

উদাহরণ ১০.১ একটা galaxy পৃথিবী থেকে $1.2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ দ্রুত বেগে সরে যাচ্ছে। আলোর বেগ $C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ এবং হাবলের ধ্রুবক $H_0 = 1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ ।

- [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]
- আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলতে কী বুঝায়? ১
 - নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে— ব্যাখ্যা কর। ২
 - পৃথিবী থেকে galaxy -এর দূরত্ব কত হবে উদ্দীপক হতে নির্ণয় কর। ৩
 - উদ্দীপকের galaxy -তে নিঃসৃত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 420 \text{ nm}$ । পৃথিবী থেকে উক্ত মৌলের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কী একই দেখাবে— ব্যাখ্যা কর গাণিতিকভাবে। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ধাতুপৃষ্ঠের উপর উচ্চ কম্পাঙ্কের তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণ আপতিত হলে তা হতে ইলেকট্রন নিঃসৃত হওয়ার মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি হওয়ার ঘটনাকে আলোক তড়িৎক্রিয়া বলে।

খ নিম্ন তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বা চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো বিভিন্ন হোলের মধ্যে বসে যাওয়ায় অর্ধপরিবাহক পদার্থের টুকরাটি আধানবাহক বিহীন হয়ে যায়। তখন এ টুকরার দুপ্রান্তে বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হলেও তড়িৎপ্রবাহ ঘটে না, অর্থাৎ টুকরাটি অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে। একারণেই বলা হয়, নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পৃথিবী থেকে ঐ গ্যালাক্সির সরণের বেগ, } v = 1.2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{হাবলের ধ্রুবক, } H_0 = 1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

বের করতে হবে, পৃথিবী হতে ঐ গ্যালাক্সির দূরত্ব, $r = ?$
আমরা জানি, $v = rH_0$

$$\therefore r = \frac{v}{H_0} = \frac{1.2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}}{1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 7.06 \times 10^{24} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের গ্যালাক্সি হতে নিঃসৃত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$$\lambda = 420 \text{ nm} = 420 \times 10^{-9} \text{ m}$$

শূন্যস্থানে আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore \text{নিঃসৃত রশ্মির কম্পাঙ্ক, } f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{420 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 7.143 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

পর্যবেক্ষক হতে আলোর উৎসের সরে যাওয়ার বেগ, $v = 1.2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$

\therefore এক্ষেত্রে ডপলার প্রভাব বিবেচনায়,

পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের নিকট আলোর আপাত কম্পাঙ্ক,

$$f' = \frac{c}{c+v} f = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} + 1.2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}} \times 7.143 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$= 6.87 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

\therefore পৃথিবীর পর্যবেক্ষকের নিকট উক্ত আলোর আপাত তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda' = \frac{c}{f'} = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{6.87 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 4.367 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 436.7 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$= 436.7 \text{ nm}$$

লক্ষ করি, $436.7 \text{ nm} \neq 420 \text{ nm}$ (নিঃসৃত আলোর প্রকৃত তরঙ্গদৈর্ঘ্য)

সুতরাং, পৃথিবী থেকে উক্ত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য একই দেখাবে না।

প্রশ্ন ১০.২ নাবিলা ও জাহিন ইলেকট্রনিক ডিভাইস নিয়ে আলোচনা করছিল। নাবিলা বললো কোনো ইলেকট্রনিক যন্ত্র ডি.সি বিদ্যুৎ ছাড়া কাজ করতে পারে না। কিন্তু জাহিন তার প্রতিবাদ করে বললো কম্পিউটার

তো এ. সি বিদ্যুতে কাজ করে। নাবিলা জাহিনকে চারটি ডায়োড ব্যবহার করে এবং চিত্র একে এ.সি কে ডি.সি করার কৌশল বুঝিয়ে দিলো। নাবিলা যে এ.সি সিগনাল ব্যবহার করেছিলো তার বিভব 220 ভোল্ট এবং কম্পাঙ্ক 50 Hz।

[মতিঝিল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- লজিক গেট কাকে বলে? ১
- ডোপিং কিভাবে তড়িৎ পরিবাহীতাকে প্রভাবিত করে — ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের ইনপুট সিগনালের শূন্যমান হতে শীর্ষস্থানে 'পৌছাতে সময় নির্ণয় কর। ৩
- নাবিলা কীভাবে জাহিনকে এ.সি. সিগনালকে একমুখী করার কৌশল বুঝালো দেখাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লজিক গেট হলো এক ধরনের ইলেকট্রনিক বর্তনী যার দ্বারা যৌক্তিক সিদ্ধান্ত গঠন করা যায় অথবা ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যে যৌক্তিক সম্পর্ক স্থাপন করা হয়।

খ বিশুদ্ধ চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীতে সাধারণ তাপমাত্রায় আধান বাহকের (মুক্ত ইলেকট্রন বা হোল) সংখ্যা অত্যন্ত কম থাকে। চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীতে পঞ্চমোজী পদার্থের দ্বারা ডোপিং করা হলে এতে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রনের উদ্ভব হয় এবং ত্রিযোজী পদার্থের দ্বারা ডোপিং করা হলে এতে প্রচুর হোলের উদ্ভব হয়। এতে অর্ধপরিবাহী পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ইনপুট সিগনালের (এসি) কম্পাঙ্ক, } f = 50 \text{ Hz} = 50 \text{ sec}^{-1}$$

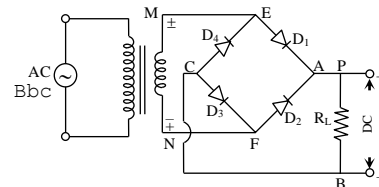
বের করতে হবে,

সিগনালের শূন্যমান হতে শীর্ষস্থানে পৌছাতে সময় $= \frac{T}{4} = ?$ (যেখানে $T =$ পর্যায়কাল)

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ sec}^{-1}} = 0.02 \text{ sec}$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় সময়} = \frac{T}{4} = \frac{0.02 \text{ sec}}{4} = 0.005 \text{ sec (Ans.)}$$

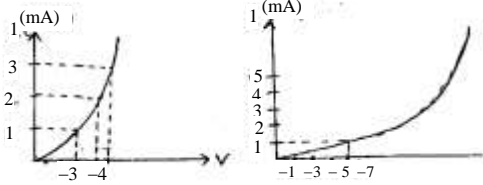
ঘ নাবিলার তৈরি বর্তনীটি নিম্নরূপ। এটি একটি রেকটিফায়ার বর্তনী। অর্থাৎ এটি এসি সিগনালকে ডি.সি সিগনালে রূপান্তরে সক্ষম।



ইনপুট ভোল্টেজ বা সিগনালকে মানে কমানোর জন্য ট্রান্সফরমারের সাথে চারটি ডায়োড D_1, D_2, D_3 ও D_4 সংযোগ দিয়ে ব্রিজ তৈরি করা হয়। চিত্রে MN প্রান্তের সঙ্গে এসি ইনপুট সংযোগ দেয়া হয়েছে এবং P ও B জংশনের সঙ্গে একটি রোধ R যুক্ত করা হয়েছে। একে লোড বলে। এই রোধের দুই প্রান্ত হতে আউটপুট পাওয়া যায়। ইনপুটের ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য ট্রান্সফরমারের গৌণ কুণ্ডলীর M প্রান্ত ধনাত্মক এবং N প্রান্ত ঋণাত্মক হয়। এই অবস্থায় ডায়োড D_1 ও D_3 সম্মুখ বোঁক প্রাপ্ত হয়। অন্যদিকে ডায়োড D_2 ও D_4 বিপরীত বোঁক প্রাপ্ত হয়। এই অবস্থায় বর্তনীতে বিদ্যুৎ MEABCFN পথে প্রবাহিত হয় এবং R_L এর দুই প্রান্তে ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

আবার, ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুণ্ডলীর N প্রান্ত ধনাত্মক এবং M প্রান্ত ঋণাত্মক হয়। এই অবস্থায় D₂ ও D₄ সম্মুখ ঝাঁক প্রাপ্ত হয়। এই অবস্থায় বর্তনীতে বিদ্যুৎ NFABCEM পথে প্রবাহিত হয়। সুতরাং AC প্রতিক্ষেত্রে ইনপুটের প্রত্যেক অর্ধচক্রের জন্য বিদ্যুৎ লোড রোধ R_L-এ ভোল্টেজ ড্রপ হয়। অন্যভাবে বলা যায়, ব্রিজ রেকটিফায়ারের A বিন্দু সর্বদা অ্যানোড এবং B বিন্দু ক্যাথোড হিসেবে ক্রিয়া করে। অন্তর্গামী AC এবং বহির্গামী DC সিগনালকে নিম্নোক্ত চিত্রে দেখানো হয়েছে। এভাবে নাবিলা জাহিনকে এসি সিগনালকে একমুখী করার কৌশল বুঝালো।

প্রশ্ন ৩



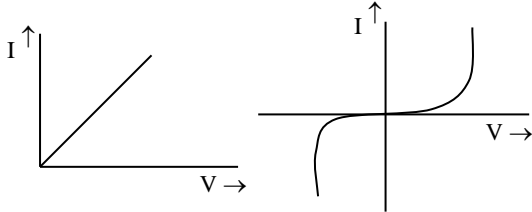
[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- লজিক গেট কী? ১
- পরিবাহী ও ডায়োডের ক্ষেত্রে I - V লেখচিত্রের ধরন চিত্র একে ব্যাখ্যা কর। ২
- 1 নং চিত্রের গভীর রোধ কত? ৩
- 1 নং ও 2 নং উভয় বর্তনীর পরিবহন ধর্মের তুলনা কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লজিক গেট হলো এক ধরনের ইলেকট্রনিক্স বর্তনী যার দ্বারা যৌক্তিক সিদ্ধান্ত গঠন করা যায় এবং ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যে যৌক্তিক সম্পর্ক স্থাপন করা হয়।

খ পরিবাহী ও ডায়োডের ক্ষেত্রে I - V লেখচিত্রের ধরন নিম্নরূপ:



পরিবাহীর ক্ষেত্রে V বাড়ালে I বাড়বে, V কমালে I কমবে। অন্য দিকে ডায়োডের ক্ষেত্রে একটা নির্দিষ্ট ভোল্টেজে না যাওয়া পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহিত হবে না এবং ঐ নির্দিষ্ট ভোল্টেজের পর I বনাম V লেখাটি মসক বেশি খাড়া হয়ে যায় অর্থাৎ V এর সাপেক্ষে I এর পরিবর্তন অনেক বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের 1 নং চিত্রে,

বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = 0.4 \text{ volt} - 0.3 \text{ volt} = 0.1 \text{ volt}$
এবং সংশ্লিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = 2 \text{ mA} - 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$
বের করতে হবে, গভীর রোধ, R = ?

আমরা জানি, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.1 \text{ volt}}{10^{-3} \text{ A}} = 100 \Omega$ (Ans.)

ঘ 1 নং বর্তনীর 0 volt হতে 0.3 volt বিভব পার্থক্যের পরিবর্তনের জন্য তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = 1 \text{ mA}$

∴ এ ব্যবধানে 1 নং বর্তনীর গড় রোধ,

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.3 \text{ volt} - 0 \text{ volt}}{10^{-3} \text{ A}} = 300 \Omega$$

অপরদিকে ২নং বর্তনীতে বিভব পার্থক্য 0 volt হতে পরিবর্তন করে 0.3 volt করা হলে (অর্থাৎ 1 নং বর্তনীর ন্যায় বিভব পার্থক্যের একই পরিবর্তনের জন্য)

তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন 1 mA অপেক্ষা কম। ২নং লেখচিত্র হতে পাই, তড়িৎপ্রবাহের উচ্চ পরিবর্তনের সম্ভাব্য মান = 0.5 mA

∴ 1 নং বর্তনীতে বিবেচ্য ব্যবধানে ২নং বর্তনীর গড় রোধ,

$$R' = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.3 \text{ volt} - 0 \text{ volt}}{0.5 \times 10^{-3} \text{ A}} = 600 \Omega$$

$$\therefore 1 \text{ নং বর্তনীর তড়িৎ পরিবাহিতা}, S = \frac{1}{R} = \frac{1}{300 \Omega} = 3.33 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$\text{এবং } 2 \text{ নং বর্তনীর তড়িৎ পরিবাহিতা}, S' = \frac{1}{R'} = \frac{1}{600 \Omega} = 1.667 \times 10^{-3} \text{ S}$$

লক্ষ্য করি, $3.33 \times 10^{-3} \text{ S} > 1.667 \times 10^{-3} \text{ S}$

∴ 1 নং বর্তনীর তড়িৎ পরিবাহিতা 2 নং বর্তনীর তুলনায় বেশি।

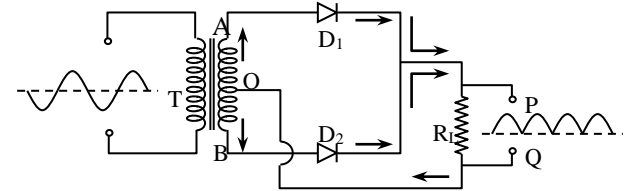
টিপস লোকমান সাহেব একজন হিসাব রক্ষক কর্মকর্তা। তিনি বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা রাখেন তাই তিনি হিসাব রাখার সুবিধার্থে গোপনীয়তা রক্ষা করেন এবং হিসাবের খাতায় ডেসিমেল সংখ্যা 77 না লিখে 4D এবং 488.230 না লিখে 1 E8.3 AE 147 লিখলেন। [হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

- ডোপিং কাকে বলে? ১
- ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখচিত্র থেকে জেনার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের উল্লিখিত ২য় ডেসিমেল সংখ্যাকে অষ্টাল সংখ্যায় রূপান্তর কর। ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত 1ম হেক্সাডেসিমেল সংখ্যার সাথে (123.46)₈ সংখ্যাটি যোগ করে বাইনারীতে প্রকাশ করা যাবে কিনা? গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহিতা বৃদ্ধির জন্য বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরে খুব সামান্য পরিমাণ ত্রি বা পঞ্চযোজী মৌল মেশানোকে ডোপিং বলে।

খ ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ হতে দেখা যায় যে সম্মুখী ঝাঁকের ক্ষেত্রে স্বল্প ভোল্টেজ পার্থক্যের জন্য তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ দ্রুত বৃদ্ধি পায় কিন্তু বিমুখী ঝাঁকের ক্ষেত্রে ভোল্টেজের পার্থক্য যতই বাড়ানো হোক না কেন তড়িৎ প্রবাহের মানের পরিবর্তন খুব কম হয়; এখন কি প্রায় স্থির থাকে। এই অবস্থায় ভোল্টেজ আরও বাড়তে থাকলে এক সময় বিপুল পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ এই ভোল্টেজের জন্য উৎপন্ন হয়। একে জেনার ভোল্টেজ বা জেনার বিভব বলে।



গ উদ্দীপকে উল্লিখিত ২য় ডেসিমেল সংখ্যাটি হচ্ছে 488.230 পূর্ণ অংশের ক্ষেত্রে—

8	488	—	ভাগশেষ
8	61	—	0
8	7	—	5
	0	—	7

তাহলে $(488)_{10} = (750)_8$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে,

$$0.23 \times 8 = 1.84 = 0.84 + 1$$

$$0.84 \times 8 = 6.72 = 0.72 + 6$$

$$0.72 \times 8 = 5.76 = 0.76 + 5$$



$$0.76 \times 8 = 6.08 = .08 + 6$$

$$\therefore (0.230) = (0.1656.....)_8$$

তাহলে উক্ত সংখ্যাটির অষ্টাল সংখ্যা হচ্ছে $(750.1656.....)_8$

$$\therefore (488.230)_{10} = (750.1656.....)_8$$

ঘ এখানে,

$$(4D)_{16} = (00101101)_2 \dots\dots\dots(i)$$

$$(123.46) = (001010011.100110)_2 \dots\dots\dots(ii)$$

(i) + (ii) করে পাই,

$$001010011.100110$$

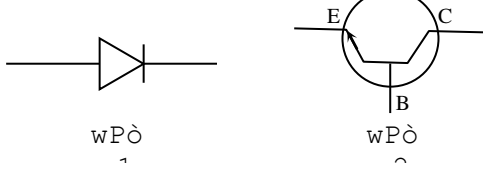
$$(+)\ 000101101.000000$$

$$1000000.100110$$

$$\therefore (4D)_{16} + (123.46)_8 = (1000000.100110)_2$$

$(4D)_{16}$ ও $(123.46)_8$ কে যোগ করে বাইনারিতে প্রকাশ করা সম্ভব।

পৃষ্ঠাশিরোনাম



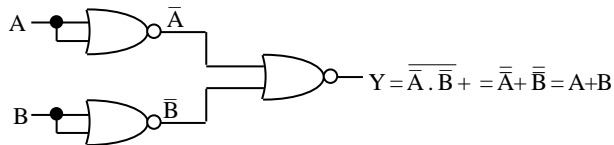
[ঢাকা সিটি কলেজ, ঢাকা]

- ক. চিত্র:২ এর যন্ত্রটি কোন ধরনের ট্রানজিস্টর? ১
খ. NAND কে সার্বজনীন গেইট বলা হয় কেন- ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকে চিত্র: ১ এর যন্ত্রটিকে ব্যবহার করে পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকারক বর্তনী এঁকে, এর ক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে চিত্র:২ এর যন্ত্রটিকে কীভাবে বিবর্ধক হিসাবে ব্যবহার করা যায় তা উপযুক্ত বর্তনী মাধ্যমে বর্ণনা কর। ৪

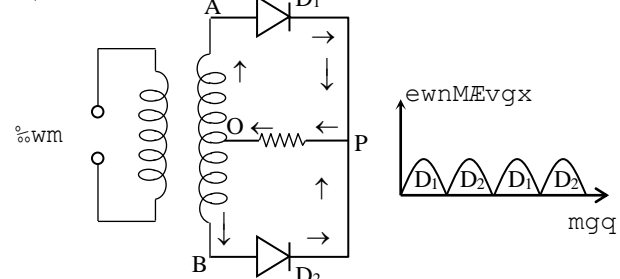
৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চিত্র-২ এর যন্ত্রটি n - p - n ধরনের ট্রানজিস্টর।

খ একাধিক NAND গেট দিয়ে অন্য যে কোনো প্রকার গেট যেমন: AND, OR, NOT (n^2) তৈরি করা যায়। এজন্য NAND কে সার্বজনীন গেট বলে। নিম্নে NAND গেট দ্বারা তৈরি একটি OR গেটের বর্তনী দেখানো হলো :



গ উদ্দীপকে চিত্র ১ এর যন্ত্রটি হলো ডায়োড। দুটি ডায়োড ব্যবহার করে তৈরি একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী ও ক্রিয়াকৌশল নিম্নরূপ:



পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে কমপক্ষে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে D_1 ও D_2 ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফর্মারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড D_1 এসি অন্তর্গামী

উৎসের গৌণকুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড D_2 গৌণকুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।

এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড D_1 সম্মুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহিত হয় কিন্তু D_2 ডায়োড বিমুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এ ক্ষেত্রে OAD₁ PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হয় ফলে ডায়োড D_2 সম্মুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

কিন্তু D_1 বিমুখী বৌক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। এক্ষেত্রে OBD₂ PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রেই ভার R_L এর মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ, ভার R_L এর মধ্যদিয়ে একমুখী তড়িৎ (D.C) প্রবাহিত হয়। চিত্রে অন্তর্গামী ও বহির্গামী প্রবাহ দেখানো হয়েছে। অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের বেলায় যেখানে শুধুমাত্র অর্ধচক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় সেখানে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্ষেত্রে পূর্ণ চক্রের জন্য বহির্গামী প্রবাহ পাওয়া যায় বলে একে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে।

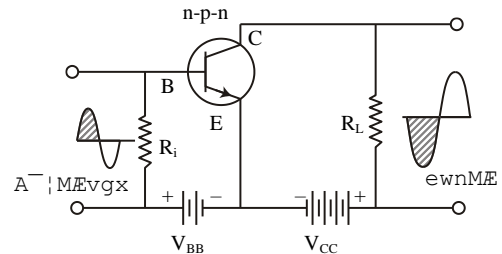
ঘ উদ্দীপকে চিত্র ২ এর যন্ত্রটি হলো n-p-n ট্রানজিস্টর। একে নিম্নোক্ত বর্তনীর মধ্যদিয়ে অ্যামপ্লিফায়ার বা বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহৃত করা হয়।

উদ্দীপকে প্রদত্ত যন্ত্রটি হলো একটি ট্রানজিস্টর।

ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। চিত্রে একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধকের বর্তনী দেখানো হয়েছে। নিঃসারক পীঠ জংশনে একটি দুর্বল অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে সংযুক্ত রোধ R_L থেকে বহির্গামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। ভাল বিবর্ধন বা অ্যামপ্লিফিকেশন পাওয়ার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীকে সর্বদা সম্মুখী বায়াস করা হয় এবং তা করার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীতে অন্তর্গামী সংকেতের অতিরিক্ত একটি ডি.সি ভোল্টেজ V_{BB} প্রয়োগ করতে হয় যাকে বায়াস ভোল্টেজ বলে।

সম্মুখী বৌক দেওয়ায় অন্তর্গামী বর্তনীতে রোধ খুব কম হয়। নিঃসারক সংগ্রাহক বর্তনী অর্থাৎ বহির্গামী বর্তনীতে V_{CC} ব্যাটারির মাধ্যমে বিমুখী বৌক প্রদান করা হয়।

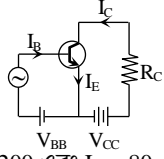
নিঃসারক পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনে সম্মুখ বৌক প্রদান করা হয়।



নিঃসারক পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনের সম্মুখ বৌক বৃদ্ধি পায় ফলে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন নিঃসারক থেকে পীঠ-এর মধ্য দিয়ে সংগ্রাহকে প্রবাহিত হয় এবং সংগ্রাহক প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। তাই বেড়ে যাওয়া সংগ্রাহক প্রবাহ (I_C) ভার রোধ R_L এ অধিক পরিমাণ বিভব পতন সৃষ্টি করে। অর্থাৎ বহির্গামীতে অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যায়। সংকেতের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য নিঃসারক-পীঠ জংশনের সম্মুখী বৌক হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহও কমে যায়। সংগ্রাহক প্রবাহ কমে যাওয়ায় বহির্গামী ভোল্টেজও হ্রাস

পায় তবে তা অন্তর্গামী থেকে বেশি হয়। এভাবে ট্রানজিস্টর কোনো দুর্বল সংকেতকে অ্যাম্পলিফাই বা বিবর্ধিত করে।

গণনা



[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

এখানে, $\beta = 200$ এবং $I_B = 80 \mu A$

ক. প্রবাহ লাভ কাকে বলে? ১

খ. হেব্রাডেসিমাল নম্বরকে অষ্টাল নম্বরে রূপান্তরের পদ্ধতি বর্ণনা কর। ২

গ. α , I_C ও I_E এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিবর্ধক হিসেবে উদ্দীপকের ডিভাইসটিকে ব্যবহার করা সম্ভব কী না যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ট্রানজিস্টরের বিবর্ধনের সাধারণ নিঃসারক বর্তনীতে সংগ্রাহক প্রবাহ ও পাঠ প্রবাহের অনুপাতকে প্রবাহ লাভ বলে।

খ. হেব্রাডেসিমাল নম্বরের প্রত্যেকটি ডিজিটকে প্রথমত বাইনারী কোডে ডেসিমালে লিখতে হবে।

যেমন A এর BCD হলো 1010

তারপর দশমিক বিন্দুর ডান ও বামে তিনটি করে ডিজিট নিয়ে গ্রুপ করতে হবে। প্রতিটি গ্রুপ যে দশমিক অংককে (0 – 7) নির্দেশ করে, ঐ গ্রুপের বদলে তা বসাতে হবে। এভাবে হেব্রাডেসিমেল সংখ্যাকে অষ্টাল নম্বরে রূপান্তর করা যায়।

গ. দেওয়া আছে,

প্রবাহলাভ, $\beta = 200$

এবং পাঠ প্রবাহ, $I_B = 80 \mu A$

বের করতে হবে, $\alpha = ?$, $I_C = ?$, $I_E = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$\therefore I_C = \beta I_B = 200 \times 80 \mu A = 16000 \mu A = 0.016 A$

$I_E = I_C + I_B = 0.016 A + 80 \mu A = 0.01608 A$

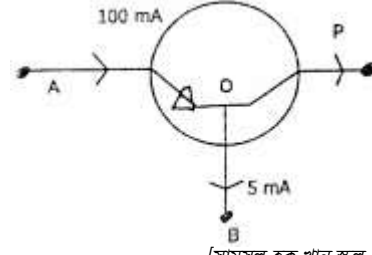
$\therefore \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0.016 A}{0.01608 A} = 0.995$

উত্তর: $\alpha = 0.995$, $I_C = 0.016 A$, $I_E = 0.01608 A$

ঘ. বিবর্ধক হিসেবে উদ্দীপকের ডিভাইসটিকে ব্যবহার করা সম্ভব। নিম্নে তা আলোচনা করা হলো। উদ্দীপকের n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়েছে। ধরা যাক, ইনপুটে একটি দুর্বল এসি ভোল্টেজ সিগনাল (v_i) প্রয়োগ করা হলো। ট্রানজিস্টরটি সাধারণ নিঃসারক বিন্যাস-এ আছে এবং পাঠ অন্তর্গামী ও সংগ্রাহক বহির্গামীতে যুক্ত আছে। v_i এর ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় B – E জংশনের সম্মুখ বায়াস বৃদ্ধি পায়। ফলে, অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন এমিটার হতে বেস তথা কালেক্টরের দিকে ধাবিত হয় এবং সবগুলো প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। কালেক্টর প্রবাহের বৃদ্ধি (ΔI_C) বেস প্রবাহের বৃদ্ধির (ΔI_B) তুলনায় অনেক বেশি। ΔI_C ও ΔI_B এর অনুপাতকে প্রবাহ লাভ (β) বলে। $\Delta I_C \gg \Delta I_B$; অতএব, প্রবাহ বিবর্ধিত হয়।

এভাবেই উদ্দীপকের ডিভাইসটিকে বিবর্ধক বা অ্যাম্পলিফায়ার রূপে ব্যবহার করা যায়।

গণনা



[সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ডোপিং কি? ১

খ. জেনার বিভব বলতে কি বুঝ? ২

গ. উক্ত ইলেকট্রনিক্স ডিভাইসটির বিবর্ধন গুণক কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের যন্ত্রটির কার্যনীতি বর্ণনা কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরিবাহীতা বৃদ্ধির জন্য বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরে অপদ্রব্য মেশানোকে ডোপিং বলে।

খ. কোনো p-n জংশন ডায়োডে স্বল্পমানের ভোল্টেজ দ্বারা বিমুখী বায়াস প্রয়োগ করলে জংশনের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় না বললেই চলে। আর, লঘিষ্ঠ আধান বাহক দ্বারা যে সামান্য তড়িৎ প্রবাহিত হয় তা ধ্রুবমানের এবং μA ক্রমের। তবে বিমুখী বায়াসের ভোল্টেজ বাড়তে থাকলে ভোল্টেজের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য হঠাৎ করে জংশনের সমস্ত রোধ দূরীভূত হয় এবং বিশাল মানের তড়িৎ জংশনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে শুরু করে। ভোল্টেজের এ নির্দিষ্ট মানকে জেনার বিভব বলে।

গ. উদ্দীপকের চিত্রে প্রদর্শিত p-n-p ট্রানজিস্টরটির

নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 100 \text{ mA}$

এবং পাঠ প্রবাহ, $I_B = 5 \text{ mA}$

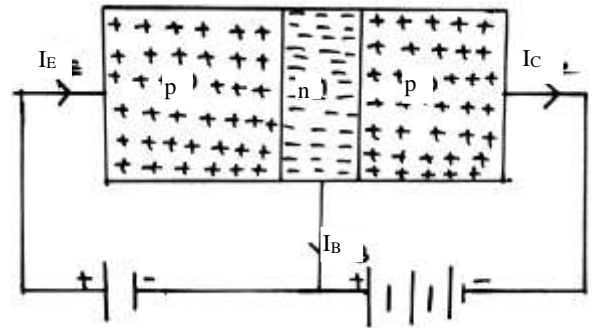
বের করতে হবে, প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = 1 - \frac{I_B}{I_E}$$

$$= 1 - \frac{5 \text{ mA}}{100 \text{ mA}} = 0.95 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে প্রদর্শিত ইলেকট্রনিক ডিভাইসটি হলো একটি p-n-p ট্রানজিস্টর। নিম্নে এর কার্যনীতি বর্ণনা করা হলো।



চিত্র-১

ওপরোক্ত চিত্র-১ এ p-n-p ট্রানজিস্টরের বায়াসিং কার্যক্রম দেখানো হয়েছে। P অঞ্চল বা এমিটার থেকে ‘হোল’ বেসের মধ্যে প্রবেশ করে এবং কালেক্টর বেশি ঋণাত্মক হওয়ায় হোলগুলো বেস থেকে তীব্রভাবে কালেক্টরের দিকে ছুটে যায় এবং একটা প্রবল তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে এমিটার বেস জংশন সম্মুখ ঝোঁকে এবং কালেক্টর বেস জংশন বিমুখী ঝোঁকে রাখা হয়।

সম্মুখ বোঁকের কারণে p অঞ্চলের এমিটারের হোলগুলি বেসের দিকে প্রবাহিত হয়ে এমিটার প্রবাহ I_E সৃষ্টি করে। আবার হোলগুলো n-অঞ্চলের বেসে প্রবেশ করে সেখানকার বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলোর সাথে মিলতে চায়। বেস খুব পাতলা হওয়ায় প্রায় 5% হোল ইলেকট্রনের সাথে মিশে বেস প্রবাহ I_B তৈরি করে। অবশিষ্ট হোল প্রায় 95% P অঞ্চলের কালেক্টরে প্রবেশ করে কালেক্টর প্রবাহ I_C তৈরি করে। এভাবে প্রায় সম্পূর্ণ এমিটার বা নিঃসরাক প্রবাহ কালেক্টর বর্তনীতে প্রবাহিত হয়।

এমিটার অংশে চার্জের প্রবাহের জন্য সৃষ্ট কারেন্টকে এমিটার কারেন্ট বলে, বেস অংশে ইলেকট্রন হোল মিলনের ফলে সৃষ্ট কারেন্টকে বেস কারেন্ট এবং কালেক্টর অংশে চার্জের প্রবাহের জন্য কারেন্টকে কালেক্টর কারেন্ট বলা হয়। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, এমিটার কারেন্টের সবটুকু কালেক্টর অংশে যায় না; অর্থাৎ কালেক্টর কারেন্টের মান এমিটার কারেন্টের চেয়ে কম হয়। এক্ষেত্রে, I_E , I_B এবং I_C -এর নিম্নরূপ সম্পর্ক বিদ্যমান :

$$I_E = I_B + I_C.$$

গুরুত্বপূর্ণ পদার্থ বিজ্ঞানের শিক্ষক জনাব আব্দুল কাদের তার দুই ছাত্রী মুম ও তিশাকে ট্রানজিস্টর তৈরি করতে বললেন। মুম এক টুকরা অর্ধপরিবাহী পদার্থ নিয়ে দুই পাশে বোরন এবং মাঝখানে ফসফরাস ডোপিং করল এবং তিশা এর বিপরীত প্রক্রিয়া করে মন্তব্য করল যে, স্যার আমার তৈরি ট্রানজিস্টরটি অধিক কার্যকর হবে।

[সাভার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, ঢাকা]

- | | |
|--|---|
| ক. ডোপিং কী? | ১ |
| খ. বিপরীতমুখী বোঁকে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় কেন? | ২ |
| গ. মুম যে যন্ত্রটি তৈরি করল তার কর্ম পদ্ধতি বর্ণনা কর। | ৩ |
| ঘ. তিশার মন্তব্যের যথার্থতা পর্যালোচনা কর। | ৪ |

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপুল অর্ধপরিবাহীর সাথে খুব সামান্য পরিমাণে ত্রিযোজী বা পঞ্চযোজী মৌলের মিশ্রণকে ডোপিং বলে।

খ বিপরীতমুখী বোঁকে ঋণাত্মক ইলেকট্রন n-টাইপ বস্তুতে এবং ধনাত্মক হোলগুলো p-টাইপ বস্তুতেই থেকে যায়। এজন্য আধান প্রবাহিত না হওয়ায় বিপরীতমুখী বোঁকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় না।

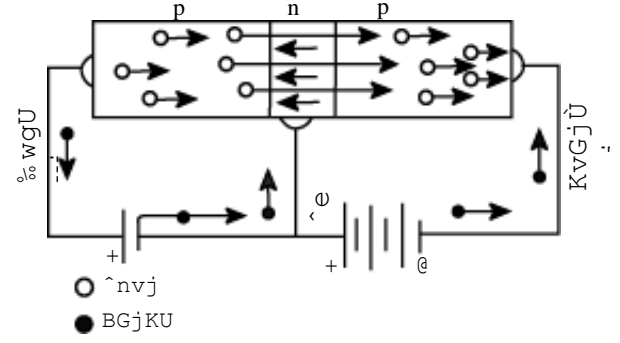
গ আমরা জানি, বোরন ত্রিযোজী ও ফসফরাস পঞ্চযোজী মৌল। তাই মুম অর্ধপরিবাহী পদার্থের দুপাশে বোরন দিয়ে ও মাঝখানের অংশে ফসফরাস দিয়ে ডোপিং করার ফলে দুপাশের অংশ p-টাইপ ও মাঝ খানের অংশ n-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে পরিণত হয় (ফলে সমগ্র অর্ধপরিবাহীটি একটি p-n-p ট্রানজিস্টরে পরিণত হয়)।

কার্যপদ্ধতি

p-n-p ট্রানজিস্টর : ট্রানজিস্টরকে কার্যকর করার জন্যে এর দুইটি সংযোগকে দুইভাবে বায়াস করা হয়।

এখানে p-n (এমিটার-বেস) জাংশনে সম্মুখ বায়াস এবং n-p (কালেক্টর-বেস) জাংশনে পশ্চাৎমুখী বায়াস করা হয়েছে। এমিটার ও বেসের মধ্যে সম্মুখ বায়াস থাকায় প্রথমটি হতে প্রচুর হোল বেসের দিকে যায়। এমিটার-বেস জাংশনে কিছু হোল ও ইলেকট্রন একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যাবে। তবে বেস স্বল্প বেধসম্পন্ন এবং হালকাভাবে ডোপায়িত হবার কারণে এ হার 5% অপেক্ষাও কম। বেসের বেধ অত্যধিক পাতলা হওয়ার কারণে এবং হালকা ডোপিং এর জন্য এবং তুলনামূলকভাবে উচ্চ ঋণাত্মক কালেক্টর ভোল্টেজের আকর্ষণের কারণে প্রায় সমস্ত হোলই বেসের মধ্যদিয়ে পার হয়ে যায় এবং কালেক্টর কারেন্ট সৃষ্টি করে। অতএব, দেখা যাচ্ছে যে,

p-n-p ট্রানজিস্টরের মধ্যস্থিত কারেন্ট বাহক হচ্ছে হোল। বাইরের বর্তনীতে কারেন্ট বাহক হচ্ছে ইলেকট্রন।



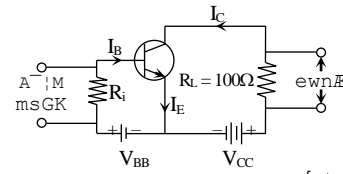
ঘ মুমের ডোপিং করার ফলে p-n-p ট্রানজিস্টর তৈরি হয়। অপরদিকে তিশার বিপরীত ভাবে ডোপিং করার ফলে n-p-n ট্রানজিস্টর তৈরি হয়।

p-n-p ট্রানজিস্টরে আধান বাহক হলো হোল এবং n-p-n ট্রানজিস্টরে আধান বাহক হলো ইলেকট্রন।

আমরা জানি, ইলেকট্রন অধিক দ্রুত তড়িৎবাহক। তাই উচ্চ কম্পাঙ্কের বর্তনী বা কম্পিউটার বর্তনীতে n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা উত্তম। আবার ইলেকট্রনের তড়িৎ ক্ষমতা বা ভোল্টেজ বিবর্ধনের ক্ষমতাও অধিক। এজন্য n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টর অপেক্ষা অধিক কার্যকরী।

সুতরাং, তিশার মন্তব্যটি যথার্থ ছিল।

গুরুত্বপূর্ণ পাশের বর্তনীতে 0.8 V বিভব প্রয়োগে $I_B = 10\text{mA}$ এবং 1V বিভব প্রয়োগে $I_B = 30\text{mA}$ পাওয়া যায়। এখানে প্রবাহ লাভ (β) = 75।



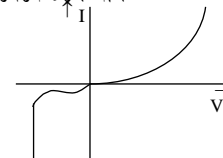
[আনন্দ মোহন কলেজ, ময়মনসিংহ]

- | | |
|---|---|
| ক. ডোপিং কাকে বলে? | ১ |
| খ. p-n জংশন ডায়োডের I - V বৈশিষ্ট্যসূচক লেখচিত্র ওহমিক বৈশিষ্ট্য মেনে চলে না ব্যাখ্যা কর। | ২ |
| গ. উদ্দীপকে R_i এর গতীয় রোধের মান নির্ণয় কর। | ৩ |
| ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীর ট্রানজিস্টরটি অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে উপযোগী কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। | ৪ |

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপুল অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে এর মধ্যে নিয়ন্ত্রিত পরিমাণে p-টাইপ বা n-টাইপ অপদ্রব্য মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ ও'মের সূত্রানুসারে, $V = IR$ (নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়) এখানে R (রোধ) কে ধ্রুবমানের বিবেচনা করা হয়। ফলে V বনাম I লেখ মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয় যার তাৎপর্য হলো V-এর পরিবর্তনের সাথে I সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়। তবে পাশে দেখানো p-n জাংশন ডায়োডের বৈশিষ্ট্যসূচক লেখচিত্র হতে স্পষ্ট যে, এখানে, I, V-এর সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায় না (কারণ মূলবিন্দুগামী কোনো সরলরেখা নেই)। একারণেই বলা হয়, p-n জাংশন ডায়োডের I-V বৈশিষ্ট্যসূচক লেখচিত্র ওহমিক বৈশিষ্ট্য মেনে চলে না।



গ দেওয়া আছে,

বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = 1V - 0.8V = 0.2V$

তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = 30mA - 10mA = 20mA = 20 \times 10^{-3}A$
বের করতে হবে, R_i এর গতিয় রোধের মান, $R = ?$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.2V}{20 \times 10^{-3}A} = 10\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের বর্তনীর ট্রানজিস্টরটি অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে উপযোগী। নিম্নে অ্যামপ্লিফায়ার বা সংকেত বিবর্ধক হিসেবে ট্রানজিস্টর বর্তনীটির ক্রিয়াকৌশল ব্যাখ্যা করা হলো। উদ্দীপকে n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়েছে। ধরা যাক, ইনপুটে একটি দুর্বল এসি ভোল্টেজ সিগনাল (v_i) প্রয়োগ করা হলো। এখানে বর্তনীতে ট্রানজিস্টরটি সাধারণ নিঃসারক বিন্যাস-এ আছে এবং ট্রানজিস্টরটি পীঠ অন্তর্গামীতে এবং সংগ্রাহক বর্হিগামীতে সংযুক্ত আছে। v_i এর ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় B – E জাংশনের সম্মুখ বায়স বৃদ্ধি পায়। ফলে, অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন এমিটার হতে বেস তথা কালেক্টরের দিকে ধাবিত হয় এবং সবগুলো প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। কালেক্টর প্রবাহের বৃদ্ধি (ΔI_C) বেস প্রবাহের বৃদ্ধির (ΔI_B) তুলনায় অনেক বেশি। ΔI_C ও ΔI_B এর অনুপাতকে প্রবাহ লাভ (β) বলে। $\Delta I_C \gg \Delta I_B$; অতএব, প্রবাহ বা সংকেত বিবর্ধিত হয়।

উদাহরণ ১ একটি n-p-n ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে সজ্জিত করা হল। এক্ষেত্রে নিঃসারক প্রবাহ $1.75mA$ এবং পীঠ প্রবাহ $0.07mA$ পাওয়া গেল। পরবর্তীতে সাধারণ পীঠ বিন্যাসে নিঃসারক প্রবাহ এবং সংগ্রাহক প্রবাহ 4 গুণ করা হলো।

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

- পালসার কাকে বলে? ১
- অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে— কেন? ২
- প্রথম ক্ষেত্রে প্রবাহ গেইন কত? ৩
- বিবর্ধক হিসেবে কোন বিন্যাস বেশি কার্যকর? বিশ্লেষণ কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ঘূর্ণায়মান নিউট্রন নক্ষত্রকে পালসার বলে।

খ অর্ধ পরিবাহীকে তাপ দিলে কিছু সংখ্যক সহযোজী অনুবন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং কিছু যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যাণ্ডে প্রবেশ করার মত যথেষ্ট শক্তি অর্জন করে এবং মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হয় যা নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। এজন্য অর্ধপরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়।

গ প্রথম ক্ষেত্রে (সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে),

নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 1.75mA$

পীঠ প্রবাহ, $I_B = 0.07mA$

বের করতে হবে, প্রবাহ গেইন, $\beta = ?$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B} = \frac{I_E}{I_B} - 1 = \frac{1.75mA}{0.07mA} - 1 = 24 \text{ (Ans.)}$$

ঘ সাধারণ পীঠ বিন্যাসে,

নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 4 \times 1.75mA = 7mA$

এবং সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_C = 4 (1.75mA - 0.07mA)$

$$= 4 \times 1.68mA = 6.72A$$

$$\therefore \text{প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{6.72mA}{7mA} = 0.96$$

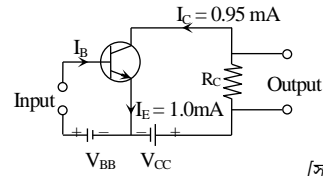
অর্থাৎ এক্ষেত্রে সংগ্রাহক প্রবাহ, নিঃসারক প্রবাহের তুলনায় কম। কিন্তু সাধারণ পীঠ বিন্যাসে নিঃসারক প্রবাহ হলো অন্তর্গামী (input) এবং সংগ্রাহক প্রবাহ হলো বর্হিগামী (output), অর্থাৎ বর্হিগামী প্রবাহ $<$ অন্তর্গামী প্রবাহ, সুতরাং সাধারণ পীঠ বিন্যাস বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার্য নয়। কিন্তু সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে,

$$\frac{\text{বর্হিগামী পীঠপ্রবাহ}}{\text{অন্তর্গামী পীঠপ্রবাহ}} = \frac{I_C}{I_B} = \beta = 24$$

বা, বর্হিগামী প্রবাহ \gg অন্তর্গামী প্রবাহ

সুতরাং বিবর্ধক হিসেবে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসটি বেশি কার্যকর।

উদাহরণ ১



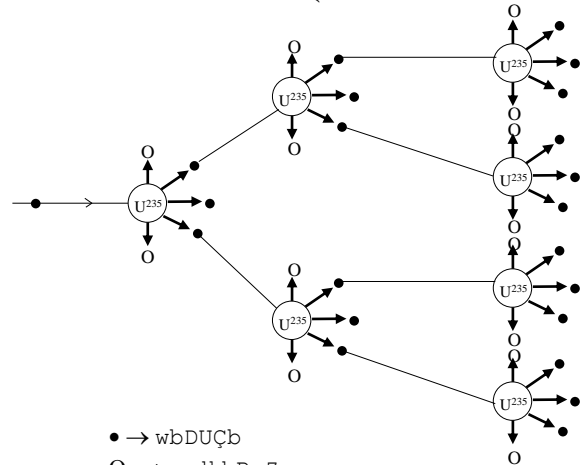
[সৃষ্টি কলেজ অব টাঙ্গাইল]

- লজিক গেট কী? ১
- শৃঙ্খল বিক্রিয়া চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ২
- প্রবাহ লাভ β বের কর। ৩
- উদ্দীপকের Circuit এর Output আঁক এবং বিবর্ধন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লজিক গেট হলো এক ধরনের ইলেকট্রনিক বর্তনী যার দ্বারা যৌক্তিক সিদ্ধান্ত গঠন করা যায় এবং ইনপুট ও আউটপুটের মধ্যে যৌক্তিক সম্পর্ক স্থাপন করা হয়।

খ যে স্ব-বহ বিক্রিয়া শুরু হলে তাকে চালিয়ে রাখার জন্য অতিরিক্ত কোন শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।



• → wbDUÇb

O → wdkbRvZ

গ এখানে,

$$I_C = 0.95mA$$

$$I_E = 1mA$$

$$\therefore I_B = I_E - I_C = (1 - 0.95)mA = 0.05mA$$

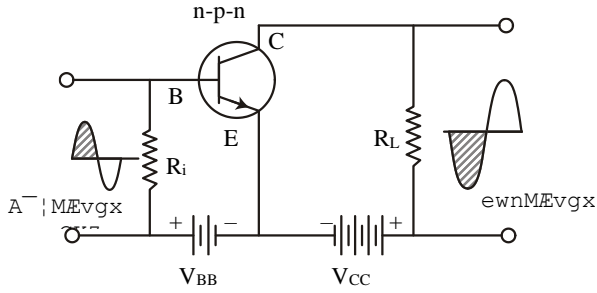
$$\therefore \text{প্রবাহ লাভ } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{0.95}{0.05} = 19 \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে প্রদত্ত যন্ত্রটি হলো একটি ট্রানজিস্টর।

উদ্দীপকে একটি সাধারণ নিঃসারক বিবর্ধকের বর্তনী দেখানো হয়েছে। নিঃসারক পীঠ জংশনে একটি দুর্বল অন্তর্গামী সংকেত প্রদান করা হয় এবং সংগ্রাহক বর্তনীতে সংযুক্ত রোধ R_L থেকে বহির্গামী সংকেত গ্রহণ করা হয়। ভাল বিবর্ধন বা অ্যাম্পলিফিকেশন পাওয়ার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীকে সর্বদা সম্মুখী বায়াস করা হয় এবং তা করার জন্য অন্তর্গামী বর্তনীতে অন্তর্গামী সংকেতের অতিরিক্ত একটি ডি.সি. ভোল্টেজ V_{BB} প্রয়োগ করতে হয় যাকে বায়াস ভোল্টেজ বলে।

সম্মুখী ঝাঁক দেওয়ায় অন্তর্গামী বর্তনীতে রোধ খুব কম হয়। নিঃসারক-সংগ্রাহক বর্তনী অর্থাৎ বহির্গামী বর্তনীতে V_{CC} ব্যাটারির মাধ্যমে বিমুখী ঝাঁক প্রদান করা হয়।

নিঃসারক পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনে সম্মুখ ঝাঁক প্রদান করা হয়।



নিঃসারক-পীঠ জংশনে প্রযুক্ত সংকেতের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় জংশনের সম্মুখ ঝাঁক বৃদ্ধি পায় ফলে অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন নিঃসারক থেকে পীঠ-এর মধ্যদিয়ে সংগ্রাহকে প্রবাহিত হয় এবং সংগ্রাহক প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। তাই বেড়ে যাওয়া সংগ্রাহক প্রবাহ (I_C) ভার রোধ R_L এ অধিক পরিমাণ বিভব পতন সৃষ্টি করে। অর্থাৎ বহির্গামীতে অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যায়। সংকেতের ঋণাত্মক অর্ধচক্রের জন্য নিঃসারক-পীঠ জংশনের সম্মুখী ঝাঁক হ্রাস পায় ফলে সংগ্রাহক প্রবাহও কমে যায়। সংগ্রাহক প্রবাহ কমে যাওয়ায় বহির্গামী ভোল্টেজও হ্রাস পায় তবে তা অন্তর্গামী থেকে বেশি হয়। এভাবে ট্রানজিস্টর কোনো দুর্বল সংকেতকে অ্যাম্পলিফাই বা বিবর্ধিত করে।

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন-১ অনেক বৈদ্যুতিক যন্ত্র আছে যেগুলো সরাসরি AC সরবরাহ লাইনে ব্যবহার করা যায় না। এজন্য একমুখীকরণের প্রয়োজন পড়ে। একটি একমুখীকারক অর্ধতরঙ্গ বা পূর্ণ তরঙ্গ হতে পারে। সাধারণত চারটি জাংশন ডায়োড ব্যবহার করে একটি পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকারক প্রস্তুত করা হয়।

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

- ক. ট্রানজিস্টর কী? ১
- খ. কীভাবে অর্ধপরিবাহী সাধারণ পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয়? ২
- গ. একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারকের বর্তনীচিত্র অঙ্কন করে ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ দেখাও। ৩
- ঘ. দুটি ডায়োড ব্যবহার করে কি “গ” নং প্রশ্নে প্রদত্ত ডিভাইসটি প্রস্তুতকরণ সম্ভব? এক্ষেত্রে বর্তনীচিত্র ইনপুট ও আউটপুটসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

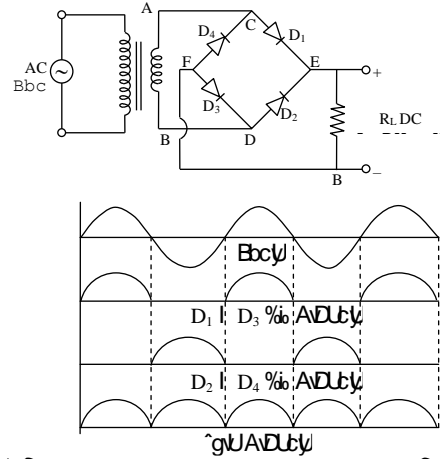
১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি p-n জাংশনকে বিশেষ পদ্ধতিতে সংযুক্ত করলে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যে ডিভাইস বা যন্ত্র তৈরি হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

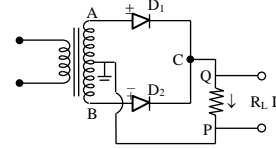
খ কোনো অর্ধপরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে তা সাধারণ পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয়। পরম শূন্য তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীর ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই তাপমাত্রায় সহযোগী অনুবন্ধনগুলো খুবই সবল হয় এবং সবগুলো যোজন

ইলেকট্রনই সহযোগী অনুবন্ধন তৈরিতে ব্যস্ত থাকে, ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। যখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয় তখন তাপশক্তির কারণে কিছু সংখ্যক সহযোগী অনুবন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং কিছু ইলেকট্রন মুক্ত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেতে থাকলে কিছু সংখ্যক যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যাধে প্রবেশ করার মতো যথেষ্ট শক্তি অর্জন করে এবং মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হয়। এসময় সামান্য বিভব পার্থক্য প্রয়োগে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে অর্থাৎ তখন তা সাধারণ পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয়।

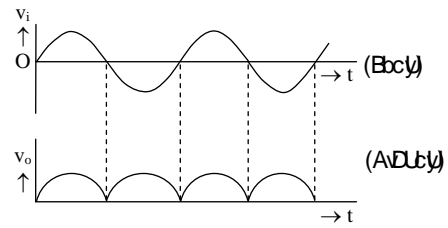
গ একটি পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারকের বর্তনী চিত্র, ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ নিচে অঙ্কন করা হলো :



ঘ দুটি ডায়োড ব্যবহার করে ‘গ’ নং প্রশ্নে প্রদত্ত ডিভাইসটি প্রস্তুত সম্ভব। এক্ষেত্রে বর্তনী চিত্র ইনপুট ও আউটপুটসহ নিচে বিশ্লেষণ করা হল।



চিত্র : পূর্ণ তরঙ্গ একমুখী কারক বর্তনী



চিত্র : ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ

ধরা যাক, ইনপুট ভোল্টেজের একটি পূর্ণ চক্রের উপরি অর্ধেকের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক। এমতাবস্থায়, ডায়োড D_1 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে। কিন্তু B প্রান্ত ঋণাত্মক থাকার কারণে ডায়োড D_2 এর মধ্য দিয়ে কেবল প্রবাহ থাকবে না। এক্ষেত্রে $O A D_1 C Q P O$ পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। আবার পূর্ণচক্রের নিম্নার্ধের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক বলে ডায়োড D_2 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে কিন্তু ডায়োড D_1 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ থাকবে না। এক্ষেত্রে $O B D_2 C Q P O$ পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। উভয় ক্ষেত্রে লোড R_L এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ Q থেকে P এর দিকে অর্থাৎ একই দিকে প্রবাহিত হবে। ফলে একটি পূর্ণ তরঙ্গ একমুখী তরঙ্গে পরিবর্তিত হবে।

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন-১



[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ, বরিশাল]

- ক. P-N-P- ট্রানজিস্টার কাকে বলে? ১
 খ. কোন ট্রানজিস্টরের সাধারণ পীঠ বিন্যাসে তড়িৎ প্রবাহের বিবর্ধন কিভাবে হয়? ২
 গ. ইনপুট সিগন্যাল $50\mu A$ হলে, উদ্দীপকে উল্লেখিত বর্তনীতে এমিটার কারেন্ট বের কর। ৩
 ঘ. উদ্দীপকে ডিভাইসের ভিতর গরিষ্ঠ আধান বাহকের প্রবাহ বর্তনী এঁকে বর্ণনা কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি N-টাইপ কেলাসের উভয় দিকে একটি করে P-টাইপ কেলাস স্যান্ডউইচ করে যে ট্রানজিস্টর তৈরি হয় তাকে P-N-P ট্রানজিস্টর বলে।

খ ট্রানজিস্টরের সাধারণ পীঠ বিন্যাসে অন্তর্গামী প্রবাহ হচ্ছে নিঃসরক প্রবাহ I_E এবং বহির্গামী প্রবাহ হচ্ছে সংগ্রাহক প্রবাহ I_C । সংগ্রাহক পীঠ ভোল্টেজ V_{CB} প্রব হলে I_C ও I_E অনুপাতকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক বলে। গাণিতিকভাবে, $\alpha = \left(\frac{I_C}{I_E}\right)_{V_{CB}}$ । এখানে, $\alpha < 1$ হওয়ায় বহির্গামীতে I_C প্রবাহ বিবর্ধিত হয় না। কিন্তু পীঠ প্রবাহ হতে সংগ্রাহক প্রবাহ অনেক বেশি থাকে। অর্থাৎ I_C , I_E এর α গুণ।

গ এখানে উল্লেখিত বর্তনীটি একটি সাধারণ নিঃসারক বর্তনী ইনপুট সিগন্যাল বা অন্তর্গামী প্রবাহ হচ্ছে পীঠ প্রবাহ, I_B ।

$$\therefore I_B = 50 \mu A$$

$$\beta = 100$$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{বা, } I_C = I_B \times \beta$$

$$= (50 \times 100) \mu A$$

$$= 5000 \mu A$$

আবার,

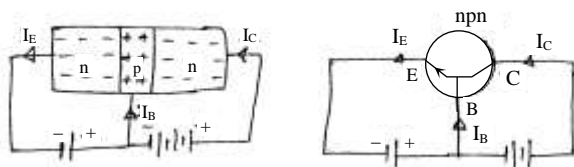
$$\text{এমিটার কারেন্ট, } I_E = I_C + I_B$$

$$= (5000 + 50) \mu A$$

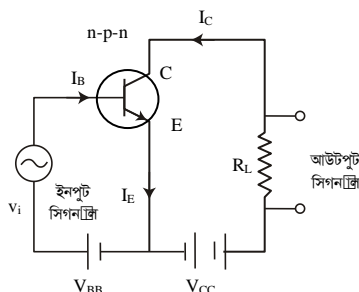
$$= 5050 \mu A$$

অতএব, উদ্দীপকের উল্লেখিত বর্তনীতে এমিটার কারেন্ট, $5050 \mu A$ ।

ঘ উদ্দীপকে উল্লেখিত ট্রানজিস্টরটি n-p-n ট্রানজিস্টর।



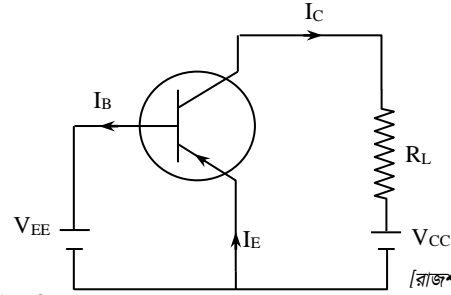
চিত্রে, বামদিকের এমিটার বেস জংশনকে সম্মুখ ঝাঁকে রাখা হয়েছে। ফলে, p- অঞ্চল, n-অঞ্চলের তুলনায় বেশি ধনাত্মক হচ্ছে। এর ফলে n- অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলো সহজেই p-অঞ্চলে আসতে পারে। অর্থাৎ এমিটার থেকে ইলেকট্রনগুলো বেসে চলে আসে। এখানে চিত্রে,



বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ দেখানো হল। এখানে বেস ও এমিটারের মধ্যে ইনপুট সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয় এবং কালেক্টর ও এমিটারের মধ্যে থেকে আউটপুট নেয়া হয়। এখানে, ইনপুট এবং আউটপুট উভয়ক্ষেত্রে এমিটার কমন।

গুণক ▶ ১ ভূমি প্রবাহ, $I_B = 0.2 \times 10^{-3} A$

নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 10 \times 10^{-3} A$ ।



[রাজশাহী কলেজ]

ক. ট্রানজিস্টর কাকে বলে? ১

খ. ডায়োড কেন একমুখীকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কারেন্ট গেইন β নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $V_{CC} = 20V$ এবং তার রোধ $R_L = 1000\Omega$ হলে নিঃসরক এবং সংগ্রাহকের মধ্যে বিভব পতন $V_{CE} = 10.2V$ হবে- বক্তব্যটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্রানজিস্টর হচ্ছে তিন প্রান্তবিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যার অন্তর্মুখী প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে বহির্মুখী প্রবাহ, বিভব ক্ষমতা এবং ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

খ p - n জংশন ডায়োডকে সম্মুখী বায়াস যুক্ত করলে এটি বিদ্যুৎ পরিবহন করে, কিন্তু বিমুখী বায়াসে যুক্ত করলে বিদ্যুৎ পরিবহন করে না তাই কোন এসি উৎসের সাথে একটি ডায়োড এবং একটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে এসি ভোল্টেজের ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় ডায়োডের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং রোধে আউটপুট ভোল্টেজ পাওয়া যায়। কিন্তু ঋণাত্মক অর্ধচক্রের সময় তড়িৎপ্রবাহিত হয় না এবং আউটপুট ভোল্টেজ শূন্য। এতে আউটপুটে সমসূচী, তবে পরিবর্তী মানের ডিসি ভোল্টেজ পাওয়া যায়। ধারক ব্যবহার করে পরিবর্তী মানের ডিসি ভোল্টেজকে অপরিবর্তী মানের ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা যায়। একারণেই ডায়োড একমুখী কারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ভূমি প্রবাহ, } I_B = 0.2 \times 10^{-3} A$$

$$\text{এবং নিঃসারক প্রবাহ, } I_E = 10 \times 10^{-3} A$$

বের করতে হবে, কারেন্ট গেইন, $\beta = ?$

$$\text{এক্ষেত্রে সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_C = I_E - I_B = 10 \times 10^{-3} A - 0.2 \times 10^{-3} A$$

$$= 9.8 \times 10^{-3} A$$

$$\text{আমরা জানি, } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{9.8 \times 10^{-3} A}{0.2 \times 10^{-3} A}$$

$$= 49 \text{ (Ans.)}$$

ঘ বহির্মুখী বর্তনীতে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$+V_{CC} - V_{CE} - I_C R_L = 0$$

$$\text{বা, } V_{CE} = V_{CC} - I_C R_L$$

দেওয়া আছে, $V_{CC} = 20V$ এবং $R_L = 1000\Omega$

তদুপরি, $I_C = 9.8 \times 10^{-3} A$ ('গ' অংশ হতে পাই)

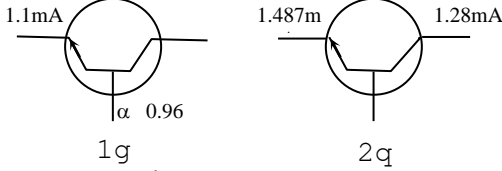
$$\therefore V_{CE} = 20V - 9.8 \times 10^{-3} A \times 1000\Omega$$

$$= 20V - 9.8 V$$

$$= 10.2 V$$

সুতরাং, নিঃসারক এবং সংগ্রাহকের মধ্যে বিভব পাতন $V_{CE} = 10.2V$ হবে।

উদাহরণ ১



[মেট্রোপলিটন কলেজ, ঢাকা]

- ক. ঘটনা দিগন্তের সংজ্ঞা দাও। ১
- খ. দু'টি বিপরীত স্পিনের ইলেকট্রন চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করতে পারে না কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত ১ম ট্রানজিস্টরের বেস কারেন্ট কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত ট্রানজিস্টরদ্বয়ে প্রবাহ বিবর্ধনের জন্য কোনটি অধিক উপযোগী হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কৃষ্ণ বিবরের সোয়াজস্কাইন্ড ব্যাসার্ধের গোলকের ভিতর থেকে কোনো আলো বেরিয়ে আসতে পারে না, তাই এর ভিতরের কোনো ঘটনা বাইরে কোনো পর্যবেক্ষক দেখতে পায় না। এজন্য কৃষ্ণ বিবরকে কেন্দ্র করে সোয়াজস্কাইন্ড ব্যাসার্ধের গোলককে ঘটনা দিগন্ত বলে।

খ দুটি বিপরীত স্পিনের ইলেকট্রন মানে ইলেকট্রনদ্বয় পরস্পর বিপরীত দিকে (যেমন, সমবর্তী - বিসমাবর্তী) ঘুরছে। এক্ষেত্রে কুন্ডলী আকারে বা বৃত্তাকারে তড়িৎপ্রবাহের দরুন আবিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের দিক নির্ধারণে ফ্রেমিং এর ডানহস্ত নিয়ম অনুসরণ করে পাই, ইলেকট্রনদ্বয়ের ঘূর্ণনের দরুন আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক পরস্পর বিপরীত হবে। এ চৌম্বক ক্ষেত্রদ্বয়ের মান সমান হওয়ায় এরা পরস্পরের প্রভাবকে নাকচ করে দেবে। একারণে দুটি বিপরীত স্পিনের ইলেকট্রন চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করতে পারেনা।

গ উদ্দীপকে উল্লেখিত ১ম ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধন গুণক,

$$\alpha = 0.96$$

$$\text{এবং নিঃসারক প্রবাহ, } I_E = 1.1 \text{ mA}$$

বের করতে হবে, এর বেস কারেন্ট, $I_B = ?$

$$\text{আমরা জানি, সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_C \text{ হলে, } \alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$\therefore I_C = \alpha I_E = 0.96 \times 1.1 \text{ mA} = 1.056 \text{ mA}$$

$$\text{আমরা জানি, } I_E = I_B + I_C$$

$$\therefore I_B = I_E - I_C = (1.1 - 1.056) \text{ mA} = 0.44 \text{ mA (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে ১ম ট্রানজিস্টরের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha_1 = 0.96$

$$\text{এবং প্রবাহ লাভ, } \beta_1 = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.1 \text{ mA}}{0.44 \text{ mA}} = 23.9$$

দ্বিতীয় ট্রানজিস্টরের,

$$\text{নিঃসারক প্রবাহ, } I_E = 1.487 \text{ mA} \text{ এবং সংগ্রাহক প্রবাহ } I_C = 1.28 \text{ mA}$$

$$\therefore \text{ এর পাঠ প্রবাহ, } I_B = I_E - I_C = 1.487 \text{ mA} - 1.28 \text{ mA} = 0.207 \text{ mA}$$

$$\therefore \text{ দ্বিতীয় ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, } \alpha_2 = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1.28 \text{ mA}}{1.487 \text{ mA}} = 0.86$$

$$\text{এবং প্রবাহ লাভ, } \beta_2 = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1.28 \text{ mA}}{0.207 \text{ mA}} = 6.18$$

লক্ষ্য করি যে, $0.96 > 0.86$ এবং $23.9 > 6.18$

বা, $\alpha_1 > \alpha_2$ এবং $\beta_1 > \beta_2$

দ্বিতীয় ট্রানজিস্টরের তুলনায় প্রথম ট্রানজিস্টরের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক এবং প্রবাহ লাভ উভয়ই অনেক বেশিমানের হওয়ায় এটা স্পষ্ট যে, উদ্দীপকে উল্লেখিত ট্রানজিস্টরদ্বয়ের প্রথমটি প্রবাহ বিবর্ধনের জন্য অধিক উপযোগী হবে।

উদাহরণ ২ দোকানে গিয়ে রেহান একটি ট্রানজিস্টর কিনল যার $I_C = 105 \text{ mA}$ এবং $I_B = 2.05 \text{ mA}$ । তমাল আরেকটি ট্রানজিস্টর কিনল যার $I_C = 27 \text{ mA}$ এবং $I_B = 0.65 \text{ mA}$ । [দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

- ক. ডোপিং কাকে বলে? ১
- খ. মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ কি চলতেই থাকবে— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ট্রানজিস্টর দুটির I_E এর মান কত? ৩
- ঘ. রেহানের চেয়ে তমালের ট্রানজিস্টরের α ভালু বেশি না কম ছিল— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশুদ্ধ (চতুর্থোজী) অর্ধপরিবাহীর তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে এর মধ্যে সুনিয়ন্ত্রিতভাবে দ্রিযোজী বা পঞ্চমোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ চলতেই থাকবে, না থেমে যাবে তা নির্ভর করে মহাবিশ্বের ডাক ম্যাটার এবং ডার্ক এনার্জির গড় ঘনত্বের ওপর। যদি এই গড় ঘনত্ব অত্যন্ত অল্পমানের হয় তবে মহাবিশ্বের মহাকর্ষ বলের নিম্নমানের কারণে এর সম্প্রসারণ চলতেই থাকবে। আর যদি উক্ত গড় ঘনত্ব একটি নির্দিষ্ট সংকট মানের চেয়ে বেশি হয় তাহলে প্রবল মহাকর্ষের টানে মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ একসময় থেমে যেতে বাধ্য হবে এবং মহাবিশ্ব তখন ক্রমশ সংকুচিত হয়ে সিঙ্গুলারিটির দিকে চলে যাবে।

গ দেওয়া আছে,

প্রথম ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_{C1} = 105 \text{ mA}$

$$\text{এবং পাঠ প্রবাহ, } I_{B1} = 2.05 \text{ mA}$$

দ্বিতীয় ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক প্রবাহ, $I_{C2} = 27 \text{ mA}$

$$\text{এবং পাঠ প্রবাহ, } I_{B2} = 0.65 \text{ mA}$$

বের করতে হবে, ট্রানজিস্টর দুটির নিঃসারক প্রবাহ $I_{E1} = ?$, $I_{E2} = ?$

আমরা জানি, ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে সাধারণ ভাবে, $I_E = I_C + I_B$

$$\therefore \text{ প্রথম ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে } I_{E1} = I_{C1} + I_{B1} \\ = 105 \text{ mA} + 2.05 \text{ mA} \\ = 107.05 \text{ mA}$$

$$\text{এবং ২য় ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে, } I_{E2} = I_{C2} + I_{B2} \\ = 27 \text{ mA} + 0.65 \text{ mA} \\ = 27.65 \text{ mA}$$

107.05 mA, 27.65 mA Ans.

ঘ আমরা জানি, ট্রানজিস্টরের বিবর্ধক বর্তনীর সাধারণ পাঠ বিন্যাসে,

$$\text{প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, } \alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$\therefore \text{ রেহানের ট্রানজিস্টরটির } \alpha \text{ এর ভালু, } \alpha_1 = \frac{I_{C1}}{I_{E1}} \\ = \frac{105 \text{ mA}}{107.05 \text{ mA}} = 0.98$$

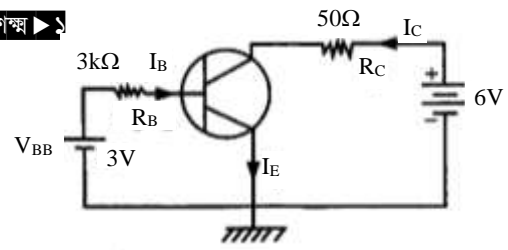
$$\text{এবং তমালের ট্রানজিস্টরের } \alpha \text{ এর ভালু বা মান, } \alpha_2 = \frac{I_{C2}}{I_{E2}} \\ = \frac{27 \text{ mA}}{27.65 \text{ mA}} = 0.9765$$

লক্ষ্যকরি, $0.9765 < 0.98$

বা, $\alpha_1 < \alpha_2$

সুতরাং, রেহানের চেয়ে তমালের ট্রানজিস্টরের α ভালু কম ছিল।

উদাহরণ ৩



- ক. জাংশন ডায়োড কী? ১
- খ. ডায়োড ও দ্বিমেরু ট্রানজিস্টরের মধ্যে পার্থক্য কী? ২
- গ. উদ্দীপক হতে α ও β এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে দেখাও
- যে, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ ৩
- ঘ. উদ্দীপকটিতে I_C , I_E এবং I_B এর মধ্যে কার মান সবচেয়ে কম? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [যেখানে $\beta = 10$] ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি p টাইপ পদার্থের টুকরা এবং একটি n- টাইপ পদার্থের টুকরা পরস্পর জোড়া লাগালে যে অর্ধপরিবাহী বস্তু বা কৌশল তৈরি হয় তাকে জাংশন ডায়োড বলে।

খ ডায়োড ও দ্বিমেরু ট্রানজিস্টরের মধ্যকার পার্থক্য নিম্নরূপ:

ডায়োড	দ্বিমেরু ট্রানজিস্টর
i. দুটি ভিন্ন অর্ধপরিবাহী পদার্থের টুকরা জোড়া লাগিয়ে ডায়োড তৈরি করা হয়।	i. দুটি p টাইপ পদার্থের মাঝে একটি n- টাইপ পদার্থ অথবা দুটি n-টাইপ পদার্থের মাঝে একটি p- টাইপ পদার্থ স্থাপন করে দ্বিমেরু ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়।
ii. ডায়োডকে এসি-ডিসি রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা যায়।	ii. দ্বিমেরু ট্রানজিস্টরকে বৈদ্যুতিক সংকেত বিবর্ধক বা অ্যাম্প্লিফায়ার এবং দ্রুত গতির সুইচ হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

গ দ্বিমেরু ট্রানজিস্টরের বিবর্ধক বর্তনীর সাধারণ পীঠ বিন্যাসে সংগ্রাহক প্রবাহ ও নিঃসারক প্রবাহের অনুপাতকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক (α) বলে। অপরদিকে, সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসের সংগ্রাহক প্রবাহ ও পীঠ প্রবাহের অনুপাতকে প্রবাহ লাভ (β) বলে।

সংজ্ঞামতে, $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ এবং $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$$\therefore \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\frac{I_C}{I_E}}{\frac{I_C}{I_B}} = \frac{I_B}{I_E} \text{ বা, } \frac{I_E}{I_B} = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\text{বা, } \frac{I_C + I_B}{I_B} = \frac{\beta}{\alpha} \text{ বা, } \frac{I_C}{I_B} + 1 = \frac{\beta}{\alpha} \text{ বা, } \beta + 1 = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\text{বা, } 1 = \frac{\beta}{\alpha} - \beta \text{ বা, } \beta \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) = 1$$

$$\text{বা, } \beta \frac{1-\alpha}{\alpha} = 1 \therefore \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \text{ [দেখানো হলো]}$$

ঘ দেওয়া আছে,

প্রবাহ লাভ, $\beta = 10$

উদ্দীপকের বর্তনীর বাম লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$+ V_{BB} - (3k\Omega) I_B - V_{BE} = 0 \dots\dots\dots(i)$$

এখানে, $V_{BB} = 3 \text{ volt}$ এবং সিলিকনের তৈরি পীঠ নিঃসারক (যা একটি p - n জাংশন) জাংশনের বিভব পতন প্রায় 0.7 ভোল্ট।

$$\therefore V_{BE} = 0.7 \text{ volt}$$

$$\therefore (i) \text{ হতে পাই, } (3k\Omega) I_B + V_{BE} = V_{BB}$$

$$\text{বা, } (3k\Omega) I_B = V_{BB} - V_{BE}$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{3k\Omega} = \frac{3V - 0.7V}{3000\Omega} = 7.67 \times 10^{-4} A$$

$$\text{যেহেতু, } \beta = 10 \therefore \frac{I_C}{I_B} = 10 \text{ বা, } I_C = 10 I_B = 10 \times 7.67 \times 10^{-4} A$$

$$= 7.67 \times 10^{-3} A$$

$$\text{এবং } I_E = I_C + I_B = 7.67 \times 10^{-3} A + 7.67 \times 10^{-4} A$$

$$= 8.43 \times 10^{-3} A$$

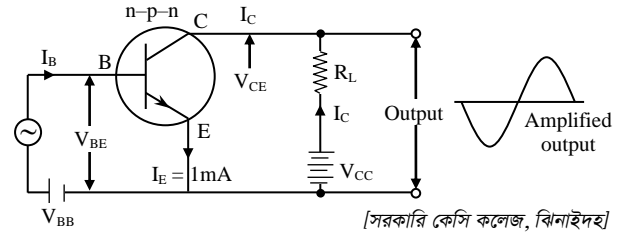
I_C , I_B এবং I_E এর মান তুলনা করে পাই,

$$7.67 \times 10^{-4} A < 7.67 \times 10^{-3} A < 8.43 \times 10^{-3} A$$

$$\text{বা, } I_B < I_C < I_E$$

সুতরাং, উদ্দীপকটিতে I_C , I_E এবং I_B এর মধ্যে I_B এর মান সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ১৮



[সরকারি কেসি কলেজ, বিনাইদহ]

ক. সম্মুখবর্তী বোঁক কাকে বলে? ১

খ. p- টাইপ অর্ধ-পরিবাহী কিভাবে তৈরি হয় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিবর্ধকের প্রবাহ বিবর্ধন গুণক 0.92 হলে প্রবাহ লাভ বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উল্লেখিত আউটপুট সিগনালকে ডায়ড ব্যবহার করে কিভাবে পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফাই করবে তা (প্রয়োজনীয় বর্তনীর সংযোগসহ) বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন p-n জাংশন ডায়োডের p-প্রান্তকে কোষের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে ও n-প্রান্তকে কোষের ঋনাত্মক প্রান্তের সাথে সংযোগ দিলে ইলেক্ট্রন ও হোলগুলো পরস্পরের সম্মুখ দিকে অগ্রসর হয়। একে সম্মুখ বোঁক বলে।

খ বিশুদ্ধ অর্ধ পরিবাহীর সাথে পর্যায় সারণীর তৃতীয় শ্রেণীর মৌল যেমন: Al, B ইত্যাদি দ্বারা ডোপিং করে p-type অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়। এখানে, সংখ্যা গরিষ্ঠ আধান বাহক হল হোল।

বিশুদ্ধ জার্মেনিয়াম ও সিলিকনের সঙ্গে ৩ যোজী মৌল যেমন গ্যালিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি অপদ্রব্য সামান্য পরিমাণে নিয়ন্ত্রিতভাবে মেলানো হলে p-টাইপ সেলাস তৈরি করা যায়। অ্যালুমিনিয়ামের যেহেতু তিনটি যোজনী ইলেকট্রন রয়েছে এই পরমাণু তার চারপাশের জার্মেনিয়াম বা সিলিকন পরমাণুর তিনটি যোজনী ইলেকট্রনের সঙ্গে সমযোজী বন্ধন তৈরি করে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে জার্মেনিয়াম বা সিলিকন পরমাণুর চতুর্থ ইলেকট্রন কোন সমযোজী বন্ধন তৈরি করে না। কারণ অ্যালুমিনিয়ামের একটি ইলেকট্রনের ঘাটতি রয়েছে। ইলেকট্রনের এ ঘাটতির জন্য অ্যালুমিনিয়ামের পরমাণুতে একটি হোলের সৃষ্টি হবে এবং এভাবে সৃষ্ট হোলগুলো ইলেকট্রন গ্রহণে উদগ্রীব থাকবে। সুতরাং p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে ধনাত্মক তড়িৎআধানই মুখ্য ভূমিকা পালন করে। অর্থাৎ হোলই এক্ষেত্রে সংখ্যা গুরু বাহক এবং সংখ্যালঘু বাহক।

গ এখানে,

নিঃসারক প্রবাহ $I_E = 1 \text{ mA}$

বিবর্ধন গুণক $\alpha = 0.92$

ধরি, সংগ্রাহক ও পীঠ প্রবাহ যথাক্রমে,

I_C ও I_B এবং প্রবাহ লাভ β .

আমরাজানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$\text{বা, } I_C = \alpha \times I_E$$

$$\text{বা, } I_C = 0.92 \times 1$$

$$\therefore I_C = 0.92 \text{ mA}$$

$$\text{আবার, } I_B = I_E - I_C$$

$$\text{বা, } I_B = 1 - 0.92$$

$$\therefore I_B = 0.08 \text{ mA}$$

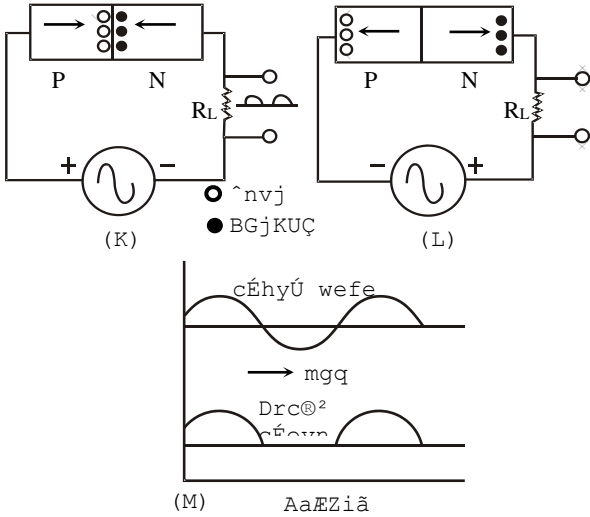
$$\text{এখন, } \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{বা, } \beta = \frac{0.92}{0.08}$$

$$\therefore \beta = 11.5$$

সুতরাং, প্রবাহ লাভ 11.5।

ঘ উদ্দীপকের output ভোল্টেজকে অর্ধতরঙ্গ এবং পূর্ণতরঙ্গ-এ দু প্রকারে একমুখীকরণ করা যায়। নিচে অর্ধতরঙ্গ রেকটিফায়ারের ক্রিয়াকৌশল ব্যাখ্যা করা হলো :



চিত্রে একটি p-n জংশনকে রেকটিফায়ার হিসেবে দেখানো হয়েছে। বর্তনীটি একটি পরিবর্তী ভোল্টেজ উৎসের সাথে সংযুক্ত। ফলে উৎসের প্রতিচক্রের এক অর্ধচক্রে জংশনটি সম্মুখ বায়াসে এবং অপর অর্ধচক্রে পশ্চাৎমুখী বায়াসে থাকবে। যখন A প্রান্ত তথা p- অঞ্চল ধনাত্মক বিভবযুক্ত (চিত্র-ক), তখন p-n জংশনটি সম্মুখ বায়াসপ্রাপ্ত হয়। ফলে বর্তনীতে সংযুক্ত লোড রেজিস্ট্যান্স R_L এর মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলে। আবার, A প্রান্ত তথা p- এ যখন ঋণাত্মক বিভবযুক্ত হয়, তখন p-n জংশনটি পশ্চাৎমুখী বায়াসপ্রাপ্ত হয়।

ফলে লোড রেজিস্ট্যান্স R_L এর মধ্য দিয়ে তেমন কোনো প্রবাহ চলে না এবং R_L এর দুই প্রান্তে কোনো বিভব পার্থক্য পাওয়া যায় না।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, রোধের ভিতর দিয়ে একটি বিরতিযুক্ত কিন্তু সর্বদা একমুখী প্রবাহ যাচ্ছে। রোধের ভিতর দিয়ে উৎপন্ন প্রবাহ বনাম সময় লেখচিত্র অংকন করলে (গ) নং চিত্রের মত দেখাবে। লেখচিত্র হতে সহজে বুঝা যায় যে এসি সরবরাহের একটি পূর্ণ চক্রের উপরিঅর্ধের দরুণ R_L রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ গেলেও নিম্নাধের দরুণ কোনো প্রবাহ যাবে না। পূর্ণচক্রের এক অর্ধেকের দরুণ প্রবাহ পাওয়া

যায় বলে এবং সে প্রবাহের দিক একই থাকে বলে একে অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণ বলা হয়।

উদাহরণ ১

একটি কমন বেস সংযোগে থাকা ট্রানজিস্টরের নিঃসারক ও বেস প্রবাহ যথাক্রমে 0.85 mA এবং 0.05 mA.

[আব্দুল কাদির মোল্লা সিটি কলেজ, নরসিংদী]

ক. শক্তি ব্যান্ড কী?

১

খ. ট্রানজিস্টরের কোন অংশ সবচেয়ে বেশি ডোপিং করা হয় এবং কেন?

২

গ. উদ্দীপকের ট্রানজিস্টরটির বিবর্ধন ফ্যাক্টর নির্ণয় কর।

৩

ঘ. নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ।

৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পদার্থের বিভিন্ন পরমাণুতে কিন্তু একই কম পথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ মানের মধ্যবর্তী পাল্লাকে শক্তি ব্যান্ড বলে।

খ ট্রানজিস্টরে এমিটার ও কালেক্টর উভয়কেই বেস অপেক্ষা অনেক বেশি ডোপায়িত করা হয় এবং উভয়েরই পুরুত্ব বেশি হয়। তবে উৎপন্ন তাপ যাতে তাড়াতাড়ি ক্ষয়প্রাপ্ত হয় তার জন্য কালেক্টরের পুরুত্ব সবচেয়ে বেশি হয়। তবে সংগ্রাহকের চেয়ে এমিটারকে বেশি ডোপিং করা হয়। বহুসংখ্যক সংখ্যা গুরু আধান বাহক যোগান দিতে এরূপ করা হয়। কালেক্টর ও বেসকে তুলনামূলকভাবে কম ডোপিং করা হয় যাতে এরা এমিটার হতে আধান বাহক গুলোকে গ্রহণ করতে বাধ্য হয়। সংগ্রাহক এবং পীঠও যদি এমিটারের মতো সমান ডোপায়ন করা হতো তবে এমিটার হতে পীঠ বা সংগ্রাহকের দিকে আধান বাহকগুলো ধাবিত হতো না এবং ট্রানজিস্টরটি অকার্যকর হয়ে যেতো।

গ দেওয়া আছে, নিঃসারক প্রবাহ, $I_E = 0.85 \text{ mA}$

বেস প্রবাহ, $I_B = 0.05 \text{ mA}$

বেস করতে হবে, বিবর্ধন ফ্যাক্টর, $\alpha = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_E - I_B}{I_E} = 1 - \frac{I_B}{I_E} = 1 - \frac{0.05 \text{ mA}}{0.85 \text{ mA}} = \frac{16}{17} = 0.94 \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে বর্ণিত উপাত্তমতে,

$$\text{প্রবাহ লাভ, } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_E - I_B}{I_B}$$

$$= \frac{I_E}{I_B} - 1 = \frac{0.85 \text{ mA}}{0.05 \text{ mA}} - 1 = 16$$

পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ করা হলে নিঃসারকের নতুন মান,

$$I_E' = 2I_E = 2 \times 0.85 \text{ mA} = 1.7 \text{ mA}$$

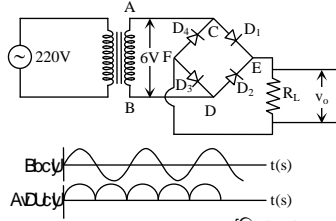
$$\text{এবং বেস প্রবাহের নতুন মান, } I_B' = 2I_B = 2 \times 0.05 \text{ mA} = 0.1 \text{ mA}$$

$$\text{এক্ষেত্রে, প্রবাহ লাভ, } \beta = \frac{I_C'}{I_B'} = \frac{I_E' - I_B'}{I_B'}$$

$$= \frac{I_E'}{I_B'} - 1 = \frac{1.7 \text{ mA}}{0.1 \text{ mA}} - 1 = 17 - 1 = 16$$

সুতরাং, নিঃসারক ও বেস প্রবাহদ্বয় দ্বিগুণ করা হলে ট্রানজিস্টরটির প্রবাহ লাভের পরিবর্তন হবে না।

উদাহরণ ২



[দিনাজপুর সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. ট্রানজিস্টর কি? ১
খ. বস্তুর ভর আপেক্ষিক ব্যাখ্যা কর। ২
গ. আউটপুট ভোল্টেজের শীর্ষমান বের কর। ৩
ঘ. D_2 ও D_4 ডায়োডটি বর্তনী থেকে খুলে নিলে আউটপুট কেমন হবে- বর্তনী চিত্র এঁকে দেখাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তিন প্রান্তবিশিষ্ট যে ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহী যন্ত্রে বহির্মুখী প্রবাহ, ভোল্টেজ এবং ক্ষমতা অন্তর্মুখী প্রবাহ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

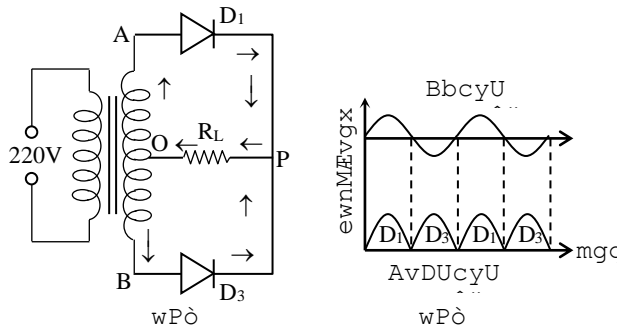
খ আইনস্টাইনের মতে বস্তুর স্থির অবস্থায় ভর এবং গতিশীল অবস্থায় ভর এক নয়। বস্তুর গতি বৃদ্ধির সাথে সাথে ভর ও বৃদ্ধি পায়। একে ভরের আপেক্ষিকতা বলে। বস্তুর স্থির অবস্থায় ভর m_0 এবং গতিশীল অবস্থায় ভর m হলে, আইনস্টাইনের মতে,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

এখানে, v হলো বস্তুর বেগ এবং c হলো আলোর বেগ। অতএব, বস্তুর ভর পরম কিছু নয় বস্তুর ভর আপেক্ষিক।

গ দেওয়া আছে,
আউটপুট ভোল্টেজ, $\epsilon = 6V$
আউটপুট ভোল্টেজের শীর্ষমান, $\epsilon_0 = ?$
আমরাজানি,
 $\epsilon = 0.707 \epsilon_0$
বা, $6 = 0.707 \epsilon_0$
বা, $\epsilon_0 = \frac{6}{0.707}$
 $\therefore \epsilon_0 = 8.486V$ (Ans.)

ঘ D_2 ও D_4 ডায়োডদ্বয় বর্তনী থেকে খুলে নিলে আউটপুট একই হবে। নিচে বর্তনী অংকন করে ব্যাখ্যা করা হলো।

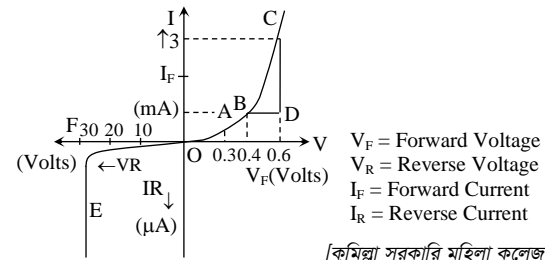


‘ক’ চিত্রে D_1 ও D_3 ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড D_1 এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণ কুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড D_3 গৌণ কুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে। এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড D_1 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত

হয় কিন্তু D_3 ডায়োড বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এক্ষেত্রে OAD₁PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হওয়ায় D_3 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হয় এবং D_1 বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হয়। D_3 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ OBD₃PO পথে প্রবাহিত হয়। কিন্তু D_1 বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। উভয় ক্ষেত্রেই ভার R_L এর মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ ভার R_L এর মধ্য দিয়ে একমুখী প্রবাহ প্রবাহিত হয়। ‘খ’ চিত্রে ইনপুট ও আউটপুট ভোল্টেজ দেখানো হয়েছে।

অতএব, D_2 ও D_4 ডায়োডদ্বয় খুলে নিলে আউটপুট একমুখী (D.C) হবে।

উদাহরণ ২১ পদার্থ বিজ্ঞান বিষয়ের জৈনিক শিক্ষক শ্রেণিতে একদিন P – N জাংশন সৃষ্টি ও P – N জাংশনের বৈশিষ্ট্য লেখ নিয়ে আলোচনা করলেন। তিনি জাংশনকে কিভাবে সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী বোঁক ব্যবহার করতে হয় সেটিও বর্তনী চিত্রসহ বিস্তারিত বর্ণনা করলেন অতঃপর নিচের চিত্রটি অংকন করলেন।



[কুমিল্লা সরকারি মহিলা কলেজ, কুমিল্লা]

- ক. কোষের তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে? ১
খ. কোনো গতিশীল কণার ভরবেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সম্পর্ক দেখাও। ২
গ. উদ্দীপকের লেখচিত্রে BC অংশের গতিয় রোধ কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকের (P – N জাংশনের) V – I লেখচিত্রে ভিন্নতা পাওয়ার তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক IC ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর একবিন্দু থেকে কোষসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনলে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

খ আমরা দ্য ব্রগলীর সমীকরণ হতে জানি,

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

এখানে, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য

h = প্লান্কের ধ্রুবক

p = কণার ভরবেগ

$$\therefore \lambda \propto \frac{1}{p}$$

সুতরাং, গতিশীল কণার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও ভরবেগ পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক।

গ এখানে,

$$BC \text{ অংশের জন্য } \Delta V = (0.6 - 0.4) V = 0.2V$$

$$\Delta I = (3 - 1) \text{ mA} = 2 \times 10^{-3} A$$

$$\therefore BC \text{ অংশের গতিয় রোধ } R = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } R = \frac{0.2}{2 \times 10^{-3}}$$

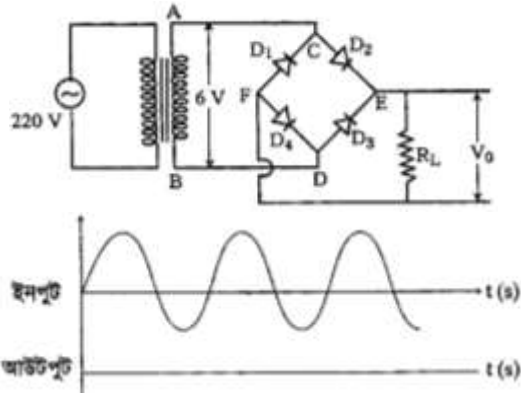
$$\therefore R = 100\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ লেখ থেকে দেখা যায় যে, সম্মুখমুখী বোঁকের ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বিভব 0.2V অতিক্রম করলে বিদ্যুৎ সঞ্চালন শুরু হয়, অতপর প্রযুক্ত বিভবের সামান্য বৃদ্ধিতে প্রবাহমাত্রা খুব দ্রুত বৃদ্ধি পায়। এ অংশকে লেখচিত্রে BC দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে। এ ধরনের বোঁকের ক্ষেত্রে ডায়োডের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হওয়া প্রবাহমাত্রা সাধারণত মিলি- অ্যাম্পিয়ারের পর্যায়ে।

বিপরীতমুখী বোঁকের ক্ষেত্রে ডায়োডের মধ্যদিয়ে প্রবাহমাত্রা হয় অতি নগণ্য- মাইক্রোঅ্যাম্পিয়ারের পর্যায়ে যা সম্মুখ বোঁকের এক হাজার ভাগের একভাগ। এ অংশকে লেখচিত্রে OE দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে। বাস্তবতার দৃষ্টিকোণ থেকে বিচার করলে এমন পরিস্থিতিতে সঞ্চালিত প্রবাহমাত্রাকে সম্পূর্ণ উপেক্ষা করা যায়। এ থেকেই বলা হয় যে, সম্মুখমুখী বোঁকে ডায়োডের মধ্য দিয়ে সহজেই বিদ্যুৎ সঞ্চালিত হয়, বিপরীতমুখী বোঁকে ডায়োডের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না বললেই চলে।

এখানে আরও উল্লেখ্য যে, বিপরীত বোঁকের ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বিভব E বিন্দুতে প্রদর্শিত বিভবের চেয়ে বেশি হলে হঠাৎ করে ডায়োডের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ সঞ্চালন অস্বাভাবিক হারে বৃদ্ধি পায়। মনে হয় ঐ সময়ে জাংশনের রোধ সম্পূর্ণরূপে শূন্য হয়ে যায়। এ ঘটনাকে জেনার ক্রিয়া (Zener effect) বলে। যে প্রযুক্ত বিভবে, সঞ্চালিত প্রবাহমাত্রা হঠাৎ করে অস্বাভাবিক হারে বৃদ্ধি পায় সে বিভবকে অতিক্রম বিভব (Break down voltage) বলে। এই বিভব অতিক্রম করলে ডায়োড নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা দেখা যায়। এজন্যই P-N জাংশন ডায়োডে V-I লেখচিত্রে ভিন্নতা পাওয়া যায়।

উদাহরণ ২



- ক. চিত্রে অঙ্কিত বর্তনীটির নাম কী? ১
- খ. p-n জাংশন কীভাবে ডায়োড হিসেবে কাজ করে? ২
- গ. আউটপুট ভোল্টেজের শীর্ষমান বের কর। ৩
- ঘ. D2 ও D4 ডায়োডকে খুলে নিলে আউটপুট ভোল্টেজ কেমন হবে তা চিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চিত্রে অঙ্কিত বর্তনীটির নাম পূর্ণতরঙ্গ ব্রীজ রেকটিফায়ার।

খ p-টাইপ অংশে প্রচুর হোল থাকে এবং অতি অল্প সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। হোলের সংখ্যা কেলাসে ধনাত্মক আয়নিত গ্রাহক পরমাণুর সমান। একইভাবে n টাইপ অংশে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রন থাকে এবং অতি অল্প সংখ্যক হোল থাকে। মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা ধনাত্মক আয়নিত দাতা পরমাণুর সংখ্যার সমান।

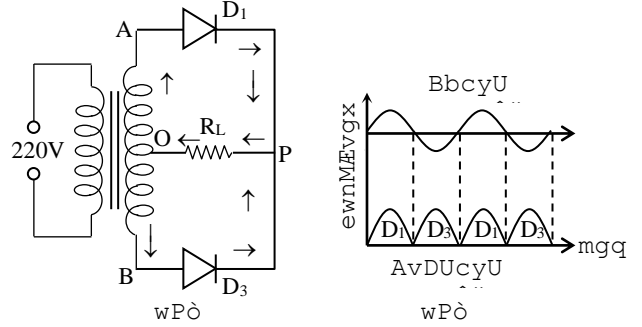
p-n জাংশন পার হওয়ার সাথে সাথে n অঞ্চলের ইলেকট্রনের সংখ্যা p অঞ্চলের চেয়ে অনেক বেশি হওয়ায় n অঞ্চলের কিছু ইলেকট্রন ব্যাপন পদ্ধতিতে p অঞ্চলে যেতে চেষ্টা করে যাতে করে p ও n অঞ্চলের সর্বত্র ইলেকট্রনের সংখ্যা ঘনত্ব সমান হয়। একইভাবে p অঞ্চলের হোল n অঞ্চলের হোলের চেয়ে বেশি হওয়ায় n অঞ্চলে ব্যাপন প্রক্রিয়ায় যেতে চেষ্টা করে যাতে p ও n অঞ্চলের সর্বত্র হোলের সংখ্যা ঘনত্ব সমান হয়।

গ এখানে, পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ার বলে আউটপুট ভোল্টেজের আর.এম.এস. মান, $\epsilon_{out} = 6V = \epsilon_{rms}$

$$\text{শীর্ষমান } \epsilon_0 \text{ হলে আমরা জানি, } \epsilon_{rms} = \frac{\epsilon_0}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \epsilon_0 = \sqrt{2}\epsilon_{rms} = 1.44 \times 6V = 8.484 V \text{ (Ans.)}$$

ঘ D2 ও D4 ডায়োডদ্বয় বর্তনী থেকে খুলে নিলে আউটপুট একই হবে। নিচে বর্তনী অংকন করে ব্যাখ্যা করা হলো।



‘ক’ চিত্রে D1 ও D3 ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড D1 এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণ কুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড D3 গৌণ কুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে। এসি অন্তর্গামীর প্রথম ধনাত্মক অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ধনাত্মক এবং B প্রান্ত ঋণাত্মক হয়, ফলে ডায়োড D1 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় কিন্তু D3 ডায়োড বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এক্ষেত্রে OAD1PO পথে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। অন্তর্গামীর দ্বিতীয় অর্ধচক্রের জন্য A প্রান্ত ঋণাত্মক এবং B প্রান্ত ধনাত্মক হওয়ায় D3 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হয় এবং D1 বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হয়। D3 সম্মুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ OBD3PO পথে প্রবাহিত হয়। কিন্তু D1 বিমুখী বোঁক প্রাপ্ত হওয়ায় এর মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না। উভয় ক্ষেত্রেই ভার RL এর মধ্য দিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ ভার RL এর মধ্য দিয়ে একমুখী প্রবাহ প্রবাহিত হয়। ‘খ’ চিত্রে ইনপুট ও আউটপুট ভোল্টেজ দেখানো হয়েছে।

অতএব, D2 ও D4 ডায়োডদ্বয় খুলে নিলে আউটপুট একমুখী (D.C) হবে।

উদাহরণ ২

একটি ট্রানজিস্টরকে সাধারণ নিঃসারক বিন্যাসে সংযুক্ত করা হলো যেখানে সংগ্রাহকের এক প্রান্তে ভোল্টেজ (Vcc) হলো 9V এবং সংগ্রাহক নিঃসারক ভোল্টেজ হলো 7.5V। এই ট্রানজিস্টরের সংগ্রাহক বর্তনীতে Rc রোধ অন্তর্ভুক্ত করা হলো। Rc এর মান 900Ω এবং α = 0.95.

[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

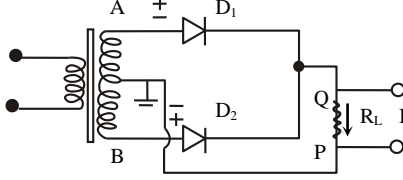
- ক. নম্বর পদ্ধতি কি? ১
- খ. পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনী চিত্র আঁক। ২
- গ. ট্রানজিস্টরটির বর্তনীতে Rc এর প্রাস্তীয় বিভব পার্থক্য এবং ভূমি প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. এই ট্রানজিস্টরটির পক্ষে কি রঙিন টেলিভিশনের জন্য সংকেত বিবর্ধন করা সম্ভব? যুক্তিসহ আলোচনা কর। 8

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো সংখ্যা লেখা বা প্রকাশ করার পদ্ধতিকেই নম্বর পদ্ধতি বলে।

খ পূর্ণতরঙ্গ একমুখী কারকের বর্তনীচিত্র নিম্নরূপ :



চিঃ (ক) পর্টিটর রেক্টিফায়ার

গ ট্রানজিস্টর বর্তনীটি দেখতে নিম্নরূপ :

এখানে, $\alpha = 0.95$, $V_{cc} = 9V$

এবং, $V_{CE} = 7.5V$

$R_c = 900\Omega$

বর্তনীর $V_{cc}R_cCE$ লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$V_{cc} = V_{CE} + I_C R_c \dots\dots\dots (i)$

$\therefore R_c$ এর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য, $= V_{cc} - V_{CE} = 9V - 7.5 = 1.5V$

(i) হতে পাই, $I_C = \frac{V_{cc} - V_{CE}}{R_c} = \frac{1.5V}{900\Omega}$

$= 1.667 \times 10^{-3}A$

আবার,

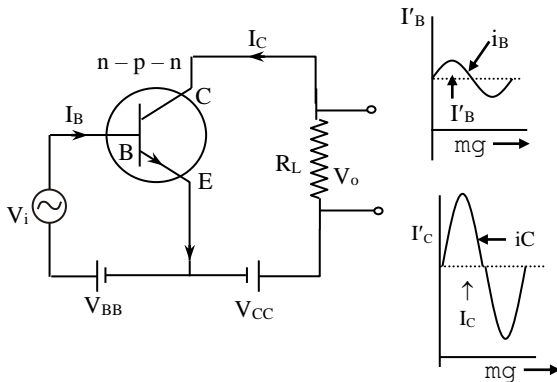
$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = 0.95$

$\therefore I_E = \frac{I_C}{0.95} = \frac{1.667 \times 10^{-3}}{0.95} = 1.75474 \times 10^{-3}A$

\therefore পীঠ প্রবাহ, $I_B = I_E - I_C = 1.75474 \times 10^{-3}A - 1.667 \times 10^{-3}A$
 $= 0.08774 \times 10^{-3}A = 8.774 \times 10^{-5}A$

Ans : 1.5V, $8.774 \times 10^{-5}A$.

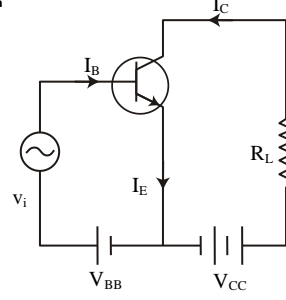
ঘ উদ্দীপকে অঙ্কিত বিবর্ধকের পূর্ণ চিত্র নিম্নরূপ। ইনপুট এবং আউটপুট প্রবাহ সমূহও দেখানো হলো।



ধরা যাক, ইনপুট একটি দুর্বল এসি ভোল্টেজ সিগনাল (v_i) প্রয়োগ করা হলো। v_i এর ধনাত্মক অর্ধচক্রের সময় B - E জংশনের সম্মুখ বাসায় বৃদ্ধি পায়। ফলে, অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন এমিটার হতে বেস তথা কালেক্টরের দিকে ধাবিত হয় এবং সবগুলো প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। কালেক্টর প্রবাহের বৃদ্ধি (ΔI_C) বেস প্রবাহের বৃদ্ধির (ΔI_B) তুলনায় অনেক বেশি। ΔI_C ও ΔI_B এর অনুপাতকে প্রবাহ লাভ (B) বলে। $\Delta I_C \gg \Delta I_B$; অতএব, প্রবাহ বিবর্ধিত হয়।

সুতরাং ট্রানজিস্টর বিবর্ধক হিসেবে কাজ করে এবং রঙিন টেলিভিশনে সংকেত বিবর্ধন করা সম্ভব।

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর



[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. শক্তি ব্যান্ড কাকে বলে? ১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. $\alpha = 0.85$, হলে, β এর মান কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীতে $V_{BB} = 0$ হলে, বর্তনী কার্যক্রমে কি পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কঠিন পদার্থের কেলাসে বিভিন্ন পরমাণুতে একই কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তি যে সীমা বা পাল্লার মধ্যে অবস্থান করে তাকে শক্তি ব্যান্ড বলে।

খ সাধারণ তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীর কেলাসে খুব সামান্য সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। যোজন ইলেকট্রনগুলো স্বল্প মাত্র নিউক্লিয়াসের সাথে খুব হালকাভাবে (দুর্বল বল দ্বারা) আবদ্ধ থাকে। তাই তাপমাত্রা বাড়ালেই এ ইলেকট্রনগুলো মাত্র নিউক্লিয়াস হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। এতে প্রচুর মুক্ত ইলেকট্রনের উদ্ভব হয়। এ কারণেই তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।

গ দেওয়া আছে,

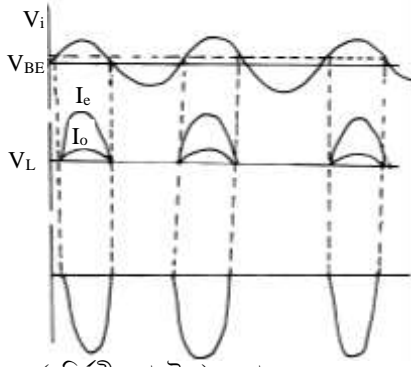
প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = 0.85$

বের করতে হবে, প্রবাহ লাভ, $\beta = ?$

আমরা জানি, $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0.85}{1 - 0.85} = \frac{0.85}{0.15} = 5.67$ (Ans.)

ঘ উদ্দীপকের বর্তনীতে $V_{BB} = 0$ হলে অন্তর্মুখী (input) বা পীঠ নিঃসারক বর্তনী সর্বদা সম্মুখী বায়াসে থাকবে না। কারণ V_i এর পরিবর্তী মান সবসময় $+V_{BE}$ কে অতিক্রম করার মতো যথেষ্ট হবে না যে সময়গুলোতে V_i ধনাত্মক হবে এবং V_{BE} -এর মানকে অতিক্রম করবে, সে সময়গুলোতে বর্তনীটি সাময়িকভাবে অ্যাম্প্লিফায়ারের ন্যায় কাজ করবে। কিন্তু যে সময়গুলোতে V_i , V_{BE} ভোল্টেজকে অতিক্রম করতে সক্ষম হবে না সে সময়গুলোতে বর্তনীটির মধ্যদিয়ে কোনো প্রবাহ অতিক্রম করবে না। কারণ I_C এর মান I_B এর ওপর নির্ভর করে।

($I_C = \beta I_B$)। অন্তর্মুখী এবং বহিঃমুখী সিগনালসমূহ নিম্নরূপ :



এখানে, V_o (বহির্মুখী ভোল্টেজ) নেয়া হয় R_L -এর দুপ্রান্তে। R_L এর উপরপ্রান্তে V_o -এর ধনাত্মক প্রান্ত এবং R_L -এর নিম্নপ্রান্তে V_o -এর ঋণাত্মক প্রান্ত যুক্ত। R_L -এ বিভব পতন ($I_C R_L$) হয় বলে এখানে i_b বা i_c এর সাথে V_o , 180° দর্শাপার্থক্যে বিদ্যমান। উপরোক্ত বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে যে, এক্ষেত্রে বর্তনীটি একটি রেকটিফায়ার রূপে ক্রিয়া করছে।

উদাহরণ ২ সিলিকনের p-n জংশনের জন্য সম্মুখী বোঁকের ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য $0.8V$ এর জন্য তড়িৎ প্রবাহ $20mA$ এবং বিমুখী বোঁকের ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য $10V$ এর জন্য তড়িৎ প্রবাহ $20\mu A$ ।

[চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল, চট্টগ্রাম]

- ডোপিং কী? ১
- ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে কেন। ২
- সম্মুখ বোঁকের ক্ষেত্রে গতিয় রোধ নির্ণয় করো। ৩
- সম্মুখ বোঁক অপেক্ষা বিমুখী বোঁকে গতিয় রোধ 499960Ω বেশি হবে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহিতা বৃদ্ধির জন্য বিস্তৃত সেমিকন্ডাক্টরে অপদ্রব্য মেশানোকে ডোপিং বলে।

খ ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীতে যদি ডিসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের (বা মজ্জা) মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বক ফ্লাক্স অতিক্রম করবে। তখন $d\phi/dt = 0$ হওয়ায় তাড়িত চৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে ($\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$) গৌণকুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান ০। এ কারণে ট্রান্সফর্মার দ্বারা ডিসি ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না। মুখ্য কুন্ডলীতে এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে $\frac{d\phi}{dt} \neq 0$ হওয়ায় গৌণ কুন্ডলীতে অশূন্যমানের তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়। এ কারণে ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র পর্যাবৃত্ত ভোল্টেজ পরিবর্তন করতে পারে।

গ দেওয়া আছে, উদ্দীপকের p-n জংশনে সম্মুখ বোঁকের ক্ষেত্রে, বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V = 0.8 \text{ Volt}$

এবং তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I = 20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A}$ বের করতে হবে, গতিয় রোধ, $R = ?$

আমরা জানি, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.8 \text{ Volt}}{20 \times 10^{-3} \text{ A}} = 40\Omega$ (Ans.)

ঘ উদ্দীপকের p-n জংশনের ক্ষেত্রে, বিমুখী বোঁকে, বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন, $\Delta V' = 10 \text{ volt}$

এবং তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $\Delta I' = 20\mu A = 20 \times 10^{-6} \text{ A}$

\therefore এক্ষেত্রে গতিয় রোধ, $R' = \frac{\Delta V'}{\Delta I'} = \frac{10 \text{ volt}}{20 \times 10^{-6} \text{ A}} = 500000 \Omega$

লক্ষ্য করি, বিমুখী বোঁকে গতিয় রোধ সম্মুখী বোঁকে গতিয় রোধ এবং এর পার্থক্য $= 500000\Omega - 40\Omega = 499960\Omega$

সুতরাং, সম্মুখী বোঁক অপেক্ষা বিমুখী বোঁকে গতিয় রোধ 499960Ω পরিমাণ বেশি।

উদাহরণ ২ একটি Common Emitter Transistor এর ক্ষেত্রে কারেন্ট বিবর্ধন গুণক 0.95 এবং ইমিটার কারেন্ট $1mA$ ।

[ভোলা সরকারি কলেজ, ভোলা]

- ট্রানজিস্টর কী? ১
- খ. যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ড কী? ২
- গ. কারেন্ট গেইন কত হবে? ৩
- ঘ. যদি বেস কারেন্ট $0.2mA$ এবং কারেন্ট গেইন 100 হয় তবে কালেক্টর প্রবাহের মানের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্রানজিস্টর হচ্ছে তিন প্রান্তবিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যার অন্তর্মুখী প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে বহির্মুখী প্রবাহ, বিভব পার্থক্য এবং ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

খ পরামাপুর যোজন ইলেকট্রনগুলোর দরণ যে শক্তি ব্যান্ড তৈরি হয় তাকে যোজন ব্যান্ড বলে। আর পরামাপুর মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর জন্য যে ব্যান্ড তৈরি হয় তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে। পরিবহন ব্যান্ডের ইলেকট্রনগুলো বিদ্যুৎ পরিবহনে অংশগ্রহণ করে।

গ দেওয়া আছে,
কারেন্ট বিবর্ধন গুণক, $\alpha = 0.95$
এমিটার কারেন্ট, $I_E = 1mA$

আমরা জানি,

$$\text{কারেন্ট গেইন, } \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$= \frac{0.95}{1 - 0.95}$$

$$\therefore \beta = 19 \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

$$\text{বেস কারেন্ট, } I_{B2} = 0.2mA$$

$$\text{কারেন্ট গেইন, } \beta = 100$$

তাহলে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে কালেক্টর প্রবাহ T_{C2} হলে,

$$I_{C2} = \beta_2 \times I_{B2}$$

$$= 100 \times 0.2 = 20mA$$

আমরা জানি,

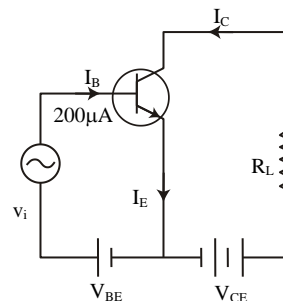
$$\alpha_1 = \frac{I_{C1}}{I_{E1}}$$

$$\text{বা, } I_{C1} = 0.95 \times 1$$

$$\text{বা, } I_{C1} = 0.95 \text{ mA}$$

\therefore কালেক্টর প্রবাহের পরিবর্তন বা বৃদ্ধি $= (20 - 0.95)mA = 19.05mA$

উদাহরণ ২



[সেতাবগঞ্জ অনার্স কলেজ, দিনাজপুর]

- ক. বিগ ব্যাং কী? ১
 খ. ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. প্রবাহ বিবর্ধন গুণক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটিকে একটি সুইচ হিসাবে ব্যবহার করা যায় কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাবিশ্বের সমস্ত ভর একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত হওয়ার পর যে মহাবিস্ফোরণের মাধ্যমে মহাবিশ্বের সৃষ্টি হয়েছে তাকে বিগ ব্যাং বলে।

খ. আইনস্টাইন আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব অনুসারে ভর ও শক্তির সম্পর্ক হলো $E = mc^2$, যেখানে m বস্তুর ভর, c আলোর বেগ এবং E হলো শক্তি। অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তু আলোর বেগে গতিশীল হলে এর সমস্ত ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ. এখানে,

$$\text{সংগ্রাহক প্রবাহ, } I_C = 10 \text{ mA} = 10 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\text{পীঠ প্রবাহ, } I_B = 200 \mu\text{A} = 2 \times 10^{-4} \text{ A}$$

$$\text{প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, } \alpha = ?$$

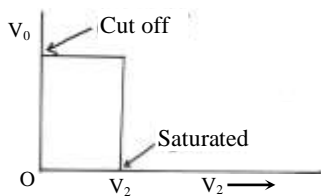
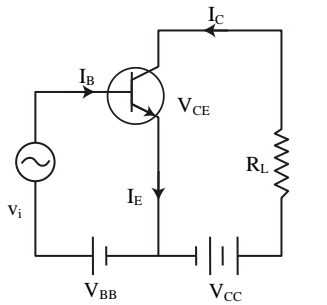
নিঃসারক প্রবাহ, I_E হলে আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_C + I_B}$$

$$= \frac{10 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.9803 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়। চিত্রে, V_i = ইনপুট ভোল্টেজ, V_o = আউটপুট ভোল্টেজ, V_1 = কালেক্টর ও এমিটারের মধ্যে বিভব পার্থক্য,



যখন, $V_i = 0$ তখন বেস এমিটার জংশনে কোনো ভোল্টেজ থাকে না, অর্থাৎ $V_{BE} = 0$ হয়। ফলে বেস কারেন্ট $I_B = 0$ হয়। এখন যেহেতু $I_B = 0$ সুতরাং কালেক্টর কারেন্ট $I_C = 0$ ।

তাহলে,

$$V_o = V_s - I_C R_L \dots\dots\dots (i)$$

এখন, যেহেতু $I_C = 0$ যখন $V_i = 0$

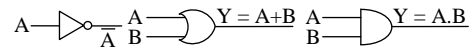
∴ $V_o = V_s$, V_s = সরবরাহ ভোল্টেজ।

V_2 কে আস্তে আস্তে বৃদ্ধি করলে এবং যতক্ষণ পর্যন্ত $V_i > V_1$ অর্থাৎ $V_i \leq V_1$ তখন বেস কারেন্ট I_B খুবই সামান্য বৃদ্ধি পায় I_C ও সামান্য বৃদ্ধি পায়। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি বিচ্ছিন্ন বা অফ (Cut-off) রয়েছে বলা হয়। তখন $I_C = 0$ ।

এখন, V_i বৃদ্ধি পেয়ে V_2 হলে, কালেক্টর কারেন্ট উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং সে অবস্থায় R_L এর মধ্যে বিভব পতন প্রায় সরবরাহ ভোল্টেজ V_s এর সমান হয়। সমীকরণ (i) অনুসারে তখন $V_o = 0$ ইনপুট ভোল্টেজ V_i এর মান V_2 এর বেশি হলে I_C এর তেমন একটা পরিবর্তন ঘটে না, বিধায় আউটপুট ভোল্টেজ V_o এর ওপর কোনো প্রভাব পড়ে না। এই অবস্থায় ট্রানজিস্টরটি সম্পৃক্ত (saturated) হয়েছে বলা হয়।

সুতরাং দেখা যায় ইনপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটিকে একটি সুইচ হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

চলচ্চিত্র ২



চিত্র : ৬.১ তিনটি মৌলিক সেট

মৌলিক গেট তিনটি হল যথাক্রমে NOT, OR এবং AND গেট চিত্র-৬.১। OR এবং AND গেট এর সাথে NOT গেট যুক্ত করে যথাক্রমে NOR ও NAND গেট তৈরি করা হয়, যেগুলো সার্বজনীন গেট (Universal gate) হিসেবে পরিচিত। [মতলব ডিগ্রী কলেজ]

ক. ডোপিং (Doping) কী? ১

খ. নিউক্লীয় ফিশন (Nuclear Fission) এবং নিউক্লীয় ফিউশন (Nuclear fusion) বলতে কী বোঝায়? ২

গ. NAND গেট দিয়ে তিনটি মৌলিক গেট তৈরি কর এবং বুলিয়ান সম্পর্ক দেখাও। ৩

ঘ. ডি মরগ্যানের উপপাদ্য দুটির জন্য Logic বর্তনী তৈরি কর এবং Truth Table থেকে উপপাদ্য দুটি প্রমাণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

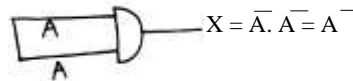
ক. পরিবাহিতা বৃদ্ধির জন্য বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টরে অপদ্রব্য মেশানোকে ডোপিং বলে।

খ. নিউক্লীয় ফিশন : যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিদ্রূপিত হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিশন বলে।

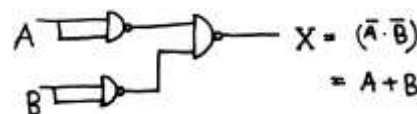
নিউক্লীয় ফিউশন : যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিউশন বলে।

গ. NAND গেট একটি সার্বজনীন গেট, কারণ একাধিক NAND গেট দিয়ে যেকোন গেট তৈরি করা যায়।

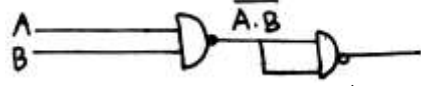
নিম্নে তা দেখানো হল -



চিত্র: NAND গেট দিয়ে NOT গেট গঠন



চিত্র: NAND গেট দিয়ে OR গেট গঠন

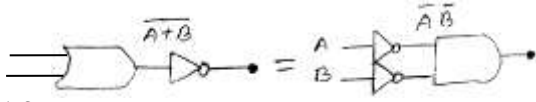


চিত্র : NAND গেট দিয়ে AND গেট গঠন

ঘ) ডি মরগ্যানের উপাদান-১ অনুসারে, A ও B ইনপুট সিগনালের জন্য একটি NOR গেটের আউটপুট সিগনাল, A ও B ইনপুট সিগনালের জন্য AND গেটের আউটপুট সিগনালের সমান হয়।

$$\text{অর্থাৎ, } A+B = \overline{A \cdot B}$$

লজিক বর্তনী :



টুথ টেবিল থেকে প্রমাণ :

NOR গেটের টুথ টেবিল

A	B	X
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

ঋণাত্মক AND গেটের আউটপুটের টুথ টেবিল

A	B	NOTA	NOTB	X
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	0

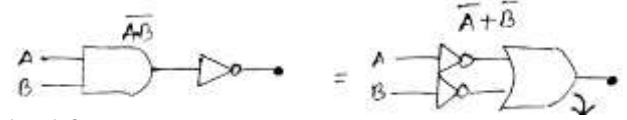
এখানে, দেখা যাচ্ছে উভয় টুথ টেবিলে X কলামের আউটপুট একই। অর্থাৎ ডি মরগ্যানের প্রথম উপাদানটি প্রমাণিত হল।

ডি মরগ্যানের উপাদান-২ অনুসারে,

A ও B ইনপুট সিগনালের জন্য একটি NAND গেটের আউটপুট সিগনাল, \overline{A} ও \overline{B} ইনপুট সিগনালের জন্য OR গেটের আউটপুট সিগনালের সমান হয়।

$$\text{অর্থাৎ, } \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

লজিক বর্তনী :



টুথ টেবিল থেকে প্রমাণ :

NAND গেটের টুথ টেবিল ঋণাত্মক OR গেটের আউটপুটের টুথ টেবিল

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	NOTA	NOTB	X
0	0	1	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0

এখানে, দেখা যাচ্ছে উভয় টুথ টেবিলে X কলামের আউটপুট একই। অর্থাৎ ডি মরগ্যানের উপাদান-২ প্রমাণিত হল।

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর.....
(নির্বাচনী পরীক্ষার প্রশ্ন বিশ্লেষণে প্রাপ্ত)

SURE
12

► ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

প্রশ্ন-১. জাংশন ডায়োড কাকে বলে?

উত্তর : একটি p টাইপ এবং একটি n-টাইপ অর্ধ পরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাদীনে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে p-n জাংশন বলে।

প্রশ্ন-২. জেনার ডায়োড কী?

উত্তর : এটি জেনার ভোল্টেজে ক্রিয়াশীল বিশেষ ধরনের ডায়োড, স্থির মানের ডি.সি ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য পাওয়ার সাপ্লাইতে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন-৩. শক্তি ব্যান্ড কী?

উত্তর : একই পদার্থের কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির মান পরিপার্শ্বের পরমাণুগুলোর প্রভাবে কিছুটা পরিবর্তন হয়। ফলে ইলেকট্রনগুলোর শক্তি একটি নির্দিষ্ট মানে না থেকে একটি নির্দিষ্ট পাল্লা বা ব্যান্ড তৈরি করে। একে শক্তি ব্যান্ড বলে।

প্রশ্ন-৪. পরিবহন ব্যান্ড কী?

উত্তর : যোজন ব্যান্ড হতে মুক্ত ইলেকট্রনকে পরিবহন ইলেকট্রন বলা হয়। বিভিন্ন শক্তির পরিবহন ইলেকট্রনগুলো শক্তির যে পাল্লা বা ব্যান্ড তৈরি করে তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে।

প্রশ্ন-৫. নিষিদ্ধ শক্তি ব্যান্ড কী?

উত্তর : পরিবহন ব্যান্ড ও যোজন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী যে শক্তি ব্যবধান তাকে নিষিদ্ধ শক্তি ব্যান্ড বলে। ইলেকট্রনগুলো নিষিদ্ধ শক্তি ব্যান্ডে অবস্থান করতে পারে না।

প্রশ্ন-৬. অর্ধপরিবাহী কী?

উত্তর : যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা অন্তরকের চেয়ে বেশি কিন্তু পরিবাহক হতে কম এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে যেসব পদার্থের পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় বা রোধ কমে যায় তাদেরকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলে।

প্রশ্ন-৭. p টাইপ অর্ধপরিবাহী কী?

উত্তর : অর্ধপরিবাহী পদার্থে ত্রি-যোজী মৌল ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মেশালে তাদের মধ্যে ধনাত্মক আধান বাহক হোল গরিষ্ঠ আধান বাহক হিসেবে কাজ করে। এ ধরনের অর্ধ পরিবাহীকে p টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।

প্রশ্ন-৮. n-টাইপ অর্ধপরিবাহী কী?

উত্তর : অর্ধপরিবাহী পদার্থে পঞ্চযোজী মৌল ভেজাল বা অপদ্রব্য হিসেবে মেশালে তাদের মধ্যে ঋণাত্মক আধান বাহক ইলেকট্রন গরিষ্ঠ আধান বাহক হিসেবে কাজ করে। এধরনের অর্ধপরিবাহীকে n-টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।

প্রশ্ন-৯. অর্ধপরিবাহী ডায়োড কী?

উত্তর : একই পদার্থের একটি p টাইপ এবং একটি n- টাইপ অর্ধপরিবাহীকে পরস্পরের সংস্পর্শে রেখে বিশেষ পদ্ধতিতে সংযুক্ত করলে p-n জাংশন ডায়োড তৈরি হয়। এটি বাস্তবের মতো একদিকে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে।

প্রশ্ন-১০. ট্রানজিস্টর কাকে বলে?

উত্তর : দুটি p-n জাংশনকে বিশেষ পদ্ধতিতে সংযুক্ত করলে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ যে ডিভাইস বা যন্ত্র তৈরি হয় তাকে ট্রানজিস্টর বলে।

► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১. সম্মুখ বায়াসের সময় নিঃশেষিত অঞ্চলে কী ঘটে?

উত্তর : যখন সংযোগটি সম্মুখ বায়াসে থাকে তখন আধান বাহকদের সংখ্যাগুরু অঞ্চল থেকে সংখ্যালঘু অঞ্চলে ব্যাপন হয়— ইলেকট্রন হোলের দিকে ব্যাপিত হয়। সুতরাং হোল ও ইলেকট্রনগুলি নিঃশেষিত অঞ্চলের কাছাকাছি কোথাও মিলিত হয়। ফলে নিঃশেষিত অঞ্চল ক্ষীণ হতে থাকে ও নী-ভোল্টেজের বেশি ভোল্টেজের অঞ্চলে প্রায় নিঃশেষিত হয়ে যায়।

প্রশ্ন-২. সম্মুখবর্তী বায়াসের বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর : সম্মুখবর্তী বায়াসের বৈশিষ্ট্য হল—

- জাংশন ডায়োডের অভ্যন্তরে উভয় প্রকার সংখ্যাগুরু বাহকের দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয়; কিন্তু বহিঃবর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেকট্রন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়।
- সম্মুখবর্তী বায়াস প্রয়োগে সাধারণত কয়েক মিলি-অ্যাম্পিয়ারের তড়িৎ-প্রবাহ পাওয়া যায়।
- প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
- প্রবাহমাত্রা এবং প্রযুক্ত বিভব পার্থক্যের লেখচিত্র অংকন করলে সরলরেখা পাওয়া যায় না।
- সম্মুখবর্তী বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ হ্রাস পায়।

প্রশ্ন-৩. বিপরীতমুখী বায়াসের চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর : বিপরীত বায়াসের বৈশিষ্ট্য :

- জাংশন ডায়োডের অভ্যন্তরে উভয় ধরনের সংখ্যাগুরু বাহকের দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয়; কিন্তু বহিঃবর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেকট্রনের দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়।
- বিপরীত বায়াসে সাধারণত কয়েক মাইক্রো-অ্যাম্পিয়ারের তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।
- প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রার উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় না।
- বিপরীত বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন-৪. রেকটিফায়ার বর্তনীকে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমারের গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা মুখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা অপেক্ষা কম রাখা হয় কেন?

উত্তর : ট্রান্সফরমার দ্বারা ভোল্টেজ কমানোর জন্য গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা কম রাখা হয়। ভোল্টেজ কম না হলে ডায়োড পুড়ে যাবে। সাধারণত ডায়োডে ভোল্টেজের মান 15V এর নিচে রাখা হয়।

প্রশ্ন-৫. পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকরণে দুটি অনুরূপ ডায়োড ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর : পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকরণে দুটি অনুরূপ ডায়োড ব্যবহার করা হয়। কারণ দুটি ডায়োডের তড়িৎপ্রবাহ অনুরূপ না হলে রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহের গুণনামা বেশি হয়।

প্রশ্ন-৬. বিশুদ্ধ ও দূষিত অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : বিশুদ্ধ ও দূষিত অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী	দূষিত অর্ধপরিবাহী
(i) যেসব অর্ধপরিবাহীতে কোনো অপদ্রব্য থাকে না তাদের বিশুদ্ধ বা সহজাত অর্ধপরিবাহী বলে।	(i) বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে সামান্য পরিমাণে যথোপযুক্ত অপদ্রব্য মেশালে যেসব অর্ধপরিবাহীর সৃষ্টি হয় তাদের অশুদ্ধ বা বহিজাত অর্ধপরিবাহী বলে।
(ii) এক্ষেত্রে পরিবহন ব্যান্ডের ইলেকট্রনের সংখ্যা এবং যোজন ব্যান্ডের হোলের সংখ্যা সমান হয়।	(ii) পরিবহন ব্যান্ডের ইলেকট্রন সংখ্যা ও যোজন ব্যান্ডের হোলের সংখ্যা কম-বেশি হয়।
(iii) চতুঃযোজী মৌল সাধারণত বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী হিসেবে কাজ করে।	(iii) বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে সুনিয়ন্ত্রিত ও উপযুক্ত উপায়ে অল্প পরিমাণ অপদ্রব্য মেশানোর মাধ্যমে তৈরি করা হয়।
(iv) সিলিকন, জার্মেনিয়াম, টিন ইত্যাদি বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী।	(iv) p-টাইপ ও n-টাইপ হলো দূষিত অর্ধপরিবাহী।

প্রশ্ন-৭. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মেশানোর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর : যে সব অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা সমান থাকে সেগুলোকে বিশুদ্ধ বা সহজাত অর্ধপরিবাহী বলে। এসব অর্ধপরিবাহীতে কোনো ভেজাল থাকে না।

অর্ধপরিবাহী পদার্থের আর একটা বিশেষ ধর্ম হচ্ছে যে, যদি কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে কোনো নির্দিষ্ট অপদ্রব্যের খুব সামান্য অংশ মেশানো হয় তাহলে এর রোধ অনেক গুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণ পদ্ধতিকে বলা হয় ডোপিং। বিভিন্ন ডিভাইস বা যন্ত্রাংশ তৈরিতে অপদ্রব্য মিশ্রিত অর্ধপরিবাহী পদার্থ ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন-৮. একটি ট্রায়োড ভালভ অপেক্ষা ট্রানজিস্টরের সুবিধা কী কী?

উত্তর : ট্রায়োড ভালভ অপেক্ষা ট্রানজিস্টরের সুবিধাগুলো নিচে বর্ণনা করা হলো :

- ট্রায়োড ভালভ আকারে বড়, কিন্তু ট্রানজিস্টর আকারে অনেক ছোট, ব্যবহারে সুবিধা বেশি।
- তড়িৎপ্রবাহের ফলে ট্রায়োড ভালভ উত্তপ্ত হয়, কিন্তু ট্রানজিস্টরে এ রকম পরিস্থিতির উদ্ভব হয় না।
- ট্রায়োড ভালভ অপেক্ষা ট্রানজিস্টর দামে অনেক কম।
- অনেক দিন ব্যবহারে ট্রায়োড ভালভের কর্মদক্ষতা কমে যায়, কিন্তু ট্রানজিস্টরের কর্মদক্ষতা স্থির থাকে।

প্রশ্ন-৯. অর্ধ-পরিবাহীর বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর?

উত্তর :

- অর্ধপরিবাহীর রোধকত্ব $10^{-4} \Omega m$ ক্রমের।
- এতে কোনো অপদ্রব্য মিশালে এর তড়িৎ পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এর তড়িৎ পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।
- পরমশূন্য তাপমাত্রায় এরা অন্তরক।

প্রশ্ন-১০. পরমশূন্য তাপমাত্রায় অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ কেন অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে?

উত্তর : পরমশূন্য তাপমাত্রায় (0K) অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এ তাপমাত্রায় সমযোজী অণুবন্ধনগুলো খুবই সরল হয় এবং সবগুলো যোজন ইলেকট্রনই সমযোজী অণুবন্ধন তৈরিতে ব্যস্ত থাকে। ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না এবং অর্ধ-পরিবাহীতে কেলাস এ অবস্থায় যোজন ব্যান্ড পূর্ণ থাকে এবং যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মাঝে শক্তির ব্যবধান বিরাট হয় ফলে কোনো যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে এসে মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হতে পারে না। ফলে মুক্ত ইলেকট্রন না থাকার কারণে পরমাণুয় তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী পদার্থ অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

প্রশ্ন-১১. p-n জাংশন কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : p-n জাংশন পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী পরিণত করতে ডায়োড হিসেবে অর্ধতরঙ্গ একমুখীকরণে পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকরণ ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়। গরিষ্ঠ আধান বাহক n-টাইপ বা p-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী দণ্ডে প্রবেশ করে। একে উৎস বলা হয়।

প্রশ্ন-১২. OR গেট কী ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : OR গেট এমন এক ধরনের গেট যার দুই বা ততোধিক ইনপুট থাকে এবং একটিমাত্র আউটপুট থাকে।
ব্যাখ্যা : একটি OR গেট-এর দুটি ইনপুট যথাক্রমে A ও B হলে এবং আউটপুট X হলে OR গেট-এর বুলিয়ান সমীকরণ হবে,
 $X = A + B$
এখানে + চিহ্ন দ্বারা সাধারণত যোগ বুঝানো হয় না। এই + চিহ্নের অর্থ OR অপারেশন।

প্রশ্ন-১৩. লজিক গেট কী ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : বুলিয়ান অ্যালজেবরার ব্যবহারিক প্রয়োগের জন্য ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট ব্যবহার করা হয়। লজিক গেট হলো এক ধরনের ইলেকট্রনিক বর্তনী যার দ্বারা যৌক্তিক সিদ্ধান্ত গঠন করা যায়। এ সকল ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিটকে লজিক গেট বলে। লজিক গেট বলতে সাধারণত লজিক সার্কিটকে বুঝায় যাতে এক বা একাধিক ইনপুট এবং কেবল একটি আউটপুট থাকে, যা ইনপুটের ভিত্তিতে আউটপুট নির্ধারণ করে। লজিক গেটগুলো মূলত: একটি ডিজিটাল পদ্ধতির জন্য মৌলিক ব্লক হিসেবে কাজ করে যা বাইনারি '0' (Zero) ও '1' (One) দ্বারা অপারেট হয়।

প্রশ্ন-১৪. IC বলতে কী বুঝ - ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : ইন্টিগ্রেটেড বা সমন্বিত সার্কিটের সংক্ষিপ্ত নাম IC। এটি হলো সেই বর্তনী যাতে বর্তনীর উপাংশ বা যন্ত্রাংশগুলো স্কুড অর্ধপরিবাহক

চিপে বিশেষ প্রক্রিয়ায় বাধন করা হয় যারা স্বয়ংভাবে ঐ চিপের অংশ। IC তে অনেকগুলো যন্ত্রাংশ যেমন- রোধক, ধারক, ডায়োড ইত্যাদি।

প্রশ্ন-১৫. IC এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলি লিখ।

উত্তর: সুবিধা:

- সংযোগ সংখ্যা কম কিন্তু নির্ভরযোগ্যতা বেশি।
- অত্যন্ত ক্ষুদ্রাকৃতি।
- ওজন কম।
- কম বিদ্যুৎতের প্রয়োজন হয়।
- দাম কম।

অসুবিধা:

- কোনো যন্ত্রাংশ নষ্ট হয়ে গেলে চিপটি পরিবর্তন করতে হয়। অংশ বিশেষ মেরামত করা যায় না।

প্রশ্ন-১৬. AND গেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর : **AND গেট:** AND গেটে দুই বা ততোধিক ইনপুট এবং একটি আউটপুট থাকে। AND গেটের সকল ইনপুট '1' হলেই কেবলমাত্র আউটপুট '1' হবে। অন্যথায় আউটপুট '0' হবে। অর্থাৎ যে লজিক গেটের সবগুলো ইনপুট 1 হলে আউটপুট 1 হয় তাকে AND গেট বলে। AND গেটের বুলিয়ান সমীকরণ হলো:

$$X = A.B$$

এই সমীকরণ: চিহ্নটি বুলিয়ান AND অপারেশন বুঝায়, এটি সাধারণ গুণ বুঝায় না।

$X = A.B$ সমীকরণটি পড়ার নিয়ম হলো “X equals A and B”। এর অর্থ X-এর মান 1 হবে যখন A এবং B উভয়ই 1 হবে। AND অপারেশনের জন্য বুলিয়ান সমীকরণ লেখতে সাধারণত ‘.’ চিহ্ন বাদ দিয়ে লেখা হয়, $X = AB$ ।

প্রশ্ন-১৭. বাইনারী সংখ্যা পদ্ধতি বলতে কী বুঝ - ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : বাইনারী পদ্ধতিতে 0 এবং 1 এই দুটি মাত্র অংক ব্যবহার করা হয়। এজন্য এই পদ্ধতিকে দ্বিমিক সংখ্যা পদ্ধতিও বলা হয়। এ সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি বা বেস 2। এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত 0 বা 1 অংককে বিট বলা হয়। সাধারণত 8টি বিট সমন্বয়ে 1টি বাইট (byte) গঠিত হয়।

দশমিক পদ্ধতিতে 0 থেকে 9 পর্যন্ত গণনার জন্য একটি স্থান প্রয়োজন এবং তার পরে দ্বিতীয় বা অন্যান্য স্থান ব্যবহার করা হয়। যেমন- 9 এর পরে 10 হয়। তেমনি বাইনারী পদ্ধতির 0 এবং 1 গণনার জন্য একটি স্থান তারপরে দ্বিতীয় বা অন্যান্য স্থান প্রয়োজন হয়।