অধ্যায়-১

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং পাওয়ার ডায়োড
(Power Electronics and Power Diode)

১.১ পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের সংজ্ঞা (Definition of power electronics) :

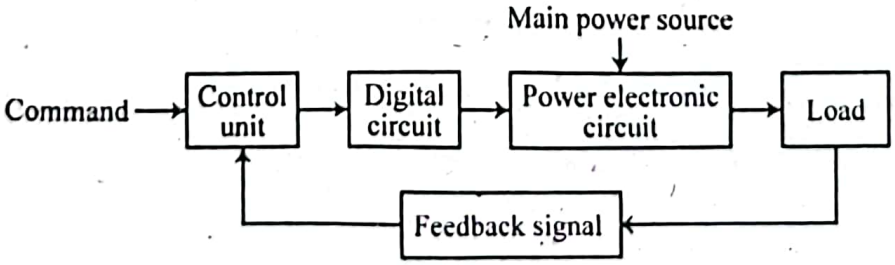
পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর এমন একটি শাখা, যেখানে বৈদ্যুতিক শক্তির নিয়ন্ত্রণ এবং রূপান্তর সম্পর্কিত বিষয় আলোচনা করা হয়, যা Power electronics এবং Control-এর সমন্বয়ে গঠিত। পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স ১৯০০ সালে মার্কারি আর্ক দ্বারা সূচনা হয়। তারপর ধাতব ট্যাংক রেক্টিফায়ার, গ্রিড নিয়ন্ত্রণ ভ্যাকুয়াম টিউব রেক্টিফায়ার, ইগনিট্রন, পেনেট্রন এবং থাইরাট্রনের ব্যবহার শুরু হয়। ১৯৫০ সাল পর্যন্ত এই ডিভাইস পাওয়ার নিয়ন্ত্রণে ব্যবহার করা হত।

১৯৪৮ সালে সিলিকন ট্রানজিস্টর Bell Telephone Laboratories-এর বিজ্ঞানী Bardeen, Brattain এবং Schockley কর্তৃক আবিষ্কৃত হওয়ায় পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের বিবর্তন ঘটে। বর্তমানে আরো আধুনিক ইলেকট্রনিক প্রযুক্তিবিদ্যা আবিষ্কৃত হচ্ছে। ১৯৫৬ সালে Bell Laboratories কর্তৃক SCR আবিষ্কৃত হওয়ার পর Power electronics দ্রুত উন্নত হয়।

১৯৫৮ সালে দ্বিতীয় পর্যায়ে Electronics-এর ক্রমবিবর্তন ঘটে ও General electronics company কর্তৃক বাণিজ্যিকভাবে থাইরিস্টর উৎপাদিত হয়। এটা Power electronics-এর নতুন যুগের সূচনা করে। বর্তমানে বহুসংখ্যক ডিভাইস এবং রূপান্তর পদ্ধতি আবিষ্কৃত হচ্ছে। Microelectronics-এর বিবর্তন প্রচুর পরিমাণ তথ্যকে দ্রুত প্রক্রিয়াকরণে সহায়তা করছে। তাই বিভিন্ন মানে ও পরিমাণে প্রচুর পরিমাণ শক্তিকে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

বহু বছর যাবৎ শিল্পকারখানা নিয়ন্ত্রণ এবং ইলেকট্রিক মোটর System-এর Electrie power নিয়ন্ত্রণের চেষ্টা চলছিল। এই ক্রমবিবর্তনে Word Leonard পদ্ধতিতে DC মোটর ড্রাইভ দ্বারা নিয়ন্ত্রণের বিভিন্ন মানের DC Voltage উৎপাদন করার ব্যবস্থা করা হয়, যা Power electronics-এ পাওয়ার রূপান্তর, পাওয়ার নিয়ন্ত্রণ এবং ইলেকট্রিক্যাল মোটর ড্রাইভসমূহ নিয়ন্ত্রণের জন্য বিপ্লব ঘটায়।

১.২ বেসিক পাওয়ার ইলেকট্রনিক সিস্টেম এর ব্লক ডায়াগ্রাম ব্যাখ্যা (Explain the block diagram of a basic power electronic system) :



চিত্র : ১.১ পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স-এর ব্লক ডায়াগ্রাম

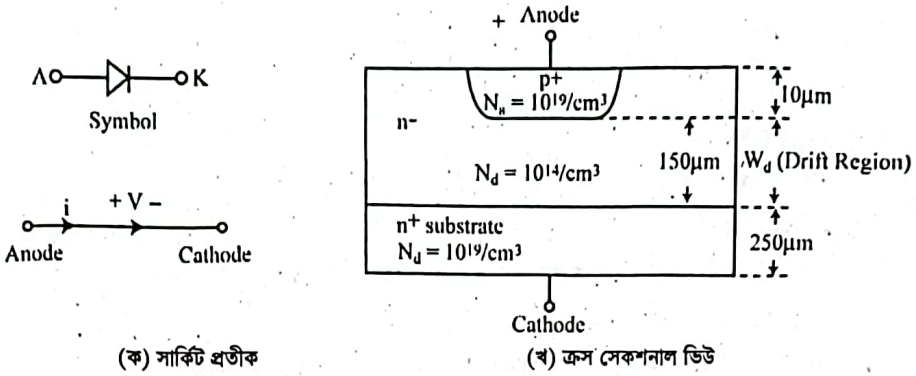
- ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে এর প্রধান সোর্স এসি অথবা ডিসি।
- পাওয়ার ইলেকট্রনিক সার্কিটের আউটপুট পরিবর্তনশীল এসি বা ডিসি হতে পারে অথবা প্রয়োজনের ভিত্তিতে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ এবং ফ্রিকুয়েন্সি হতে পারে। এটি পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কনভার্সন সার্কিট নামেও পরিচিত। এটিকে বৈদ্যুতিক এবং ইলেকট্রনিক উপাদানগুলোর একটি গ্রুপ হিসেবে বর্ণনা করা যায়, যা এক ফর্ম হতে অন্য ফর্মে বৈদ্যুতিক শক্তি গঠনের জন্য সাজানো হয়।
- ফিডব্যাক উপাদান লোডের একটি প্যারামিটার পরিমাপ করে এবং কমান্ড সিগন্যালের সাথে এটি তুলনা করে।
- দুটি সিগন্যালের পার্থক্য ডিজিটাল সার্কিটের তাৎক্ষণিক কন্ট্রোলের মাধ্যমে সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইসটি চালু করা হয়।
- লোড সার্কিট কমান্ড সিগন্যাল-এর সাথে সমন্বয় করে বিস্তৃত পরিসরে কন্ট্রোল করা যেতে পারে।
- পাওয়ার ইলেকট্রনিক সার্কিট লোড-এর মধ্যে বেশিরভাগ অ্যাপ্লিকেশনে ফিল্টার সার্কিট যোগ করা হয়।
- কনভার্টার দ্বারা উৎপন্ন যে-কোনো হারমোনিক্সকে মেইনগুলোতে ফিডব্যাক হওয়া বা স্পেস-এ বিকিরণ করা থেকে প্রতিরোধ করার জন্য একটি ফিল্টার প্রয়োজন।

CamScanner

১.৩ পাওয়ার ডায়োড-এর সংজ্ঞা (Definition of power diode) :

পাওয়ার ডায়োড একটি ক্রিস্টাল সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে রূপান্তরিত করে। রেকটিফায়ারের মতোই কাজ করে। সাধারণ ডায়োডের মতো পাওয়ার ডায়োডের ও দুটি প্রান্ত থাকে। একটি অ্যানোড বা পজিটিভ প্রান্ত অন্যটি ক্যাথোড বা নেগেটিভ প্রান্ত।

নিম্নে একটি পাওয়ার ডায়োডের গঠন চিত্র ও সার্কিট প্রতীক অঙ্কন করে দেখানো হলো–



(ক) সার্কিট প্রতীক (খ) ক্রস সেকশনাল ভিউ

চিত্র : ১.২ পাওয়ার ডায়োড

চিত্রে একটি n টাইপ সাবস্ট্রেটের উপর p টাইপ ম্যাটেরিয়াল দ্বারা হালকা ডোপিং করে অ্যানোড প্রান্ত তৈরি করা হয়েছে, যা ডায়োডে পজিটিভ প্রান্ত হিসেবে কাজ করে এবং যার পুরুত্ব খুব কম হয়ে থাকে। অন্যদিকে n টাইপ ম্যাটেরিয়ালের উচ্চ ডোপিং করে ক্যাথোড প্রান্ত তৈ করা হয়েছে, যার পুরুত্ব সবচেয়ে বেশি এবং এটি ডায়োডের নেগেটিভ প্রান্ত হিসেবে কাজ করে থাকে। অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মাঝামা লেয়ারকে ড্রিফ্ট রিজিয়ন বলা হয়, যার পুরুত্ব অ্যানোডের চেয়ে বেশি কিন্তু ক্যাথোডের চেয়ে কম হয়ে থাকে। একটি ডায়োডের ব্রেক ডা ভোল্টেজ এবং ওহমিক লস এই লেয়ারের উপর নির্ভর করে। লেয়ার বাড়লে ব্রেকডাউন ভোল্টেজও বাড়ে। এই লেয়ারের অন্যতম সমস্যা হ এর উচ্চ ওহমিক লস যা ডায়োডে উচ্চ তাপ উৎপন্ন করে, ফলে ডায়োড পুড়ে বা নষ্ট হয়ে যায়। সাধারণত একটি ডায়োডের বিভিন্ন লেয়ারে সাইজ এর কারেন্ট বহন ক্ষমতার সাথে পরিবর্তন করা হয়ে থাকে।

১.৪ পাওয়ার সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের প্রকারভেদসমূহের তালিকা (Types of power semiconductor diode) :

Power semiconductor device-সমূহ সাধারণত দু'ধরনের হয়ে থাকে–

১। দুই টার্মিনাল ডিভাইস (Two terminal device)

২। তিন টার্মিনাল ডিভাইস (Three terminal device)

১। **Two terminal device** : Two terminal device দু'প্রকার–

(ক) PIN diode

(খ) Schottky diode.

২। **Three terminal device** : Three terminal device ৫ (পাঁচ) প্রকার–

(ক) POWER MOSFET

(খ) JFET

(গ) IGBT

(ঘ) BJT

(ঙ) Thyristor.

Minority charge carrier হিসাবে device চার প্রকার–

(i) PIN diode

(ii) IGBT

(iii) BJT

(iv) Thyristor.

Majority charge carrier হিসেবে device তিন প্রকার–

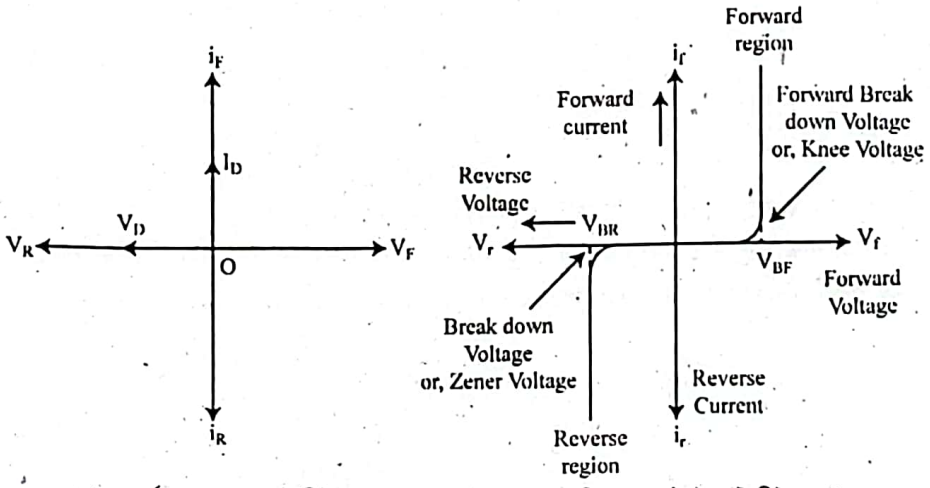
(i) Schottky diode

(ii) Power MOSFET

(iii) JFET.

CamScanner

১.৫ পাওয়ার ডায়োডের ভি-আই বৈশিষ্ট্য রেখা ব্যাখ্যা (Explanation of the V-I characteristics of different types of power diode) :



(ক) আদর্শ ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্যরেখা (খ) ব্যবহারিক ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা

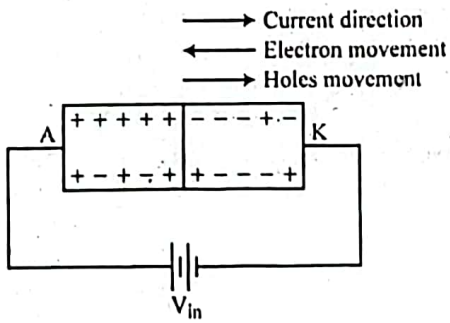
চিত্র : ১.৩ আইডিয়াল এবং প্র্যাকটিক্যাল ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য রেখা

যখন ডায়োডের অ্যানোড প্রান্তে পজিটিভ ভোল্টেজ এবং ক্যাথোড প্রান্তে নেগেটিভ ভোল্টেজ দেওয়া হয় তখন ডায়োডকে ফরোয়ার্ড বায়াসড বলা হয় এবং ডায়োড কন্ডাকশনে যায়। এ সময় V_{BF} পর্যন্ত ডায়োডের মধ্য দিয়ে অল্প পরিমাণ ফরোয়ার্ড কারেন্ট প্রবাহিত হয়। V_{BF}-এর চেয়ে বেশি ফরোয়ার্ড ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে ফরোয়ার্ড কারেন্টের মান খুব দ্রুত বৃদ্ধি পায়। আবার যখন অ্যানোডে নেগেটিভ ভোল্টেজ এবং ক্যাথোডে পজিটিভ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তখন ডায়োডকে রিভার্স বায়াসড বলা হয়। এ সময়ে ডায়োডে মাইনোরিটি ক্যারিয়ারের জন্য অল্প পরিমাণ রিভার্স কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কিন্তু রিভার্স ভোল্টেজের মান যখন V_{BR} এর চেয়ে বেশি হয় তখন ডায়োডে রিভার্স ব্রেক ডাউন ঘটে এবং উচ্চ পরিমাণে রিভার্স কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা উপরের চিত্রে দেখানো হয়েছে। এখানে, V_{BF}-কে ডায়োডের ফরোয়ার্ড ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা নী ভোল্টেজ বলা হয় এবং V_{BR}-কে রিভার্স ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বা জিনার ব্রেকডাউন ভোল্টেজ বলা হয়।

১.৬ বিভিন্ন প্রকার পাওয়ার ডায়োডের সুইচিং বৈশিষ্ট্য (Switching characteristics of different types of diode) :

আইডিয়াল ডায়োডের সুইচিং বৈশিষ্ট্য (Switching characteristics of ideal diode) :

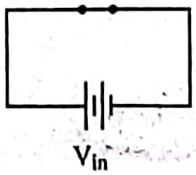
অন স্টেট (ON state) :



চিত্র : ১.৪

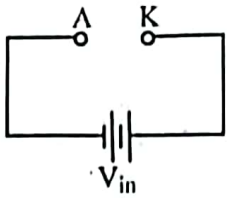
যখন, $V_{in}>0$ তখন ডায়োডটি অন হবে।

অন কন্ডিশনে ডায়োডটি শর্ট সার্কিটের মত কাজ করবে, অন কন্ডিশনে কারেন্ট অ্যানোড থেকে ক্যাথাডের দিকে প্রবাহিত হবে।



চিত্র : ১.৫

অফ স্টেট (OFf state) :

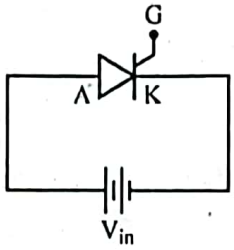


চিত্র : ১.৬

যখন, $V_{in}<0$ তখন ডায়োডটি অফ হয়ে যাবে। ডায়োডটি অপেন সার্কিটের মতো কাজ করবে।

ডায়োডের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ $V_{AK} = V_{in}<0$ সবসময় V_{AK} নেগেটিভ হবে যখন ডায়োডটি অফ কন্ডিশনে থাকে।

SCR বা থাইরিস্টর-এর সুইচিং বৈশিষ্ট্য (Switching characteristics of SCR or Thyristor) :



চিত্র : ১.৭

অন পিরিয়ড (ON period) :

$V_{in}>0$ & $I_G \neq 0$ হলে এটি একটি ডায়োডের মত কাজ করে। যখন কারেন্ট অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে প্রবাহিত হয়, তখন SCR একটি শর্ট সার্কিটের মতো কাজ করে।

$\therefore V_{AK} = 0$

অফ পিরিয়ড (OFF period) :

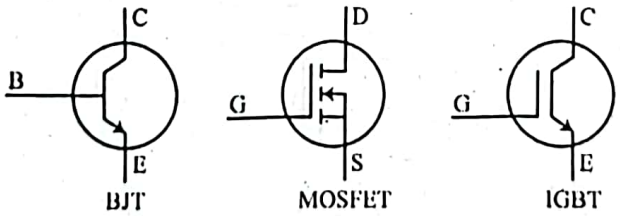
Case 1 : যখন $V_{in}<0$ তখন এটি অপেন সার্কিট এর মতো কাজ করবে। কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। SCR-এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ হবে $V_{AK} = V_{in}<0$

Case 2 : যখন $V_{in}>0$ কিন্তু $I_G = 0$. তখন এটি অপেন সার্কিট-এর মতো কাজ করে। এর মধ্য দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হবে না।

SCR-এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ হবে $V_{AK} = V_{in}>0$। অফ পিরিয়ডে SCR-এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ পজেটিভ অথবা নেগেটিভ হতে পারে।

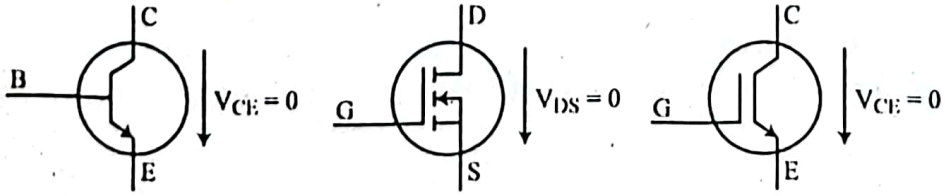
MOSFET/BJT/IGBT-এর সুইচিং বৈশিষ্ট্য (Switching characteristics of MOSFET/BJT/IGBT) :

MOSFET, BJT এবং IGBT ডিভাইসসমূহের সুইচিং বৈশিষ্ট্য একই।



চিত্র : ১.৮

অন স্টেট (ON state) :



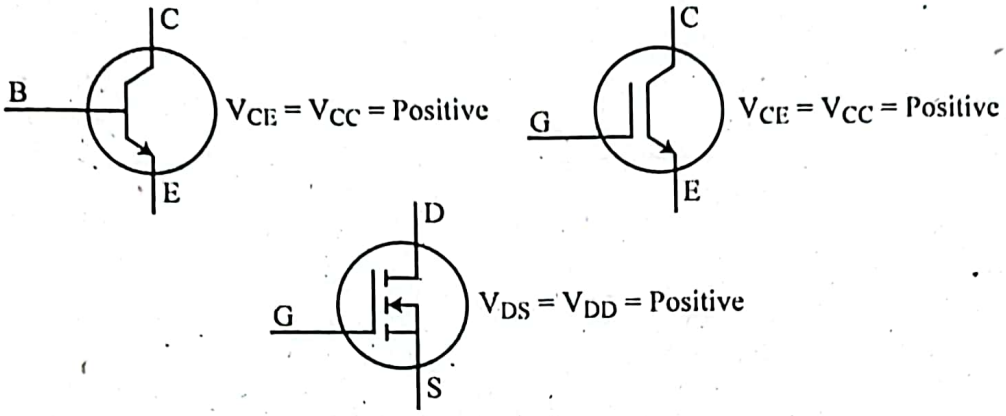
চিত্র : ১.৯

যখন $V_{CE} = 0$ তখন BJT-এর মধ্য দিয়ে ম্যাক্সিমাম কারেন্ট প্রবাহিত হয় অর্থাৎ BJT ON সুইচ হিসেবে কাজ করে।

একইভাবে $V_{DS} = 0$ এবং $V_{CE} = 0$ তখন MOSFET এবং IGBT-এর মধ্যদিয়ে ম্যাক্সিমাম কারেন্ট প্রবাহিত হয় অর্থাৎ ON সুইচ হিসেবে কাজ করে।

CamScanner

অফ স্টেট (OFF state) :

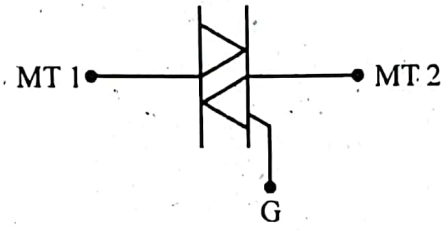


চিত্র : ১.১০

যখন $V_{CE} = V_{CC}$ তখন BJT-এর মধ্য দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ BJT OFF সুইচ হিসেবে কাজ করে।

একইভাবে $V_{CE} = V_{CC}$ এবং $V_{DS} = V_{DD}$ তখন IGBT এবং MOSFET এর মধ্যদিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। অর্থাৎ, OFF সুইচ হিসেবে কাজ করে।

ট্রায়াকের সুইচিং বৈশিষ্ট্য (Switching characteristics of TRIAC) :



চিত্র : ১.১১

অন পিরিয়ড (ON period) :

যখন $I_G \neq 0$ & $MT_1 > MT_2$ তখন MT_1 থেকে MT_2 দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

আবার যখন $I_G \neq 0$ & $MT_1 < MT_2$ তখন MT_2 থেকে MT_1 এর দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এটি দ্বিমুখী সুইচ হিসেবে কাজ করে।

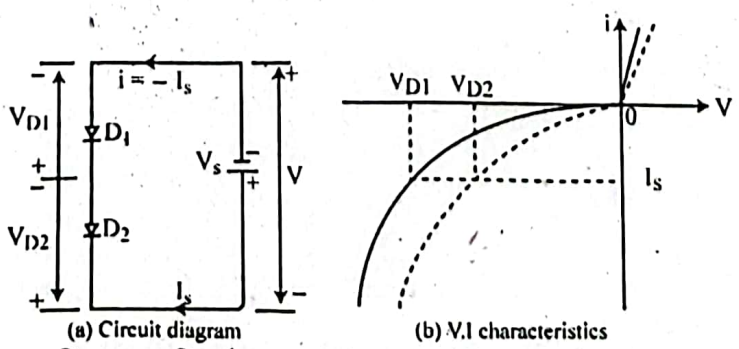
অফ পিরিয়ড (OFF Period) :

যখন $I_G = 0$ & $MT_1 > MT_2$ এবং $I_G = 0$ & $MT_2 > MT_1$ তখন এর মধ্য দিয়ে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। অর্থাৎ, এটি অফ অবস্থায় কাজ করে।

১.৭ সিরিজ সংযুক্ত ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য (The V-I characteristics of series connected diodes) :

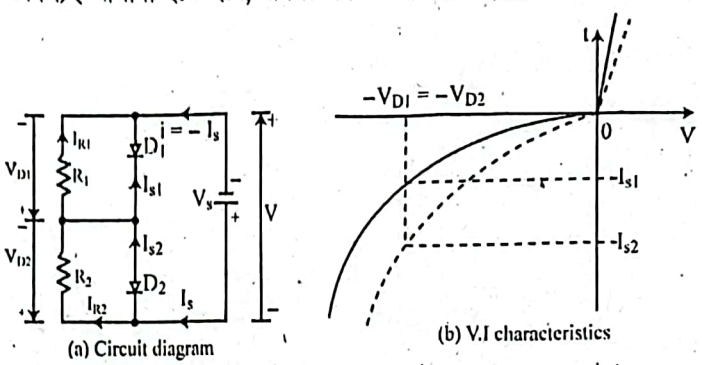
অনেক সময় উচ্চ ভোল্টেজ প্রয়োগের ক্ষেত্রে একটি বাণিজ্যিক সহজপ্রাপ্য ডায়োড দ্বারা প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ রেটিং পাওয়া যায় না। ফলে ডায়োডসমূহ সিরিজে সংযুক্ত করা হয়, তাতে রিভার্স ব্লোকিং ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

মনে করি, দুটো ডায়োড চিত্রের মতো সংযুক্ত আছে। বাস্তব ক্ষেত্রে এ প্রকার ডায়োডের V–I বৈশিষ্ট্য রেখা তাদের উৎপাদন ত্রুটির কারণে এক হয় না। চিত্রে একপ্রকার ডায়োডের V–I বৈশিষ্ট্য রেখা দেখানো হয়েছে। ফরোয়ার্ড বায়াস অবস্থানে, উভয় ডায়োড একই পরিমাণ কারেন্ট কন্ডাক্ট করে এবং প্রতিটি ডায়োডের ফরোয়ার্ড ভোল্টেজ ড্রপ প্রায় সমান। অন্যদিকে, রিভার্স ব্লোকিং কন্ডিশন, প্রতিটি ডায়োড একই লিকেজ কারেন্ট বহন করবে এবং ফলে ব্লোকিং ভোল্টেজ আকাঙ্ক্ষিত মানে পার্থক্য দেখাবে।



চিত্র : ১.১২ রিভার্স বায়াস সহযোগে দুটো সিরিজ কানেকটেড ডায়োড

এই সমস্যার সমাধান হল দুটি রেজিস্টার ব্যবহার করতে হবে, যাতে ভোল্টেজ সমানভাবে বিভক্ত হয়। সম-ভোল্টেজ শেয়ারি প্রতিটি ডায়োডের লিকেজ কারেন্ট অবশ্যই আলাদা হতে হবে, যা নিচের চিত্রে দেখানো হলো–



চিত্র : ১.১৩ স্টেডি স্টেট ভোল্টেজ শেয়ারিং বৈশিষ্ট্য সহযোগে সিরিজ কানেকটেড ডায়োড

যেহেতু মোট লিকেজ কারেন্ট অবশ্যই একটি ডায়োড ও রেজিস্টার দ্বারা শেয়ারিং করবে, তাই বলা যায়–

$I_s = I_{s_1} + I_{R_1} = I_{S_2} + I_{R_2}$

কিন্তু $I_{R_1} = \frac{V_{D_1}}{R_1}$ এবং $I_{R_2} = \frac{V_{D_2}}{R_2} = \frac{V_{D_1}}{R_2}$ হলে উপরের সমীকরণ হতে R_1 এবং R_2 এর মধ্যে সমভোল্টেজ শেয়ারিং-এর সম্পর্ক যায়–

$$I_{S_1} + \frac{V_{D_1}}{R_1} = I_{S_2} + \frac{V_{D_2}}{R_2}$$

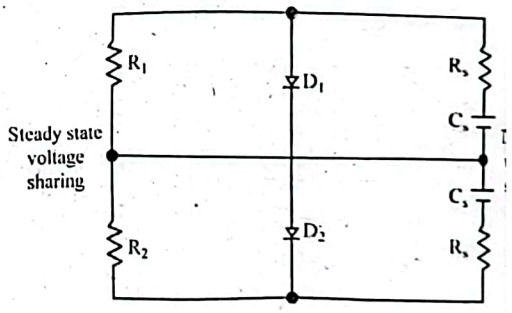
যদি রেজিস্ট্যান্সসমূহ সমান হয়, তবে $R = R_1 = R_2$ এবং দুটো ডায়োড ভোল্টেজ অল্প মানে আলাদা হবে। এই আলাদা ভোল্টেজ দুটো V–I বৈশিষ্ট্য রেখার অসামঞ্জস্যতার উপর নির্ভরশীল।

V_{D_1} এবং V_{D_2} ভোল্টেজ দুটোর মান উপরের সমীকরণ হতে পাওয়া যায়–

$$I_{S_1} + \frac{V_{D_1}}{R_1} = I_{S_2} + \frac{V_{D_2}}{R_2}$$

অর্থাৎ, $V_{D_1} + V_{D_2} = V_S$

ট্রানজিয়েন্ট কন্ডিশনে ভোল্টেজ শেয়ারিং প্রতিটি ডায়োডের আড়াআড়িতে ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করে পাওয়া যায়, যা নিচের চিত্রে দেখানো হল। এই সার্কিটে R_S দ্বারা ব্লোকিং ভোল্টেজের বৃদ্ধির হারকে সীমাবদ্ধ রাখা হয়।



চিত্র : ১.১৪ ভোল্টেজ শেয়ারিং নেটওয়ার্ক সহযোগে সিরি

১.৮ পাওয়ার ডায়োড-এর প্রয়োগক্ষেত্র (The application of power diode) :

Microelectronics-এর বিবর্তন প্রচুর পরিমাণ তথ্যকে দ্রুত প্রক্রিয়াকরণে সহায়তা করছে। তাই বিভিন্ন মানে ও পরিমাণে প্রচু শক্তিকে নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়। নিচের তালিকার মাধ্যমে Power electronics এর কিছুসংখ্যক ব্যবহার দেখানো হলো–

১। অ্যাডভারটাইজিং (Advertising)
২। এয়ারকন্ডিশনিং (Air-conditioning)
৩। এয়ারক্রাফট্ পাওয়ার সাপ্লাইস্ (Aircraft power supplies)
৪। অ্যালার্মস্ (Alarms)
৫। অ্যাপ্লায়েন্স (Appliances)
৬। অডিও অ্যাম্প্লিফায়ারস্ (Audio amplifiers)
৭। ব্যাটারি চার্জার (Battery charger)
৮। ব্লেন্ডার্স (Blenders)
৯। ব্লোয়ার্স (Blowers)
১০। বয়লারস্ (Boilers)

CamScanner

১১। বারগার অ্যালার্মস্ (Burgar alarms)
১২। সিমেন্ট কিল্ন (Cement kiln)
১৩। কেমিক্যাল প্রসেসিং (Chemical processing)
১৪। ক্লথস্ ড্রায়ারস্ (Clothes dryers)
১৫। কম্পিউটারস (Computers)
১৬। কনভেয়ার্স (Conveyers)
১৭। ক্রেনস এন্ড হোইস্টেস (Cranes and hoists)
১৮। ডিমার্স (Dimmers)
১৯। ডিসপ্লেস (Displays)
২০। ইলেকট্রিক ব্ল্যাঙ্কেটস্ (Electric blankets)
২১। ইলেকট্রিক ডোর ওপেনার্স (Electric door openers)
২২। ইলেকট্রিক ড্রায়ার্স (Electric dryers)
২৩। ইলেকট্রিক ফ্যানস্ (Electric fans)
২৪। ইলেকট্রিক ভেহিক্যালস (Electric vehicles)
২৫। ইলেকট্রোম্যাগনেটস্ (Electromagnets)
২৬। ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ইলেকট্রোপ্লাটিং (Electromechanical electroplating)
২৭। ইলেকট্রনিক ইগনিশন (Electronic ignition)
২৮। ইলেকট্রোস্ট্যাটিক প্রিসিপিটেটরস্ (Electrostatic precipitators)
২৯। এলিভেটরস্ (Elevators)
৩০। ফ্যানস্ (Fans)
৩১। ফ্ল্যাশারর্স (Flashers)
৩২। ফুড মিক্সার (Food mixer)
৩৩। ফর্কলিফ্ট ট্রাকস্ (Forklift trucks)
৩৪। ফারনেসেস (Furnaces)
৩৫। গেমস্ (Games)
৩৬। গ্যারেজ ডোর ওপেনারস্ (Garage door openers)
৩৭। গ্যাস টারবাইন স্টারটিং (Gas turbine starting)
৩৮। জেনারেটর এক্সাইটার্স (Generator exciters)
৩৯। গ্রাইন্ডার্স (Grinders)
৪০। হ্যান্ড পাওয়ার টুলস্ (Hand power tools)
৪১। হিট-কন্ট্রোলস্ (Heat controls)
৪২। হাই-ফ্রিকুয়েন্সি লাইটিং (High frequency lighting)
৪৩। হাই-ভোল্টেজ ডিসি [High voltage DC (HVDC)]
৪৪। ইন্ডাকশন হিটিং (Induction heating)
৪৫। লেজার পাওয়ার সাপ্লাইস্ (Laser power supplies)
৪৬। ল্যাচিং রিলেস (Latching relays)
৪৭। লাইট ডিমার্স (Light dimmers)
৪৮। লাইট ফ্ল্যাশার্স (Light flashers)
৪৯। লিনিয়ার ইন্ডাকশন মোটর কন্ট্রোলস্ (Linear induction motor controls)
৫০। লোকোমোটিভস্ (Locomotives)
৫১। মেশিন টুলস (Machine tools)
৫২। ম্যাগনেটিক রেকর্ডিংস (Magnetic recordings)
৫৩। ম্যাগনেটস (Magnets)
৫৪। ম্যাস ট্রানসিটস্ (Mass transits)
৫৫। মার্কারি আর্ক ল্যাম্প ব্যালাস্টস্ (Mercurry arc lamp ballasts)
৫৬। মাইনিং (Mining)
৫৭। মডেল ট্রেনস্ (Model trains)

CamScanner

৫৮। মোটর কন্ট্রোলস্ (Motor controls)
৫৯। মোটর ড্রাইভস্ (Motor drives)
৬০। মুভি প্রজেক্টরস্ (Movie projectors)
৬১। নিউক্লিয়ার রিয়্যাক্টর কন্ট্রোল রড (Nuclear reactor control rod)
৬২। ওয়েল ওয়াল ড্রিলিং (Oil wall drilling)
৬৩। ওভেন কন্ট্রোলস্ (Oven controls)
৬৪। পেপার মিলস্ (Paper mills)
৬৫। পার্টিক্যাল অ্যাক্সেলারেটর (Particle accelerator)
৬৬। পিপল মুভারস্ (People movers)
৬৭। ফোনোগ্রাফস্ (Phonographs)
৬৮। ফটোকপিস্ (Photocopies)
৬৯। ফটোগ্রাফিক সাপ্লাইস্ (Photographic supplies)
৭০। পাওয়ার সাপ্লাইস (Power supplies)
৭১। প্রিন্টিং প্রেস (Printing press)
৭২। পাম্প অ্যান্ড কম্প্রেসরস (Pumps and compressors)
৭৩। রাডার (Radar)
৭৪। সোলার পাওয়ার সাপ্লাইস (Solar power supplies)
৭৫। রেঞ্জ পাওয়ার সারফেস ইউনিট (Range power surface unit)
৭৬। রেফ্রিজারেটরস্ (Refrigerators)
৭৭। রেগুলেটরস্ (Regulators)
৭৮। আর এফ অ্যাম্প্লিফায়ারস্ (RF amplifiers)
৭৯। সিকিউরিটি সিস্টেম (Security systems)
৮০। সুইং মেশিন (Sewing machines)
৮১। সলিড স্টেট কন্ট্যাক্টরস (Solid state contactors)
৮২। সলিড স্টেট রিলে (Solid state relay)
৮৩। স্পেস পাওয়ার সাপ্লাই (Space power supplies)
৮৪। স্ট্যাটিক সার্কিট ব্রেকারস্ (Static circuit breakers)
৮৫। স্ট্যাটিক রিলে (Static relays)
৮৬। স্টিল মিলস্ (Steel mills)
৮৭। সিনক্রোনাস মেশিন স্টারটিং (Synchronous machine starting)
৮৮। সিনথেটিক ফাইবার (Synthetic fiber)
৮৯। টেলিভিশন সার্কিট (Television circuits)
৯০। টেম্পারেচার কন্ট্রোলস্ (Temperature controls)
৯১। টাইমারস (Timers)
৯২। টয়স (Toys)
৯৩। ট্রাফিক সিগন্যাল কন্ট্রোলস্ (Traffic signal controls)
৯৪। ট্রেনস্ (Trains)
৯৫। টিভি ডিফ্লেকশন (TV deflections)
৯৬। আল্ট্রাসনিক জেনারেটরস্ (Ultrasonic generators)
৯৭। ইউপিএস (UPS)
৯৮। ভ্যাকুয়াম ক্লিনার্স (Vacuum cleaners)
৯৯। ভি.এ.আর কম্পেনসেশন (VAR compensation)
১০০। ভেন্ডিং মেশিন (Vending machines)
১০১। ভিএইচএফ ট্রান্সমিটারস (VHF transmitters)
১০২। ভোল্টেজ রেগুলেটরস (Voltage regulators).
১০৩। ওয়াশিং মেশিন (Washing machines)
১০৪। ওয়েল্ডিং (Welding)।

CamScanner