Rangamati Nir,DUET,Gazipur-1707
info.sosbd@gmail.com
09678 677 677, 01751 402449

## পাস বুক- ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স

পড়ার সময় ঃ মাত্র ১২ ঘণ্টা

লক্ষ্য ঃ ৪৪ মার্কস

**ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার্থীদের জন্য দ্রুত রিভিশনের পারফেক্ট সলিউশন!**

### পৃষ্ঠা সংখ্যা ঃ

- ই-বুক ভার্সন ঃ ১৫৬ পৃষ্ঠা
- প্রিন্টযোগ্য কাগজে ঃ ৫২ পৃষ্ঠা

### পরীক্ষা সংক্রান্ত তথ্য ঃ

- মোট মার্কস ঃ ৯০
- পাস মার্কস ঃ ৩৬

### প্রশ্ন ও মার্কস বিশ্লেষণ ঃ

### অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৮৪ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৪ টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ৮ (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

## সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৫৬ টি
নিশ্চিত কমন ঃ ৪ টি
নিশ্চিত মার্কস ঃ ১২ (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

## রচনামূলক প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ২৯ টি
নিশ্চিত কমন ঃ ৩ টি
নিশ্চিত মার্কস ঃ ২৪ (প্রতি প্রশ্নে ৮ মার্কস)

## কিভাবে পড়বেন এই পাস বুক ঃ

### Step 1- অধ্যায় বাছাই (সবার আগে শেষ করুন) ঃ

| অধ্যায় | বিষয় | কারণ |
|---|---|---|
| ১ | পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স | ভিত্তি তৈরি করে, বারবার কমন |
| ২ | {MOSFET এবং IGBT, ইউজেটি এবং জিটিও(UJT and GTO)} | গুরুত্বপূর্ণ ও বারবার আসে |
| ৪ | চপার | প্রশ্নে কমন পড়ে |
| ৫ | ইন্ডাকশন এবং ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং, পাওয়ার সরবরাহ | সহজ ও স্কোরিং টপিক |
| ৬ | থ্রি ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্সন, নিরাপত্তা এবং সুরক্ষা সিস্টেম | পর্ব সমাপনী পরীক্ষায় আসে |

## 📅 স্টাডি প্ল্যান (মোট সময় ঃ ১২ ঘণ্টা) ঃ

⏱️ ১.৫ ঘণ্টা → অধ্যায় ১ (পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং পাওয়ার ডায়োড)

⏱️ ২ ঘণ্টা → অধ্যায়-২,৩ {MOSFET এবং IGBT, ইউজেটি এবং জিটিও(UJT and GTO)}

⏱️ ১ ঘণ্টা → অধ্যায় ৯ (চপার)

⏱️ ২.৫ ঘণ্টা → অধ্যায় ১৩,১৪ (ইন্ডাকশন এবং ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং, পাওয়ার সরবরাহ)

⏱️ ১ ঘণ্টা → অধ্যায়-৮,১৫ (থ্রি ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্সন, নিরাপত্তা এবং সুরক্ষা সিস্টেম)

⏱️ ৪ ঘণ্টা → অধ্যায় ৪, ৫, ৬, ৭, ১০ (বাকি অধ্যায়গুলো রিভিশন)

## 🎯 পাস বুকের প্রধান লক্ষ্য ঃ

✅ দ্রুত রিভিশনের সুবিধা- পরীক্ষার আগে সময় বাঁচায়

✅ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন- উত্তরের সংক্ষিপ্ত বিন্যাস

✅ সারাংশভিত্তিক সাজানো- এক নজরে পুরো বিষয়টা দেখে ফেলা

✅ মূল টপিক ফোকাস- আত্মবিশ্বাস গড়ে তোলার সহায়ক

## 📌 বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ

☞ এটি একটি পূর্ণাঙ্গ টেক্সটবুক নয়- বরং সঠিক সময় ব্যবস্থাপনার রিভিশন গাইড।

☞ পরীক্ষার আগের "last moment" প্রস্তুতির জন্য উপযুক্ত সহকারী!

# ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স


| অধ্যায় | অধ্যায়ের নাম | পৃষ্ঠা |
|---|---|---|
| ১ | পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং পাওয়ার ডায়োড | ৩-৭ |
| ২ | MOSFET এবং IGBT | ৮-১৫ |
| ৩ | UJT এবং GTO | ১৬-২২ |
| ৪ | অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার( অপ-অ্যাম্প) | ২৩-২৯ |
| ৫ | থাইরিস্টর | ৩০-৩৬ |
| ৬ | ডায়াক এবং ট্রায়াক | ৩৭-৪৪ |
| ৭ | সিঙ্গেল ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্টার | ৪৫-৪৭ |
| ৮ | থ্রি ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্সন | ৪৮-৫৩ |
| ৯ | চপার | ৫৪-৫৮ |
| ১০ | ইনভার্টার | ৫৯-৬৩ |
| ১১ | সাইক্লোকনভার্টার | ৬৪-৬৭ |
| ১২ | এসি ভোল্টেজ কন্ট্রোলার | ৬৮-৭২ |
| ১৩ | ইন্ডাকশন এবং ডাইইলেকট্রিক হিটিং | ৭৩-৭৮ |
| ১৪ | পাওয়ার সরবরাহ | ৭৯-৮৩ |
| ১৫ | নিরাপত্তা এবং সুরক্ষা সিস্টেম | ৮৪-৮৭ |
| | বিগত সালের প্রশ্ন | ৮৮-৮৮ |


Softmax Publications

# অধ্যায়-১ পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং পাওয়ার ডায়োড

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। Power diode বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৬, ২০

**উত্তর ঃ** পাওয়ার ডায়োড একটি সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা এসি কারেন্টকে ডিসি কারেন্টে রূপান্তরিত করে। অর্থাৎ, এটি রেকটিফায়ারের মতোই কাজ করে। ইহা মূলত একটি নির্দিষ্ট দিকে তড়িৎ প্রবাহে সহায়তা করে।

***** ২। পাওয়ার ডায়োড কত প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৪, ১৬, ১৭

**উত্তর ঃ** পাওয়ার ডায়োড প্রধানত তিন প্রকার। যথা- (ক) জেনারেল পারপাস ডায়োড, (খ) স্কটকি ডায়োড, (গ) ফাস্ট রিকোভারি ডায়োড।

**** ৩। ডায়োডকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় কেন?**

**উত্তর ঃ** ডায়োডকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় রিভার্স ব্লোকিং ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য অর্থাৎ, কারেন্টকে একমুখী করা এবং কারেন্টকে বিপরীত দিকে প্রবাহিত হতে বাধা দেয়া।

***** ৪। ডায়োডকে প্যারালালে কেন ব্যবহার করা হয?** বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯

**উত্তর ঃ** সার্কিটের কারেন্ট বহনক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্য একাধিক ডায়োডকে প্যারালালে ব্যবহার করা হয়।

**** ৫। Forward recovery time বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ১২

**উত্তর ঃ** Forward bias-এ একটি ডায়োড টার্ন-অন হতে যে সময়ের প্রয়োজন হয়, তাকে Forward recovery time বলে।

**** ৬। পাওয়ার ডায়োডের Reverse recovery time বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬

**উত্তর ঃ** Reverse bias-এ একটি ডায়োড টার্ন-অফ হতে যে সময়ের প্রয়োজন হয়, তাকে Reverse recovery time বলে।

***** ৭। Active ও Passive element কী?** বাকাশিবো-২০১৯

**উত্তর ঃ** **Active Element:** যে সকল element সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, তাকে Active element বলে।
যেমন ঃ ট্রানজিস্টর, SCR, Diode, Battery ইত্যাদি।
**Passive Element:** যে সকল element সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারেনা তাকে Passive element বলে।
যেমন ঃ রেজিস্টর, ইন্ডাক্টর, ক্যাপাসিটর, ট্রান্সফরমার, ট্রান্সডিউসার ইত্যাদি।

***** ৮। স্ট্যাটিক সুইচ বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৯

**উত্তর ঃ** স্ট্যাটিক সুইচ হলো এমন একটি ডিভাইস, যা চলমান অংশের উপস্থিতি ছাড়াই সুইচিং অপারেশন চালায়। সাধারণত পাওয়ার সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস গুলোকে খুবই কম সময়ের মধ্যে চালু বা বন্ধ করার জন্য এই সুইচ ব্যবহার করা হয়।

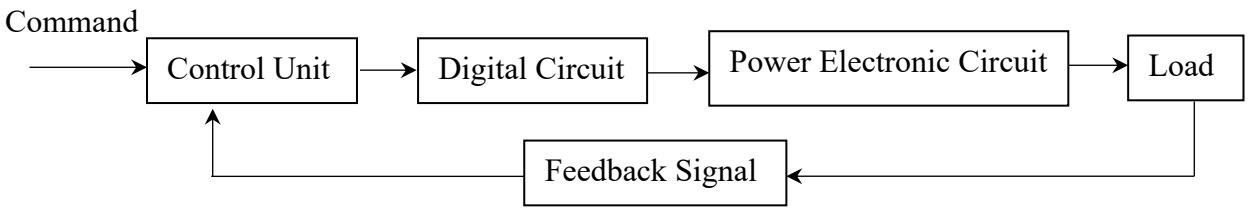
*** ৯। রিকোভারি টাইম কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৬

**উত্তর ঃ** একটি ডায়োড অন অবস্থা থেকে অফ অবস্থায় যেতে অথবা অফ অবস্থা থেকে অন অবস্থায় আসতে সর্বোচ্চ যে সময় এর প্রয়োজন হয়, তাকে রিকোভারি টাইম বলে।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স বলতে কী বুঝায়? পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো-২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৭, ২২

**উত্তর ঃ** যে সকল ডিভাইসের সাহায্যে সার্কিটের পাওয়ারকে উৎপাদন, প্রেরণ, বণ্টন, রূপান্তর ও নিয়ন্ত্রণ করা যায়, তাদেরকে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স বলে। নিম্নে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স-এর ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ




চিত্র ঃ পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এর ব্লক ডায়াগ্রাম

***** ২। Power Electronics-এর ব্যবহারগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৫, ১৬, ১৭, ২৪

**অথবা, Power Electronics-এর ০৫টি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।**

**উত্তর ঃ** Power Electronic-এর ব্যবহার নিম্নরূপ ঃ

ক) পাওয়ার সরবরাহে।

খ) মোটর নিয়ন্ত্রণে।

গ) আলো নিয়ন্ত্রণে।

ঘ) তাপ নিয়ন্ত্রণে ।

ঙ) উচ্চ শক্তি উৎপাদনে।

চ) বিভিন্ন যানবাহন সিস্টেমে।

ছ) HVDC system নিয়ন্ত্রণে।

***** ৩। পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স-এর সুবিধা ও অসুবিধা গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ১৭

**উত্তর ঃ সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ**

ক) উচ্চ দক্ষতা এবং পাওয়ার লস কম।

খ) উৎপাদন খরচ কম হয়।

গ) আকারে ছোট এবং ওজনে হালকা।

ঙ) উচ্চ বিশ্বস্ততা।

ঘ) কোনো ঘূর্ণায়মান অংশ থাকে না, বিধায় রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কম হয় এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়।

**অসুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ**

ক) পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কন্ট্রোলারের ওভারলোড ক্ষমতা কম।

খ) পাওয়ার রিজেনারেশন করা খুবই কঠিন।

গ) সাপ্লাই সিস্টেমে এবং লোডে হারমোনিক্স উৎপাদন করার প্রবণতা কম।

ঘ) এসি থেকে ডিসি এবং ডিসি থেকে এসি কনভার্টার অপারেট করে লো-পাওয়ার ফ্যাক্টরে।

## ৪। Power semiconductor device এর প্রকারভেদ লেখ।

বাকাশিবো- ২০১৭, ১৯, ২১

**উত্তর ঃ** Power semiconductor device কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(ক) দুই টার্মিনাল ডিভাইস ঃ

১) PIN diode,

২) Schottky diode.

(খ) তিন টার্মিনাল ডিভাইস ঃ

১) IGBT,

২) BJT,

৩) JFET,

৪) Power MOSFET,

৫) Thyristor.

আবার, Charge Carrier-এর উপর ভিত্তি করে দুই প্রকার। যথা ঃ

(ক) Majority charge carrier ঃ

১) JFET,

২) Schottky diode,
৩) Power MOSFET.
(খ) Minority charge carrier ঃ
১) BJT,
২) IGBT,
৩) Thyristor,
৪) PIN diode.

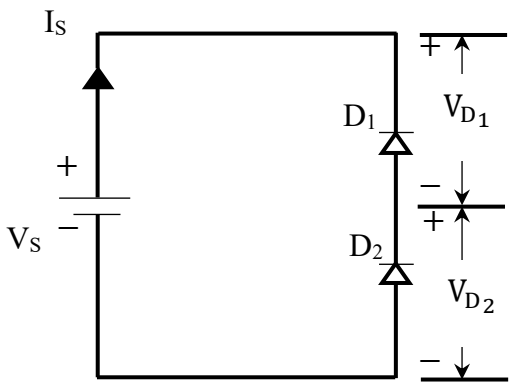
## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। সিরিজে সংযুক্ত ডায়োডের বৈশিষ্ট্য কার্ভ বর্ণনা কর।**

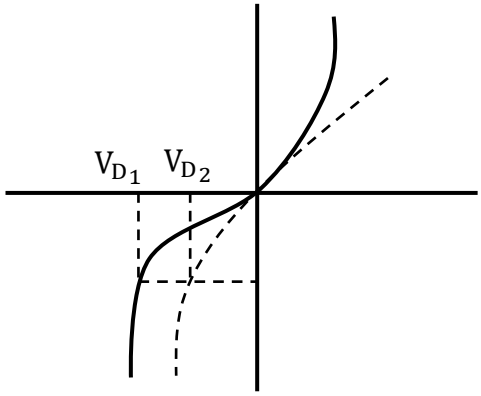
বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯, ২২

**উত্তর ঃ বর্ণনা ঃ** নিম্নে সিরিজে সংযুক্ত দুটি ডায়োডের সংযোগ চিত্র এবং V-I কার্ভ দেখানো হয়েছে। ডায়োড দুটি কে রিভার্স বায়াসে সংযোগ করা হয়েছে। বাস্তব ক্ষেত্রে এই ধরনের ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা তাদের উৎপাদন ত্রুটির কারণে একই হয় না। ফরোয়ার্ড বায়াস সংযোগে উভয় ডায়োডের মধ্যে দিয়ে একই পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে প্রতিটি ডায়োডের ফরোয়ার্ড ভোল্টেজ ড্রপ প্রায় সমান হয়। কিন্তু রিভার্স বায়াসে প্রতিটি ডায়োডে একই লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, ফলে ডায়োডের ভোল্টেজ ড্রপ এর মান সমান হয় না।

এই সমস্যা সমাধান এর জন্য দুটি রেজিস্টর ব্যবহার করতে হবে, যাতে ভোল্টেজ সমানভাবে বিভক্ত হয়। সম-ভোল্টেজ শেয়ারিং এর জন্য প্রতিটি

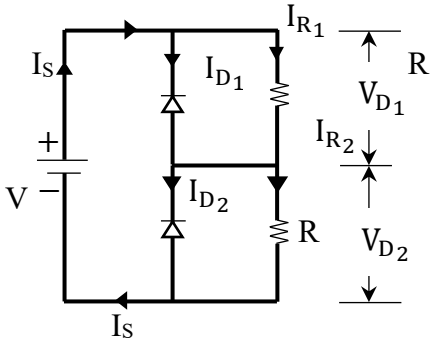



চিত্র ঃ ডায়োডের সিরিজ সংযোগ

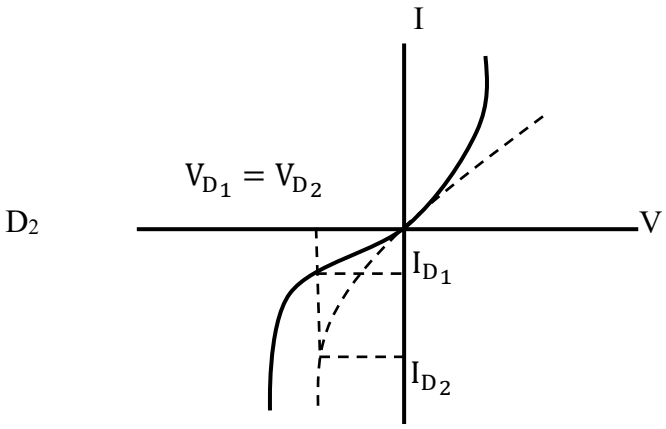



চিত্র ঃ সিরিজ সংযুক্ত ডায়োডের V-I কার্ভ

ডায়োডের লিকেজ কারেন্ট অবশ্যই আলাদা হতে হবে। নিচের চিত্রে দেখানো তা হলো ঃ




চিত্র ঃ ভোল্টেজ শেয়ারিং বৈশিষ্ট্যসহ সিরিজ সংযুক্ত ডায়োড




উপরের চিত্র হতে পাই,

$I_S = I_{D_1} + I_{R_1}$ অথবা, $I_S = I_{D_2} + I_{R_2}$

$\therefore I_{D_1} + I_{R_1} = I_{D_2} + I_{R_2}$

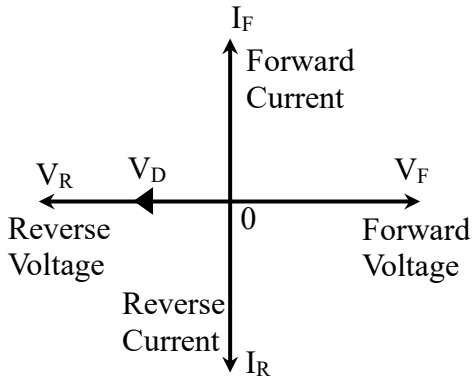
বা, $I_{D_1} + \frac{V_{D_1}}{R_1} = I_{D_2} + \frac{V_{D_2}}{R_2}$ $\left[\therefore I_{R_1} = \frac{V_{D_1}}{R_1}, I_{R_2} = \frac{V_{D_2}}{R_2}\right]$

বা, $\frac{V_{D_1}}{R_1} = \frac{V_{D_2}}{R_2}$ $[\therefore I_{D_1} = I_{D_2}]$

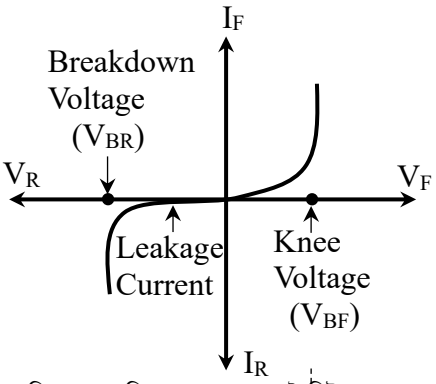
বা, $V_{D_1} = V_{D_2}$ $[\therefore R_1 = R_2]$

## ** ২। পাওয়ার ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা বর্ণনা কর।

**উত্তর ঃ**

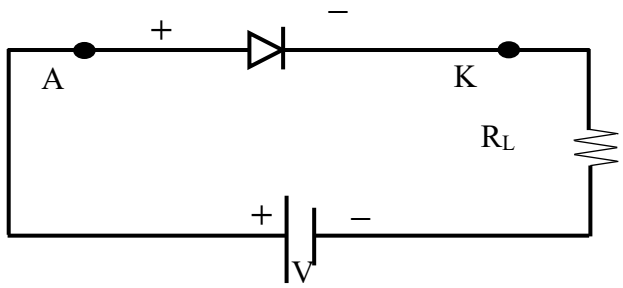



চিত্র ঃ আদর্শ (Ideal) ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা



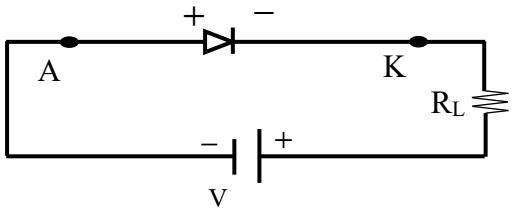

চিত্র ঃ ব্যবহারিক ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা

**আদর্শ ডায়োড ঃ** যে ডায়োড Forward bias-এ Conduction পায় অর্থাৎ কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং Reverse bias এ Conduction পায় না অর্থাৎ অপরিবাহী হিসেবে কাজ করে তাকে Ideal diode বলে। উপরে Ideal (আদর্শ) ডায়োডের V-I curve দেখানো হয়েছে।




চিত্র ঃ ফরোয়ার্ড বায়াস

**Forward voltage:** যখন ডায়োডের অ্যানোড(A) প্রান্তে পজেটিভ ভোল্টেজ এবং ক্যাথোড(K) প্রান্তে নেগেটিভ ভোল্টেজ সংযোগ দেওয়া হয় তখন ডায়োডকে ফরোয়ার্ড বায়াসড বলা হয়। ফরোয়ার্ড বায়াসে ডায়োড কন্ডাকশন পায় অর্থাৎ ডায়োডের মধ্যে দিয়ে ফরোয়ার্ড কারেন্ট প্রবাহিত হয় যে Voltage এ ডায়োডটি Forward bias হয় অর্থাৎ ডায়োডের মধ্যে দিয়ে ফরোয়ার্ড কারেন্ট প্রবাহিত হতে শুরু করে, তাকে Forward voltage ($V_F$) এর সমানুপাতিক হারে $I_F$ বৃদ্ধি পায়।




চিত্র ঃ রিভার্স বায়াস

**Reverse voltage:** যখন ডায়োডের অ্যানোড(A) প্রান্তে নেগেটিভ ভোল্টেজ এবং ক্যাথোড(K) প্রান্তে পজেটিভ ভোল্টেজ দেওয়া হয় তখন ডায়োডকে রিভার্স বায়াসড বলা হয়। ডায়োড এ রিভার্স ভোল্টেজ প্রয়োগ করার ফলে Junction এর Depletion region বৃদ্ধি পায় এবং ডায়োডটি ইনসুলেটর(অপরিবাহী) এর ন্যায় কাজ করে। কিন্তু এর মাইনরিটি

চার্জ ক্যারিয়ারের জন্য সামান্য Leakage Current flow (লিকেজ কারেন্ট প্রবাহ) হয়। যখন $V_R$ এর মান Break down voltage এর সমান বা বেশি হয়, তখন $I_R$ অত্যাধিক হারে বৃদ্ধি পায় এবং $V_R$ এর মান আরও বাড়ালে diode টি পুড়ে যাবে।

1.$V_{BF}$ কে ডায়োডের ফরোয়ার্ড ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা নী ভোল্টেজও বলা হয়।
2.$V_{BR}$ কে রিভার্স ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা জিনার ব্রেকডাউন ভোল্টেজও বলা হয়।

# অধ্যায়-২ MOSFET এবং IGBT

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। MOSFET কী?** বাকাশিবো- ২০১০

**উত্তর ঃ** MOSFET হলো Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. এটি একটি Electronic Device যা সার্কিটে ভোল্টেজ পরিবর্তন বা প্রশস্ত করতে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রিত ডিভাইস এবং তিনটি টার্মিনাল দ্বারা নির্মিত। টার্মিনাল তিনটি হলো Source, Drain এবং Gate. MOSFET এর Input ইম্পিড্যান্স উচ্চমানের হয়ে থাকে।

**** ২। MOSFET এর ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০১০, ২০১২

**উত্তর ঃ** MOSFET কে নিম্ন লিখিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, যথা-

১.ডিজিটাল লজিক সার্কিট গঠনে আইসিতে (IC) তে ব্যবহার করা হয়।

২.Buffer Amplifier হিসাবে।

৩.Input Impedance বেশি হওয়ায় high frequency তৈরি করতে ব্যবহার করা হয়।

৪.ক্ষুদ্র আকৃতির কারণে VLSI ও কম্পিউটার মেমরিতে ব্যবহার করা হয়।

৫.মাইক্রোপ্রসেসর এবং পেরিফেরাল ডিভাইস তৈরিতে ব্যবহার করা হয়।

৬.FM রেডিও, রিসিভার এবং অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট গঠনে ব্যবহার করা হয়।

***** ৩। MOSFET কে IGFET বলা হয় কেন?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ২০১০, ২০১৩, ২০১৪, ২০২৪

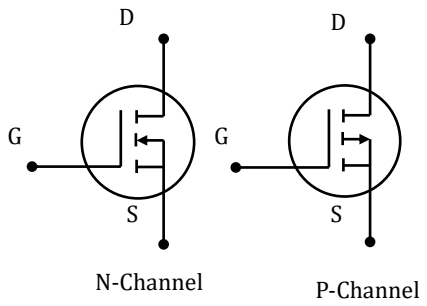
**উত্তর ঃ** MOSFET একটি তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট ডিভাইস যা সোর্স, গেট এবং ড্রেন এর সমন্বয়ে গঠিত। MOSFET গেট এর উপর সিলিকন ডাই-অক্সাইডের একটি পাতলা প্রলেপ দেওয়া থাকে, যা গেট এবং চ্যানেলের মধ্যে ক্যাপাসিটর সৃষ্টি করে। এজন্য একে অনেক সময় ইনসুলেটেড গেট FET (IGFET) বলে।

**** ৪। ডিপ্লেশন রিজিয়ন বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০২, ২০০৫, ২০১৮,১২

**উত্তর ঃ** Source এবং Drain এর মাঝে Gate এর নিচের দিকে $SiO_2$ এর স্তর থাকে। যখন Gate এ ডিফিউসড চ্যানেল Positive চার্জের আবেশ ঘটে, তখন Positive Charge region সৃষ্টি হয়। একেই ডিপ্লেশন রিজিয়ন বলে।

***** ৫। N চ্যানেল ও P চ্যানেল E-only MOSFET এর গঠন চিত্র আঁক।** বাকাশিবো- ২০১১, ২০১৫

**উত্তর ঃ**




***** ৬। পাওয়ার ট্রানজিস্টর কত প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০২০, ২০১৬

**উত্তর ঃ** পাওয়ার ট্রানজিস্টর চার প্রকার, যথা-

১) বাইপোলার জাংশন ট্রানজিস্টর (BJT)

২) মেটাল অক্সাইড সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (MOSFET)

৩) স্ট্যাটিক ইন্ডাকশন ট্রানজিস্টর (SIT)

৪) ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (IGBT)

***** ৭। IGBT কী?** বাকাশিবো- ২০২১

**উত্তর ঃ** IGBT অর্থ হলো ইনসুলেটেড গেট বাইপোলার ট্রানজিস্টর (Insulated gate bipolar transistor) যার তিন টার্মিনাল হল গেট (G), ইমিটার (E) এবং এবং কালেক্টর (C). প্রাথমিকভাবে এটি ইলেকট্রনিক সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটি উচ্চ দক্ষতা এবং দ্রুত সুইচিং সম্পন্ন।

**** ৮। IGBT এর ব্যবহার উল্লেখ কর।** বাকাশিবো- ২০১৯

**উত্তর ঃ** নিম্নে IGBT এর ব্যবহার দেয়া হল ঃ

(১) UPS
(২) SMPS
(৩) চপার এবং ইনভার্টার
(৪) সোলার ইনভার্টার
(৫) এপ্লাইয়েন্স মোটর ড্রাইভস
(৬) পাওয়ার ফ্যাক্টর মোটর ড্রাইভস
(৭) এসি ও ডিসি ড্রাইভে।

***** ৯। IGBT এর Voltage ও Current rating উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০১৬, ২০২০

**উত্তর ঃ** Voltage Rating Very High (>1kV)
Current Rating High (>500 A)

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। MOSFET এবং IGBT এর মাঝে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ১৭, ১৮, ২২, ২৪

**উত্তর ঃ** MOSFET এবং IGBT এর মাঝে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

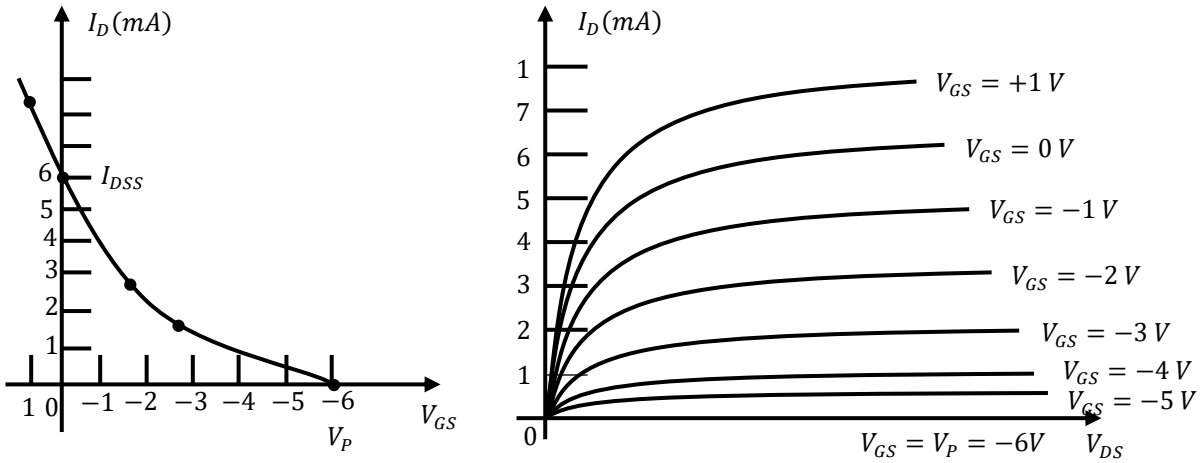
| MOSFET | IGBT |
|---|---|
| ১। MOSFET এর পূর্ণরূপ হলো ঃ Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. | ১। IGBT এর পূর্ণরূপ হলো ঃ Insulated Gate Bipolar Transistor. |
| ২। এটি তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট ডিভাইস। টার্মিনাল গুলো হলো গেট, ড্রেন এবং সোর্স। | ২। এটি তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট ডিভাইস টার্মিনাল গুলো হলো গেট, ইমিটার এবং কালেক্টর। |
| ৩। ইনপুট ইম্পিডেন্স তুলনামূলক অনেক বেশী। | ৩। ইনপুট ইম্পিডেন্স কম। |
| ৪। MOSFET একটি Unipolar কন্ডাকশন ডিভাইস। | ৪। IGBT হচ্ছে Bipolar কন্ডাকশন ডিভাইস। |
| ৫। MOSFET এর একটি PN জাংশন রয়েছে। | ৫। IGBT এর দুটি PN জাংশন রয়েছে। |
| ৬। সুইচিং স্পিড খুব বেশি। | ৬। সুইচিং স্পিড খুব কম। |
| ৭। তৈরি খরচ খুবই কম। | ৬। তৈরি খরচ তুলনামূলক বেশি। |

| MOSFET | IGBT |
|---|---|
| ৮। নিম্ন ও মধ্যম ভোল্টেজ, পাওয়ার নিয়ন্ত্রণের জন্য উপযোগী। | ৭। উচ্চ ভোল্টেজ ও উচ্চ পাওয়ার নিয়ন্ত্রণের জন্য উপযোগী। |
| ৯। ব্যবহার ঃ Power amplifiers, Switching Circuits, inverters, motor control, Circuits etc. | ৮। ব্যবহার ঃ Inverters, electric vehicles, UPS, VFD ইত্যাদি |

## ** ২। MOSFET এর V-I বৈশিষ্ট্য রেখা অঙ্কন করে দেখাও।

**PGCB- ২০, বাকাশিবো- ২০০৯, ১৩, ১৪**

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ N-Channel Depletion MOSFET V-I Curve

***** ৩। MOSFET এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৩

**উত্তর ঃ** নিচে MOSFET এর কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা হলো ঃ

১.Gate, Channel থেকে insulated থাকা অবস্থায় Capacitor এর ন্যায় আচরণ করে এবং Gate leakage current এর পরিমাণ খুব কম হয়।

২.Gate Capacitor এর চারপাশে সৃষ্ট electric field দ্বারা drain current control করা হয়।

৩.Input impedance JFET এর তুলনায় অনেক বেশি।

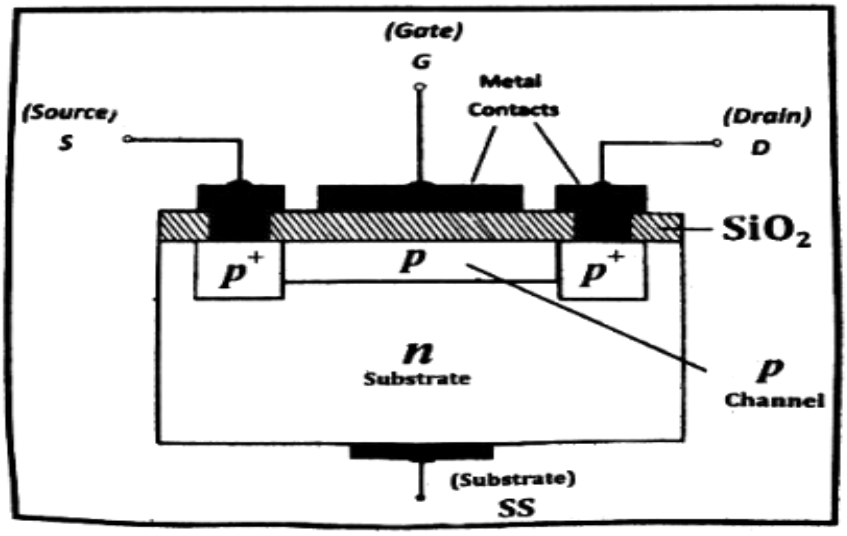
৪.গেটে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা যায়।

৫.MOSFET গুলো এনহ্যান্সমেন্ট অথবা ডিপ্লেশন মোডে অপারেট হতে পারে।

৬.JFET এর চাইতে MOSFET এ ইলেকট্রোমিটার প্রয়োগে অধিক উপকার পাওয়া যায়।

## ** ৪। একটি P-চ্যানেল MOSFET এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

**উত্তর ঃ**

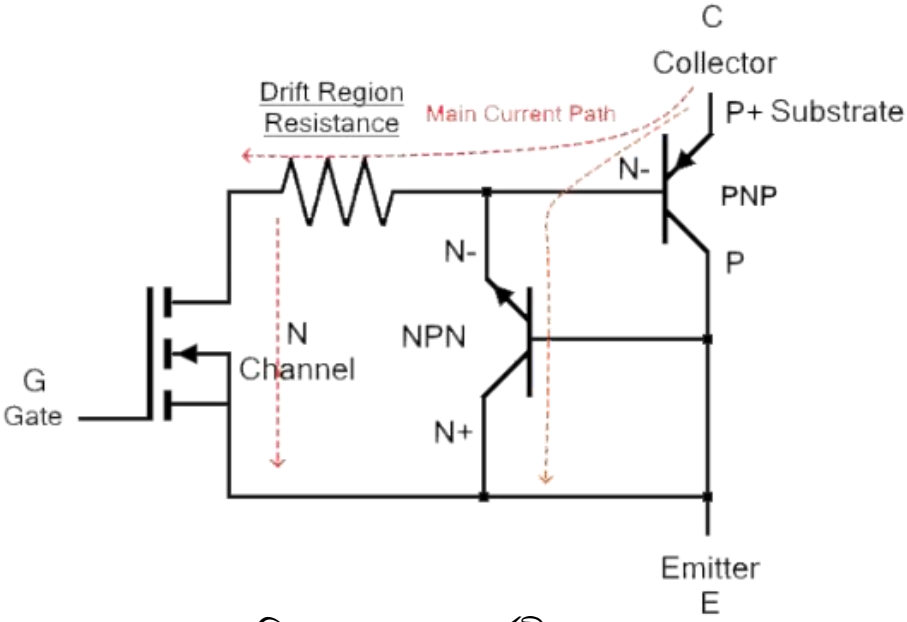



চিত্র ঃ P-চ্যানেল MOSFET এর গঠন চিত্র

## ** ৫। IGBT সমতুল্য বর্তনীসহ V-I বৈশিষ্ট্য রেখা অঙ্কন কর।

বাকাশিবো- ২০১৬

**উত্তর ঃ**

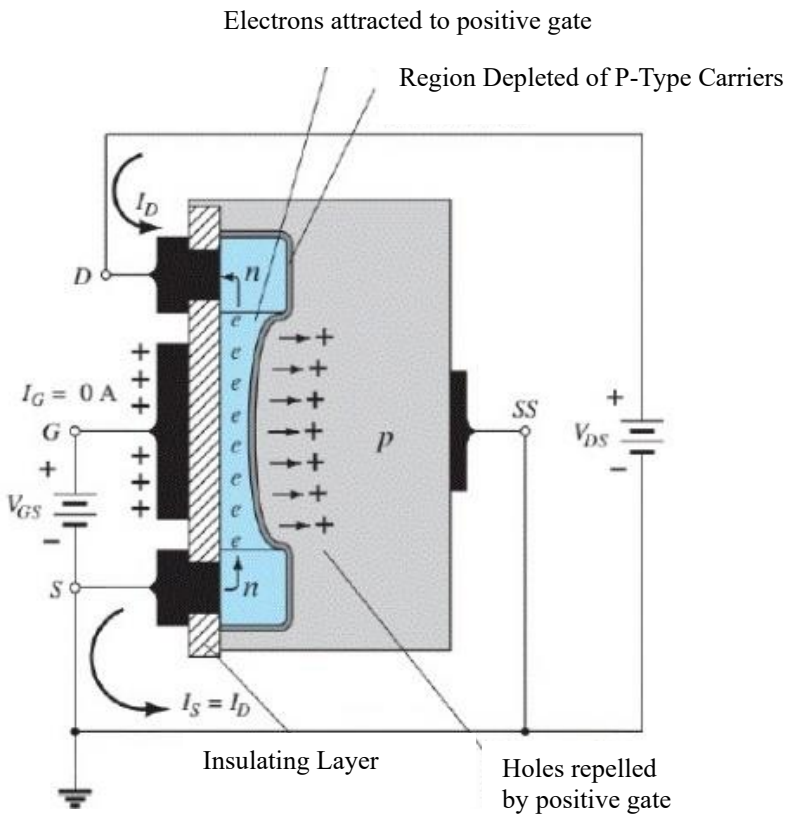


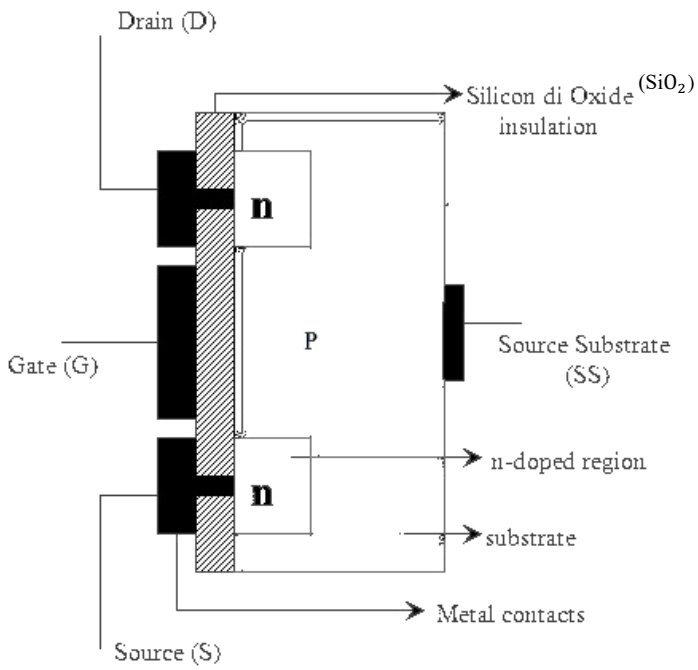

চিত্র ঃ সমতুল্য বর্তনী

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। একটি N-চ্যানেল এনহ্যান্সমেন্ট মোডে MOSFET এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৩, ০৭, ১০, ১১, ১২, ১৫

**উত্তর ঃ N-চ্যানেল এনহ্যান্সমেন্ট মোড MOSFET এর গঠন ঃ** এ প্রকার N-চ্যানেল MOSFET কে বহুল পরিমাণে ডিজিটাল সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এটাকে আবার NMOS ও বলা হয়। নিচের চিত্রে NMOS এর গঠন দেখানো হলো ঃ






চিত্র ঃ N-চ্যানেল Enhancement MOSFET

এনহ্যান্সমেন্ট MOSFET এ সাবস্ট্রেটটি শুধুমাত্র ধাতব অক্সাইড লেয়ারে বিস্তৃত থাকে। গঠনগতভাবে সোর্স এবং ড্রেনের মধ্যকার স্থানে আগে থেকে কোনো চ্যানেল তৈরি করা থাকে না। ফলে NMOS কে ঋণাত্মক গেট ভোল্টেজে কখনো কাজ করা যায় না। N-চ্যানেল MOSFET টি হালকা P-টাইপ সাবস্ট্রেট এবং দুটো উচ্চ মাত্রার $N^+$ ডোপিংকৃত রিজিয়নের সমন্বয়ে গঠিত। এই $N^+$ সেকশনসমূহ সোর্স এবং ড্রেন হিসাবে কাজ করে। $SiO_2$ এর একটি পাতলা স্তর স্ট্রাকচারটির উপরিতলে তৈরি করা হয়। একইভাবে সোর্স এবং ড্রেনে ধাতব সংযোগ স্থাপন করে তিনটি প্রান্ত বের করা হয়।

**N-চ্যানেল এনহ্যান্সমেন্ট মোড MOSFET এর কার্যপ্রণালি নিম্নরূপ ঃ**

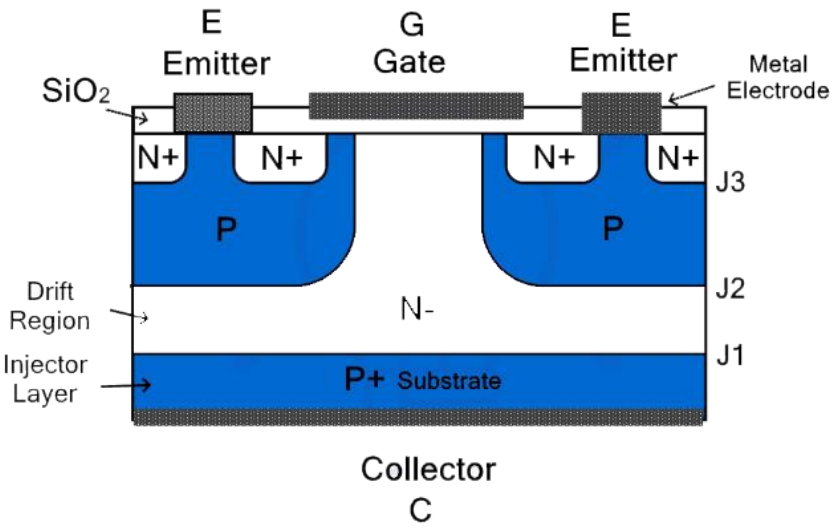
পাশের চিত্রে উভয় N-চ্যানেল E-অনলি মসফেট এর স্বাভাবিক বায়াসিং পোলারিটি দেখানো হল। এজন্য গেটে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রদান করা হয়।

যখন গেটে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রদান করা হয় তখন হোলসমূহ (প্রোটন) গেটে প্রযুক্ত হয়। P-সাবস্ট্রেট অবস্থিত মাইনোরিটি ক্যারিয়ার (Electron) সমূহ গেটে প্রযুক্ত হোল কর্তৃক আকর্ষিত হয় এবং গেটের অপর পার্শ্বে ড্রেন এভং সোর্সের মাঝামাঝি জায়গায় জড়ো হয়। একে আবার N-Type Inversion layer বলে। $V_{GS}$ এর মান থ্রেসহোল্ড ভোল্টেজ $V_{GS}(th)$ এর চেয়ে বেশি হলে চ্যানেলের মধ্যে দিয়ে ড্রেন কারেন্ট $I_P$ প্রবাহিত হয়।

***** ২। চিত্রসহ IGBT এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৫, ১৬, ১৮, ১৯

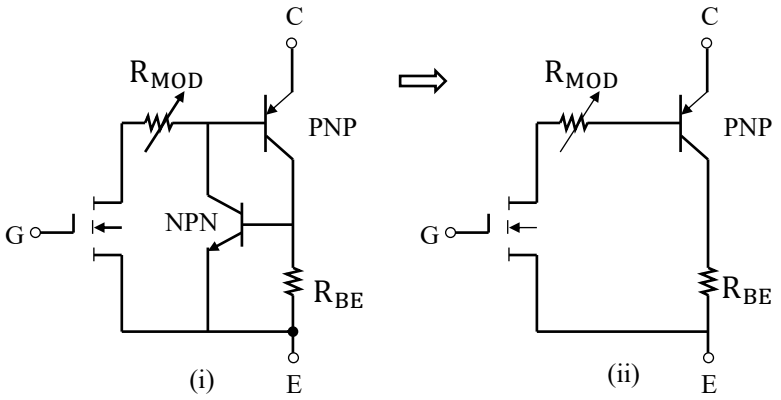
**উত্তর ঃ**



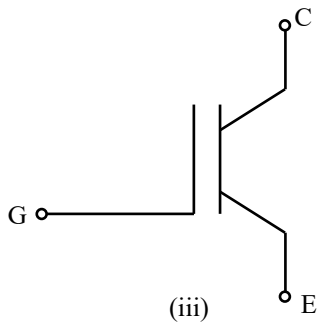

চিত্র ঃ IGBT এর গঠন প্রণালি

IGBT এর অর্থ (Insulated gate Bipolar transistor) যার তিনটি টার্মিনালে যেমন গেট, ইমিটার, কালেক্টর এবং চারটি পরিবর্তনীয় স্তর থাকে। উপরের চিত্রে IGBT এর মৌলিক গঠন প্রণালী দেখানো হয়েছে। যা পাওয়ার MOSFET এর মতো একই ধরনের হয়ে থাকে। তবে পার্থক্য

হল MOSFET এ $N^+$ টুলকার একটি স্তর drain হিসাবে কাজ করে। যেখানে IGBT তে $P^+$ টুলকার একটি স্তর কালেক্টর হিসেবে কাজ করে। নিচের চিত্রের $(i)$ এবং $(ii)$ এ IGBT এর সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে। এবং $(iii)$ নং চিত্রে প্রতীক দেখানো হয়েছে। সমতুল্য বর্তনী $(i)$ এ $P^+$, $N^-$ এবং $P$ একত্রে PNP ট্রানজিস্টর $Q_1$ গঠন করে। IGBT এর সুবিধা হল এই ডিভাইসটিতে MOSFET এবং BJT উভয়ের সুবিধা একত্রে পাওয়া যায়। কারণ Input ইম্পিড্যান্স MOSFET এর মতো উচ্চ মানের হয়।




চিত্র ঃ সমতুল্য বর্তনী




চিত্র ঃ সার্কিট প্রতিক

**কার্যপ্রণালি ঃ** যখন ইমিটারের সাপেক্ষে কালেক্টরে একটি পজেটিভ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন $J_1$ জাংশন ফরোয়ার্ড বায়াস প্রাপ্ত হয় কিন্তু $J_2$ জাংশন Reverse বায়াস প্রাপ্ত হয়, যার ফলে জাংশনের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। যাকে forward blocking mode বলে। গেট ইমিটার থ্রেসহোল্ড ভোল্টেজের বড় মানের ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে ও IGBT ফরোয়ার্ড ব্লকিং অবস্থা থেকে ফরোয়ার্ড কন্ডাকশন অবস্থায় আসে। এই অবস্থায় কালেক্টর $N^+$ এলাকা থেকে $N^-$ এলাকায় প্রবাহিত হয়। আবার

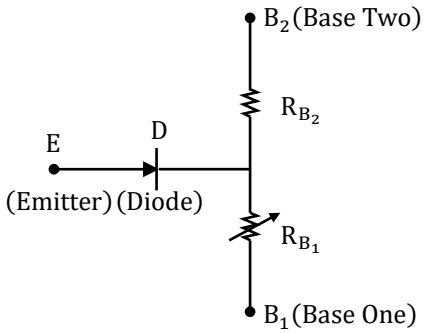
ফরোয়ার্ড কন্ডাকশন অবস্থার জন্য $J_3$ জাংশনটি ফরোয়ার্ড বায়াস প্রাপ্ত হয়। হোলগুলো $P^+$ এলাকা হতে $N^-$ এলাকাতে প্রবাহিত হয়। এভাবে IGBT বাইপোলার কারেন্ট প্রবাহের মাধ্যমে টার্ন অন হয় এবং কালেক্টর কারেন্ট $(I_C)$ প্রবাহিত হয়। এভাবে IGBT বাইপোলার কারেন্ট প্রবাহের মাধ্যমে Voltage control device হিসেবে কাজ করে।

# অধ্যায়-৩ ইউজেটি এবং জিটিও (UJT and GTO)

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। UJT এর সমতুল্য বর্তনী অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০১৯

**উত্তর ঃ**




***** ২। UJT এর দু'টি ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২, ১৪

**উত্তর ঃ** UJT এর ব্যবহার নিম্নরূপ ঃ

১.অসিলেটর সার্কিট হিসেবে।

২.সুইচিং এর জন্য।

৩.পালস জেনারেশনে।

৪.টাইমিং ট্রিগারিং সার্কিটে।

৫.ফেজ কন্ট্রোল সার্কিটে।

৬.সাইন ওয়েভ এবং স-টুথ জেনারেটরে।

***** ৩। UJT এর ক্ষেত্রে Stand off ratio কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ২০, ২৪

**উত্তর ঃ** UJT এর Emitter ও Base-1 এর মধ্যকার সর্বোচ্চ Reverse voltage ও Base দ্বয়ের মধ্যে প্রয়োগকৃত Battery Voltage এর অনুপাতকে Stand off ratio বলা হয়।

$$\eta = \frac{R_{B_1}}{R_{B_1}+R_{B_2}}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_{B_1}}{R_{BB}}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{V_1}{V_{BB}}$$

*** ৪। UJT এর Oscillator ckt এর Stand off ratio এর সমীকরণ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১৫

**উত্তর ঃ** $\eta = \frac{R_{B_1}}{R_{B_1}+R_{B_2}} = \frac{R_{B_1}}{R_{BB}} = \frac{V_1}{V_{BB}}$

*** ৫। গোল্ড ডোপড GTO বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১৯

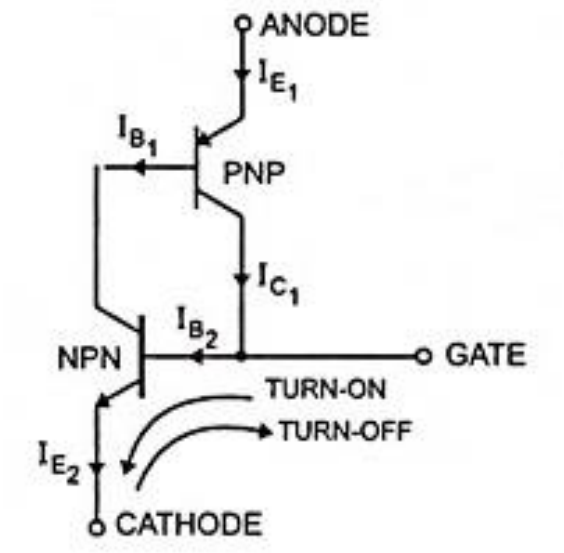
**উত্তর ঃ**গোল্ড ডোপড GTO উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি অপারেশনে ব্যবহার করা সুবিধাজনক। তাই এই ধরনের GTO এর রিভার্স ব্লকিং ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় এবং GTO এর টার্ন অফ টাইম হ্রাস পায়। GTO এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা হল এর অন স্টেপ ভোল্টেজ ড্রপ বেশি হয়ে থাকে।

**** ৬। GTO কে কীভাবে অন অফ করা যায়?** বাকাশিবো- ২০২১

**উত্তর ঃ** GTO কে পজিটিভ গেট সিগন্যালের মাধ্যমে অন করা হয় এবং নেগেটিভ গেট সিগন্যালের দ্বারা অফ করা হয়।

***** ৭। GTO এর সমতুল্য বর্তনী অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০১৪

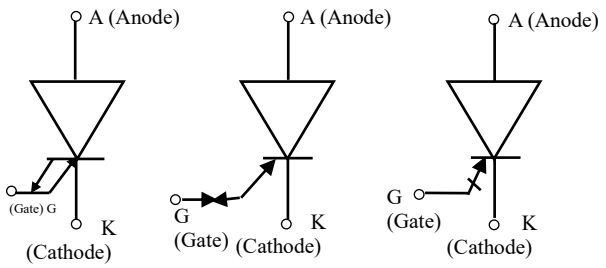
**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ GTO এর সমতুল্য বর্তনী

**** ৮। GTO এর পূর্ণনাম লিখে এর প্রতীক অঙ্কন কর।** বাকাশিবো-২০১৫

**উত্তর ঃ** GTO এর পূর্ণরূপ - Gate Turr-off Thyristor



## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। UJT এর ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২

**উত্তর ঃ** UJT এর ব্যবহার নিম্নরূপ ঃ

১.অসিলেটর সার্কিট হিসেবে।

২.সুইচিং এর জন্য।

৩.ওভার ভোল্টেজ ডিটেক্টর হিসেবে।

৪.স-টুথ, স্কয়ার ও সাইন ওয়েভ জেনারেটর হিসেবে।

৫.ফেজ কন্ট্রোল সার্কিটে।

৬.পালস জেনারেশনে।

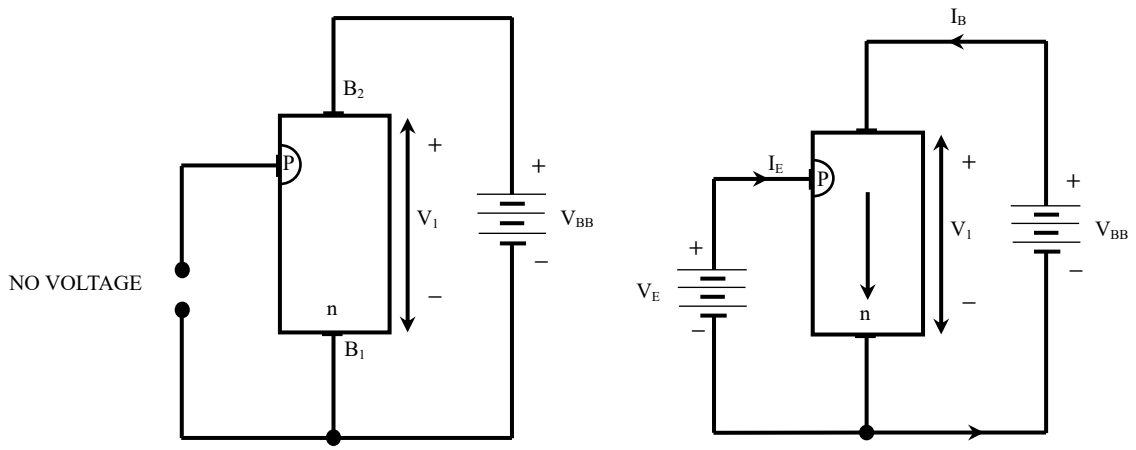
৭.টাইমিং ও ট্রিগারিং সার্কিটে।

৮.ভোল্টেজ বা কারেন্ট রেগুলেটেড সাপ্লাই হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

**** ২। UJT এর মৌলিক গঠনচিত্র অঙ্কন করে এর কার্যাবলি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৪

**উত্তর ঃ** নিচে একটি UJT এর সংযোগ চিত্র দেখানো হলো। যেখানে $V_E$ = ইমিটার ভোল্টেজ, $V_{nm}$ = বেস ভোল্টেজ, $I_E$ ও $I_B$ যথাক্রমে ইমিটার ও বেস কারেন্ট। সাধারণ অবস্থায় $B_2$ টার্মিনালটি $B_1$ এর সাপেক্ষে (+ve) থাকে।




চিত্র ঃ UJT এর সংযোগ চিত্র

প্রাথমিক অবস্থায় যখন $V_E = 0$, তখন $V_{BB}$ প্রয়োগ করা হলে N-type বারের আড়াআড়িতে একটি ভোল্টেজ প্রতিষ্ঠিত হয়। যেহেতু ইমিটারটি $B_1$ এর ইমিটার বরবার n টাইপ লেয়ারের আড়াআড়িতে প্রাপ্ত ভোল্টেজ $V_1$ এর কারণে PN জাংশন রিভার্স বায়াসপ্রাপ্ত হবে। ফলে জাংশনের মধ্য দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। অর্থাৎ $I_E$ এর মান শূন্য হবে। তবে মাইনোরিটি চার্জ ক্যারিয়ারের কারণে একটি লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হবে। এবার ইমিটার ভোল্টেজ $V_E$ প্রয়োগ করা হলে ইমিটার এবং বেস-২ এর মধ্যবর্তী জাংশনের রিভার্স বায়াস কমতে থাকে। $V_E$ বৃদ্ধি করতে থাকলে

যখন তা $V_1$ কে অতিক্রম করে তখন জাংশনটি ফরোয়ার্ড বায়াসপ্রাপ্ত হয়। এ অবস্থায় P-টাইপ ইমিটার হতে N-টাইপ বেসে হোল প্রবেশ করে। পজেটিভ বেস-২ দ্বারা এ হোলসমূহ বিকর্ষিত হয়ে বেস-১ এর দিকে প্রবাহিত হয়। ইমিটার এবং বেস-১ এর দিকে প্রবাহিত হয়। ইমিটার এবং বেস-১ এর মাঝে হোলসমূহের উপস্থিতির কারণে এ রিজিয়নের রেজিস্ট্যান্স কমে যায়। ফলে ইমিটার ও বেস-১ এর মধ্যবর্তী ভোল্টেজ ড্রপও কমে যায়। এতে ইমিটার কারেন্ট $I_E$ বাড়তে থাকে। এখন যতই হোল বেসে প্রবেশ করে ততই $I_E$ কারেন্টের মান বড়তে থাকে এবং দ্রুত স্যাচুরেশনে পৌছে। UJT এর এ অবস্থাকে তার ON অবস্থা বলে।

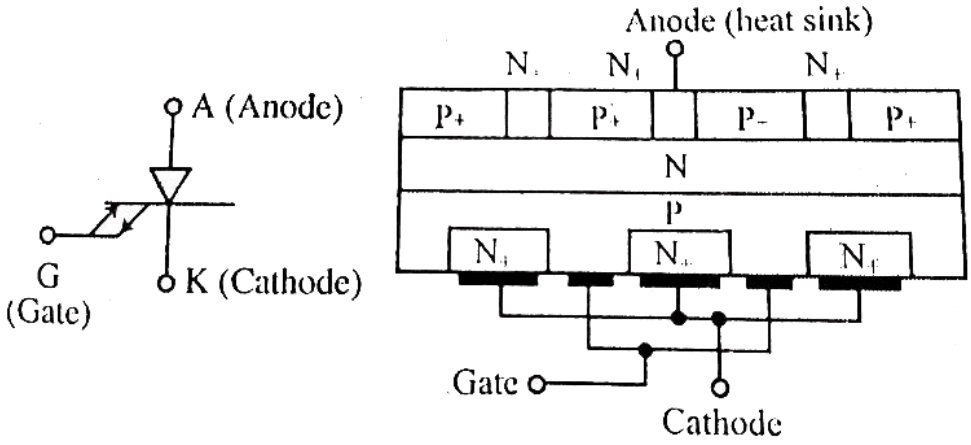
***** ৩। UJT কেন Thyristor নয়?** বাকাশিবো-২০১৩, ১৫, ২০

**উত্তর ঃ** UJT (Unipolar Junction Transistor) কে টার্ন অন করতে থাইরিস্টরের তুলনায় বড় মানের ট্রিগারিং ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়। ট্রিগারিং এর ফলে এর অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স কমে যায়। তাই UJT এর মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। অন্যদিকে, থাইরিস্টরে তুলনামূলক কম ট্রিগারিং পালস প্রাদন করলে Anode এবং Cathode এ পটেনশিয়াল তারতম্যে এর জাংশনে ব্রেক ডাউন ঘটে। তাই থাইরিস্টরের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ইমিটার ভোল্টেজ অপসারণ করলে GTO টার্ন অফ হয়ে যাবে। কিন্তু থাইরিস্টর টার্ন অন হওয়ার পর এর উপর গেটের কোনো নিয়ন্ত্রণ থাকে না।

অতএব, UJT এবং থাইরিস্টর উভয়েই সুইচিং ডিভাইস হওয়া সত্ত্বেও UJT কে থাইরিস্টর বলা যায় না।

**** ৪। GTO এর গঠন চিত্র বর্ণনা কর।** বাকাশিবো-২০১৭, ১৮, ২০, ২১

**উত্তর ঃ** GTO হলো তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট (অ্যানোড, ক্যাথোড এবং গেট) PNPN ডিভাইস, যাকে SCR এর মতো ট্রিগার করে অন করা যায়। পজেটিভ গেট কারেন্ট পালস দ্বারা এটি টার্নড-অন এবং নেগেটিভ গেট কারেন্ট পালস দ্বারা টার্নড-অফ করা হয়। নিচে GTO এর গঠনচিত্র দেখানো হলো ঃ




$P^+NP^+$ ট্রানজিস্টর $Q_1$ এবং $NP^+N^+$ ট্রানজিস্টর $Q_2$। $Q_1$ এর ইমিটার $(E)$ $P^+$ অ্যানোড $(A)$ এবং $Q_2$ এর ইমিটার $N^+$ হলো ক্যাথোড।

***** ৫। SCR এর তুলনায় GTO ব্যবহারের সুবিধা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১৮

**উত্তর ঃ** SCR এর তুলনায় GTO ব্যবহারের সুবিধা নিচে দেয়া হলো ঃ

১) SCR এর তুলনায় GTO এর প্রধান সুবিধা হচ্ছে, এটি টার্ন অন অথবা অফ করতে পারা যায় গেটে সঠিক পালস্ প্রয়োগের মাধ্যমে।

২) SCR এর তুলনায় GTO এর সুইচিং গতি অনেক বেশী।

৩) টার্ন-অনে $\frac{di}{dt}$ রেটিং উচ্চমানের থাকে।

৪) SCR এর তুলনায় সার্জ কারেন্টের ক্যাপাবিলিটি বেশি।

৫) GTO এর বর্তনী আকারে এবং ওজনে SCR এর তুলনায় ক্ষুদ্রতর হয়ে থাকে।

৬) ফোর্স কম্যুটেশন লস দূরীভূত হওয়ার কারণে কর্মদক্ষতা উচ্চমানের হয়ে থাকে।

৭) কম্যুটেশন চোক ব্যবহার না হওয়ার কারণে শব্দগত ও বিচ্যুতি সম্বন্ধীয় নয়েজ কমে যায়।

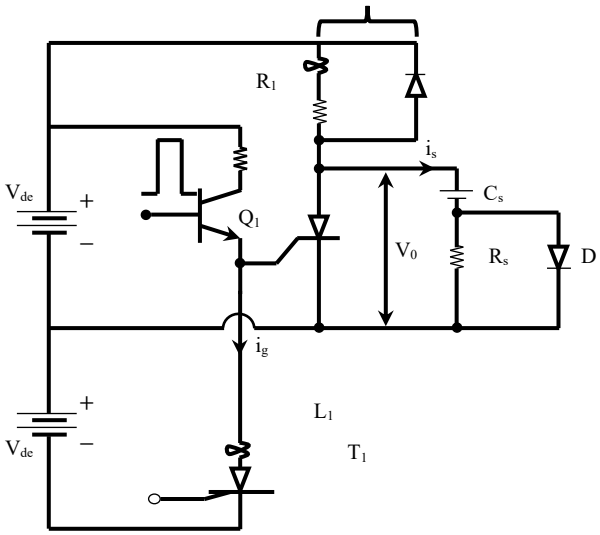
## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

### *** ১। GTO এর টার্ন অন এবং টার্ন অফ প্রসেস বর্ণনা কর।

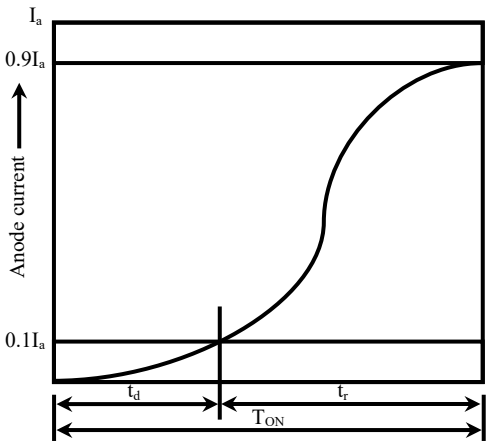
বাকাশিবো-২০১৩, ১৫, ১৬, ১৮, ১৯, ২২, ২৪

**উত্তর ঃ** নিচে এর টার্ন অন এবং টার্ন অফ অবস্থা বর্ণনা করা হলো ঃ

**টার্ন অন ঃ**



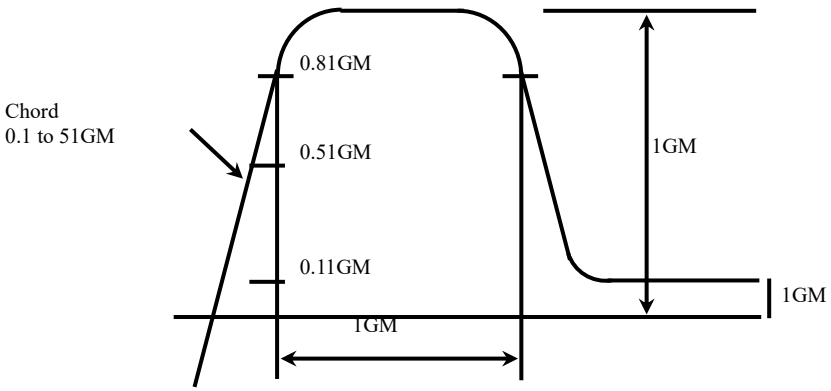

চিত্র ঃ Basic gate drive circuit for GTO with clamped inductive




চিত্র ঃ Anode current waveform during burn over

চিত্রতে অঙ্কিত বর্তনীতে GTO কে টার্ন-অন করার জন্যে $Q_1$ ট্রানজিস্টরের বেসে একটি পজেটিভ পালস প্রয়োগ করা হয়। ফলে GTO এর গেটে একটি পজেটিভ কারেন্ট পালস উৎপন্ন হয়, যা GTO কে টার্নড-অন করে। এর টার্ন-অন সময়, ডিলে টাইম ও রাইজ টাইমের সমন্বয়ে গঠিত, যাকে $T_{on}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় অর্থাৎ টার্ন-অন $T_{on} = t_d + t_r$। ফরোয়ার্ড গেট কারেন্টের মান বৃদ্ধি করে GTO এর টার্ন-অন টাইম কমানো যায়।

**টার্ন অফ ঃ**




Typical turn-on pulse

টার্ন-অফ পদ্ধতির কার্যক্রম শুরুর মূহুর্তে সময় $t = 0$ এবং এই সময়ে স্টিডি কারেন্ট ($i_a$) বিরাজমান থাকে। যখন টার্ন অফ পদ্ধতি শুরু করার জন্যে GTO এর গেট ও ক্যাথোডের মধ্যে রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করা হয়, তখন ইন্ডাকট্যান্স $L_1$ দ্বারা নির্দিষ্ট হারে গেটে একটি রিভার্স গেট কারেন্ট তৈরি হয়। এ সময় অ্যানোড কারেন্ট ($i_a$), অ্যানোড ভোল্টেজ ($V_a$), স্টোরেজ টাইম ($t_s$) এর পুরো সময় পর্যন্ত স্থির থাকে।

স্টোরেজ টাইম শেষ হওয়ার সাথে সাথে অ্যানোড কারেন্ট ($i_a$) দ্রুততার সাথে রেসিডুয়াল মানে পাতিত হয়। এই পতিত সময়কে $t_f$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

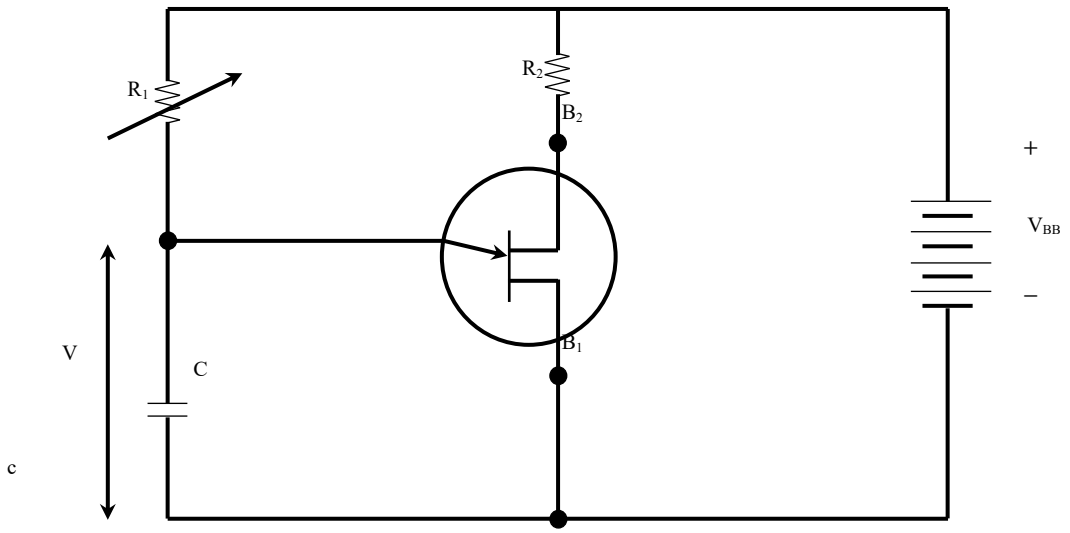
এরপর মোট সময় এর ব্যাপ্তিকালের মধ্যে অ্যানোড কারেন্ট ($i_a$) এর মান কমতে কমতে শূন্য মানে নেমে আসে।

এই মোট সময় ($t_s + t_r$) এর শেষ মূহুর্তে কারেন্টের অস্বাভাবিক পরিবর্তনের ফলে ভোল্টেজের একটি স্পাইক (তীক্ষ্ণ অগ্রভাগ) সৃষ্টি হয়।

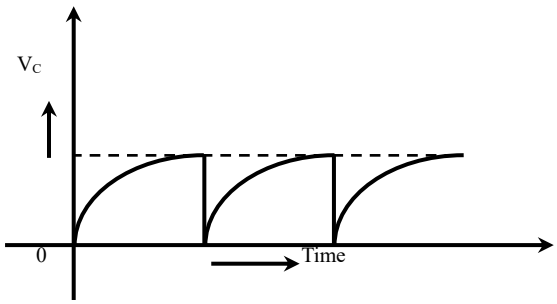
***** ২। UJT রিলাক্সেশন অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো-২০১২, ১৩, ১৫, ১৯, ২২, ২৪

**অথবা, UJT Relaxation Oscillator এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

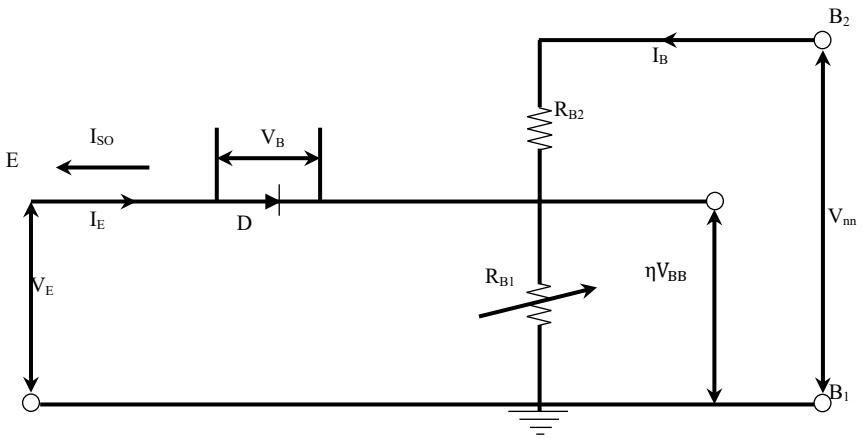
**উত্তর ঃ**




UJT অসিলেটর সার্কিট




আউটপুট ওয়েভ




UJT অসিলেটর এর সমতুল্য সার্কিট

উপরের চিত্রে UJT অসিলেটর সার্কিট এবং তার আউটপুট (Saw tooth) ওয়েভ দেখানো হয়েছে। প্রথমে যখন $V_{BB}$ হতে সাপ্লাই দেয়া হয় তখন $R_1$ এর মাধ্যমে ক্যাপাসিটরে চার্জ হতে থাকে। ফলে এর আড়াআড়িতে $V_C$ ভোল্টেজ বাড়তে থাকে। ভোল্টেজ বাড়তে বাড়তে যখন UJT এর ইমিটার $B_1$ জাংশনের রিভার্স বায়াসের তুলনায় বেশি হয় তখন ডিভাইসটি ON হয়ে যায়। এর ফলে ক্যাপাসিটরটি ডিসচার্জ হতে থাকে এবং ইমিটারে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এর ফলে ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ $V_C$ ডিসচার্জ থাকলে এক সময় তখন ইমিটারের কারেন্ট শূন্য হয়ে যায়। এই অবস্থায় UJT টি তার OFF অবস্থায় চলে আসে।

উপরের চিত্রে ইন্টারবেস রেজিস্ট্যান্স $R_{BB} = R_{B_1} + R_{B_2}$ , Stand off ratio $\eta = \frac{R_{B_1}}{R_{B_1}+R_{B_2}}$

ক্যাপাসিটর ডিসচার্জ হওয়া শুরু হবে তখন, যখন $V_C$ এর মান পিক পয়েন্ট ভোল্টেজ $\eta V_{BB}$ এর সমান হবে।

$\therefore \eta V_{BB} = V_{BB}\left(1 - e^{-\frac{t}{R_1C}}\right)$; [ক্যাপাসিটর চার্জ ভোল্টেজ, $(V_C = 1 - e^{-t/R_c})$]

$\Rightarrow \eta = 1 - e^{-\frac{t}{R_1C}}$

$\Rightarrow e^{-\frac{t}{R_1C}} = 1 - \eta$

$\Rightarrow e^{\frac{t}{R_1C}} = \frac{1}{1-\eta}$

$\Rightarrow \log_e e^{\frac{t}{R_1C}} = \log_e \frac{1}{1-\eta}$

$\Rightarrow \frac{t}{R_1C} = \log_e \frac{1}{1-\eta}$

$\Rightarrow t = R_1C \log_e \frac{1}{1-\eta}$

$\Rightarrow t = 2.303R_{1C} \log_{10} \frac{1}{1-\eta} \quad \left[\frac{\log_e a}{\log_{10} a}\right]$

$\therefore$ টাইম পিরিয়ড, $t = 2.303R_{1C} \log_{10} \frac{1}{1-\eta}$ (S)

$\therefore$ Saw-tooth wave frequency $f = \frac{1}{t}$

$$= \frac{1}{2.303R_{1C} \log_{10}\left(\frac{1}{1-\eta}\right)}$$

# অধ্যায়-৪ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার (অপ-অ্যাম্প)

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। স্লিউ রেট (Slew rate) কী?** বাকাশিবো- ২০১৩,১৫

**উত্তর ঃ** একক সময়ে একটি Operational Amplifier এর আউটপুট ভোল্টেজের সর্বোচ্চ পরিবর্তনের হারকে স্লিউ রেট বলে।

***** ২।CMRR বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৯, ২০, ২৪

**উত্তর ঃ** Op-Amp এর ডিফারেনশিয়াল মোড গেইন, $A_{DM}$ এবং কমন মোড গেইন, $A_{cm}$ এর অনুপাত কে কমন মোড রিজেকশন রেশিও বা CMRR বলা হয়। $\therefore$ $\text{CMRR} = \frac{A_{DM}}{A_{cm}}$ [CMRR = Common Mode Rejection Ratio]

**** ৩। ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৭, ০৮, ১১, ১২

**উত্তর ঃ** Operational Amplifier এর ইনপুট ও আউটপুট টার্মিনাল এর মধ্যে কোন প্রকার সংযোগ না থাকা অবস্থায় অর্থাৎ ফিডব্যাক ব্যতীত যে গেইন পাওয়া যায়, তাকে ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন বলে। অর্থাৎ ইনপুট টার্মিনাল জুড়ে ভোল্টেজের পরিবর্তনের সাথে আউটপুট ভোল্টেজের পরিবর্তনের অনুপাত। এটি এককবিহীন বা ডেসিবেলে প্রকাশ করা হয়।

*** ৪। CMRR এর পূর্ণনাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৮, ১০

**উত্তর ঃ** Common Mode Rejection Ratio.

*** ৫। ব্যান্ড পাস ফিল্টার এর কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০২০

**উত্তর ঃ** নির্দিষ্ট ব্যান্ডের ফ্রিকুয়েন্সি অর্থাৎ আকাঙ্খিত ফ্রিকুয়েন্সিকে প্রবাহিত হতে দেওয়া এবং বাকি ফ্রিকুয়েন্সি কে বাধা প্রদান করা হলো, ব্যান্ড পাস ফিল্টারের কাজ।

***** ৬। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের ক্ষেত্রে র‍্যাম্প জেনারেটর কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১২

**উত্তর ঃ** একটি স্থির কারেন্ট সোর্স এবং কমপ্লিমেন্টারি সুইচ একত্রে র‍্যাম্প জেনারেটর গঠিত। এই স্থির সোর্স এর জন্য লিনিয়ার র‍্যাম্প ভোল্টেজ অনবরত পাওয়া যায়।

**** ৭। 741-IC (Integrated Circuit) দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫

**উত্তর ঃ** 741-IC (Integrated Circuit) দুটি বৈশিষ্ট্য **নিম্নরূপ ঃ**

ক) 741-IC এর উচ্চ গেইন ও স্টেবল অ্যামপ্লিফিকেশন বৈশিষ্ট আছে।

খ) এর 1-5 নাম্বার পিনটি ব্যবহৃত হয় অফসেট নাল (Offset null)

গ) 30pF ক্যাপাসিটর ব্যবহার করে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে ফেজ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি আদর্শ Operational Amplifier এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।** **DUET: 06-07,বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ২৪**

**উত্তর ঃ** একটি আদর্শ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ করা হলো ঃ

i) ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন অসীম, $A_{OL} = \propto$

ii) তাপমাত্রার প্রভাবে এর বৈশিষ্ট্যের কোনো পরিবর্তন হয় না।

iii) ইনপুট ইম্পিড্যান্স অসীম, $R_i = \infty$

iv) আউটপুট ইম্পিড্যান্স শূন্য, $R_0 = 0$

v) AC ও DC উভয় ক্ষেত্রে Amplification করতে সক্ষম।

vi) শূন্য অফসেট ভোল্টেজ, $V_0 = 0$, যখন $V_1 - V_2 = 0$

vii) নিম্ন লোডিং ইফেক্ট।

viii) ব্যান্ডউইডথ অসীম, $BW = \infty$

ix) Infinite Frequency Response.

**** ২। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০২২

**উত্তর ঃ** Op-Amp এর ব্যবহার নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

i) স্কেলার বা লিনিয়ার হিসেবে

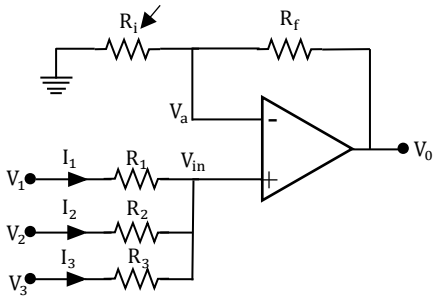
ii) Unity Follower হিসেবে

iii) Adder বা Summer হিসেবে

iv) Integrator হিসেবে
v) Subtractor হিসেবে
vi) Differentiator হিসেবে
vii) Comparator হিসেবে
viii) Phase Shifter হিসেবে
ix) Filter হিসেবে
x) Ramp Generator হিসেবে

*** ৩। একটি Non-Inverting Summing Op-Amp এর চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ Non-Inverting Summing Amplifier Circuit

Op-Amp সার্কিটের Non-Inverting ইনপুটকে একটি সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়, এবং Inverting ইনপুটকে একটি রেজিস্টরের মাধ্যমে গ্রাউন্ড করা হয়। Inverting ইনপুট টার্মিনাল এবং আউটপুট প্রান্তে ফিডব্যাক রেজিস্টর ($R_f$) সংযোগ করা হয়। উপরের চিত্রে রেজিস্টর $R_1, R_2$ এবং $R_3$ এর মাধ্যমে Non-Inverting ইনপুট যথাক্রমে

$V_1$, $V_2$এবং $V_3$ তিনটি সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়েছে। ইনভার্টিং ইনপুটকে রেজিস্টর $R_1$ এর মাধ্যমে গ্রাউন্ড করা হয়।

**** ৪। Offset কারেন্ট এবং ভোল্টেজ বলতে কী বুঝায়?**

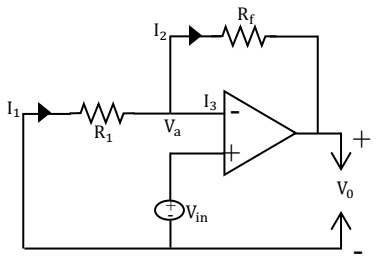
বাকাশিবো- ২০১২, ১৪

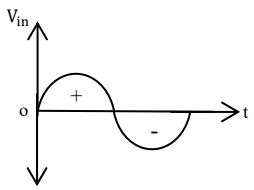
**উত্তর ঃ অফসেট Offset ভোল্টেজ** ঃ আউটপুট শূন্য পাওয়ার জন্য Op-Amp এর ইনপুটসমূহে যে ভোল্টেজ দেওয়া হয়, তাকে ইনপুট অফসেট ভোল্টেজ বলে।

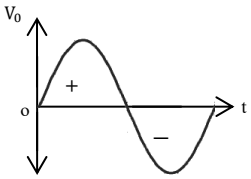
**Offset কারেন্ট ঃ** একটি Op-Amp এর Inverting এবং Non-Inverting টার্মিনালের কারেন্টদ্বয়ের বীজগাণিতিক পার্থক্যকে ইনপুট অফসেট কারেন্ট বলে।

***** ৫। Op-Amp এর মূলনীতি লেখ।** বাকাশিবো- ২০২০

**উত্তর ঃ** Op-Amp এর মূলনীতি চিত্রসহ নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ




চিত্র ঃ Non-Inverting Amplifier চিত্র ঃ Input and Output wave shape

উপরের চিত্রে একটি Non- Inverting Operational Amplifier দেখানো হয়েছে। এই Non- Inverting Operational Amplifier থেকে আমরা OP-Amp এর মূলনীতি আলোচনা করবো। এখানে ইনপুট টার্মিনালের মধ্যে ভার্চুয়াল শর্ট থাকায়, $R_1$ এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ $V_i$ এর সমান। $V_0$ ভোল্টেজে $R_1$ এবং $R_f$ এর সিরিজ সমন্বয়ে প্রয়োগ করা হয়।

Applying KCL at point "$V_a$"

$$\Rightarrow \frac{0-V_a}{R_1} = \frac{V_a-V_0}{R_f}$$

$$\Rightarrow \frac{-V_a}{R_1} = \frac{V_a}{R_f} - \frac{V_0}{R_f}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{R_f} = \frac{V_a}{R_f} + \frac{V_a}{R_1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{R_f} = V_a\left(\frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_1}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{R_f} = V_a\left(\frac{R_1 + R_f}{R_1 R_f}\right)$$

$$\Rightarrow V_o = V_a\left(\frac{R_1 + R_f}{R_1}\right)$$

$$\Rightarrow V_0 = V_a\left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right)$$

$$\therefore V_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right)V_{in}\ ; \quad [V_a = V_{in}]$$

[**Ans**]

Voltage gain, $A_v = \frac{V_0}{V_{in}} = \frac{1}{V_{in}} \times \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) \times V_{in}$

$$\therefore\ A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

***** ৬। Op-Amp এর "স্বর্ণ সূত্র " ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৬, ০৯, ১২

**উত্তর ঃ**

i) Op-Amp কোনো ইনপুট কারেন্ট গ্রহণ করে না। এর ইনপুট কারেন্ট $I_1 = I_2 = 0$ কারণ একটি আদর্শ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের ইনপুট ইম্পিড্যান্স $(R_{in})$ এর মান অসীম।

$$\therefore \quad I_{in} = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{V_{in}}{\propto} = 0$$

ii) Feedback Network এর মাধ্যমে আউটপুট ভোল্টেজ এর Inverting এবং Non-Inverting ভোল্টেজের পার্থক্যকে শূন্যতে পৌছাতে চেষ্টা করে। $V_2 - V_1 = 0, \;\; V_2 = V_1$।

আদর্শ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন $(A_V)$ কে অসীম $(A_v \rightarrow \propto)$ হিসাবে ধরা হয়,

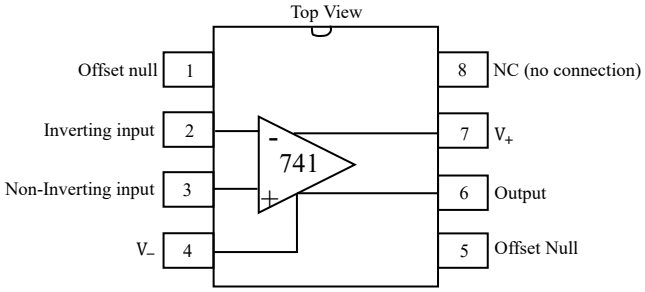
$$A_v = \frac{V_o}{V_d} \quad \Rightarrow V_d = \frac{V_o}{A_v} = \frac{V_o}{\propto} = 0$$

অর্থাৎ ইনভার্টিং এবং Non-Inverting ইনপুটদ্বয়ের ভোল্টেজ পার্থক্য $V_d \rightarrow 0$

উপরোক্ত আলোচনা অর্থাৎ নিয়ম দুটি থেকে প্রতিয়মান হয় যে, এখান থেকে আমরা অতি সহজে ইনপুট ইম্পিডেন্স, আউটপুট ইম্পিডেন্স, ফিডব্যাক কারেন্ট সমাধান করতে পারি বলে উক্ত নিয়মদুটিকে অ্যামপ্লিফায়ার এর স্বর্ণ সূত্র (Golden rule) বলে।

**** ৭। 741-IC এর পিন ডয়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

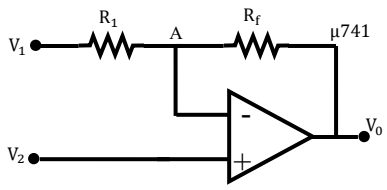
**উত্তর ঃ**741-IC Op-Amp এর পিন ডায়াগ্রাম নিম্নের চিত্রে উল্লেখ করা হলো ঃ




চিত্র ঃ Op-Amp এর পিন ডায়াগ্রাম

**** ৮। কীভাবে Op-Amp ব্যবহার করে Comparator Circuit তৈরি করবে, চিত্রসহ লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৫

**উত্তর ঃ** অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট কম্পারেটর হিসেবে কাজ করে। নিম্নের চিত্রে এ প্রকার সার্কিট অঙ্কন করা হলো-




চিত্র ঃ Op-Amp এর Comparator Circuit

যদি, $V_1 > V_2$

$$V_o = A\,(V_1 - V_2)$$

আবার যদি, $V_2 > V_1$

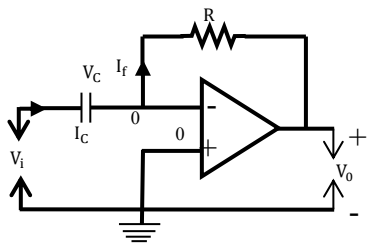
$$V_o = A(V_2 - V_1)$$

অর্থ্যৎ আউটপুট ভোল্টেজ ইনপুট ভোল্টেজের পার্থক্যর ($V_2 = V_1$ হলে $V_o = 0$ অন্যথায় অন্য মান পাওয়া যাবে) সমানুপাতিক।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। Op-Amp ডিফারেনশিয়েটর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যাবলি বর্ণনা কর।**

**উত্তর ঃ** ডিফারেনশিয়েটরের কাজ হলো ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তনের সমানুপাতিক আউটপুট ভোল্টেজ উৎপাদন করা। এটা ইন্টিগ্রেট এর গাণিতিক কার্যাবলির বিপরীত। নিম্নের চিত্রে দেখা যায় যে, যখন ডিফারেনশিয়েটরে সুষমভাবে বৃদ্ধি প্রাপ্ত র‍্যাম্প ইনপুট দেওয়া হয়, সেক্ষেত্রে আমরা আউটপুট এ স্থির মানের ডিসি ভোল্টেজ পেয়ে থাকি।




চিত্র ঃ Op-Amp এর ডিফারেনশিয়েটর সার্কিট

$$I_c = I_f$$

$$\Rightarrow c.\frac{dV_c}{dt} = -\frac{V_o}{R} \qquad \left[\because \ I_c = c.\frac{dV_c}{dt}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{c.d(V_{in}-0)}{dt} = \frac{-V_o}{R} \left[\therefore\ I_f = \frac{0-V_0}{R}\right]$$

$$\Rightarrow c.\frac{dV_{in}}{dt} = \frac{-V_o}{R}$$

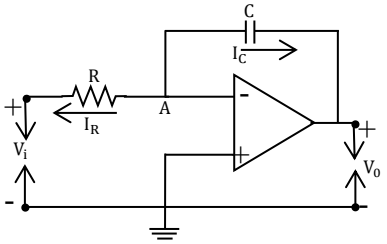
$$\therefore\ V_o = -RC\frac{dV_{in}}{dt}$$

উপরোক্ত সমীকরণ হতে দেখা যায়, আউটপুট ভোল্টেজ ইনপুট ভোল্টেজের ডেরিভেটিভের সমানুপাতিক এবং তাকে একটি টাইম কনস্ট্যান্ট $(-CR)$ দ্বারা গুণ করতে হবে।

**NOTE:** Differentiator Op-Amp কনফিগারেশন একটি Output Voltage তৈরি করে যা একটি Capacitor এর মাধ্যমে বর্তমান পরিমাপ করে Input Voltage পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক হয়। ভার্চুয়াল গ্রাউন্ড ইফেক্টের কারণে ক্যাপাসিটরের ডানদিকে 0 volt রাখা হয়।

**** ২। Op-Amp ইন্টিগ্রেটর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যাবলি বর্ণনা কর**

**উত্তর ঃ** ইন্টিগেটরের কাজ হল ইনপুটে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের সমানুপাতিক আউটপুট ভোল্টেজ উৎপাদন করা। নিচের চিত্র হতে দেখা যায় যে, ইনপুট ভোল্টেজ ডিসি লেভেল হলে আউটপুটে লিনিয়ার বৃদ্ধিপ্রাপ্ত র‍্যাম্প ভোল্টেজ পাওয়া যায়। নিম্নের চিত্রে রেজিস্টারকে সিরিজে এবং ক্যাপাসিটরকে প্যারালালে সংযোগ করা হয়েছে।




চিত্র ঃ Op-Amp ইন্টিগ্রেটর সার্কিট

Applying KCL at point "A" $I_R + I_c = 0$

$$\Rightarrow \frac{0-V_i}{R} + c.\frac{d(0-V_0)}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{V_i}{R} - c.\frac{dV_0}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{V_i}{R} = c.\frac{dV_0}{dt}$$

$$\Rightarrow \int \frac{dV_0}{dt} = -\frac{1}{RC}\int V_i dt$$

$$\therefore V_0 = -\frac{1}{RC}\int V_i dt \quad \text{[Ans]}$$

# অধ্যায়-৫ থাইরিস্টর

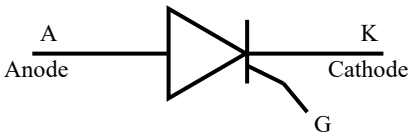
## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। SCR কী ধরনের ডিভাইস?**

**উত্তর ঃ** SCR (Silicon Controlled Rectifier) চার স্তর, তিন জাংশন, তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট ইউনিডিরেকশনাল ডিভাইস। SCR ডায়োডের মতো কাজ করে, যার কন্ডাক্টর একটি ইনপুট কারেন্ট দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

***** ২। SCR এর প্রতীক অঙ্কন কর।** **BR- ১৮, বাকাশিবো- ২০০৮, ১৩, ২৪**

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ SCR এর প্রতীক

**** ৩। SCR ব্রেকওভার ভোল্টেজ কাকে বলে?** **বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ২৪**

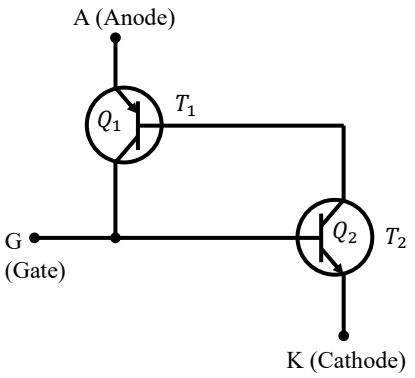
**অথবা, Forward Break Over Voltage কাকে বলে?**

**উত্তর ঃ** গেট কারেন্টের অনুপস্থিতিতে যে পরিমাণ Anode to Cathode ভোল্টেজে SCR অন হয়, সেই ভোল্টেজকে ওভার ভোল্টেজ বলে। যদি SCR এর ব্রেকওভার ভোল্টেজ 200 V হয়, এর মানে এটি একটি ফরোয়ার্ড ভোল্টেজকে ব্লক করতে পারে (অর্থাৎ SCR খোলা থাকে) যতক্ষণ না সরবরাহ ভোল্টেজ 200 V এর কম হয়।

## *** ৪। SCR এর Transistor সমতুল্য সার্কিট আঁক।

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ SCR এর ট্রানজিস্টর সমতুল্য সার্কিট

## *** ৫। SCR, IGBT, LASCR এর পূর্ণ নাম লেখ।

বাকাশিবো- ২০১২, ১৫, ১৯, ২০

**উত্তর ঃ**

SCR = Silicon Controlled Rectifier.
IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor.
LASCR = Light Activated Silicon Controlled Rectifier.

***** ৬। SCR এর Latching Current কী?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১০, ১৩, ১৫

**উত্তর ঃ** Gate এর সাপ্লাই ছাড়া কোনো SCR এর স্টেট পরিবর্তন করতে কিছু সময়ের প্রয়োজন হয়। যদি ট্রিগারিং সিগন্যাল (Voltage or current) SCR এর গেটে প্রয়োগ করা হয় তখন এটা অফ-স্টেট থেকে অন স্টেটে পরিবর্তিত হয়। এই Turn-on টাইমে SCR এর মধ্যে দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাকে SCR ল্যাচিং কারেন্ট বলে।

**** ৭। SCR Turn off করার শর্ত কী?** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৯, ২২

**উত্তর ঃ** ফরোয়ার্ড কারেন্টের প্রবাহ না থাকলে একটি SCR কে "Turn OFF" বলা হয় অর্থাৎ একবার SCR টি conduction হলে এর উপর Gate এর আর কোনো নিয়ন্ত্রণ থাকে না, এমনকি Gate voltage কে সরিয়ে নিলেও Anode current এর পরিবর্তন হয় না। এ অবস্থায় একমাত্র Anode voltage কে শূন্য করে SCR off করা যায়।

***** ৮। SCR এর ল্যাচিং বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১০, ১৫

**উত্তর ঃ** Silicon Controlled Rectifier (SCR) এর Latch অর্থ একটি বিশেষ অবস্থায় কিছু সময় অবস্থান করা হয়, 0 অথবা 1 অর্থাৎ হয় OFF না হয় ON হবে। অর্থাৎ ট্রিগারিং এর মাধ্যমে SCR অফ অবস্থা হতে অন অবস্থা গেলে কারেন্টের মান অনেক বেড়ে যায়। এই অবস্থাকে SCR এর ল্যাচিং বলে।

***** ৯। থাইরিস্টর বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৫, ১৯, ২০

**উত্তর ঃ** Thyristor হলো P-Type এবং N-Type উপাদানের চার লেয়ার, তিন জাংশন ও তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট এমন একটি সলিড স্টেট ডিভাইস, যা হাই পাওয়ার সুইচিং এর কাজে ব্যবহার করা হবে। "থাইরাট্রন" এবং "ট্রানজিস্টর" এর সংমিশ্রণ থেকে থাইরিস্টর শব্দটি উদ্ভূত হয়েছে। এর প্রাথমিক কাজ হলো সুইচ হিসেবে কাজ করে বৈদ্যুতিক শক্তি এবং কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ।

***** ১০। LASCR কী?** বাকাশিবো- ২০২০

**উত্তর ঃ** LASCR অর্থ হলো Light Activated Silicon Controlled Rectifier. LASCR হলো একটি সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস যা আলোর সংস্পর্শে এলে চালু হয়। তাই লাইট অ্যাকটিভেটেড এসসিআর (LASCR) কে ফটো SCR বলা হয়। LASCR কে সাধারণত SCR এর ন্যায় গেট ট্রিগার ব্যবহার করে কন্ডাকশনে নেয়া যায়, আবার আলোর মাধ্যমে কন্ডাকশনে নেয়া যায়। উভয় ক্ষেত্রেই SCR টি কন্ডাকশনে যাওয়ার পর অ্যানোড কারেন্টের উপর গেট কারেন্ট কিংবা আলোর কোনো প্রভাব থাবে না। LASCR হল এক ধরনের থাইস্টির যা আলোক রশ্মিতে উপস্থিত ফোটন দ্বারা ট্রিগার হয়।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। SCR এর ল্যাচিং প্রসেস বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১২, ১৯, ২৪

**উত্তর ঃ** ট্রিগার এর মাধ্যমে SCR অফ অবস্থা থেকে অন অবস্থায় গেলে কারেন্টের মান অনেক বেড়ে যায়, এই অবস্থাকে ল্যাচিং বলে। ল্যাচিং স্টেটকে SCR এর অন স্টেট বলা হয়। ল্যাচিং এর জন্য ট্রিগারিং ভোল্টেজ বা কারেন্ট যথেষ্ট প্রয়োজন। গেট ট্রিগারিং ছাড়া SCR ল্যাচিং এ আনতে হলেও ভোল্টেজকে বাড়িয়ে $V_{Bo}$ এ আনতে হবে। সঠিক ট্রিগার ভোল্টেজকে টাইম হোল্ড বলা হয়।

**** ২। SCR সুইচ হিসেবে ব্যবহার করলে কী কী সুবিধা পাওয়া যায়?** বাকাশিবো- ২০০৯, ১৫

**উত্তর ঃ** SCR সুইচ হিসেবে ব্যবহার করলে নিম্নোক্ত সুবিধাসমূহ পাওয়া যায় ঃ

১.এতে কোনো মুভিং পার্টস নেই বলে নয়েজ থাকে না।
২.এর দক্ষতা অনেক বেশি হয়।
৩.এর সুইচিং স্পিড খুব বেশি হয় (সেকেন্ডে ১০ বার)
৪.এটা ওজনে হালকা, ফলে ত্রুটিমুক্ত সার্ভিস দেয়।
৫.এর পাওয়ার গেইন খুব বেশি।
৬.এটা লোডের বেশি কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

***** ৩। Thyristor এর Latching বলতে কী বুঝায়?**

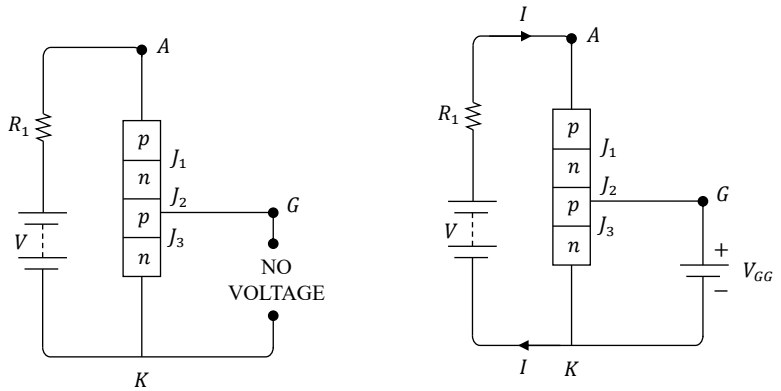
বাকাশিবো- ২০১২, ১৩

**উত্তর ঃ** Latch শব্দের অর্থ ধরে রাখা। অন বা অফ অবস্থায় কিছু সময় ধরে রাখাকে ল্যাচ বলে। অর্থাৎ Thyristor এর দুটি মাত্র অবস্থায় থাকে, একটি 'ON' অন্যটি 'OFF'. এর মাঝামাঝি কোন অবস্থা নেই। Thyristor এর Latching বলতে এর ON অবস্থা একটি বিশেষ সময় ধরে অবস্থান করা অথবা OFF অবস্থায় একটি সময় ধরে অবস্থান করাকে বুঝায়।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। SCR এর অপারেশনের মূলনীতি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ SCR এর সংযোগ

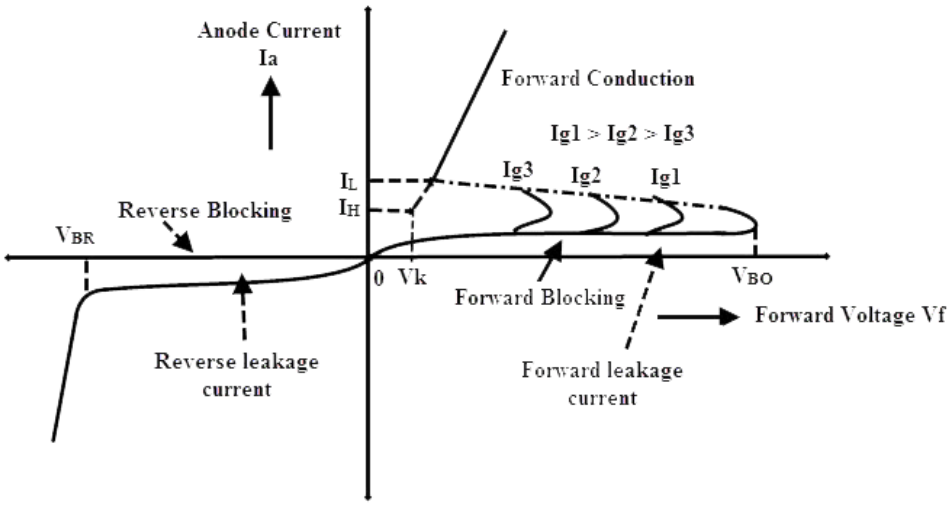
### SCR এর মূলনীতি ঃ

SCR হলো চার স্তর, তিন জাংশন, তিন টার্মিনালবিশিষ্ট ইউনিডিরেকশনাল ডিভাইস। পাশের চিত্রে SCR এর সংযোগ চিত্র দেখানো হয়েছে। প্রাথমিক অবস্থায় মনে করি গেট ভোল্টেজ শূন্য। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মধ্যে উপরের চিত্রানুযায়ী ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে $J_2$ রিভার্স বায়াস এবং $J_1$ ও $J_3$ ফরোয়ার্ড বায়াসপ্রাপ্ত হয়। তখন লোড কারেন্ট ($R_L$) এর ভিতর দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হয় না এবং SCR টি 'কাট অফে' থাকে। গেট ভোল্টেজ শূন্য অবস্থায় অ্যানোড ভোল্টেজ বাড়াতে থাকলে কোন এক সময় জাংশন $J_2$ এর ব্রেক ডাউন ঘটে। তখন SCR টি Conduction পায় এবং 'ON' অবস্থায় আসে। গেট ভোল্টেজ শূন্য বা গেট খোলা থাকা অবস্থায় যে ভোল্টেজ প্রয়োগে SCR টি কন্ডাকশন পায় তাকে Break Over ভোল্টেজ বলে। যখন SCR কে কন্ডাকশন করানো যায়, তখন Anode

এবং Cathode এর মধ্যে পূর্বের তুলনায় সামান্য ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে চলে। ফলে $J_3$ জাংশনে forward bias এবং $J_2$ জাংশনে Reverse bias প্রাপ্ত হয়। তখন N-টাইপ ক্যাথোড হতে ইলেকট্রন এবং P-টাইপ গেট হতে হোল (Hole) জাংশন $J_3$ কে অতিক্রম করে এবং গেট কারেন্ট প্রবাহিত হতে শুরু করে। গেট কারেন্টের জন্য $J_2$ জাংশনে ইলেকট্রন জমা হয়, অল্প সময়ের ভিতর জাংশনে ব্রেক ডাউন ঘটায়। ফলে SCR টি দ্রুত কন্ডাকশন পায়। SCR টির কন্ডাকশন শুরু হলে এর উপর গেটের কোনো নিয়ন্ত্রণ থাকে না। গেট ভোল্টেজকে সরিয়ে নিলেও অ্যানোড কারেন্টের পরিবর্তন হয় না। তখন Anode ভোল্টেজকে শূন্য করেই SCR কে 'OFF' করা যায় এজন্য সিলিকন কন্ট্রোল রেকটিফায়ারকে সুইচিং ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

***** ২। ফরোয়ার্ড ও রিভার্স বায়ার্স অবস্থায় SCR এর VI বৈশিষ্ট্যরেখা চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১২, ২৪

**উত্তর ঃ**

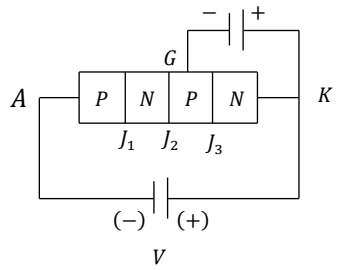



চিত্র ঃ SCR এর V-I বৈশিষ্ট্যরেখা

পাশের চিত্রে SCR এর V-I বৈশিষ্ট্যরেখা অঙ্কন করা হয়েছে। SCR এর V-I বৈশিষ্ট্যরেখা থেকে প্রাপ্ত ফরোয়ার্ড বৈশিষ্ট্য রেখা এবং রিভার্স বৈশিষ্ট রেখা নিম্নে বর্ণনা করা হলো ঃ-

**ফরোয়ার্ড বৈশিষ্ট্যরেখা ঃ** SCR এর অ্যানোড, ক্যাথোড অপেক্ষা পজেটিভ হয় তখন V এবং I এর মধ্যে যে রেখা অঙ্কন করা হয়, তাকে ফরোয়ার্ড বৈশিষ্ট্য রেখা বলে। যখন $I_G = 0$ এবং সাপ্লাই ভোল্টেজ $(V)$ কে শূন্য থেকে বৃদ্ধি করলে সামান্য পরিমাণ লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হয়। সাপ্লাই ভোল্টেজ $(V)$ যখন আরো বৃদ্ধি পেয়ে Break Over Voltage $(V_{BO})$ কে অতিক্রম করে, তখন SCR এর রিভার্স জাংশনে ব্রেক ডাউন ঘটে। ফলে Anode Current এর মান হঠাৎ করে অত্যাধিক বেড়ে যায় এবং ভোল্টেজ ড্রপ কমে যায়। গেট কারেন্টের মান বাড়িয়ে SCR এর ব্রেক ওভার

ভোল্টেজের মান কমানো যায়। উপরের চিত্র $I_{G_1}$ , $I_{G_2}$ হলো গেট কারেন্টের মান, $I_{G_0} < I_{G_1} < I_{G_2}$ ।



Reverse Blocking mode of SCR

**রিভার্স বৈশিষ্ট্যরেখা ঃ** যখন অ্যানোডের তুলনায় ক্যাথোড পজিটিভ হয় তখন SCR এর যে V-I কার্ভ পাওয়া যায়, তাকে রিভার্স বৈশিষ্ট্যরেখা বলে। তবে AC এর ক্ষেত্রে SCR রিভার্স অবস্থা প্রাপ্ত হয়। যদি রিভার্স ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায় তাহলে অ্যানোড কারেন্ট (লিকেজ কারেন্ট) প্রবাহিত হয়। যখন রিভার্স ভোল্টেজ অত্যাধিক বৃদ্ধি পায় তখন SCR এর রিভার্স বায়াসপ্রাপ্ত জাংশনে ব্রেক ডাউন ঘটে। তাই SCR এর মধ্যে অধিক পরিমাণ কারেন্ট রিভার্স ডিরেকশনে প্রবাহিত হয়। যে ভোল্টেজে রিভার্স ব্রেক ডাইন ঘটে, তাকে রিভার্স ব্রেক ডাইন ভোল্টেজ বলে।

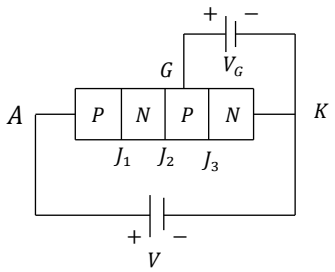
V-I বৈশিষ্ট রেখা হতে দেখা যায় SCR তিনটি সাধারণ অপারেশন মোডে কাজ করে-

১.রিভার্স ব্লকিং মোড।

২.ফরোয়ার্ড ব্লকিং মোড।

৩.ফরোয়ার্ড কন্ডাকশন মোড।

**রিভার্স ব্লকিং মোড ঃ** যখন অ্যানোডে একটি ঋণাত্মক ভোল্টেজ এবং ক্যাথোড একটি ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, তখন SCR বিপরীত ব্লকিং মোডে থাকে। তখন $J_1$ এবং $J_3$ রিভার্স দুটি এবং $J_2$ ফরোয়ার্ড বায়াসে থাকে। ডিভাইসটি সিরিজে সংযুক্ত দুটি ডায়োড হিসেবে আচরণ করে। ফলে একটি লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এটাই হলো রিভার্স ব্লাকিং মোড।




Forward Conduction mode of SCR

**ফরোয়ার্ড ব্লকিং মোড ও ফরোয়ার্ড কন্ডাকশন মোড ঃ**

যখন অ্যানোড টার্মিনাল পজেটিভ পটেনশিয়াল এবং ক্যাথোড টার্মিনাল নেগেটিভ পটেনশিয়ালে থাকে এবং গেট টার্মিনালে কোনো সংকেত থাকে না, তখন SCR ফরোয়ার্ড ব্লকিং মোডে কাজ করে।

যদি SCR ফরোয়ার্ড ব্লকিং মোডে থাকে এবং গেটে একটি সংকেত প্রদান করা হয়। তাহলে SCR ফরোয়ার্ড কন্ডাকশন মোডে কাজ করবে। একটি SCR ব্লকিং মোড থেকে কন্ডাকশন মোডে দুটি উপায়ে আনা যেতে পারে। যথা-

১) ক্যাথোডের মধ্যে ভোল্টেজ বাড়িয়ে

২) গেট (G) একটি পজেটিভ পালস প্রয়োগ করে।

# অধ্যায়-৬ ডায়াক এবং ট্রায়াক

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

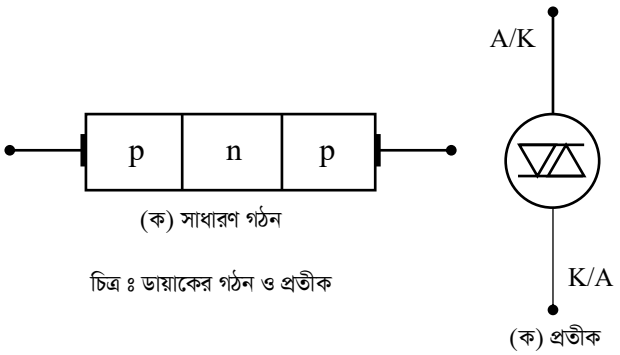
***** ১। DIAC কে দ্বিমুখি সুইচ বলা হয় কেন?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৯, ২০

**উত্তর ঃ** যে সার্কিট বা বর্তনীর সাহায্যে কোনো ডিভাইসকে দুই জায়গা থেকে অফ/অন করা যায়, সেই সার্কিট বা বর্তনীকে দ্বি-মুখী সুইচ বলে। যেহেতু DIAC উভয় দিকেই কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করতে পারে তাই একে দ্বি-মুখী ডিভাইস বলা হয়।

***** ২। ডায়াকের গঠন চিত্র অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০২০

**উত্তর ঃ** ডায়াকের গঠন ও প্রতীক নিম্নের চিত্রে অঙ্কন করা হলো ঃ




চিত্র ঃ ডায়াকের গঠন ও প্রতীক

**** ৩। ডায়াক কী?** বাকাশিবো- ২০২০, ২২

**উত্তর ঃ** ডায়াক (DIAC = Diode In AC) হচ্ছে দুই টার্মিনাল ও তিন স্তর বিশিষ্ট সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা AC তে ব্যবহার করা হয়। এর পূর্ণ নাম ডায়োড ইন এসি। এটি পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

**** ৪। DIAC এর Break Over Voltage কী?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৫

**উত্তর ঃ** যে Voltage এ DIAC এর Break Down ঘটে, তাকে Breck Over Voltage বলে। DIAC এর ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ 30 Volt এর উপরে হয়।

**নোট ঃ** অধিকাংশ ডায়াকের তিন স্তরের গঠনের সাথে ব্রেক ওভার ভোল্টেজ 30 Volt এর কাছাকাছি থাকে। এগুলির আচরণ নিয়ন বাতির মত কিন্তু এটি আরো সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে এবং কম বিভবেও সঞ্চালিত হয়।

**** ৫। DIAC এর ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০০১, ০৮

**উত্তর ঃ** নিচে DIAC এর ব্যবহার উল্লেখ করা হলো ঃ

i) ট্রায়াককে ট্রিগারিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ii) তাপ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

iii) AC Circuit এ সুইচিং device হিসেবে।

iv) Lamp diming (ডিমিং) সার্কিটে।

v) ইউনিভার্সাল মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

***** ৬। ট্রায়াক কী? এটাকে AC Switch বলা হয় কেন?** বাকাশিবো- ২০১২

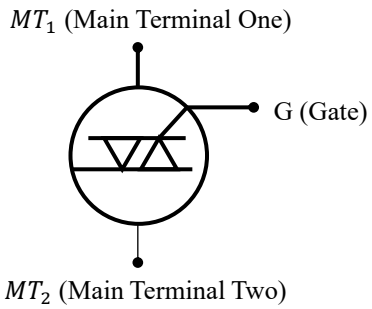
**উত্তর ঃ** TRIAC হলো তিন টার্মিনাল ও পাঁচ স্তর নিয়ে গঠিত সেমিকন্ডাক্টর ইলেকট্রনিক ডিভাইস, যা লোডের অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) কে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

TRIAC হলো Triode AC Switch এর সংক্ষিপ্ত রূপ। ট্রায়াক AC কারেন্টকে উভয়দিকে Conduction করতে পারে বলে ট্রায়াক (TRIAC) কে AC Switch বলা হয়।

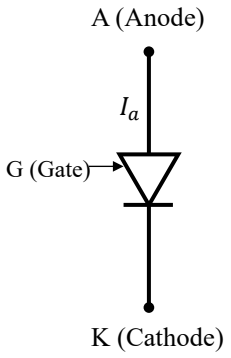
***** ৭। TRIAC এবং PUT এর প্রতীক অঙ্কন কর।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৪, ১৫

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ TRIAC এর প্রতীক




চিত্র ঃ PUT এর প্রতীক

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ডায়াকের ব্যবহার গুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৮, ১১

**উত্তর ঃ** ডায়াকের ব্যবহার নিম্নে উল্লেখ করা হলো-

i) ট্রায়াককে ট্রিগারিং করতে ব্যবহৃত হয়।

ii) AC Circuit এ সুইচিং ডিভাইস হিসেবে।

iii) Lamp diming সার্কিটে।

iv) এটা relaxation oscillator তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

v) আলোর নিস্প্রভ সার্কিটে ব্যবহৃত হয়।

vi) তাপ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

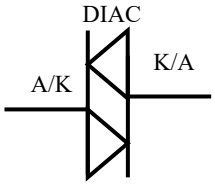
vii) ইউনিভার্সাল মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করতে।

***** ২। ডায়োডের সাথে ডায়াকের তুলনামূলক পার্থক্য উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০১৩

**উত্তর ঃ** নিম্নে ডায়োড ও ডায়াক এর তুলনামূলক পার্থক্য উল্লেখ করা হলো ঃ

| ডায়োড | ডায়াক |
|---|---|
| ১) শুধুমাত্র একটি বৈদ্যুতিক প্রবাহ পরিচালনা থাকে। | ১) এটি উভয়দিকে বৈদ্যুতিক প্রবাহ পরিচালনা করে। |
| ২) দুটি স্তর এবং একটি জাংশন থাকে। | ২) তিনটি স্তর এবং দুটি জাংশন থাকে। |

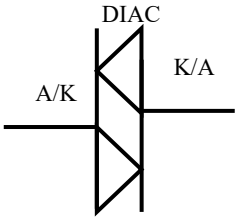
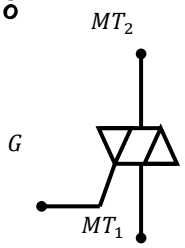
| ডায়োড | ডায়াক |
|---|---|
| ৩) PN অথবা NP বৈশিষ্ট্যের হয়। | ৩) PNP অথবা NPN বৈশিষ্ট্যের হয়। |
| ৪) প্রতীক ঃ | ৪) প্রতীক ঃ   |

***** ৩। DIAC এবং TRIAC এর মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৫

**উত্তর ঃ** ডায়াক ও ট্রায়াকের মাঝে পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

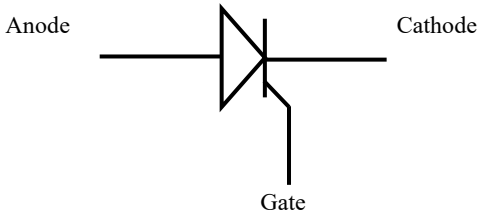
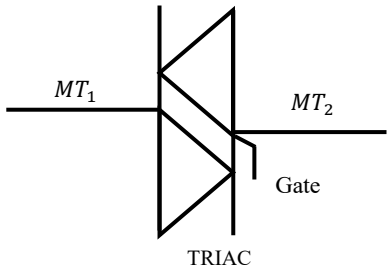
| ডায়াক (DIAC) | ট্রায়াক (TRIAC) |
|---|---|
| ১) Diode AC Switch এর সংক্ষিপ্ত রূপ DIAC | ১) Trigger on AC কথাটির সংক্ষিপ্ত রূপ TRIAC. |
| ২) এর তিনটি সেমিকন্ডাক্টর লেয়ার থাকে। | ২) এর পাঁচটি সেমিকন্ডাক্টর লেয়ার থাকে। |
| ৩) ডায়াক দেখতে বেস বিহীন NPN ট্রানজিস্টর এর মত। | ৩) এটি দুটি SCR এর সমন্বয়ে গঠিত। |

| | |
|---|---|
| ৪) এতে অতিরিক্ত বায়াসের প্রয়োজন হয় না। | ৪) ট্রায়াক চালু করতে যে এসি ভোল্টেজের প্রয়োজন তা গেট কারেন্টের উপর নির্ভর করে। |
| ৫) প্রতীক ঃ   | ৫) প্রতীক ঃ   |

***** ৪। এসসিআর (SCR) এবং ট্রায়াকের (TRIAC) মধ্যে পার্থক্য লেখ।** **বাকাশিবো- ২০১৯, ২০**

**উত্তর ঃ** SCR এবং TRIAC এর মধ্যে পার্থক্য নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

| এস সি আর (SCR) | ট্রায়াক (TRIAC) |
|---|---|
| ১) SCR হল একটি একমুখি যন্ত্র। | ১) ট্রায়াক হল একটি দ্বিমুখী যন্ত্র। |
| ২) SCR বেশি নির্ভরযোগ্য। | ২) TRIAC কম নির্ভরযোগ্য। |
| ৩) SCR এ দুটি তাপ সিল্ক প্রয়োজন। | ৩) TRIAC এ শুধুমাত্র একটি তাপ সিল্ক প্রয়োজন। |
| ৪) SCR এর তিনটি লেয়ার থাকে। | ৪) TRIAC এর পাঁচটি লেয়ার থাকে। |

| | |
|---|---|
| ৫) এতে পজেটিভ ট্রিগারিং এর জন্য বায়াসের প্রয়োজন হয়। | ৫) এতে ট্রিগারিং এর জন্য গেট এ পজেটিভ বা নেগেটিভ বায়াসের প্রয়োজন। |
| ৬) প্রতীক ঃ   | ৬) প্রতীক ঃ   |

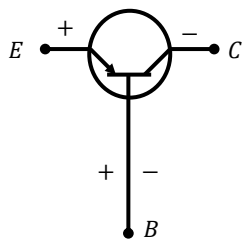
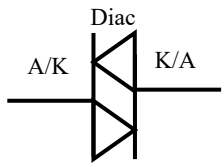
**** ৫। ডায়াকের ব্রেক ওভার ভোল্টেজ কী?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৪

**উত্তর ঃ** যে ভোল্টেজে ডায়াকের ব্রেক ডাউন ঘটে তাকে ব্রেক ওভার ভোল্টেজ বলা হয়। বেশিরভাগ ডায়াক এর তিন স্তর কাঠামো রয়েছে। যার ব্রেকওভার ভোল্টেজ প্রায় $30\ V$ এবং একটি অন ভোল্টেজ $3\ V$ এর কম। তাদের আচরন একটি নিয়ন বাতির স্ট্রাইকিং এবং বিলুপ্তি ভোল্টেজের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ, তবে এটি পুনরাবৃত্তিযোগ্য হতে পারে এবং এটি ঘটে নিম্ন ভোল্টেজে।

***** ৬। ট্রানজিস্টর এর সাথে ডায়াকের তুলনামূলক পার্থক্য দেখাও।**

**বাকাশিবো- ২০১২, ১৩**

**উত্তর ঃ** ট্রানজিস্টরের সাথে ডায়াকের তুলনামূলক পার্থক্য নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

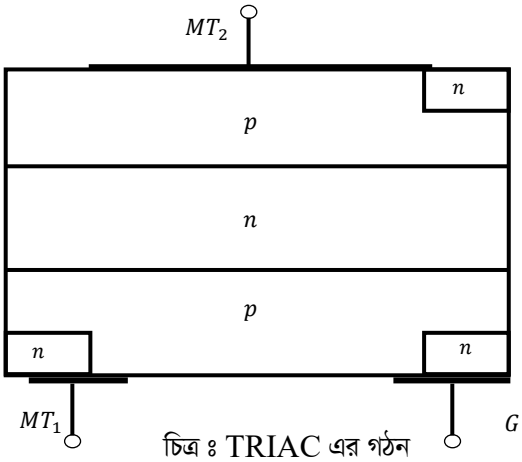
| **ট্রানজিস্টর (Transistor)** | **ডায়াক (DIAC)** |
|---|---|
| ১) ট্রানজিস্টর একটি অর্ধপরিবাহী যন্ত্র যা সাধারণত অ্যামপ্লিফায়ার এবং বৈদ্যুতিক ভাবে নিয়ন্ত্রিত সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। | ১) ডায়াক দেখতে বেস বিহীন NPN ট্রানজিস্টর এর মতো। |
| ২) এর তিনটি টার্মিনাল রয়েছে। যথা- Emitter, Base, Collector. | ২) এর দুটি টার্মিনাল রয়েছে। যথা- Anode $A_1$ $A_2$. |
| ৩) এ ডোপিং ব্যবস্থা সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী হয়। | ৩) এর ডোপিং ব্যবস্থা বিশেষ নিয়ম অনুযায়ী হয়। |
| ৪) এতে বায়াসিং এর বিশেষ প্রয়োজন হয়। | ৪) এতে বায়াসিং এর বিশেষ প্রয়োজন হয় না। |
| ৫) প্রতীক ঃ   | ৫) প্রতীক ঃ   |

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি TRIAC এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

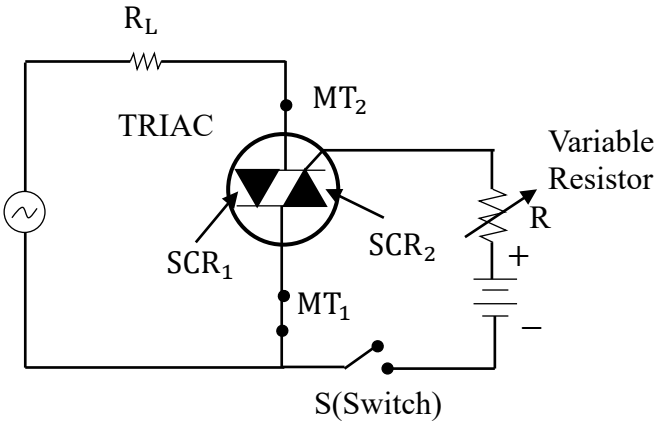
বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫, ২৪

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ TRIAC এর গঠন

ট্রায়াক হলো তিন টার্মিনাল ও পাঁচ লেয়ার বিশিষ্ট একটি সেমিকন্ডাক্টর সুইচিং ডিভাইস। ট্রায়াক কথাটির Triode AC Switch এর সংক্ষিপ্ত রূপ। Tri দ্বারা বুঝায় এই ডিভাইসের তিনটি টার্মিনাল আছে। আর AC দ্বারা বুঝায় যে, এ ডিভাইস এসি কারেন্টকে কন্ট্রোলিং করতে পারে বা এটি উভয় দিকে কন্ডাকশন করতে পারে। একে অনেক সময় বাই ডিরেকশনাল সেমিকন্ডাক্টর ট্রায়োড সুইচও বলা হয়। এটি গেট সিগন্যাল দ্বারা ট্রিগার প্রাপ্ত হয়। এই ট্রিগার পালস পজেটিভ বা নেগেটিভ যেকোনো প্রকারের হতে পারে।

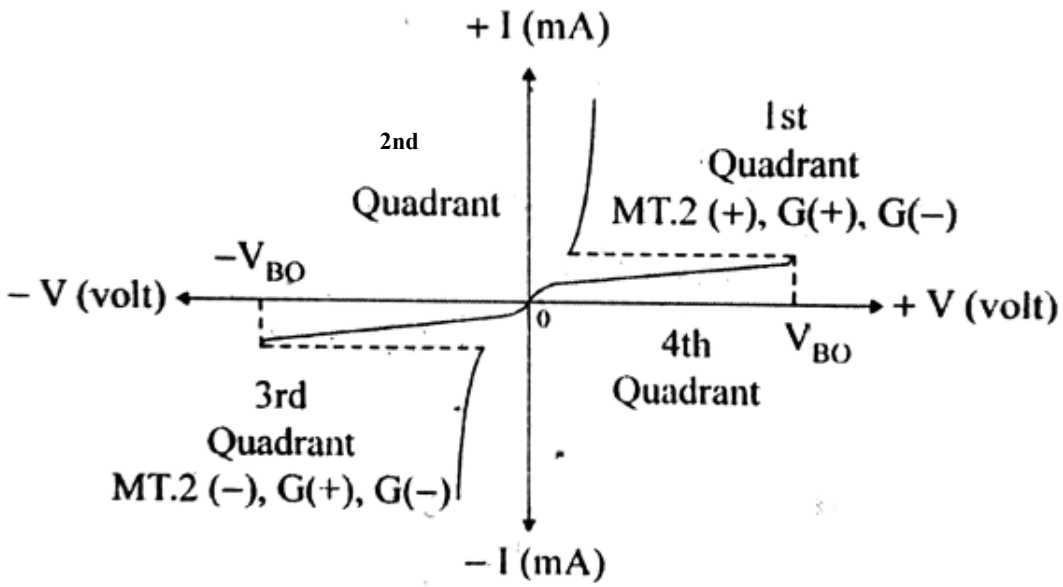



চিত্র ঃ ট্রায়াকের সংযোগ চিত্র

**ট্রায়াকের কার্যপ্রণালি ঃ** উপরের চিত্রে একটি ট্রায়াকের সার্কিট দেখানো হয়েছে। যখন সুইচ S খোলা থাকে তখন গেট কারেন্ট শূন্য এবং ট্রায়াকটি কাট অফ অবস্থায় থাকে। এই অবস্থায় ট্রায়াকটি অন করতে হলে সরবরাহ এসি ভোল্টেজ ব্রেকওভার ভোল্টেজের সমান হতে হবে। কিন্তু সুইচকে বন্ধ করে গেট কারেন্ট প্রবাহিত করলে দেখা যায়, মাত্র কয়েক মিলি অ্যাম্পিয়ার গেট কারেন্টে ট্রায়াক SCR এর মত কন্ডাকশনে যেতে পারে। যদি $MT_1$, $MT_2$ এর সাপেক্ষে পজেটিভ হয় তবে $MT_1$ হতে $MT_2$ এর দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই অবস্থায় $SCR_1$ কাজ করে। আবার যখন $MT_2$, $MT_1$ এর সাপেক্ষে পজেটিভ হয় তবে, $MT_2$ হতে $MT_1$ এর দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই অবস্থায় $SCR_2$ কাজ করে। অতএব দেখা যায়, ট্রায়াক এসি লোডে কারেন্টকে বন্ধ বা চালু করতে পারে।

***** ২। ট্রায়াকের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০০৫, ১২, ১৪

**উত্তর ঃ** ট্রায়াক দুটো SCR এর বিপরীতে সংযোগ ব্যবস্থায় সংযুক্ত বলা হয়। ট্রায়াকের প্রথম এবং তৃতীয় চর্তুভাগে বৈশিষ্ট্য রেখার ধরণ একই। তবে এখানে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের দিক এবং কারেন্টের দিক ভিন্ন। নিচে একটি ট্রায়াকের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা অঙ্কন করা হল ঃ




চিত্র ঃ TRIAC এর বৈশিষ্ট্য রেখা

# অধ্যায়-৭ সিঙ্গেল ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্সন

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। সাধারণ রেকটিফায়ার ও কন্ট্রোল রেকটিফায়ারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০১০, ১৩

**উত্তর ঃ** সাধারণ রেকটিফায়ার হলো একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ প্রবাহ (AC) কে ডাইরেক্ট (DC) তে রূপান্তর করে। কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার একটি নিয়ন্ত্রিত রেকটিফায়ার যা আউটপুটে ডিসি ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করে।

**** ২।কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার কত প্রকারও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১০, ১২, ১৯

**উত্তর ঃ** ইনপুট সরবরাহের মান অনুসারে SCR ব্যবহৃত ফেজ কন্ট্রোল রেকটিফায়ার সার্কিটকে দুইভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

i.সিঙ্গেল ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

ii.পলি ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

সিঙ্গেল ফেজ রেকটিফায়ারকে কয়েকটি ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

iii.হাফ ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

iv.হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার।

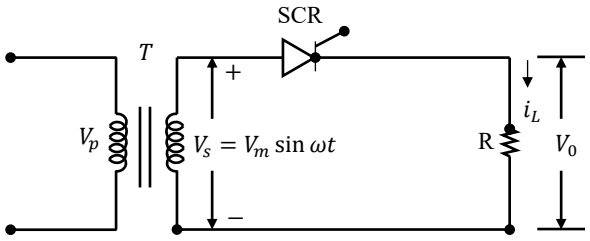
v.ফুল ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

vi.ফুল কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। রেজিস্টিভ লোড বিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ SCR সার্কিট দেখাও।**

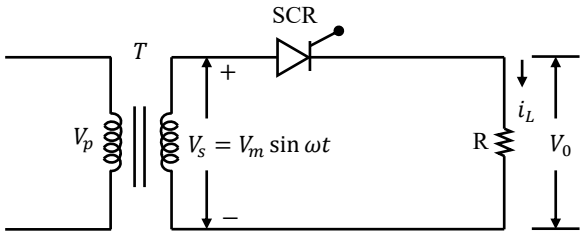
**উত্তর ঃ**



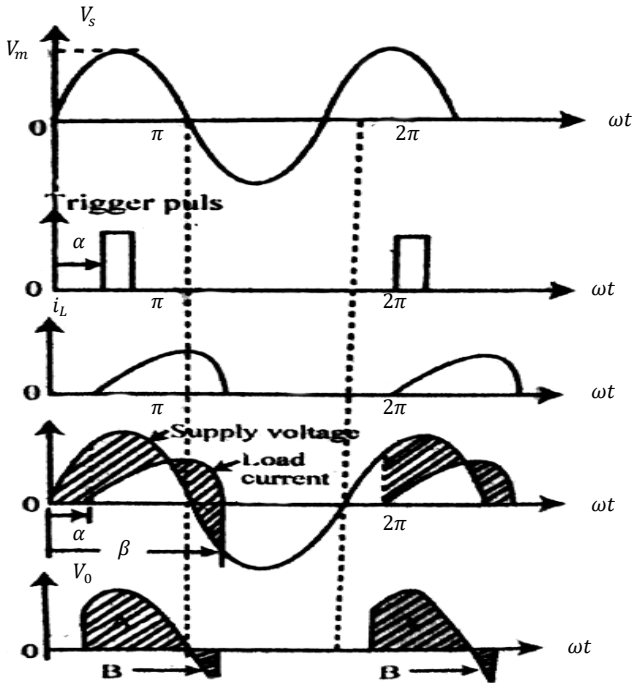

চিত্র ঃ রেজিস্টিভ লোডবিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ SCR কন্ট্রোল রেক্টিফায়ার সার্কিট

**** ২। RL লোড বিশিষ্ট হাফ ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের ওয়েভ ডায়াগ্রামসহ চিত্র অঙ্কন কর।**

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ (ক)

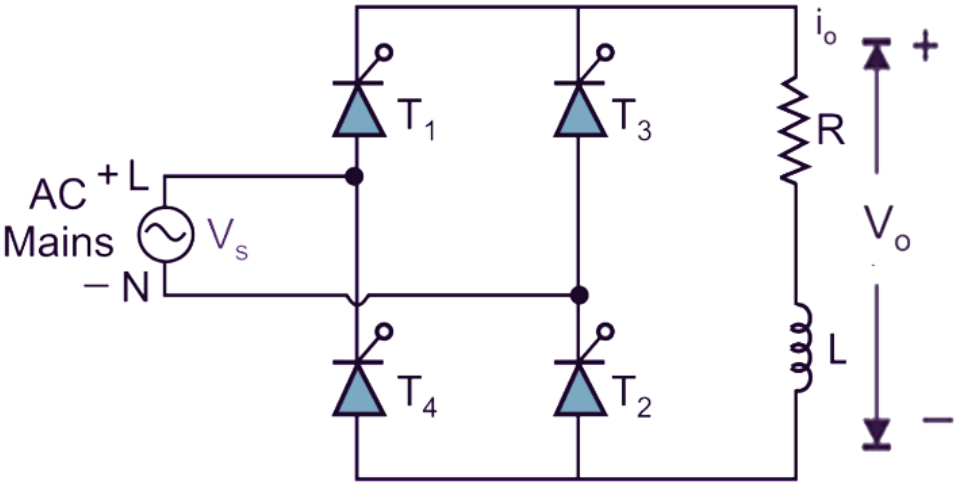

$V_s$
$V_m$
O
$\pi$
$2\pi$
$\omega t$
rigger puls
$\alpha$
$i_L$
Supply voltage
Load current
$\beta$
$V_0$
B

চিত্র ঃ (খ)

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। R-L লোড বিশিষ্ট ফুল কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর ঃ**



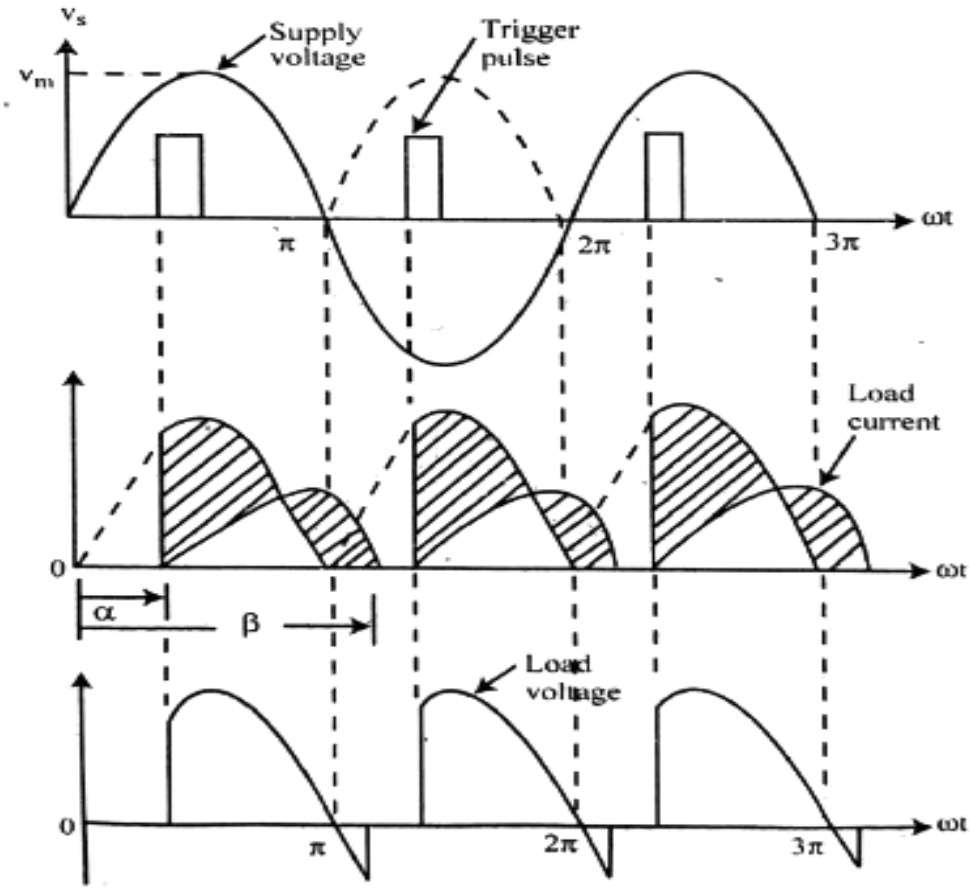

R-L লোড বিশিষ্ট ফুল কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার সার্কিট চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো, যখন পজেটিভ অর্ধ-সাইকেল ইনপুটে দেওয়া হয়, তখন $T_1$ ও $T_2$ কন্ডাকশনে যায় এবং যখন নেগেটিভ অর্ধ-সাইকেল দেওয়া হয় তখন $T_3$ ও $T_4$ কন্ডাকশনে এ যায়। এই কন্ডাকশন এর ফলে আমরা আউটপুট ওয়েভ সেপ পেয়ে থাকি।

যখন $T_1$ ও $T_2$ এবং $T_3$ ও $T_4$ Conduction এ যায় তখন load এ যে কার্ভ দেখতে পাই তার গড় বা ডিসি লোড Voltage

$$V_{dc} = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\beta} v_m \sin\omega t \, d(\omega t)$$

$$= \frac{V_m}{\pi}\left[-\cos\omega t\right]_{\alpha}^{\beta}$$

$$= \frac{V_m}{\pi}\,[\cos\alpha - \cos\beta] \text{.....(i)}$$




চিত্র ঃ ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভ ফোম

যদি SCR এর কন্ডাকশন অ্যাঙ্গেল $\theta$ হয় তবে,

$\theta = \beta - \alpha$ বা $\beta = \theta + \alpha$

$\beta$ এর মান (i) নং এ বসিয়ে পাই,

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}\,[\cos\alpha - \cos(\theta + \alpha)]$$

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \sin\frac{\theta}{2} \sin\left(\alpha + \frac{\theta}{2}\right)$$

$$[\cos C - \cos D = 2\sin\frac{C+D}{2} \sin\frac{D-C}{2}]$$

গড় বা ডিসি লোড কারেন্ট $I_{dc} = \frac{V_{dc}}{Z}$ এখানে, $Z = R + jX_L$

$V_{dc}$ এর মান বসিয়ে পাই, $I_{dc} = \frac{2V_m}{Z\pi} \sin\frac{\theta}{2} \sin\left(\alpha + \frac{\theta}{2}\right)$

Average or R.M.S voltage,

$$V_{r.m.s} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{\alpha}^{\beta} V_m^2 \sin^2 \omega t \, d(\omega t)}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \left[\frac{\theta}{\pi} - \frac{\sin\theta . \cos(2\alpha + \theta)}{\pi}\right]^{\frac{1}{2}}$$

অধ্যায়-৮

# থ্রি ফেজ এসি টু ডিসি কনভার্সন

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ফ্লাই হুইল ডায়োড কী?** বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৫, ২৪

**উত্তর ঃ** ফ্লাই হুইল ডায়োড বা ফ্লাইব্যাক ডায়োড মূলত একটি ডায়োড যা ইন্ডাক্টিভ লোডের আড়াআড়িতে সংযুক্ত থেকে উচ্চ ভোল্টেজ উৎপাদনে বাধা দেয়।

***** ২। ফ্রি হুইলিং বা ফ্লাইহুইল ডায়োড কেন ব্যবহার করা হয়?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৪, ১৫, ২০, ২২, ২৪

**উত্তর ঃ** ফ্রি হুইরিং বা ফ্লাইহুইল ডায়োড ব্যবহারের মূল উদ্দেশ্য হল শর্ট সার্কিট পথ সরবরাহ করে ইন্ডাক্টরে সঞ্চিত শক্তিকে মুক্ত করা। হঠাৎ উচ্চ ভোল্টেজের কারণে সুইচ এবং ডায়োডসহ অন্যান্য ইকুইপমেন্ট রক্ষা করার জন্য এই ফ্লাইহুইল ডায়োড ব্যবহার করা হয়।

**** ৩। শিল্পক্ষেত্রে Control Rectifier এর দুটি ব্যবহার লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৩

**উত্তর ঃ** নিম্নে শিল্পক্ষেত্রে Control Rectifier এর দুটি ব্যবহার উল্লেখ করা হলো ঃ

১.পাওয়ার রেগুলেটর নিয়ন্ত্রণে।

২.DC motor এর Speed নিয়ন্ত্রণে।

**** ৪। SCR এর Firing Angle বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১২, ১৫

**উত্তর ঃ** SCR এর Input Voltage এর Positive অর্ধসাইকেল এর শুরু থেকে SCR এর ট্রিগারিং হওয়ার পূর্বমূহূর্ত পর্যন্ত সময়কে Firing angle বলে। একে $(\alpha)$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সর্বাধিক ভোল্টেজে SCR সক্রিয় করার ফায়ারিং কোণ হল $90°$

অথবা, এসি প্রবাহের যে কোণে থাইরিস্টর গেটে ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগের সময় সঞ্চালন শুরু করে সেটি ফায়ারিং আঙ্গেল $(\alpha)$ নামে পরিচিত।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৫, ২০

**উত্তর ঃ** কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের শ্রেণিবিভাগ নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

ইনপুট সাপ্লাইয়ের উপর ভিত্তি করে SCR ব্যবহৃত ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার সার্কিটকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা-

১.সিঙ্গেল ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

২.পলি ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে সিঙ্গেল ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারকে ভাগ করা যায় ঃ

১.হাফ ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

২.হাফ কন্ট্রোল ব্রিজ রেকটিফায়ার।

৩.ফুল ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার।

৪.ফুল কন্ট্রোল ব্রিজ রেকটিফায়ার।

উপরের কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার সার্কিটে ব্যবহৃত লোড সমূহ নিম্নরূপ হতে পারে-

১.রেজিস্টিভ লোড।

২.রেজিস্টিভ ও ইন্ডাক্টিভ লোড।

৩.রেজিস্টিভ, ইন্ডাক্টিভ লোড ও ফ্লাইহুইল ডায়োড।

৪.রেজিস্টিভ, ইন্ডাক্টিভ, ব্যাটারি লোড ইত্যাদি।

***** ২। শিল্পক্ষেত্রে কন্ট্রোল রেকটিফায়ারের ব্যবহার লেখ।**

**বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১০, ১৩, ১৫, ২২**

**উত্তর ঃ** কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের ব্যবহার নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

১.উচ্চ ভোল্টেজ এসি পাওয়ার কন্ট্রোল অ্যাপ্লিকেশনে।

২.পাওয়ার রেগুলেটরে।

৩.ডিসি মটরের গতি নিয়ন্ত্রণে।

৪.ল্যাম্প ডিমিং এ।

৫.ইলেকট্রোপ্লেটিং এ।

৬.ব্যাটারির চার্জিং এর কাজে।

নোট ঃ তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে একটি ধাতুর উপর আরেকটি ধাতুর পাতলা আবরণ তৈরির প্রক্রিয়াকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলে। এই প্রক্রিয়ায় সাধারণত নিকেল, ক্রোমিয়াম, টিন, সিলভার ও সোনা দিয়ে আবরণ তৈরি করা হয়।

**** ৩। পলিফেজ রেকটিফায়ারের সুবিধাগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৯, ১২, ১৫

**উত্তর ঃ** পলিফেজ রেকটিফায়ারের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১.সর্বোচ্চ ট্রান্সফরমার ইউটিলাইজেশন ফ্যাক্টর প্রদান করে।

২.পলিফেজ রেকটিফায়ারের প্রচুর পরিমাণে শক্তি থাকে, সাধারণত $(2kW)$ এর বেশি।

৩.একক ফেজ রেকটিফায়ারের তুলনায় এর কার্যকারিতা বেশি।

৪.পলিফেজ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে রিপল ফ্যাক্টর কমে যায়।

৫.এটি উচ্চতর পিক ইনভার্স ভোল্টেজ $(PIV)$ সহজতর করে।

৬.ফিল্টার সার্কিট এর আকার অনেক ছোট হয়।

**নোট ঃ TUF:** ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি কয়েলের এসি রেটিং এবং লোড রেজিস্টরে প্রাপ্ত ডিসি পাওয়ারের অনুপাত বোঝায়।

**রিপল ফ্যাক্টর ঃ** রেকটিফায়ারের আউটপুট পালসেটিং DC এর AC কম্পোনেন্ট এর RMS মান এবং DC কম্পোনেন্টের মানের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। রিপল ফ্যাক্টরের মান যত কম হয়, আউটপুটে DC তত ভালো কোয়ালিটির হয়।

নোট ঃ RMS হলো Root Means Square

**পালসেটিং ডিসি ঃ** রেকটিফায়ারের আউটপুটে যে ডিসি পাওয়া যায় তা সম্পূর্ণ খাঁটি নয়, এতে কিছুটা এসির প্রবণতা থাকে। এসিযুক্ত এ ডিসিকে পালসেটিং ডিসি বলে।

**ফিল্টার সার্কিট ঃ** যে সার্কিটের মাধ্যমে পালসেটিং DC কে বিশুদ্ধ DC তে পরিণত করা হয় তাকে ফিল্টার সার্কিট বলে।

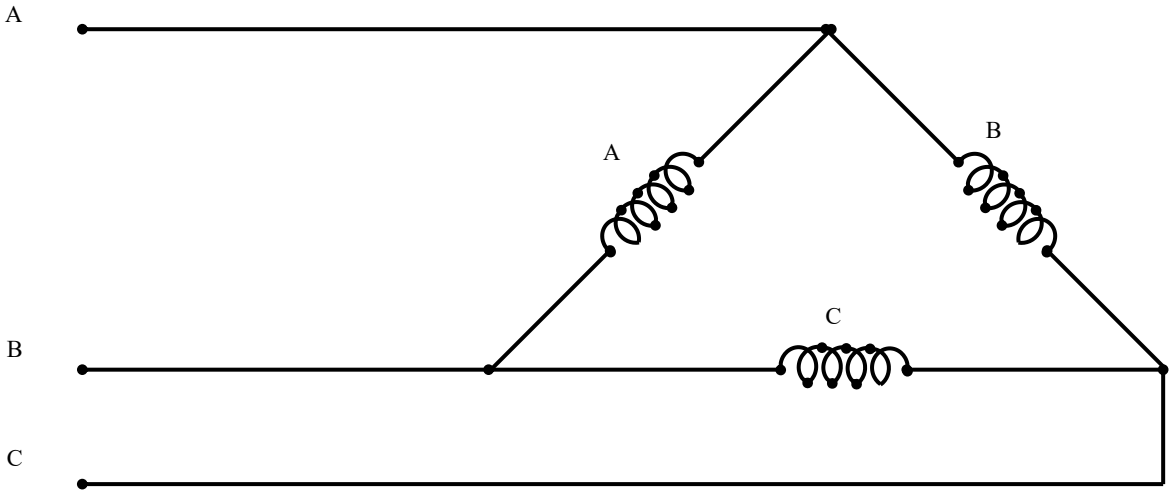
**PIV:** PIV হলো পিক ইনভার্স ভোল্টেজ। কোনো ডায়োডকে রিভার্স বায়াসে রাখা হলে এর অ্যানোড নেগেটিভ এবং ক্যাথোড পজেটিভ হয়।

অ্যানোডের নেগেটিভ ভোল্টেজ আস্তে আস্তে বাড়ানো হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয় এবং ডায়োড গরম হয়ে নষ্ট হয়ে যায়। ডায়োডের ক্ষেত্রে, অ্যানোডে সর্বোচ্চ কত নেগেটিভ ভোল্টেজ দেওয়া যেতে পারে তার সীমা বেধে দেওয়া থাকে। এই সর্বোচ্চ সীমার নামই হলো পিক ইনভার্স ভোল্টেজ (PIV)

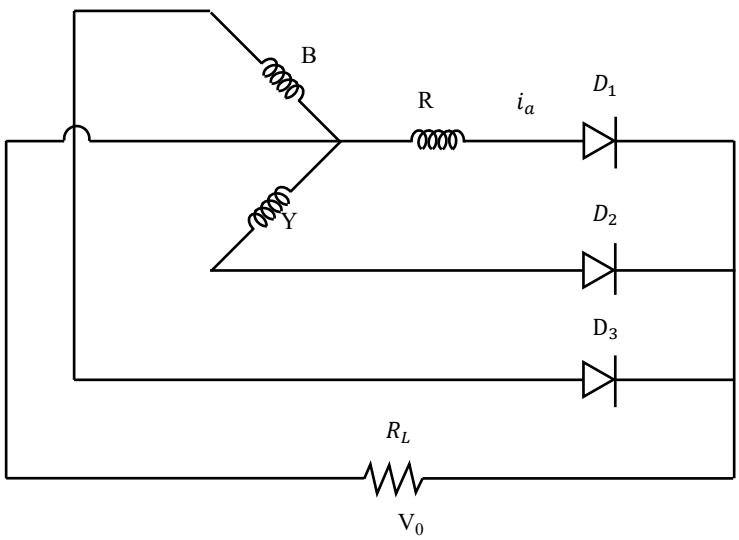
## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। তিন ফেজ হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ারের কার্যাবলি বর্ণনা কর।**

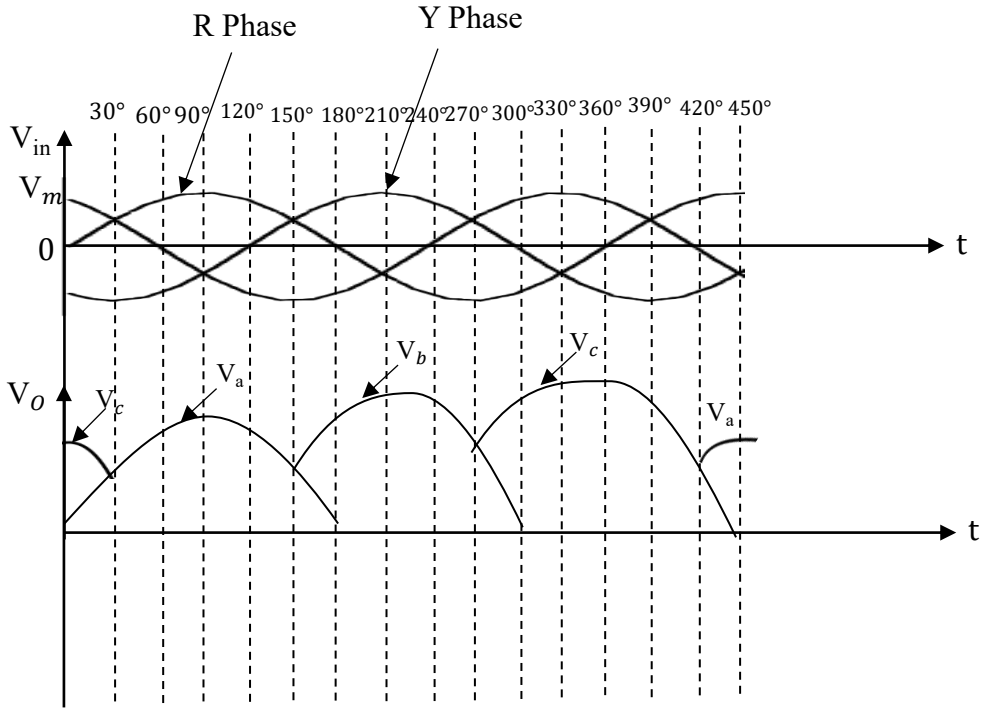
**উত্তর ঃ** তিন ফেজ হাফ ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারকে তিন ফেজ পালস রেকটিফায়ার বলা হয়। নিম্নের চিত্রের সাহায্যে তিন ফেজ হাফ ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হলো-




চিত্র ঃ $A_1$




চিত্র ঃ $A_2$




চিত্র (B) ঃ ইনপুট আউপুট ভোল্টেজ ওয়েভ

উপরের চিত্রে ($A_1$ এবং $A_2$) এ ডেল্টা-স্টার ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে একটি তিন ফেজ Half wave রেকটিফায়ার সার্কিট দেখানো হয়েছে। যেখানে ডায়োড $D_1$ , $D_2$ এবং $D_3$ এর অ্যানোড যথাক্রমে $R$ ফেজ, Y ফেজ এবং B ফেজ ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি ওয়াল্ডিং এর সাথে সংযুক্ত। তিনটি ডায়োডের ক্যাথোড সেকেন্ডারি ওয়াল্ডিং এর নিউট্রাল পয়েন্ট এবং ডায়োডের ক্যাথোড পয়েন্টের মধ্যে সংযুক্ত থাকে। তিন ফেজ সরবরাহ ভোল্টেজ ওয়েভফর্ম চিত্র B তে দেখানো হয়েছে। ডায়োড নেগেটিভ ভোল্টেজকে ব্লক করতে পারে এবং এটি সঞ্চালিত হয় যখন ফেজ ভোল্টেজ তিনটি পর্যায়ক্রমে সর্বাধিক হয়। ট্রান্সফরমারের Winding Reactance এর প্রভাব উপেক্ষিত করে।

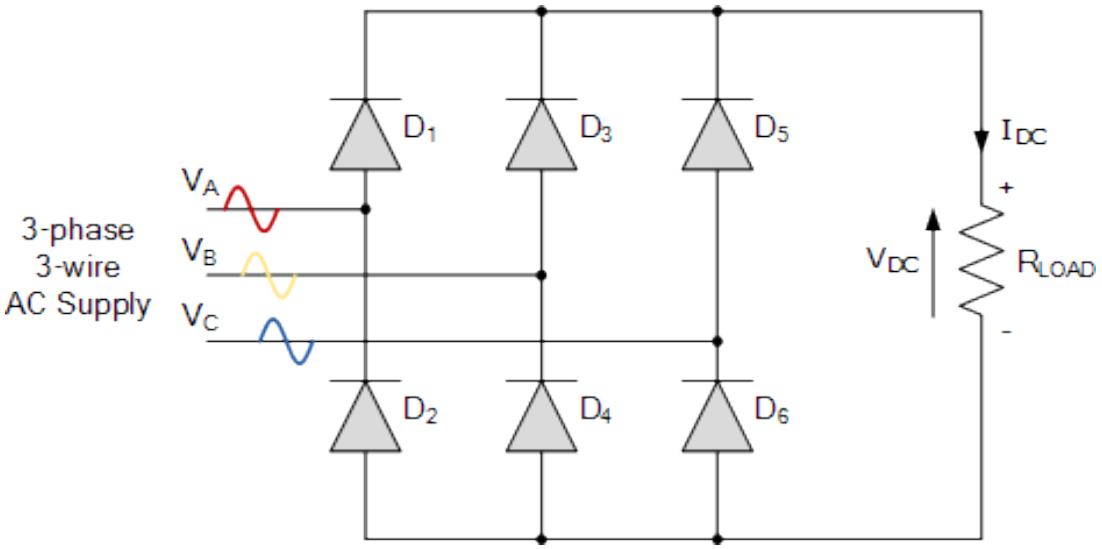
**Point A:** ফেজ R এর ভোল্টেজ শূন্য হয়ে যায়। ফেজ B এর ভোল্টেজ, ফেজ Y এর ফলে ডায়োড $D_3$ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে ধনাত্মক হয়ে যায়। লোড কারেন্ট ফেজ B, ডায়োড $D_3$, লোড রেজিস্ট্যান্স $R_L$ এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়।

**Point B:** ফেজ Y ভোল্টেজ ঋণাত্মক হয়ে যায়। ফেজ B এর ফলে ডায়োড $D_1$ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে ফেজ R এর ভোল্টেজ ধনাত্মক হয়ে যায়। লোড কারেন্ট ফেজ R, ডায়োড $D_1$, লোড রেজিস্ট্যান্স $(R_L)$ এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়।

**Point C:** ফেজ B ভোল্টেজ ঋণাত্মক হয়ে যায়। ফেজ Y এর ভোল্টেজ ফেজ R এর ফলে ডায়োড $D_2$ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে ধনাত্মক হয়ে যায়। লোড কারেন্ট ফেজ Y, ডায়োড $D_2$, লোড রেজিস্ট্যান্স $(R_L)$ এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়। তিনটি ডায়োড আছে এবং প্রতিটি ডায়োড $D_2 - D_2 - D_1 - D_3 - - - - - - -$ এর সঠিক ক্রমানুসারে পরিচালনা করে। প্রতিটি ডায়োডের পরিবাহী কোণ হলো $120°$.

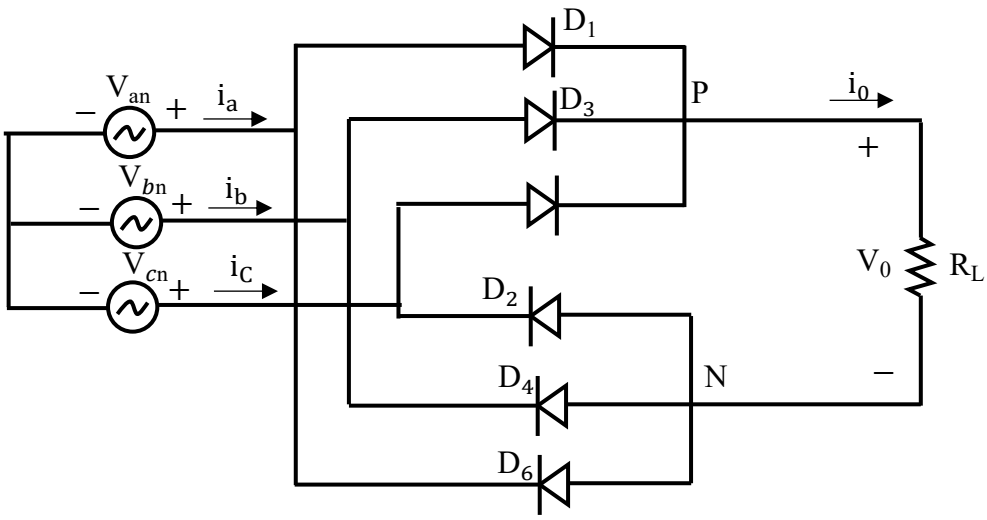
**** ২। তিন ফেজ ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ারের কার্যাবলি ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর ঃ**হ তিন ফেজ ফুল ওয়েভ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারকে তিন ফেজ ছয় পালস কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার বলা হয়।



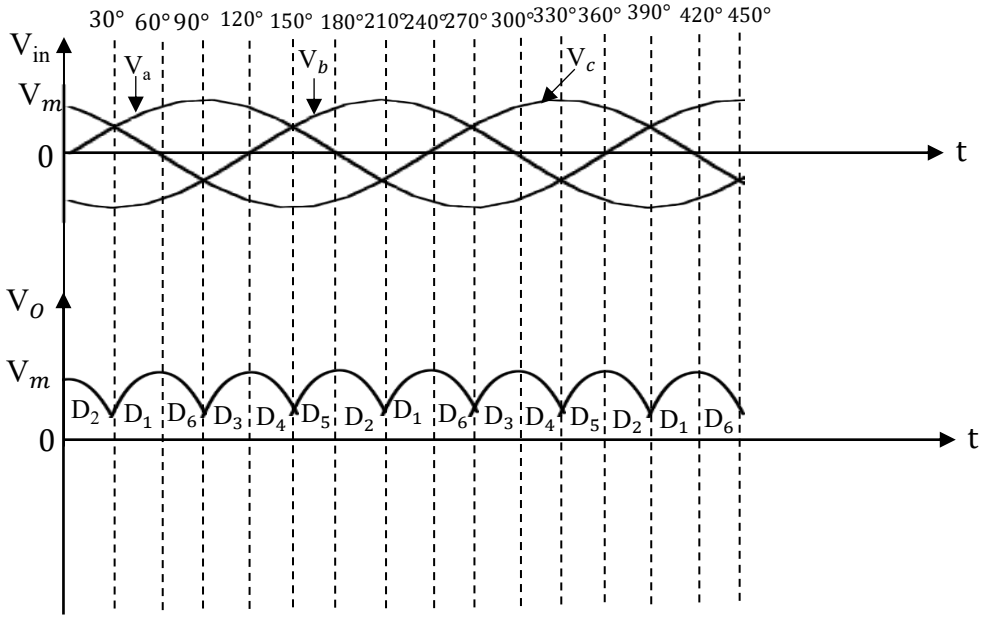

চিত্র ঃ তিন ফেজ ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ারের সার্কিট ডায়াগ্রাম

উপরের চিত্র হতে আমরা ডয়োডগুলোকে ফরোয়ার্ড ও রিভার্স কন্ডিশনে সাজিয়ে নিম্নরূপ চিত্র অঙ্কন করতে পারি।




চিত্র ঃ তিন ফেজ ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ারের সার্কিট ডায়াগ্রাম

উপরের চিত্রে তিনটি ভিন্ন এসি সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়েছে। যা 120° ব্যবধানে অবস্থান করে। এখানে, তিনটি ফেজ যথাক্রমে a, b, c দেওয়া হল। তিন ফেজ এসি পাওয়ারকে DC পাওয়ারের রূপান্তর করার প্রক্রিয়া নিম্নে আলোচনা করা হল




চিত্র ঃ **Input Output Voltage Wave shape**

উপরের তিন ফেজ ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার সার্কিট চিত্র হতে পাই, যখন a, b, c ফেজে পজিটিভ অর্ধ-সাইকেল প্রয়োগ করা হয়, তখন যথাক্রমে $D_1D_6$, $D_3D_4$, $D_5D_2$ ডায়োডগুলো ফরোয়ার্ড বায়াস প্রাপ্ত হয় এবং বিপরীতক্রমে যখন নেগেটিভ অর্ধ-সাইকেল প্রয়োগ করা হয় তখন একই ডায়োড ফরোয়ার্ড বায়াস প্রাপ্ত হয় এবং তা পজিটিভ দিকে পাওয়া যায়।

# অধ্যায়-৯ চপার

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। চপার বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১১, ১২, ১৬, ২৪

**উত্তর ঃ** Chopper হলো একটি স্ট্যাটিক সুইচ যার সাহায্যে স্থির মানের ডিসি ভোল্টেজকে পরিবর্তনশীল ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়। একে DC to DC Converter বা টাইম রেশিও কন্ট্রোলার বলা হয়। ব্যবহার- স্পিড কন্ট্রোলার ডিসি মোটরে এবং ক্লাস—$D$ অ্যামপ্লিফায়ারে

***** ২। চপার বর্তনীর কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৭, ১৮, ২০, ২২

**উত্তর ঃ** চপার বর্তনীর কাজ হলো কনস্ট্যান্ট ডিসি ভোল্টেজকে পরিবর্তনশীল ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা।

**** ৩। চপার কত ফ্রিকুয়েন্সতে কাজ করে?** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৮

**উত্তর ঃ** চপার মূলত একটি স্ট্যাটিক সুইচ, যা সাধারনত $50\ cycle$ সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সিতে কাজ করে। $400 - 100\ cycle$ ফ্রিকুয়েন্সিতে অপারেট করার জন্য চপারকে ডিজাইন করা হয়।

***** ৪। চপারের ডিউটি সাইকেল কী?** বাকাশিবো- ২০২১

**উত্তর ঃ** একটি পূর্ণ সাইকেলে আউটপুট ওয়েভফরম স্থির গড় আউটপুট ভোল্টেজ অন টাইম চপারের সমানুপাতিক। অন টাইম এবং টোটাল টাইমের অনুপাতকে ডিউটি সাইকেল বলে।

$$T_{duty} = \left(\frac{T_w}{T}\right) \times 100\%$$

[$T_w$ = On Time, T = Total Time ]

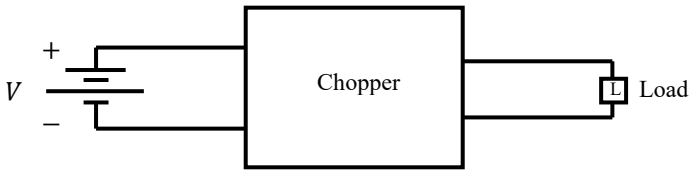
**** ৫। চপারের ক্ষেত্রে TRC কী?** বাকাশিবো- ২০১৫

**উত্তর ঃ** চপারের অপর নাম TRC (Time Ratio Controller) অর্থাৎ চপার মূলত একটি স্ট্যাটিক সুইচ, যার সাহায্যে কনস্ট্যান্ট ডিসি ভোল্টেজকে পরিবর্তনশীল ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয় তাই একে TRC (টাইম রেশিও কন্ট্রোলার) বলা হয়।

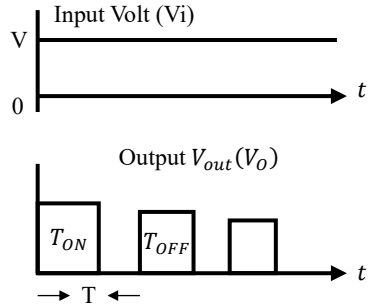
## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। চপারের স্কেমেটিক ও ওয়েভ ডায়াগ্রামসহ ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর ঃ** চপারের মাধ্যমে ডিসি থেকে ভেরিয়েবল ডিসি উৎপাদন করা হয়। চপারে ভেরিয়েবল ডিসি উৎপাদন করা হয়। চপারের ইনপুটে প্রদত্ত কনস্ট্যান্ট ডিসি সাপ্লাইকে একটি হাই স্পিড সুইচিং অ্যাকশনের মাধ্যমে পরিবর্তনশীল ডিসি ভোল্টেজ রূপান্তরিত করে, এই হাই স্পিড সুইচকে চপার বলা হয়।




(ক) চিত্র ঃ চপার স্কেমেটিক



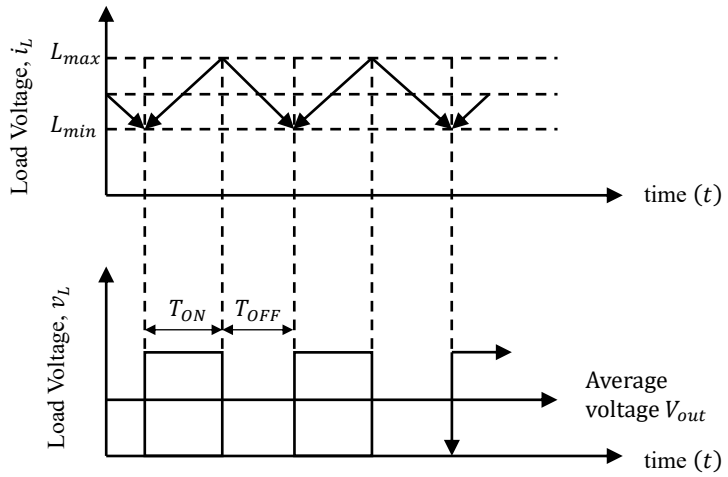

(খ) চিত্র ঃ ইনপুট ও আউটপুট ভোল্টেজ ওয়েভ

উপরের চিত্রে চপারের স্কেমেটিক (চিত্র-ক) ও তার ইনপুট আউটপুট ভোল্টেজ ওয়েভ (চিত্র-খ) দেখানো হয়েছে। সেখানে চপার সুইচ হিসাবে SCR ব্যবহার করা হয়।

*** ২। চপারের কারেন্ট লিমিট কন্ট্রোল (CLC) সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

বাকাশিবো- ২০১৪

উত্তর ঃ




কারেন্ট লিমিট কন্ট্রোল (CLC) এ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি লোড কারেন্টকে শুধুমাত্র একটি পূর্বনির্ধারিত সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মানের মধ্যে পরিবর্তন করার অনুমতি প্রদান করে। যখন লোড কারেন্ট Minimum মানকে অতিক্রম করতে চায় তখন Silicon Controlled Rectifier টি Turn OFF হয় এবং যখন লোড কারেন্ট সর্বোচ্চ মানকে অতিক্রম করতে চায় তখন Silicon Controlled Rectifier টি Turn ON হয়। চিত্রের সাহায্যে কারেন্ট লিমিট কন্ট্রোল এর ওয়েভফরম দেখানো হয়েছে। যা সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন কারেন্টের মধ্যে ব্যবধানই সুইচিং ফ্রিকুয়েন্সির সিদ্ধান্ত নেয়। উচ্চ চপারে ফ্রিকুয়েন্সির কারণে সুইচিং লস বাড়তে থাকে।

**** ৩। ভোল্টেজ জোনস চপারের ব্যবহার লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৮

**উত্তর ঃ** ভোল্টেজ জোনস চপারের ব্যবহার নিম্নরূপ ঃ

১.ডিসি মোটরের কারেন্ট নিয়ন্ত্রণে।

২.ডিসি মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ সার্কিটে।

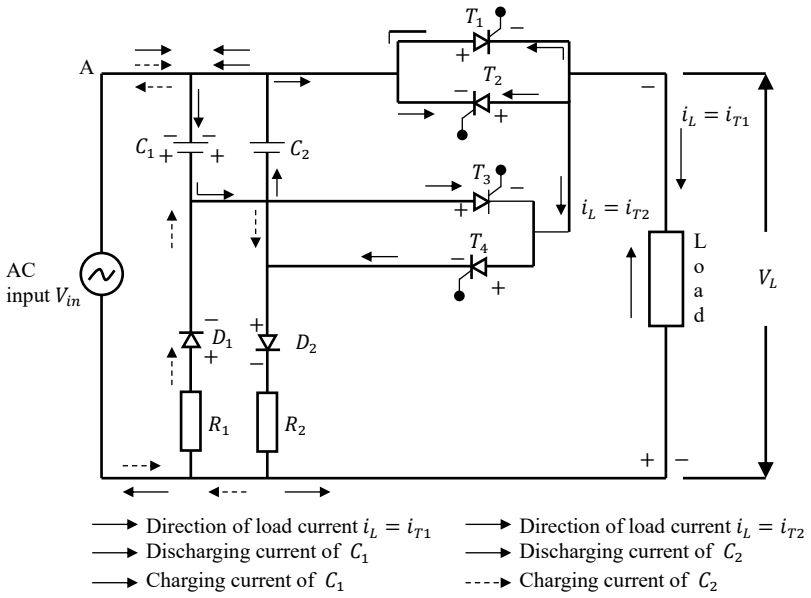
৩.ডিসি মোটরের ফরোয়ার্ড ও রিভার্স অপারেশনে।

৪.ইলেকট্রিক ট্র্যাকশনে ডিসি সিরিজ মোটর নিয়ন্ত্রণে।

৫.ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই নিয়ন্ত্রণে।

**** ৪। চিত্রসহ এসি চপারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৪

**উত্তর ঃ**




**চিত্র ঃ Circuit diagram of single-phase AC chopper**

একটি সিঙ্গেল ফেজ এসি চপারের সার্কিট ডায়াগ্রাম উপরে দেখানো হয়েছে। এটি চারটি থাইরিস্টর $T_1$ , $T_2$ , $T_3$ এবং $T_4$ নিয়ে গঠিত। যার মধ্যে $T_1$

এবং $T_2$ হল প্রধান থাইরিস্টর এবং $T_3$ এবং $T_4$ হল সহায়ক থাইরিস্টর। দুটি থাইরিস্টর $C_1$ এবং $C_2$ হল কমিউটিং ক্যাপাসিটর যার জন্য চার্জিং পাথ যথাক্রমে $D_1$ এবং $D_2$ ডায়োড দ্বারা সরবরাহ করা হয়।

***** ৫। চপারের মূলনীতি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৯, ২১, ২২, ২৪

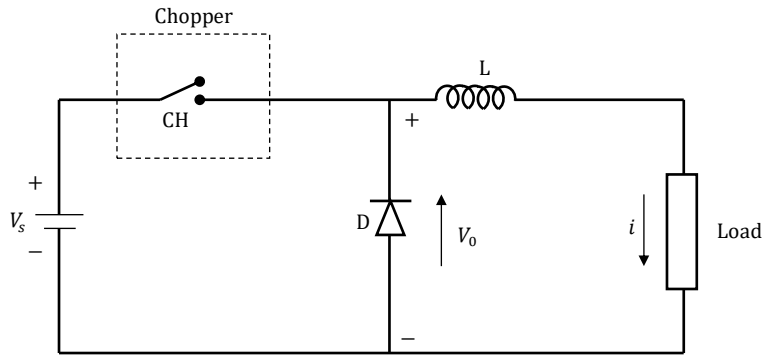
**উত্তর ঃ** চপার মূলত একটি স্ট্যাটিক সুইচ চপারের কাজ হলো স্থির ডিসিকে পরিবর্তনশীল ডিসিতে রূপান্তর করা। একটি ডিসি চপার সরবরাহের একটি উৎস এবং লোডের মধ্যে সংযুক্ত থাকে। পরিবর্তনশীল আউটপুট ভোল্টেজ নিয়মিত বিরতিতে SCR চালু এবং বন্ধ করে প্রাপ্ত হয়। SCR এর ON এবং OFF টাইম মাইক্রো সেকেন্ডে যখন $T_{ON}$ সময় SCR চালু করা হয়, তখন লোড জুড়ে আউটপুট ভোল্টেজ $V_{dc}$ হয়। লোড জুড়ে আউটপুট ভোল্টেজ শূন্য হয়ে যায় যখন $T_{OFF}$ সময় SCR সুইচ অফ করা হয়।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ভোল্টেজ স্টেপ ডাউন চপার এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ১৯, ২০, ২২

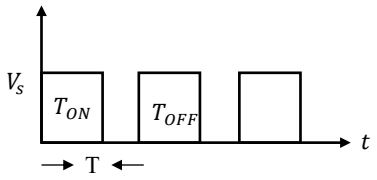
**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ স্টেপ ডাউন চপার বর্তনী

চিত্রে স্টেপ ডাউন চপারের সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। স্টেপ ডাউন এবং এর কাজের নীতি বিন্দুযুক্ত লাইনের মধ্যে দেখানো হয়েছে এবং এটি একটি সুইচ বলে ধরে নেওয়া হয়েছে। এই সার্কিটে ইন্ডাক্টর (L) একটি ফ্রি-হুইল ডায়োড, চপার CH সোর্স এবং লোড থাকে। ফিক্সড ডিসি ইনপুট ভোল্ট $V_S$ কে পরিবর্তনশীল আউটপুট ভোল্টেজ রূপান্তর করা হয়।

**যখন চপার (CH) চালু (ON) করা হয় ঃ** যখন CH চালু করা হয় তখন উৎসটি সরাসরি লোডের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং আউটপুট ভোল্টেজ $V_0$, $V_s$ এর সমান হয়। যে সময়ের জন্য Chopper চালু হয় তাকে বলা হয় ON টাইম চপার। $T_{ON}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $V_o$ হবে $V_s$ এর সমান $T_{ON}$ সময়ের জন্য।




চিত্র ঃ টাইমিং ডায়াগ্রাম/ ওয়েভসেপ

**যখন চপার (CH) বন্ধ (OFF) করা হয় ঃ** উপরের চিত্রে চপারটি যখন বন্ধ করা হয়, তখন লোডটি উৎস $V_s$ থেকে সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় এবং তাই CH বন্ধ থাকার জন্য পুরো সময়কালে লোড ভোল্টেজ $V_0$ শূন্য হবে। যে সময়ের জন্য চপারটি বন্ধ রাখা হয় সেটি OFF টাইম হিসেবে পরিচিত এবং $T_{OFF}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যত তাড়াতাড়ি CH বন্ধ করা হয়, ইন্ডাক্টর $L(i_o)$ এর মাধ্যমে কারেন্ট হঠাৎ শূন্যে নামতে পারে না। বরং এটি কমতে শুরু করে তাই ইন্ডাক্টর (L) জুড়ে প্রবাহিত $emf$ এর পোলারিটি বিপরীত হয়। ইন্ডাক্টরের এই EMF ফ্রি হুইলিং ডায়োডকে (D) ফরোয়ার্ড করে তোলে এবং তাই ফ্রি হুইলিং ডায়োড $(D)$, $T_{OFF}$ এর সময় ছোট হিসেবে কাজ করে। উৎস $V_s$ সংযোগ বিচ্ছিন্ন থাকা সত্ত্বেও লোড কারেন্ট ইন্ডাক্টর (L) ফ্রি-হুইলিং ডায়োড (D) এবং লোডের মাধ্যমে লস হতে থাকে।

গড় আউটপুট ভোল্টেজ,

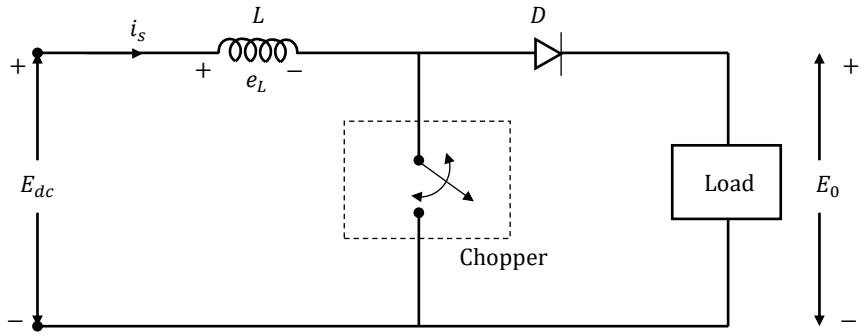
$$V_0 = \frac{1}{T}\int_0^{T_{ON}} V_s dt + \int_0^{T_{OFF}} 0.dt = \frac{V_s T_{ON}}{T}$$

যখন, ডিউটি সাইকেল $(D) = \frac{T_{ON}}{T}$

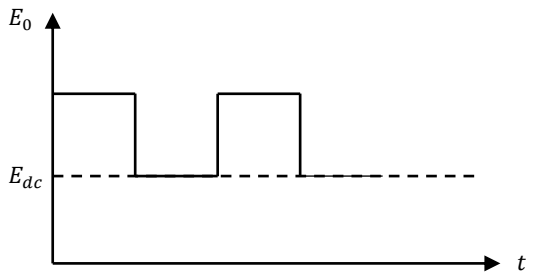
$\therefore$ গড় আউটপুট ভোল্টেজ $= V_S D$

***** ২। ভোল্টেজ স্টেপ-আপ চপারের সার্কিট অঙ্কনপূর্বক কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৮, ২১

**উত্তর ঃ** ভোল্টেজ স্টেপ-আপ চপারের কার্যপ্রণালি নিম্নে বর্ণনা করা হল ঃ




চিত্র ঃ স্টেপ-আপ চপারের সার্কিট ডায়াগ্রাম




চিত্র ঃ স্টেপ আপ চপারের আউটপুট ওয়েভফরম

যে চপারটি ইনপুট ভোল্টেজের (যেমন $E_0 > E_{dc}$) থেকে লোড উচ্চ ভোল্টেজ উৎপাদন করতে ব্যবহৃত হয় তাকে স্টেপ আপ চপার বলা হয়। যা উপরের চিত্রের সাহায্যে দেখানো হয়েছে। যখন চপারটি ON থাকে তখন ইন্ডাক্টর $(L)$ সরবরাহ $E_{dc}$ সাথে সংযুক্ত থাকে। ইন্ডাক্টর $T_{ON}$ পিরিয়ডে শক্তি সঞ্চয় করে, যখন চপারটি OFF থাকে তখন ইন্ডাক্টর কারেন্ট ডায়োডের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হতে বাধ্য হয় এবং $T_{OFF}$ সময়ের জন্য লোড হয়। কারেন্ট কমে যাওয়ার কারণে ইন্ডাক্টর $(L)$ এ প্রবাহিত EMF

এর পোলারিটি বিপরীত হয়। ফলে লোড $E_0$ জুড়ে ভোল্টেজ হয়ে যায়। $E_0 = E_{dc} + Ldt$ অর্থাৎ ইন্ডাক্টর ভোল্টেজ সোর্স ভোল্টেজের সাথে যোগ করে ইন্ডাক্টর কারেন্টকে লোডে সংযুক্ত করে।

$$W_i = E_{dc}.I_s\, T_{ON} _____ (i)$$

যখন চপারটি $T_{OFF}$ থাকবে তখন লোডের সাথে ইন্ডাক্টর দ্বারা নির্গত শক্তি দেয়া হয়।

$$W_0 = (E_0 - E_{dc})I_s\, T_{OFF} _____ (ii)$$

$$\therefore E_{dc}.I_s.T_{ON} = (E_0 - E_{dc})I_s\, T_{OFF} _____ (iii)$$

$$\therefore E_0 = E_{dc}.\frac{1T}{T} - \frac{T_{ON}}{T}$$

কিন্তু $\frac{T_{on}}{T} = \alpha$

$$\therefore E_0 = E_{dc}1 - \alpha _____ (iv)$$

$\alpha = 0, E_0 = E_{dc}$ এর জন্য, $\alpha = 1, E_0 = \alpha$

$0 < \alpha < 1$ পরিসরে আউটপুট ভোল্টেজ $E_0$

রিজেনারেটিভ ব্রেকিং ঘটে যখন $(E_{dc} + L.dt)E_0$ ছাড়িয়ে যায়।

$\therefore$ উপরোক্ত সার্কিটটি একটি স্টেপ-আপ চপার হিসেবে কাজ করে।

অধ্যায়-১০

# ইনভার্টার

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ইনভার্টার কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৫, ১৭, ১৮

**উত্তর ঃ** যে ডিভাইসের সাহায্যে ডিসি বিদ্যুৎ প্রবাহকে পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ প্রবাহে (এসি) রূপান্তর করা হয় তাকে ইনভার্টার বলে।

**** ২। ইনভার্টার কত প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১৪, ২২

**উত্তর ঃ** পাওয়ার কনভার্টিং প্রক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে ইনভার্টারকে প্রথমত তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১.এসিকিউ ওয়্যার ওয়েভ ইনভার্টার।

২.মোডিফাইড সিন্স ওয়েভ ইনভার্টার।

৩.সিন্স ওয়েভ পাওয়ার ইনভার্টার।

***** ৩। Force Commutated "inverter" বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২১

**উত্তর ঃ** ডিসি সার্কিটের ইনভার্টার এমন এক ধরনের বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা Direct currant (DC) কে পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ প্রবাহ (**AC**) তে রূপান্তর করে। ইনভার্টার মূলত উচ্চ ক্ষমতার ইলেকট্রনিক অসিলেটর। ইনভার্টারের মাধ্যমে সাধারনত রেকটিফায়ারের বিপরীত কাজ সম্পাদন করা হয়ে থাকে।

**Inverter এর প্রকারভেদ ঃ**

কম্যুটেশন এর উপর ভিত্তি করে ইনভার্টার দুই ভাগ করা যায়। যথা-

i) Line Commutated inverters

ii) Forced Commutated inverters

❖ Connection এর উপর ভিত্তি করে

i) Series inverters

ii) Parallel inverters

iii) Bridge inverters এটি ২ প্রকার যথা ঃ

i) Half Bridge

ii) Ful Bridge

**[বি ঃ দ্র; ইনভার্টারের কার্যপ্রণালী সম্পর্কে অবগত থাকতে অনুশীলনীর সংক্ষিপ্ত ও রচনা মুলক প্রশ্ন দেখ]**

ইনভার্টারকে বন্ধ বা ইনপুট ভোল্টেজ শূন্য করতে কিছু বাহ্যিক উৎসের প্রয়োজন হয়, এ পদ্ধতিকে ফোর্স কমুটেশন পদ্ধতি বলা হয়। অর্থাৎ যে সকল ইনভার্টার এ পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে তাদেরকে ফোর্স কম্যুটেটেড ইনভার্টার বলা হয়।

***** ৪। ইনভার্টারের কাজ কী?** **বাকাশিবো- ২০১৫**

**উত্তর ঃ** ডিসি পাওয়ারকে যে কোনো ধরনের বিভব ও ফ্রিকুয়েন্সির ব্যবস্থাতে উপযুক্ত ট্রান্সফরমারে, সুইচ এবং প্রয়োজনমতো নিয়ন্ত্রণ করা।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ইনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৫, ১৯

**উত্তর ঃ** ইনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ

১.মোটর কন্ট্রোলিং এর কাজে।

২.সোলার প্যানেলে।

৩.বিমানের পাওয়ার সাপ্লাই।

৪.Uninterruptible Power Supply (UPS)

৫.হাই ভোল্টেজ ডাইরেক্ট কারেন্ট ট্রান্সমিশনে।

৬.এয়ার কন্ডিশনারে।

***** ২। লাইন কম্যুটেটেড এবং ফোর্স কমুটেটেড ইনভার্টারের মূলনীতি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯, ২০

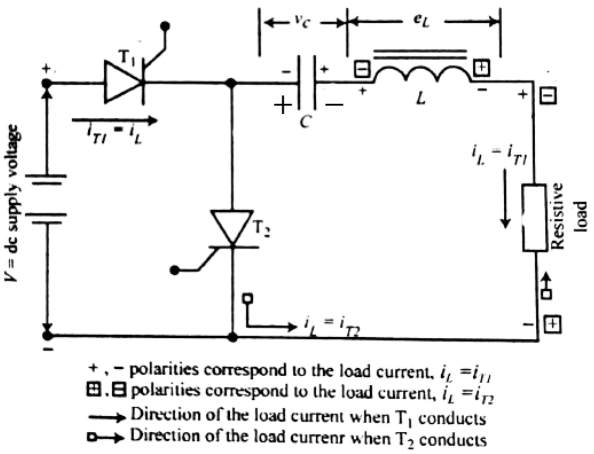
**উত্তর ঃ লাইন কম্যুটেটেড ইনভার্টার ঃ** ফেজ কন্ট্রোল কনভার্টার যখন ইনভার্টার মোডে কাজ করে তখন তাকে লাইন কম্যুটেটেড ইনভার্টার বলে। লাইন কম্যুটেশন ডিসি টু এসি ফ্রিকুয়েন্সি রূপান্তরের জন্যও ব্যবহার করা হয়। যখন SCR এর ভিতরে কারেন্ট স্বাভাবিক ভাবে শূন্য হলে সার্কিটটি স্বাভাবিকভাবে বন্ধ হয়ে যায়, এই প্রক্রিয়াকে নেচারাল কম্যুটেশন পদ্ধতি বলে। এ পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে যে সকল ইনভার্টার কাজ করে তাদেরকে লাইন কম্যুটেটেড ইনভার্টার বলা হয়। লাইন কম্যুটেশনের আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োগ হল উচ্চ ভোল্টেজ ডিসি পাওয়ার ট্রান্সমিশনে।

**ফোর্স-কম্যুটেটেড ইনভার্টার ঃ** ডিসি সার্কিটের ক্ষেত্রে ইনভার্টারকে বন্ধ বা ইনপুট ভোল্টেজ কে শূন্য করতে কিছু বাহ্যিক উৎসের প্রয়োজন হয়, এ পদ্ধতিকে ফোর্স কম্যুটেশন পদ্ধতি বলা হয়। যে সকল ইনভার্টার এ পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে তাদেরকে ফোর্স কম্যুটেটেড ইনভার্টার বলা হয়।

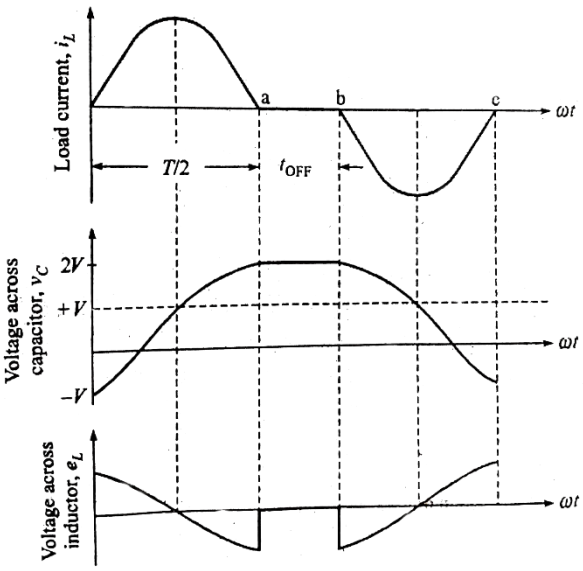
**** ৩। ইনভার্টার সার্কিট অঙ্কন করে আউটপুট ওয়েভ দেখাও।**

**বাকাশিবো- ২০১৪, ১৫**

**উত্তর ঃ** ইনভার্টার সার্কিট অঙ্কন করে আউটপুট ওয়েভ নিম্নের চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো ঃ




চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ সিরিজ ইনভার্টার সার্কিট ডায়াগ্রাম




চিত্র ঃ Voltage and current waveforms of a series inverter.

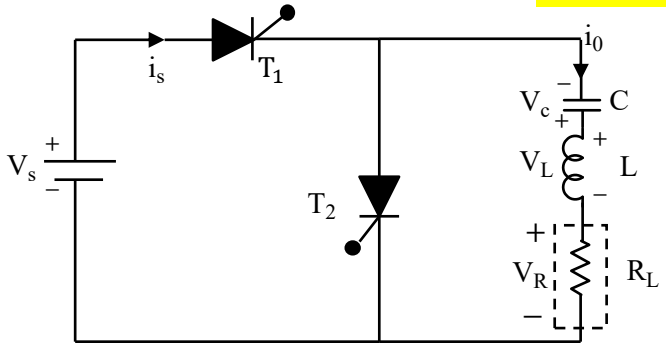
## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

,

### *** ১। সিঙ্গেল ফেজ সিরিজ ইনভার্টারের কার্যপ্রনালি বর্ণনা কর।

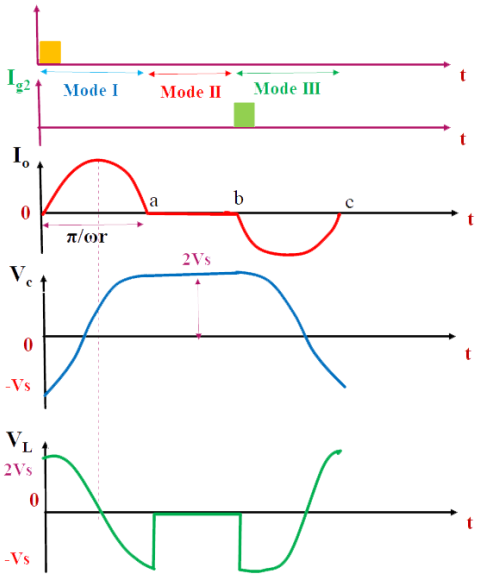
বাকাশিবো- ২০১৬, ১৮, ২০

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ সিরিজ ইনভার্টার সার্কিট

উপরেরে চিত্রে সিরিজ ইনভার্টারের সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এটি দুটি SCR বা থাইরিস্টর ($T_1$ এবং $T_2$) নিয়ে গঠিত। কাঙ্খিত ফ্রিকুয়েন্সির আউটপুট ভোল্টেজ পেতে থাইরিস্টর $T_1$ এবং $T_2$ যথাক্রমে চালু করা হয়। এই সার্কিটটি লোড ($R$) সহ সিরিজে সংযুক্ত $L$ এবং $C$ নিয়ে গঠিত। সিরিজ ইনভার্টার অপারেশনটি তিনটি মোডে কাজে করে যা পাশের চিত্রে দেখানো হয়েছে।



**মোড-1 ($T_1$ ON এবং $T_2$ OFF) ঃ** এই মোডে যখন থাইরিস্টর $T_1$ ফায়ারিং পালস দেওয়া হয় তখন $T_1$ চালু হয় এবং $T_2$ থাইরিস্টর প্রাথমিকভাবে OFF হয়ে যায়। লোডে কারেন্টের প্রকৃতি পরিবর্তনশীল। তাই ক্যাপাসিটর $(C)$ ধীরে ধীরে চার্জ করা শুরু করে $(-V_s)$ থেকে সর্বোচ্চ ভোল্টেজ পর্যন্ত। ফলে ইন্ডাক্টর $(L)$ চার্জ পায়। যখন লোড কারেন্ট $(I_L)$ শূন্য হয়ে যায় তখন ক্যাপাসিটর জুড়ে ভোল্টেজ $(+2V_s)$ হয়ে যায়। ফলে লোড কারেন্ট $(I_L)$ শূন্য হয়ে যায় এবং থাইরিস্টর $(T_1)$ "a" বিন্দুতে বন্ধ হয়ে যায়।

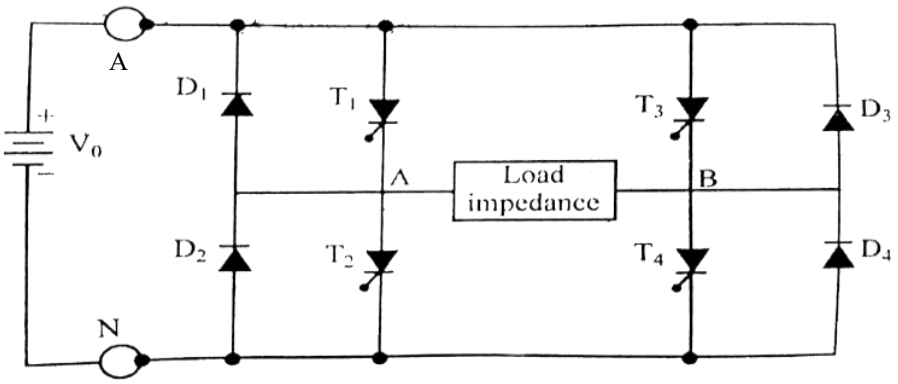
**মোড-2 ($T_1$ এবং $T_2$ উভয়ই OFF) ঃ** এই সময় থাইরিস্টর $T_1$ বন্ধ হয়ে যায় কারণ লোড কারেন্ট পয়েন্ট a থেকে b পর্যন্ত শূন্য হয়ে যায়। এই সময়ের মধ্যে থাইরিস্টর $T_1$ এবং $T_2$ বন্ধ হয়ে যায় এবং ক্যাপাসিটর জুড়ে ভোল্টেজ $(+2V_s)$ এর সমান হয়ে যায়।

**মোড-3 ($T_1$ OFF এবং $T_2$ ON) ঃ** যখন থাইরিস্টর $T_2$ কে ফায়ারিং পালস দেওয়া হয় তখন ক্যাপাসিটর থাইরিস্টর $T_2$ এবং $R_L$ সার্কিটের মাধ্যমে $(+2V_s)$ থেকে $V_s$ পর্যন্ত তার শক্তি ডিসচার্জ শুরু করে। ক্যাপাসিটর ডিসচার্জিংয়ের কারণে লোড জুড়ে বিপরীত কারেন্ট প্রবাহিত হয়। তাই C বিন্দুতে থাইরিস্টর $T_2$ স্বয়ংক্রিয়ভাবে OFF হয়ে যাওয়ার কারণে লোড কারেন্ট শূন্য হয়ে যায়। ফলে থাইরিস্টর $T_2$ C বিন্দু থেকে D পর্যন্ত বন্ধ হয়ে যায় এবং $T_1$ থাইরিস্টরটি পুনরায় চালু হয়।

**** ২। সিঙ্গেল ফেজ লাইন কমুটেটেড ইনভার্টারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৫

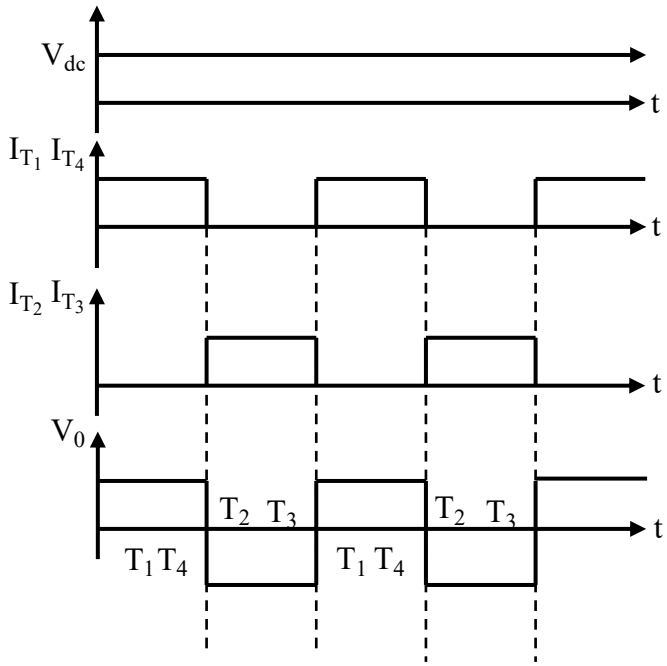
**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ ফুলকন্ট্রোলার ব্রিজ রেকটিফায়ার

একমুখী কারেন্ট প্রবাহকে দ্বিমুখী কারেন্ট প্রবাহ অর্থাৎ DC কে AC তে রূপান্তর করার জন্য ইনভার্টার সার্কিট ব্যবহার করা হয়। সিঙ্গেল ফেজ সিরিজ ইনভার্টারকে বাইলেটারাল ইনভার্টার বলা হয়। উপরের চিত্রে সিঙ্গেল ফেজ লাইন কম্যুটেটড ইনভার্টার এর সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এখানে চারটি থাইরিস্টর $T_1$ এবং $T_2$ এমনভাবে কম্পোটেশন করা হয়েছে, যাতে এরা পরস্পর পর্যায়ক্রমে $180°$ ব্যবধানে কন্ডাক্ট করে। থাইরিস্টরদ্বয় $(T_1 : T_2)$ একত্রে কন্ডাকশনে যাবে না, যদি এ ঘটনা ঘটে তবে শর্ট সার্কিট হয়ে যাবে। থাইরিস্টর $T_1$ ও $T_2$ পর্যায়ক্রমে $180°$ ব্যবধানে আলাদাভাবে কন্ডাক্ট করে। তবে নোড A সরবরাহের নেগেটিভ অথবা পজিটিভ টার্মিনালের সাথে পর্যায়ক্রমে সংযোগ হবে। ফলে নোড A এর ভোল্টেজ $V_{AN}$ হবে। যখন থাইরিস্টর $T_1$ ও $T_2$ একই সাথে কন্ডাক্ট করে তখন সরবরাহ ভোল্টেজ $+V_0$ লোড ইম্পিড্যান্সে প্রযুক্ত হবে। যখন থাইরিস্টর $T_2$ ও $T_3$ একই সাথে কন্ডাক্ট করবে, তখন সরবরাহ ভোল্টেজ $-V_0$ লোড ইম্পিড্যান্সে প্রযুক্ত হবে। থাইরিস্টর $T_1$ ও $T_4$ একসাথে সুইচ অন এবং অফ

করা হয়, তবে লোডে একটি স্কয়ার ওয়েভ আউটপুট ভোল্টেজ $V_{AB}$, $V_{AB} = V_{AN} - V_{BN}$ প্রদর্শিত হবে।




চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ লাইন কম্যুটেটেড ইনভার্টারের ওয়েভ ডায়াগ্রাম

অধ্যায়-১১

# সাইক্লোকনভার্টার

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। সাইক্লোকনভার্টার কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৮, ২৪

**উত্তর ঃ** যে ডিভাইসের মাধ্যমে ডিসি লিংকের সহায়তা ব্যতীত নির্দিষ্ট ফ্রিকুয়েন্সির এসি পাওয়ারকে অপেক্ষাকৃত কম ফ্রিকুয়েন্সিতে রূপান্তর করা যায় তাকে সাইক্লোকনভার্টার বলে।

**ব্যবহার ঃ** বিমানে 400Hz চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

**** ২। সাইক্লোকনভার্টারকে কেন সাইকেল কনভার্টার বলা হয়?**

বাকাশিবো- ২০১৪

**উত্তর ঃ** সাইক্লোকনভার্টার বলতে এমন একটি ফ্রিকুয়েন্সি চেঞ্জারকে বোঝায় যা একটি ফ্রিকুয়েন্সির থেকে এসি পাওয়ারকে অন্য ফ্রিকুয়েন্সিতে এসি পাওয়ারে রূপান্তর করতে পারে। অর্থাৎ সাইক্লোকনভার্টার এর সাহায্যে ইনপুট এসির পরিবর্তন ঘটিয়ে আউটপুট লো ফ্রিকুয়েন্সির এসি সাপ্লাই তৈরি করা হয়, এজন্য একে সাইকেল কনভার্টার বলা হয়।

***** ৩। কনভার্টার বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৬, ২০

**উত্তর ঃ** কনভার্টার হল বৈদ্যুতিক যন্ত্র যা ভোল্টেজকে অল্টারনেটিং কারেন্ট (AC) থেকে ডাইরেক্ট কারেন্ট (DC) এ রূপান্তর করে।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। সাইক্লোকনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০২০, ২২

**উত্তর ঃ** সাইক্লোকনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো নিম্নরূপ ঃ

১.বৈদ্যুতিক ট্র্যাকশনে।

২.ইন্ডাকশন হিটিং এসি মোটরগুলিতে।

৩.মোবাইল পাওয়ার সিস্টেমে।

৪.দুটি ভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সিতে পাওয়ার গ্রিডের ইন্টারকানেকশনের HVDC তে।

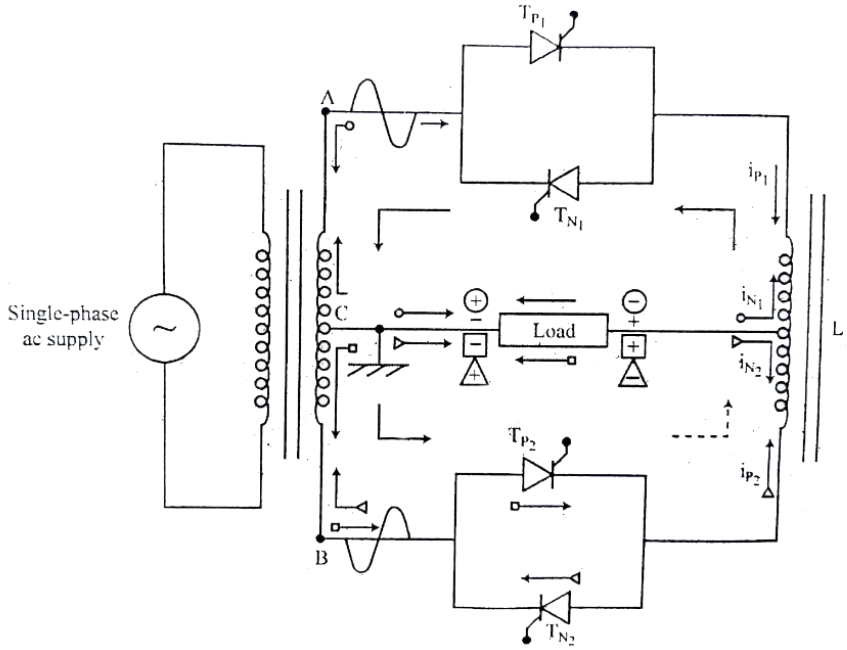
৫.স্পেসশিপে।

৬.এয়ারক্রাফটের পাওয়ার সাপ্লাইয়ের জন্য VSCF জেনারেটিং সিস্টেমে।

## *** ২। সিঙ্গেল ফেজ ব্রিজ কনফিগারেশন সাইক্লোকনভার্টারের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৮

**উত্তর ঃ**




+, − Polarities correspond to the load current, $i_L = i_{P_1}$

⊞, ⊟ Polarities correspond to the load current, $i_L = i_{P_2}$

Polarities correspond to the load current, $i_L = i_{N_1}$

⊕ ⊖ Polarities correspond to the load current, $i_L = i_{N_2}$

→ Direction of the load current when $T_{P_1}$ conducts

□→ Direction of the load current when $T_{P_2}$ conducts

○→ Direction of the load current when $T_{N_1}$ conducts

▷→ Direction of the load current when $T_{N_2}$ conducts

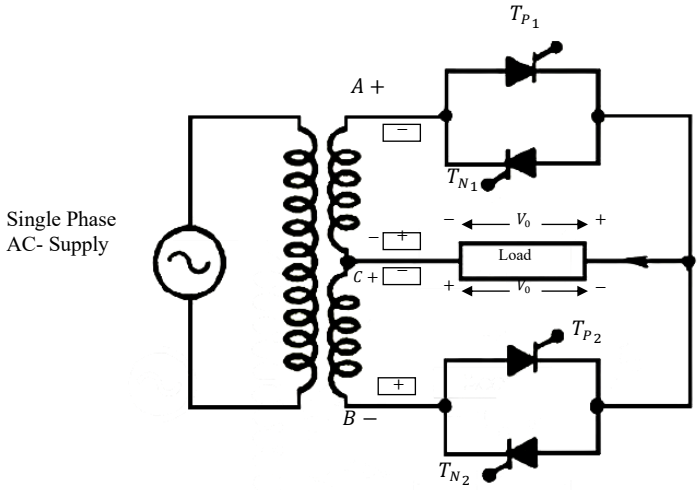
------→ Path of the short circuit current

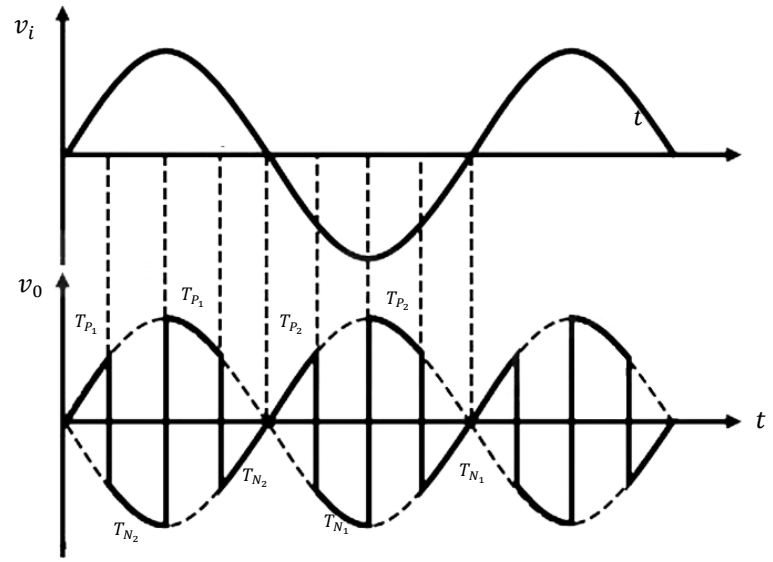
চিত্র ঃ সিঙ্গেল-ফেজ সাইক্লোকনভার্টারের বর্তনী (মিড পয়েন্ট কনফিগারেশন)

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

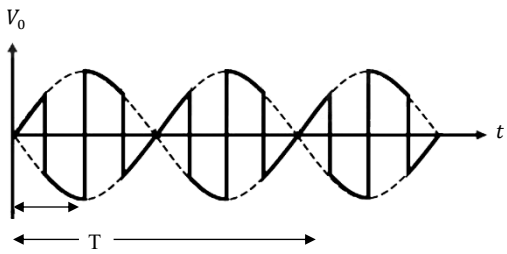
***** ১। সিঙ্গেল ফেজ মিড পয়েন্ট সাইক্লোকনভার্টারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৭, ১৯

**উত্তর ঃ** সিঙ্গেল ফেজ সাইক্লোকনভার্টার হল একক ফেজ ডিভাইস যা এক ফ্রিকুয়েন্সির ইনপুট এসি পাওয়ারকে ভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সির আউটপুট পাওয়ারে রূপান্তর করে। এই সার্কিটে থাইরিস্টর পাওয়ার সুইচ হিসেবে কাজ করে। সুইচগুলিকে একটি নির্দিষ্ট প্যাটার্নে সাজানো হয়েছে যাতে ইনপুট পাওয়ার সাপ্লায়ের পজেটিভ এবং নেগেটিভ উভয় অর্ধসাইকেলের জন্য আউটপুট পাওয়ার পাওয়া যায়।






উপরের চিত্রে সিঙ্গেল ফেজ মিড পয়েন্ট সাইক্লোকনভার্টারের সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। উক্ত ডায়াগ্রামের সার্কিটে Secondary Winding এবং ফেজ ট্রান্সফরমার থাকে। যেখানে দুটি থাইরিস্টর $T_{P_1}$ এবং $T_{P_2}$ পজিটিভ গ্রুপের জন্য। পজিটিভ গ্রুপ যখন $T_{P_1}$ বা $T_{P_2}$ হয় তখন লোড ভোল্টেজ ধনাত্মক হয়। অন্যদুটি থাইরিস্টর $T_{N_1}$ এবং $T_{N_2}$ ভোল্টেজ নেগেটিভ গ্রুপের জন্য। লোড সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং মিড পয়েন্ট $C$ এবং টার্মিনাল $A$ এর মধ্যে সংযুক্ত থাকে।



ধরি, সার্কিটে ব্যবহৃত লোডটি Resistive load. Positive হাফ সাইকেলের সময় 'A' Point 'C' point এর তুলনায় পজিটিভ হয় এবং 'B' Point নেগেটিভ হয়। তাহলে $T_{P1}$ এর load এর ভিতর দিয়ে C বিন্দুতে পৌছে। আউটপুটে Positive পিক পাওয়া যায়। এই হাফ সাইকেলে যখন $T_{P1}$ কে (Reverse Bias) RB করে $T_{N2}$ কে (Forward Bias) FB করা হয় Current C Point, লোড এর $T_{N2}$ হয়ে 'B' Point এ পৌছে। ফলে আউটপুট Negative পিক এ পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়াটি Positive Half Cycle এর পরবর্তী অধাংশে পুনরাবৃত্তি ঘটে। ইনপুটের Negative হাফ সাইকেলের সময় 'A' Point 'C' পয়েন্টের তুলনায় নেগেটিভ হয়। তাহলে $T_{P2}$ ট্রিগার হয়, ফলে Current $T_{P2}$ এবং load এর ভিতর দিয়ে C বিন্দুতে পৌছে। আউটপুটে Positive পিক পাওয়া যায়। এই Negative হাফ সাইকেলে যখন $T_{P2}$ কে RB করে $T_{N1}$ কে FB করা হয়, তাহলে Current C Point , লোড এবং $T_{N1}$ হয়ে A Point এ পৌছে। ফলে আউটপুটে Negative পিক পাওয়া যায়।

এই প্রক্রিয়াটি Negative হাফ সাইকেলের পরবর্তী অর্ধাংশে পুনরাবৃত্তি ঘটবে।

Input Frequency = f

Output Frequency = $f_o = \frac{1}{T/4} = \frac{4}{T} = 4f$

অধ্যায়-১২

# এসি ভোল্টেজ কন্ট্রোলার

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। Electric drive কী?** বাকাশিবো- ২০১২, ১৬, ২৪

**অথবা, Electric drive system বলতে কী বুঝায়?**

**উত্তর ঃ** বৈদ্যুতিক ড্রাইভ সিস্টেমকে এমন সিস্টেম হিসাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়, যা একটি বৈদ্যুতিক মেশিনের গতি, টর্ক এবং দিক নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

***** ২। চার (Four) কোয়াড্রেন্ট চপার ড্রাইভ কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১৪, ১৯

**উত্তর ঃ** ফোর কোয়াড্রেন্ট অপারেশন মানে মেশিনটি চার কোয়াড্রেন্টে কাজ করে। সেগুলো হল ফরোয়ার্ড ব্রেকিং, ফরোয়ার্ড মোটরিং, রিভার্স মোটরিং, রিভার্স ব্রেকিং। অর্থাৎ যে চপার ড্রাইভার ফরোয়ার্ড ও রিভার্স পাওয়ার কন্ট্রোল এবং ফরোয়ার্ড ও রিভার্স রিজেনারেশন করতে পারে তাকে চার কোয়াড্রেন্ট চপার বলে।

***** ৩। ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের উপাদানগুলো কী কী?**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৮

**উত্তর ঃ** ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের উপাদানগুলো হলো ঃ

১.কন্ট্রোলিং ইউনিট।

২.পাওয়ার মডুলেটর।

৩.সেন্সিং ইউনিট।

৪.ইলেকট্রিক মোটর।

৫.ওয়ার্কিং মেশিন।

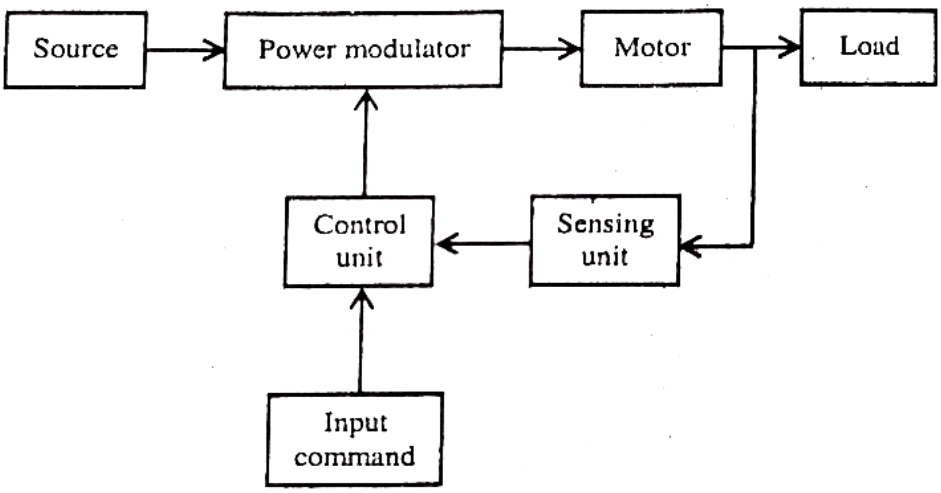
**** ৪। ইলেকট্রিক ড্রাইভের কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৭, ২০

**উত্তর ঃ** ইলেকট্রিক ড্রাইভের কাজ হল বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে। যেমন ঃ মোটর

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি আধুনিক ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০১৫, ১৯

**উত্তর ঃ** একটি আধুনিক ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে অঙ্কন করা হল ঃ




চিত্র ঃ ইলেকট্রিক ড্রাইভের ব্লক ডায়াগ্রাম

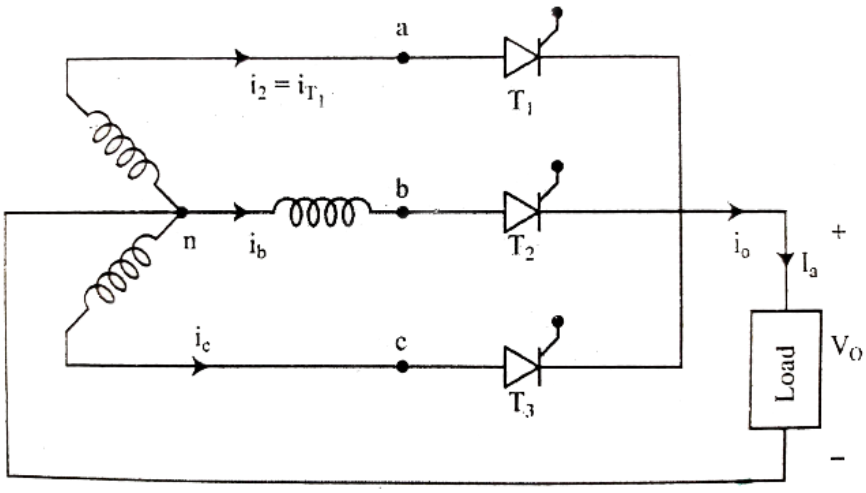
ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমে power modulator ব্যবহার করা হয়, যা Source হতে Input Signal এবং Control Unit হতে Control Signal গ্রহণ করে Motor এর ইনপুটে প্রয়োগ করে এবং Motor সেই অনুয়ায়ী আউটপুট তৈরি করে লোডকে পরিচালনা করে থাকে।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

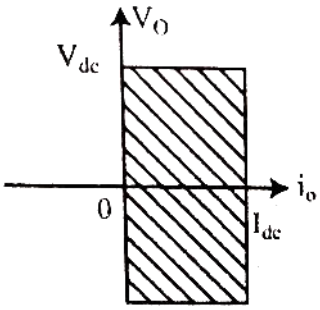
***** ১। থ্রি ফেজ হাফ ওয়েভ কনভার্টার ড্রাইভের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২১

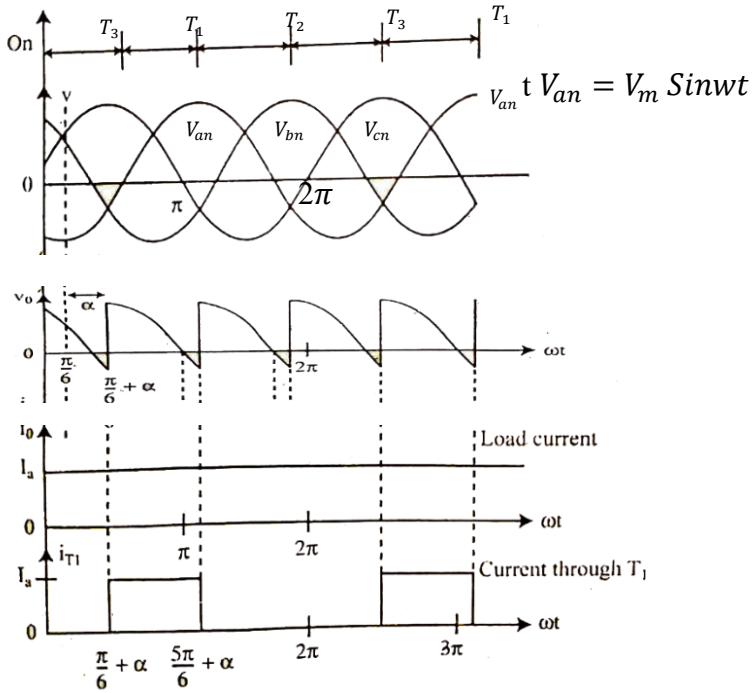
**উত্তর ঃ**




(a) Circuit




(b) Quadrant




চিত্র ঃ থ্রি-ফেজ হাফ-ওয়েভ কনভার্টার ড্রাইভ

উপরের চিত্রে থ্রি ফেজ হাফ ওয়েভ কনভার্টার ড্রাইভ দেখানো হয়েছে। তিন ফেজ হাফ ওয়েভ কনভার্টার ড্রাইভ তিনটি SCR এবং একটি পৃথকভাবে Exited ডিসি মোটর নিয়ে গঠিত। মোটরের আর্মেচার সার্কিটকে তিন ফেজ হাফ ওয়েভ কনভার্টারের মাধ্যমে প্রয়োগ করা হয় যেখানে এর ক্ষেত্রটি তিন ফেজ $(3-\phi)$ সেমিকনভার্টারের মাধ্যমে শক্তিপ্রাপ্ত হয়। মোটর ফিল্ড ওয়াইন্ডিং একটি সিঙ্গেল ফেজ বা তিন ফেজ ফুল কনভার্টার ড্রাইভ থেকেও দুই কোয়াড্রেন্ট অপারেশন পাওয়া যেতে পারে।

থ্রি ফেজ হাফ ওয়েভ কনভার্টার এ আর্মেচার সার্কিটে আর্মেচার ভোল্টেজের মান- $V_a = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}\cos\alpha_a$ যদি $0 \le \alpha_a \le \pi$

যেখানে, $V_m$ হল পিক ফেজ ভোল্টেজ। ওয়াই $(Y)$ কানেকটেড থ্রি ফেজ এসি সাপ্লাই তার সাথে থ্রি ফেজ সেমিকনভার্টার ফিল্ড সার্কিটে ফিল্ড ভোল্টেজের মান- $V_f = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}\left(1 + \cos\alpha_f\right)$ যদি $0 \leq \alpha_f \leq \pi$

# অধ্যায়-১৩ ইন্ডাকশন এবং ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ইন্ডাকশন হিটিং কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫, ২৪

**উত্তর ঃ** ইন্ডাকশন হিটিং বৈদ্যুতিক পরিবাহী উপাদানের তাপমাত্রা বাড়ানোর পদ্ধতি। অর্থাৎ ধাতব পদার্থকে পরিবর্তনশীল চুম্বক ক্ষেত্রে রেখে তাপ সৃষ্টি করার পদ্ধতিকে ইন্ডাকশন হিটিং বলে।

***** ২। ট্রান্সফরমারে ইন্ডাকশন হিটিং এর সময় কী কী লস হয়?**

**উত্তর ঃ** ইন্ডাকশন হিটিং এর সময় ট্রান্সফরমারের কোরে দুই ধরনের লস হয়-

১.এডি কারেন্ট লস।

২.হিসটেরেসিস লস।

***** ৩। ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং এ ক্যাপাসিটরের সমীকরণটি লেখ।**

**উত্তর ঃ** ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং ক্যাপাসিটরের সমীকরণটি নিম্নরূপ ঃ

$$C = 0.0885\ E_r$$

$$= \frac{\text{a অথবা b এর ক্ষেত্রফল}}{\text{পুরুত্ব}} \times 10^{-12} \text{ফ্যারাড}$$

***** ৪। ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৫

**উত্তর ঃ** ডাই-ইলেকট্রিক হিটিংকে ক্যাপাসিট্যান্স হিটিং ও বলা হয়। এটি এমন একটি পদ্ধতি, যার মাধ্যমে একটি বৈদ্যুতিকভাবে অপরিবাহী (অন্তরক) উপাদানের তাপমাত্রা একটি উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির ইলেকট্রোম্যাগনেট্রিক ফিল্ডের সাপেক্ষে বাড়ানো যায়।

***** ৫। স্কিন ইফেক্ট কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬

**উত্তর ঃ** এসি বিদ্যুৎ প্রবাহ কোনো পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় পরিবাহীর ভিতরে প্রবেশ না করে পরিবাহীর উপরিভাগ দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার চেষ্টা করে, এটাকে স্কিন ইফেক্ট বলে। স্কিন ইফেক্টের কারণে লাইনের রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়, ফলে লাইন লসও বৃদ্ধি পায়।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ইন্ডাকশন হিটিং এর প্রয়োগসমূহ লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৮

**উত্তর ঃ** ইন্ডাকশন হিটিং এর প্রয়োগসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১.দ্রুত তাপ প্রদানের মাধ্যমে জোড়া লাগানোর কাজে।

২.পিতল এবং ব্রোঞ্জ দ্বারা নির্মিত সামগ্রীকে ধীরে ধীরে ঠান্ডা করার কাজে।

৩.ঝালাই দেওয়ার কাজে।

৪.স্টিলের উপরিভাগ দৃঢ় করার কাজে।

৫.ওয়েল্ডিং এর কাজে।

৬.চিকিৎসা পদ্ধতিতে।

৭.দুটি ভিন্ন পদার্থকে তাপ দিয়ে সংযোগের ক্ষেত্রে।

**** ২। ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং এর সুবিধা লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৯, ২০

**উত্তর ঃ** ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং এর সুবিধা নিম্নে উল্লেখ করা হল ঃ

১.তাপ স্বয়ংক্রিয় ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব।

২.গরম করার প্রক্রিয়াটি গ্যাস থেকে মুক্ত।

৩.বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থকে তাপ দেওয়া যায়।

৪.পরিবেশ দূষণ হয় না।

***** ৩। ইন্ডাকশন ও ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং এর মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য লেখ।** **বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৬**

**উত্তর ঃ** ইন্ডাকশন ও ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং এর মধ্যে পার্থক্য নিম্নে উল্লেখ করা হল ঃ

| ইন্ডাকশন হিটিং | ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং |
|---|---|
| ১) ইন্ডাকশন হিটিং এর কাজ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির উপরে ভিত্তি করে। | ১) ডাই-ইলেকট্রিক গরম করার কাজ ইলেকট্রোস্ট্যাটিক আবেশ নীতির উপর ভিত্তি করে। |
| ২) ইন্ডাকশন হিটিং এ নিযুক্ত এসি সরবরাহের ফ্রিকুয়েন্সি মাঝামাঝি $100\ kHz$ থেকে $500\ kHz$. | ২) উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির এসি সরবরাহ ডাই-ইলেকট্রিক গরমে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ ফ্রিকুয়েন্সির পরিসীমা $10\ MHz$ থেকে $50\ MHz$। |
| ৩) পরিবাহী পদার্থের মধ্যে দিয়ে এডি কারেন্ট প্রবাহের দ্বারা তাপ উৎপন্ন হয়। | ৩) অপরিবাহী পদার্থের মধ্যে ডাই-ইলেকট্রিক লসের কারণে তাপ উৎপন্ন হয়। |
| ৪) ইন্ডাকশন গরম করার জন্য ব্যবহৃত সরঞ্জামগুলো তুলনামূলক ভাবে কম ব্যয়বহুল। | ৪) ডাই-ইলেকট্রিক গরম করার জন্য ব্যবহৃত সরঞ্জামগুলি ব্যয়বহুল। |
| ৫) পরিবাহী পদার্থের মধ্যে তাপ উৎপন্ন হয়। | ৫) অপরিবাহী পদার্থের মধ্যে তাপ উৎপন্ন হয়। |

***** ৪। ইন্ডাকশন হিটিং এর উপর ফ্রিকুয়েন্সির প্রভাব লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৮

**উত্তর ঃ** ইন্ডাকশন হিটিং এর উপর ফ্রিকুয়েন্সির প্রভাব নিম্নে উল্লেখ করা হল ঃ

১.ম্যাটেরিয়ালে যখন রেজিস্টিভিটি বেশি হয়, ফ্রিকুয়েন্সি তখন কম থাকে।

২.উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে তাপমাত্রা হিস্টেরেসিস লস হয় এবং খুব কম Eddy কারেন্ট পাওয়া যায়।

৩.থার্মাল কন্ডাক্টিভিটি ম্যাটেরিয়াল বেশি হয় যখন ফ্রিকুয়েন্সি বেশি হয়।

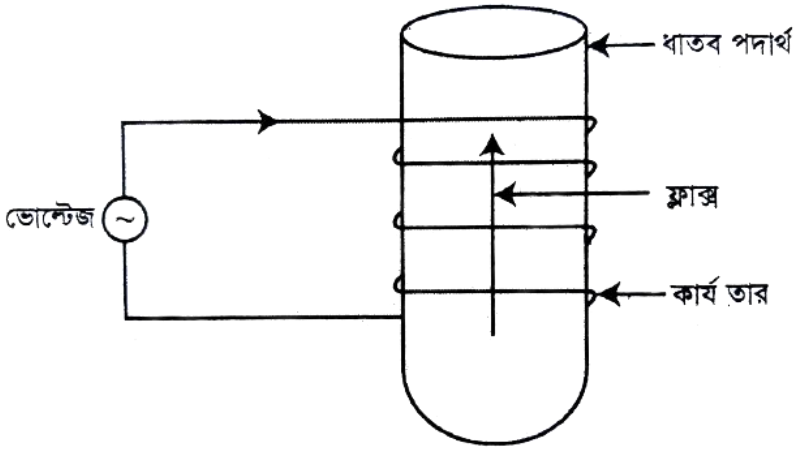
৪.এটিতে ম্যাগনেটিক ফোর্স (H), রেজিস্টিভিটি (f), রিলেটিভ পারসিয়াবিলিটি ($\mu_r$), তাপমাত্রা ইনপুট প্রতি আয়তনে ফ্রিকুয়েন্সির বর্গমূলের সমানুপাতিক।

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

### *** ১। ইন্ডাকশন হিটিং এর মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

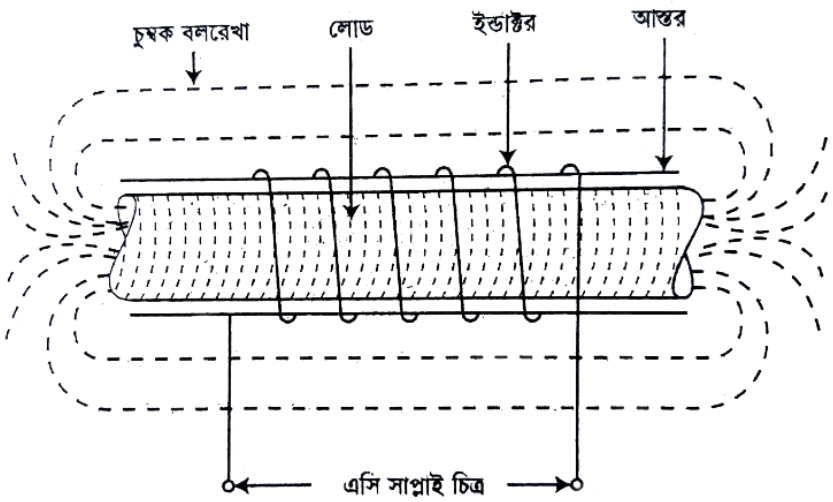
বাকাশিবো- ২০১৪, ১৬, ১৮, ২০, ২১

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ ইন্ডাকশন হিটিং এর মূলনীতি

ইন্ডাকশন হিটিং মূলত ফ্যারাডের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুযায়ী কাজ করে। ধাতব পদার্থকে পরিবর্তনশীল চুম্বক ক্ষেত্রে রেখে তাপ সৃষ্টি করার পদ্ধতিকে ইন্ডাকশন হিটিং বলে। তাপের পরিমাণ প্রধানত প্রয়োগকৃত বিদ্যুৎশক্তির ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল। ট্রান্সফরমারে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং নামে দুটি ওয়াইন্ডিং থাকে। প্রত্যেক ট্রান্সফরমারের কোরে এডি কারেন্ট লস এবং হিসটেরেসিস লস নামে দুটি লস হয়। এডি কারেন্ট লস কমানোর জন্য ল্যামিনেটেড কোর ব্যবহার করা হয়। কিন্তু একই এডি কারেন্ট লস এবং হিসটেরেসিস লস একটি ধাতুখন্ডকে উত্তপ্ত করার জন্য ফলপ্রসূতভাবে ব্যবহার করা হয়। যে পদ্ধতিতে সেটি করা হয়, তাকে ইন্ডাকশন হিটিং বলে।



চিত্র ঃ ইন্ডাকশন হিটিং

হিস্টেরেসিস ক্ষয়ের পরিমাণ বস্তু ও তাপমাত্রার উপরে নির্ভরশীল। হিস্টেরেসিস লস এবং এডি কারেন্ট লস নিম্নের সমীকরণের মাধ্যমে দেখানো যায়-

হিস্টেরেসিস এর জন্য শক্তি লস, $W_h = KB^{1.6} f\ Watt$_____$(i)$

এডি কারেন্টের জন্য শক্তি লস, $W_e = Kf^2 B_m^2\ Watt$____$(ii)$

এখানে, $K =$ একটি ধ্রুব রাশি, যা বস্তুর কয়েকটি তথ্যের উপর নির্ভর করে।

$B =$ চুম্বক ক্ষেত্রের ঘনত্ব।

$f =$ ফ্রিকুয়েন্সি।

$W_h =$ হিস্টেরেসিসজনিত শক্তি লস।

$B_m =$ চুম্বক ক্ষেত্রের সর্বোচ্চ ঘনত্ব।

উপরের $(i)$ নং এবং $(ii)$ সমীকরণ হতে বুঝা যায় যে, এডি কারেন্ট লস হিস্টেরেসিসজনিত শক্তি লস ফ্রিকুয়েন্সি ও চুম্বক বলরেখার উপর নির্ভরশীল। বস্তুর কতটুকু গভীরে তাপ যায়, তা নিম্নের সমীকরণের মাধ্যমে দেখানো হলো-

$$\delta = \frac{1}{2\pi(10^{-9}\mu r\sigma f)^{\frac{1}{2}}} Cm$$

এখানে,

$\delta =$ তাপ প্রবেশের গভীরতা সেমি এ

$\mu r =$ কন্ডাক্টিভিটি $(\Omega/cm^3)$

$f =$ ফ্রিকুয়েন্সি $(Hz)$

উপরের সমীকরণ হতে দেখা যায়,

১.বস্তুর বহিঃস্তরে স্কিন ইফেক্টের জন্য তাপের ভেদ্যতা ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল।

২.চুম্বক ক্ষেত্রের ঘনত্ব, কারেন্টের ঘনত্ব এবং তাপের বিস্তার ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল।

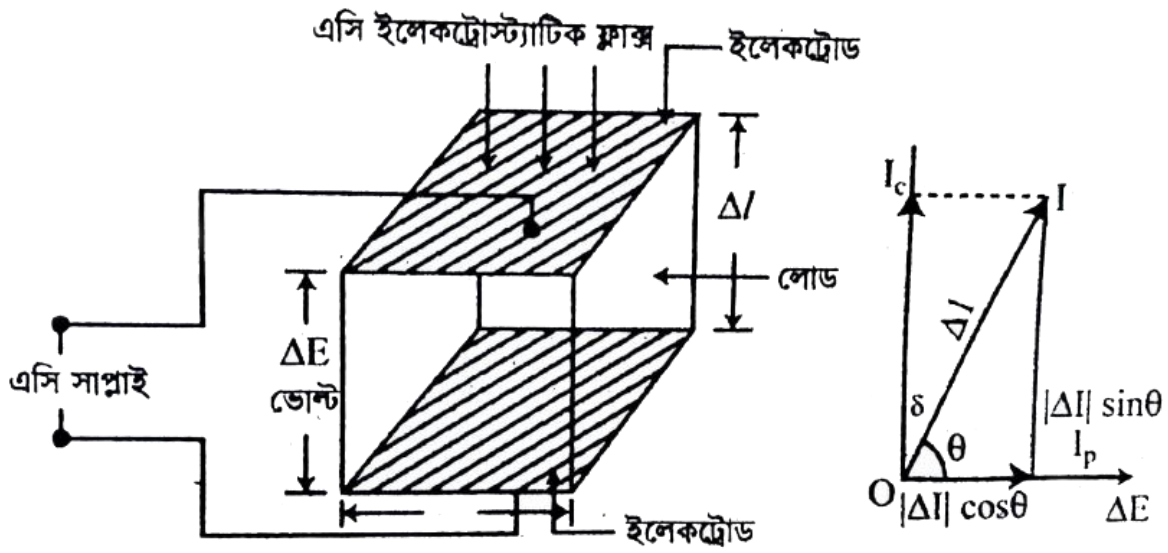
***** ২। চিত্রসহ ড্রাই-ইলেকট্রিক হিটিং এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৭, ১৮, ১৯, ২৪

**অথবা, Di-electric heating এর মূলনীত উল্লেখপূর্বক প্রমাণ কর যে,**

$$w = 0.556\, E^2 f \epsilon_r (p.f) \times 10^{-12}\, Watt/c.c$$

**উত্তর ঃ** যখন কোনো ড্রাই-ইলেকট্রিক পদার্থকে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তনশীল ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ফিল্ডের মধ্যে রাখা হয় তখন তাতে ডাই-ইলেকট্রিক লসের জন্য তাপের উদ্ভব হয়, একেই ডাই-ইলেকট্রিক হিটিং বলে।




চিত্র ঃ মৌলিক অবিশুদ্ধ ক্যাপাসিটর

উপরের চিত্রে ইলেকট্রোডদ্বয় একটি ক্যাপাসিটরের দুটি পাতের ন্যায় কাজ করে। মনে করি, উক্ত লোডটি খুব ক্ষুদ্র আকারের একক ঘনবিশিষ্ট ডাই-ইলেকট্রিক ম্যাটেরিয়াল, যার প্রত্যেক পার্শ্বের দৈর্ঘ্য $\Delta l$। মনে করি, দুই প্রান্তের মধ্যে ভোল্টেজের পার্থক্য $\Delta E$ এবং বলরেখা লম্বালম্বিভাবে বিরাজ করছে। তাহলে উক্ত ক্যাপাসিটরের মান,

এখানে,
$\epsilon_r$ = আপেক্ষিক ডাইইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট
$\Delta l$ = সেমি এককে প্রত্যেক পার্শ্বের দৈর্ঘ্য

$$C = 0.0885\,\epsilon_r = \frac{a \text{ অথবা } b \text{ এর ক্ষেত্রফল}}{\text{পুরুত্ব}} \times 10^{-12} \text{ ফ্যারোড}$$

$$\epsilon_0 = 0.0885 \times 10^{-12}\ F/cm$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

$$\therefore C = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \Delta l^2}{\Delta l} = \epsilon_0 \epsilon_r \Delta l$$

যখন এসি সাপ্লাই কোনো ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের মধ্যে প্রয়োগ করা হয় তখন তাপীয় শক্তির সৃষ্টি হয়। সেই ইনফেজ কারেন্ট কম্পোনেন্টের মান নিম্নরূপে প্রদান করা যায়-

$$|\Delta l| \cos\theta = \frac{\Delta E}{Z_c} p.f$$

যেখানে, $Z_c$ হল উক্ত মৌলিক ক্যাপাসিটরের ইম্পিড্যান্স, যা মানের দিক থেকে $X_c$ এর সমান এবং $p.f$ = পাওয়ার ফ্যাক্টর

$$\therefore Z_c = X_c = \frac{1}{\omega_c}$$

$$\begin{aligned} |\Delta l| \cos\theta &= \Delta E.\omega_c.(p.f) \\ &= \Delta E.2\pi f c(p.f) \\ &= \Delta E.f(p.f).2\pi \times 0.0885 \times \epsilon_r \times \Delta l \times 10^{-12} \\ &= 0.556 f \epsilon_r (p.f).\Delta E.\Delta l \times 10^{-12} \end{aligned}$$

রূপান্তরিত তাপীয় শক্তি, $|\Delta p| = |\Delta E|\,|\Delta I| \cos\theta$

$$= |\Delta E| \times 0.556 f \epsilon_r (p.f) |\Delta E| \Delta l \times 10^{-12}$$

$$= 0.556 |\Delta E|^2 f \epsilon_r (p.f) \Delta l \times 10^{-12}$$

ভোল্টেজের মান E হলে একক সেমিবিশিষ্ট ঘনকের মধ্যে বিদ্যুৎশক্তি হতে রূপান্তরিত সৃষ্ট তাপের পরিমাণ হবে,

$$w = 0.556\, E^2 f \epsilon_r (p.f) \times 10^{-12}\ Watt/c.c$$

উপরের সমীকরণ হতে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, উৎপাদিত হিট প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের $(E)$ এবং ফ্রিকুয়েন্সির $(f)$ উপর নির্ভরশীল।

# অধ্যায়-১৪ পাওয়ার সরবরাহ

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। পূর্ণ নাম লেখ ঃ SMPS, IPS, UPS, EMI ও MCT**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ২১, ২২, ২৪

**উত্তর ঃ**

SMPS = Switching Mode Power Supply.
IPS = Interruptible/Instant Power Supply.
UPS = Uninterruptible Power Supply.
EMI = Electro Magnetic Interference.
MCT = MOS Controlled Thyristor.

*** ২। অন-লাইন UPS কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৫

**উত্তর ঃ** অন-লাইন ইউপিএস (UPS) হচ্ছে যেসব UPS এর মধ্যে ডাবল কনভার্সন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে এবং যে UPS গুলো DC Voltage কে AC Voltage এ রূপান্তর করে থাকে। পুনরায় ইনভার্টিং এর সাহায্যে এসি ভোল্টেজকে ডিসি ভোল্টেজ এ রূপান্তর করা হয় সেই সব ইউপিএস (UPS) কে অন লাইন ইউপিএস বলে।

***** ৩। UPS এর কাজ কী?** বাকাশিবো- ২০১৮

**উত্তর ঃ** UPS এর পূর্ণ নাম হলো Uninterruptible Power Supply বা Uninterruptible Power Source। ইউপিএস (UPS) এমন একটি ইলেকট্রিক ডিভাইস যা কিছু সময়ের জন্য বিদ্যুৎ সঞ্চয় করে রাখতে পারে এবং যেকোনো মুহূর্তে কম্পিউটার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে।

**** ৪। AVR বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২১

**উত্তর ঃ** AVR হলো Automatic Voltage Regulator. অনেক ত্রুটির কারণে জেনারেটরে ভোল্টেজ কমতে বা বাড়তে পারে কিন্তু AVR সেটা স্বয়ংক্রিয়ভাবে কন্ট্রোল করে এবং সেটার ভোল্টেজ কম বা বেশি না করে সঠিক রাখে।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

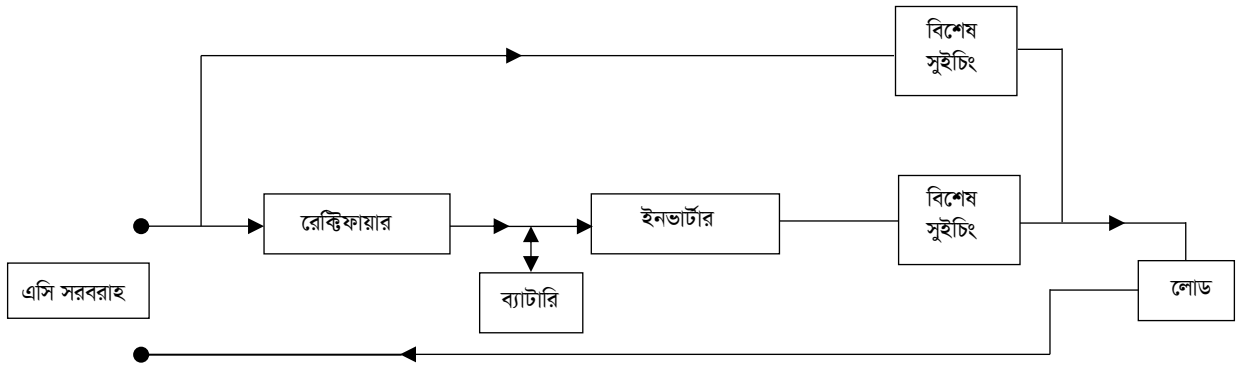
***** ১। UPS এবং IPS এর মাঝে পার্থক্য লেখ।** বাকাশিবো-২০১৬

**উত্তর ঃ** UPS এবং IPS এর মাঝে পার্থক্য নিম্নে উল্লেখ করা হলো ঃ-

| UPS | IPS |
|---|---|
| (i) UPS এর পূর্ণরূপ হলো Uninterruptible Power Supply. | (i) IPS এর পূর্ণরূপ হলো Instant Power Supply. |
| (ii) UPS এর পাওয়ার সাধারণত 2 kV. | (ii) IPS এর পাওয়ার প্রায় 16 kV বা এর চেয়ে বেশি। |
| (iii) 10 ms এর মধ্যে কার্যকর হয়। | (iii) 1s এর মধ্যে কার্যকর হয়। |
| (iv) UPS এর আউটপুট দেখতে কিছুটা স্কয়ার ওয়েভের মত। | (iv) IPS এর আউটপুট দেখতে অনেকটা স্টেপ ওয়েভ এর মত। |
| (v) কম ক্ষমতাসম্পন্ন। | (v) বেশি ক্ষমতাসম্পন্ন। |

***** ২। IPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৫, ২১, ২২

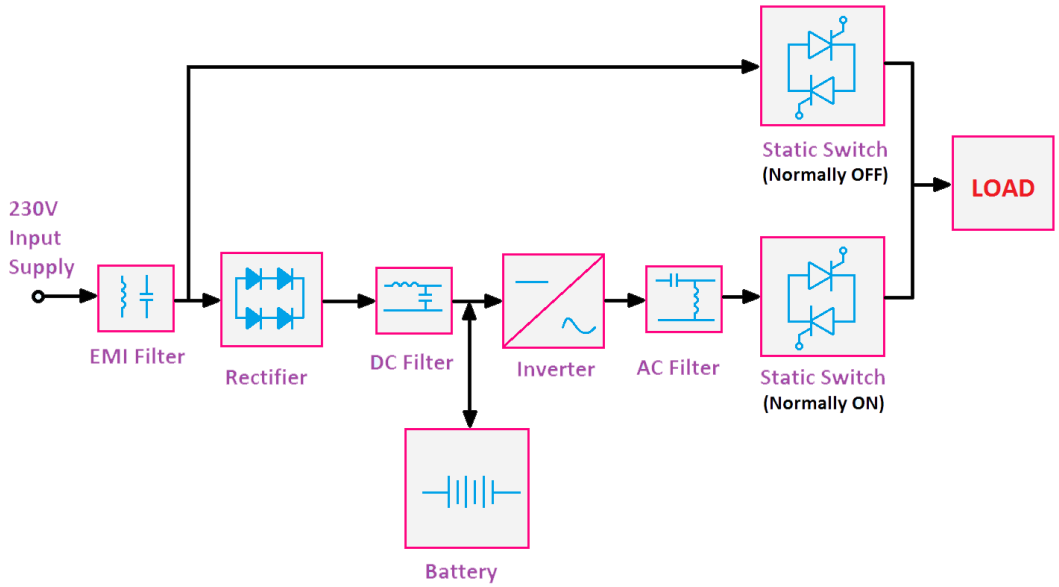
**উত্তর ঃ** IPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে অঙ্কন করা হলো ঃ-




চিত্র ঃ IPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম

***** ৩। শর্ট ব্রেক UPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো-২০১৮

**উত্তর ঃ** শর্ট ব্রেক UPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে অঙ্কন করা হলঃ



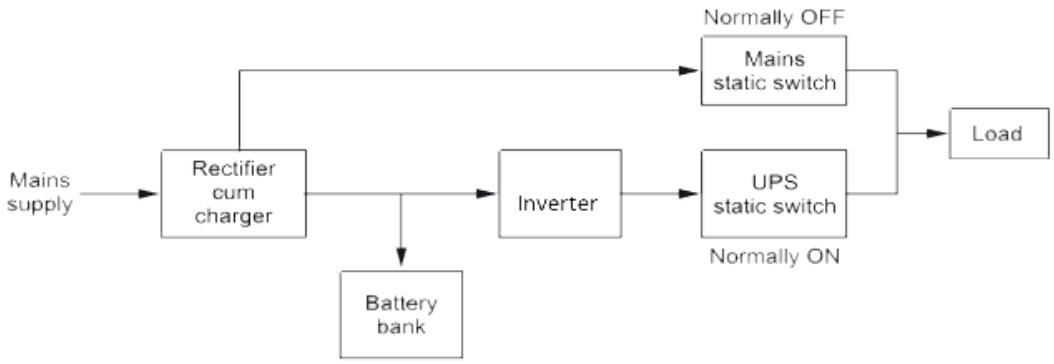

**চিত্র ঃ UPS -এর ব্লক ডায়াগ্রাম**

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

### *** ১। UPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কনপূর্বক বর্ণনা কর।

বাকাশিবো-২০১২, ১৭, ১৮

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ Block diagram of UPS

UPS এর পূর্ণরূপ হলো Uninterruptible Power Supply. ইউপিএস এমন একটি ইলেকট্রিক্যাল ডিভাইস যা কিছু সময়ের জন্য বিদ্যুৎ সঞ্চয় করে রাখতে পারে এবং যেকোনো মূহুর্তে কম্পিউটার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে। UPS তাৎক্ষণিকভাবে নিরবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে। বিদ্যুৎ সরবরাহ বিচ্ছিন্ন হতেই এটি সক্রিয় হয়ে উঠে।

উপরের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ

**রেকটিফায়ার ঃ** AC (Alternating Current) কে DC (Direct Current) তে রূপান্তরের জন্য রেকটিফায়ার সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

UPS এর আকারের উপর নির্ভর করে, সংশোধনকারী মডিউল ব্যাটারি চার্জারকে অন্তর্ভুক্ত করতে পারে। রেকটিফায়ারগুলো ব্যাপক ইনপুট ভোল্টেজের ওঠানামা গ্রহণ করতে পারে, যার অর্থ ব্যাটারিগুলোকে নিযুক্ত না করেই সিস্টেমটি ওভারলোড সামলাতে পারে।

**ব্যাটারি ঃ** UPS সিস্টেমের ব্যাটারিগুলো জরুরি পাওয়ার সরবরাহ করে যখন মেইন সরবরাহ ব্যর্থ হয়। ইউপিএস ব্যাটারি সিস্টেমে কমপক্ষে একটি স্ট্রিং ব্যাটারি থাকে UPS এর ডিসি ভোল্টেজের উপর ব্যাটারির সংখ্যা নির্ভর করে। একটি স্ট্রিংয়ের মধ্যে ব্যাটারিগুলো সিরিজে সংযুক্ত থাকে।

**ইনভার্টার ঃ** Load কে পরিচালনার জন্য AC Supply এর প্রয়োজন হয়। তাই DC কে AC পাওয়ার এ রুপান্তরের জন্য ইনভার্টার সার্কিটের প্রয়োজন হয়।

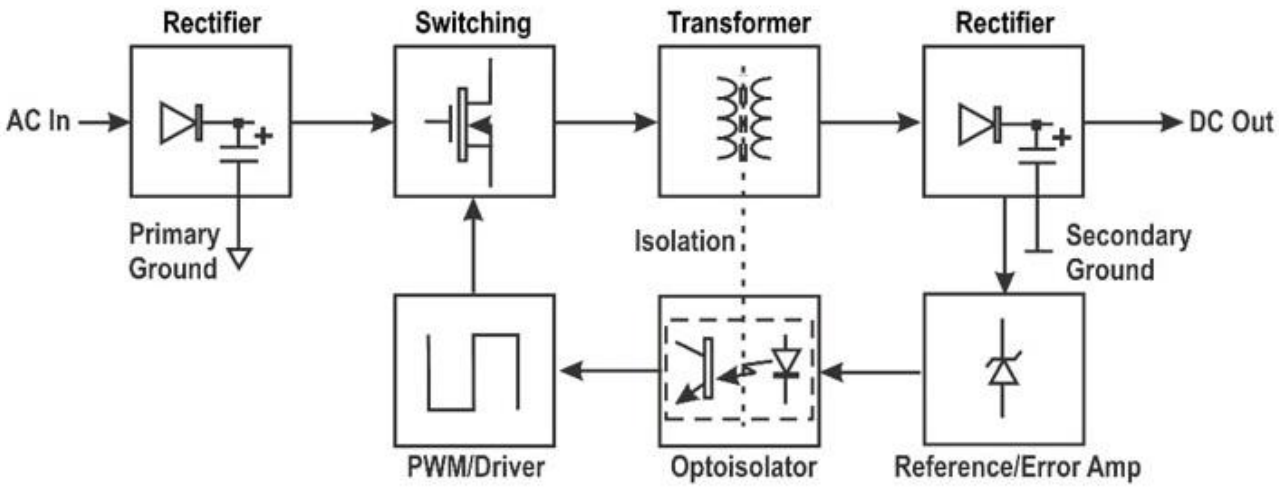
**স্ট্যাটিক বাইপাস সুইচ ঃ** UPS সিস্টেমের মধ্যে কোনো ত্রুটি থাকলে এই ক্ষেত্রে, স্থির সুইচ স্বয়ংক্রিয়ভাবে লোডটিকে মেইন সরবরাহের সাথে সংযুক্ত করে। ফলে পাওয়ার, Main Static Switch হয়ে সরাসরি লোডে সরবরাহ করে।

***** ২। SMPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ২০, ২৪

**অথবা, চিত্রসহ SMPS-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

**উত্তরঃ**



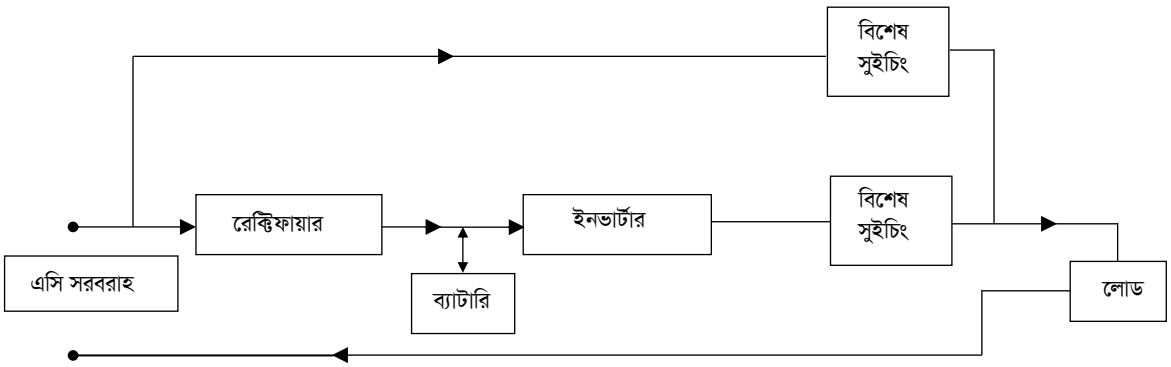

SMPS (Switched Mode Power Supply) বা সুইচ মোড পাওয়ার সাপ্লাই এখন অনেক জনপ্রিয়। মূল কারণ এর অল্প আয়তন ও স্বল্প ওজনে উচ্চ ক্ষমতা এবং সেল্ফ স্টেবিলাইজেশন সিস্টেম (Self Stabilization System). ইনপুট ভোল্ট প্রায় ১০০ ভোল্ট থেকে শুরু করে ২৭০ ভোল্ট পর্যন্ত যাই হোক না কেন আউটপুট ভোল্ট একদম নির্দিষ্ট যেমন দরকার ঠিক তাই দিতে পারে। অন্যান্য সব পাওয়ার সাপ্লাই এর মত এতেও ট্রান্সফরমার থাকে। কিন্তু এটি ফেরাইট কোর ট্রান্সফরমার। সাথে আরো সহযোগী কম্পোনেন্টও থাকে।

মূলত সুইচিং টেকনিক ব্যবহার করে এই সুইচ মোড পাওয়ার সাপ্লাই গুলো কাজ করে। এর জন্য প্রথমেই AC কে বীজ রেকটিফায়ার ও উপযুক্ত ফিল্টারিং ইন্ডাক্টর ও ক্যাপাসিটর দিয় DC করা হয়। তারপর এই উচ্চ

ভোল্টেজের ডিসি কে সুইচিং সার্কিট দিয়ে উচ্চ কম্পাঙ্ক/ফ্রিকুয়েন্সি তে ট্রান্সফরমার টিকে চালনা করা হয়। আমরা সাধারণভাবে মেইন লাইনে সরাসরি যে ট্রান্সফরমার ব্যবহার করি তা ৫০ হার্জ ফ্রিকুয়েন্সির হয়ে থাকে। কিন্তু এখানে ব্যবহার করা হয় হাই ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার। যা চপার বা ফেরাইট কোর ট্রান্সফরমার (Chopper/Ferrite Core Transformer) নামে পরিচিত। মুলত এই SMPS পদ্ধতিটি 1kHz থেকে GHz পর্যন্ত কার্যকরী হয়। তবে বেশীরভাগ SMPS পাওয়ার সাপ্লাই গুলো 18kHz থেকে 30kHz রেঞ্জের হয়ে থাকে। সাধারণত 2.5kHz এর উপরে হলেই ফেরাইট কোরে ডিজাইন চিন্তা করা হয়। এই ইনপুট ফ্রিকুয়েন্সি এবং পালস ওয়াইডথ মডুলেশনকে (PWM) কমিয়ে-বাড়িয়ে আউটপুট ভোল্টেজকে নিয়ন্ত্রণ রাখা হয়।

*** ৩। IPS এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৩

**উত্তর ঃ** IPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে নিম্নে কার্যপ্রণালী বর্ণনা করা হলো ঃ



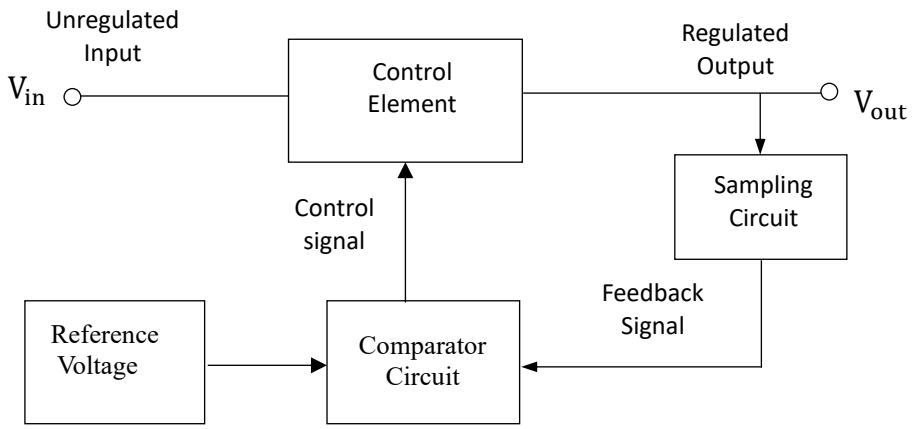

চিত্র ঃ IPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম

IPS এর পূর্ণরূপ হলো Instant Power Supply. আইপিএস হল এমন একটি ডিভাইস যার মধ্যে বিদ্যুৎ শক্তিকে জমা করে রাখা হয়। অর্থাৎ, মূল বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনে বিদ্যুৎ চলে গেলে নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত এর মধ্যে সঞ্চিত বিদ্যুৎ সরবরাহ করে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে চালানো সম্ভবপর হয়। উপরের চিত্রে, IPS এর স্বয়ংক্রিয় সুইচ থাকে যার কন্ট্যাক্ট এর পরিবর্তনে লোড সাপ্লাই পায়। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট ইনভার্টার ও কনভার্টার উভয় কাজই করে এবং একই ইউনিটের মধ্যে থাকে। এসি সাপ্লাইকে পূর্ণ ডিসিতে রুপান্তর করে ব্যাটারি চার্জ করে বিদ্যুৎ জমা রাখার কাজ করে এবং মূল বিদ্যুৎ উৎস বন্ধ হলে স্বয়ংক্রিয় সুইচের পরিবর্তনে ব্যাটারিতে জমাকৃত বিদ্যুৎ পুনরায় এসিতে রূপান্তর করে লোডে সাপ্লাই দেয়। IPS সংযোগ অবস্থায় মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই সরাসরি লোডে কাজ করে এবং একই সাথে IPS এর ব্যাটারিও চার্জ হয়। এর ক্ষমতা মূলত ব্যাটারির ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। এর রেটিং ওয়াট, কিলোওয়াট বা KVA তে প্রকাশ করা হয়। UPS এর তুলনায় IPS বহুগুণ Back up দিয়ে থাকে। তাই, IPS বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি চালনায় বেশি জনপ্রিয়।

**** ৪। অটোমেটিক ভোল্টেজ রেগুলেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

**বাকাশিবো- ২০২১**

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ Automatic Voltage regulator

AVR হলো Automatic voltage regulator। অনেক ত্রুটির কারণে লোডের ভোল্টেজ কমতে বা বাড়তে পারে। ভোল্টেজের এই অপ্রত্যাশিত কমে যাওয়া এবং বেড়ে যাওয়া সাধারণত সিস্টেমের লোড পরিবর্তনের কারণে হয়ে থাকে। উপরের চিত্রে একটি AVR এর ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। ইনপুটে আগত আনরেগুলেটেড ইনপুট ভোল্টেজ কন্ট্রোল এলিমেন্ট এ যায়। একটি স্যাম্পলিং সার্কিট দ্বারা আউটপুট ভোল্টেজ থেকে স্যাম্পল নেওয়া হয় এবং এটিকে ইনিশিয়াল প্রসেসিং করে। কম্পোরেটর সার্কিট এই সিগন্যালকে একটি রেফারেন্স ভোল্টেজ এর সাথে তুলনা করা হয় এবং এইভাবে কম্পারেটর সার্কিট একটি কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে কন্ট্রোল ইলিমেন্টে পাঠায়। এই কন্ট্রোল ইলিমেন্টে আগত কন্ট্রোল সিগন্যাল অনুযায়ী বাক-বুস্টের মাধ্যমে সিস্টেমে ভোল্টেজকে নিয়ন্ত্রণ করে সিস্টেমকে স্ট্যাবল করে, যা $V_{out}$ হিসেবে পাওয়া যায়।

# অধ্যায়-১৫ নিরাপত্তা এবং সুরক্ষা সিস্টেম

## SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ইলেকট্রনিক সিকিউরিটি সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৬

**উত্তর ঃ** ইলেকট্রনিক সিকিউরিটি সিস্টেম বলতে এমন এক প্রকার ইলেকট্রনিক সরঞ্জামকে বোঝায় যা নিরাপত্তা ক্রিয়াকলাপ যেমন, নজরদারি, অ্যাক্সেস কন্ট্রোল অ্যালামিং বা কোনো সুবিধা বা এলাকায় অনুপ্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করতে পারে যা মেইন থেকে পাওয়ার ব্যবহার করে এবং ব্যাটারির মতো পাওয়ার ব্যাক-আপ করে।

**** ২। ফায়ার সেন্সর কী?** বাকাশিবো- ২০১৯

**উত্তর ঃ** সেন্সর হচ্ছে এমন একটি ডিভাইস যা আমাদের পরিবেশ থেকে বিভিন্ন ধরনের ইনপুট সংগ্রহ করে তার একটি আউটপুট জেনারেট করে এবং তা প্রদর্শন করে। ফায়ার সেন্সর হলো এক ধরনের ডিভাইস, যা দ্বারা শিখা এবং আগুনের উপস্থিতি শনাক্ত করা যায়।

***** ৩। ফায়ার সেন্সর কত প্রকার ও কী কী?**

**উত্তর ঃ** ফায়ার সেন্সর মূলত চার প্রকার, যথা ঃ

১.স্মোক ডিটেক্টর।

২.ফ্লেম ডিটেক্টর।

৩.ফায়ার গ্যাস ডিটেক্টর।

৪.হিট ডিটেক্টর।

## SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১ । ধোঁয়া ডিটেক্টর কয়টি নীতিতে কাজ করে ও কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১৩, ১৪

**উত্তর ঃ** ধোঁয়া ডিটেকটর প্রধানত দুটি নীতিতে কাজ করে। যথা ঃ

**আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর ঃ** এটি একটি ধোঁয়া আবিষ্কারক যন্ত্র, যা জ্বলন দ্বারা সৃষ্ট অদৃশ্য কণার প্রতিক্রিয়ায় সক্রিয় হয় এবং আগুন হতে আয়োনাইজড বাতাস ডিটেক্ট করে।

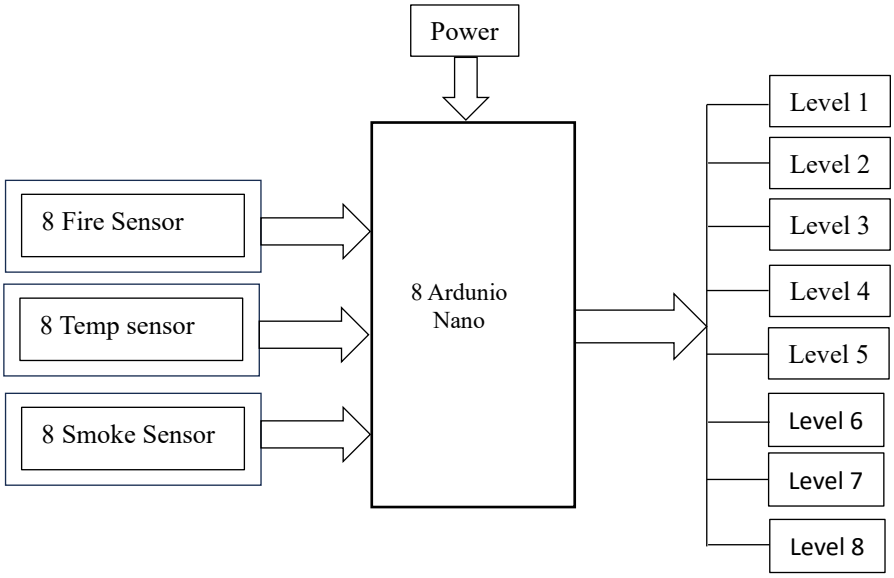
**অপটিক্যাল টাইপ ঃ** এটি এমনভাবে Design করা হয় যাতে, ধোঁয়া ডিটেক্ট করতে পারে। এতে অল্প পরিমাণ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেতেও পারে আবার নাও পারে।

সাধারণত আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর শিল্পকারখানায় এবং অপটিক্যাল টাইপ আবাসিক এলাকায় ব্যবহৃত হয়।

*** ২। Fire Alarm System এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

বাকাশিবো- ২০১৯, ২১

উত্তর ঃ



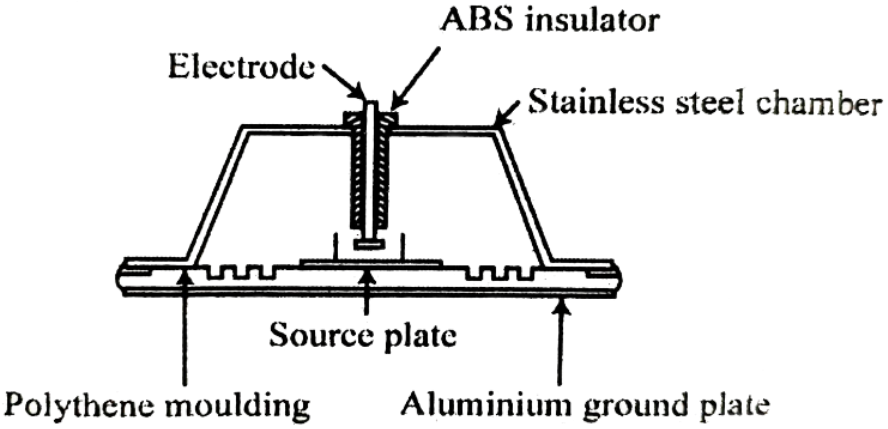

চিত্র ঃ ৮ তলা বিশিষ্ট একটি ভবনের সিকিউরিটি সিস্টেম

## SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ব্লক ডায়াগ্রামসহ Fire detector System এর কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০১৮, ১৯

**উত্তর ঃ** কোথাও আগুন লাগলে যে পদ্ধতির মাধ্যমে সতর্ক করা হয় তাকে ফায়ার ডিটেক্টর সিস্টেম বলে। এটা এমন সিস্টেম যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে আগুন নির্ণয় করবে ও অ্যালার্ম দিবে এবং অন্য কোনো ব্যবস্থা থাকলে তারও সংকেত দিবে (অডিও সিস্টেম)। ফায়ার সার্ভিসের সাথে কোনো সংযোগ থাকতে পারে বা ফায়ার সার্ভিসকেও সংকেত দিতে পারে। ধোঁয়া ডিটেক্টর প্রধানত দুটো নীতিতে কাজ করে। যথাঃ- (i) আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর (ii) অপটিক্যাল টাইপ।

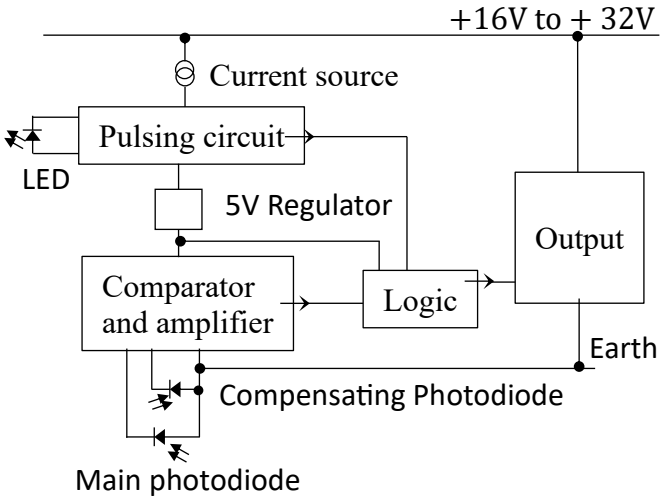
**আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর ঃ** আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর আগুন হতে আয়োনাইজড বাতাস (Air) ডিটেক্ট করে, যদিও উক্ত বাতাসের সাথে অল্প দৃশ্যমান ধোঁয়া থাকতে পারে আবার নাও থাকতে পারে।




চিত্র ঃ আয়োনাইজেশন চেম্বারের গঠন

আয়োনাইজেশন ডিটেক্টরে তেজস্ক্রিয় সোর্স সাধারণত Americium-241($241_{AM}$) কম সক্রিয় লেভেলে, টিপিক্যালি 0.8/mci ব্যবহৃত হয়। যা উপরের চিত্রে আয়োনাইজেশন চেম্বার সাজানোর ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে। Americium দ্বারা আলফা অণুর (হিলিয়াম আয়ন) নির্গমনের কারণে সোর্স প্লেট ও ইলেকট্রোডের গ্যাপের মধ্যে সাধারণ কন্ডাকশন হয়।

আয়োনাইজেশন ডিটেক্টরে অল্প তেজস্ক্রিয় পদার্থ থাকে যা বৈদ্যুতিক চার্জসহ দুটি প্লেটের মধ্যে বসে থাকে। চার্জ বাতাসকে আয়নিত করে এবং প্লেটের মধ্যে একটি কারেন্ট সঞ্চালন করে। চেম্বারে ধোঁয়া প্রবেশ করলে আয়ন প্রবাহ ব্যাহত হয় এবং অ্যালার্ম বাজতে থাকে।



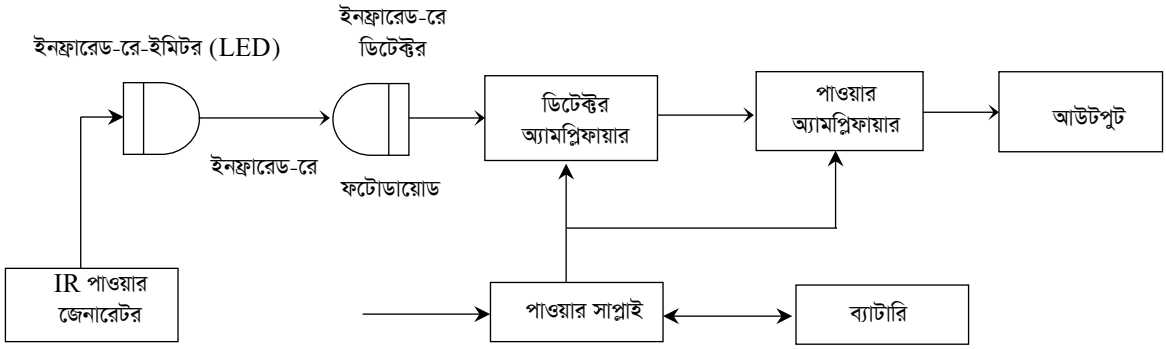

চিত্র ঃ ফটো-ইলেকট্রিক স্মোক ডিটেক্টরের ব্লক ডায়াগ্রাম

**অপটিক্যাল টাইপ ঃ** এটি ধোঁয়া ডিটেক্ট করার জন্য সাজানো (Designed), যাতে অল্প পরিমাণ তাপমাত্রার বৃদ্ধি হতে পারে আবার নাও হতে পারে।

উপরের চিত্র হতে দেখা যায় যে, ধোঁয়ার অনুপস্থিতিতে LED হতে আলোর বিম ফটোসেলকে উদ্ভাসিত করতে পারবে না। একটি ব্যালেন্সিং ফটোডায়োড আছে, যা অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হতে ফটোসেলে আলো পৌছার প্রবনতাকে নষ্ট করে। ধোঁয়ার উপস্থিতিতে, ধোঁয়ার অণু হতে চতুর্দিকে ছড়ানো আলো, ফটোসেলে আলো পৌছার তীক্ষ্ণতাকে বৃদ্ধি করে কিন্তু কমপেনসেটিং ফটোডায়োড তার প্রভাব খুব অল্প হয়। LED (Light Emitting Diode) এর জন্য পালসিং সার্কিট একটি কনস্ট্যান্ট কারেন্ট সোর্স হতে চালু হয়, ঘন আলোর বিমের জন্য উচ্চ পিক কারেন্ট ব্যবহৃত করা হয়। প্রধান ফটোসেন্সর ও সাহায্যকারী ফটোডায়োড হতে প্রাপ্ত ইনপুটদ্বয়কে তুলনা করা হয় এবং কম্পারেটরের আউটপুটকে লজিক সার্কিট চালনার জন্য ব্যবহার করা হয়।

**** ২। নন-টাচ টাইপ পারসন ডিটেক্টরের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৯, ১৪, ১৫

**উত্তর ঃ**




চিত্র ঃ নন-টাচ টাইপ পারসন ডিটেক্টর

উপরের চিত্রে একটি নন-টাচ পারসন ডিটেক্টর এর চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। যার টাচ প্লেটের স্থলে ইনফ্রারেড-রে ব্যবহার করা হয়, যাতে একটি ইনফ্রারেড রে ইমিটার এবং ফটোডায়োড টাইপ ডিটেক্টর ব্যবহার করা হয়। যখন সিস্টেমটি চালু হয়ে থাকে তখন (Infrared- ray) Power generator দ্বারা DC সরবরাহ অথবা উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির AC (IR) LED এ সরবরাহ করা হয়। ফলে এই LED টি অদৃশ্য Infrared- ray (অবলোহিত রশ্মি) উৎপন্ন করে, যা বাধাহীনভাবে ফটোডায়োডে পতিত হয় এবং এর সাথে সংযুক্ত অ্যামপ্লিফায়ার এর একটি নির্দিষ্ট মানের কারেন্ট প্রবাহ করায়, যাতে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারে সর্বনিম্ন বা শূন্য কারেন্ট মান বজায় রাখে। ফলে আউটপুটগুলো কোনো কাজ করে না। যখন কোনো ব্যক্তি (চোর) উক্ত Ray ( রশ্মি) কে কর্তন করে বা বাধা প্রদান করে, তখন ডিটেক্টর অ্যামপ্লিফায়ার এর আউটপুট পরিবর্তিত হয়ে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারকে এমনভাবে ড্রাইভ দেয় যাতে আউটপুটগুলো সক্রিয় হয়ে সতর্কতা সংকেত প্রদান করতে থাকে। প্রত্যেকটিতে এ (ধরনের ইনফ্রারেড-রে) LED এবং ডিটেক্টর (ফটোডায়োড) টাইপ কাপলিং ব্যবহার করা হয়। এর যে কোনো একটি বাধা প্রাপ্ত হলে একই রকম সতর্ক সংকেত পাওয়া যায়।

# বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

## ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

## ৩য় পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০২২

## টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স [২০২২ প্রবিধান]

## বিষয় ঃ ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স ( বিষয় কোড ঃ ২৬৮৩৩ )

**সময় ঃ ৩ ঘন্টা** **পূর্ণমান ঃ ৯০**

**ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্ন এবং গ- বিভাগের যেকোনো ৫ টি প্রশ্নের উত্তর দাও।**

**ক-বিভাগ (মান ঃ ২ ×১০ = ২০)**

১। UJT কে সুইচিং ডিভাইস বলা হয় কেন?

২। ব্রেক ওভার ভোল্টেজ কী?

৩। ফ্লাই হুইল ডায়োডের কাজ কী?

৪। চপারের কাজ কী?

৫। Inverter কয় প্রকার ও কী কী?

৬। কম্পারেটর কী?

৭। DIAC কী?

৮। পূর্ণরূপ লেখ ঃ MOSFET ও SMPS.

৯। স্ট্যান্ড অফ রেশিও কী?

১০। SCR Turn Off করার শর্ত কী?

## খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। বেসিক পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেমের ব্লক ডায়গ্রাম অঙ্কন কর।

১২। DIAC ও TRIAC-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

১৩। সাইক্লো-কনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

১৪। MOSFET ও IGBT-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

১৫। IPS-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

১৬। Op-Amp-এর ব্যবহার লেখ।

১৭। কন্ট্রোল রেকটিফায়ারের ব্যবহার লেখ।

১৮। ডাই ইলেকট্রিক হিটিং-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

১৯। চপারের মূলনীতি লেখ।

২০। SCR-এর ট্রানজিস্টর সমতুল্য বর্তনী অঙ্কন কর।

## গ-বিভাগ (মান ঃ ৮ × ৫ = ৪০)

২১। GTO-এর টার্ন অন ও টার্ন অফ পদ্ধতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

২২। ভোল্টেজ স্টেপ ডাউন চপারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৩। ব্লক ডায়াগ্রামসহ SMPS-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৪। UJT রিলাক্সেশন অসিলেটর সার্কিট অঙ্কনপূর্বক-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

২৫। পাওয়ার ডায়োডের গঠন বর্ণনা কর।

২৬। Non-inverting amplifier-এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে,

$$A = 1 + \frac{R_A}{R_m}$$

২৭। চিত্রসহ UPS-এর কার্যনীতি বর্ণনা কর।

# বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

## ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

## ৩য় পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা- ২০২৩

## টেকনোলজি ঃ ৩য় পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০২২ প্রবিধান)

## বিষয় ঃ ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স (বিষয় কোড ঃ ২৬৮৩৩)

**সময় ঃ ৩ ঘন্টা** **পূর্ণমান ঃ ৯০**

**ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্ন এবং গ-বিভাগের যেকোনো ৫ টি প্রশ্নের উত্তর দাও।**

## ক-বিভাগ (মান ঃ ২ ×১০ = ২০)

১। পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কাকে বলে?

২। পূর্ণনাম লেখ : MOSFET ও IPS।

৩। UJT-কে সুইচিং ডিভাইস বলা হয় কেন?

৪। OP-Amp-এর গোল্ডেন রুল দুটি লেখ।

৫। থাইরিস্টর বলতে কী বুঝায়?

৬। ব্রেক ওভার ভোল্টেজ কী?

৭। ফ্লাই হুইল ডায়োডের কাজ কী?

৮। কন্ট্রোলড রেক্টিফায়ার কাকে বলে?

৯। চপারের ডিউটি সাইকেল কী?

১০। আয়োনাইজেশন ডিটেক্টর বলতে কী বুঝায়?

## খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। GTO-এর টার্ন-অন ও টার্ন-অফ পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

১২। SCR-এর ট্রানজিস্টর সমতুল্য বর্তনী অঙ্কন কর।

১৩। ডায়াক ও ট্রায়াকের মাঝে তুলনামূলক পার্থক্য লেখ।

১৪। কন্ট্রোলড রেক্টিফায়ারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

১৫। থ্রি-ফেজ কনভার্টারের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

১৬। সিঙ্গেল-ফেজ মিড পয়েন্ট কনফিগারেশন সাইক্লোকনভার্টারের সার্কিট অঙ্কন কর।

১৭। সিঙ্গেল-ফেজ সিরিজ ইনভার্টারের কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।

১৮। ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

১৯। ইন্ডাকশন হিটিং-এর সুবিধাগুলো লেখ।

২০। নন-টাচ পারসন ডিটেক্টরের কাজ লেখ।

## গ-বিভাগ (মান ঃ ৮ × ৫ = ৪০)

২১। সিরিজ সংযুক্ত ডায়োডের (V-I) বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

২২। IGBT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৩। ভোল্টেজ স্টেপ ডাউন চপারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৪। অ্যাডার অপারেশনাল অ্যাম্প্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৫। ডাইইলেকট্রিক হিটিং-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

২৬। ব্লক ডায়াগ্রামসহ SMPS-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৭। UJT রিলাক্সেশন অসিলেটর সার্কিট অঙ্কনপূর্ব এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

# বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

## ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

## ৩য় পর্ব সমাপনী ও ৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা- ২০২৪

## টেকনোলজি ঃ ৩য় পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল, ৬ষ্ঠ পর্ব ঃ মেকাট্রনিক্স (২০২২ প্রবিধান)

## বিষয় ঃ ইন্ডাস্ট্রিয়াল ইলেকট্রনিক্স ( বিষয় কোড ঃ ২৬৮৩৩ )

**সময় ঃ ৩ ঘন্টা** **পূর্ণমান ঃ ৯০**

**ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্ন এবং গ- বিভাগের যেকোনো ৫ টি প্রশ্নের উত্তর দাও।**

### ক-বিভাগ (মান ঃ ২ ×১০ = ২০)

১। Power Electronics বলতে কী বোঝায়?

২। MOSFET-কে IGFET বলা হয় কেন?

৩। UJT-এর ক্ষেত্রে Stand-off-ratio বলতে কী বোঝায়?

৪। CMRR কাকে বলে?

৫। Forward break over voltage কাকে বলে?

৬। Chopper বলতে কী বোঝায়?

৭। Induction heating কী?

৮। সাইক্লোকনভার্টার কাকে বলে?

৯। Electronic drive system বলতে কী বোঝায়?

১০। পূর্ণরূপ লেখ ঃ SMPS, IPS, UPS I MCT।

## খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। Power electronics-এর 5 টি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

১২। DIAC-এর বৈশিষ্ট্যরেখা অঙ্কন কর।

১৩। MOSFET-এর প্রকারভেদ দেখাও।

১৪। একটি আদর্শ Operational amplifier-এর কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

১৫। MOSFET ও IGBT-এর মাঝে 5টি পার্থক্য লেখ।

১৬। SCR-এর ল্যাচিং প্রসেস সংক্ষেপে লেখ।

১৭। চপার-এর মূলনীতি লেখ।

১৮। Flywheel diode কাকে বলে? এর কাজ লেখ।

১৯। SCR, DIAC ও TRIAC-এর ঝুসনড়ষ আঁক।

২০। AVR-এর মূলনীতি লেখ।

## গ-বিভাগ (মান ঃ ৮ × ৫ = ৪০)

২১| UJT relaxation oscillator-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২২। GTO-Gi Turn-on I Turn-off process চিত্রসহ বর্ণনা কর।

২৩। দেখাও যে, Operational amplifier summing amplifier হিসেবে কাজ করে।

২৪। Di-electric heating-এর মূলনীতি উল্লেখপূর্বক প্রমাণ কর যে,

$$w = 0.556E^2\varepsilon_r\,(p.f) \times 10^{-12} w/cc.$$

২৫। SCR-এর ফরোয়ার্ড ও রিভার্স বৈশিষ্ট্যরেখা অঙ্কনপূর্বক বিস্তারিত বর্ণনা কর।

২৬। TRIAC-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২৭। চিত্রসহ SMPS-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।