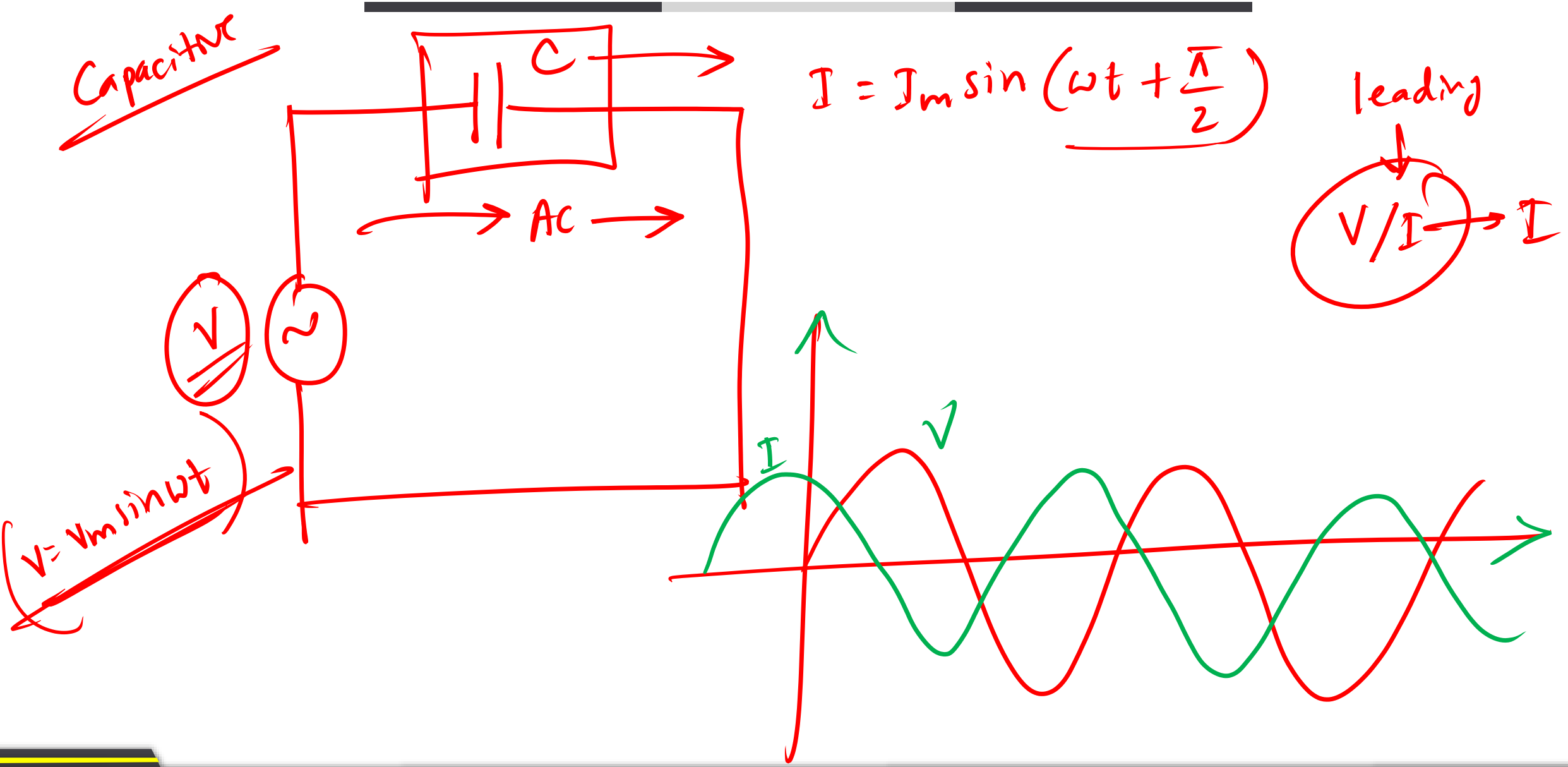


Phasor

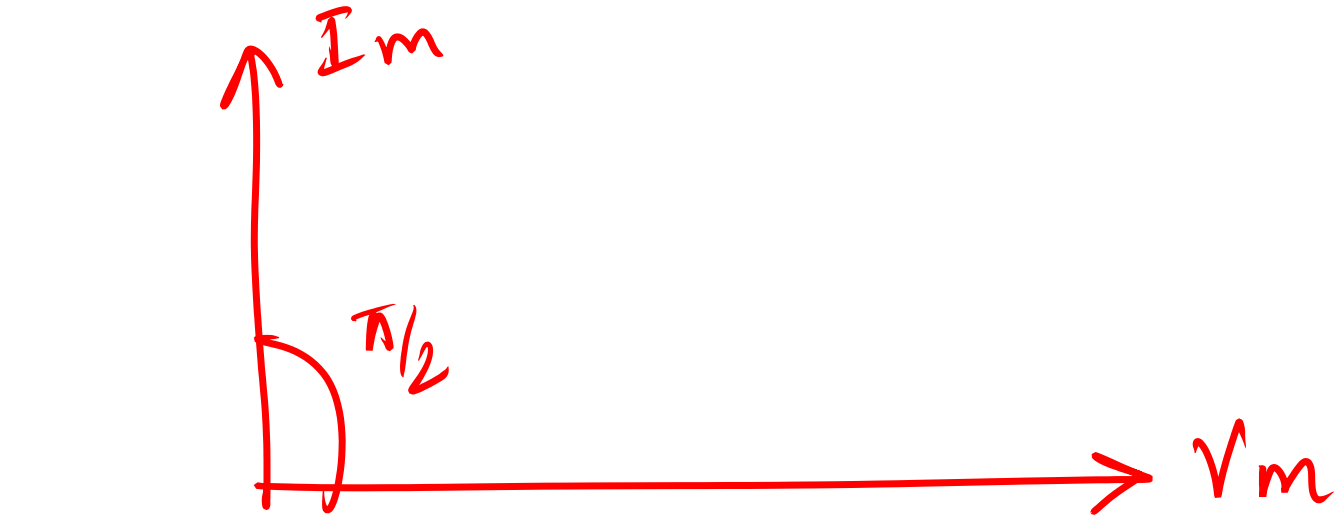


$\varphi_{di} = \pi/2$ বা 90°

V_m, I_m সমপর্ক

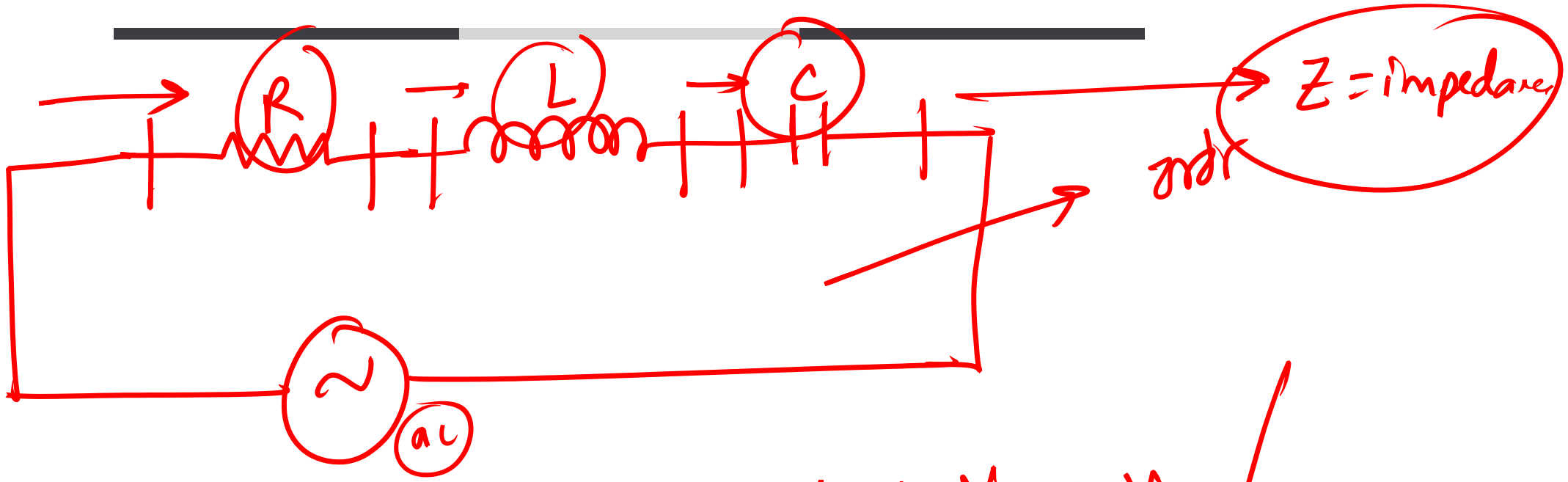

Capacitive
C
AC
V
~
$V = V_m \sin \omega t$
$I = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$
leading
V/I
I
I
V

Phasor:



Phasor

RLC:



R

$X_L = \omega L$

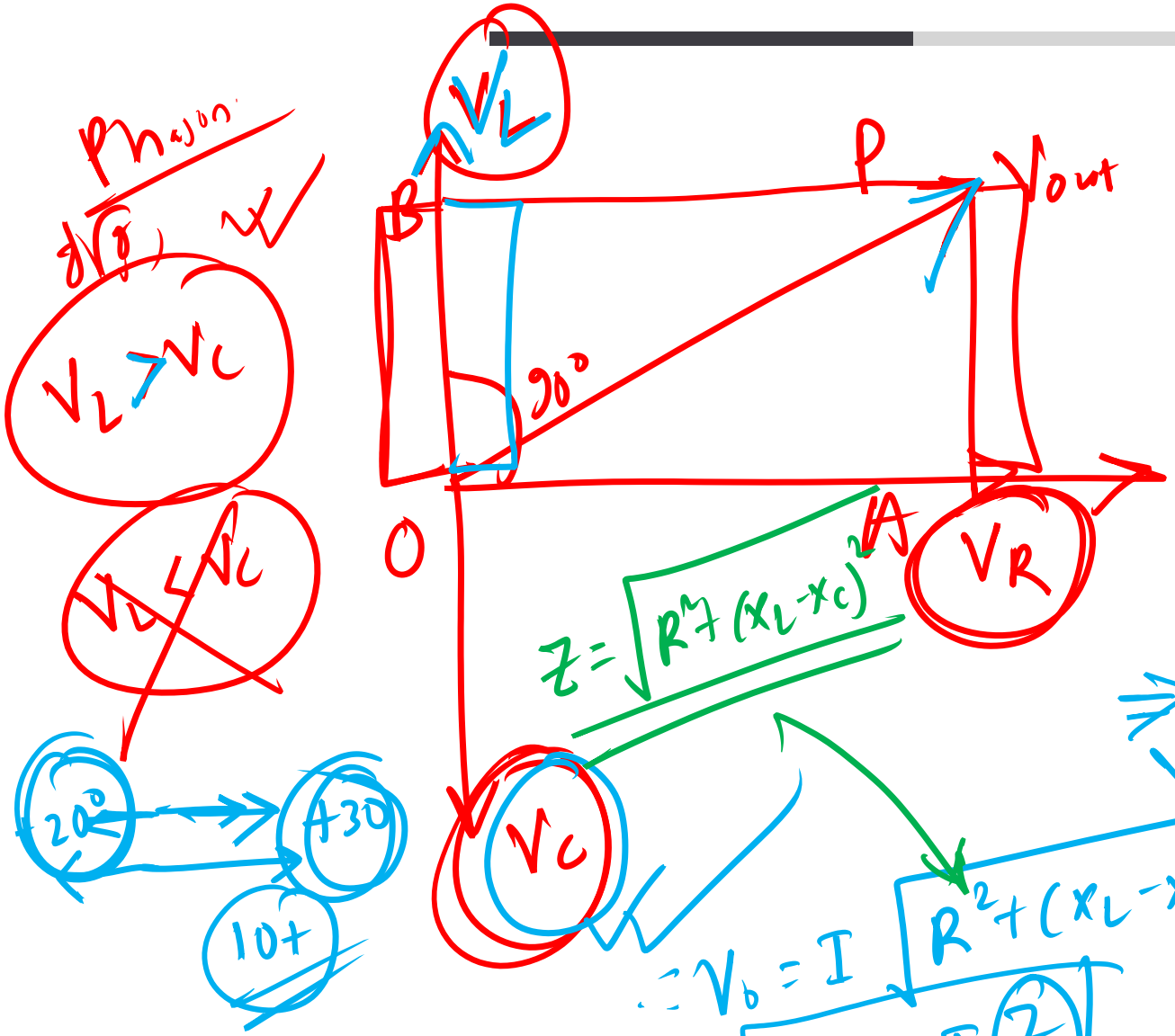
$X_C = \frac{1}{\omega C}$

$V_{ac} = V_R + V_L + V_C$

$= IR + IX_L + I \times (-X_C)$

$= I(R + X_L + X_C)$

$= I(R + X_L - X_C)$



$OB = V_L - V_C$

ΔOAP ত,

$OP^2 = OA^2 + AP^2$

$\Rightarrow V_0^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$

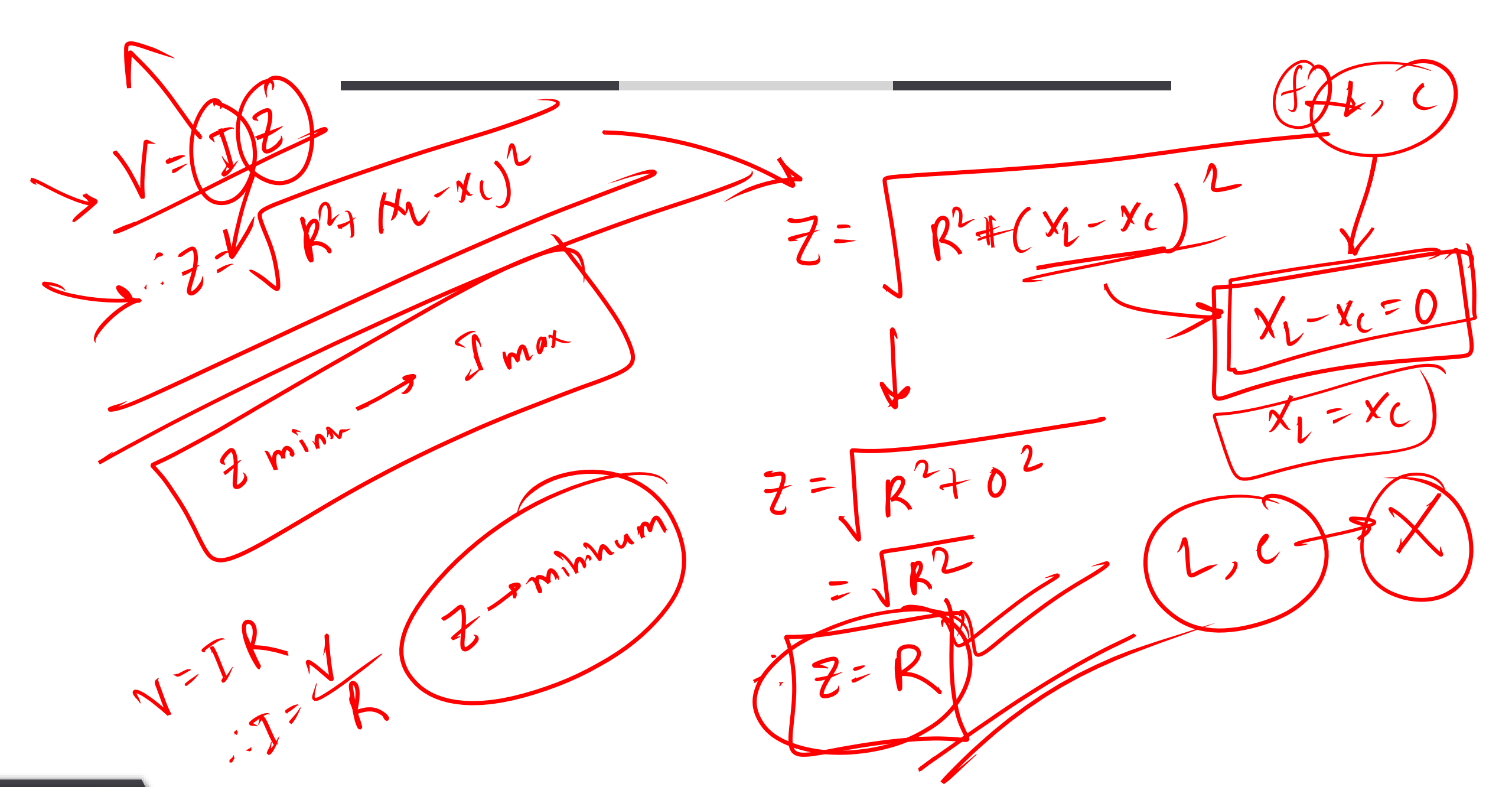
$\Rightarrow V_0^2 = (IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2$

$= I^2R^2 + I^2(X_L - X_C)^2$

$= \sqrt{I^2[R^2 + (X_L - X_C)^2]}$

$\therefore V_0 = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$V_0 = IZ$


V = IZ
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
Z min → I max
Z → minimum
V = IR
$I = \frac{V}{R}$
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
f, L, C
$X_L - X_C = 0$
$X_L = X_C$
$Z = \sqrt{R^2 + 0^2}$
$= \sqrt{R^2}$
Z = R
L, C
X

I_{max} → frequency → RLC → I_{max} → Resonance frequency

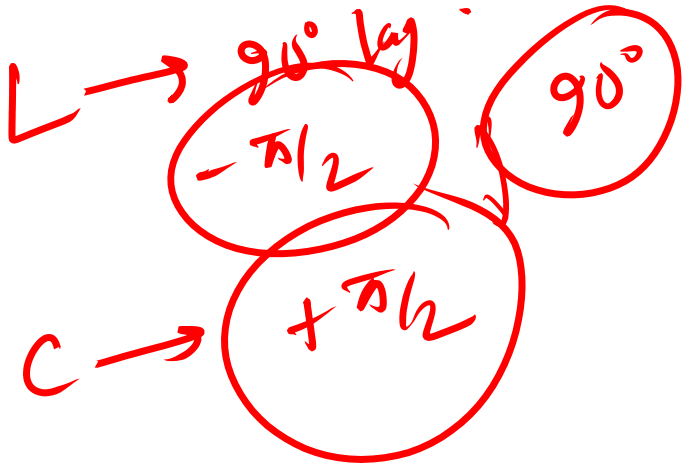
Resonance

$$X_L = X_C$$

$$\Rightarrow 2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\Rightarrow f^2 = \frac{1}{(2\pi)^2 \times LC}$$

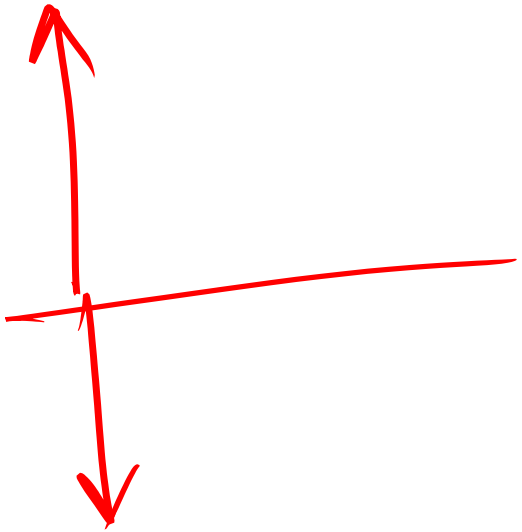
$$\therefore f_n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

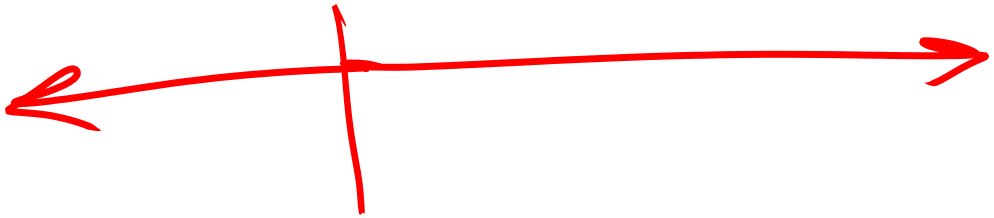


$$+\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}$$

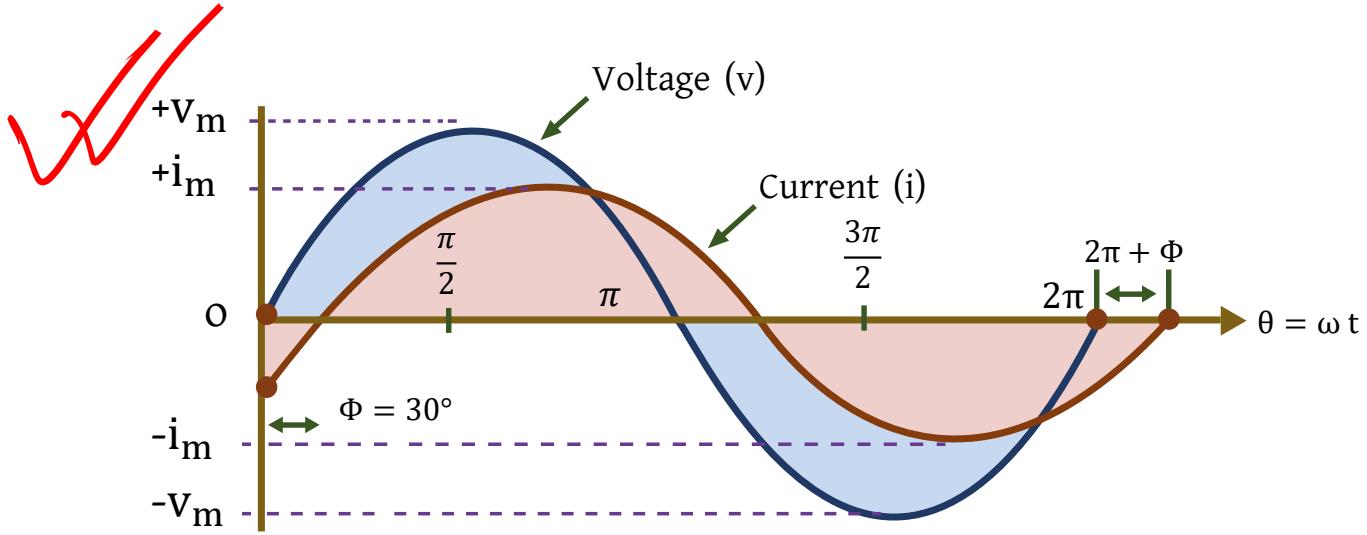
$$= \pi \quad 180°$$

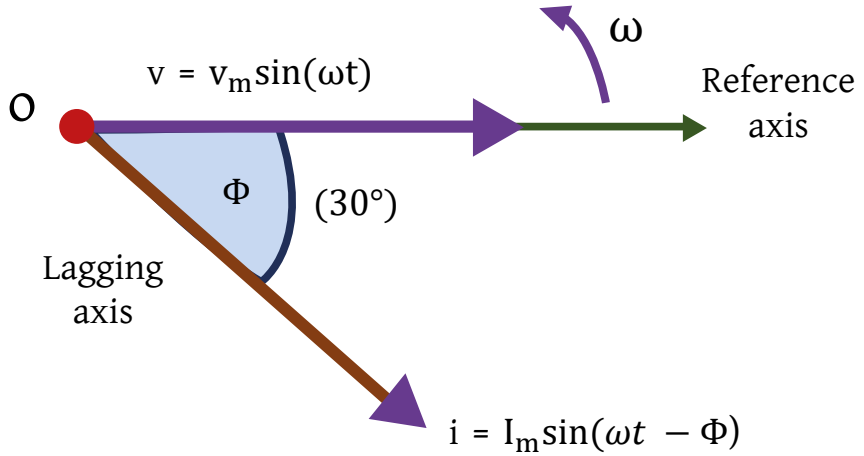


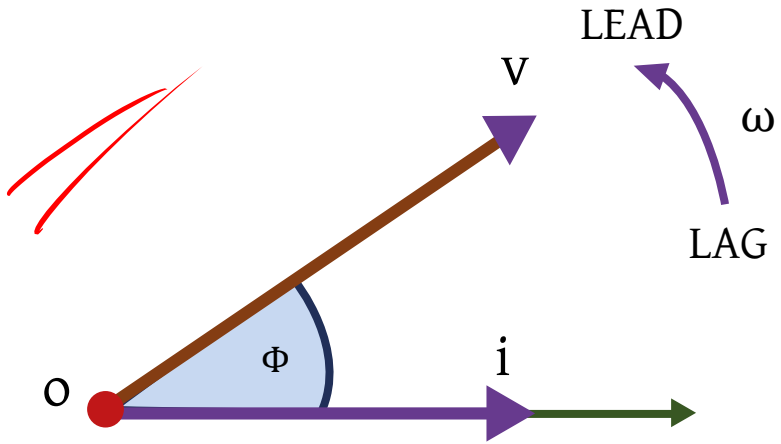


ফেজর ডায়াগ্রাম

➢ Phasor Diagram of a Sinusoidal Waveform

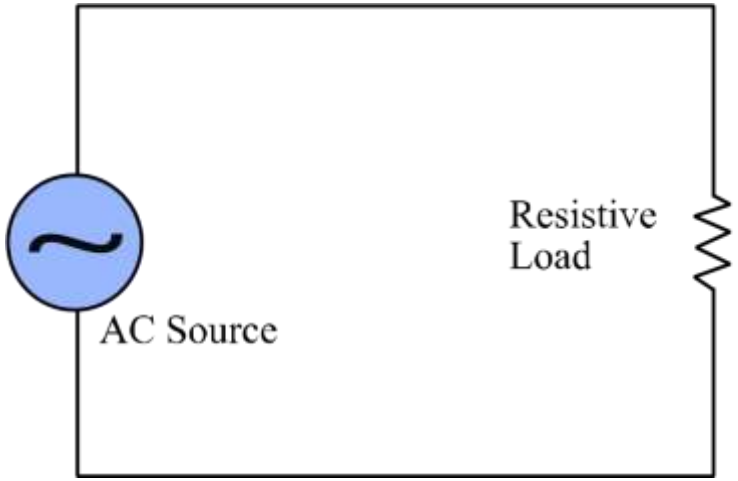


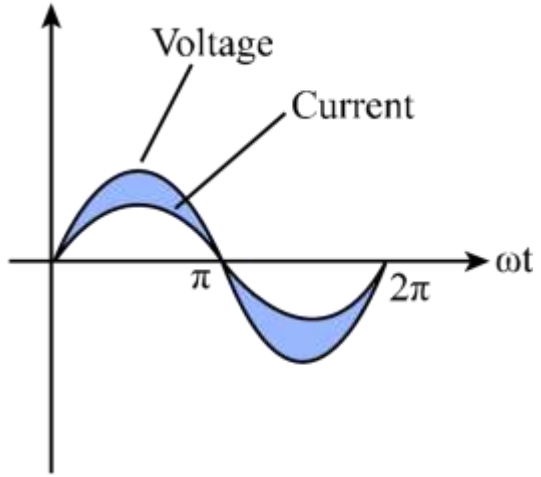




RLC সার্কিট

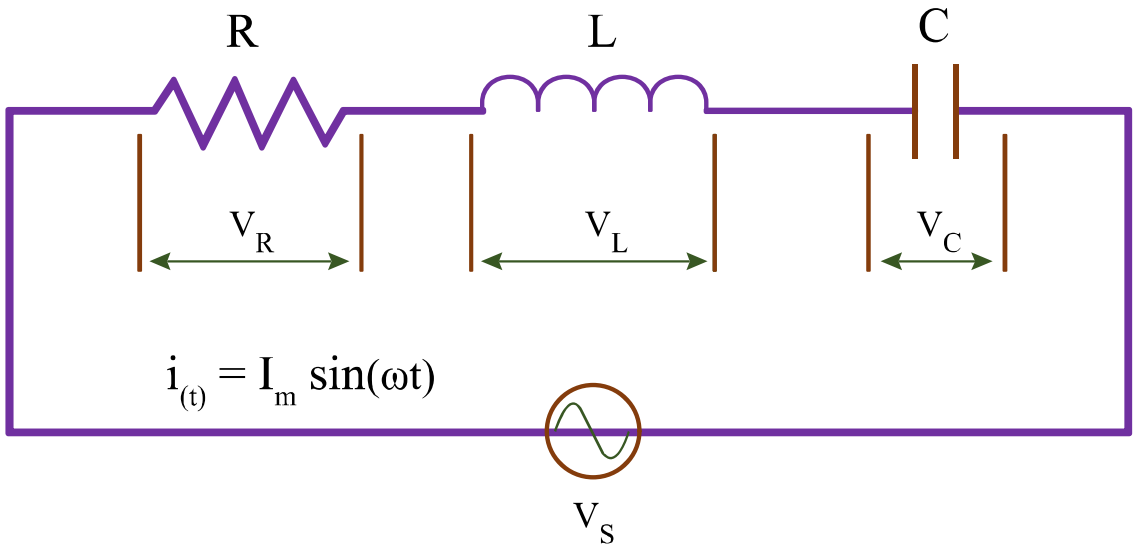
Unity Power Factor:





RLC সার্কিট

RLC মূলত রেজিস্টর, ইন্ডাক্টর এবং ক্যাপাসিটর নিয়ে সিরিজ বা প্যারালালে গঠিত সার্কিট। রেজিটেন্স, ইন্ডাক্টেন্স এবং ক্যাপাসিট্যান্স এর নামের প্রতীক থেকে এই RLC নামকরণ করা হয়েছে।



RLC সার্কিটের t সময়ে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_t = I_{max} \sin(\omega t)$

- যে কোনো মুহূর্তে আদর্শ রেজিস্টরের ভোল্টেজ V_R হবে কারেন্টের সাথে সমদশা।
- যে কোনো মুহূর্তে আদর্শ ইন্ডাক্টরের ভোল্টেজ V_L হবে কারেন্টের চেয়ে ৯০° লিডে।
- যে কোনো মুহূর্তে আদর্শ ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ V_C হবে কারেন্টের চেয়ে ৯০° ল্যাগে।

RLC সার্কিট

R-L-C Circuit এর উপাদানগুলো হচ্ছে: 1. Resistor (R); 2. Inductor (L); 3. Capacitor (C); 4. AC Power Supply

একটি R-L-C Circuit যে শর্তে একটি Resistive Circuit এর ন্যায় আচরণ করে: যে R-L-C সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স (R), ইমপিডেন্স (Z) এর সমান হয় তাকে Resistive Circuit বলে। একটি R-L-C Circuit এর ইমপিডেন্সকে Z দ্বারা প্রকাশ করা হলে,

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

এখানে X_L হচ্ছে Inductive Reactance যা বর্তনীতে Inductor এর উপস্থিতির কারণে তৈরি হয়।
X_C হচ্ছে Capacitive Reactance যা বর্তনীতে Capacitor এর উপস্থিতির কারণে তৈরি হয়।
Resonant Frequency তে RLC সার্কিটের Inductive Reactance (X_L) ও Capacitive Reactance (X_C) সমান হয়।
অর্থাৎ $(X_L) = (X_C)$ হয়।

(i) নং সমীকরণে $X_L = X_C$ বসালে $Z = R$ হয়।
অর্থাৎ $X_L = X_C$ হলে R-L-C Circuit একটি Resistive Circuit এর ন্যায় আচরণ করে।

RLC সার্কিট

RLC সিরিজ সার্কিটে সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহ: আমরা জানি, এসি কারেন্ট, $I = \frac{V}{z}$ [৪০তম বিসিএস লিখিত]

এখানে V = এসি ভোল্টেজ, Z = ইমপিডেন্স

আবার, $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ ..... (i) $\therefore I = \frac{V}{\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}}$ ..... (ii)

(ii) নং সমীকরণ হতে দেখা যায়, $X_L = X_C$ হলে, $I_{max} = \frac{V}{R}$ হয়, অর্থাৎ, কারেন্ট সর্বোচ্চ হয়।

অর্থাৎ, একটি R-L-C সার্কিটের Inductive Reactance (X_L) এবং Capacitive Reactance (X_C) সমান হলে অর্থাৎ $X_L = X_C$ হলে সার্কিটে সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে।

Time Constant: R-C Circuit এ রোধ এবং ধারকত্ব (Capacitance) এর গুণফলকে Time Constant বলে। একে τ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

এক্ষেত্রে, τ = RC [যেখানে R = Resistance, C = Capacitance]

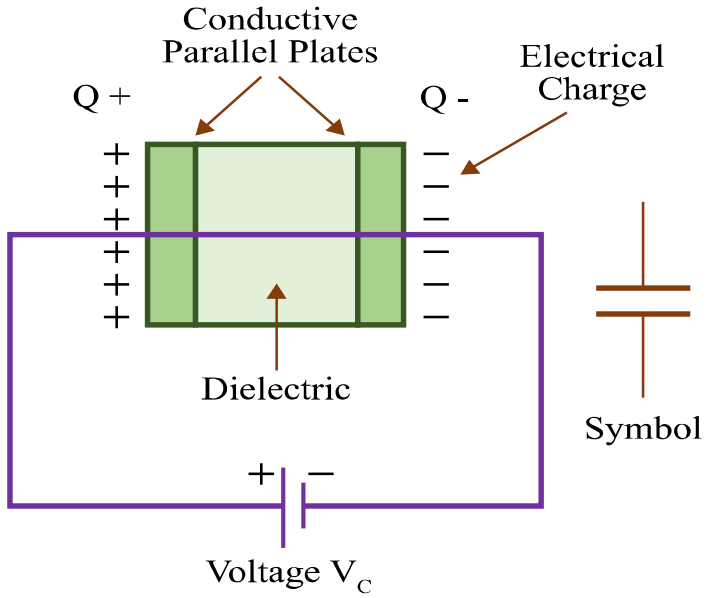
R-L Circuit আবেশাঙ্ক (Inductance) ও রোধের অনুপাতকে Time Constant (τ) বলে।

এক্ষেত্রে, $\tau = \frac{L}{R}$ যেখানে L =Inductance এবং R= Resistance

ধারকত্ব

কোনো পরিবাহকের বিভব প্রতি একক বাড়াতে যে পরিমাণ আধানের (চার্জ) প্রয়োজন হয় তাকে ঐ পরিবাহকের ধারকত্ব (ক্যাপাসিট্যান্স) বলে।

যদি প্রদত্ত আধান Q এবং বিভব V হয় তবে ধারকত্ব (ক্যাপাসিট্যান্স) $C = \frac{Q}{V}$



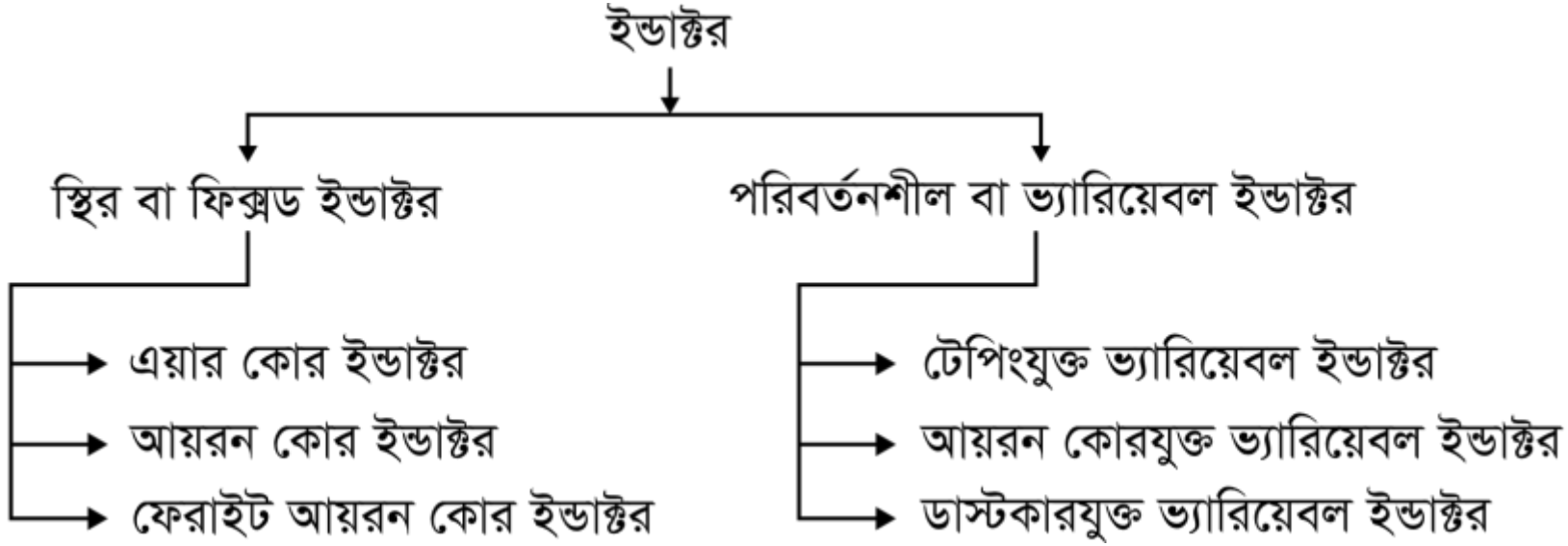
ক্যাপাসিটিভ সার্কিট

ক্যাপাসিটর পাতে ভোল্টেজ বিরাজ করলে যে বিশেষ ধর্মের জন্য এতে বৈদ্যুতিক চার্জ সঞ্চিত হতে পারে তাকে ঐ ক্যাপাসিটরের ক্যাপার্সিট্যান্স বলে। ক্যাপাসিট্যান্সের একক 1 ফ্যারাডে = 10^6 মাইক্রো ফ্যারাডে। যে সার্কিটে রেজিস্টেন্স ও ইন্ডাকট্যান্স নেই, শুধু ক্যাপাসিটর লাগানো আছে এ ধরনের সার্কিটকে বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিট বলে। একটি ক্যাপাসিটরের দুই প্রান্তে এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে এটি অনবরত চার্জ ও ডিসচার্জ হতে থাকে। প্রতি সাইকেলে ক্যাপাসিটর দুইবার চার্জ ও দুইবার ডিসচার্জ হয়।

ক্যাপাসিট্যান্স ও ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স এর মধ্যে সম্পর্ক: সার্কিটের ক্যাপাসিট্যান্স জনিত বাধাকে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স বলা হয়। এটিকে X_C দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটির একক ওহম। যদি কোনো ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স C ফ্যারাড এবং সাপ্লাই ফ্রিকোয়েন্সি f হার্টজ হয়, তবে এটির ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স-

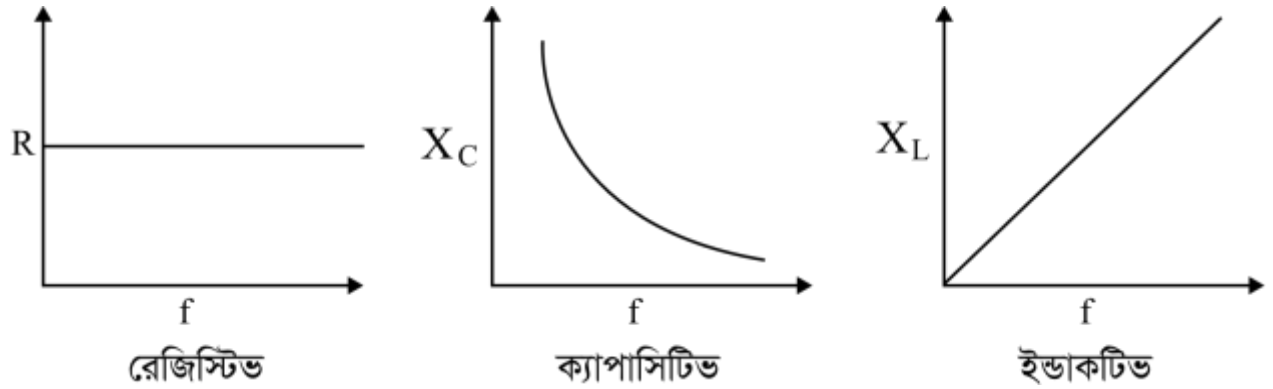
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

ইন্ডাক্টর



চিত্র: ইন্ডাক্টরের প্রকারভেদ

ফ্রিকোয়েন্সি রেসপন্স



চিত্র: ফ্রিকোয়েন্সি রেসপন্স

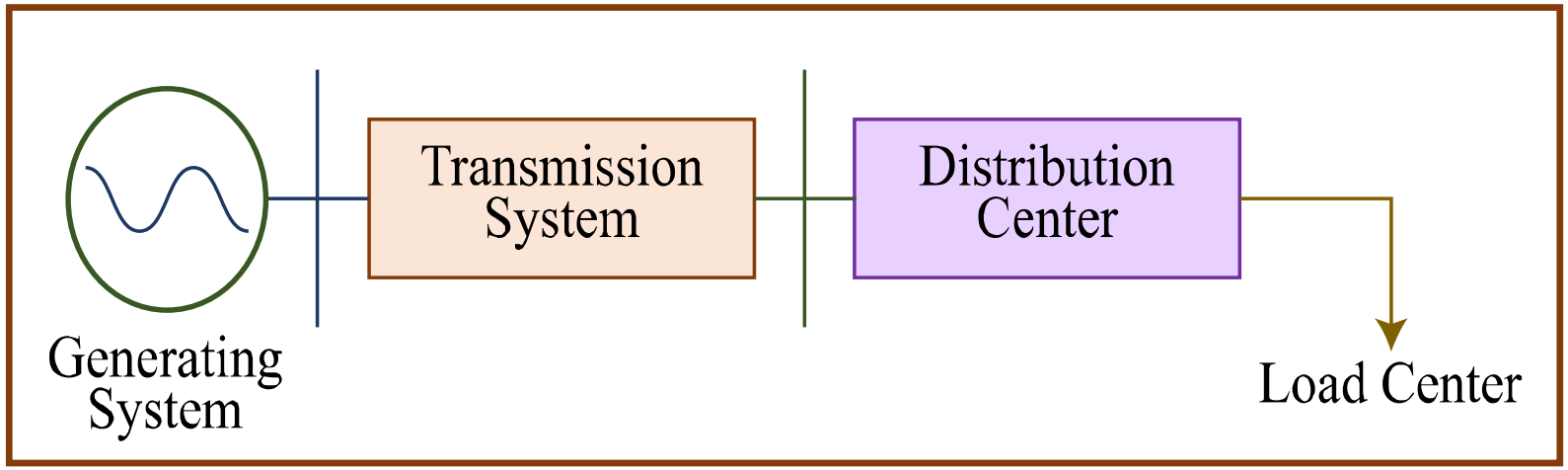
পাওয়ার সিস্টেম

বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট এর একটি নেটওয়ার্ক যা বিদ্যুৎ শক্তিকে উৎপন্ন করার পর সেটাকে বিভিন্ন জায়গায় পাঠানো এবং বণ্টন করা হয় যে সিস্টেমের মাধ্যমে সেটাকেই সহজ ভাষায় পাওয়ার সিস্টেম বলে। তাই একটা পাওয়ার সিস্টেম প্রধানত তিনটি বিষয়ের উপর ভিত্তি করে থাকে।

১. পাওয়ার জেনারেশন (বিদ্যুৎ উৎপাদন) অথবা Power Station

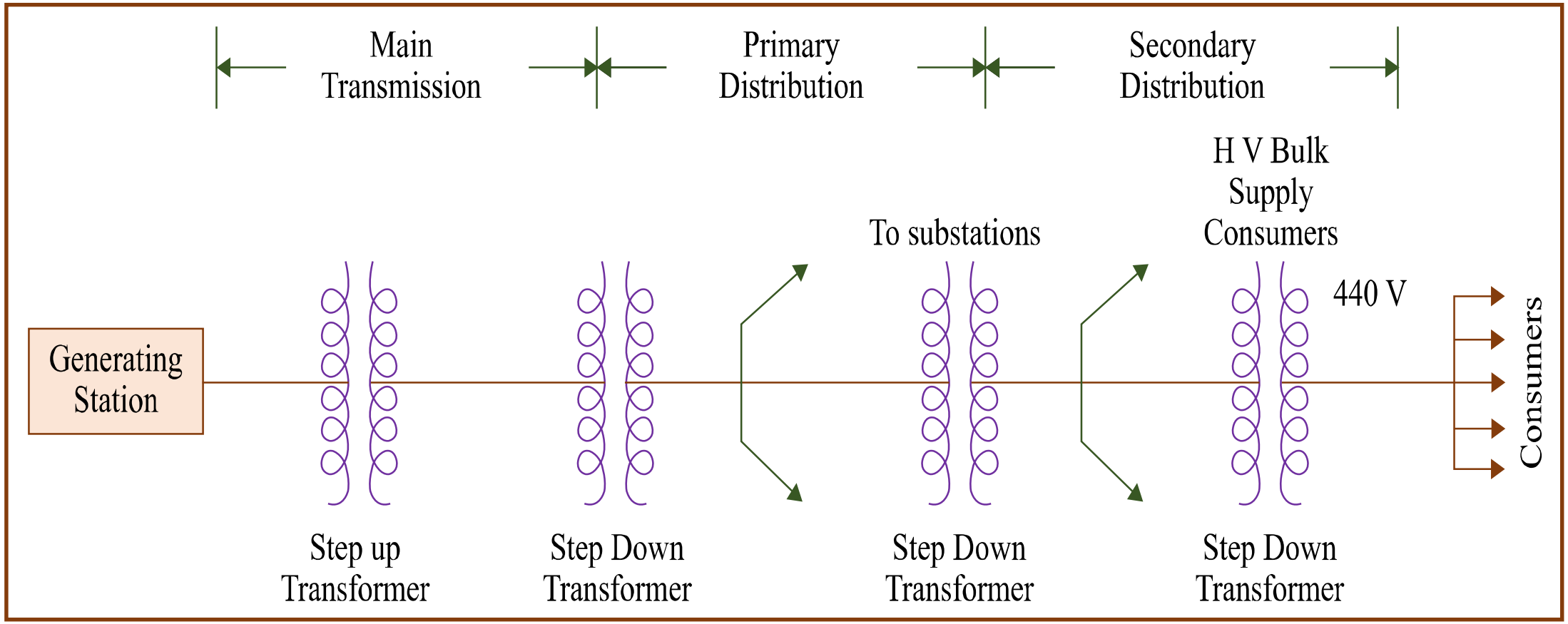
২. পাওয়ার ট্রান্সমিশন (বিদ্যুৎ সঞ্চালন) অথবা Transmission Line

৩. পাওয়ার ডিস্ট্রিবিউশন (বিদ্যুৎ বিতরণ) অথবা Distribution System



চিত্র: পাওয়ার সিস্টেম ব্লক ডায়াগ্রাম

বিদ্যুৎ উৎপাদন, পরিবহন ও বণ্টন



বিদ্যুৎ উৎপাদন, পরিবহন ও বণ্টন

গ্রিড সিস্টেম

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় নির্দিষ্ট উচ্চ মানের ভোল্টেজে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সম্মিলিত সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রিড (Grid) বলা হয়।

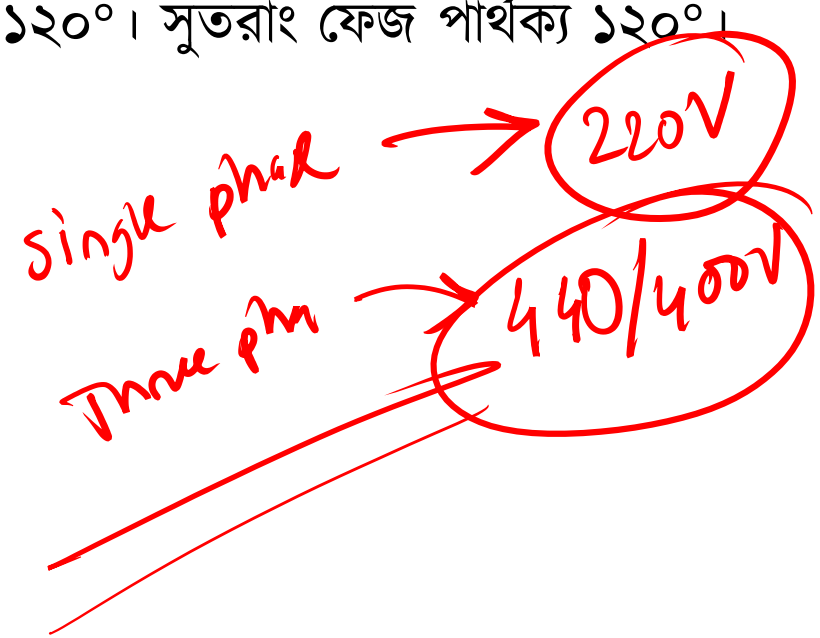
জাতীয় গ্রিড: বিভিন্ন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র থেকে উৎপাদিত বিদ্যুৎ পুরো দেশে সরবরাহ করা হলে সরবরাহকৃত বিদ্যুতের মোট পরিমাণকে বলা হয় জাতীয় গ্রিড। একে সাধারণত মেগাওয়াট (MW) এককে প্রকাশ করা হয়।

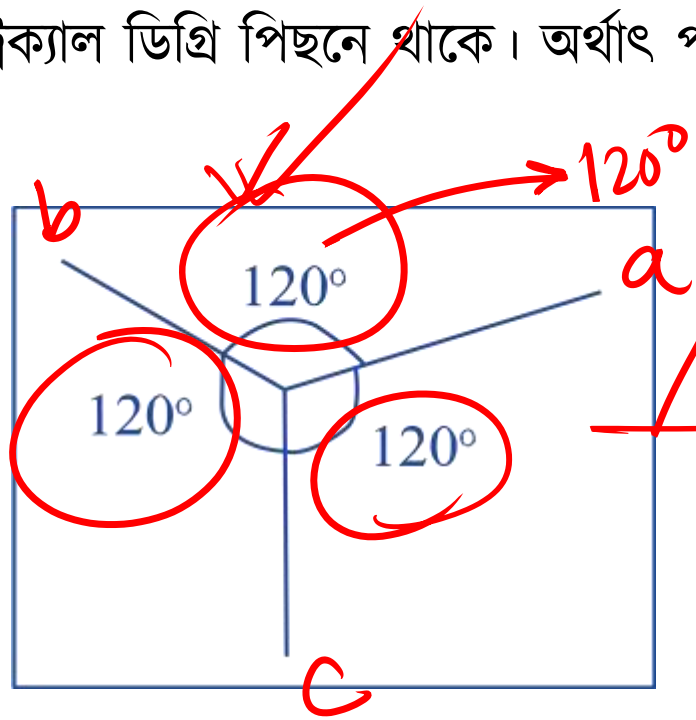
ইন্টারকানেক্টেড গ্রিড সিস্টেম: বিভিন্ন স্থানের Generating Station থেকে যখন উৎপাদিত বিদ্যুৎকে Series-এ সংযোগ করে মোট উৎপাদিত বৈদ্যুতিক শক্তি একত্রে সরবরাহ করা হয় তখন তাকে ইন্টারকানেক্টেড গ্রিড সিস্টেম বলে।

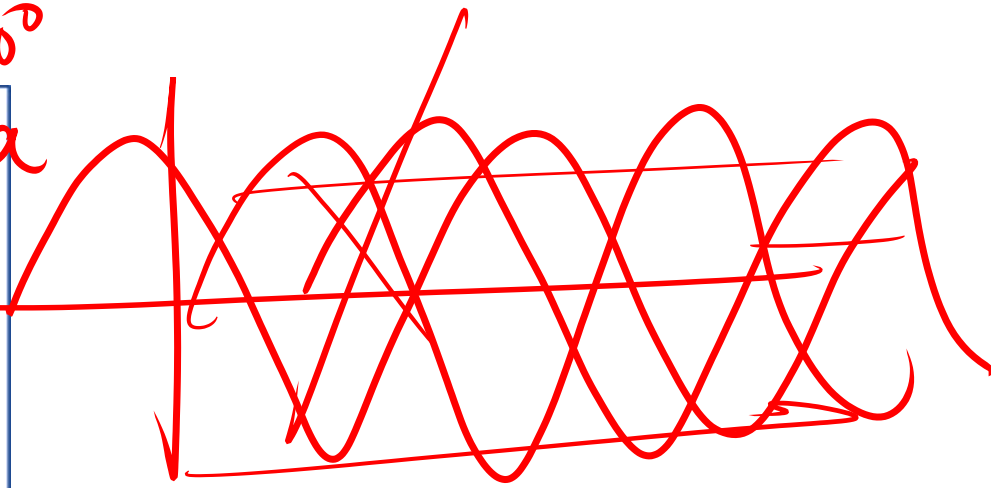
ফিডার: বিভিন্ন জনবহুল এলাকা, শিল্পাঞ্চল বা আবাসিক এলাকায় বিদ্যুৎ বিতরণের জন্য গ্রিড উপকেন্দ্র থেকে বিভিন্ন লোড সেন্টারে বিদ্যুৎ সরবরাহের নিমিত্তে যে বৈদ্যুতিক লাইন নির্মিত হয় তাকেই ফিডার বলে।

এসি থ্রি ফেজ ব্যবস্থা

এসি তিন ফেজ ব্যবস্থায় থ্রি ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্ট তিনটি সিঙ্গেল ফেজ ভোল্টেজ বা কারেন্টের সমষ্টি মাত্র। ২য় ফেজটি ১ম ফেজ আরম্ভ হওয়ার $\frac{১}{৩}$ পর্যায় (stage) পিছনে এবং ৩য় ফেজটি আবার ২য় ফেজের $\frac{১}{৩}$ পর্যায় (stage) পিছনে থাকে। যদি সম্পূর্ণ পর্যায় (stage) কে ৩৬০ ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রি ধরা হয়, তবে থ্রি ফেজ সার্কিটের একটি ফেজ অপরটির চেয়ে $(৩৬০ \times \frac{১}{৩})$ ১২০ ইলেট্রিক্যাল ডিগ্রি পিছনে থাকে। অর্থাৎ পাশাপাশি দুইটি ফেজের মধ্যে পাথর্ক্য ১২০°। সুতরাং ফেজ পার্থক্য ১২০°।







এসি থ্রি ফেজ ব্যবস্থা

এসি তিন ফেজ ব্যবস্থার সুবিধাসমূহ :

১. সমদূরত্বে সমপরিমাণ পাওয়ার প্রেরণে থ্রি ফেজ ব্যবস্থায় অপেক্ষাকৃত চিকন তার ব্যবহার করা যায়। ফলে আর্থিক সাশ্রয় হয়।

২. থ্রি ফেজ পদ্ধতিতে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি বা মেশিনসমূহের কর্মদক্ষতা তুলনামূলকভাবে বেশি।

৩. থ্রি ফেজ মোটরের আকার তুলনামূলকভাবে ছোট এবং গঠন সহজ।

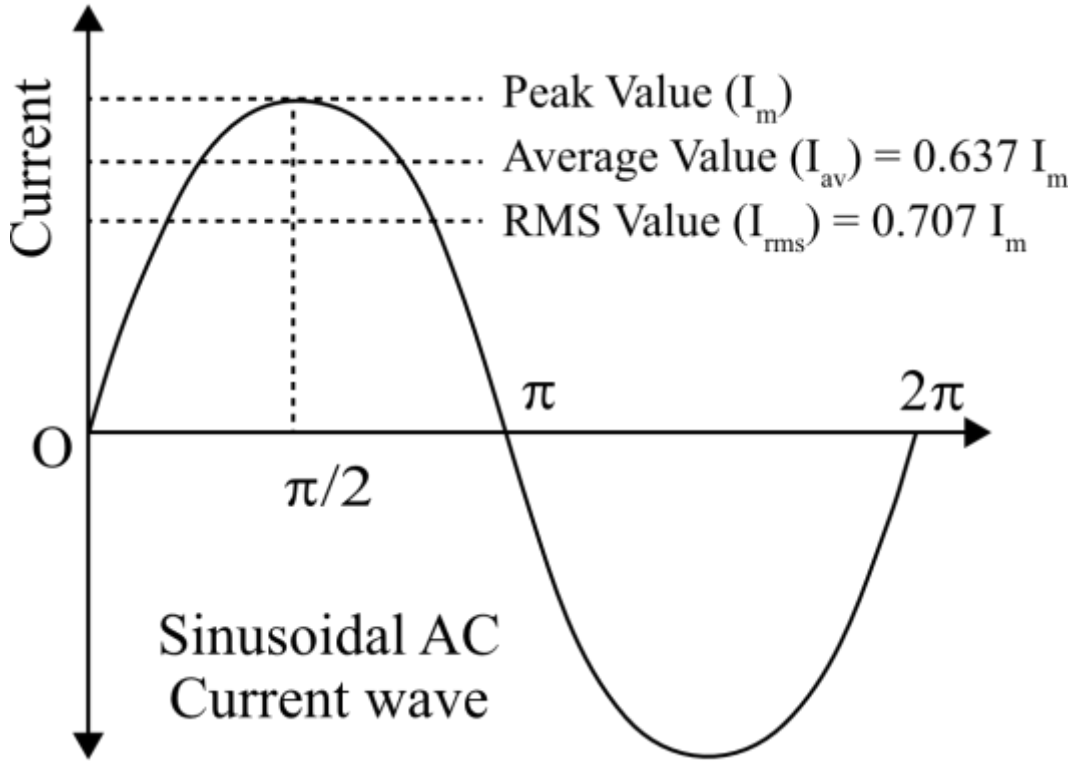
৪. থ্রি ফেজ পদ্ধতির সরবরাহ হতে প্রয়োজনবোধে এক ফেজ সরবরাহ পাওয়া যায়।

৫. ফেজ তারের সাথে একটি নিউট্রাল তার টেনে এক ফেজ ও তিন ফেজ এই দুই রকমের সরবরাহ পাওয়া যায়।

৬. থ্রি ফেজ মোটরের গতিবেগ সুষম এবং মেশিনের কর্মদক্ষতা বেশি। থ্রি ফেজ সাপ্লাই এর সাহায্যে থ্রি ফেজ মোটর ব্যবহার করাই সুবিধাজনক।

৭. ছোটখাটো থ্রি ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য আলাদা কোনো স্টার্টার বা বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় না, কিন্তু এক ফেজ মোটর স্টার্ট করার জন্য বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়। তাই থ্রি ফেজ সরবরাহের সাহায্যে থ্রি ফেজ মোটর ব্যবহার করাই শ্রেয়।

গড় মান , RMS VALUE



চিত্র: পরিবর্তী প্রবাহের RMS Value

পাওয়ার ফ্যাক্টর

ফেজ ভোল্টেজ ও ফেজ কারেন্টের মধ্যবর্তী cosine মানকে পাওয়ার ফ্যাক্টর বলে।

পাওয়ার = $VI\cos\theta$

অন্যভাবে বলা যায়,

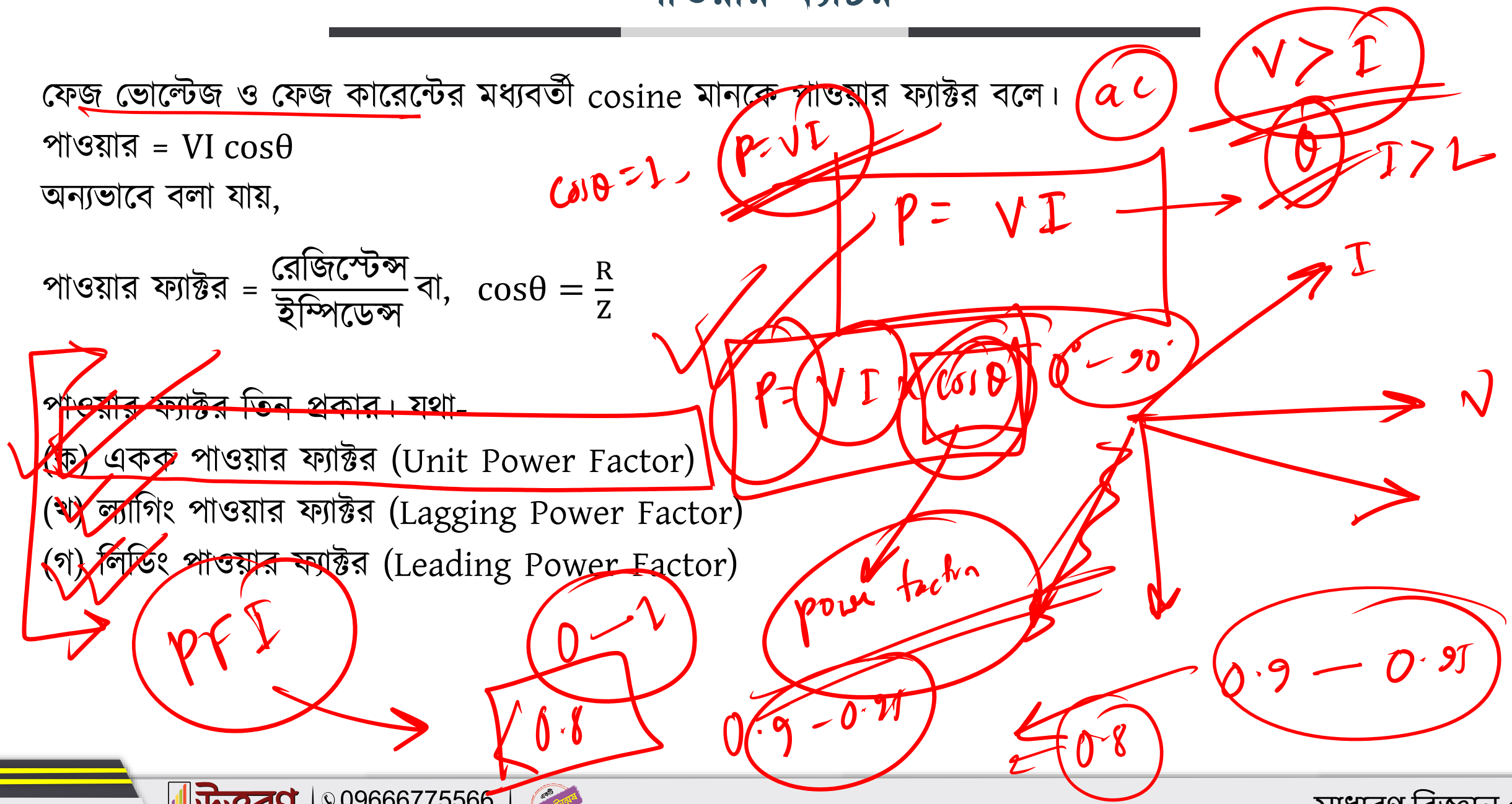
পাওয়ার ফ্যাক্টর = $\frac{\text{রেজিস্টেন্স}}{\text{ইম্পিডেন্স}}$ বা, $\cos\theta = \frac{R}{Z}$

পাওয়ার ফ্যাক্টর তিন প্রকার। যথা-

(ক) একক পাওয়ার ফ্যাক্টর (Unit Power Factor)

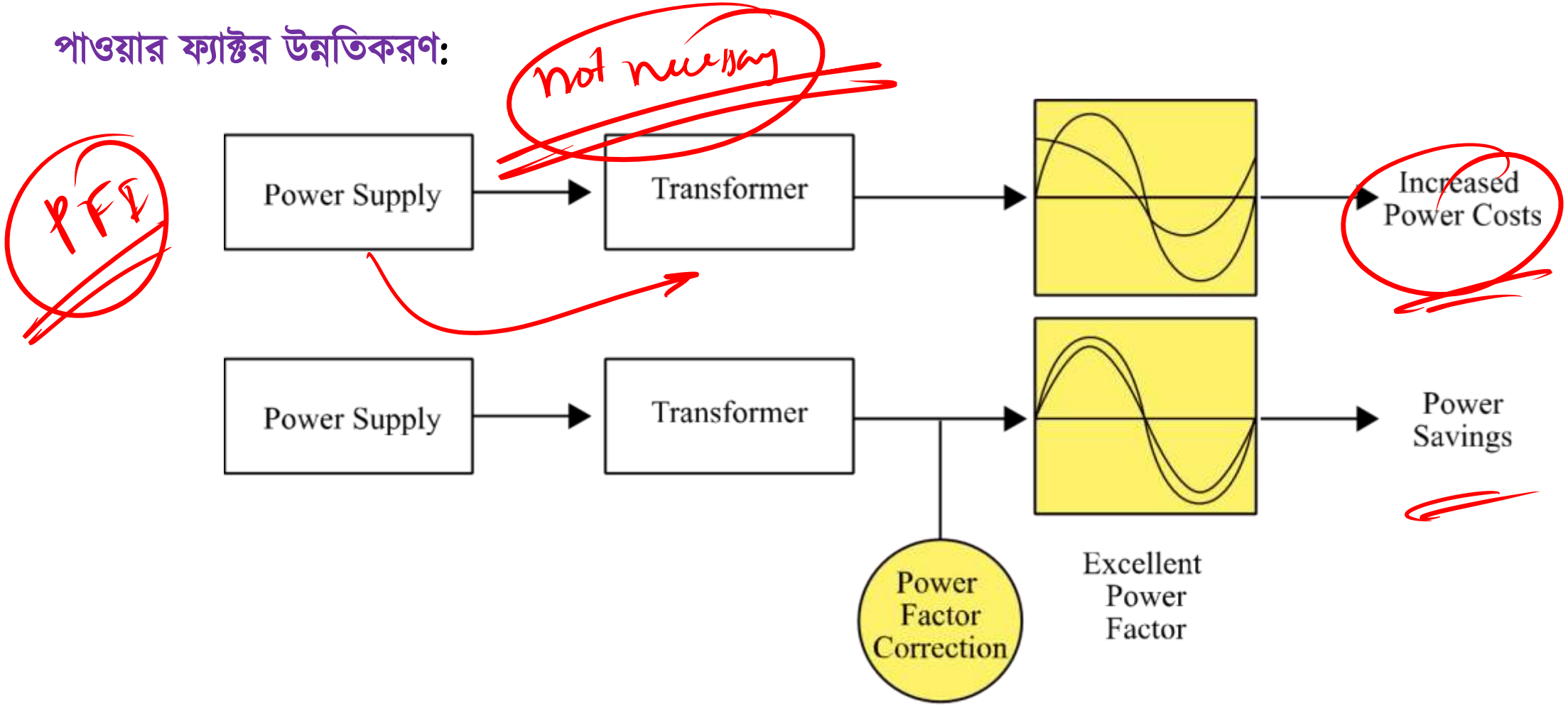
(খ) ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর (Lagging Power Factor)

(গ) লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর (Leading Power Factor)



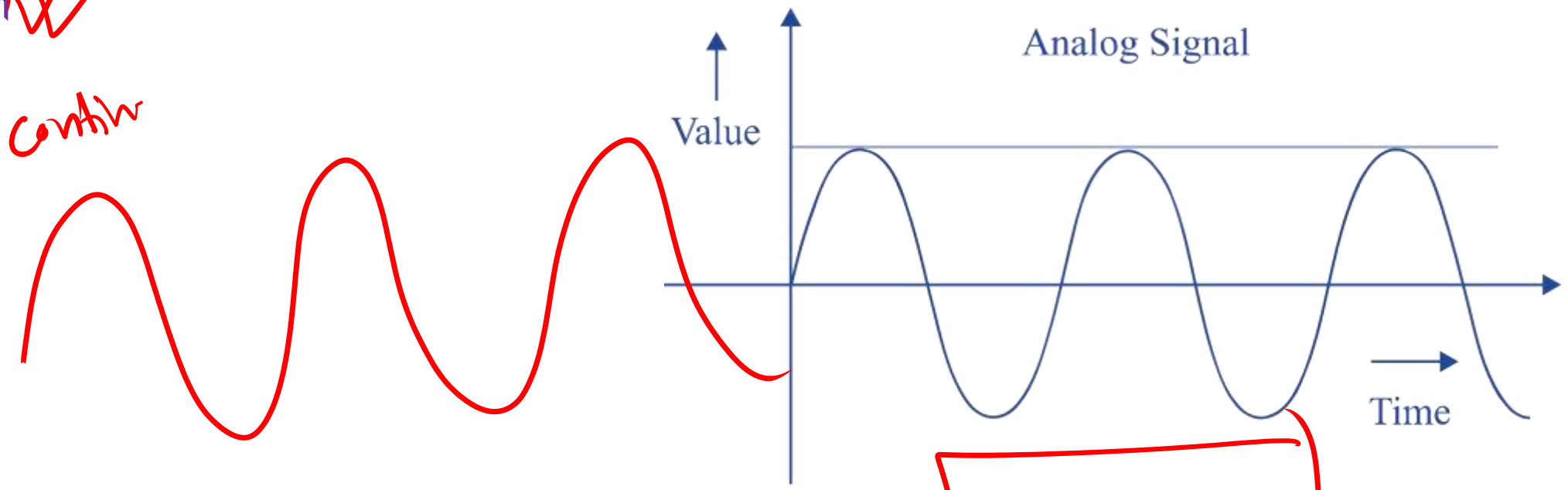
পাওয়ার ফ্যাক্টর

পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নতিকরণ:



সিগন্যাল (SIGNAL)

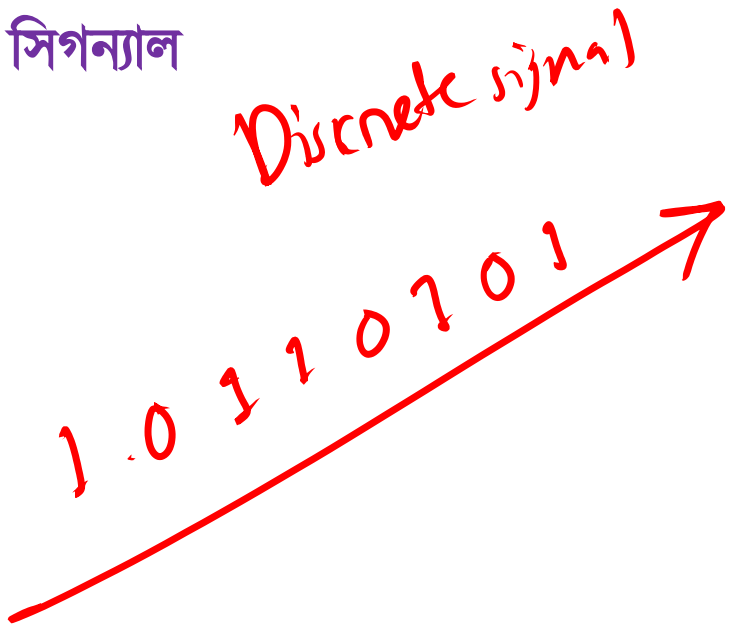
অ্যানালগ সিগন্যাল

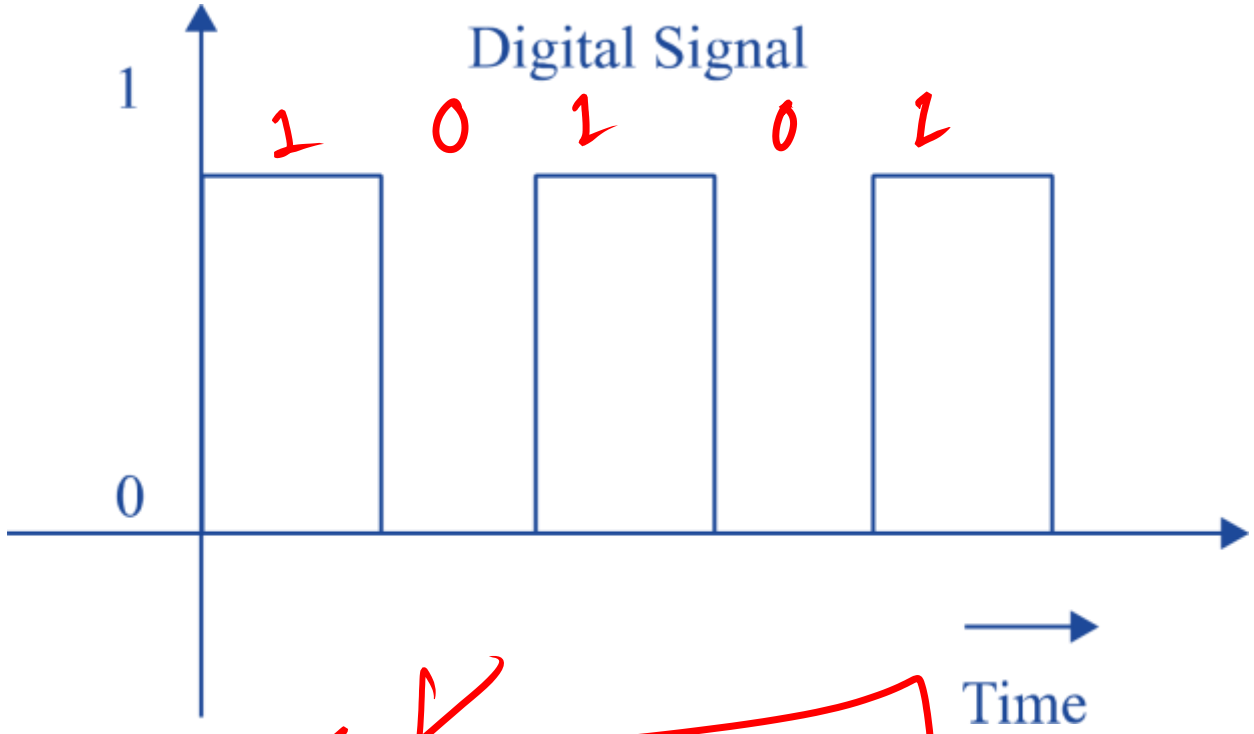


চিত্র: অ্যানালগ সিগন্যাল

সিগন্যাল (SIGNAL)

ডিজিটাল সিগন্যাল

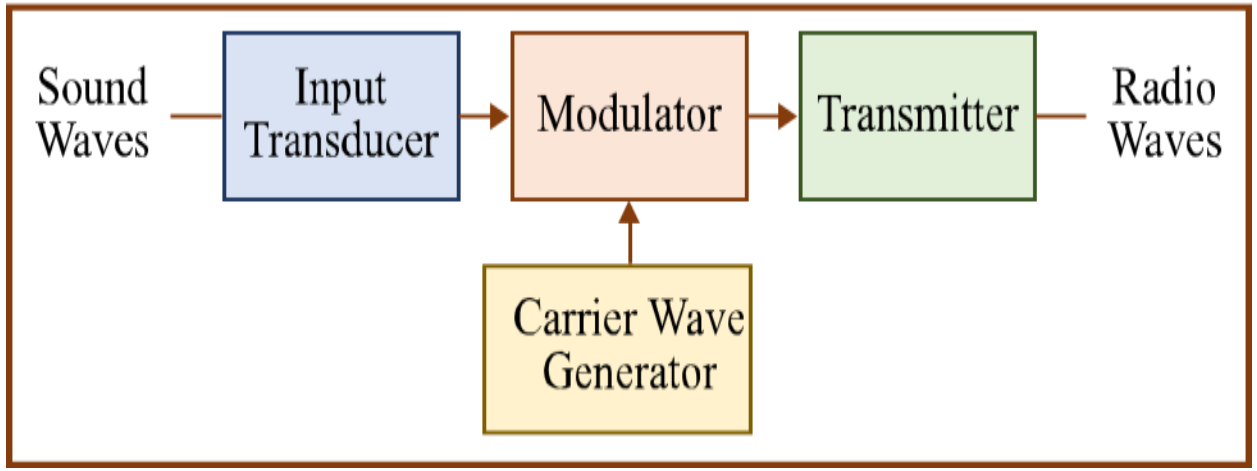




চিত্র: ডিজিটাল সিগন্যাল

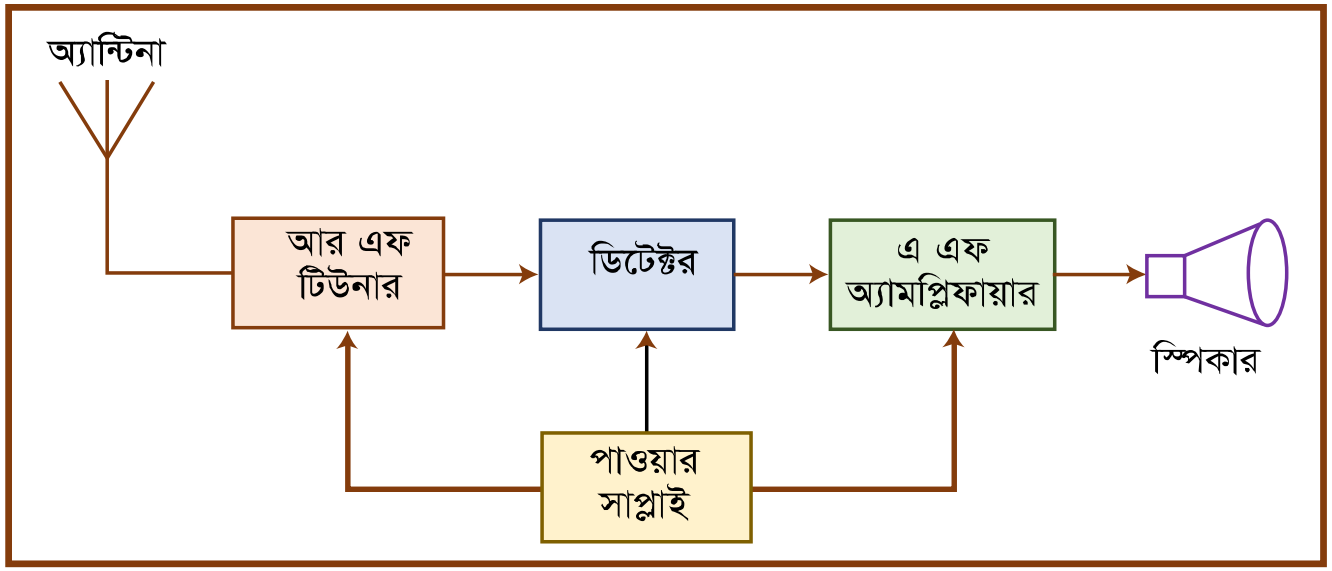
রেডিও কমিউনিকেশন

রেডিও ট্রান্সমিটার :

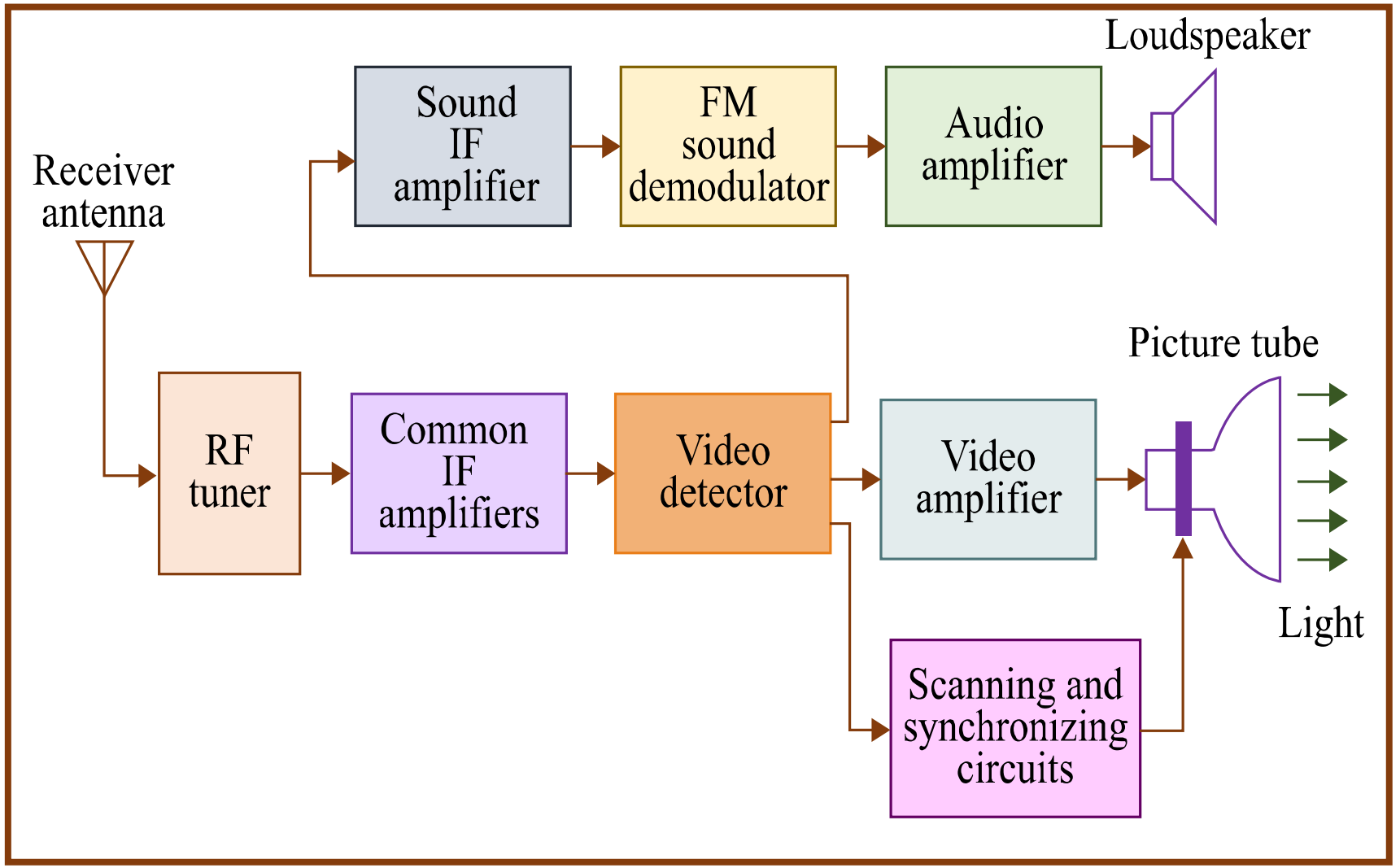


রেডিও কমিউনিকেশন

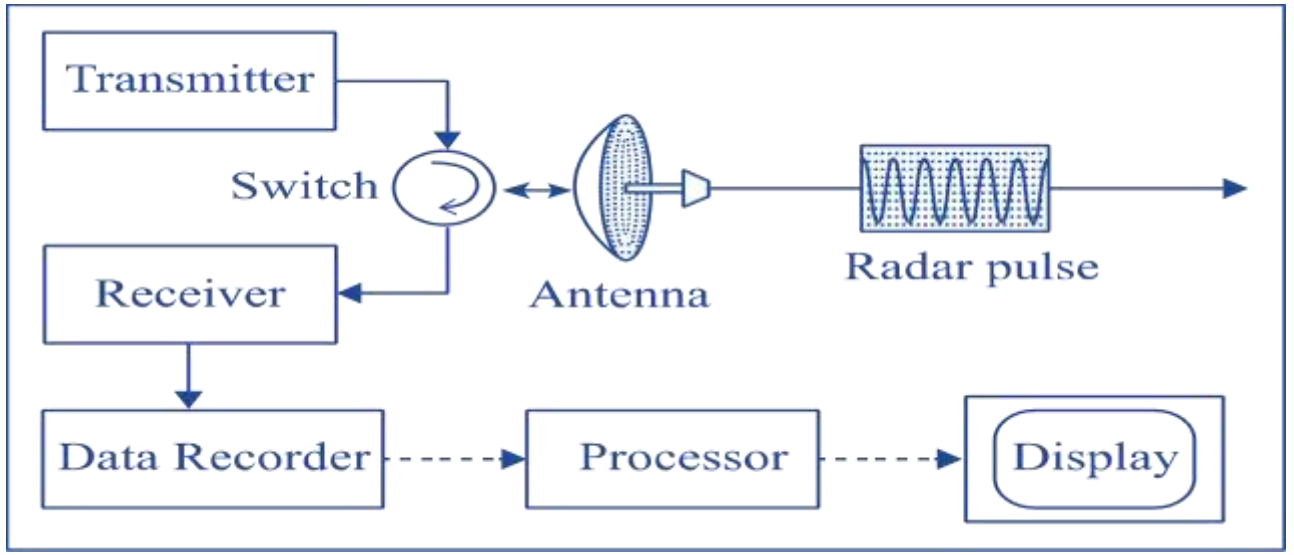
রেডিও রিসিভার :



টিভি ব্রডকাস্টিং ডায়াগ্রাম



RADAR



চিত্র: রাডার ব্লক ডায়াগ্রাম

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC)

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC)

IC এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Integrated Circuit। ১৯৫৮ সালে জেমস কেলবি আই সি আবিষ্কার করেন। ট্রানজিস্টর, ডায়োড, ক্যাপাসিটর, রেজিস্টার ইত্যাদি সার্কিট কম্পোনেন্টকে একটি ছোট সেমিকন্ডাক্টর চিপের ওপর স্থাপন করলে যে সার্কিট পাওয়া যায় তাকে ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট বা আইসি বলে। এগুলো চিপ (Chip) বা মাইক্রোচিপ (microchip) নামেও পরিচিত।

দুই ধরনের ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট রয়েছে। যথা-

১. অ্যানালগ ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (Analog IC) ২. ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (Digital IC)

১. অ্যানালগ ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (Analog IC) : এই জাতীয় আইসিতে ইনপুট এবং আউটপুট উভয় সিগন্যালই অবিচ্ছিন্ন থাকে। এদেরকে লিনিয়ার আইসিও বলা হয়। এদের আউটপুট সিগন্যাল স্তর ইনপুট সিগন্যাল স্তরের উপর নির্ভর করে এবং আউটপুট সিগন্যাল স্তরটি ইনপুট সিগন্যাল স্তরের লিনিয়ার ফাংশন (Linear Function) হয়।

২. ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (Digital IC) : লজিক গেট যেমন- AND gate, OR gate, NAND gate, XOR gate, flip flops এবং microprocessor গুলো হলো ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের কিছু সুপরিচিত উদাহরণ। এই আইসিগুলো বাইনারি ডেটা যেমন 0 বা 1 নিয়ে অপারেট করে। সাধারণত ডিজিটাল সার্কিটে 0 মানে হলো 0 ভোল্ট এবং 1 মানে হলো 5 ভোল্ট। বর্তমানে বিভিন্ন ইলেকট্রনিক প্রজেক্টে ডিজিটাল আইসি ব্যবহার করা হয়।

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC)

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের সুবিধাসমূহ	ইন্টিগ্রেটেড সার্কিটের অসুবিধাসমূহ
১. এটি আকারে বেশ ছোট্ট। প্রায় ২০ হাজার ইলেকট্রনিক উপাদান আইসি চিপের একক বর্গ ইঞ্চি জায়গার মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা যায়। ২. অনেক জটিল সার্কিট একটি একক চিপে অন্তর্ভুক্ত করা হয় এবং তাই এটি একটি জটিল বৈদ্যুতিক সার্কিটের ডিজাইনকে সহজতর করে। এছাড়াও এটি সার্কিটের কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি করে। ৩. আইসিগুলোর নির্ভরযোগ্যতা বেশি। ৪. অধিক উৎপাদনের কারণে এগুলো কম খরচে পাওয়া যায়। ৫. আইসিগুলো খুব অল্প পাওয়ার গ্রহণ করে। ৬. প্যারাসাইটিক ক্যাপাসিট্যান্স প্রভাব না থাকায় এদের অপারেটিং গতি অনেক উচ্চ হয়। ৭. মূল সার্কিট থেকে খুব সহজেই প্রতিস্থাপন করা যায়।	১. এর আকার ছোট হওয়ায় কারেন্ট বৃদ্ধির সাথে সাথে এটি প্রয়োজনীয় হারে তাপ নিঃসরণ করতে সক্ষম হয় না। এজন্য প্রায়শই আইসিগুলো অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার কারণে ক্ষতিগ্রস্ত হয়। ২. নষ্ট হলে সম্পূর্ণ অংশই পরিবর্তন করতে হয়।

কাউন্টার

যে সিকোয়েন্সিয়াল ডিজিটাল সার্কিট বা কিছু লজিক গেটের সমন্বয়ে তৈরি একটি ক্ষুদ্র ফাংশন সৃষ্টিকারী সংগঠন যা ইনপুটকৃত বৈদ্যুতিক সিগন্যাল পালস গণনা করতে পারে তাকে কাউন্টার বলে।

কাউন্টারের প্রকারভেদ : কাউন্টার সাধারণত দুই প্রকার।

যথা: ১. অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার ২. সিনক্রোনাস কাউন্টার

১. অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার: অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারে সবগুলো ফ্লিপ ফ্লপ একই সাথে ক্লক ইনপুট পায় না অর্থাৎ এতে কোনো সাধারণ ক্লক ইনপুট থাকে না।

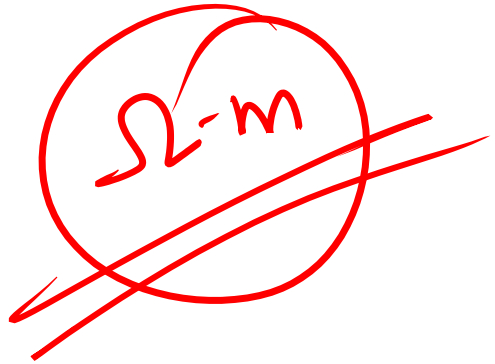
২. সিনক্রোনাস কাউন্টার: সিনক্রোনাস কাউন্টারে সবগুলো কাউন্টার একটি সাধারণ ক্লক ইনপুট দ্বারা যুক্ত থাকে।

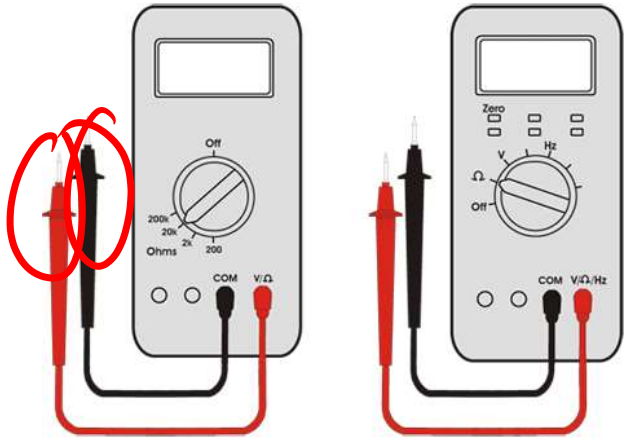
কাউন্টারের ব্যবহার :

১. ক্লক পালসের সংখ্যা গণনার জন্য।
২. টাইমিং সিগন্যাল প্রদানের জন্য।
৩. ডিজিটাল কম্পিউটারে।
৪. ডিজিটাল ঘড়িতে।
৫. বৈদ্যুতিক স্পন্দন (ইলেকট্রনিক অসিলেশন) গণনার ক্ষেত্রে।
৬.প্যারালাল ডেটাকে সিরিয়াল ডেটায় রূপান্তর করতে।

ওহম মিটার

ওহম মিটার হলো এক ধরনের বৈদ্যুতিক যন্ত্র যার সাহায্যে কোনো রেজিস্টরের বা সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়। ওহম মিটার অ্যানালগ ও ডিজিটাল দুই ধরনেরই হতে পারে।





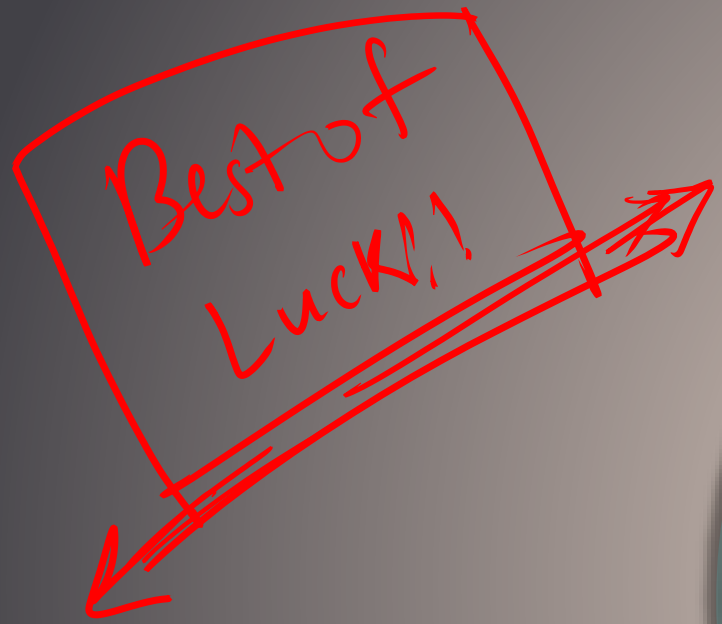
বিগত সালের বিসিএস লিখিত পরীক্ষার প্রশ্নসমূহ

- ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক নেটওয়ার্কে সাধারণত পরিমাপ করা হয় এমন পাঁচটি প্যারামিটারের নাম ও সেগুলোর একক উল্লেখ করুন। (৪৪তম বিসিএস লিখিত)
- অ্যানালগ ও ডিজিটাল সিগন্যালের মধ্যে মূল পার্থক্য লিখুন। তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও তরঙ্গের কম্পাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করুন। (৪১তম বিসিএস লিখিত)
- IC কী? Digital IC এর ব্যবহারসমূহ সংক্ষেপে উল্লেখ করুন। (৪১তম বিসিএস লিখিত)
- রাডার কীভাবে কাজ করে সংক্ষেপে বর্ণনা করুন। (৪১তম, ৩৭তম বিসিএস লিখিত)
- RLC সিরিজ সার্কিটে কখন সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? এটির একটি ব্যবহারিক উদাহরণ দিন। (৪০তম বিসিএস লিখিত)
- RADAR-এর পূর্ণরূপ লিখুন। এর কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা করুন। (৩৭তম বিসিএস লিখিত)
- Modulation কি? এটি কত প্রকার? এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করুন। (৩৭তম বিসিএস লিখিত)
- টেলিভিশনের Picture Tube-এর কাজ কী? (৩৫তম বিসিএস লিখিত)
- অ্যামপ্লিফায়ার কী? Frequency রেঞ্জের উপর ভিত্তি করে Amplifier-এর শ্রেণিবিন্যাস করুন। (৩৫তম বিসিএস লিখিত)
- Oscillator কী? এর বৈশিষ্ট্য লিখুন। (৩৫তম বিসিএস লিখিত)

Am ≠ Ac
Modulation
distortion
Demodul.

বিগত সালের বিসিএস লিখিত পরীক্ষার প্রশ্নসমূহ

- "ডিজিটাল' এবং অ্যানালগ এ দুটি শব্দ দিয়ে ইলেকট্রনিক সরঞ্জামের ক্ষেত্রে কী বুঝানো হয়? (৩৪তম বিসিএস লিখিত)
- IC কী? এর সুবিধাগুলো লিখুন। (৩৪তম বিসিএস লিখিত)
- LED কী? এটি কীভাবে কাজ করে? (৩৪তম বিসিএস লিখিত)
- ট্রানজিস্টর কীভাবে অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে কাজ করে আলোচনা করুন। (৩৪তম বিসিএস লিখিত)
- একটি বৈদ্যুতিক প্লাগ-এ ৩য় পিন-এর কাজ কী? রেজিস্টর কী? (৩১তম বিসিএস লিখিত)
- রঙিন টেলিভিশন এর PAL System সম্পর্কে আলোচনা করুন। (২৯তম বিসিএস লিখিত)
- Describe the operation of a monochrome TV receiver with a suitable block diagram. (২৭তম বিসিএস লিখিত)
- Distinguish between analog and digital signals. (২৭তম বিসিএস লিখিত)



BCS কঠিন নয়;
প্রস্তুতি যদি গোছানো হয়