জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২

এসএসসি ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও
দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২
General Electronics-2

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম ও দশম শ্রেণি

লেখক

ইঞ্জিনিয়ার শান্তি রঞ্জন সরকার, পি.এইচ.ডি
চীফ ইন্সট্রাক্টর (কম্পিউটার) ও ভারপ্রাপ্ত কর্মকর্তা, আইসিটি সেল
কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তর

সম্পাদক

ড. মো: মোস্তাফিজুর রহমান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬
পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, ২০১৭
পরিমার্জিত সংস্করণ : সেপ্টেম্বর, ২০১৮
পুনর্মুদ্রণ : , ২০১৯

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিক স্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ি, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনাল স্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উন্নীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে; যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনাল স্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে পাঠ্যপুস্তকটি প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। ২০১৮ সালে পাঠ্যপুস্তকটির তত্ত্ব ও তথ্যগত পরিমার্জন এবং চিত্র সংযোজন, বিয়োজন করে সংস্করণ করা হয়েছে। পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা
চেয়ারম্যান
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

নবম শ্রেণি– প্রথম পত্র (তাত্ত্বিক)		
অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
প্রথম	ইলেকট্রিসিটির মৌলিক ধারণা	১
দ্বিতীয়	কারেন্ট ও ভোল্টেজ	৬
তৃতীয়	ওহমের সূত্রের প্রয়োগ	১১
চতুর্থ	রেজিস্ট্যান্সের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ	১৪
পঞ্চম	ক্যাপাসিটরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ	২৬
ষষ্ঠ	ইন্ডাক্টরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ	৩১
সপ্তম	রিয়াকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স	৩৬
অষ্টম	বাইপোলার ট্র্যানজিস্টর	৪০
নবম	ট্রানজিস্টর কনিফিগারেশন	৪৫
দশম	এফইটি (FET) ও মসফেট (MOSFET)	৫০
একাদশ	অ্যামপ্লিফায়ার ও অ্যামপ্লিফিকেশন	৫৫
দ্বাদশ	অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং	৬২
ত্রয়োদশ	ফিডব্যাক	৬৬
চতুর্দশ	অসিলেশন ও অসিলেটর	৭০
পঞ্চদশ	আর্মস্ট্রং, কলপিটস, ক্রিস্টাল ও হার্টলি অসিলেটর	৭৫
ষোড়শ	রেডিও কমিউনিকেশন, রেডিও ওয়েভ সম্প্রচার এবং অ্যানটেনা	৭৯
সপ্তদশ	মডুলেশন ও ডিমডুলেশন	৮২
অষ্টাদশ	রেডিও রিসিভার	৮৫
উনবিংশ	আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার	৮৮
বিংশ	লোকাল অসিলেটর	৯০
একবিংশ	আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার	৯২
দ্বাবিংশ	রেডিও এর I F ফ্রিকুয়েন্সির মান	৯৫
ত্রয়োবিংশ	ফেজ লিমিটার এবং ডিসক্রিমিনেটর	৯৮
চতুর্বিংশ	অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার	১০০
পঞ্চবিংশ	অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার	১০২
ষড়বিংশ	প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার	১০৬
সপ্তবিংশ	সাদাকালো টিভি	১০৮
	প্রথম পত্র (ব্যবহারিক)	১১১

দশম শ্রেণি– দ্বিতীয় পত্র (তাত্ত্বিক)		
অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
প্রথম	বুলিয়ান অ্যালজেবরা	১৩৩
দ্বিতীয়	কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট	১৪৫
তৃতীয়	সিকোয়েন্সিয়াল সার্কিট	১৫৮
চতুর্থ	অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার	১৮৩
পঞ্চম	রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই	১৯২
ষষ্ঠ	সুইচ মোড পাওয়ার সাপ্লাই (SMPS)	১৯৭
সপ্তম	শব্দ উৎপাদনকারি যন্ত্র	২০০
অষ্টম	পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম (PAS)	২০২
নবম	VCD ও DVD	২০৬
দশম	টেলিফোন	২১১
একাদশ	ডিজিটাল কমিউনিকেশন	২১৬
দ্বাদশ	সোলার সিস্টেম	২২৬
ত্রয়োদশ	কর্ডলেস ফোন	২২৯
চতুর্দশ	ইলেকট্রনিক এক্সচেঞ্জ	২৩৪
পঞ্চদশ	গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি	২৩৭
ষোড়শ	GSM সিস্টেম	২৪২
সপ্তদশ	CDMA সিস্টেম	২৪৭
অষ্টাদশ	অ্যাডভান্স ওয়ারলেস টেকনোলজি	২৫১
উনবিংশ	অ্যাডভান্স কমিউনিকেশন	২৬১
বিংশ	পরিমাপক যন্ত্র	২৬৮
একবিংশ	IPS	২৭৪
দ্বাবিংশ	UPS	২৭৭
ত্রয়োবিংশ	কন্ট্রোল তত্ত্ব	২৮১
চতুর্বিংশ	মাল্টিমিডিয়া ও হাইপারমিডিয়া	২৮৫
	দ্বিতীয় পত্র (ব্যবহারিক)	২৯৪

প্রথম অধ্যায়
ইলেকট্রিসিটির মৌলিক ধারণা

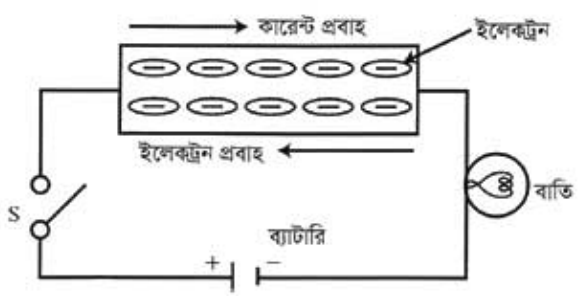
এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ইলেকট্রিসিটি কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ইলেকট্রিসিটি এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রিসিটির বৈশিষ্ট্য বিবৃত করতে পারব;
- কারেন্ট কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ভোল্টেজ কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- এসি ও ডিসি ব্যাখ্যা করতে পারব।

ভূমিকা

ইলেকট্রিসিটি এক প্রকার অদৃশ্য শক্তি যা তরল বা গ্যাসের মতো প্রবাহিত হয়। ইলেকট্রন প্রবাহের দ্বারা এ শক্তি সৃষ্টি হয়। তরল কিংবা গ্যাস পাইপের মাধ্যমে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে পাঠানো হয়। কিন্তু ইলেকট্রিসিটি প্রবাহের জন্য পাইপের প্রয়োজন হয় না। এটি ধাতু বা ধাতুর তৈরি তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে। একে ইলেকট্রিসিটি বা ইলেকট্রনের প্রবাহ বা ইলেকট্রিক কারেন্ট বলা হয়। কারেন্টকে ইংরেজি অক্ষর I দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ইলেকট্রিসিটি অদৃশ্য শক্তি বলে শুধু ক্রিয়া দেখে এর উপস্থিতি অনুভব করা যায়। যেমন বাতি জ্বলা, পাখা ঘুরা, রেডিও ও টিভি অনুষ্ঠান ইত্যাদি। তড়িৎ বা বিদ্যুৎ আলোর গতিতে প্রবাহিত হয় অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে ১,৮৬,২৮২ মাইল বা ২,৯৯,৭৯১.৮২ কিলোমিটার যায়। যে তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তাকে পরিবাহী বলে।

তবে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য একটি তড়িৎ বর্তনী বা সার্কিটের প্রয়োজন হয়। একটি ব্যাটারি, এক টুকরা তার, একটি সুইচ এবং বিদ্যুতের উপস্থিতি অবলোকন করার জন্য একটি বৈদ্যুতিক বাতির সমন্বয়ে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী বা সার্কিট তৈরি হয়।



চিত্র ঃ বিদ্যুৎ প্রবাহ

বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য সুইচটি বন্ধ থাকতে হয়। ইলেকট্রন প্রবাহের বিপরীত দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য তারের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্যের প্রয়োজন যা ইলেকট্রমোটিভ ফোর্স বা EMF বলে পরিচিত। যেমন পানির পাইপের উচ্চতার উপর নির্ভর করে পানির চাপের পার্থক্যের ফলে পাইপের ভিতর দিয়ে পানির প্রবাহের সৃষ্টি হয়, তেমনি বৈদ্যুতিক বিভব এর পার্থক্য অনুসারে কন্ডাক্টরের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।

১.১ ইলেকট্রিসিটিঃ

ইলেকট্রনের প্রবাহকে ইলেকট্রিসিটি বলে। তড়িৎ বা বিদ্যুৎ যার ইংরেজি নাম হলো ইলেকট্রিসিটি, তা একটি বিশেষ শক্তি। এটি এমন একটি শক্তি, যা আমরা চোখে দেখতে পাই না অথচ অনুভব করতে পারি। আর এ অদৃশ্য শক্তি হলো বিদ্যুৎ। গ্রীক শব্দ **'ইলেকট্রন'** হতে ইলেকট্রিসিটি বা বিদ্যুতের নামকরণ করা হয়েছে। বিদ্যুৎ এমন একটি শক্তি, যার উপস্থিতিতে কোনো বস্তু আকর্ষণ গুণ প্রাপ্ত হয়। বিদ্যুতের আর এক নাম চার্জ। শুকনো রেশমি কাপড় দ্বারা কাঁচ দণ্ড অথবা পশমি চামড়া দ্বারা এবোনাইট দণ্ডকে ঘর্ষণ করলে কাঁচ বা এবোনাইট দণ্ডে এক প্রকার বিদ্যুৎ বা চার্জের সঞ্চার হয়। ফলে দণ্ডগুলো ছোট ছোট কাগজের টুকরা আকর্ষণ করে।

উপরোক্ত আলোচনার পরিপেক্ষিতে ইলেকট্রিসিটির সংজ্ঞা নিম্নরূপে দেওয়া যায়-

'কোন বস্তুকে অপর কোন বস্তু দিয়ে ঘর্ষণ করা হলে তাদের মধ্যে নতুন ধর্ম লাভ করে, তারা অন্য বস্তুকে আকর্ষণ করে। এ ধর্মকেই তড়িৎ বা বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিসিটি বলে।

১.২ ইলেকট্রিসিটির প্রকারভেদঃ

বিদ্যুৎ দুই প্রকার। যথা-
ক) স্থির বিদ্যুৎ
খ) চল বিদ্যুৎ

বস্তুতে সঞ্চিত চার্জ বা বিদ্যুৎ যখন চলাচল না করে আবদ্ধ অবস্থায় থাকে, তখন তাকে স্থির বিদ্যুৎ বলে। আর বাহ্যিক শক্তির প্রভাবে যখনই চার্জগুলো চলাচল শুরু হয়, তখন তাকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বলা হয়। স্থির ও চলবিদ্যুতের গতিবিধি বোঝার জন্য ব্যাটারি বা ক্যাপাসিটরকে বিবেচনা করা যেতে পারে। ব্যাটারি বা ক্যাপাসিটরকে কার্যোপযোগী করার জন্য চার্জের প্রবাহ ঘটিয়ে এদের অভ্যন্তরে চার্জকে জমিয়ে রাখা হয়। এক্ষেত্রে প্রবহামান চার্জকে চলবিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিক কারেন্ট এবং সঞ্চিত চার্জকে স্থির বিদ্যুৎ বলা হয়।

১.৩ বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রিসিটির বৈশিষ্ট্যঃ

কোনো পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তিন ধরনের ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায়। যথা-
ক) চৌম্বক ক্রিয়া (Magnetic Effect)
খ) তাপীয় ক্রিয়া (Heating Effect)
গ) রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical Effect)

চৌম্বক ক্রিয়াঃ কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারিদিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। একে বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া বলে।

তাপীয় ক্রিয়াঃ কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন হয়। একে বিদ্যুৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়া বলে।

রাসায়নিক ক্রিয়াঃ কোনো কোনো তরল পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তরলে রাসায়নিক পরিবর্তন হয়। একে বিদ্যুতের রাসায়নিক ক্রিয়া বলে।

১.৪ কারেন্টঃ

কারেন্ট হলো সার্কিটে ইলেকট্রিক চার্জ প্রবাহের হার। যদি সার্কিটে t সময়ে q চার্জ প্রবাহিত হয় তাহলে, সময়ের পরিবর্তনের সাথে I এর কোনো পরিবর্তন না হলে তাকে ডি, সি এবং সময়ের সাথে I এর পরিবর্তন হলে তাকে এসি বলা হয়। কারেন্টের বাহ্যিক এককের নাম অ্যাম্পিয়ার। কোনো সার্কিটে প্রতি সেকেন্ডে এক কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে কারেন্টের মান হবে এক অ্যাম্পিয়ার।
অথবা,
সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণে স্থাপিত রুপার ক্যাথোডের উপর প্রতি সেকেন্ডে ১.১২ মিলিগ্রাম প্রলেপ সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ কারেন্টের প্রয়োজন হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।
অথবা,
কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এক ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপে এক ওহম রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলা হয়।
এছাড়াও কারেন্ট পরিমাপের ক্ষুদ্র এককগুলো হলো-মিলিঅ্যাম্পিয়ার ও মাইক্রোঅ্যাম্পিয়ার।

১.৫ ভোল্টেজঃ

নলের ভিতর দিয়ে তরল বা গ্যাস প্রবাহের জন্য যেমন প্রেসার বা চাপের প্রয়োজন হয় তেমনি কোনো সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের জন্য চাপের প্রয়োজন হয়। বৈদ্যুতিক চাপের আসল নাম ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স। পরিবাহীতে বিভব পার্থক্য থাকলে তাতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। কোনো সার্কিটে উচ্চ বিভব হতে নিম্ন বিভবে একক কারেন্ট প্রবাহিত করাতে যে পরিমাণ চাপের প্রয়োজন হয় তা হলো দুইটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য।

বৈদ্যুতিক চাপ, বিভব পার্থক্য ও ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্সের একক হলো ভোল্ট। এছাড়াও বড় একক হিসেবে কিলোভোল্ট এবং ছোট একক হিসেবে মিলিভোল্ট ব্যবহার করা হয়। কোনো পরিবাহীর উচ্চ বিভব সম্পন্ন প্রান্ত হতে নিম্ন বিভব সম্পন্ন প্রান্তে এক কুলম্ব পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত করাতে যদি এক জুল পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাহলে ঐ প্রান্তে বিভব পার্থক্য হবে এক ভোল্ট। কোনো সার্কিটে ভোল্টেজ হলো কারেন্ট এবং রেজিস্ট্যান্সের গুণফল।

১.৬ এসি ও ডিসি:

প্রবাহ অনুসারে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রধানত দুই প্রকার

ক) ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি

খ) অল্টারনেট কারেন্ট বা এসি

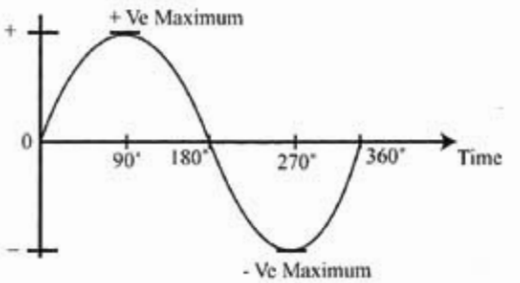
ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি :

যে কারেন্ট সব সময় একই দিকে প্রবাহিত হয় এবং যার মান সব সময় অপরিবর্তিত থাকে তাকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বলে।

অল্টারনেটিং কারেন্ট বা এসি :

যে কারেন্ট নিয়মিত সময় অন্তর দিক পরিবর্তন করে এবং যার মান প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তিত হয় তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে।

কারেন্ট $I = \frac{q}{t}$ এখানে I = কারেন্ট, q = চার্জ এবং t = সময় বোঝায়।



চিত্র : পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. স্থিরবিদ্যুৎ কাকে বলে?
২. চলবিদ্যুৎ কাকে বলে?
৩. EMF কী?
৪. ইলেকট্রিক কারেন্ট কী?
৫. ভোল্টেজ কী?
৬. এসি কী?
৭. ডিসি কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্রিয়াসমূহ লিখ।
২. বিদ্যুৎ কীভাবে উৎপন্ন হয়?
৩. এসি-এর ওয়েভ অঙ্কন করে দেখাও।
৪. ভোল্টেজের সংজ্ঞা লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ইলেকট্রিসিটির বর্ণনা দাও।

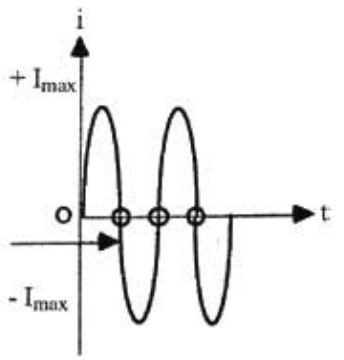
দ্বিতীয় অধ্যায়
কারেন্ট ও ভোল্টেজ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- অল্টারনেটিং কারেন্ট ও ভোল্টেজ কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- সাইনোসয়ডাল ওয়েভ কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ফ্রিকুয়েন্সি ও টাইম পিরিয়ড ব্যক্ত করতে পারব;
- পিক-টু-পিক ভ্যালু, পিক ভ্যালু, আর এম এস ভ্যালু, অ্যাভারেজ ভ্যালু এবং ইফেকটিভ ভ্যালু বিবৃত করতে পারব;
- পিক-টু-পিক ভ্যালু, পিক ভ্যালু, আর এম এস ভ্যালু, অ্যাভারেজ ভ্যালু এবং ইফেকটিভ ভ্যালু নির্ণয়ের সূত্র শনাক্ত এবং এদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারব।

২.১ অল্টারনেটিং কারেন্ট ও ভোল্টেজ:

যে কারেন্ট নিয়মিত সময় অন্তর মান ও দিক পরিবর্তন করে এবং যার মান মুহূর্তে পরিবর্তিত হয়, তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট বলে। কারেন্ট, $I = \frac{q}{t}$

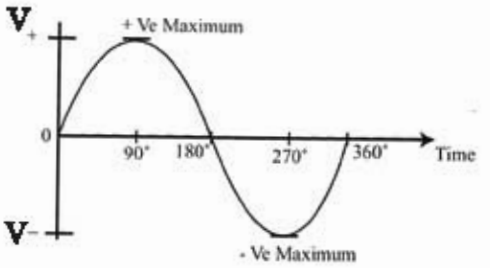


চিত্র : অল্টারনেটিং কারেন্ট

অল্টারনেটিং কারেন্টের একটি পূর্ণাঙ্গ পজিটিভ ও নেগেটিভ মানকে একটি সাইকেল বলা হয়। এক সাইকেল = ৩৬০°।

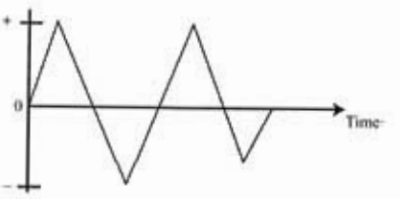
২.২ সাইন ওয়েভ, ট্রাংগুলার ওয়েভ, স্কয়ার ওয়েভ ও জটিল ওয়েভ :

সাইন ওয়েভ :



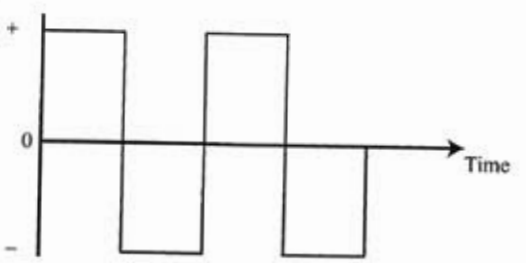
চিত্র : সাইন ওয়েভ

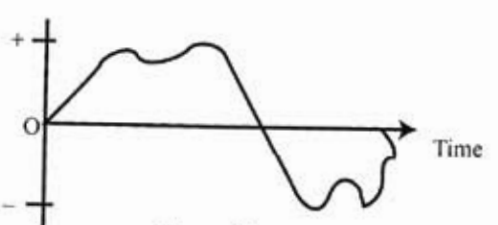
ট্রাই-এ্যাঙ্গুলার ওয়েভ :



চিত্র : ট্রাংগুলার ওয়েভ

স্কয়ার ওয়েভ :





চিত্র : জটিল ওয়েভ

২.৩ ফ্রিকুয়েন্সি ও টাইম পিরিয়ড:

ফ্রিকুয়েন্সি

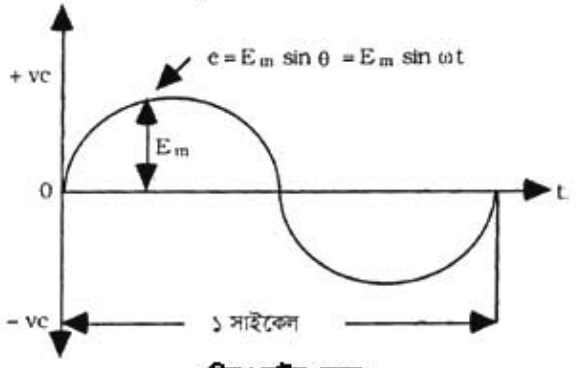
এক সেকেন্ড সময় বিদ্যুৎ প্রবাহের যতগুলো সাইকেল সম্পূর্ণ হয়, সেই সংখ্যাকে ফ্রিকুয়েন্সি বলে। একে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক সাইকেল/সেকেন্ড অথবা হার্টজ (Hz)। ফ্রিকুয়েন্সির সূত্রটি হলো– $f = \frac{1}{T}$ Hz.

টাইম পিরিয়ড

একটি সাইকেল সম্পূর্ণ করতে যে সময়ের প্রয়োজন হয়, তাকে টাইম পিরিয়ড বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। টাইম পিরিয়ডের সূত্র হলো– $T = \frac{1}{f}$ সেকেন্ড।

২.৪ পিক-টু-পিক ভ্যালু, পিক ভ্যালু, RMS ভ্যালু, অ্যাভারেজ ভ্যালু এবং ইফেকটিভ ভ্যালু:

পরিবর্তী রাশি বা পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহ যদি সুষম সাইন তরঙ্গ অনুসরণ করে, তবে একটি পূর্ণ সাইকেলের গড়মান শূন্য হয়। কারেন্টের তরঙ্গ চিত্রে শূন্য রেখার উপরের মানকে ধনমান এবং নিচের মানকে ঋণমান বলে। এজন্য পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের গড়মান নির্ধারণে অর্ধসাইকেল বিবেচনা করা হয়। অর্ধসাইকেলে তাৎক্ষণিক মানসমূহের গড়কে পরিবর্তী রাশির গড়মান বলে এবং গড়মান I_{av}, E_{av} ইত্যাদি দ্বারা সূচিত করা হয়।



চিত্র : সাইন ওয়েভ

এখানে, $I_{av} = I_{max} \times 0.637$

অনুরূপভাবে, $E_{av} = E_{max} \times 0.637$

RMS এর পূর্ণ নাম Root Mean Square। একে এসি সিগন্যালের কার্যকরী মান বলা হয়। এটি হলো এসি এর সমতুল্য ডিসি মান। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার ডিসি কারেন্ট প্রবাহের ফলে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় ঠিক সেই পরিমাণ তাপ উৎপন্ন করতে ঐ পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ এসি কারেন্টের প্রয়োজন হয় সেই পরিমাণ এসি কারেন্টকে RMS ভ্যালু বা RMS মান বলে।

$\therefore I_{rms} = 0.707\ I_{max}$

উদাহরণ-১। একটি সাইন ওয়েভের পিক-টু-পিক মান 440 ভোল্ট। আর.এম.এস মান কত?

সমাধান : এখানে দেওয়া আছে,

$V_{max} = 440$ ভোল্ট

$V_{rms} = ?$

আমরা জানি, $V_{rms} = V_{max} \times 0.707$ ভোল্ট

$\therefore V_{rms} = 440 \times 0.707$ ভোল্ট

$= 311.08$ ভোল্ট **(উত্তর)**

উদাহরণ-২। কোনো সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান যথাক্রমে 150 ভোল্ট এবং 100 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গড় মান কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$V_{max} = 150$ volt

$I_{max} = 100$ mA.

আমরা জানি, $E_{ave} = E_{max} \times 0.637$

$\therefore E_{ave} = 150 \times 0.637$

$= 97.55$ ভোল্ট।

আবার আমরা জানি,

$I_{ave} = I_{max} \times 0.637$

$= 100 \times 10^{-3} \times 0.637$

$= 63.7 \times 10^{-3}$

$= 0.0637$ অ্যাম্পিয়ার।

উদাহরণ-৩। একটি সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান যথাক্রমে 240 ভোল্ট এবং 150 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের আর.এম.এস মান কত?

সমাধান : এখানে দেওয়া আছে,

$V_{max} = 240$ ভোল্ট

$I_{max} = 150$ মিলি অ্যাম্পিয়ার

আমরা জানি, $I_{rms} = I_{max} \times 0.707$ অ্যাম্পিয়ার

$= 150 \times 10^{-3} \times 0.707$

$= 0.10605$ অ্যাম্পিয়ার

$E_{rms} = E_{max} \times 0.707$ ভোল্ট

$= 240 \times 0.707$ ভোল্ট

$= 169.68$

উদাহরণ-৪। একটি সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গড়মান যথাক্রমে 100 ভোল্ট এবং 95 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান কত?

সমাধান : এখানে দেওয়া আছে,

$I_{ave} = 75$mA

$V_{ave} = 100$ volt

আমরা জানি, $I_{ave} = I_{max} \times .637$

$\therefore I_{max} = \frac{I_{ave}}{0.637} = \frac{75 \times 10^{-3}}{0.637}$

$= 0.1177$ অ্যাম্পিয়ার।

আবার আমরা জানি,

$E_{ave} = E_{max} \times 0.637$

$\therefore E_{max} = \frac{E_{ave}}{0.637} = \frac{100}{0.637}$

$= 157.985$ ভোল্ট।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অল্টারনেটিং কারেন্ট কী?
২। সাইকেল কী?
৩। সাইন ওয়েভ দেখাও।
৪। ফ্রিকুয়েন্সি কী?
৫। টাইম পিরিয়ড কী?
৬। টাইম পিরিয়ডের সূত্র কী?
৭। ফ্রিকুয়েন্সির সূত্রটি লিখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অল্টারনেটিং কারেন্টের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
২। গড়মান সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৩। আর.এম.এস সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৪। একটি সাইন ওয়েভের পিক-টু-পিক মান 440 ভোল্ট। আর.এম.এস মান নির্ণয় কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। কোনো সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান যথাক্রমে 150 ভোল্ট এবং 100 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গড়মান নির্ণয় কর।
২। একটি সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান যথাক্রমে 240 ভোল্ট এবং 150 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের আর.এম.এস মান নির্ণয় কর।
৩। একটি সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গড়মান যথাক্রমে 100 ভোল্ট এবং 95 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের সর্বোচ্চ মান নির্ণয় কর।

তৃতীয় অধ্যায়
ওহমের সূত্রের প্রয়োগ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ওহমের সূত্র ব্যক্ত করতে পারব;
- ওহমের সূত্র যাচাই করতে পারব;
- ওহমের সূত্র প্রয়োগ বর্ণনা করতে পারব।

৩.১ ওহমের সূত্র:

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো একটি পরিবাহীর বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

ওহমের সূত্রের সমীকরণগুলো হলো–

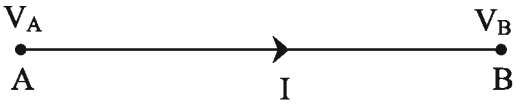
১। কারেন্টের সমীকরণ, $I = \frac{V}{R}$

২। ভোল্টেজের সমীকরণ, $V = IR$

৩। রেজিস্ট্যান্স সমীকরণ, $R = \frac{V}{I}$

৩.২ ওহমের সূত্র যাচাই :

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো একটি পরিবাহির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট উহার দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।



মনেকরি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় AB পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহীত কারেন্ট I এবং উহার দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য VA – VB হলে ওহমের সূত্রমতে–

$I \propto V_A - V_B$

বা, $I \propto V$ $[\because V_A - V_B = V]$

বা, $I = GV$ [G একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক সংখ্যা]

বা, $I = \frac{1}{R}V$ [যখন $G = \frac{1}{R}$]

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

এখানে R হচ্ছে পরিবাহীর রোধ বা রেজিস্ট্যান্স। তাহলে বলা যায় পরিবাহীর কারেন্ট উহার রেজিস্ট্যান্সের ব্যাস্তানুপাতিক।

৩.৩ ওহমের সূত্র প্রয়োগ :

উদাহরণ-১। কোনো বর্তনীতে সাপ্লাই ভোল্টেজ 10 ভোল্ট এবং রেজিস্ট্যান্স 25 ওহমস্ হলে বর্তনীর কারেন্ট নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি, $I = \frac{V}{R}$

বা, $I = \frac{10}{25}$

$\therefore I = 0.4$ অ্যাম্পিয়ার। **(উঃ)**

দেওয়া আছে,

$V = 10$ ভোল্ট

$R = 25$ ওহম্স

$I = ?$

উদাহরণ-২। কোনো বর্তনীতে সাপ্লাই ভোল্টেজ 15 ভোল্ট এবং বর্তনীর কারেন্ট 20 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে বর্তনীর রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি, $R = \frac{V}{I}$

$\therefore R = \frac{15 \times 10^3}{20}$

$= \frac{15 \times 1000}{20} = 15 \times 50 = 750$ ওহমস্ **(উত্তর)**

দেওয়া আছে,

$V = 15$ ভোল্ট

$I = 20$ মিলি অ্যাম্পিয়ার $= 20 \times 10^{-3}$ অ্যাম্পিয়ার

$R = ?$

উদাহরণ-৩। কোনো বর্তনীতে 10 ওহমের একটি রেজিস্ট্যান্সের ভেতর দিয়ে 4 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হলে বর্তনীর সাপ্লাই ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি, $V = IR$

$\therefore V = 4 \times 10$

$\therefore V = 40$ ভোল্ট (উত্তর)

দেওয়া আছে,

$I = 4$ অ্যাম্পিয়ার

$R = 10$ ওহমস্

$V = ?$

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ওহমের সূত্রটি লেখ।
২। ওহমের কারেন্ট-এর গাণিতিক সূত্র লেখ।
৩। ওহমের ভোল্টেজের গাণিতিক সূত্র লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ওহমের সূত্রের সমীকরণগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ওহমের সূত্র থেকে সমীকরণগুলো নির্ণয় কর।
২। কোনো বর্তনীতে সাপ্লাই ভোল্টেজ 10 ভোল্ট এবং রেজিস্ট্যান্স 25 ওহমস্ হলে বর্তনীর কারেন্ট নির্ণয় কর।
৩। কোনো বর্তনীতে সাপ্লাই ভোল্টেজ 15 ভোল্ট এবং বর্তনীর কারেন্ট 20 মিলি অ্যাম্পিয়ার হলে বর্তনীর রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।
৪। কোনো বর্তনীতে 10 ওহমের একটি রেজিস্ট্যান্সের ভেতর দিয়ে 4 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হলে বর্তনীর সাপ্লাই ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

চতুর্থ অধ্যায়
রেজিস্ট্যান্সের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- রেজিস্ট্যান্সের গ্রুপিং ব্যক্ত করতে পারব;
- রেজিস্ট্যান্সের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এবং মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় করতে পারব;
- রেজিস্ট্যান্সের গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করতে পারব।

৪.১ রেজিস্ট্যান্সের গ্রুপিং:

রেজিস্টর

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

রেজিস্ট্যান্স

কোনো পরিবাহীর ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় এটি পরিবাহী কর্তৃক কমবেশি কিছু বাধা পায়। এই বাধাকে পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স বা রোধ বলা হয়।

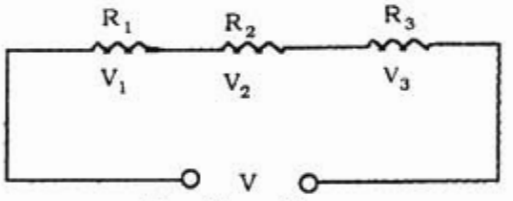
রেজিস্ট্যান্স সার্কিটে ভোল্টেজ ড্রপ এবং কারেন্ট হ্রাস করে। এজন্য রেজিস্ট্যান্সকে কখনও সিরিজে কখনও প্যারালালে আবার কখনও সিরিজ-প্যারালালে সমন্বয় করতে হয়। রেজিস্ট্যান্সের এই সমন্বয়কে রেজিস্ট্যান্স গ্রুপিং বলে। রেজিস্ট্যান্স গ্রুপিং প্রধানত তিন প্রকার। যথা ঃ
(ক) সিরিজ গ্রুপিং, (খ) প্যারালাল গ্রুপিং এবং (গ) মিশ্র গ্রুপিং।

৪.২ রেজিস্ট্যান্সের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এবং মোট রেজিস্ট্যান্সের নির্ণয় :

সিরিজ সার্কিট

দুই বা ততোধিক রেজিস্টর বা লোড একের পর এক সংযোগ করে বৈদ্যুতিক উৎসের আড়াআড়ি

এমনভাবে যুক্ত করা হয়, যাতে কারেন্ট প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে। এইরূপ একটি সার্কিটকে সিরিজ সার্কিট বলা হয়।



চিত্র : সিরিজ সার্কিট

সিরিজ সার্কিটে মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

সিরিজ সার্কিটে সংযুক্ত রেজিস্টর বা লোডসমূহের রেজিস্ট্যান্সগুলোর যোগফল মোট রেজিস্ট্যান্সের সমান। অর্থাৎ $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots$

সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য

১। সিরিজ সার্কিটে সংযুক্ত বিভিন্ন রেজিস্টর বা লোডের মধ্য দিয়ে একই পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

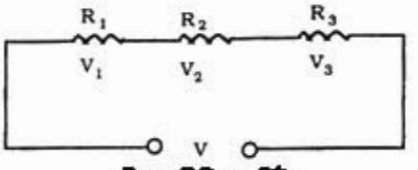
অর্থাৎ $I = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots$

২। সিরিজ সার্কিটে সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্টর বা লোডের ভোল্টেজ ড্রপের যোগফল প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের সমান।

অর্থাৎ $V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots\ldots$

৩। সিরিজ সার্কিটে সংযুক্ত রেজিস্টর বা লোডসমূহের রেজিস্ট্যান্সগুলোর যোগফল মোট রেজিস্ট্যান্সের সমান।

অর্থাৎ $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

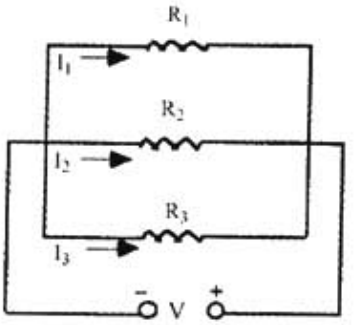


চিত্র : সিরিজ সার্কিট

উপরোক্ত বৈশিষ্ট্যসমূহ হতে দেখা যায়, সিরিজ সার্কিটে কারেন্ট সমান থাকে কিন্তু ভোল্টেজ বিভক্ত হয়।

প্যারালাল সার্কিট

একাধিক রেজিস্টর বা লোড প্রতিটিকে বৈদ্যুতিক উৎসের আড়াআড়িভাবে এমনভাবে সংযোগ করা হয়, যাতে কারেন্ট প্রবাহের একাধিক পথ বিদ্যমান থাকে, এইরূপ সার্কিটকে প্যারালাল সার্কিট বলে।



চিত্র ঃ প্যারালাল সার্কিট

প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

প্যারালাল সার্কিটে সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্টরের মান উল্টিয়ে যোগ করলে যোগফল সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের উল্টানো মানের সমান। অর্থাৎ $\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots\ldots\ldots$

প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা করা হলোঃ

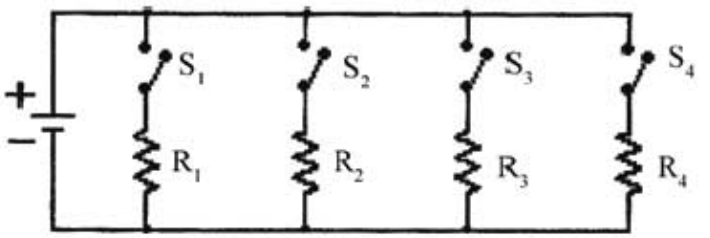
১। প্যারালাল সার্কিটে সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্টর বা লোডের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ, সার্কিটে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের সমান। অর্থাৎ $V = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots\ldots$

২। প্যারালাল সার্কিটে সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্টর বা লোডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের যোগফল সার্কিটে প্রবাহিত মোট কারেন্টের সমান। অর্থাৎ $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$ $\ldots\ldots$

৩। প্যারালাল সার্কিটে সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্টরের মান উল্টিয়ে যোগ করলে যোগফল সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের উল্টানো মানের সমান। অর্থাৎ $\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots\ldots\ldots$

প্যারালাল সার্কিটের সুবিধা

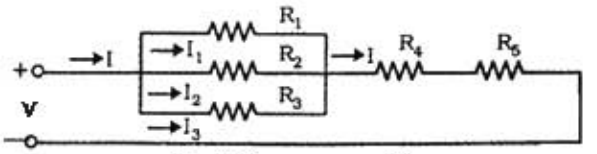
- প্যারালাল সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের ভিন্ন ভিন্ন রাস্তা বা পথ থাকায় এই পথসমূহের মধ্যে কোনোটি বন্ধ করে দিলে সার্কিটটির অপর অংশসমূহ কার্যকর থাকে। ফলে প্রতিটি লোডকে একই উৎসে সংযোগ দিয়ে আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। চিত্র ক।



- প্যারালাল সার্কিটের লোডগুলো সমান না হলেও এদের আড়াআড়ি ভোল্টেজ ড্রপ সমান হয়, ফলে লোডসমূহ একই ভোল্টেজে কাজ করে।
- এই প্রকার সার্কিটে একাধিক রেজিস্টর বা লোডের প্রতিটির এক প্রান্ত একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অন্য প্রান্ত অন্য আর একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, যাতে রেজিস্টর বা লোডের সংখ্যা অনুসারে কারেন্ট প্রবাহের পথ থাকে।

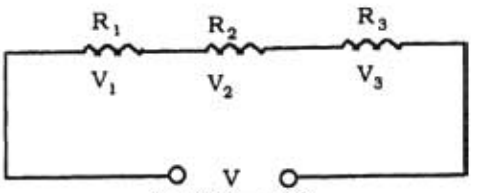
মিশ্র সার্কিট

যে সার্কিট সিরিজ এবং প্যারালাল উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত, তাকে সিরিজ প্যারালাল সার্কিট বা মিশ্র সার্কিট বলে। মিশ্র সার্কিটের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যসমূহ বিদ্যমান থাকে।



চিত্র : সিরিজ প্যারালাল সার্কিট

উদাহরণ : তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 সিরিজে সংযোগ করা হলো



চিত্র : সিরিজ সার্কিট

এ সার্কিটে মোট রেজিস্ট্যান্স, $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

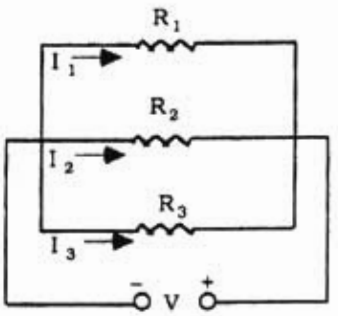
যদি মোট ভোল্টেজ V হয় তবে, $V = V_1 + V_2 + V_3$ এবং

কারেন্ট, $I_t = I_1 = I_2 = I_3$

উদাহরণ-১। তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 প্যারালালে সংযোগ কর এবং মোট মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

নিচে তিনটি রেজিস্টর প্যারালালে সংযোগ করা হলো–



চিত্র ঃ প্যারালাল সার্কিট

এই সার্কিটে ভোল্টেজ, $V = V_1 = V_2 = V_3$

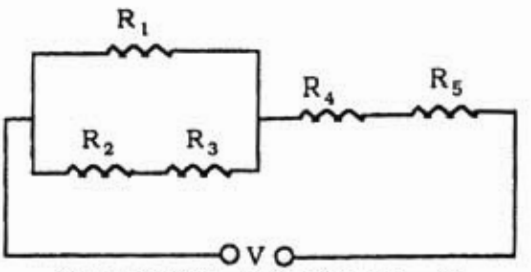
কারেন্ট, $I_t = I_1 + I_2 + I_3$

এবং রেজিস্ট্যান্স, $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ এর সমান।

উদাহরণ-২। ৫টি রেজিস্টর R_1, R_2, R_3, R_4 এবং R_5 সিরিজ প্যারালাল সংযোগ কর এবং মোট মান নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

নিচে ৫টি রেজিস্টর সিরিজ-প্যারালালে সংযুক্ত করে দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৫টি রেজিস্টরের সিরিজ প্যারালালে সংযোগ

এখানে প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$$= \frac{R_2R_3 + R_1R_3 + R_1R_2}{R_1R_2R_3}$$

$\therefore$ মোট রেজিস্ট্যান্স হবে $R_T = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_1R_2R_3} + R_4 + R_5$

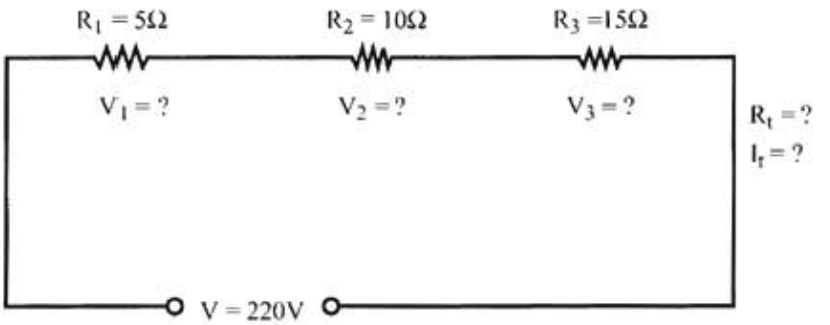
$$= \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3 + R_1R_2R_3R_4R_5 + R_1R_2R_3R_4R_5}{R_1R_2R_3}$$

উদাহরণ-৩। তিনটি রেজিস্টর 5 Ω, 10 Ω, 15 Ω সিরিজে সংযোগ করা হয়েছে। সরবরাহ 220 ভোল্ট হলে

(ক) প্রদত্ত সিরিজ সার্কিটে মোট রেজিস্ট্যান্স R_t এবং মোট কারেন্ট I_t নির্ণয় কর।

(খ) R_1, R_2, R_3 রেজিস্টরে ভোল্টেজ ড্রপ $V_1, V_2 V_3$ নির্ণয় কর।

সমাধান :



(ক) সিরিজ সার্কিটে, মোট রেজিস্ট্যান্স $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

$= 5\ \Omega + 10\ \Omega + 15\ \Omega$

$= 30\ \Omega$ (উত্তর)

এবং মোট কারেন্ট $I_t = \frac{V}{R_t}$

$= \frac{220}{30}\ A$

$= 7.33\ A$ (উত্তর)

(খ) R_1 এ ভোল্টেজ ড্রপ $V_1 = I_t \times R_1$

$= (7.33 \times 5)\ V$

$= 36.66\ V$ (উত্তর)

R_2 এ ভোল্টেজ ড্রপ $V_2 = I_t \times R_2$

$= (7.33 \times 10)\ V$

$= 73.3\ V$ (উত্তর)

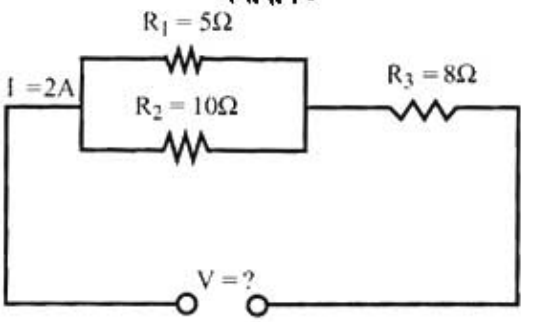
R_3 এ ভোল্টেজ ড্রপ $V_3 = I_t \times R_3$

$= (7.33 \times 15)\ V$

$= 109.95\ V$

উদাহরণ-৪ । 5 ওহম এবং 10 ওহম এর দুইটি রেজিস্ট্যান্স প্যারালালে সংযোগ করা হলো। এর সাথে 8 ওহম এর একটি রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযোগ করা হলো। যদি 5 ওহম এর মধ্যে 2 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয় তবে সরবরাহ ভোল্টেজ কত হবে?

সমাধান :



প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স $\frac{1}{R_t}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

বা, $\frac{1}{R_t}=\frac{1}{5}+\frac{1}{10}$

বা, $\frac{1}{R_t}=\frac{2+1}{10}$

বা, $\frac{1}{R_t}=\frac{3}{10}$

বা, $3R_t = 10$

বা, $R_t = \frac{10}{3}$

$= 3.33\Omega$

∴ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স $R_t = (8 + 3.33)\Omega = 11.33\Omega$

∴ সার্কিটের সরবরাহ ভোল্টেজ $V = IR$

$= 2 \times 11.33$

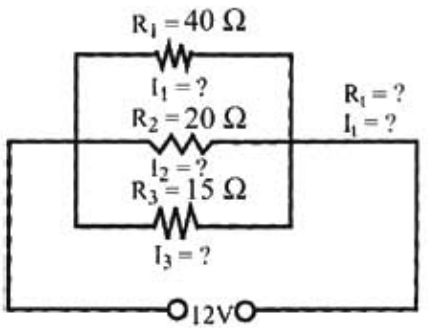
$= 22$ V (প্রায়)

উদাহরণ-৫ । তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2, R_3 এর মান 40, 20 ও 15 ওহম। রেজিস্ট্যান্সগুলো প্যারালালে সংযোগ করে 12 ভোল্ট এর উৎসের সাথে সংযোগ করলে–

(ক) সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স R_t এবং মোট কারেন্ট I_t কত হবে?

(খ) শাখা কারেন্ট I_1, I_2, I_3 কত হবে?

সমাধান :



(ক) প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

বা, $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20} + \frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{R_t} = \frac{3+6+8}{120}$

বা, $\frac{1}{R_t} = \frac{17}{120}$

বা, $17R_t = 120$

বা, $R_t = \frac{120}{17}$

$= 7.058\Omega$ (উত্তর)

মোট কারেন্ট $I_t = \frac{V}{R_t}$

$= \frac{12}{7.058} = 1.7$ A(উত্তর)

(খ) শাখা কারেন্ট $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{40} = 0.3$ A(উত্তর)

$I_1 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{20} = 0.6$ A(উত্তর)

$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{15} = 0.8$ A (উত্তর)

উদাহরণ-৬। চারটি রেজিস্ট্যান্সের মান যথাক্রমে 20, 30, 50 এবং 10 ওহম। রেজিস্ট্যান্সগুলোর সিরিজ সংযোগ করে একটি ভোল্টেজ উৎসের সাথে সিরিজ সংযোগ করলে সার্কিটে 0.5 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহ হয়। উৎস ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে, সিরিজ রেজিস্টরের মানগুলো যথাক্রমে 20, 30, 50 এবং 10 ওহমস। সিরিজে থাকায় মোট রেজিস্ট্যান্স,

$R_t = 20 + 30 + 50 + 10 = 110$ ওহমস।

সার্কিটে কারেন্ট, $I = 0.5$ অ্যাম্পিয়ার।

সুতরাং উৎসের ভোল্টেজ

$= 0.5 \times 110$ ভোল্ট $= 55$ ভোল্ট **(উত্তর)**

উদাহরণ-৭। তিনটি রেজিস্ট্যান্স R_1, R_2 এবং R_3 এর মান 60, 30 এবং 30 ওহমস, রেজিস্ট্যান্সগুলো প্যারালাল সংযোগ করে 12 ভোল্টের একটি উৎসের সাথে সংযোগ করলে–

(ক) সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স R_t এবং মোট কারেন্ট I_t কত হবে?

(খ) শাখা কারেন্ট I_1, I_2 এবং I_3 কত হবে?

সমাধান :

সার্কিটে $R_1 = 60$ ওহমস

$R_2 = 30$ ওহমস

$R_3 = 30$ ওহমস

(ক) সুতরাং, $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$= \frac{1}{60} + \frac{1}{30} + \frac{1}{30}$

$= \frac{1+2+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$

$\therefore R_t = 12$ ওহমস।

$I_t = \frac{12}{12} = 1$ অ্যাম্পিয়ার।

(খ) শাখা কারেন্ট, $I_1 = \frac{12}{60} = \frac{1}{5} = 0.2$ অ্যাম্পিয়ার

$I_2 = \frac{12}{30} = \frac{2}{5} = 0.4$ অ্যাম্পিয়ার

$I_3 = \frac{12}{30} = \frac{2}{5} = 0.4$ অ্যাম্পিয়ার।

উদাহরণ-৮। কোন সার্কিটে ১০ ভোল্ট বিদ্যুৎ প্রয়োগ করলে ৫ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়। উক্ত সার্কিটের রোধের মান কত?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

ভোল্টেজ, $V = 10V$

কারেন্ট, $I = 5A$

রোধ, $R = ?$

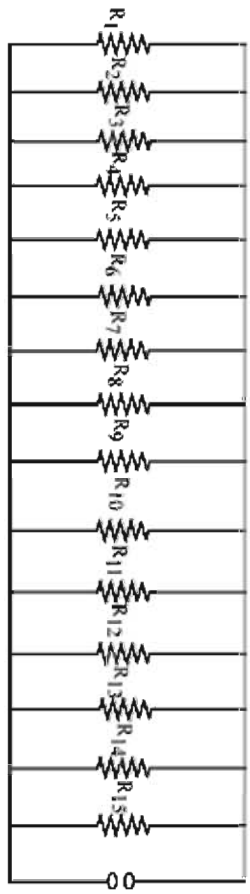
$\therefore$ আমরা জানি,

ওহম'স ল $V = IR$

$\therefore R = \frac{V}{I} = \frac{10}{5} = 2.5$ **(Ans.)**

উদাহরণ-৯। ১৫ ওহমের ১৫টি রোধ প্যারালালে সংযোগ করলে সমতুল্য রোধ কত হবে?

সমাধান :



$\therefore$ সমতুল্য রোধ $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{R_t} = \frac{15}{15}$

বা, $R_t = \frac{15}{15}$

$\therefore \frac{1}{R_t} = 1\ \Omega$

এই মানের একাধিক Resistor parallel এ সংযুক্ত থাকলে, ঐ বর্তনীর সমতূল্য রোধ (R_p) হবে বর্তনীর একটি রোধকে বর্তনীর রোধসমূহের মোট সংখ্যার ভাগফল

৪.৩ রেজিস্ট্যান্সের গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা :

রেজিস্ট্যান্স সার্কিটে ভোল্টেজ ড্রপ এবং কারেন্ট হ্রাস করে। এজন্য রেজিস্ট্যান্সকে কখনও সিরিজে কখনও প্যারালালে আবার কখনও সিরিজ-প্যারালালে সমন্বয় করতে হয়। রেজিস্ট্যান্সের এই সমন্বয় রেজিস্ট্যান্স গ্রুপিং এর মাধ্যমে করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রেজিস্টর কী?
২। রেজিস্ট্যান্স বলতে কী বুঝায়?
৩। 1 কিলোওহম সমান কত ওহম?
৪। সিরিজ সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৫। প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৬। রেজিস্ট্যান্স গ্রুপিং কত প্রকার ও কী কী ?
৭। রেজিস্টরের কালার কোড অনুযায়ী সবুজ রং এর মান কত?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রেজিস্ট্যান্স গ্রুপিং কী?
২। সিরিজ সার্কিট কাকে বলে?
৩। সিরিজ সার্কিটে মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৪। প্যারালাল সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৫। মিশ্র সার্কিট বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সিরিজ সার্কিটের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।
২। প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।
৩। প্যারালাল সার্কিটের সুবিধাগুলো লেখ?
৪। তিনটি রেজিস্টর দিয়ে একটি প্যারালাল সার্কিট আঁক।
৫। ১৫ ওহমের ১৫টি রোধ প্যারালালে সংযোগ করলে সমতুল্য রোধ কত হবে?
৬। তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 সিরিজে সংযোগ কর এবং মোট মান নির্ণয় কর।
৭। তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 প্যারালালে সংযোগ কর এবং মোট মান নির্ণয় কর।
৮। ৫টি রেজিস্টর R_1, R_2, R_3, R_4 এবং R_5 সিরিজ প্যারালাল সংযোগ কর এবং মোট মান নির্ণয় কর।
৯। তিনটি রেজিস্টর 5 Ω, 10 Ω, 15 Ω সিরিজে সংযোগ করা হয়েছে। সরবরাহ 220 ভোল্ট হলে
(ক) প্রদত্ত সিরিজ সার্কিটে মোট রেজিস্ট্যান্স R_t এবং মোট কারেন্ট I_t নির্ণয় কর।
(খ) R_1,R_2,R_3 রেজিস্টরে ভোল্টেজ ড্রপ V_1, V_2 V_3 নির্ণয় কর।
১০। 5 ওহম এবং 10 ওহম এর দুইটি রেজিস্ট্যান্স প্যারালালে সংযোগ করা হলো। এর সাথে 8 ওহম এর একটি রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযোগ করা হলো। যদি 5 ওহম এর মধ্যে 2 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয় তবে সরবরাহ ভোল্টেজ কত হবে?

১১। তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2, R_3 এর মান 40, 20 ও 15 ওহম। রেজিস্ট্যান্সগুলো প্যারালালে সংযোগ করে 12 ভোল্ট এর উৎসের সাথে সংযোগ করলে–
(ক) সার্কিটের মোট রেজিস্ট্যান্স R_t এবং মোট কারেন্ট I_t কত হবে?
(খ) শাখা কারেন্ট I_1, I_2, I_3 কত হবে?

১২। চারটি রেজিস্ট্যান্সের মান যথাক্রমে 20, 30, 50 এবং 10 ওহম। রেজিস্ট্যান্সগুলোর সিরিজ সংযোগ করে একটি ভোল্টেজ উৎসের সাথে সিরিজ সংযোগ করলে সার্কিটে 0.5 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহ হয়। উৎস ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

১৩। তিনটি রেজিস্ট্যান্স R_1, R_2 এবং R_3 এর মান 60, 30 এবং 30 ওহমস, রেজিস্ট্যান্সগুলো প্যারালাল সংযোগ করে 12 ভোল্টের একটি উৎসের সাথে সংযোগ করলে–

১৪। কোনো সার্কিটে ১০ ভোল্ট বিদ্যুৎ প্রয়োগ করলে ৫ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়। উক্ত সার্কিটের রোধের মান কত?

পঞ্চম অধ্যায়

ক্যাপাসিটরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ক্যাপাসিটরের গ্রুপিং সম্বন্ধে ব্যক্ত করতে পারব;
- ক্যাপাসিটরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং করতে পারব এবং মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয় করতে পারব;
- ক্যাপাসিটরের গ্রুপিং এর প্রযোজনীয়তা সম্বন্ধে বর্ণনা করতে পারব।

ক্যাপাসিটর কী?

দুইটি সমান্তরাল পরিবাহীকে পরস্পর কোনো অপরিবাহী পদার্থ দ্বারা পৃথক করা হলে তাকে ক্যাপাসিটর বলে।

৫.১ ক্যাপাসিটরের গ্রুপিং :

কোনো বর্তনীতে একাধিক ক্যাপাসিটরকে যুক্ত করার পদ্ধতির নাম ক্যাপাসিটর গ্রুপিং।
ক্যাপাসিটর গ্রুপিং প্রধানত তিন প্রকার। যথা ঃ
(ক) সিরিজ গ্রুপিং, (খ) প্যারালাল গ্রুপিং এবং (গ) সিরিজ-প্যারালাল গ্রুপিং।

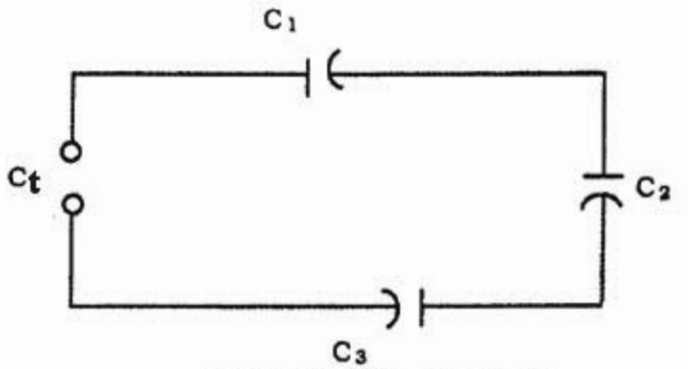
৫.২ ক্যাপাসিটরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এবং মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয় :

সিরিজ গ্রুপিং এর মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

যে ক্যাপাসিটরগুলোকে সিরিজ গ্রুপিং করতে হবে তাদের ক্যাপাসিট্যান্স যথাক্রমে $C_1, C_2, C_3 \ldots C_n$ হলে মোট ক্যাপাসিট্যান্স C_t এর মান হবে-

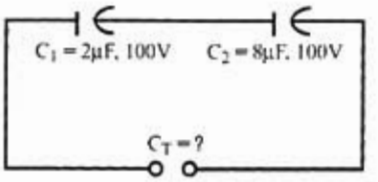
$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{1}{C_n}$$ পর্যন্ত।

নিচে তিনটি ক্যাপাসিট্যান্সকে সিরিজে সংযোগ করে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ তিনটি ক্যাপাসিটরের সিরিজ সংযোগ

উদাহরণঃ দুইটি ক্যাপাসিটরের মান যথাক্রমে C_1 (2μF, 100V) এবং C_2 (8μF, 100V) তাদের সিরিজ সংযোগ করলে মোট ক্যাপাসিট্যান্স কত হবে?



চিত্র ঃ

সিরিজ সার্কিটে মোট ক্যাপাসিট্যান্স $\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

বা, $\frac{1}{C_t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8}$

বা, $\frac{1}{C_t} = \frac{4+1}{8}$

বা, $5\,C_t = 8$

বা, $C_t = \frac{8}{5}$

$\because C_T = 1.6\mu F$

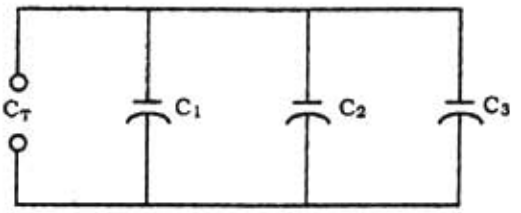
প্যারালাল গ্রুপিং এর মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

যদি n-সংখ্যক ক্যাপাসিটরকে প্যারালাল গ্রুপিং এ সংযোগ করা হয় এবং তাদের ক্যাপাসিট্যান্স যথাক্রমে

$C_1, C_2, C_3 \ldots\ldots C_n$ হয়, তা হলে তাদের মোট ক্যাপাসিট্যান্স C_t এর মান হবে–

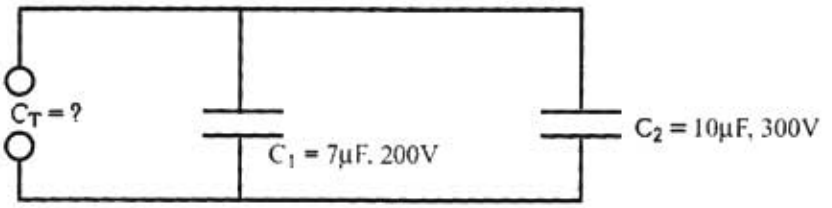
$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots + C_n$ পর্যন্ত।

নিচের চিত্রে প্যারালাল সংযোগ দেখানো হলো ঃ



চিত্র : তিনটি ক্যাপাসিটরের প্যারালাল গ্রুপিং

উদাহরণ : দুইটি ক্যাপাসিটর C_1 (7μF, 200V) এবং C_2 (10μF, 300V) তাদের প্যারালাল সংযোগ করলে মোট ক্যাপাসিট্যান্স কত হবে?



চিত্র :

প্যারালাল সার্কিটের মোট ক্যাপাসিট্যান্স $C_T = C_1 + C_2$

$= (7 + 10)\ \mu F$

$= 17\mu F$ (উত্তর)

ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ রেটিং

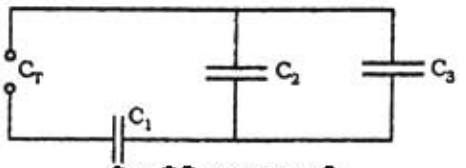
ক্যাপাসিটর সর্বোচ্চ যে ভোল্টেজ পর্যন্ত কাজ করে, তাকে ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ রেটিং বলে। ক্যাপাসিটরের এই ভোল্টেজ রেটিংকে ইংরেজি অক্ষর V দ্বারা প্রকাশ করা হয়। মনে করি, সিরিজ গ্রুপিং এর ক্যাপাসিটর 3 টির ভোল্টেজ রেটিং V_1, V_2 এবং V_3 আর গ্রুপের ভোল্টেজ রেটিং V_t সুতরাং মোট ভোল্টেজ রেটিং–

$V_t = V_1 + V_2 + V_3$

সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং

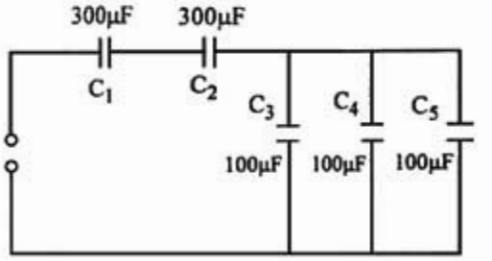
যদি বহু সংখ্যক ক্যাপাসিটরের কিছু সংখ্যক সিরিজে এবং বাকিগুলো প্যারালালে যুক্ত থাকে তবে, তাকে সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং বলে।

ধরা যাক C_1, C_2 এবং C_3 তিনটি ক্যাপাসিটরের C_2 এবং C_3 প্যারালালে এবং C_1 সিরিজে সরবরাহের সাথে যুক্ত আছে।



চিত্র : সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং

উদাহরণ : নিম্নের সার্কিট থেকে মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয় কর



সার্কিটে C_3,C_4 ও C_5 প্যারালালে সংযোগ আছে। মোট ক্যাপাসিট্যান্স

$C_{345} = C_3 + C_4 + C_5$

$= 100 + 100 + 100$

$= 300\ \mu F$

C_{345} এর সাথে C_1 ও C_2 সিরিজে সংযোগ আছে।

∴ সার্কিটের মোট ক্যাপাসিট্যান্স

বা, $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{345}}$

বা, $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{300}$

বা, $\frac{1}{C_T} = \frac{1+1+1}{300}$

বা, $\frac{1}{C_T} = \frac{3}{300} = \frac{1}{100}$

বা, $C_T = 100\ \mu F$ (উত্তর)

৫.৩ ক্যাপাসিটরের গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা :

ক্যাপাসিটর গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা

ক্যাপাসিটর যখন নির্দিষ্ট মানের হয় তখন তার ক্যাপাসিট্যান্স বাড়ানো বা কমানো যায় না। প্রয়োজন হলে গ্রুপিং এর সাহায্যে এর মান কমানো অথবা বাড়ানো যায়। গ্রুপিং এর সাহায্যে ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ রেটিং ও পরিবর্তন করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

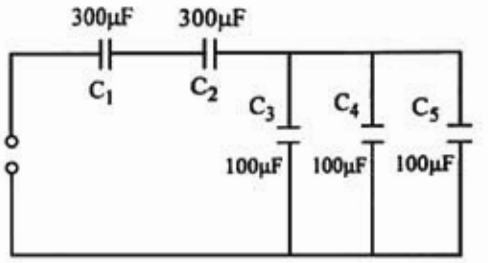
১। ক্যাপাসিটর কী?
২। ক্যাপাসিটর গ্রুপিং কী?
৩। ক্যাপাসিটর গ্রুপিং কত প্রকার এবং কী কী?
৪। প্যারালাল গ্রুপিং এর মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৫। সিরিজ গ্রুপিং এর মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ক্যাপাসিটর গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা কী?
২। তিনটি ক্যাপাসিটর C_1, C_2 এবং C_3 কে সিরিজ সংযোগ করে দেখাও।
৩। তিনটি ক্যাপাসিটর C_1, C_2 এবং C_3 প্যারালাল সংযোগ দেখাও।
৪। ক্যাপাসিটরের ভোল্টেজ রেটিং বলতে কী বুঝায়?
৫। সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং বলতে কী বুঝ?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। দুইটি ক্যাপাসিটরের মান যথাক্রমে C_1 (2μF, 100V) এবং C_2 (8μF, 100V) তাদের সিরিজ সংযোগ করলে মোট ক্যাপাসিট্যান্স কত হবে?
২। দুইটি ক্যাপাসিটর C_1 (7μF, 200V) এবং C_2 (10μF, 300V) তাদের প্যারালাল সংযোগ করলে মোট ক্যাপাসিট্যান্স কত হবে?
৩। নিম্নের সার্কিট থেকে মোট ক্যাপাসিট্যান্স নির্ণয় কর।



ষষ্ঠ অধ্যায়

ইন্ডাক্টরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এর প্রয়োগ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং সম্বন্ধে ব্যক্ত করতে পারব;
- ইন্ডাক্টরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং করতে পারব এবং মোট ইন্ডাকট্যান্স নির্ণয় করতে পারব;
- ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা সম্বন্ধে বর্ণনা করতে পারব।

৬.১ ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং :

প্রয়োজনবোধে একাধিক ইন্ডাক্টরকে একটি বৈদ্যুতিক সার্কিটে সংযোগ করার কাজকে বলা হয় ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং ।

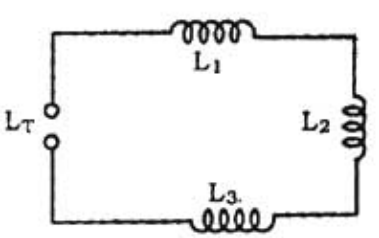
ইন্ডাক্টর গ্রুপিংকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা :

১। সিরিজ গ্রুপিং
২। প্যারালাল গ্রুপিং
৩। সিরিজ-প্যারালাল গ্রুপিং ইত্যাদি।

৬.২ ইন্ডাক্টরের সিরিজ, প্যারালেল ও মিশ্র গ্রুপিং এবং মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয় :

সিরিজ গ্রুপিং

যখন কয়েকটি ইন্ডাক্টর এমনভাবে গ্রুপিংয়ে থাকে যে, প্রথম ইন্ডাক্টর-এর যে কোনো প্রান্ত দ্বিতীয় ইন্ডাক্টর-এর যে কোনো একপ্রান্তের সাথে সংযুক্ত থাকে, দ্বিতীয় ইন্ডাক্টর-এর অপরপ্রান্তটি তৃতীয় ইন্ডাকটরের যে কোনো প্রান্তে সংযুক্ত থাকে এবং এভাবে চলতে থাকে, তা হলে এ প্রকার গ্রুপিংকে বলা হয় ইন্ডাক্টর -এর সিরিজ গ্রুপিং।



চিত্র : সিরিজ গ্রুপিং

সিরিজ গ্রুপের মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

যে ইন্ডাক্টরগুলো দ্বারা সিরিজ গ্রুপিং করা হয়েছে, তাদের ইন্ডাকট্যান্স যথাক্রমে L_1, L_2, L_3 হেনরি ইত্যাদি এবং উক্ত গ্রুপিং-এর মোট ইন্ডাক্ট্যান্স L_t হলে,

$L_t = L_1 + L_2 + L_3 + \ldots\ldots\ldots + L_n$ হেনরি।

উদাহরণ : তিনটি ইন্ডাক্টর সিরিজে সংযোগ করা হলো। ইন্ডাক্টরগুলোর মান যথাক্রমে L_1 (10H, 50mA), L_2 (15H, 25mA) এবং L_3 (20H, 50mA)। ইন্ডাক্ট্যান্স কত হবে?

দেয়া আছে, (10H, 50mA), L_2 (15H, 25mA) এবং L_3 (20H, 50mA)

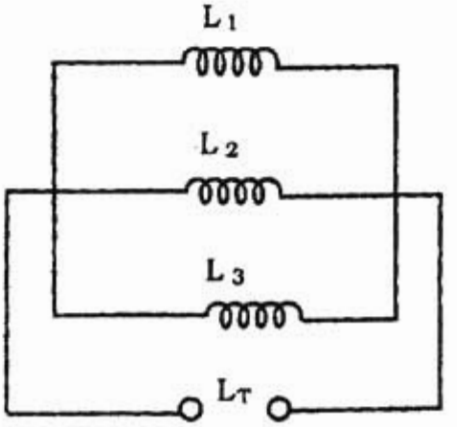
আমরা জানি, মোট ইন্ডাক্ট্যান্স সিরিজে

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$
$$= 10H + 15H + 20H$$
$$= 45H$$

সর্বমোট ইন্ডাক্ট্যান্স 45H.

প্যারালাল গ্রুপিং

যদি কয়েকটি ইন্ডাক্টর এমনভাবে যুক্ত থাকে যে, সবগুলোর একপ্রান্ত একটি কমন পয়েন্টে এবং সবগুলোর অপরপ্রান্তসমূহ অন্য একটি কমন পয়েন্টে সংযুক্ত থাকে, তাহলে এ প্রকার গ্রুপিংকে প্যারালাল গ্রুপিং বলে।



চিত্র : প্যারালাল সার্কিট

উদাহরণ : একই মানের দুইটি ইন্ডাক্টর প্যারালালে সংযোগ করলে এর মোট ইন্ডাক্ট্যান্স কত হবে?

ধরা যাক, L_1 এবং L_2 দুইটি ইন্ডাক্টর পরস্পর প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়েছে।

সুতরাং মোট ইন্ডাক্ট্যান্স

$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

বা, $\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_1}$ [যেহেতু $L_1 = L_2$]

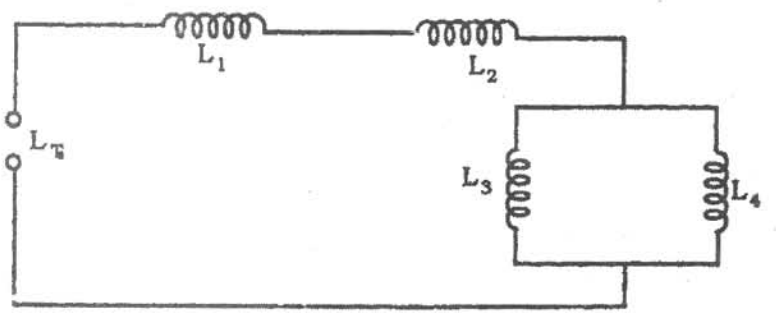
বা, $\frac{1}{L_t} = \frac{1+1}{L_1}$ বা, $\frac{1}{L_t} = \frac{2}{L_1}$

বা, $2L_t = L_1$

$\therefore L_t = \frac{L_1}{2}$

ইন্ডাক্টরের মিশ্র গ্রুপিং

যদি অনেকগুলো ইন্ডাক্টরের কিছু সংখ্যককে সিরিজে এবং অন্যগুলো প্যারালালে সংযুক্ত করে গ্রুপিং করা হয়, তবে তাদেরকে সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং বলে। নিচে সিরিজ প্যারালাল গ্রুপিং সার্কিট অঙ্কন করা হলো-



চিত্র ঃ মিশ্র গ্রুপিং

উদাহরণ : তিনটি ইন্ডাক্টর প্যারালালে সংযোগ করা হলো, ইন্ডাক্টরগুলোর মান যথাক্রমে L_1(15H, 50mA), L_2 (30H, 50mA) এবং L_3 (45H, 100mA) হলে মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয় কর।

দেওয়া আছে, $L_1 = (15H, 50mA)$

$L_2 = (30H, 50A)$

$L_3 = 45H, 100mA)$

আমরা জানি, মোট ইন্ডাক্ট্যান্স $\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$

বা, $\frac{1}{L_T} = \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{30} + \frac{1}{45}\right) H$

বা, $\frac{1}{L_T} = \frac{6+3+2}{90} H$

বা, $\frac{1}{L_T} = \frac{11}{90}$

বা, $11L_T = 90$

বা, $L_T = \frac{90}{11} H$

$L_T = 8.18H$

প্যারালাল গ্রুপের মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র

প্যারালাল গ্রুপে যুক্ত ইন্ডাক্টরগুলোর ইন্ডাক্ট্যান্স যদি L_1, L_2, L_3 ইত্যাদি হয়, তাহলে তাদের মোট ইন্ডাক্ট্যান্স L_t নির্ণয়ের সূত্র হলো–

$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{1}{L_n}$ হেনরি।

ইন্ডাক্টরের সিরিজ গ্রুপিংয়ের মোট কারেন্ট নির্ণয়ের সূত্র

যদি n-সংখ্যক ইন্ডাক্টরকে প্যারালালে সংযুক্ত করা হয় এবং তাদের কারেন্ট রেটিং এর মান যথাক্রমে I_1, I_2, I_3..... I_n হয়,

তাহলে মোট কারেন্ট, $\frac{1}{I_t} = \frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} + \frac{1}{I_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{1}{I_n}$ ইত্যাদি।

ইন্ডাক্টরের প্যারালাল গ্রুপিংয়ের মোট কারেন্ট নির্ণয়ের সূত্র

যদি n সংখ্যক ইন্ডাক্টরকে প্যারালালে সংযোগ করা হয় এবং তাদের কারেন্ট রেটিং যথাক্রমে I_1, I_2, I_3 .....I_n হলে মোট কারেন্ট I_t এর মান হবে–

$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots + I_n$ ইত্যাদি।

৬.৩ ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং এর প্রযোজনীয়তা :

ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং-এর প্রয়োজনীয়তা

সিরিজ গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা ঃ সিরিজ গ্রুপিং-এর মাধ্যমে যে কোনো স্থানে ইন্ডাক্ট্যান্সের মান বৃদ্ধি করতে এবং কারেন্ট রেটিং কমানো যায়।

প্যারালাল গ্রুপিং -এর প্রয়োজনীয়তা ঃ প্যারালাল গ্রুপিং করার ফলে কারেন্ট রেটিং বৃদ্ধি পায়, ইন্ডাক্ট্যান্সের মান কমতে থাকে।

সিরিজ-প্যারালাল গ্রুপিং -এর প্রয়োজনীয়তা ঃ যখন ইন্ডাক্ট্যান্স-এর মান এবং কারেন্ট রেটিং শুধু প্যারালাল গ্রুপিং এবং শুধু সিরিজ গ্রুপিং -এর মধ্যবর্তী মানের মধ্যকার হয় তখন সিরিজ-প্যারালাল গ্রুপিং -এর প্রয়োজন হয়।

মিশ্র গ্রুপের প্রয়োজনীয়তা

ইন্ডাক্ট্যান্সের মান এবং কারেন্ট রেটিং পাওয়ার জন্য মিশ্র গ্রুপিং প্রয়োজন হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ইন্ডাক্টর গ্রুপিং কী?
২। ইন্ডাক্টর গ্রুপিং কত প্রকার?
৩। সিরিজ গ্রুপের মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৪। প্যারালাল গ্রুপের মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৫। মিশ্র গ্রুপের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
৬। ইন্ডাক্টরের সিরিজ গ্রুপিংয়ের মোট কারেন্ট নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।
৭। ইন্ডাক্টরের প্যারালাল গ্রুপিংয়ের মোট কারেন্ট নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সিরিজ গ্রুপিং বলতে কী বোঝায়?
২। ইন্ডাক্টরের সিরিজ সূত্র ও প্যারালাল সূত্র লেখ।
৩। প্যারালাল গ্রুপিং বলতে কী বোঝায়?
৪। সিরিজ-প্যারালাল গ্রুপের সার্কিট অঙ্কন কর।
৫। ইন্ডাক্টরের মিশ্র গ্রুপিং বলতে কী বোঝ?
৬। তিনটি ইন্ডাক্টর সিরিজে সংযোগ করা হলো। ইন্ডাক্টরগুলোর মান যথাক্রমে L_1 (10H, 50mA), L_2 (15H, 25mA) এবং L_3 (20H, 50mA)। ইন্ডাক্ট্যান্স কত হবে?
৭। একই মানের দুইটি ইন্ডাক্টর প্যারালালে সংযোগ করলে এর মোট ইন্ডাক্ট্যান্স কত হবে?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ইন্ডাক্টরের গ্রুপিং -এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
২। দুইটি ইন্ডাক্টর সিরিজে যুক্ত করা হলো। ইন্ডাক্টরের মান যথাক্রমে L_1(15H, 50mA) এবং L_2 (20H,25mA) হলে মোট ইন্ডাক্ট্যান্স বের কর।
৩। তিনটি ইন্ডাক্টর প্যারালালে সংযোগ করা হলো, ইন্ডাক্টরগুলোর মান যথাক্রমে L_1(15H, 50mA), L_2 (30H, 50mA) এবং L_3 (45H, 100mA) হলে মোট ইন্ডাক্ট্যান্স নির্ণয় কর।

সপ্তম অধ্যায়

রিয়াকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- রিয়াকট্যান্স কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- রিয়াকট্যান্সের প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- **ইন্ডাকটিভ** রিয়াকট্যান্স কী তা জানতে পারব;
- ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- **(X_L) ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র শনাক্ত করতে পারবে;**
- ইম্পিড্যান্স কী তা বিবৃত করতে পারব;
- ইম্পিড্যান্স নির্ণয়ের সূত্র শনাক্ত করতে পারব।

৭.১ রিয়াকট্যান্স :

রিয়াকট্যান্স হলো এসি এবং ডিসি'র জন্য ইন্ডাক্টর ও ক্যাপাসিটরের বাধা।

৭.২ রিয়াকট্যান্সের প্রকারভেদ :

রিয়াকট্যান্স প্রধানত দুই প্রকার। যথা ঃ

(ক) ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স (X_L)

(খ) ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স (X_C) ইত্যাদি।

৭.৩ ইন্ডাটিভ রিয়াকট্যান্স :

কোনো ইন্ডাক্টর এসি প্রবাহের যে বাধা দেয়, তাকে ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স (X_L) বলে। ইহার একক ওহম। কোনো ক্যাপাসিটর এসি প্রবাহকে যে বাধা দেয়, তাকে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স বলে। একে X_L দ্বারা সূচিত করা হয়। ইহার একক ওহম।

৭.৪ ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স :

কোনো ক্যাপাসিটর এসি প্রবাহকে যে বাধা দেয়, তাকে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স বলে। একে X_C দ্বারা সূচিত করা হয়। ইহার একক ওহম। ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র হলো–

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \text{ ওহম।}$$

এসি ক্যাপাসিটিভ সার্কিট

কোনো খাঁটি ক্যাপাসিটর বিশিষ্ট সার্কিটে ক্যাপাসিটেন্স C ফ্যারাড ও ফ্রিকুয়েন্সি f হার্টজ হয় তাহলে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স হবে $X_C = \frac{1}{2\pi fc}$ ওহম।

খাঁটি ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে কারেন্ট ভোল্টেজ থেকে ৯০° অগ্রগামী থাকে। নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে খাঁটি ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের ওয়েভ ডায়াগ্রাম ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলো–

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ

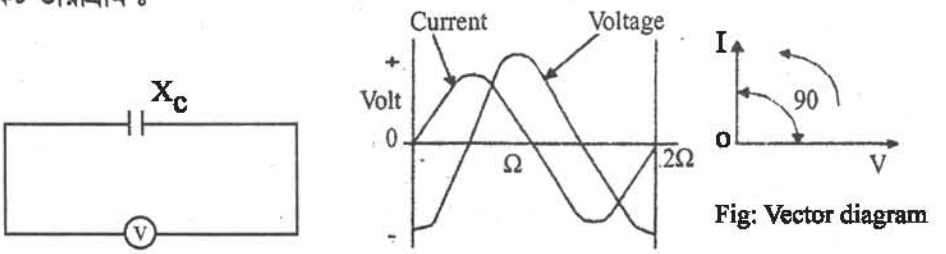


Fig: Vector diagram

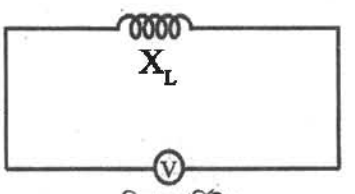
চিত্র ঃ খাঁটি ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে V-I রেখা ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম

৭.৫ ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স (X_L)

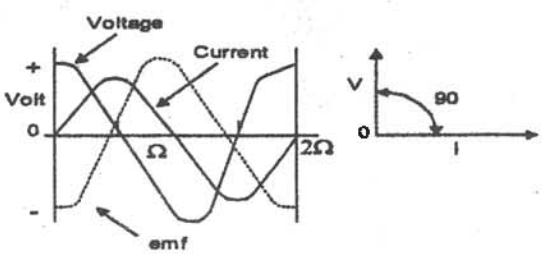
এসি খাঁটি ইন্ডাকটিভ সার্কিট

কোনো খাঁটি ইন্ডাক্টর বিশিষ্ট সার্কিটে ইন্ডাক্টর L হেনরি ও ফ্রিকুয়েন্সি f হার্টজ হয় তাহলে ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স $X_L = 2\pi fL$ ওহম।

খাঁটি ইন্ডাকটিভ সার্কিটে ভোল্টেজ ও কারেন্ট একই ফেজে থাকে না। ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যবর্তী কোণের পরিমাণ ৯০°। অর্থাৎ কারেন্ট ওয়েভ ভোল্টেজ ওয়েভ হতে ৯০° পিছিয়ে পড়ে। নিচে চিত্রের মাধ্যমে ওয়েভ ডায়াগ্রাম ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ সার্কিট



চিত্র ঃ খাঁটি ইন্ডাকটিভ এর V-I রেখা ও ভেক্টর ডায়াগ্রাম

উদাহরণ : 220V, 50Hz সরবরাহ লাইনে 0.08 হেনরি ইন্ডাকট্যান্সবিশিষ্ট একটি চোক কয়েল সিরিজ সংযোগ করা হলো। সার্কিটের ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স কত হবে?

দেওয়া আছে,

ভোল্টেজ, V = 220 Volt

ফ্রিকুয়েন্সি, f = 50 Hz.

ইন্ডাক্ট্যান্স, L = 0.08 হেনরি

X_L = ?

আমরা জানি,

$X_L = 2\pi fL$

$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.08$

$= 25.12$ ওহম।

৭.৬ ইম্পিড্যান্স :

এসি রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স ও ইন্ডাক্ট্যান্স এর সম্বিলিত বাধা যা এসি কারেন্ট প্রবাহকে বাধা দেয়। একে z দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইহার একক ওহম ইম্পিড্যান্স নির্ণয়ের সূত্রটি হলো- $Z = R + J(X_L - X_c)$

৭.৭ ইম্পিড্যান্স নির্ণয়ের সূত্র :

একক ওহম ইম্পিড্যান্স নির্ণয়ের সূত্রটি হলো- $Z = R + J(X_L - X_c)$

উদাহরণ : একটি এসি সার্কিটের ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স 8 Ω এবং রেজিস্ট্যান্স 10 Ω। সার্কিটের ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

দেওয়া আছে,

$X_C = 8$ ওহমস

$R = 10$ ওহমস

সুতরাং, RC সার্কিটের $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ ওহম

$= \sqrt{8^2 + 10^2}$ ওহম

$= \sqrt{64 + 100}$ ওহম

$= \sqrt{164}$

$= 13.806$ ওহম।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রিয়াকট্যান্স কী?
২। ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স কী?
৩। ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স কী?
৪। ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স-এর একক কী?
৫। ইন্ডাক্টিভ রিয়াকট্যান্স নির্ণয়ের সূত্র লেখ।
৬। কোনো সূত্রের সাহায্যে ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স-এর মান নির্ণয় করা যায়?
৭। রিয়াকট্যান্স কত প্রকার ও কী কী?
৮। RLC কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্সে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
২। ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্সের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৩। ইম্পিড্যান্স কী? ইম্পিড্যান্সের মান নির্ণয়ের সূত্রটি লেখ।
৪। 220V, 50Hz সরবরাহ লাইনে 0.08 হেনরি ইন্ডাকট্যান্সবিশিষ্ট একটি চোক কয়েল সিরিজ সংযোগ করা হলো। সার্কিটের ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স বের কর।
৫। একটি এসি সার্কিটের ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স 8 Ω এবং রেজিস্ট্যান্স 10 Ω। সার্কিটের ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।
৬। একটি এ/সি সার্কিটের ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স (X_L) 16Ω এবং রেজিস্ট্যান্স 25Ω। সার্কিটের ইম্পিড্যান্স (Z) নির্ণয় কর।
৭। একটি এ/সি সার্কিটের ইন্ডাকটিভ রিয়াকট্যান্স (X_L) 30Ω, ক্যাপাসিটিভ রিয়াকট্যান্স (X_C) 20Ω এবং রেজিস্ট্যান্স 16 Ω। সার্কিটের ইম্পিড্যান্স (Z) নির্ণয় কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। এসি রেজিস্টিভ সার্কিটের বর্ণনা দাও।
২। এসি খাঁটি ইন্ডাকটিভ সার্কিটের বর্ণনা দাও।
৩। এসি ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের বর্ণনা দাও।

অষ্টম অধ্যায়

বাইপোলার ট্র্যানজিস্টর

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- বাইপোলার ট্র্যানজিস্টর কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- বাইপোলার ট্র্যানজিস্টরের প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- এন পি এন এবং পি এন পি ট্র্যানজিস্টর এর গঠন এবং কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- ফরওয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস ব্যক্ত করতে পারব;
- বাইপোলার ট্র্যানজিস্টরের ব্যবহার শনাক্ত করতে পারব।

৮.১ বাইপোলার ট্র্যানজিস্টর :

ট্রানজিস্টর আবিষ্কার করেন শকলি নামের একজন বৈজ্ঞানিক। Transistor অর্থ Transfer resistance. এটি মূলত একটি ছোট মানের সিগন্যালকে অল্পমানের রেজিস্ট্যান্স থেকে বেশি মানের রেজিস্ট্যান্সের দিকে স্থানান্তর করে। ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশ হচ্ছে- বেস, ইমিটার ও কালেক্টর।

ট্রানজিস্টরের বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা করা হলো–

১। ট্রানজিস্টরের তিনটি স্তর থাকে; যথা– বেস, ইমিটার এবং কালেক্টর।
২। বেস পাতলা ইমিটার এবং কালেক্টর মোটা।
৩। বেস ইমিটারের তুলনায় বেশি ডোপিং করা থাকে।
৪। বেস ইমিটার জাংশন ফরোয়ার্ড বায়াস এবং বেস কালেক্টর জাংশন রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করা হয়।
৫। বেস-ইমিটার জাংশন রেজিস্ট্যান্স খুব কম এবং বেস-কালেক্টর জাংশনের রেজিস্ট্যান্স খুব বেশি।

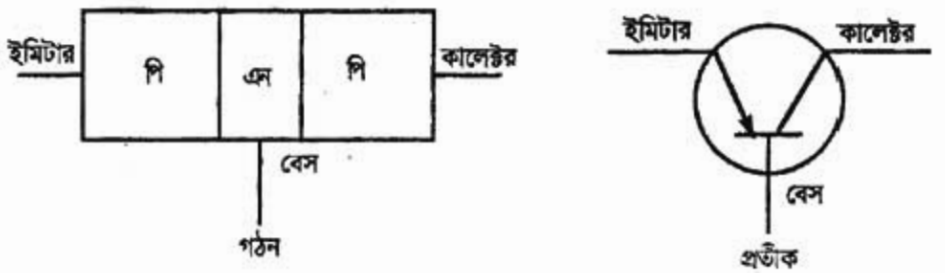
৮.২ বাইপোলার ট্র্যানজিস্টরের প্রকারভেদ :

গঠন ও প্রকৃতি অনুযায়ী ট্রানজিস্টর দুই প্রকার। যথা ঃ

(i) PNP ট্রানজিস্টর।
(ii) NPN ট্রানজিস্টর।

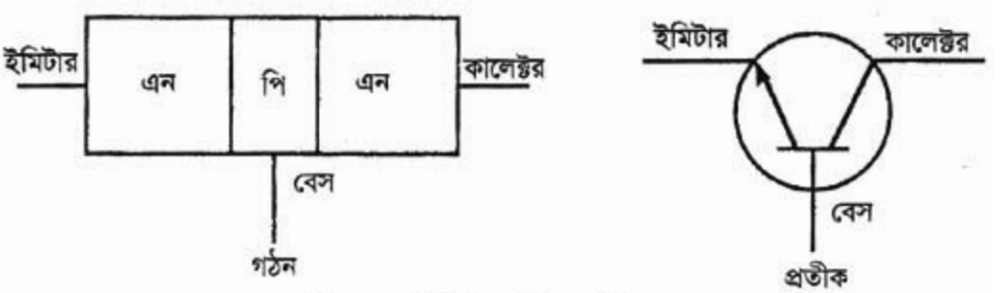
৮.৩ এন পি এন এবং পি এন পি ট্রানজিস্টর এর গঠন এবং কার্যপ্রণালি :

একখণ্ড পাতলা এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর দুইটি পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের মধ্যে স্থাপন করলে যে ট্রানজিস্টর গঠিত হয়, তাকে পিএনপি ট্রানজিস্টর বলে। দুইটি পিএন জাংশনের সমন্বয়ে একটি ট্রানজিস্টর তৈরি হয়, যার দুই পার্শ্বে থাকে পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর এবং মাঝখানে থাকে একটি এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর। তিনটি সেমিকন্ডাক্টর লেয়ার হতে তিনটি টার্মিনাল বের করা হয়। মধ্যের লেয়ার খুবই পাতলা হয়ে থাকে। একে বেস বলে। দুই পার্শ্বে সমজাতীয় দুইটি সেমিকন্ডাক্টরের একটিকে কালেক্টর এবং অপরটিকে ইমিটার বলে। ট্রানজিস্টরের বেস ইমিটার এবং বেস কালেক্টরে এ দুইটি জাংশন তৈরি হয়।



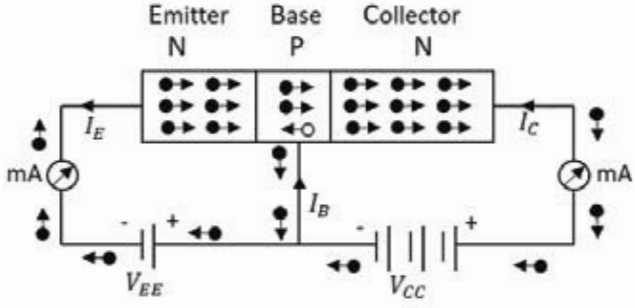
চিত্র : পি-এন-পি ট্রানজিস্টরের গঠন ও প্রতীক

NPN ট্রানজিস্টরের গঠন : একখণ্ড পাতলা পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরকে দুইটি এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের মধ্যে স্থাপন করলে যে ট্রানজিস্টর গঠিত হয়, তাকে এনপিএন ট্রানজিস্টর বলে। দুইটি পি-এন জাংশন বেস ইমিটার এবং বেস কালেক্টরের সমন্বয়ে একটি এনপিএন ট্রানজিস্টর তৈরি হয়। এনপিএন ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে ৩ টি সেমিকন্ডাক্টর লেয়ার থেকে ৩ টি টার্মিনাল বের করা হয়। মধ্যবর্তী পি-লেয়ার থেকে যে টার্মিনাল বের করা হয়, তাকে বেস এবং দুই পার্শ্বের সমজাতীয় এন-লেয়ার থেকে যে দুইটি টার্মিনাল বের করা হয়, তার একটিকে ইমিটার এবং অপরটিকে কালেক্টর বলা হয়।



চিত্র : NPN ট্রানজিস্টরের গঠন ও প্রতীক

NPN ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ প্রণালি :

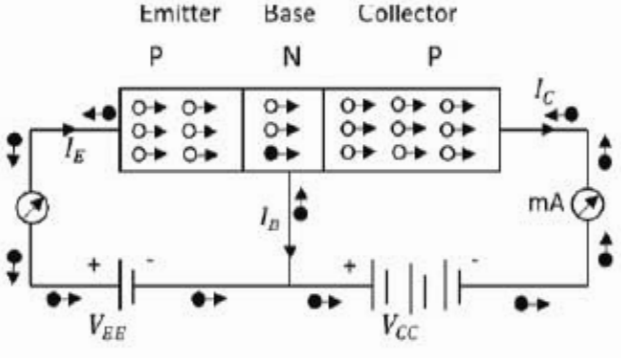


চিত্র : NPN ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ

NPN ট্রানজিস্টরকে অপারেট করার জন্য ইমিটার বেস জাংশনে ফরোয়ার্ড বায়াস এবং কালেক্টর বেস জাংশনে রিভার্স বায়াস প্রদান করা হয়, এরূপ বায়াস প্রয়োগের ফলে ইমিটার হতে ইলেকট্রন বেসে প্রবেশ করে এবং বেস হতে হোল ইমিটারে প্রবেশ করে। বেসের আয়তন কম বলে ৫% ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং বাকি ৯৫% ইলেকট্রন কালেক্টর বেস জাংশন ভেদ করে কালেক্টরে প্রবেশ করে। এভাবে ইমিটার হতে কালেক্টরে কারেন্ট প্রবাহ চলতে থাকে।

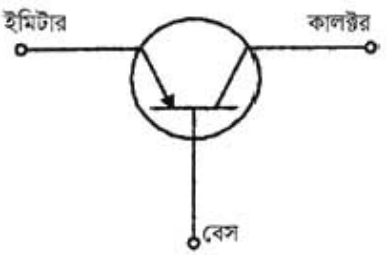
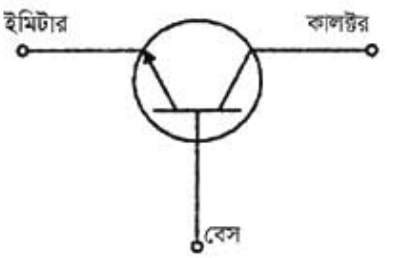
PNP ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ প্রণালি :

PNP ট্রানজিস্টরকে অপারেট করার জন্য ইমিটার বেস জাংশনে ফরোয়ার্ড বায়াস এবং কালেক্টর বেস জাংশনে রিভার্স বায়াস প্রদান করা হয়। এরূপ বায়াস প্রয়োগের ফলে ইমিটার হতে হোল বেসে প্রবেশ করে এবং বেস হতে ইলেকট্রন ইমিটারে প্রবেশ করে। বেসের আয়তন কম বলে ৫% হোল গ্রহণ করে এবং বাকি ৯৫% হোল কালেক্টর বেস জাংশন ভেদ করে কালেক্টরে প্রবেশ করে। এভাবে ইমিটার হতে কালেক্টরে কারেন্ট প্রবাহ চলতে থাকে।



PNP ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ

PNP এবং NPN ট্রানজিস্টরের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা করা হলো ঃ

পি. এন. পি	এন. পি. এন
১। দুইটি পি-টাইপ এবং একটি এন-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর দ্বারা পি.এন.পি ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়।	১। দুইটি এন-টাইপ এবং একটি পি-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর দ্বারা এন.পি.এন ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়।
২। PNP ট্রানজিস্টরে ইমিটার থেকে বেস ও কালেক্টরে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।	২। NPN ট্রানজিস্টর ইমিটার থেকে কালেক্টরে ইলেকট্রন প্রবাহের জন্য কারেন্ট প্রবাহিত হয়।
৩। কালেক্টরে নেগেটিভ এবং ইমিটারে পজেটিভ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়।	৩। কালেক্টরে পজেটিভ এবং ইমিটারে নেগেটিভ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়।
৪। প্রতীক 	৪। প্রতীক 

লিকেজ কারেন্ট কী এবং ট্রানজিস্টরের উপর তার প্রভাব

পি-এন জাংশনে রিভার্স বায়াস দেওয়া হলে মাইনোরিটি চার্জ ক্যারিয়ারের জন্য জাংশনের মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে লিকেজ কারেন্ট বলে।

ট্রানজিস্টরের ভিতর দিয়ে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হলে ট্রানজিস্টরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে লিকেজ কারেন্ট বৃদ্ধি পায় ফলে ট্রানজিস্টরের জাংশন অত্যধিক গরম হয়ে জাংশনটি পুড়ে যেতে পারে।

৮.৪ ফরওয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস:

যে প্রক্রিয়ায় বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগের মাধ্যমে ট্রানজিস্টরকে কার্য উপযোগী করা হয়, তাকে ট্রানজিস্টর বায়াসিং বলে।

Forward Bias: ডায়ড বা ট্রানজিস্টরে বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগের মাধ্যমে যদি কারেন্ট প্রবাহ বৃদ্ধি করা যায়, উহাই forward bias.

Reverse Bias: ডায়ড অথবা ট্রানজিস্টরে বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগের মাধ্যমে যদি কারেন্ট প্রবাহ হ্রাস হয় বা কারেন্ট প্রবাহিত না হয়, উহাই reverse bias.

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ট্রানজিস্টর কী?
২। ট্রানজিস্টর কে আবিষ্কার করেন?
৩। ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশ কী কী?
৪। গঠন প্রকৃতি অনুযায়ী ট্রানজিস্টর কত প্রকার ও কী কী?
৫। PNP ও NPN ট্রানজিস্টরের প্রতীক অঙ্কন কর।
৬। ইমিটার, বেস ও কালেক্টর কী?
৭। বায়াসিং বলতে কী বোঝায়?
৮। লিকেজ কারেন্ট কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ট্রানজিস্টরের বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।
২। ট্রানজিস্টরের গঠন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৩। NPN ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ প্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৪। PNP ট্রানজিস্টরের কারেন্ট প্রবাহ প্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৫। ট্রানজিস্টরের উপর লিকেজ কারেন্ট এর প্রভাব কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। এন.পি.এন এবং পি.এন.পি ট্রানজিস্টরের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা কর।
২। PNP ও NPN ট্রানজিস্টরের গঠন বর্ণনা কর।
৩। ট্রানজিস্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

নবম অধ্যায়

ট্র্যানজিস্টর কনিফিগারেশন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ট্র্যানজিস্টর কনিফিগারেশন ব্যক্ত করতে পারব;
- ট্র্যানজিস্টর কনিফিগারেশনের প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকার কনিফিগারেশনের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকার কনিফিগারেশনের মধ্যে তুলনা করতে পারব।

৯.১ ট্র্যানজিস্টর কনিফিগারেশন :

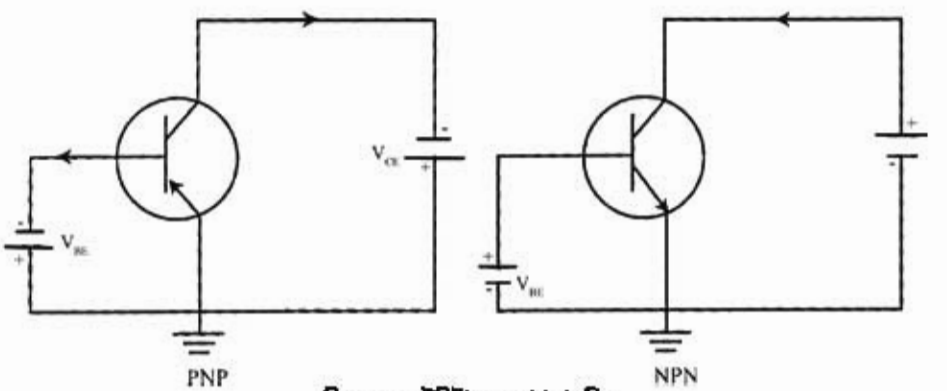
ট্রানজিস্টরের টার্মিনালকে কমন রেখে সংযোগের পদ্ধতিকে ট্রানজিস্টর কনফিগারেশন বলে।

৯.২ ট্র্যানজিস্টর কনিফিগারেশনের প্রকারভেদ :

ট্রানজিস্টর টার্মিনালকে কমন রেখে সংযোগের পদ্ধতিকে ট্রানজিস্টর কনফিগারেশন বলে। এটি তিন প্রকার। যথা–

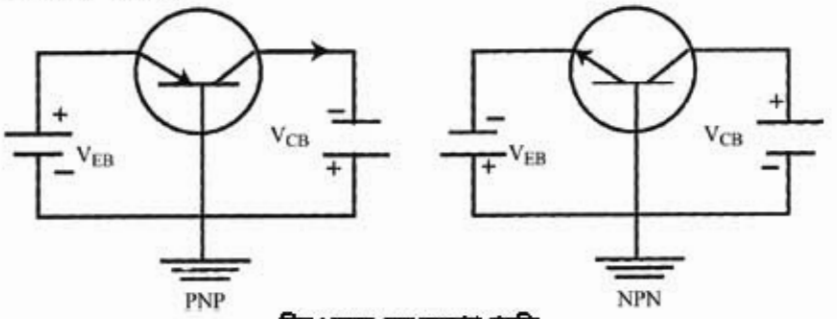
(i) কমন বেস সংযোগ।
(ii) কমন ইমিটার সংযোগ।
(iii) কমন কালেক্টর সংযোগ।

কমন ইমিটার সংযোগ



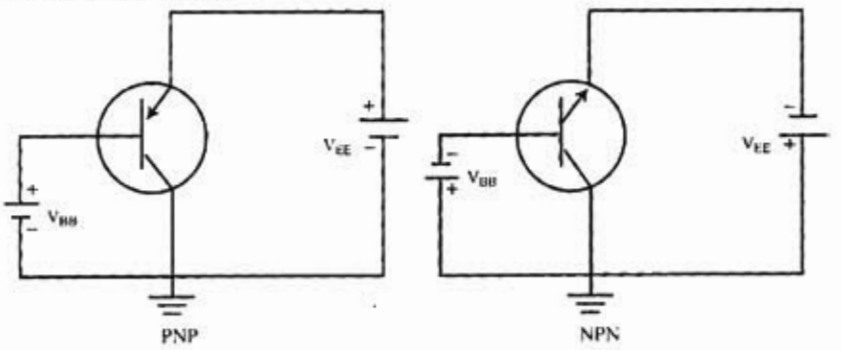
চিত্র : কমন ইমিটার সংযোগ পদ্ধতি

কমন বেস সংযোগ



চিত্র ঃ কমন বেস সংযোগ পদ্ধতি

কমন কালেক্টর সংযোগ

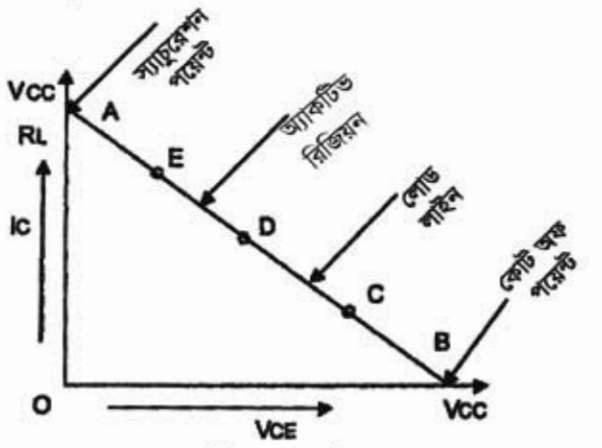


চিত্র ঃ কমন কালেক্টর সংযোগ পদ্ধতি

৯.৩ বিভিন্ন প্রকার কনিফিগারেশনের বৈশিষ্ট্য :

ট্রানজিস্টরের লোড লাইন

যে বৈশিষ্ট্য রেখা কোনো নির্দিষ্ট লোড রেজিস্ট্যান্স কালেক্টর ইমিটার ভোল্টেজ V_{CE} এর কারণে কালেক্টর কারেন্ট I_C এর পরিবর্তন নির্দেশ করে, তাকে লোড লাইন বলে। নিম্নে ট্রানজিস্টরের লোড লাইন অঙ্কন করে বর্ণনা দেওয়া হলো ঃ

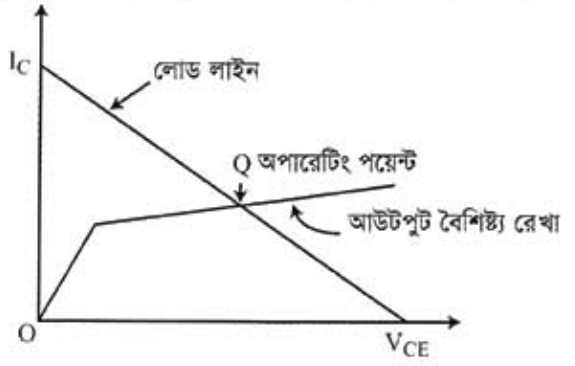


চিত্র ঃ লোড লাইন

লোড লাইন হলো আউটপুট বৈশিষ্ট্য কার্ভ V_{cc} এবং $V_{cc}/R_L = I_c$ বিন্দুদ্বয়ের সংযুক্ত সরলরেখা যেখানে V_{CE} কে X অক্ষ এবং I_c কে Y অক্ষে চিহ্নিত করে অঙ্কন করা হয়। ডিসি লোড লাইন ট্রানজিস্টরের আউটপুট বৈশিষ্ট্যের উপর এমন একটি লাইন যা শূন্য সিগন্যালে I_c এবং V_{CE} এর মান নির্দেশ করে।

অপারেটিং পয়েন্ট

ট্রানজিস্টরের আউটপুট বৈশিষ্ট্য রেখা লোড লাইনকে যে বিন্দুতে ছেদ করে, সে বিন্দুতে অপারেটিং পয়েন্ট বা Q পয়েন্ট বলে। নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে অপারেটিং পয়েন্ট দেখানো হলোঃ

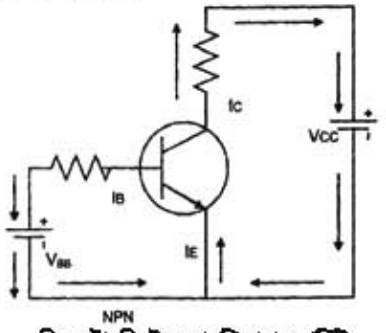


চিত্র ঃ অপারেটিং পয়েন্ট নির্ণয় কার্ভ

৯.৪ বিভিন্ন প্রকার কনিফিগারেশনের মধ্যে তুলনা :

যখন ট্রানজিস্টরের সাহায্যে দুর্বল বা ক্ষুদ্র সিগন্যালকে যদি বর্ধিত করা যায় তাহলে ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে কাজ করে। নিম্নে একটি NPN ট্রানজিস্টরের সাহায্যে অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো ঃ

যখন ট্রানজিস্টরের বেস ইমিটার জাংশনে ফরোয়ার্ড বায়াস দেওয়া হয় তখন ইমিটার কারেন্ট হতে বেস এবং কালেক্টর কারেন্ট উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ $I_E = I_B + I_C$। কালেক্টর কারেন্টের পরিমাণ নির্ভর করে বেস কারেন্টর উপর। বেস কারেন্ট বৃদ্ধি পেলে কালেক্টর কারেন্ট বৃদ্ধি পাওয়ার উপর ভিত্তি করে ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে কাজ করে।

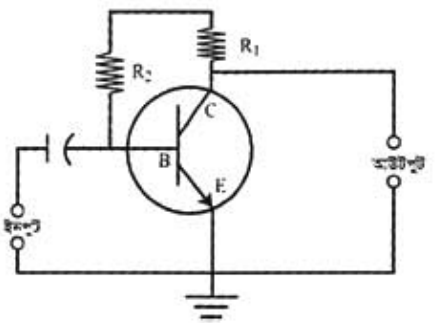


চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

সুইচ হিসাবে ট্রানজিস্টরের কার্যপ্রণালি

ট্রানজিস্টরের আউটপুট কারেন্ট ইনপুট দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করে একে সুইচ হিসাবে ব্যবহার করা যায়। নিম্নে একটি NPN ট্রানজিস্টর অঙ্কন করে সুইচিং সার্কিট তৈরি করা হলো ঃ

যখন ট্রানজিস্টরের ইনপুটে ফরোয়ার্ড বায়াস থাকবে না তখন ট্রানজিস্টরটির কাট অফ এ থাকবে ফলে আউটপুটে কোনো কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। এই অবস্থায় সুইচ অফ (OFF) অবস্থায় পাওয়া যাবে। আবার যখন ট্রানজিস্টরের ইনপুটে ফরোয়ার্ড বায়াস প্রদান করা হলে ট্রানজিস্টরটি সরাসরি কন্ডাকশনে যাবে এবং আউটপুটে পর্যাপ্ত কারেন্ট পাওয়া যাবে। তখন এই অবস্থায় সুইচ অন (ON) অবস্থায় পাওয়া যাবে।



চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিট

α ও β এর সম্পর্ক নির্ণয়

আমরা জানি, $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$ এবং $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

$\therefore I_E + I_B + I_C$

বা, $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$ [উভয় পক্ষকে Δ সংযোজন করে]

বা, $\frac{\Delta I_E}{\Delta I_C} = \frac{\Delta I_B + \Delta I_C}{\Delta I_C}$ [উভয় পক্ষকে ΔI_C দ্বারা ভাগ করে]

বা, $\frac{\Delta I_E}{\Delta I_C} = \frac{\Delta I_B}{\Delta I_C} + \frac{\Delta I_C}{\Delta I_C}$

বা, $\frac{1}{\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}} = \frac{1}{\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}} + \frac{1}{\frac{\Delta I_C}{\Delta I_C}}$ [উভয় পক্ষকে উল্টাকরণ করে]

বা, $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\beta} + \frac{1}{1}$ [α ও β এর মান বসিয়ে]

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

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

বা, $\alpha(1+\beta) = \beta \therefore \alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$ [নির্ণেয় সম্পর্ক]।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ট্রানজিস্টরের ইনপুটে কী ধরনের বায়াসিং করা হয়?
২। ট্রানজিস্টরের আউটপুটে কী ধরনের বায়াসিং করা হয়?
৩। লিকেজ কারেন্ট কী?
৪। ট্রানজিস্টরের কনিফিগারেশন কী?
৫। লোড লাইন কী?
৬। অপারেটিং পয়েন্ট কাকে বলে?
৭। ফরোয়ার্ড বায়াস কাকে বলে?
৮। রিভার্স বায়াস কাকে বলে?
৯। α কাকে বলে?
১০। β কাকে বলে?
১১। γ কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ট্রানজিস্টরের কনিফিগারেশন কী এবং তা কত প্রকার ও কী কী?
২। কমন ইমিটার সংযোগ দেখাও।
৩। কমন বেস সংযোগ দেখাও।
৪। কমন কালেক্টর সংযোগ দেখাও।
৫। অপারেটিং পয়েন্ট সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ট্রানজিস্টরের লোড লাইন অঙ্কনের পদ্ধতি আলোচনা কর।
২। অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ট্রানজিস্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩। সুইচ হিসাবে ট্রানজিস্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। α ও β এর সম্পর্ক নির্ণয় কর।

দশম অধ্যায়

এফইটি (FET) ও মসফেট (MOSFET)

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

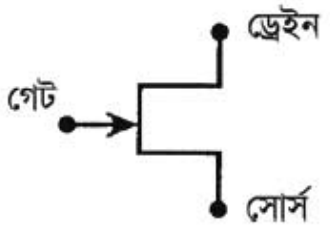
- এফ. ই. টি কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- এফ. ই. টি এর প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারব;
- এফ. ই. টি ও মসফেট এর বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারব;
- এফ. ই. টি ও মসফেট এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব;
- মসফেট কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- মসফেট এর প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারব।

১০.১ এফ. ই. টি :

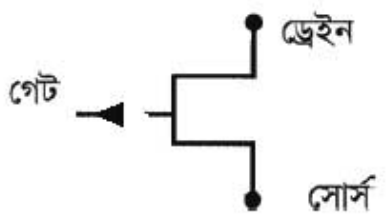
FET-এর পূর্ণ নাম হলো Field effect Transistor. এটি তিন প্রান্তবিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস, যাতে ইলেকট্রন বা হোলের প্রবাহ দ্বারা কারেন্ট প্রবাহ ঘটে। এটি একটি ইউনিপোলার ডিভাইস। এতে ইলেকট্রিক ফিল্ড দ্বারা কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

সাধারণ ট্রানজিস্টরে ইলেকট্রন অথবা হোলের কারণে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, কিন্তু ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর ইলেকট্রন অথবা হোল যে কোনো একটির জন্য কারেন্ট প্রবাহ এবং অপারেশন নির্ভর করে বলে FET-কে ইউনিপোলার ডিভাইস বলে।

এফইটি এর প্রতীক :



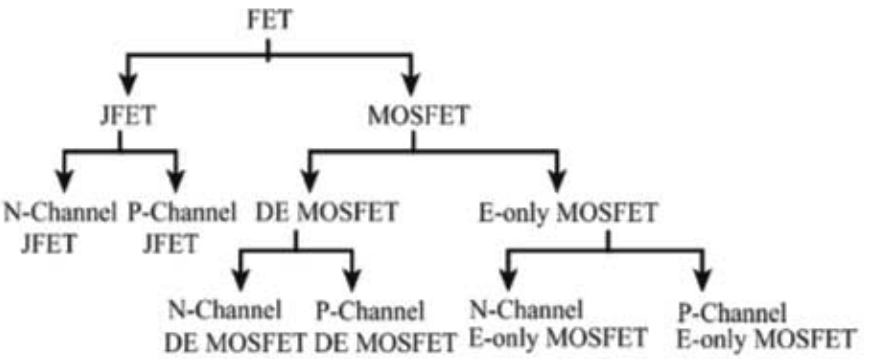
চিত্র : N চ্যানেল FET প্রতীক



চিত্র : P চ্যানেল FET

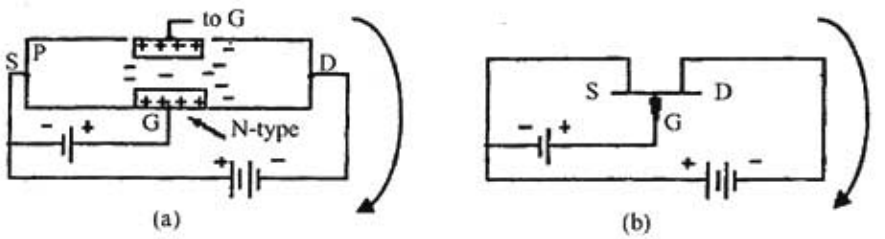
১০.২ এফ. ই. টি এর প্রকারভেদ :

এফইটি এর শ্রেণিবিভাগ ঃ



এফইটি এর বায়াসিং এবং কারেন্ট প্রবাহ

এফইটি এক ধরনের সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যা ইলেকট্রিক ফিল্ডের কারণে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। এটি মূলত সোর্স, ড্রেইন এবং গেট এ তিনটি প্রান্তের মাধ্যমে সংগঠিত হয়। নিচে একটি P- চ্যানেল এফইটির বায়াসিং এবং কারেন্ট প্রবাহ চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ FET এর বায়াসিং

এখানে গেট টার্মিনালে ড্রেন ও সোর্স ভোল্টেজের মাধ্যমে রিভার্স বায়াস দেওয়া হয়েছে। গেট ও সোর্স ভোল্টেজ শূন্য অবস্থায় যদি ড্রেন ও সোর্স ভোল্টেজ শূন্য হয় তখন ড্রেন কারেন্টও শূন্য হবে। আবার যখন ড্রেন ও সোর্স ভোল্টেজ শূন্য হতে বৃদ্ধি পাবে তখন ইলেকট্রনসমূহ সোর্স হতে ড্রেন এর দিকে প্রবাহিত হবে। ফলে কারেন্ট চ্যানেলের মাধ্যমে ড্রেন হতে সোর্স এর দিকে প্রবাহিত হবে।

১০.৩ এফ. ই. টি ও মসফেট এর বৈশিষ্ট্য :

বাইপোলার ট্রানজিস্টরের চেয়ে FET-এর নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যসমূহ পরিলক্ষিত হয়–

১। এর অপারেশন মেজরিটি ক্যারিয়ার প্রবাহের উপর নির্ভরশীল।
২। এটি অপেক্ষাকৃত বিকিরণমুক্ত।
৩। এর ইনপুট ইম্পিডেন্স অধিক।
৪। এর নয়েজ কম।
৫। এতে শূন্য কারেন্টে কোনো ভোল্টেজ সাপ্লাই লাগে না।
৬। তাপমাত্রায় এর স্থিরতা বেশি।

১০.৪ এফ. ই. টি ও মসফেট এর ব্যবহার :

নিম্নলিখিত ডিভাইস হিসাবে ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টরের ব্যবহার করা হয়ে থাকে ঃ

(ক) বাফার অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) ফেজ শিফট অসিলেটর
(গ) সিগন্যাল চপার হিসাবে
(ঘ) ডিজিটাল সার্কিটে ব্যবহার করা হয়।

JFET এবং MOSFET-এর মধ্যকার পার্থক্যসমূহ হলো ঃ

JFET	MOSFET
১। এ প্রকার ডিভাইস ডিপ্লেশন মোডে কাজ করে।	১। এ প্রকার ডিভাইস এনহ্যান্সমেন্ট এবং ডিপ্লেশন উভয় মোডে কাজ করে।
২। JFET তৈরি করা কঠিন।	২। MOSFET তৈরি করা সহজ।
৩। গেট P অথবা N-টাইপ সেমিকন্ডাক্টর দ্বারা গঠিত।	৩। গেট-টি মেটাল অক্সাইড দ্বারা গঠিত।
৪। গেট জাংশনে ক্যাপাসিট্যান্স গঠন করে না।	৪। গেট জাংশনে ক্যাপাসিট্যান্স গঠন করে।

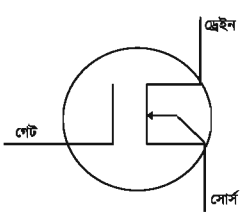
১০.৫ মসফেট :

মসফেট (Mosfet)-**এর পূর্ণনাম** Mosfet = Metal oxide semiconductor field effect transistor.

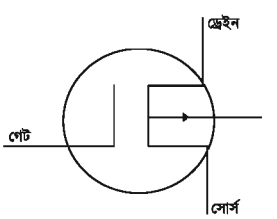
মসফেট -এর 'গেট'-এর উপর সিলিকন ডাই-অক্সাইডের একটি পাতলা প্রলেপ দেওয়া থাকে, যা গেট এবং চ্যানেলের মধ্যে ক্যাপাসিটর সৃষ্টি করে। এজন্য একে ইনসুলেটেড গেট ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (IGFET) বলা হয়।

মেটাল অক্সাইড সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টরকে সংক্ষেপে মসফেট বলে। এটি তিন প্রান্ত বিশিষ্ট সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইস, যার ইলেকট্রন বা হোলের প্রবাহ দ্বারা কারেন্ট প্রবাহ ঘটে।

মসফেটের প্রতীক দেখাও।



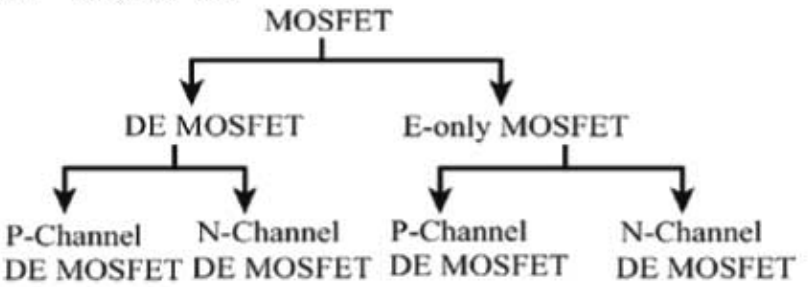
চিত্র ঃ এন-চ্যানেল মসফেট



চিত্র ঃ পি-চ্যানেল মসফেট

১০.৬ মসফেট এর প্রকারভেদ :

মসফেট এর শ্রেণিবিভাগ ঃ

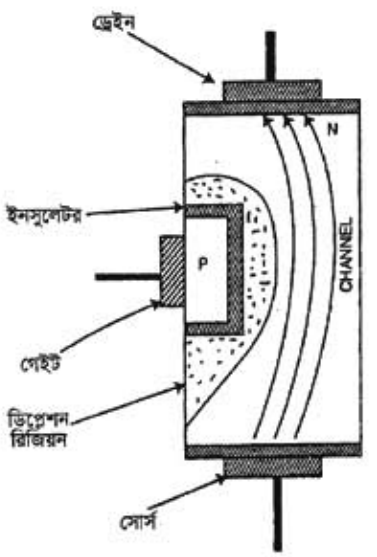


মসফেটের ব্যবহার ঃ

১। বাফার অ্যামপ্লিফায়ারে।
২। কম্পিউটার মনিটরে।
৩। ফেজ শিফট অসিলেটরে।
৪। কম্পিউটারে।
৫। আইপিএস-এ।
৬। ইউপিএস-এ।
৭। ভোল্টেজ রেগুলেটরে।
৮। বিভিন্ন ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে।

একটি মসফেট এর গঠন ঃ

মসফেট এর পূর্ণ নাম হচ্ছে মেটাল অক্সাইড সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর এর তিনটি টার্মিনাল। যথা ঃ গেট, সোর্স ও ড্রেন। নিচে একটি ঘ চ্যানেল মসফেট এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ মসফেটের গঠন

এখানে N- চ্যানেলের বামদিকে একটি অঞ্চল অর্ধবৃত্তাকারে ঘিরে রাখা আছে, যার নাম P-রিজিয়ন। গেটের উপর একটি পাতলা সিলিকন ডাই-অক্সাইডের প্রলেপ দেওয়া থাকে। এই সিলিকন ডাই-অক্সাইড একটি ইনসুলেটর। এ ইনসুলেটর গেট এবং চ্যানেলের মধ্যে ক্যাপাসিটরের সৃষ্টি করে। এজন্য মসফেটকে গেটেড ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর (IGFET) বলা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। এফ ই টি কী?
২। FET-এর পূর্ণ নাম লেখ।
৩। মসফেট (Mosfet)-এর পূর্ণনাম
৪। FET ইউনিপোলার ডিভাইস বলা হয় কেন?
৫। মসফেট কী?
৬। মসফেট (Mosfet)-এর পূর্ণনাম লেখ।
৭। কোনো মসফেট এর চ্যানেল কারেন্ট প্রবাহের মান কিসের উপর নির্ভর করে?
৮। মসফেট কত প্রকার?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। এফইটি কত প্রকার? ও কী কী?
২। এফইটি এর প্রতীক বা সিম্বল অঙ্কন কর।
৩। এফ ই টি-এর ব্যবহার উল্লেখ কর।
৪। FET-এর বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৫। JFET এবং MOSFET এর মধ্যকার পার্থক্যসমূহ লেখ।
৬। মসফেটকে ইনসুলেটেড গেট FET বলা হয় কেন?
৭। মসফেটের প্রতীক দেখাও।
৮। মসফেটের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। এফইটি এর শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা কর।
২। চিত্রসহ একটি মসফেট এর গঠন বর্ণনা কর।

একাদশ অধ্যায়

অ্যামপ্লিফায়ার ও অ্যামপ্লিফিকেশন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- অ্যামপ্লিফায়ার ও অ্যামপ্লিফিকেশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অ্যামপ্লিফায়ার ব্যক্ত করতে পারব;
- অ্যামপ্লিফায়ার এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- ফেইথফুল অ্যামপ্লিফিকেশন ব্যক্ত করতে পারব;
- কমন বেস, কমন ইমিটার ও কমন কালেক্টর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- কমন বেস, কমন ইমিটার ও কমন কালেক্টর অ্যামপ্লিফায়ার অ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর ও বৈশিষ্ট্য আলোচনা করতে পারব।

১১.১ অ্যামপ্লিফায়ার :

যে ডিভাইসের সাহায্যে দুর্বল বা কম অ্যামপ্লিচিউডের সিগন্যালকে শক্তিশালী বা বড় অ্যামপ্লিচিউডের সিগন্যালে পরিণত করা যায়, তাকে অ্যামপ্লিফায়ার বলে। অ্যামপ্লিফায়ারে নেগেটিভ ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়। এ প্রকার ফিডব্যাক ডিজেনারেশনের সৃষ্টি করে বলে, তাকে আবার ডিজেনারেশন ফিডব্যাকও বলা হয়।

অ্যামপ্লিফিকেশন

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

১১.২ অ্যামপ্লিফায়ার এর প্রকারভেদ :

অ্যামপ্লিফায়ারকে সাধারণতঃ নিম্নলিখিত শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যথা ঃ

১। কার্যক্ষমতা হিসাবে ঃ

(ক) ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার

আউটপুট পাওয়ার সম্পর্কে কোনোরূপ বিবেচনা না করে যখন কেবল ইনপুট সিগন্যাল ভোল্টেজকে বর্ধিত করা হয়, তখন তাকে ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার বলে।

(খ) কারেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে ইনপুট সিগন্যালের কারেন্টকে বর্ধিত করে আউটপুটে প্রদান করে, তাকে কারেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার বলে।

(গ) পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার
যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে সিগন্যালের পাওয়ার লেভেলকে বর্ধিত করা হয়, তাকে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার বলে।

২। অপারেটিং বৈশিষ্ট্য অনুসারে ঃ
(ক) ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ার
(গ) ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ার
(ঘ) ক্লাস-এবি অ্যামপ্লিফায়ার

৩। সিগন্যাল ফ্রিকুয়েন্সি অনুসারে ঃ
(ক) অডিও অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার
(গ) আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার
(ঘ) ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার

৪। কাপলিং হিসেবে ঃ
(ক) ডাইরেক্ট কাপল অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) আর সি কাপল অ্যামপ্লিফায়ার
(গ) ট্রান্সফরমার কাপল অ্যামপ্লিফায়ার

৫। সার্কিট অনুযায়ী ঃ
(ক) কমন বেস অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) কমন ইমিটার অ্যামপ্লিফায়ার
(গ) কমন কালেক্টর অ্যামপ্লিফায়ার ইত্যাদি।

১১.৩ অ্যামপ্লিফায়ার কাপলিং

দুর্বল সিগন্যালকে পর্যায়ক্রমে অ্যামপ্লিফাই করার জন্য একটি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের আউটপুট পরবর্তী অপর একটি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের ইনপুটের সাথে সংযোগ করার প্রক্রিয়াকে অ্যামপ্লিফায়ার কাপলিং বলে। বেশি বা পরিমাণমত গেইন পাবার জন্য কাপলিং ব্যবহার করা হয়।

১১.৪ ক্যাসকেড পদ্ধতি

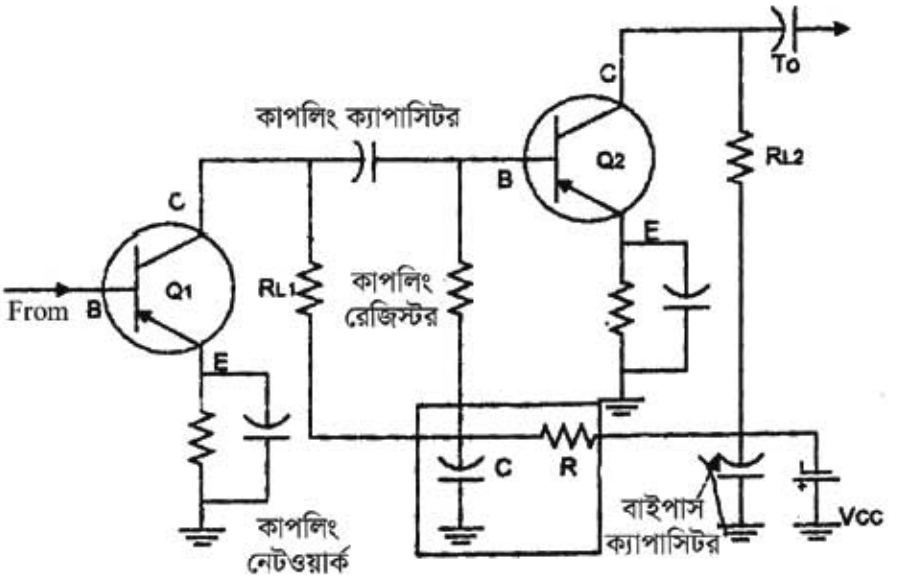
মাল্টিস্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের একটি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের আউটপুটকে কাপলিং ডিভাইসের মাধ্যমে পরবর্তী অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের ইনপুটের সাথে সংযুক্ত করার পদ্ধতিকে ক্যাসকেড পদ্ধতি বলা হয়।

নিম্নে ক্যাসকেড পদ্ধতি চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো ঃ

চিত্র ঃ ক্যাসকেড অ্যামপ্লিফায়ার

১১.৫ R-C কাপলড অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি

আরসি কাপলড এর অর্থ হলো রেজিস্টর ক্যাপাসিটর কাপল্ড অ্যামপ্লিফায়ার। এই কাপলি-এর সাহায্যে পাশাপাশি স্টেজের ক্যাপাসিটর ও রেজিস্টরের সাহায্যে সংযোগ প্রদান করা হয়। নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে একটি R-C কাপল্ড অ্যামপ্লিফায়ারে সার্কিট দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ R-C কাপলড অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে দুইটি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজ হিসেবে দুইটি ট্রানজিস্টর Q_1 ও Q_2 ব্যবহার করা হয়েছে। অ্যামপ্লিফায়ারের কালেক্টরে লোড হিসেবে রেজিস্টর ব্যবহৃত হয়েছে এবং একটি স্টেজকে অপর স্টেজের সাথে ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে সংযোগ করা হয়েছে। এই ক্যাপাসিটর এসি সিগন্যালকে সহজেই প্রবাহিত হতে দেয় কিন্তু ডিসি সিগন্যালকে বাধা প্রদান করে। এই কাপলিং অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে পরিমাণমত গেইন পাওয়া যায়।

R-C কাপলড অ্যামপ্লিফায়ারের বড় সুবিধা ও অসুবিধা

সুবিধা :

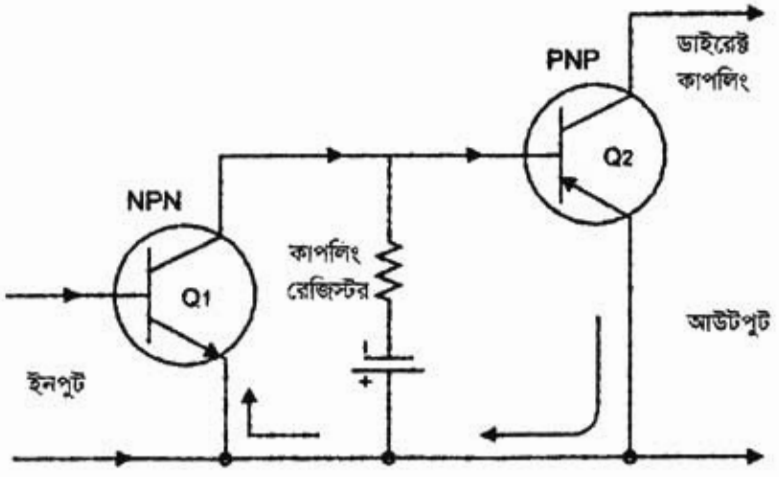
(i) কম্পোনেন্ট সংখ্যা খুব কম।
(ii) দামে সস্তা।
(iii) বিশ্বস্ততা অনেক।
(iv) অডিও ফ্রিকুয়েন্সিতে ব্যবহার করা যায়।

অসুবিধা :

(i) কাপলিং ক্যাপাসিটর ডিসিকে আটকিয়ে দেয়।
(ii) নিম্ন ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যালকে আটকিয়ে দেয়।

১১.৬ ডাইরেক্ট কাপলড অ্যামপ্লিফায়ার

একটি অ্যামপ্লিফায়ারের স্টেজের আউটপুটকে পরবর্তী স্টেজের ইনপুটে ডাইরেক্ট বা সরাসরি সংযোগ দেওয়ার প্রক্রিয়াকে ডাইরেক্ট কাপল্ড অ্যামপ্লিফায়ার বলে। নিম্নে একটি ডাইরেক্ট কাপল্ড অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের চিত্রসহ বর্ণনা দেওয়া হলো :

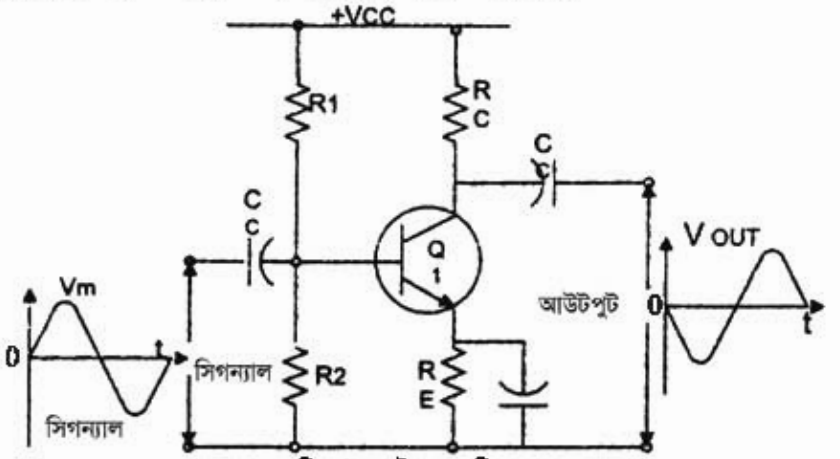


চিত্র : ডাইরেক্ট কাপলড অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে দুইটি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজ হিসেবে দুইটি ট্রানজিস্টর Q_1 ও Q_2 ব্যবহার করা হয়েছে। এই অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে কোনো ক্যাপাসিটর ব্যবহার না করেই সরাসরি সংযোগ প্রদান করা হয়েছে। এখানে ভোল্টেজ ডিভাইডার হিসেবে একটি রেজিস্টর ব্যবহার করা হয়েছে। এই অ্যামপ্লিফায়ার নিম্ন ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালকেও বর্ধিত করতে পারে।

১১.৭ ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার

আউটপুট পাওয়ার সম্পর্কে কোনোরূপ বিবেচনা না করে যখন কেবল ইনপুট সিগন্যাল ভোল্টেজকে বর্ধিত করা হয় তাকে ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার বলে। নিম্নে একটি ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

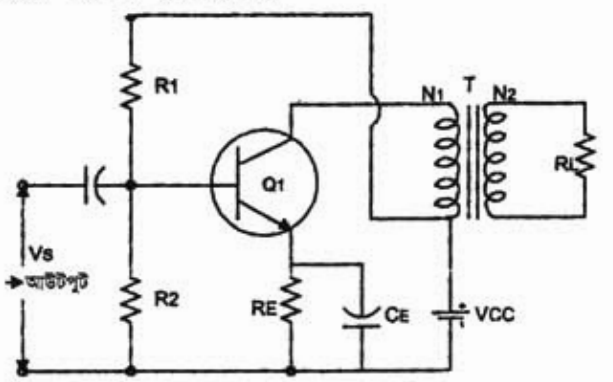


চিত্র ঃ ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে ইনপুট সিগন্যাল V_{in} কে একটি ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত ট্রানজিস্টর Q_1 এর বেসে প্রদান করা হয়। উক্ত ট্রানজিস্টর ইনপুট সিগন্যালের পাওয়ারকে কোনো বিবেচনা না করে শুধু ভোল্টেজকে বর্ধিত করে কালেক্টরের সাথে সংযুক্ত ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে আউটপুট প্রদান করে।

১১.৮ পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে ইনপুট সিগন্যালের পাওয়ারকে বর্ধিত করে আউটপুট প্রদান করে, তাকে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার বলে। নিম্নে একটি পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ট্রান্সফর্মার কাপলড ক্লাস এ পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে ইনপুট সিগন্যাল V_S কে একটি ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত ট্রানজিস্টর Q_1 এর বেসে প্রদান করা হয়। উক্ত ট্রানজিস্টর ইনপুট সিগন্যালের পাওয়ারকে বর্ধিত করে কালেক্টরে সংযুক্ত ট্রান্সফরমারের সাহায্যে আউটপুট প্রদান করে। ফলে লোড রেজিস্টর R_L এর মাধ্যমে আউটপুট পাওয়া যায়।

ডেসিবেল গেইন

আউটপুট পাওয়ার ও ইনপুট পাওয়ারের অনুপাতকে পাওয়ার গেইন বলে। পাওয়ার গেইনের কমন লগারিদমকে ডেসিবেল পাওয়ার গেইন বলে। ১ বেল = ১০ ডেসিবেল।

$$\therefore \text{পাওয়ার গেইন} = 10\log_{10} \frac{\text{আউটপুট পাওয়ার}}{\text{ইনপুট পাওয়ার}} \text{ বেল।}$$

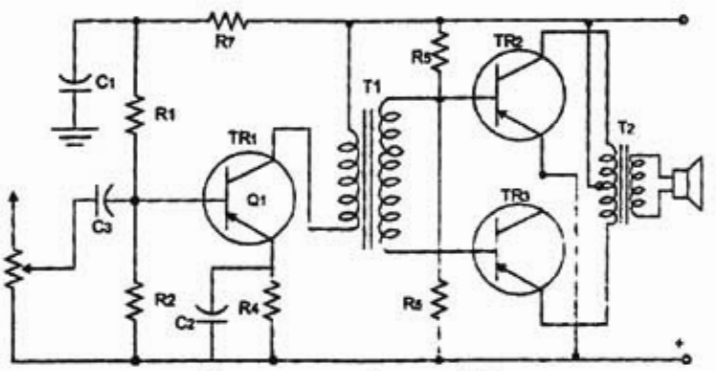
ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স

একটি অ্যামপ্লিফায়ারের সিগন্যাল পরিবর্তনের সাপেক্ষে ভোল্টেজ গেইনের যে পরিবর্তন হয়, তাকে ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স বলে।

ব্যান্ড উইডথ : সর্বোচ্চ গেইনের ৭০.৭% এর সমান বা বেশি গেইন সম্পন্ন ফ্রিকুয়েন্সি পরিসরকে ব্যান্ড উইডথ বলে।

১১.৯ পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ার

পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ার একটি অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার। এতে দুইটি ট্রানজিস্টর পুশপুল হিসেবে যুক্ত থাকে। নিম্নে একটি পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

এখানে ইনপুট সিগন্যাল ট্রানজিস্টর TR_1 এর মাধ্যমে বর্ধিত হয়ে কালেক্টরের মাধ্যমে ট্রান্সফরমার T_1 প্রাইমারিতে যায়। ট্রান্সফরমার T_1 এর সেকেন্ডারির সাথে TR_2 ও TR_3 সংযুক্ত থাকে। ট্রান্সফরমার T_1 এর সেকেন্ডারি এসি সিগন্যালের প্রথম হাফসাইকেলে TR_2 ট্রানজিস্টর কাজ করে কিন্তু TR_3 বন্ধ থাকে। দ্বিতীয় হাফসাইকেলে TR_3 ট্রানজিস্টর কাজ করবে কিন্তু TR_2 বন্ধ থাকবে। পরবর্তীতে আউটপুট ট্রান্সফরমার T_2 এ দুই অর্ধ-সাইকেলকে একত্রিত করে পূর্ণ সাইন ওয়েভ হিসেবে আউটপুট প্রদান করবে।

২০২০

পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্য ঃ

(i) আউটপুট পাওয়ার অনেক বেশি।
(ii) দক্ষতা অনেক বেশি।
(iii) ক্রস-ওভার ডিস্টরশন বিদ্যমান থাকে।
(iv) ডিস্টরশন তুলনামূলক কম।
(v) ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স স্থির থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অ্যামপ্লিফায়ার কী?
২। ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?
৩। কারেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?
৪। অ্যামপ্লিফায়ার কাপলিং কী?
৫। কাপলিং কেন ব্যবহার করা হয়?
৬। ক্যাসকেড অ্যামপ্লিফায়ার কী?
৭। ডাইরেক্ট কাপল অ্যামপ্লিফায়ার কী?
৮। ডেসিবল গেইন কী?
৯। ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স কী?
১০। ব্যান্ড উইডথ কী?
১১। পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার কী?
১২। পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ার কী?
১৩। অ্যামপ্লিফিকেশন কী?
১৪। অ্যামপ্লিফায়ারে কোনো ধরনের ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অ্যামপ্লিফায়ার কত প্রকার এবং কী কী?
২। ক্যাসকেড পদ্ধতি কী?
৩। অ্যামপ্লিফায়ার কাপলিং এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৪। R-C কাপলড অ্যামপ্লিফায়ারের বড় সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ কী কী?
৫। ভোল্টেজ ও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের মধ্যে পার্থক্য কী?
৬। ডেসিবেল গেইনের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৭। পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। R-C কাপলড অ্যামপ্লিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২। ডাইরেক্ট কাপলড অ্যামপ্লিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩। ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৫। পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

দ্বাদশ অধ্যায়
অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং এর সংজ্ঞা ব্যক্ত করতে পারব;
- বায়াসিং এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- ক্লাস-এ, ক্লাস-বি, ক্লাস-সি এবং ক্লাস-এবি অ্যামপ্লিফায়ার বর্ণনা করতে পারব;
- পুশ-পুল অ্যামপ্লিফায়ার এর অপারেশন বর্ণনা করতে পারব।

১২.১ অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং :

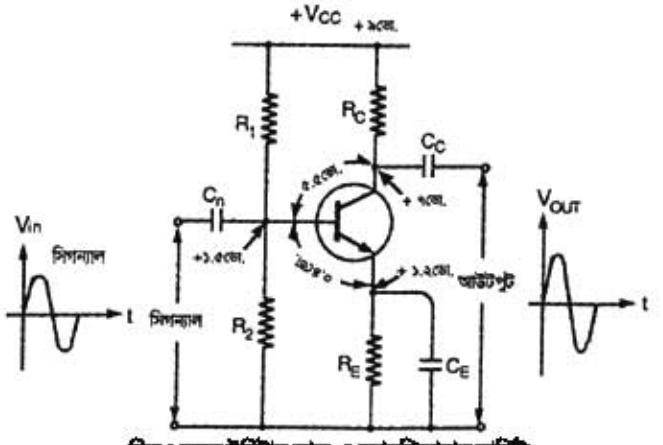
সিগন্যাল প্রবাহের সময় সঠিক মানে শূন্য সিগন্যাল কালেক্টর কারেন্ট এবং সঠিক মানে কালেক্টর ইমিটার ভোল্টেজ কোনো ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে স্থাপন করাকেই বলা হয় অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং।

১২.২ বায়াসিং এর প্রকারভেদ :

বায়াসিংয়ের উপর ভিত্তি করে অ্যামপ্লিফায়ার মূলত তিন প্রকার। যথা :

১। ফিক্সড বায়াসিং অ্যামপ্লিফায়ার।
২। সেলফ বায়াসিং অ্যামপ্লিফায়ার।
৩। ফিক্সড ও সেলফ বায়াসিং অ্যামপ্লিফায়ার।

কমন ইমিটার ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট



চিত্র : কমন ইমিটার ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

বৈশিষ্ট্য ঃ

১। ট্রানজিস্টর বায়াস এবং ইনপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচিউডে এ প্রকার অ্যামপ্লিফায়ার সমস্ত ইনপুট সিগন্যালের জন্য আউটপুটে কারেন্ট প্রবাহিত করে। ফলে ইনপুটের 360 ডিগ্রির জন্যই আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যায়।

২। এতে ডিস্টরশন সবচেয়ে কম হয়।

৩। এর কর্মদক্ষতা সবচেয়ে কম।

৪। এর পাওয়ার অ্যামপ্লিফকেশন রেশিওর মান উচ্চ।

৫। একে ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

অপারেটিং পয়েন্টের উপর নির্ভর করে অ্যামপ্লিফায়ারের অ্যামপ্লিফিকেশন চার প্রকার। যথা-

১। ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ার

২। ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ার

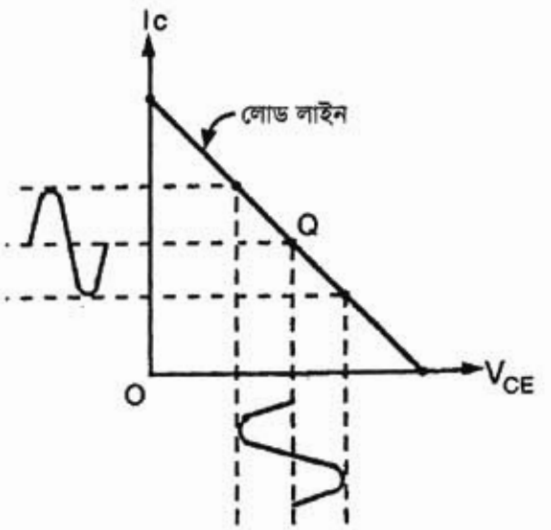
৩। ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ার

৪। ক্লাস-এবি অ্যামপ্লিফায়ার

১২.৩ ক্লাস-এ, ক্লাস-বি, ক্লাস-সি এবং ক্লাস-এবি অ্যামপ্লিফায়ার:

ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ার

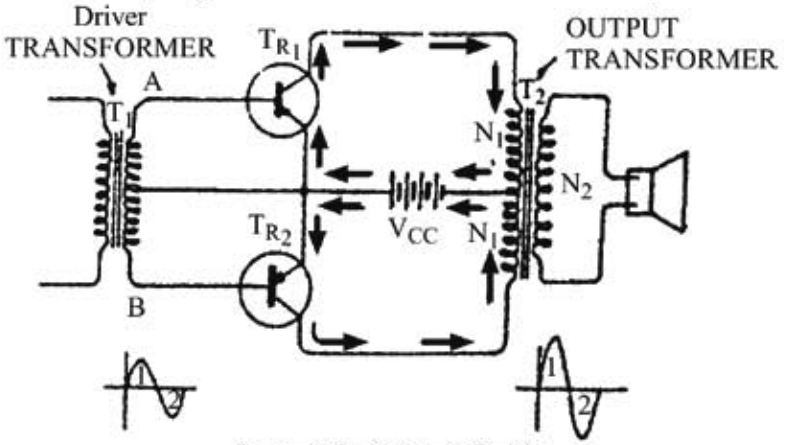
ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ারের সমস্ত ইনপুট সিগন্যালের জন্য আউটপুট কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে ইনপুটের 360 ডিগ্রির জন্যই আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যায়। নিচের চিত্রে তা দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ার

ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ার

ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে পুশ-পুল অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়। ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ারে ট্রানজিস্টর ইনপুটের অর্ধসাইকেলে কাজ করে এবং বাকি অর্ধসাইকেলে অফ থাকে। নিচে ক্লাস-বি পুশ-পুল অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



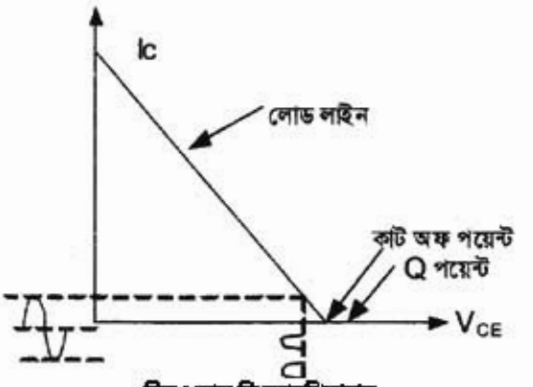
চিত্র ঃ ক্লাস-বি পুশ-পুল অ্যামপ্লিফায়ার

এ অ্যামপ্লিফায়ারের সেন্টার ট্যাপড ড্রাইভার ট্রান্সফরমার T_1 ব্যবহৃত হয় এবং তার সেকেন্ডারি ট্রানজিস্টরদ্বয়ের বেস সার্কিটে সমান ও বিপরীত ভোল্টেজ সরবরাহ করে। আউটপুট ট্রান্সফরমার T_2-এর প্রাইমারি সেন্টার ট্যাপড করা থাকে এবং এ সেন্টার ট্যাপও বেসের মধ্যে সাপ্লাই ভোল্টেজ V_{CC}-এর সাথে সংযুক্ত থাকে। T_2 ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারির সাথে লাউড স্পিকার বা লোড সংযুক্ত থাকে।

প্রথমে ইনপুট সিগন্যাল, ড্রাইভার ট্রান্সফরমার T_1 -এর সেকেন্ডারিতে আসে। ধরা যাক, ইনপুটের প্রথম হাফ-সাইকেলে A প্রান্ত পজেটিভ ও B প্রান্ত নেগেটিভ হয়। ফলে Q_1 ট্রানজিস্টর কাজ করলে Q_2 বন্ধ থাকবে। আবার ইনপুটের ২য় হাফ-সাইকেলে A প্রান্ত নেগেটিভ ও B প্রান্ত পজেটিভ হওয়ায় Q_1 অফ থাকবে কিন্তু Q_2 কাজ করবে। এভাবে যে কোনো মুহূর্তে একটি ট্রানজিস্টর কন্ডাকশনে থাকবে। আউটপুট ট্রান্সফরমার এ দুই অর্ধসাইকেলকে একত্রিত করে এবং পূর্ণসাইন ওয়েভ হিসেবে লোডে প্রদান করে।

ক্লাস সি-অ্যামপ্লিফায়ার

ক্লাস সি-অ্যামপ্লিফায়ার ইনপুট সিগন্যালের পজেটিভ হাফ সাইকেলের কিছু অংশে অ্যামপ্লিফাই করে। যা চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ক্লাস সি অ্যামপ্লিফায়ার

এতে ট্রানজিস্টর বায়াস এমনভাবে নির্ধারণ করা হয় যেন নেগেটিভ হাফ-সাইকেল এবং পজেটিভ হাফ সাইকেলের কিছু অংশের জন্য কালেক্টর কারেন্ট থাকে না অর্থাৎ ট্রানজিস্টর কাট অফে থাকে।

নিম্নোক্ত ক্ষেত্রে ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়-

(ক) ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ারকে সুইচিং মোডে ব্যবহার করা হয়।

(খ) একে হাই লেভেল স্ট্রাইডে ব্যবহার করা হয়।

(গ) এ ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার সাধারণত রেডিও ফ্রিকুয়েন্সিতে ব্যবহার করা হয় এবং অডিও ফ্রিকুয়েন্সিতে ব্যবহার করা হয় না।

(ঘ) নির্দিষ্ট অ্যামপ্লিটিউডসম্পন্ন সিগন্যালের জন্য একে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অ্যামপ্লিফায়ার বায়াসিং বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ারে ইনপুট সিগন্যালের উভয় হাফসাইকেলেই আউটপুট কারেন্ট পাওয়া যায়-চিত্র এঁকে দেখাও।

২। ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ারে আউটপুট ফিডিলিটি কেন বেশি হয়?

৩। ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ার কোথায় ব্যবহার করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ক্লাস-এ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট আঁক এবং বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

২। ক্লাস-বি অ্যামপ্লিফায়ার চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৩। ক্লাস-সি অ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে লেখ।

ত্রয়োদশ অধ্যায়

ফিডব্যাক

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- ফিডব্যাক কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ফিডব্যাক এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- ফিডব্যাক এর প্রয়োজনীয়তা বিবৃত করতে পারব;
- পজিটিভ ফিড ব্যাকের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার বিবৃত করতে পারব;
- নেগেটিভ ফিড ব্যাকের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার বিবৃত করতে পারব।

১৩.১ ফিডব্যাক :

যে পদ্ধতিতে কোনো সার্কিটের আউটপুট সিগন্যালের অংশ বিশেষ ইনপুটে প্রয়োগ করা হয়, তাকে ফিডব্যাক বলে।

চিত্র : ফিডব্যাক

উপরের চিত্রে ফিডব্যাক পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। এই ফিডব্যাক পদ্ধতি অ্যামপ্লিফায়ার ও ফিডব্যাক সার্কিট সমন্বয়ে গঠিত।

১৩.২ ফিডব্যাক এর প্রকারভেদ :

ফিডব্যাক প্রধানত দুই প্রকার। যথা :

১। পজেটিভ ফিডব্যাক।

২। নেগেটিভ ফিডব্যাক।

নেগেটিভ ফিডব্যাক আবার দুই প্রকার। যথা :

(ক) নেগেটিভ ভোল্টেজ ফিডব্যাক।

(খ) নেগেটিভ কারেন্ট ফিডব্যাক।

পজেটিভ ফিডব্যাক আবার দুই প্রকার। যথা ঃ
(ক) পজেটিভ ভোল্টেজ ফিডব্যাক।
(খ) পজেটিভ কারেন্ট ফিডব্যাক।

১৩.৩ ফিডব্যাক এর প্রয়োজনীয়তা :

ফিডব্যাক এর প্রধান প্রয়োজনীয়তা কোনো সার্কিটের আউটপুট সিগন্যালের অংশ বিশেষ ইনপুটে প্রয়োগ করে অ্যামপ্লিফায়ারের গেইন সয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা।

১৩.৪ পজিটিভ ফিডব্যাক :

যদি আউটপুট সিগন্যালের কিছু অংশ ইনপুট সিগন্যালের সাথে সমফেজে মিশ্রিত করা হয়, তবে তাকে পজেটিভ ফিডব্যাক বলা হয়।

চিত্র ঃ পজেটিভ ফিডব্যাক

উপরের চিত্র একটি পজেটিভ ফিডব্যাক পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। এই পজেটিভ ফিডব্যাক সার্কিট ফিডব্যাক সিগন্যালকে একই ফেজে শিফট করে।

১৩.৫ নেগেটিভ ফিডব্যাক

যদি আউটপুট সিগন্যালের কিছু অংশ ইনপুট সিগন্যালের সাথে বিপরীত ফেজে মিশ্রিত করা হয়, তবে তাকে নেগেটিভ ফিডব্যাক বলে।

চিত্র ঃ নেগেটিভ ফিডব্যাক

উপরের চিত্রে একটি নেগেটিভ ফিডব্যাক পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। এই ফিডব্যাক পদ্ধতিতে ইনপুট সিগন্যালের সাথে ফিডব্যাক সিগন্যালের 180° ফেজ পার্থক্য থাকে।

নেগেটিভ ফিডব্যাকের নিম্নোক্ত সুবিধাসমূহ রয়েছে-

(ক) অ্যামপ্লিফায়ারের ডিস্টরশন কমায়।
(খ) অ্যামপ্লিফায়ারের গেইন স্টেবল বা স্থিতিশীল থাকে।
(গ) অ্যামপ্লিফায়ারের ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স বাড়ায়।
(ঘ) অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট স্ট্যাবিলিটি বা স্থিতিশীলতা বাড়ায়।
(ঙ) অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের ইনপুট ইম্পিডেন্স বাড়ায় এবং আউটপুট ইম্পিডেন্স কমায়।

পজেটিভ এবং নেগেটিভ ফিডব্যাকের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা করা হলো ঃ

পজেটিভ ফিডব্যাক	নেগেটিভ ফিডব্যাক
১। পজেটিভ ফিডব্যাকে সমফেজে সিগন্যাল প্রদান করা হয়।	১। নেগেটিভ ফিডব্যাকে বিপরীত ফেজে সিগন্যাল প্রদান করা হয়।
২। এ প্রকার ফিডব্যাকে আউটপুট সিগন্যালের শক্তি এবং গেইন বৃদ্ধি পায়।	২। এ প্রকার ফিডব্যাকে আউটপুট সিগন্যালের শক্তি এবং গেইন হ্রাস পায়।
৩। আসিলেশন সংগঠিত হয়।	৩। অসিলেশন সংগঠিত হয় না।
৪। রিজেনারেটিভ প্রক্রিয়া।	৪। ডিজেনারেটিভ প্রক্রিয়া।
৫। আউটপুট স্ট্যাবিলিটি হ্রাস পায়।	৫। আউটপুট স্ট্যাবিলিটি বৃদ্ধি পায়।

ভোল্টেজ ফিডব্যাক ঃ যদি ফিডব্যাক শক্তিটি আউটপুট সিগন্যাল ভোল্টেজের সমানুপাতিক হয়, তবে তাকে ভোল্টেজ ফিডব্যাক বলে।

কারেন্ট ফিডব্যাক ঃ যদি ফিডব্যাক শক্তিটি আউটপুট সিগন্যালের কারেন্টের সমানুপাতিক হয়, তবে তাকে কারেন্ট ফিডব্যাক বলে।

সিরিজ ফিডব্যাক ঃ যদি ফিডব্যাক শক্তিকে ইনপুটের সাথে সিরিজে দেওয়া হয়, তবে তাকে সিরিজ ফিডব্যাক বলে।

সান্ট ফিডব্যাক ঃ যদি ফিডব্যাক শক্তিকে ইনপুটের সাথে সমান্তরালে দেওয়া হয়, তবে তাকে সান্ট ফিডব্যাক বলে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ফিডব্যাক কী?
২। নেগেটিভ ফিডব্যাক কী?
৩। পজেটিভ ফিডব্যাক কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ফিডব্যাক সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২। পজেটিভ ফিডব্যাক সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৩। নেগেটিভ ফিডব্যাক সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৪। নেগেটিভ ফিডব্যাকের সুবিধা কী কী?
৫। ফিডব্যাক কত প্রকার ও কী কী?
৬। পজেটিভ এবং নেগেটিভ ফিডব্যাকের মধ্যে পার্থক্য কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। পজেটিভ ফিডব্যাক সার্কিটের চিত্রসহ বর্ণনা কর।
২। বিভিন্ন প্রকার ফিডব্যাকের সংজ্ঞা লেখ।

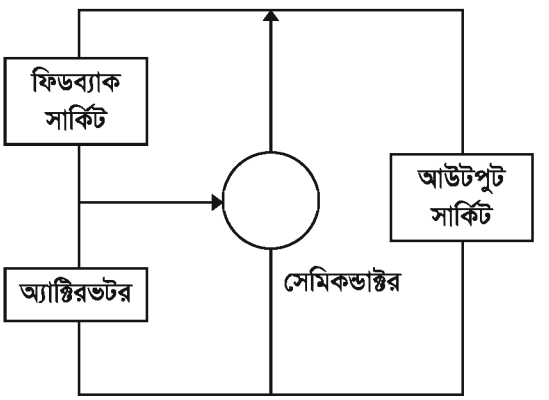
চতুর্দশ অধ্যায়
অসিলেশন ও অসিলেটর

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- অসিলেটর কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অসিলেশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অসিলেটরের প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- ট্যাঙ্ক সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব।

১৪.১ অসিলেটর :

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



চিত্র ঃ অসিলেটরের ব্লক ডায়াগ্রাম

১৪.২ অসিলেশন :

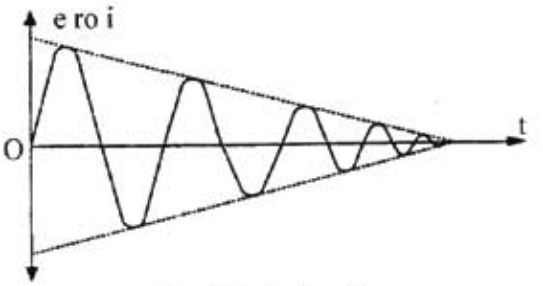
অসিলেটর কর্তৃক সিগন্যাল উৎপাদন প্রক্রিয়াকে অসিলেশন বলে। অসিলেশন মূলত ২ প্রকার। যথা-

১। ড্যাম্প অসিলেশন

২। আন-ড্যাম্প অসিলেশন

ড্যাম্প অসিলেশন

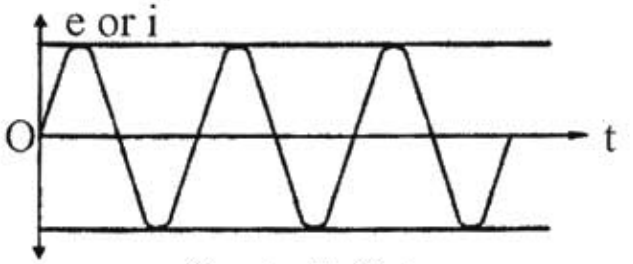
যে অসিলেশন এর অ্যামপ্লিচুড সময়ের সাথে সাথে হ্রাস পায়, তাকে ড্যাম্প অসিলেশন বলে। চিত্রে একটি ড্যাম্প অসিলেশন ওয়েভ ফরম দেখানো হলো ঃ



চিত্র : ড্যাম্প অসিলেশন

আন-ড্যাম্প অসিলেশন

যে অসিলেশন এর অ্যামপ্লিচুড সময়ের সাথে পরিবর্তন না হয়ে স্থির থাকে, তাকে আন-ড্যাম্প অসিলেশন বলে। চিত্রে একটি অন-ড্যাম্প অসিলেশনের ওয়েভ ফরম দেখানো হলো :



চিত্র : আন ড্যাম্প অসিলেশন

১৪.৩ অসিলেটরের প্রকারভেদ :

(ক) ফ্রিকোয়েন্সির ভিত্তিতে :

১। অডিও ফ্রিকোয়েন্সি
২। ভিডিও ফ্রিকোয়েন্সি
৩। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি
৪। আলট্রা হাই ফ্রিকোয়েন্সি

(খ) R-L-C সংযোগের ভিত্তিতে

১। L-C অসিলেটর
২। R-C বা ফেজ শিফট অসিলেটর
৩। R-L অসিলেটর
৪। ল্যাম্প L-C অসিলেটর

(গ) এক্সাইটেশন পদ্ধতির ভিত্তিতে :

১। সেল্ফ এক্সাইটেড
২। ক্রিস্টাল এক্সাইটেড
৩। মেকানিক্যালি এক্সাইটেড

২০২০

(ঘ) সার্কিট লে-আউট ভিত্তিতে
১। টিউনড প্লেট টিউনড গ্রিড অসিলেটর
২। টিউনড প্লেট আনটিউনড অসিলেটর
৩। পুশ-পুল অসিলেটর
৪। রিলাক্সেশন অসিলেটর
৫। নেগেটিভ রেজিস্ট্যান্স অসিলেটর

(ঙ) পজিটিভ ফিডব্যাক কাপলিং এর ভিত্তিতে
১। ক্যাপাসিটিভ ফিডব্যাক অসিলেটর
২। ইনডাকটিভ ফিডব্যাক অসিলেটর
৩। ইলেকট্রন কাপল ফিডব্যাক অসিলেটর

(চ) আবিষ্কারকের নামের ভিত্তিতে
১। হার্টলি অসিলেটর
২। কলপিট অসিলেটর
৩। ক্লাপ অসিলেটর
৪। আর্মস্ট্রং অসিলেটর

(ছ) ব্যবহৃত ইলিমেন্টের ভিত্তিতে
১। টানেল ডায়োড অসিলেটর
২। ইউনিজাংশন ট্রানজিস্টর অসিলেটর

(জ) আউটপুট ওয়েভের আকৃতির ভিত্তিতে
১। সাইন ওয়েভ অসিলেটর
২। স-টুথ ওয়েভ অসিলেটর
৩। স্কয়ার ওয়েভ অসিলেটর

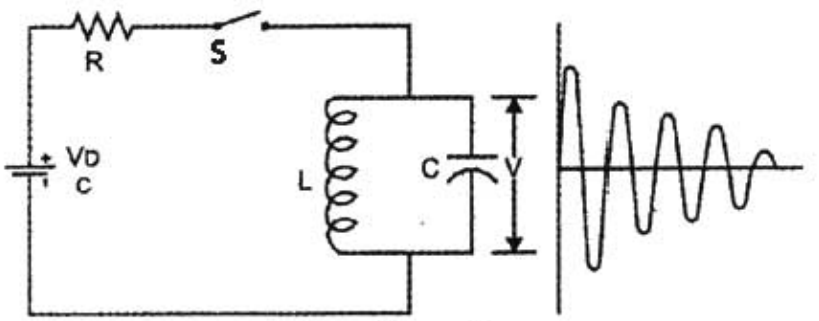
অসিলেটরের কাজ
অসিলেটর হলো একটি ইলেকট্রনিক্স সার্কিট, যা ডিসি ভোল্টেজ গ্রহণ করে এসি ভোল্টেজে রূপান্তর করে। অর্থাৎ সার্কিটের সাহায্যে আকাঙ্ক্ষিত ফ্রিকুয়েন্সির সাইনোসয়ডাল অসিলেশন উৎপাদন করে। এই সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি কয়েক হার্টজ থেকে কয়েক মেগাহার্টজ পর্যন্ত হতে পারে।

অসিলেটরের ব্যবহার :

(i) রেডিও কমিনিকেশন সার্কিটে
(ii) রাডার-এ
(iii) সোনার ট্রান্সমিটারে
(iv) সোনার রিসিভারে
(v) ডায়া থারমি মেশিনে
(vi) ইন্ডাকশন ও ডাই ইলেকট্রিক হিটিং মেশিনে
(vii) পরিমাপ ও কন্ট্রোল ডিভাইসে।

১৪.৪ ট্যাঙ্ক সার্কিটের কার্যপ্রণালি :

যে সার্কিট একটি ইন্ডাক্টর এবং একটি ক্যাপাসিটরের ব্যবহার করে অসিলেশন উৎপাদন করা হয়, সেই সার্কিটকে ট্যাংক সার্কিট বলে। নিম্নে একটি LC ট্যাংক সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : LC ট্যাংক সার্কিট

এখানে ট্যাংক সার্কিটের সাথে ব্যাটারি সংযোগের মাধ্যমে ক্যাপাসিটরটি চার্জ হয়। ব্যাটারিটি ক্যাপাসিটর হতে সুইচ দ্বারা বিচ্ছিন্ন করা হলেও ক্যাপাসিটরটি চার্জিত অবস্থায় থাকবে। একটি ইন্ডাক্টর L কে ক্যাপাসিটরের সাথে প্যারালালে সংযুক্ত করলে L দ্বারা ক্যাপাসিটরটি আস্তে আস্তে ডিসচার্জ হতে থাকবে এবং L এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হবে। এভাবে L দ্বারা ক্যাপাসিটর একবার চার্জ এবং একবার ডিসচার্জ হবে। এই চার্জ ও ডিসচার্জের ফলে দুই বিপরীতমুখী বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টির মাধ্যমে অসিলেশন উৎপন্ন হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অসিলেটর কী?
২। ট্যাংক সার্কিট কী?
৩। অসিলেটরে কোনো ধরনের ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়?
৪। অসিলেশন কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অসিলেটরের বন্টক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।
২। অসিলেটরের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৩। অসিলেটর এবং অ্যামপ্লিফায়ারের মধ্যে পার্থক্যসমূহ লেখ।
৪। ড্যাম্প অসিলেশন বলতে কী বোঝ?
৫। আন-ড্যাম্প অসিলেশন বলতে কী বোঝ?
৬। অসিলেটরের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অসিলেটরের ট্যাংক সার্কিটের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

পঞ্চদশ অধ্যায়

আর্মস্ট্রং, কলপিটস, ক্রিস্টাল ও হার্টলি অসিলেটর

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- কলপিটস অসিলেটর এর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- কলপিটস অসিলেটর এর বৈশিষ্ট্য ও উহার ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব;
- ক্রিস্টাল অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- হার্টলি অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- হার্টলি অসিলেটর এর বৈশিষ্ট্য ও উহার ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।

১৫.১ কলপিটস অসিলেটর এর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি :

আবিষ্কারক কলপিটের নামানুসারে যে অসিলেটর তৈরি হয়েছে, তাকে কলপিট অসিলেটর বলে। এতে ক্যাপাসিটিভ ফিডব্যাক ব্যবহৃত হয়।

কলপিট অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারণী সূত্র

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_T L}} \text{ হার্টজ।}$$

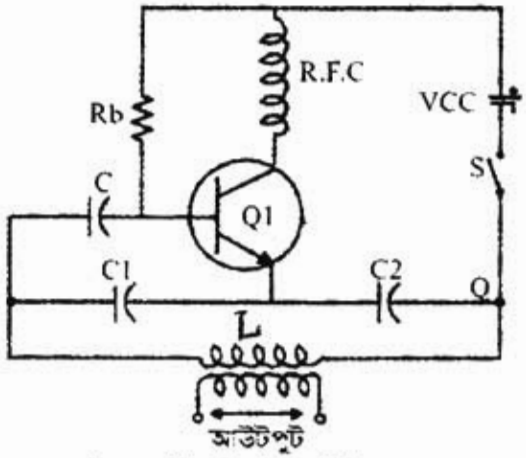
কলপিট অসিলেটরের কার্যপ্রণালি

আবিষ্কারক কলপিটের নামানুসারে যে অসিলেটর তৈরি হয়েছে, তাকে কলপিট অসিলেটর বলে। এই অসিলেটরে ক্যাপাসিটিভ ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়। নিম্নে একটি কলপিট অসিলেটরের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

এখানে একটি NPN ট্রানজিস্টর (Q_1) এর কালেক্টরে সাপ্লাই ভোল্টেজকে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি হতে মুক্ত রাখার জন্য RFC চোক ব্যবহার করা হয়েছে। এতে R_b রেজিস্টরের মাধ্যমে ট্রানজিস্টরের বেসকে বায়াস করা হয়। এই সার্কিটে সুইচ (S) অন করা হলে কারেন্ট প্রবাহ শুরু করে এবং C_1,. C_2 এবং ইন্ডাক্টর L এর সাহায্যে অসিলেশন সৃষ্টি হবে।

যার মান নির্ধারণ হবে নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী ঃ

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_T L}}$ হার্টজ। এখানে, $C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$



চিত্র : কলপিট অসিলেটরের সার্কিট ডায়াগ্রাম

১৫.২ কলপিটস অসিলেটর এর বৈশিষ্ট্য ও উহার ব্যবহার :

কলপিট অসিলেটরের বৈশিষ্ট্য :

(i) ফ্রিকুয়েন্সি স্থিরতা বেশি।

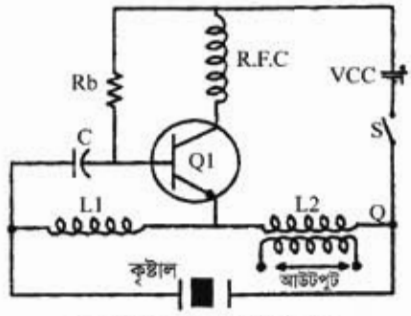
(ii) খরচ কম।

(iii) উৎপন্ন ফ্রিকুয়েন্সি রেজন্যান্স ফ্রিকুয়েন্সির সমান।

(iv) ট্যাংক সার্কিটে দুইটি ক্যাপাসিটর ব্যবহার।

১৫.৩ ক্রিস্টাল অসিলেটরের কার্যপ্রণালি :

ক্রিস্টালের মাধ্যমে যে অসিলেটর তৈরি করা হয়, তাকে ক্রিস্টাল অসিলেটর বলে। ক্রিস্টাল হিসেবে এখানে কোয়ার্টজ ব্যবহার করা হয়। এই অসিলেটরে ইন্ডাকটিভ ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়। নিম্নে একটি ক্রিস্টাল অসিলেটর সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো:



চিত্র : ক্রিস্টাল অসিলেটর সার্কিট

এখানে একটি NPN ট্রানজিস্টর (Q_1) এর কালেক্টরে সাপ্লাই ভোল্টেজকে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি হতে মুক্ত রাখার জন্য RFC চোক ব্যবহার করা হয়েছে। এতে R_b রেজিস্টরের মাধ্যমে ট্রানজিস্টরের বেসকে বায়াস করা হয়। এই সার্কিটের সুইচ (S) অন করা হলে কারেন্ট প্রবাহ শুরু করবে এবং L_1, L_2 এবং ক্রিস্টালের সাহায্য অসিলেশন সৃষ্টি হবে। যার মান নির্ধারণ হবে নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী ঃ

$f = k\frac{1}{t}$ হার্টজ।

ক্রিস্টাল অসিলেটরের বৈশিষ্ট্যসমূহ ঃ

১। ফ্রিকুয়েন্সি স্ট্যাবিলিটি ভালো।
২। Q বা কোয়ালিটি ফ্যাক্টর খুব বেশি।
৩। ক্যাপাসিটিড ফিডব্যাক হয়।
৪। গেইনের মান স্থির।

ব্যবহার ঃ ক্রিস্টাল অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি স্ট্যাবিলিটি সবচেয়ে ভালো। কারণ তার রেজোন্যান্স ফ্রিকুয়েন্সি ক্রিস্টালের L, R এবং C-এর উপর নির্ভরশীল।

১৫.৪ হার্টলি অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন ও কার্যপ্রণালি :

আবিষ্কারক হার্টলির নামানুসারে যে অসিলেটর তৈরি হয়েছে, তাকে হার্টলি অসিলেটর বলে। এতে ইন্ডাকটিভ ফিডব্যাক ব্যবহৃত হয়।

হার্টলি অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারণী সূত্র

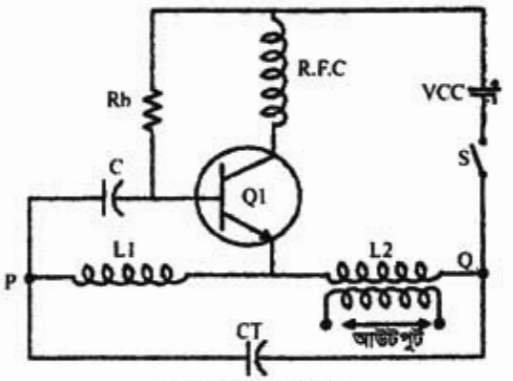
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_T (L_1 + L_2)}}$$ হার্টজ।

হার্টলি অসিলেটরের কার্যপ্রণালি

আবিষ্কারক হার্টলির নামানুসারে যে অসিলেটর তৈরি হয়েছে, তাকে হার্টলি অসিলেটর বলে। এই অসিলেটরে ইন্ডাকটিভ ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়। নিম্নে একটি হার্টলি অসিলেটরের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

এখানে একটি NPN ট্রানজিস্টর (Q_1) এর কালেক্টরে সাপ্লাই ভোল্টেজকে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি হতে মুক্ত রাখার জন্য RFC চোক ব্যবহার করা হয়েছে। এতে R_b রেজিস্টরের মাধ্যমে ট্রানজিস্টরের বেসকে বায়াস করা হয়। এই সার্কিটের সুইচ (S) অন করা হলে কারেন্ট প্রবাহ শুরু করবে এবং L_1, L_2 এবং ক্যাপাসিটর C_T এর সাহায্যে অসিলেশন সৃষ্টি হবে। যার মান নির্ধারণ হবে নিম্নে সমীকরণ অনুযায়ী ঃ

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_T (L_1 + L_2)}}$$ হার্টজ।



চিত্র ঃ হার্টলি অসিলেটর

১৫.৫ হার্টলি অসিলেটর এর বৈশিষ্ট্য ও উহার ব্যবহার :

হার্টলি অসিলেটরের বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা করা হলো ঃ

(ক) ফ্রিকুয়েন্সি স্ট্যাবিলিটি ভাল।

(খ) ইন্ডাক্টরের মাধ্যমে ট্যাঙ্ক সার্কিটকে টিউন্ড করা যায়।

(গ) হার্মোনিক আউটপুট সৃষ্টি হয়।

(ঘ) পরিবর্তনশীল রেঞ্জিও ফ্রিকুয়েন্সির জন্য এ প্রকার অসিলেটর ভালো কাজ করে।

ব্যবহার ঃ হার্টলি অসিলেটর ব্যাপক ফ্রিকুয়েন্সি সীমায় ব্যবহার করা যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। হার্টলি অসিলেটর কী?

২। হার্টলি অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারণী সূত্রটি লেখ।

৩। কলপিট অসিলেটর কী?

৪। কলপিট অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারণী সূত্রটি লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। হার্টলি অসিলেটরের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার লেখ।

২। কলপিট অসিলেটরের বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার লেখ।

৩। ক্রিস্টাল অসিলেটরের বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। হার্টলি অসিলেটরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২। কলপিট অসিলেটরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

৩। ক্রিস্টাল অসিলেটরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

ষোড়শ অধ্যায়

রেডিও কমিউনিকেশন, রেডিও ওয়েভ সম্প্রচার এবং অ্যানটেনা

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

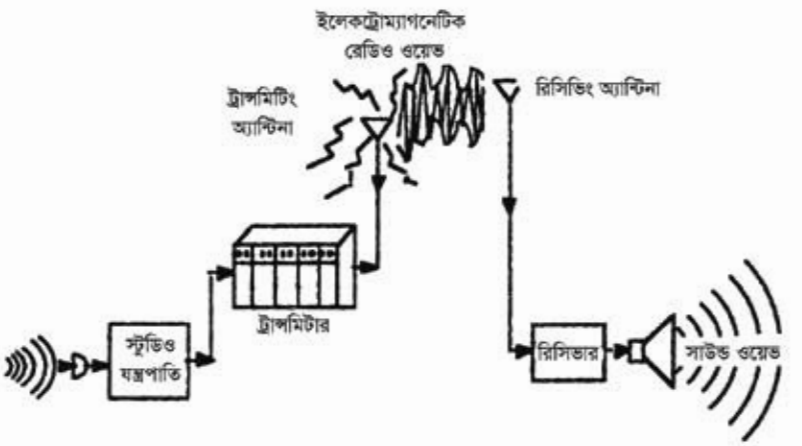
- রেডিও কমিউনিকেশন পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারব;
- রেডিও ট্রান্সমিটারের প্রতিটি ব্লকের কাজ বর্ণনা করতে পারব;
- রেডিও ওয়েভ সম্প্রচার কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- রেডিও ওয়েভ সম্প্রচারের বিভিন্ন অংশের নাম উল্লেখ করতে পারব;

১৬.১ রেডিও কমিউনিকেশন :

রেডিও কমিউনিকেশন বলতে বিনা তারে শূন্যের ভেতর দিয়ে কোনো তথ্য প্রেরণ করা এবং গ্রহণ করাকে বোঝায়। প্রেরক যন্ত্র তথ্যকে রেডিও ওয়েভের মাধ্যমে এর সামর্থ্য অনুযায়ী অ্যান্টিনার সাহায্যে মহাশূন্যে চতুর্দিকে ছড়িয়ে দেয়। এর আওতাভুক্ত গ্রাহক যন্ত্রসমূহ নিজস্ব অ্যানটেনার সাহায্যে উক্ত রেডিও ওয়েভ গ্রহণের মাধ্যমে যোগাযোগের কাজ সম্পন্ন করে থাকে।

১৬.২ রেডিও কমিউনিকেশন পদ্ধতি

রেডিও কমিউনিকেশন পদ্ধতিতে তথ্য প্রেরণ করার জন্য একটি প্রেরক যন্ত্র এবং তা গ্রহণ করার জন্য একটি গ্রাহক যন্ত্রের প্রয়োজন হয়। রেডিও যোগাযোগ পদ্ধতিতে একটি ট্রান্সমিটিং স্টেশন এবং এক বা একাধিক রিসিভার থাকা আবশ্যক।



চিত্র : রেডিও কমিউনিকেশন

ট্রান্সমিটিং স্টেশন বা প্রেরক যন্ত্র ঃ প্রেরক যন্ত্র স্টুডিও যন্ত্রপাতি দ্বারা প্রক্রিয়াকৃত শব্দকে মডুলেশন করে ট্রান্সমিটিং অ্যান্টিনার মাধ্যমে বাতাসে ছেড়ে দেয়। প্রেরক যন্ত্র মাইক্রোফোন, আর এফ অসিলেটর, মডুলেটর স্টেজ, আর এফ পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার এবং ট্রান্সমিটিং অ্যান্টিনার মাধ্যমে গঠিত।

রিসিভার বা গ্রাহক যন্ত্র ঃ রিসিভিং অ্যান্টিনা বিভিন্ন ট্রান্সমিটিং স্টেশন হতে প্রেরিত রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং তাদের দ্বারা আবেশিত তোল্টেজের কারেন্ট উৎপন্ন করে। ট্রান্সমিটিং স্টেশন থেকে প্রেরিত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ইন্ডাকশন প্রক্রিয়ায় রিসিভিং অ্যান্টিনায় পুনরায় রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি সিগন্যাল উৎপন্ন করে। রিসিভার আর এফ টিউনার, ডিটেক্টর, এএফ অ্যামপ্লিফায়ার, সাউন্ডস্পিকার এবং পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিটের সমন্বয়ে গঠিত।

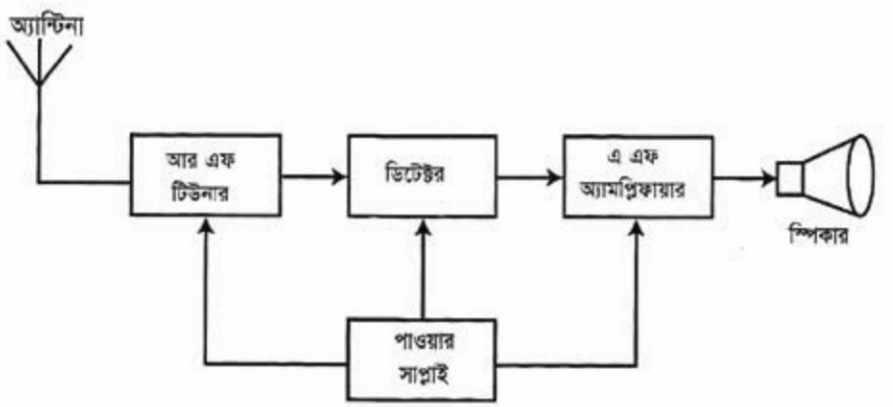
১৬.৩ রেডিও ওয়েভ সম্প্রচার :

রেডিও ট্রান্সমিটার ঃ এর সাহায্যে স্টুডিও এর প্রসেসকৃত শব্দকে মডুলেশন করে ট্রান্সমিটিং অ্যান্টেনার মাধ্যমে বাতাসে ছেড়ে দেওয়া হয়।

রেডিও রিসিভার ঃ এর সাহায্যে ট্রান্সমিটিং স্টেশন থেকে প্রেরিত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ইন্ডাকশন প্রক্রিয়া রিসিভিং অ্যান্টিনার মাধ্যমে গ্রহণ করে পুনরায় অডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যাল উৎপন্ন করে স্টুডিওর শব্দকে শোনার উপযোগী করে তোলে।

১৬.৪ রেডিও ওয়েভ সম্প্রচারের বিভিন্ন অংশের নাম :

রেডিও রিসিভার এমন একটি ইলেকট্রনিক্স কৌশল, যার সাহায্যে দূরে অবস্থিত ট্রান্সমিটিং স্টেশন থেকে প্রেরিত সিগন্যাল গ্রহণ করে শ্রবনযোগ্য শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে। এর জন্য কোনো ধরনের তার বা সরাসরি যোগাযোগের প্রয়োজন হয় না। নিম্নে রিসিভারের একটি রেডিও ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ রেডিও রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে ট্রান্সমিটার হতে আগত RF সিগন্যাল অ্যান্টেনার মাধ্যমে গ্রহণ করা হয়, যা RF টিউনারের মাধ্যমে টিউনিং হয়ে ডিটেক্টরে আসে। ডিটেক্টর উক্ত সিগন্যাল থেকে অডিও সিগন্যাল ডিটেক্ট করে অর্থাৎ পৃথক করে। পরবর্তীতে ডিটেক্টকৃত অডিও সিগন্যালটি AF অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা অ্যামপ্লিফাই হয়ে স্পিকারের মাধ্যমে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে। পাওয়ার সাপ্লাইয়ের মাধ্যমে উক্ত রিসিভারের বিভিন্ন সেকশনে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়ে থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। কমিউনিকেশনের জন্য কোন কোন মাধ্যম থাকা আবশ্যক?
২। অডিও সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?
৩। স্পিকারের কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রেডিও কমিউনিকেশন কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। রেডিও কমিউনিকেশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

সপ্তদশ অধ্যায়

মডুলেশন ও ডিমডুলেশন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- মডুলেশন ও ডিমডুলেশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- মডুলেশন ও ডিমডুলেশন এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- প্রত্যেক প্রকার মডুলেশনের বর্ণনা দিতে পারব;
- মডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা করতে পারব;
- ইলেকট্রো-অ্যাপলেটিক ওয়েভ কী তা বিশ্লেষণ করতে পারব;
- প্রোপাগেশনের বর্ণনা করতে পারব।

১৭.১ মডুলেশন ও ডিমডুলেশন :

মডুলেশন : যে পদ্ধতিতে অডিও ফ্রিকুয়েন্সিকে হাই ফ্রিকুয়েন্সির সাথে মিশ্রিত করা হয় তাকে মডুলেশন বলে।

ডিমডুলেশন : যে পদ্ধতির মাধ্যমে মূল মডুলেটিং সিগন্যাল পৃথক করা হয়, তাকে ডিমডুলেশন বলে। অর্থাৎ এটি অডিও ফ্রিকুয়েন্সিকে হাই-ফ্রিকুয়েন্সি থেকে পৃথক করা হয়।

১৭.২ মডুলেশন ও ডিমডুলেশন এর প্রকারভেদ :

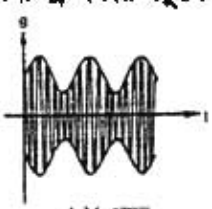
মডুলেশন প্রধানত তিন প্রকার। যথা :

(ক) অ্যামপ্লিচ্যুড মডুলেশন : যে মডুলেশনে মডুলেটিং ফ্রিকুয়েন্সির অনুক্রমে ক্যারিয়ার সিগন্যালের অ্যামপ্লিচ্যুড পরিবর্তন হয়, তাকে অ্যামপ্লিচ্যুড মডুলেশন বলে।

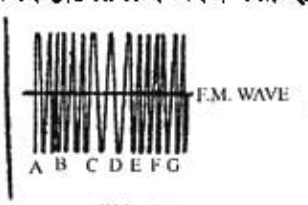
(খ) ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন : যে মডুলেশনে মডুলেটিং ফ্রিকুয়েন্সির অনুক্রমে ক্যারিয়ার সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি পরিবর্তন হয়, তাকে ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন বলে।

(গ) ফেজ মডুলেশন : যে মডুলেশনে মডুলেটিং ফ্রিকুয়েন্সির অনুক্রমে ক্যারিয়ার সিগন্যালের ফেজ পরিবর্তন হয়, তাকে ফেজ মডুলেশন বলে।

বিভিন্ন প্রকার মডুলেশনের সিগন্যালের চিত্র অঙ্কন করা হলো-



A.M ওয়েভ



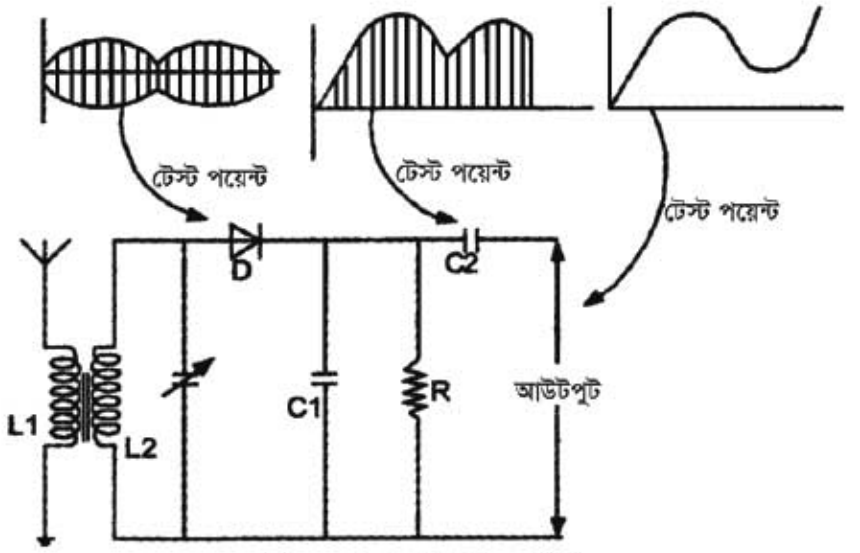
F.M ওয়েভ

P.M ওয়েভ

AM এবং FM-এর মধ্যকার পার্থক্যসমূহ আলোচনা করা করা হলো ঃ

অ্যামপ্লিচুড মডুলেশন	ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন
১। AM-এর ব্যান্ডউইডথ ছোট।	১। FM-এর ব্যান্ডউইডথ বড়।
২। AM-এর মধ্যে ইন্টারফিয়ারেন্স এবং নয়েজ বেশি।	২। FM-এ ইন্টারফিয়ারেন্স এবং নয়েজ কম।
৩। SNR কম।	৩। SNR বেশি।
৪। ব্যান্ডউইডথ ২০ কিলোহার্টজ।	৪। ব্যান্ডউইডথ ১০০ কিলোহার্টজ
৫। সাইড ব্যান্ডে পাওয়ার গৃহীত হয়।	৫। সাইড ব্যান্ডে পাওয়ার গৃহীত হয় না।
৬। AM-এর রেঞ্জ বেশি।	৬। FM-এর রেঞ্জ কম।

১৭.৩ ডায়োড ডিটেক্টরের কার্যপ্রণালি



চিত্র ঃ ডায়োড ডিটেক্টর সার্কিট

উপরের চিত্রে ডায়োড ডিটেক্টর সার্কিট দেখানো হয়েছে। এখানে অ্যান্টিনার মাধ্যমে মডুলেটেড সিগন্যাল ধরা পড়ে, যা LC সার্কিটের সাহায্যে ডায়োড D এর ইনপুটে দেওয়া হয়। ডায়োডের হতে প্রাপ্ত হাফ-সাইকেল C_1 ও R দ্বারা গঠিত RC ট্যাংক সার্কিটের মাধ্যমে ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সিকে বাদ দিয়ে শুধু লো-ফ্রিকুয়েন্সি C_2 ক্যাপাসিটরের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে আউটপুটে অডিও সিগন্যাল পাওয়া যায়।

১৭.৪ মডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা :

কমিউনিকেশন পদ্ধতিতে মডুলেশনের গুরুত্ব অপরিসীম। নিম্নোক্ত কারণে মডুলেশন করা হয়। যথা-

২০২০

(ক) ব্যবহারিক অ্যান্টিনার দৈর্ঘ্য ঃ সম্প্রচারিত অ্যান্টিনার দৈর্ঘ্য প্রায় ওয়েভলেংথের সমান। অডিও ফ্রিকুয়েন্সির সীমা 20 হার্টজ হতে 20 কিলোহার্টজ হওয়ার জন্য যে অ্যান্টিনা ব্যবহার করতে হবে, তার দৈর্ঘ্য 1500 মিটার হওয়ার প্রয়োজন। তাই অ্যান্টিনার দৈর্ঘ্য হ্রাস করার জন্য মডুলেশন করা হয়।

(খ) অপারেটিং রেঞ্জ ঃ ওয়েভের শক্তি এর ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল। তাই ফ্রিকুয়েন্সি বেশি হলে এটি হতে বেশি শক্তি পাওয়া যাবে। মডুলেশনে ফ্রিকুয়েন্সি বৃদ্ধি পায় বলে এর কার্যকরী সীমা বেশি হয়।

(গ) ওয়্যারলেস কমিউনিকেশেন ঃ মডুলেটেড ওয়েভকে ফ্রি স্পেসে (Free Space) অ্যান্টিনার মাধ্যমে ছড়িয়ে দেওয়া হয় বলে ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন সম্ভব হয়।

ডিমডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা

যোগাযোগের ক্ষেত্রে মডুলেশনের যেমন প্রয়োজন রয়েছে ঠিক তেমনি ডিমডুলেশনেরও প্রয়োজন রয়েছে। কারণ অনেক ক্ষেত্রে যোগাযোগ ব্যবস্থায় অডিও ফ্রিকুয়েন্সিকে হাই ফ্রিকুয়েন্সি থেকে পৃথক করতে হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মডুলেশন কী?
২। ডিমডুলেশন কী?
৩। অ্যামপ্লিচ্যুড মডুলেশন কাকে বলে?
৪। ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন কাকে বলে?
৫। ফেজ মডুলেশন কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
২। ডিমডুলেশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
৩। অ্যামপ্লিচিউড মডুলেশন এবং ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন এর মধ্যকার পার্থক্যসমূহ লেখ।
৪। মডুলেশন কত প্রকার ও কী কী?
৫। বিভিন্ন প্রকার মডুলেশনের চিত্র অঙ্কন কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ডায়োড ডিটেক্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

অষ্টাদশ অধ্যায়
রেডিও রিসিভার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- রেডিও রিসিভার এর প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- সুপার হেটারোডাইন রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করতে পারব;
- প্রতিটি ব্লকের কাজ বর্ণনা করতে পারব।

১৮.১ রেডিও রিসিভার এর প্রকারভেদ :

রেডিও রিসিভার চার প্রকার।

(ক) বেসিক ক্রিস্টালসেট রিসিভার

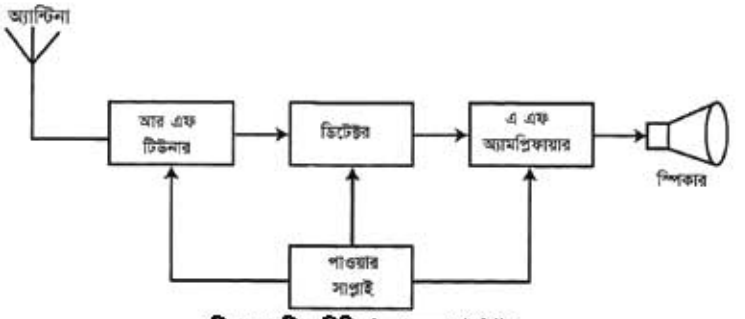
(খ) A T.R.F. রিসিভার

(গ) সুপার হিটারোডাইন রিসিভার

(ঘ) দি রিফ্লেক্স রিসিভার

১৮.২ রেডিও রিসিভারের কার্যপ্রণালি

রেডিও রিসিভার এমন একটি ইলেকট্রনিক্স কৌশল, যার সাহায্যে দূরে অবস্থিত ট্রান্সমিটিং স্টেশন থেকে প্রেরিত সিগন্যাল গ্রহণ করে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে। এর জন্য কোনো ধরনের তার বা সরাসরি যোগাযোগের প্রয়োজন হয় না। নিম্নে রিসিভারের একটি ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ রেডিও রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে ট্রান্সমিটার হতে আগত RF সিগন্যাল অ্যান্টেনার মাধ্যমে গ্রহণ করা হয়, যা RF টিউনারের মাধ্যমে টিউনিং হয়ে ডিটেক্টরে আসে। ডিটেক্টর উক্ত সিগন্যাল থেকে অডিও সিগন্যাল ডিটেক্ট করে অর্থাৎ পৃথক করে। পরবর্তীতে ডিটেক্টকৃত অডিও সিগন্যালটি AF অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা অ্যামপ্লিফাই হয়ে স্পিকারের মাধ্যমে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে। পাওয়ার সাপ্লাইয়ের মাধ্যমে উক্ত রিসিভারের বিভিন্ন সেকশনে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়ে থাকে।

১৮.৩ সুপার হেটারোডাইন রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম :

সুপার হিটারোডাইন এমন একটি পদ্ধতি যাতে লোকাল অসিলেটর হতে উৎপন্ন হাইড্রোফিকোয়েন্সি সিগন্যাল মড্যুলেটেড ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সির সাথে মিশ্রিত করে পৃথক ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সি উৎপন্ন করে। নিম্নে একটি সুপার হিটারোডাইন রিসিভারে ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দেওয়া হলো :

চিত্র : সুপার হিটারোডাইন রেডিও রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম

অ্যান্টিনা : এর মাধ্যমে ট্রান্সমিটার হতে আগত RF সিগন্যাল গ্রহণ করা হয়।

RF অ্যামপ্লিফায়ার : এটি অ্যান্টেনার গ্রহণকৃত RF সিগন্যাল টিউন্ড করে প্রয়োজন অনুযায়ী অ্যামপ্লিফাই করে।

অসিলেটর : এর সাহায্যে হাই-ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল উৎপন্ন করে।

মিক্সার : এটি RF অ্যামপ্লিফায়ারের RF সিগন্যাল ও অসিলেটরের হাই-ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যাল মিশ্রিত করে IF সিগন্যাল উৎপন্ন করে।

IF অ্যামপ্লিফায়ার : এটি মিক্সার থেকে আগত IF সিগন্যাল প্রয়োজন অনুযায়ী অ্যামপ্লিফাই করে।

ডিটেক্টর : IF অ্যামপ্লিফায়ার থেকে আগত সিগন্যাল থেকে অডিও সিগন্যালকে ডিটেক্ট বা পৃথক করে।

অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার : ডিটেক্টর থেকে আগত অডিও সিগন্যালকে প্রয়োজন অনুসারে অ্যামপ্লিফাই করে।

স্পিকার : অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার থেকে আগত অডিও সিগন্যালকে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ট্রান্সমিশন বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সুপার হিটারোডাইন রিসিভারের মূলনীতি লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। একটি রেডিও রিসিভারে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২। সুপার হিটারোডাইন রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দাও।

ঊনবিংশ অধ্যায়
আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ বা প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব;
- আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার ব্যক্ত করতে পারব।

১৯.১ আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার :

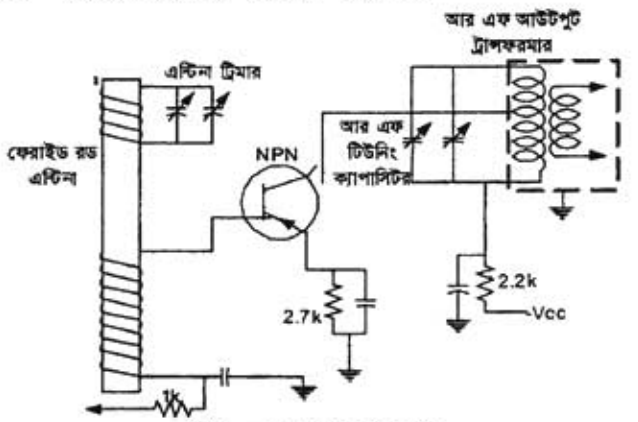
যে অ্যামপ্লিফায়ার রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যালের ভোল্টেজকে বিবর্ধিত করে, তাকে আর এফ বা রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি অ্যামপ্লিফায়ার বলা হয়। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারের অ্যামপ্লিফিকেশন সিলেকটিভ খুব ভালো তাই একে সিলেক্টিভ অ্যামপ্লিফায়ার বলে।

অ্যান্টিনা হতে আগত রেডিও ওয়েভ সাধারণত খুব দুর্বল থাকে। এ দুর্বল সিগন্যালকে মিক্সার স্টেজ ব্যবহার করতে পারে না। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার এ সিগন্যালকে বিবর্ধিত করে।

আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্য

এ প্রকার অ্যামপ্লিফায়ার খুব সিলেক্টিভ। এজন্য তাকে ফ্রিকুয়েন্সি সিলেক্টিভ অ্যামপ্লিফায়ার বলা হয়। রেজোন্যান্স ফ্রিকুয়েন্সির জন্য এর গেইন বেশি হয়ে থাকে। ডাবল টিউনড–এর ইম্পিড্যান্স বৃহৎ ফ্রিকুয়েন্সি সীমা পর্যন্ত একই থাকে।

১৯.২ আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন :

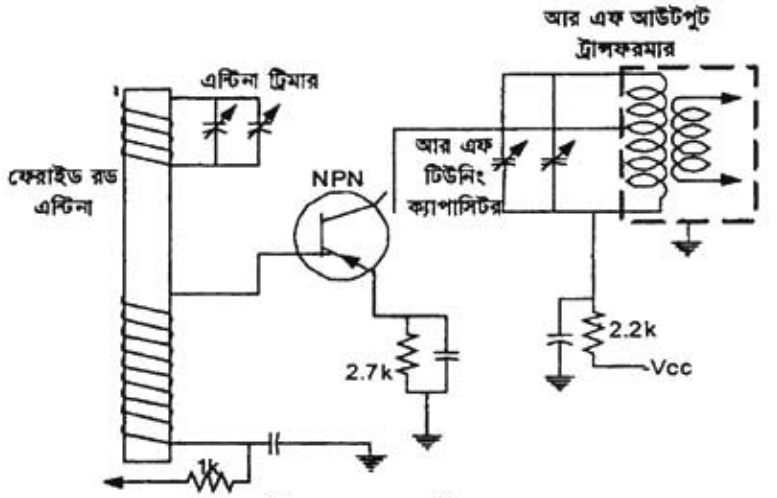


চিত্র : আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার

১৯.৩ আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার :

আর এফ অ্যামপ্লিফায়ের কার্যপ্রণালি যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে RF সিগন্যালকে বর্ধিত করা হয়, তাকে আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার বলে। নিম্নে একটি ডাবল টিউন্ড আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :

এখানে ইনপুটে একটি ফেরাইড রড অ্যান্টিনা ব্যবহার করা হয়েছে। যার মাধ্যমে নির্বাচনকৃত আর এফ সিগন্যাল ট্রানজিস্টরের বেসে প্রয়োগ করা হয়। ট্রানজিস্টর উক্ত আর এফ সিগন্যাল বর্ধিত করে কালেক্টরের মাধ্যমে আর এফ আউটপুট ট্রান্সফরমারে প্রদান করে। এই আউটপুট ট্রান্সফরমারটি একটি ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং ট্রান্সফরমার যার সাহায্যে পরবর্তী স্টেজের সাথে অ্যামপ্লিফায়ারকে ট্রান্সফরমার কাপলিং করা হয়।



চিত্র : আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?

২। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারকে সিলেকটিভ অ্যামপ্লিফায়ার বলা হয় কেন?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারে ম্যাচিং ট্রান্সফরমার কেন ব্যবহার করা যায়?

২। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ার কেন ব্যবহার করা হয়?

৩। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। আর এফ অ্যামপ্লিফায়ের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

বিংশ অধ্যায়
লোকাল অসিলেটর

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

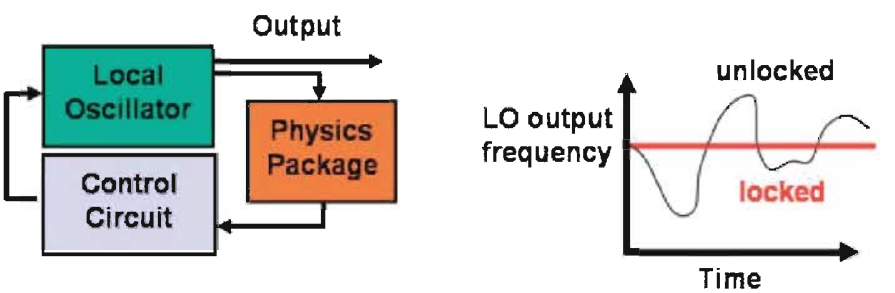
- লোকাল অসিলেটরের কাজ বা প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব;
- লোকাল অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- লোকাল অসিলেটর সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব।

২০.১ লোকাল অসিলেটরের কাজ বা প্রয়োজনীয়তা :

নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে লোকাল অসিলেটর প্রয়োজন হয় ঃ

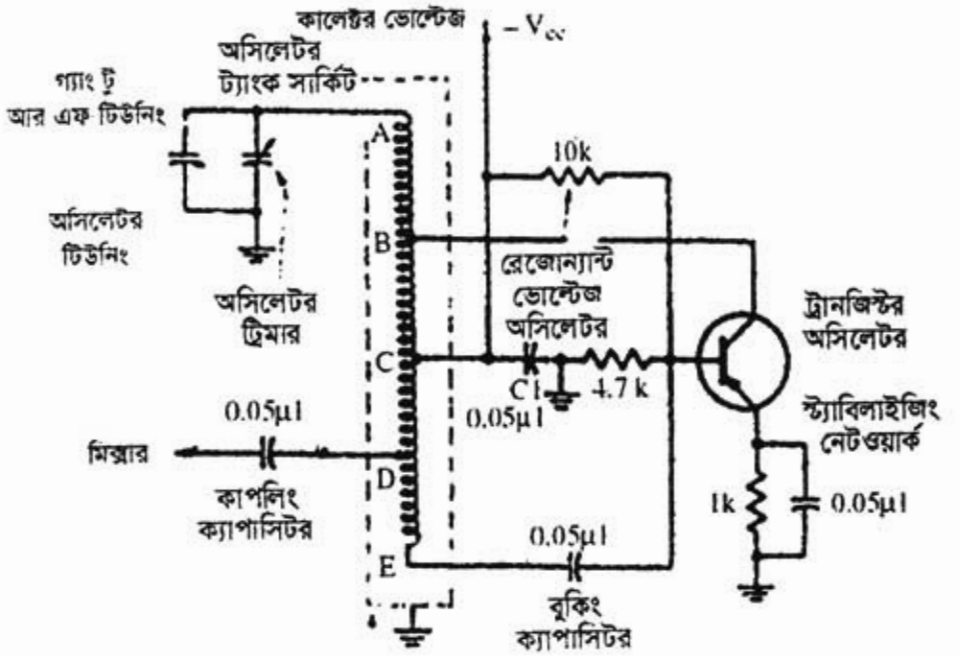
(ক) রেডিও রিসিভার ও ট্রান্সমিটারের ক্ষেত্রে
(খ) টিভিতে সংযোগের কাজে
(গ) রাডারের কাজে
(ঘ) সোলার রিসিভার সার্কিটে
(ঙ) ডায়াথারমি মেশিনে

২০.২ লোকাল অসিলেটর এর ব্লক ডায়াগ্রাম:



২০.৩ লোকাল অসিলেটর সার্কিটের কার্যপ্রণালি :

এ অসিলেটরে মিক্সার ও অ্যামপ্লিফায়ারের জন্য একটিমাত্র ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটার থেকে আগত সিগন্যাল আর এফ অ্যান্টিনা কয়েলের মাধ্যমে কনভার্টার ট্রানজিস্টরের বেসে এবং অসিলেটর সিগন্যাল কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে কনভার্টার ট্রানজিস্টরের ইমিটারে প্রবেশ করে এবং কালেক্টরে এসে মিলিত আকারে পাওয়া যায়। ট্রানজিস্টরের কালেক্টর সার্কিটে 4টি ফ্রিকুয়েন্সি পাওয়া যায়। কালেক্টর সার্কিটটি ট্রান্সফরমারের সাথে থাকে এবং আই এফ একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকুয়েন্সিতে রেজোন্যান্ট করা থাকে বিধায় 3টি সিগন্যাল বাদ দিয়ে শুধু আই এফ সিগন্যালকে নেওয়া হয়।



চিত্র ঃ লোকাল অসিলেটর সার্কিট

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অসিলেটরের প্রধান দুইটি সেকশনের নাম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। লোকাল অসিলেটরের প্রয়োজনীয়তা কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। লোকাল অসিলেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

একবিংশ অধ্যায়

আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- আই এফ টি এর গঠন বর্ণনা করতে পারব।

২১.১ আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার :

আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার কনভার্টার থেকে আগত 455 কিলোসাইকেলের আই এফ সিগন্যালকে বিবর্ধন করে পরবর্তী স্টেজে পাঠায়।

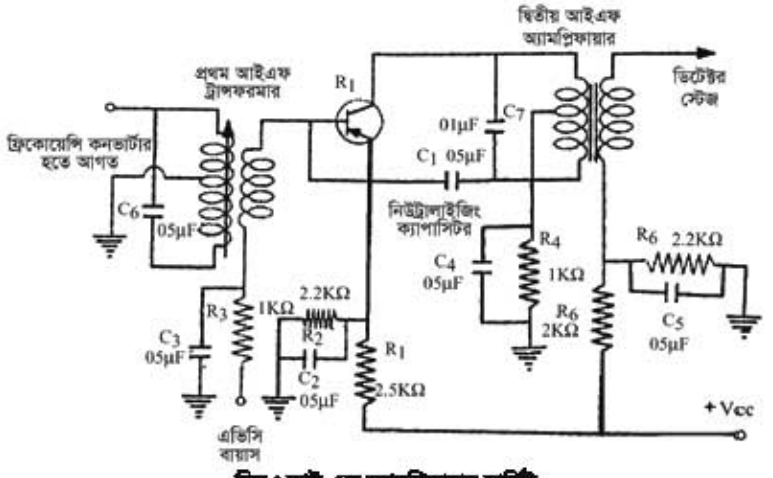
আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার নির্দিষ্ট ফ্রিকুয়েন্সির আই এফ সিগন্যালকে বিবর্ধন করার জন্য বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয় বলে আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারকে ব্যান্ড পাস অ্যামপ্লিফায়ার বলা হয়।

আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্য

এ প্রকার অ্যামপ্লিফায়ারের সেনসিটিভিটি এবং সিলেক্টিভিটি খুবই ভালো। এটি প্রকৃতপক্ষে ট্রান্সফরমার কাপল টিউন অ্যামপ্লিফায়ার। এদের গেইন খুবই বেশি। এতে অসিলেশন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে, তাই নিউট্রালাইজেশনের প্রয়োজন হয়।

২১.২ আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট :

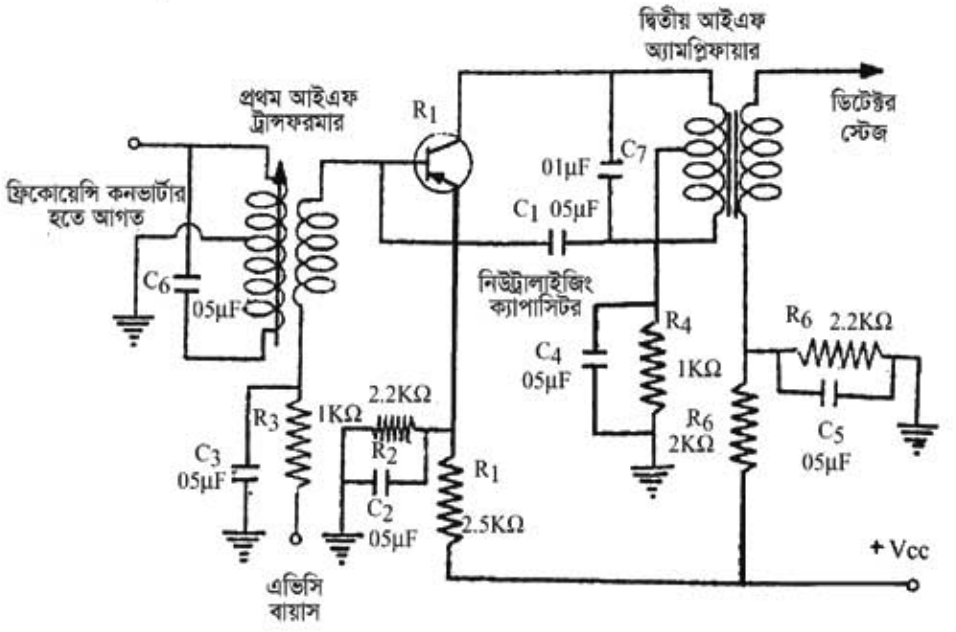
একটি আইএফ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

২১.৩ আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি :

একটি আইএফ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করে দেখানো হলো :



চিত্র : আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

ট্রানজিস্টর রেডিও সেটে সাধারণত দুইটি আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়। প্রথম আই এফ কনভার্টারের কালেক্টর সার্কিটের ট্রান্সফরমার হতে টিউনিং করে আই এফ সিগন্যাল গ্রহণ করা হয় এবং আই এফ সিগন্যাল প্রথম আই এফ অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজের ট্রানজিস্টরের সাহায্যে বিবর্ধিত করে দ্বিতীয় আই এফ ট্রান্সফরমারে দেওয়া হয়। দ্বিতীয় আই এফ ট্রান্সফরমার দ্বারা পুনরায় উক্ত সিগন্যালকে টিউনিং করে তৃতীয় আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারে ট্রানজিস্টরের সাহায্যে আরও বাড়ানো হয়। এ বিবর্ধিত আই এফ সিগন্যালকে তৃতীয় আই এফ ট্রান্সফরমার দ্বারা চূড়ান্তভাবে টিউনিং করে ডিটেক্টর স্টেজে পাঠানো হয়।

২১.৪ আই এফ টি :

IFT-এর পূর্ণনাম Intermediate Frequency Transformer.

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?

২। হেটারোডাইন রেডিও রিসিভারের ইন্টারমিডিয়েট সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সির মান কত?

৩। আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারকে ব্যান্ড পাস অ্যামপ্লিফায়ার বলা হয় কেন?

৪। IFT-এর পূর্ণনাম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারের বৈশিষ্ট্য কী?

২। ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ারের স্টেজ বাড়ানো হয় কেন?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। আই এফ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করে সংক্ষেপে এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

দ্বাবিংশ অধ্যায়

রেডিও এর I F ফ্রিকুয়েন্সি মান

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

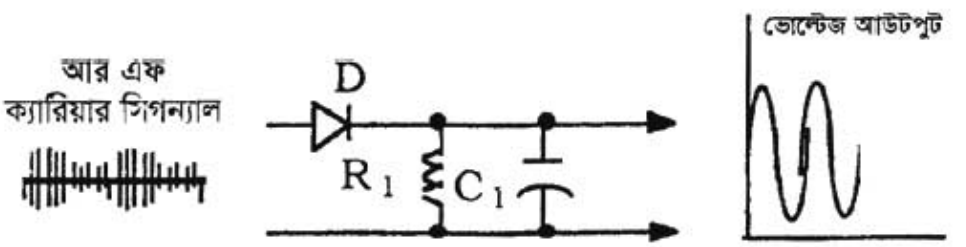
- অডিও ডিটেক্টরের কাজ কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও ডিটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও ডিটেক্টর সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- অডিও ডিটেক্টরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- এ এম অডিও ডিটেক্টরের প্রকারভেদ ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও ডিটেক্টরের বৈশিষ্ট্য শনাক্ত করতে পারব।

২২.১ অডিও ডিটেক্টরের কাজ :

এটি রেডিও রিসিভারের অন্যতম প্রধান স্টেজ। এ স্টেজ হতে অডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যাল পাওয়া যায়। অডিও ডিটেক্টরের কাজ হলো মডুলেটেড আর এফ থেকে অডিও ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালকে আলাদা করা।

২২.২ অডিও ডিটেক্টর সার্কিট :

ডায়োড ডিটেক্টর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো-

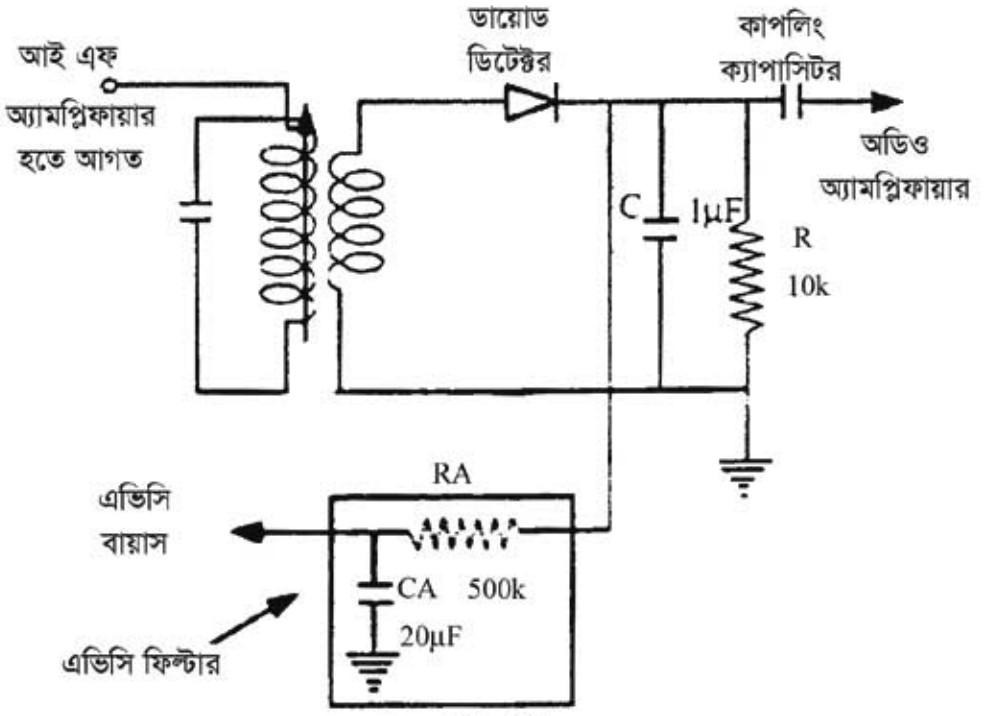


চিত্র : ডায়োড ডিটেক্টর

ডিটেক্টরের কাজ হলো মডুলেটেড আর এফ থেকে অডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যালকে আলাদা করা। ডায়োড D ইনপুট আর এফ ক্যারিয়ার সিগন্যালের পজিটিভ অর্ধেক সাইকেলের জন্য কন্ডাকশন করে। এ পজেটিভ হাফ সাইকেল হতে ক্যারিয়ারকে দূর করার জন্য R_1, C_1 টাইমিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এ টাইমিং সার্কিটের টাইম কনস্ট্যান্ট ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সির সাথে সমন্বয় করা থাকে। ফলে আমরা আউটপুটে ইনপুট অডিও ভোল্টেজের সমতুল্য অনুরূপ অডিও ভোল্টেজ পাই।

এভিসি সার্কিটের কার্যপ্রণালি

এভিসির পূর্ণনাম হলো- অটোমেটিক ভোল্টেজ কন্ট্রোল। এই এভিসি সার্কিট ডিটেক্টর এবং অডিও ফ্রিকুয়েন্সি অ্যামপ্লিফায়ারের মাঝে যুক্ত থাকে। নিম্নে একটি এভিসি সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।



চিত্র ঃ এভিসি সার্কিট

এখানে আইএফ অ্যামপ্লিফায়ারের থেকে আগত সিগন্যাল ডিটেক্টর সার্কিটের মাধ্যমে এভিসি সার্কিটে আসে। এই এভিসি সার্কিট একটি ফিল্টার ক্যাপাসিটর দ্বারা গঠিত হয়। এই সার্কিটের মাধ্যমে ইনপুটের সিগন্যালের উপর ভিত্তি করে ডিটেক্টর আউটপুটকে স্থিতিশীল রাখা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও ডিটেক্টরের প্রধান কাজ কী?

২। কোনো ডিভাইসের মাধ্যমে ক্যারিয়ার থেকে অডিও সিগন্যাল আলাদা করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও ডিটেক্টর বলতে কী বোঝায়?

২। এজিসি/এভিসি বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ডিটেক্টর সার্কিট আঁক এবং এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

২। এভিসি সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

ত্রয়োবিংশ অধ্যায়
ফেজ লিমিটার এবং ডিসক্রিমিনেটর

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- ফেজ লিমিটারের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- ফেজ লিমিটারের সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- ফেজ লিমিটার সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব।

২৩.১ ফেজ লিমিটার :

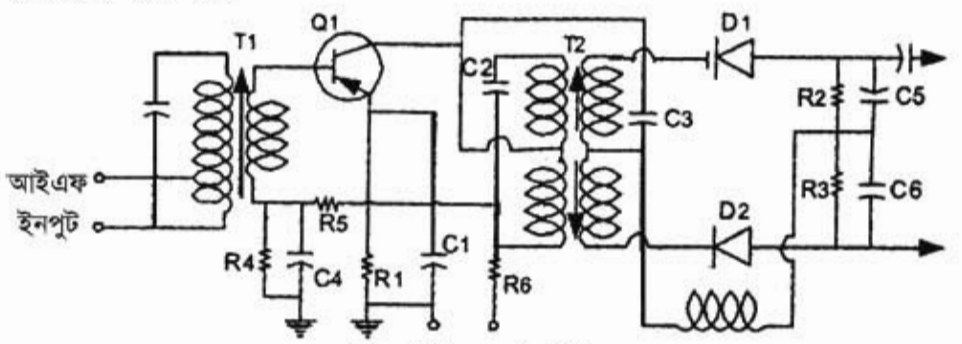
লিমিটার হচ্ছে এফএম রেডিও রিসিভারের একটি বিশেষ অংশ, যার মাধ্যমে পরিবর্তনশীল এফএম ইনপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচ্যুডকে লিমিট করা হয়।

লিমিটারের কাজ

এফ এম রেডিও রিসিভারের একটি বিশেষ অংশ হলো লিমিটার। এফ এম সিগন্যালের নির্দিষ্ট অ্যামপ্লিচিউড এর মধ্যে কোনো প্রকার অ্যামপ্লিচিউড মডুলেশনে উপস্থিত থাকলে এফ এম ডিটেকশন পদ্ধতিতে লিমিটারের সাহায্যে তাকে দূরীভূত করা যায়। এর ফলে এফ এম ডিসক্রিমিনেটরের কার্যপ্রণালি উত্তমভাবে সাধিত হয়।

২৩.২ ফেজ লিমিটার সার্কিটের কার্যপ্রণালি :

লিমিটার হচ্ছে এফএম রেডিও রিসিভারে একটি বিশেষ অংশ যার মাধ্যমে পরিবর্তনশীল এফএম সিগন্যালকে অ্যামপ্লিচ্যুডকে লিমিট করা যায়। নিম্নে একটি লিমিটার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।



চিত্র ঃ লিমিটার এবং ডিক্রিমিটার

এখানে T_1 ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে ইনপুট আইএফ সিগন্যাল গ্রহণ করে ট্রানজিস্টরের Q_1 বেসে প্রবেশ করে। ট্রানজিস্টর Q_1 হচ্ছে একটি লিমিটিং অ্যামপ্লিফায়ার। ট্রানজিস্টর Q_1 দ্বারা ইনপুট সিগন্যালকে লিমিট করে ট্রান্সফরমার T_2 ডিসক্রিমিনেটর সার্কিটে প্রবেশ করে। ইনপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচ্যুড নির্ধারিত মানের বেশি হলে ট্রানজিস্টর স্যাচুরেশন অথবা কাট অফে পৌঁছে ফলে আউটপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচ্যুড কনস্ট্যান্ট থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। লিমিটার কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। লিমিটার সার্কিটের প্রয়োজনীয়তা কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। লিমিটার সার্কিট আঁক এবং এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

চতুর্বিংশ অধ্যায়
অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব।

২৪.১ অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার :

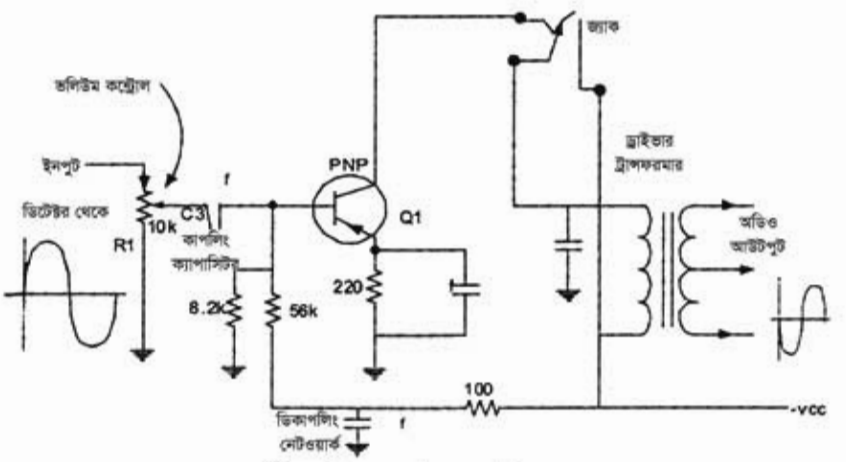
যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অডিও ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল ভোল্টেজকে বিবর্ধিত করা হয়, তাকে অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার বলে।

২৪.২ অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা :

এএম বা এফএম ডিটেক্টর থেকে যে আউটপুট পাওয়া যায় তাকে সরাসরি পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারে দেওয়া যায় না, পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার শুধুমাত্র সিগন্যালের কারেন্ট ও ভোল্টেজ লেভেলকে একটি নির্দিষ্ট সীমায় বাড়ায়। এ পাওয়ার বাড়ানোর পূর্বে সিগন্যালের ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে হয়। আর এ সিগন্যালের ভোল্টেজকে বাড়ানোর কাজই অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার সম্পাদন করে, যার মাধ্যমে শুধুমাত্র সিগন্যালের ভোল্টেজকে বাড়ানো হয়।

২৪.৩ অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি :

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অডিও ফ্রিকুয়েন্সি সিগন্যাল ভোল্টেজকে অ্যামপ্লিফাই করা হয়, তাকে অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার বলে। নিম্নে একটি অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র : অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে ডিটেক্টর থেকে আগত ইনপুট সিগন্যাল R_1 এবং C_3 এর মাধ্যমে PNP ট্রানজিস্টর Q এর বেসে প্রবেশ করে।

উক্ত সিগন্যাল ট্রানজিস্টর (Q) দ্বারা বর্ধিত হয়ে কালেক্টরে পাওয়া যায়, যা ড্রাইভার ট্রান্সফরমারের ইনপুটে প্রবেশ করে। উক্ত ড্রাইভার ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারিতে আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যায়। এই ট্রান্সফরমারের সাহায্যে পরবর্তী স্টেজের সাথে কাপলিং করা থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ারের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

পঞ্চবিংশ অধ্যায়

অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রকারভেদ উল্লেখ করতে পারব;
- পুশপুল পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- অ্যাসিমেট্রিক কমপ্লিমেন্টারি পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট বর্ণনা করতে পারব;
- অ্যাসিমেট্রিক কমপ্লিমেন্টারি পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব।

২৫.১ অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার :

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অডিও ফ্রিকুয়েন্সির পাওয়ার বিবর্ধিত করা হয়, তাকে অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার বলে। এটি প্রকৃতপক্ষে একটি পাওয়ার কনভার্টার।

রেডিও রিসিভারে লাউড স্পিকারকে কার্যক্ষম করতে অনেক পাওয়ারের প্রয়োজন। অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার থেকে যে আউটপুট পাওয়ার পাওয়া যায়, তা খুবই সামান্য। এ অল্প পাওয়ার লাউড স্পিকার ভালোভাবে কাজ করতে পারে না। স্পিকারের জন্যও পর্যাপ্ত পাওয়ারের প্রয়োজন। এ পাওয়ার সরবরাহের জন্য অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজন।

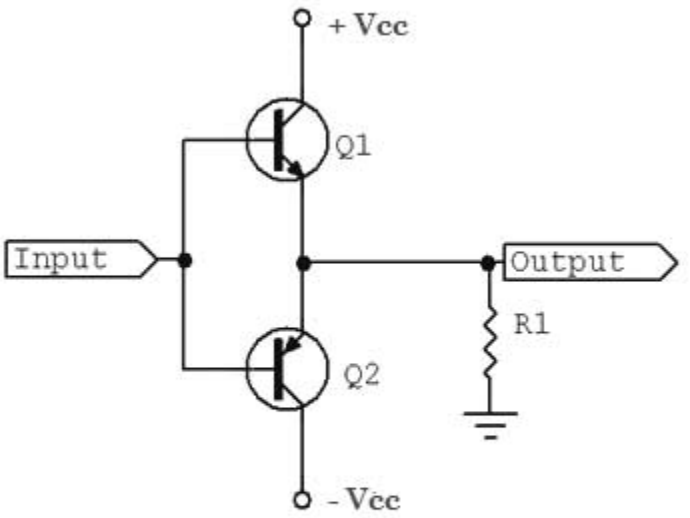
২৫.২ অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রকারভেদ :

অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার চার প্রকার। যথা-

- Voltage amplifier
- Current amplifier
- Transconductance amplifier
- Transresistance amplifier

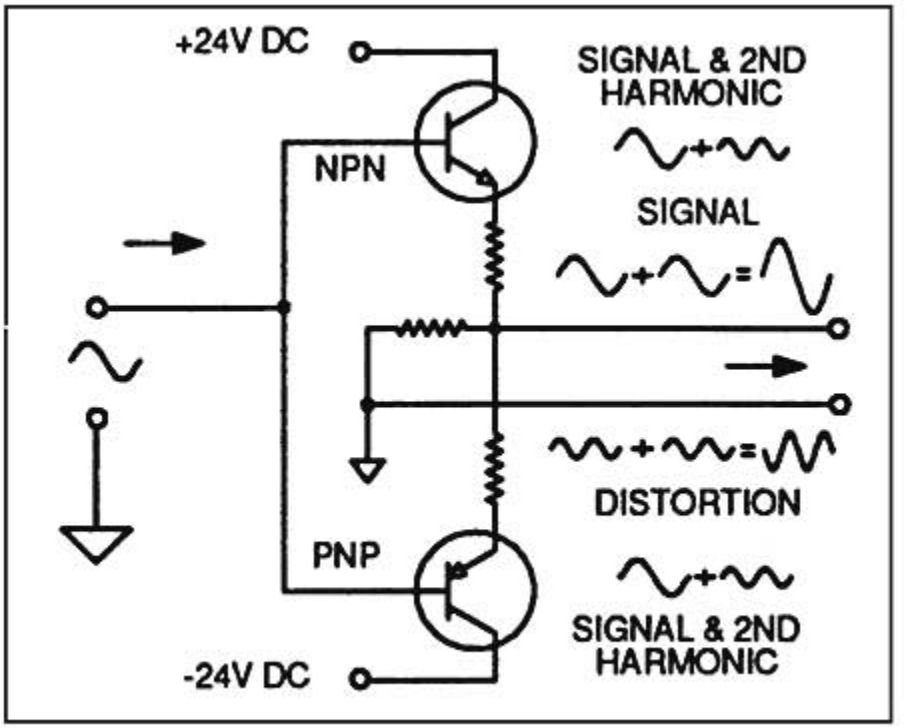
২৫.৩ পুশপুল পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট:

নিম্নে একটি পুশপুল পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো ঃ



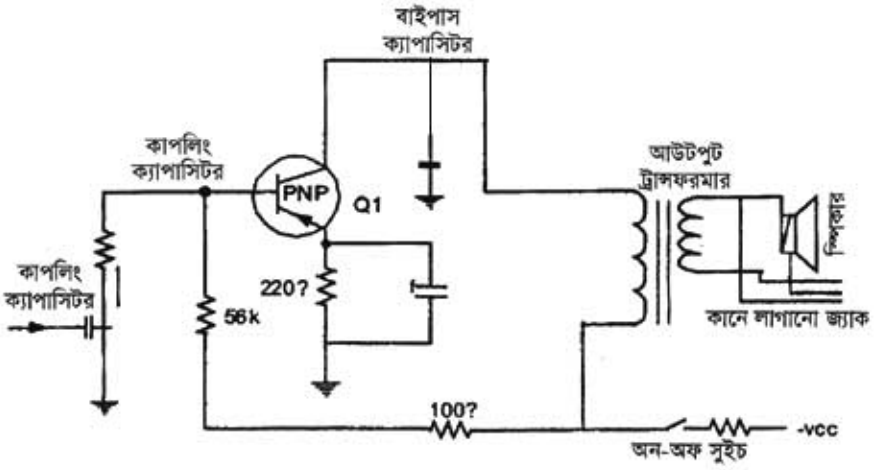
২৫.৪ অ্যাসিমেট্রিক কমপ্লিমেন্টারি পুশপুল অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট :

নিম্নে একটি অ্যাসিমেট্রিক কমপ্লিমেন্টারি পুশপুল পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো:



২৫.৫ অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি :

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অডিও ফ্রিকুয়েন্সির পাওয়ার বিবর্ধিত করা হয়, তাকে অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার বলে। এটি প্রকৃতপক্ষে একটি পাওয়ার কনভার্টার। নিম্নে একটি অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার

এখানে ডিটেক্টর সার্কিট হতে আগত ইনপুট সিগন্যাল কাপলিং ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে একটি PNP ট্রানজিস্টর Q_1 এর বেসে প্রবেশ করে। Q_1 ট্রানজিস্টরটি উক্ত সিগন্যাল বর্ধিত করে, যা কালেক্টরে পাওয়া যায়। পরবর্তীতে কালেক্টরের মাধ্যমে উক্ত বর্ধিত সিগন্যাল আউটপুট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে প্রবেশ করে। আউটপুট ট্রান্সফরমার লাউডস্পিকারের সাথে ইম্পিড্যান্স মেচিং করে সর্বোচ্চ পাওয়ার সরবরাহ করে।

অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

রেডিও রিসিভারে লাউডস্পিকারকে কার্যক্ষম করতে অনেক পাওয়ারের প্রয়োজন। অডিও ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার থেকে যে আউটপুট পাওয়ার পাওয়া যায়, তা খুবই সামান্য। এ অল্প পাওয়ার লাউডস্পিকার ভালোভাবে কাজ করতে পারে না। স্পিকারের জন্যও পর্যাপ্ত পাওয়ারের প্রয়োজন। এ পাওয়ার সরবরাহের জন্য অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজন।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি লেখ।

ষড়বিংশ অধ্যায়
প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে পারব;
- প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের ত্রুটি নিরূপণ ও মেরামত করতে পারব;
- প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের বায়াস ভোল্টেজ ও সিগন্যাল পরিমাপ করতে পারব।

২৬.১ প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার :

প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এমন একটি ইলেকট্রনিক্স সার্কিট যা লো-ভোল্টেজ সিগন্যালকে ডিস্টরশন ও নয়েজ ব্যতিরেকে ব্যবহার উপযোগী সুবিধাজনক মানে উন্নত করে।

প্রি-অ্যামপ্লিফায়ারের ব্যবহার ঃ

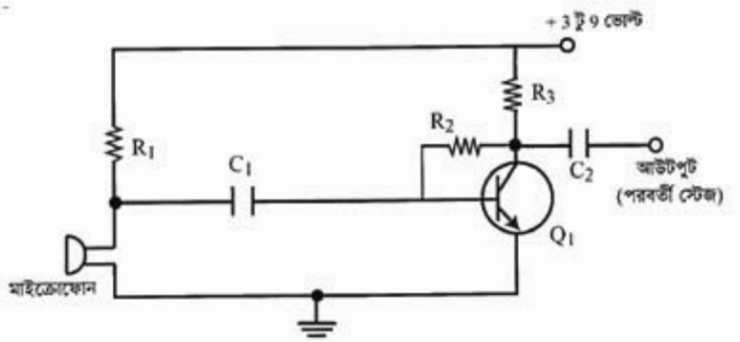
(i) আর এফ ট্রান্সমিটারে
(ii) আর এফ অসিলেটরে
(iii) পিক-আপে
(iv) টোন কন্ট্রোলে
(v) মাইক্রোফোনে।

প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এর প্রয়োজনীয়তা

বিভিন্ন ডিভাইসে লো-লেভেলের সিগন্যাল থাকে আর এর কারণে প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করে ভোল্টেজ গেইন এবং কারেন্ট গেইন বৃদ্ধি করে উক্ত সমস্যা সমাধান করার ক্ষেত্রে প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার প্রয়োজন হয়।

২৬.২ প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের কার্যপ্রণালি :

প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এমন একটি ইলেকট্রনিক সার্কিট, যা লো-লেভেল ভোল্টেজ সিগন্যালকে ডিস্টরশন ও নয়েজ ব্যতিরেকে ব্যবহার উপযোগী সুবিধাজনক মানে উন্নীত করে। নিম্নে একটি প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এর সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র : প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

এখানে একটি মাইক্রোফোন থেকে প্রাপ্ত দুর্বল অডিও সিগন্যাল C_1 ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে একটি NPN ট্রানজিস্টর Q_1 এর বেসে প্রবেশ করে। Q_1 ট্রানজিস্টর উক্ত দুর্বল সিগন্যালকে বর্ধিত করে, যা ট্রানজিস্টরের কালেক্টরে পাওয়া যায়। ট্রানজিস্টরের অপারেটিং পয়েন্টকে স্ট্যাবিলাইজ করার জন্য R_2 রেজিস্টরের সাহায্যে ফিডব্যাক করা হয়। ট্রানজিস্টরের কালেক্টরের বর্ধিত সিগন্যাল C_2 ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে আউটপুট প্রদান করে, যা পরবর্তী স্টেজে প্রবেশ করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার কোথায় ব্যবহার করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এর সার্কিট চিত্রসহ বর্ণনা কর।

সপ্তবিংশ অধ্যায়
সাদাকালো টিভি

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- সাদাকালো টিভি কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- সাদাকালো টিভির প্রতিটি নবের কাজ জানতে পারব;
- সাদাকালো টিভির প্রতিটি ব্লকের কাজ জানতে পারব;
- সাদাকালো টিভির সার্ভিস কন্ট্রোলগুলোর নাম জানতে পারব।

২৭.১ সাদাকালো টিভি :

যে টেলিভিশনে কোনো প্রকার রঙিন ছবি আসে না, কেবল সাদা ও কালো ছবিই দেখা যায়, তাকে মনোক্রম টিভি বলা হয়।

২৭.২ সাদাকালো টিভির প্রতিটি নবের কাজ :

সাদাকালো TV রিসিভারের কন্ট্রোল নবগুলো হলো ঃ

(ক) স্টেশন সিলেক্টর (খ) ফাইন টিউনিং (গ) ভলিউম কন্ট্রোল (ঘ) কন্ট্রাস্ট কন্ট্রোল (ঙ) ব্রাইটনেস কন্ট্রোল (চ) হরিজন্টাল হোল্ড (ছ) ভার্টিক্যাল হোল্ড (জ) অন-অফ সুইচ (ঝ) টোন কন্ট্রোল (ঞ) ভার্টিক্যাল হোল্ড কন্ট্রোল (ট) অটোমেটিক ফ্রিকুয়েন্সি টিউনিং কন্ট্রোল ইত্যাদি।

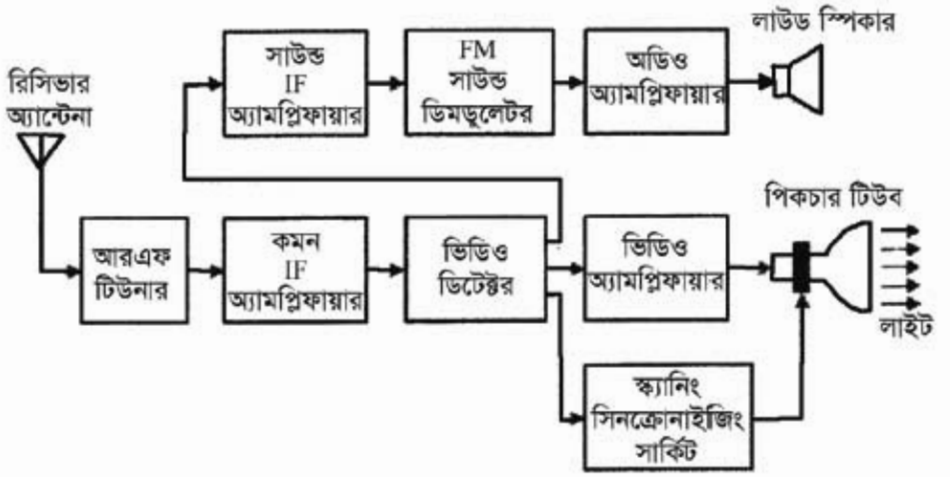
২৭.৩ সাদাকালো টিভির প্রতিটি ব্লকের কাজ :

সাদাকালো টিভির বিভিন্ন ব্লকের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

(ক) আরএফ অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) মিক্সার
(গ) লোকাল অসিলেটর
(ঘ) কমন আইএফ অ্যামপ্লিফায়ার
(ঙ) ভিডিও ডিটেক্টর
(চ) সাউন্ড আইএফ অ্যামপ্লিফায়ার
(ছ) সাউন্ড ডিটেক্টর
(জ) প্রথম অডিও অ্যামপ্লিফায়ার
(ঝ) অডিও পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার
(ঞ) লাউড স্পিকার
(ট) সিঙ্ক ক্লিপার
(ঠ) সিঙ্ক সেপারেটর
(ড) ভার্টিক্যাল ডিফ্লেকশন অসিলেটর
(ঢ) ভার্টিক্যাল অ্যামপ্লিফায়ার
(ণ) এএফসি
(ত) হরিজন্টাল ডিফ্লেকশন অসিলেটর
(থ) হরিজন্টাল অ্যামপ্লিফায়ার
(দ) ড্যাম্পার
(ধ) ইএইচটি পাওয়ার সাপ্লাই।

২৭.৪ সাদাকালো টিভির কার্যপ্রণালি :

যে টেলিভিশন রিসিভার সার্কিটের মাধ্যমে সাদাকালো ছবি দেখা যায়, তাকে সাদাকালো বা মনোক্রম টেলিভিশন বলে। নিম্নে একটি সাদাকালো টেলিভিশনের রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ সাদা কালো টেলিভিশনের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে রিসিভিং অ্যান্টেনা থেকে প্রাপ্ত RF সিগন্যাল টিউনিং হয়ে কমন IF অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে পিকচার এবং সাউন্ড সিগন্যাল বর্ধিত হয়ে ভিডিও ডিটেক্টরে প্রবেশ করে। ভিডিও ডিটেক্টরে উক্ত সিগন্যাল থেকে কম্পোজিট ভিডিও সিগন্যাল আলাদা হয়ে ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা অ্যামপ্লিফাই হয়ে পিকচার টিউবের ক্যাথোড প্রবেশ করে। সাউন্ড IF অ্যামপ্লিফায়ার ভিডিও ডিটেক্টরের প্রাপ্ত সিগন্যাল থেকে ৫.৫ MHz সিগন্যাল অ্যামপ্লিফাই করে FM সাউন্ড ডিমডুলেটরের সাহায্যে বাছাই করা হয়। বাছাইকৃত অডিও সিগন্যাল অডিও অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে অ্যামপ্লিফাই হয়ে স্পিকারের সাহায্যে শব্দ উৎপন্ন করে। আবার স্ক্যানিং সার্কিটের মাধ্যমে ভিডিও ডিটেক্টর থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল হরিজন্টাল এবং ভার্টিক্যাল ডিফ্লেকশনের জন্য সুইপ ভোল্টেজ উৎপন্ন করে পিকচার টিউবের ইয়কে প্রবেশ করে।

সাদাকালো টিভির সার্ভিস কন্ট্রোলগুলোর নাম ঃ

(ক) সাব ভলিউম কন্ট্রোল (খ) এ.জি.সি. কন্ট্রোল (গ) সাব ব্রাইটনেস কন্ট্রোল (ঘ) সাব কন্ট্রাস্ট কন্ট্রোল (ঙ) ভার্টিক্যাল হাইট কন্ট্রোল (চ) ভার্টিক্যাল লিনিয়ারিটি কন্ট্রোল (ছ) হরিজেন্টাল লিনিয়ারিটি কন্ট্রোল (জ) ফোকাস কন্ট্রোল

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মনোক্রম TV কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সাদাকালো TV রিসিভারের কন্ট্রোল নবগুলোর নাম লেখ।
২। সাদাকালো টিভি এর বিভিন্ন ব্লকের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সাদাকালো টেলিভিশনের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা কর।

নবম শ্রেণি

জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২
ব্যবহারিক (প্রথম পত্র)

General Electronics-2
PRACTICAL (1st Part)

২০২০

১। জবের নাম ঃ ক্যাবল সোল্ডারকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। সোল্ডারিং আয়রন ও সোল্ডারিং লিড সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

২। বাস্তবে ক্যাবল সোল্ডারিং করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

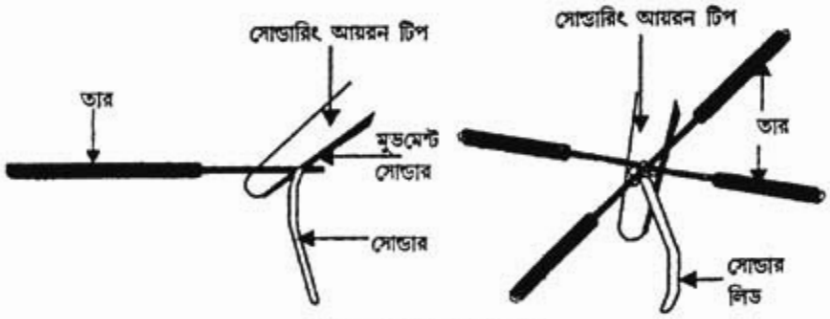
১। সোল্ডারিং আয়রন (35W) ১টি

২। সোল্ডারিং আয়রন স্ট্যান্ড ১টি

৩। সোল্ডারিং লিড

৪। কপার ওয়্যার (প্রয়োজনমত)

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং ঃ



চিত্র ঃ ক্যাবল সোল্ডার পদ্ধতি

কার্যপ্রণালি ঃ

১। সোল্ডারিং আয়রনকে স্ট্যান্ডের উপর রাখতে হবে।

২। একটি গ্লাসের সাহায্যে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের সাথে সংযুক্ত করতে হবে।

৩। সোল্ডারিং আয়রন প্রয়োজনমত গরম না হওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে।

৪। এরপর সোল্ডারিং টিপে সামান্য পরিমাণ সোল্ডার লাগাতে হবে।

৫। পলিত সোল্ডার দ্বারা পরিষ্কার করা তার প্রান্তগুলো টিউনিং করতে হবে। টিপকে তারের উপর দিয়ে সামনে এবং পেছনে নাড়াচাড়া করতে হবে।

৬। এরপর যে তারটির সাথে সংযোগ করতে হবে সেই তারটি পরিষ্কার করে সোল্ডার লাগাতে হবে।

৭। এরপর সোল্ডার লাগানো তার দুইটিকে একত্রিত করে সোল্ডারকে আয়রন দ্বারা গলিয়ে তাদের মধ্যে আরও প্রয়োজনমত সোল্ডার লিড গলিয়ে আয়রনকে সরিয়ে স্ট্যান্ডে রেখে দিতে হবে।

৮। সোল্ডার ঠান্ডা হয়ে শক্তভাবে তার দুইটি সংযোগ হলে ক্যাবল সোল্ডার শেষ হবে।

সতর্কতা ঃ

১। সঠিকভাবে সোল্ডারিং করতে হবে।

২। তার যেন ছিঁড়ে না যায়।

৩। সোল্ডারিং আয়রনের মাথা যেন শরীরে না লাগে।

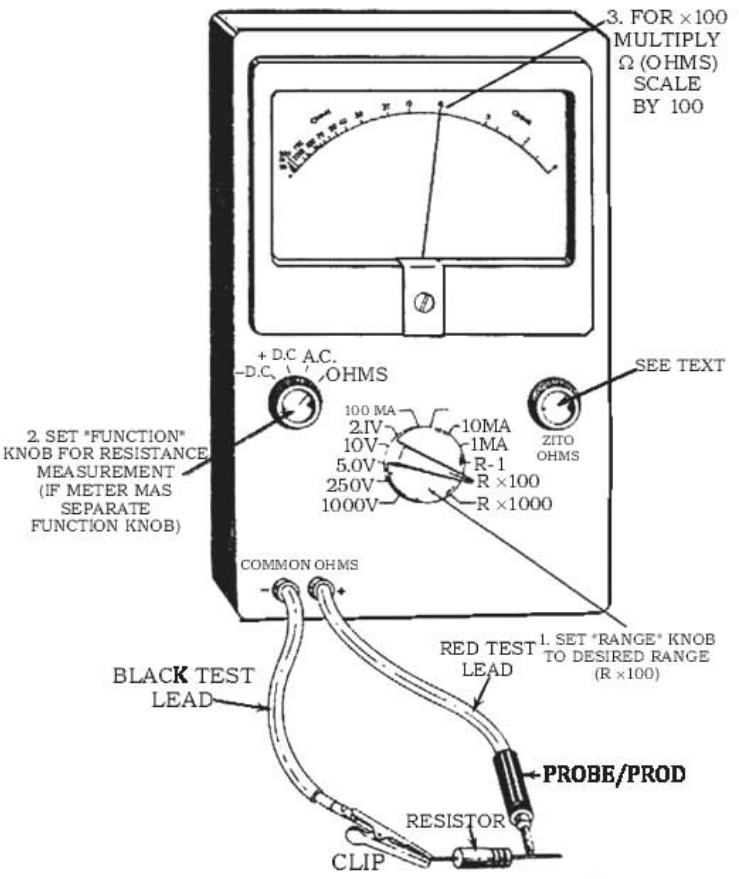
২। জবের নাম ঃ ওহম মিটার ব্যবহার করে রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন করা।

উদ্দেশ্য ঃ একটি রেজিস্টর ভালো আছে কীনা অর্থাৎ রেজিস্টর শর্ট না ওপেন তা কীভাবে যাচাই করা যায় এ সম্পর্কে ধারণা নেওয়া।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

(i) অ্যাভোমিটার - ১টি
(ii) রেজিস্টর - ৩টি
(iii) ছুরি - ১টি
(iv) স্ক্রু - ড্রাইভার - ১টি।

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং ঃ



চিত্র ঃ মিটারের সাহায্যে রেজিস্টরের মান বের করার পদ্ধতি

কার্যপ্রণালি ঃ

১। অ্যাভোমিটার নির্বাচন করি।
২। মিটারের ফাংশন নব এবং রেঞ্জ সিলেক্টর নব শনাক্ত করি।
৩। রেঞ্জ সিলেক্টর নব নির্ধারিত রেজিস্টেন্স রেঞ্জ রাখি।
৪। মিটারের প্রোবদ্বয়কে শর্ট করে জিরো অ্যাডজাস্ট করি।
৫। ছুরি বা জিরো পেপারের সাহায্যে রেজিস্টরের প্রান্তগুলো পরিষ্কার করি।
৬। রেজিস্টরের প্রান্ত দুইটিতে মিটারের প্রোবদ্বয় সংযোগ করি।
৭। মিটার রিডিং লই।
৮। মিটার রিডিংকে রেঞ্জ সিলেক্টর রেঞ্জ দিয়ে গুণ করি। প্রাপ্ত গুণফলই রেজিস্টরের মান।

সতর্কতা ঃ

১। মিটারের রেঞ্জ সিলেক্টর পরিবর্তন করলে পুনরায় জিরো অ্যাডজাস্ট করি।
২। মিটার রিডিং নেওয়ার সময় স্কেলের উপর থেকে তাকিয়ে রিডিং নিই।
৩। যদি রিডিং সামান্য হয়, তবে রেঞ্জ স্কেল পরিবর্তন করে নির্দেশক সুইটিকে স্কেলের মাঝামাঝি আনি।

৩। জবের নাম ঃ কালার কোড ও ওহমমিটারের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্ণয়করণ।

কালার কোডের মাধ্যমে রেজিস্টরের মান নির্ণয়করণ ঃ

উদ্দেশ্য ঃ কালার কোড ব্যবহার করে রেজিস্টরের মান নির্ণয় পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। অ্যাভোমিটার
২। $\frac{১}{২}$ ওয়াটের রেজিস্টর - ৩টি
৩। জিরো পেপার - ১ পাতা

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং ঃ

চিত্র ঃ কালার কোডের সাহায্যে রেজিস্টরের মান নির্ণয়

কার্যপ্রণালি ঃ

১। একটি রেজিস্টর লই।
২। প্রথম রঙটির মান বসাই।
৩। দ্বিতীয় রঙটির মান বসাই।
৪। তৃতীয় রঙটির গুণিতক বসাই।
৫। চতুর্থ রঙটির টলারেন্স বসাই।

রেজিস্টরের মান ঃ

১ম রংয়ের মান,
২য় রংয়ের মান × ৩য় রঙের গুণিতক ± টলারেন্স

$$= (47 \times 10 \pm 5\%)\ \Omega$$
$$= 470 \pm 5\%\ \Omega$$

সতর্কতা ঃ

১। রেজিস্টরের গায়ে চিহ্নিত রঙ সঠিকভাবে পড়তে হবে।
২। রঙের মান সঠিকভাবে বসাতে হবে।
৩। রেজিস্টরের প্রান্তে চিহ্নিত রঙকে প্রথম রঙ ধরতে হবে।

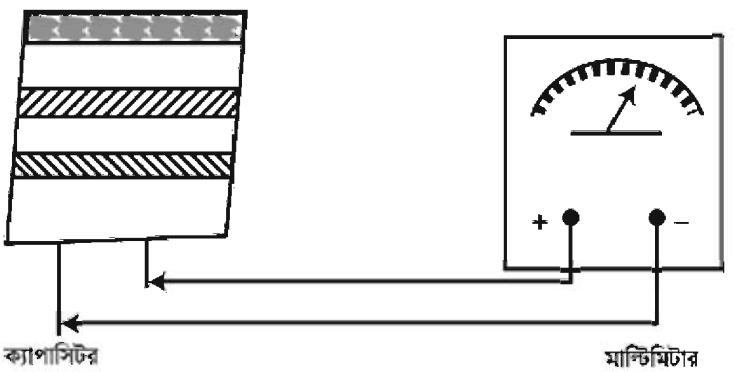
৪। জবের নাম ঃ ক্যাপাসিটর পরীক্ষাকরণ

উদ্দেশ্য ঃ

বিভিন্ন ধরনের ক্যাপাসিটর সম্পর্কে ধারণা নেওয়া, ক্যাপাসিটরের মান নির্ণয়করণ এবং এটি ভালো আছে কীনা তা কীভাবে জানা যায় সে সম্পর্কে জ্ঞানলাভ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। মাল্টিমিটার
২। ক্যাপাসিটর অ্যানালাইজার
৩। ছুরি
৪। দু'টি ক্যাপাসিটর, যার একটি ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটর



চিত্র ঃ ক্যাপাসিটর পরীক্ষাকরণ পদ্ধতি

কাজের ধারা ঃ

প্রথমে একটি ইলেকট্রোলাইটিক এবং একটি সাধারণ ক্যাপাসিটর নিয়ে এদের টার্মিনালগুলো অ্যানালাইজার নিয়ে ক্যাপাসিটরের গায়ে লিখিত মানের বেশি রেঞ্জে স্থাপন করি। মিটারের প্রোব বা কর্ড দুইটিকে ক্যাপাসিটরের টার্মিনাল দুইটির সাথে ধরি এবং মিটার রিডিং নিয়ে প্রাপ্ত মানের সাথে ক্যাপাসিটরের গায়ে লিখিত মান বা কালার কোড থেকে প্রাপ্ত মানের তুলনা করি। ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে সঠিক পোলারিটিতে মিটার প্রোব স্থাপন করতে হবে।

এবার একটি মাল্টিমিটার নিয়ে এর সিলেক্টিং নবকে ঘুরিয়ে IMΩ রেঞ্জে স্থাপন করি এবং জিরো অ্যাডজাস্টমেন্ট স্ক্রুর মাধ্যমে সূচক কাঁটার অবস্থান ঠিক করি। এবার একটি ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটর নিয়ে মিটার প্রোব দুইটিকে এর দুই টার্মিনালের সাথে ধরি। ধরার সাথে সাথে সূচক কাঁটাটি পূর্ণ ডিফ্লেকশন দিয়ে যদি আস্তে আস্তে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসে এবং প্রোব দুইটি উল্টিয়ে ধরলেও যদি একই ফলাফল পাওয়া যায়, তবে বোঝতে হবে ক্যাপাসিটরটি ভালো। পূর্ণ ডিফ্লেকশন দিয়ে যদি কাঁটাটি আর ফিরে না আসে তবে বোঝতে হবে ক্যাপাসিটরটি শর্ট। আবার যদি কোনো ডিফ্লেকশন না দেয় তবে বোঝতে হবে এটি অপেন। আবার যদি সূচক কাটাটি ফিরে আসার সময় মাঝ পথে থেমে যায় তবে বোঝতে হবে ক্যাপাসিটরটি লিক আছে।

এবার একটি সাধারণ ক্যাপাসিটর নিয়ে এর দুই টার্মিনালের সাথে মিটার প্রোব দুইটি ধরি। যদি কন্টিনিউটি দেখায় অর্থাৎ মিটারটি যদি পাঠ দেয় তবে বোঝতে হবে ক্যাপাসিটরটি শর্ট। যদি না দেয় তবে বোঝতে হবে এটি অপেন অথবা ভালো। ক্যাপাসিটর ভালো না ওপেন তা পরীক্ষা করার জন্য একে ২২০ ভোল্ট এসি লাইনের সাথে সিরিজে সংযুক্ত করে মিটার প্রোব দুইটি ধরি, যদি মিটারটি পাঠ দেয় তবে ক্যাপাসিটরটি ভালো। যদি না দেয় তবে ওপেন। কিন্তু যদি খুব সামান্য পাঠ দেয় তবে বোঝতে হবে ক্যাপাসিটরটি লিক করছে।

সতর্কতা ঃ

মিটার পাঠ সঠিকভাবে নিতে হবে। ইলেকট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে পোলারিটির বিষয়টি অবহিত থাকতে হবে। জিরো অ্যাডজাস্টমেন্টে স্ক্রু ঘুরিয়ে সূচক কাঁটার অবস্থান ঠিক করতে হবে।

৫। জবের নাম ঃ ভেরিয়্যাবল রেজিস্টর (ভলিউম কন্ট্রোল) পরীক্ষাকরণ

উদ্দেশ্য ঃ কীভাবে অ্যাভোমিটারের সাহায্যে ভ্যারিয়্যাবল রেজিস্টরের মান নির্ণয় করা এটি ভালো না খারাপ তা পরীক্ষা করা যায় সে সম্পর্কে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন করা।

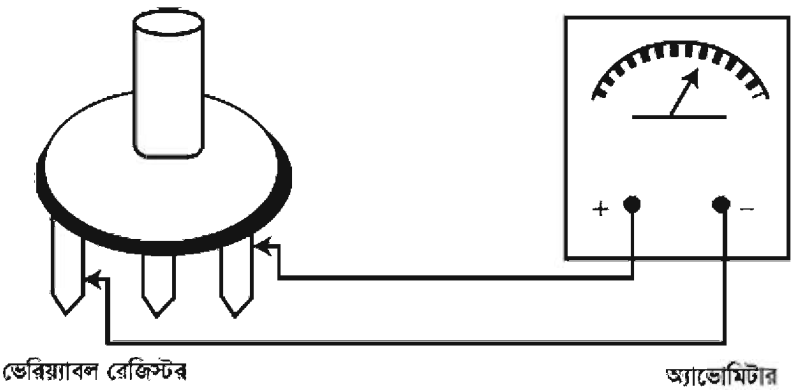
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। অ্যাভোমিটার - ১টি

২। ভেরিয়্যাবল রেজিস্টর বিভিন্ন মানের কয়েকটি

৩। ছুরি - ১টি।

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ ভ্যারিয়েবল রেজিস্টর পরীক্ষণ পদ্ধতি

কাজের ধারা ঃ

প্রথমে অ্যাভোমিটারের সিলেক্টিং নবকে ঘুরিয়ে $1M\Omega$ রেঞ্জে স্থাপন করি। অ্যাভোমিটারের প্রোব দুইটি ভেরিয়্যাবল রেজিস্টরের দুইপ্রান্তের লেগের সাথে স্থাপন করলে ভেরিয়্যাবল রেজিস্টরের মোট মান মিটারে পাওয়া যাবে। আর যে কোনো প্রান্তের একটি এবং মাঝের লেগের সাথে মিটারের প্রোব স্থাপন করে ভ্যারিয়েবল রেজিস্টরের স্পিন্ডলটি আস্তে আস্তে ঘুরালে দেখা যাবে মিটারের সূচক কাঁটাটি আস্তে আস্তে রেজিস্টরটির সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত পাঠ দিবে। আবার স্পিন্ডলটি প্রথমে যে দিকে ঘুরানো হয়েছে তার উল্টা দিকে ঘুরালে অ্যাভোমিটারের সূচক কাঁটাটি আস্তে আস্তে কম মনের দিকে যেতে যেতে একেবারে শূন্য অবস্থানে পৌঁছাবে যদি রেজিস্টরটি ভালো থাকে। আর স্পিন্ডলটি ঘুরালে যদি হঠাৎ করে মিটারের সূচক কাঁটা বেশি রেঞ্জে এবং উল্টাভাবে ঘুরালে হঠাৎ করে কম মানে নেমে আসে তাহলে রেজিস্টরটি নষ্ট। অর্থাৎ কার্বন প্লেট থেকে বিভিন্ন স্থানে কার্বন ওঠে গেছে।

সতর্কতা ঃ

স্পিন্ডলটি আস্তে আস্তে ঘুরাতে হবে। মিটারের পাঠ নেওয়ার সময় অবশ্যই ওপর থেকে পাঠ নিতে হবে।

৬। জবের নাম ঃ গ্যাং ক্যাপাসিটর পরীক্ষাকরণ

উদ্দেশ্য ঃ গ্যাং ক্যাপাসিটর ভালো আছে কীনা তা অ্যাভোমিটারের সাহায্যে পরীক্ষা করার পদ্ধতি সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

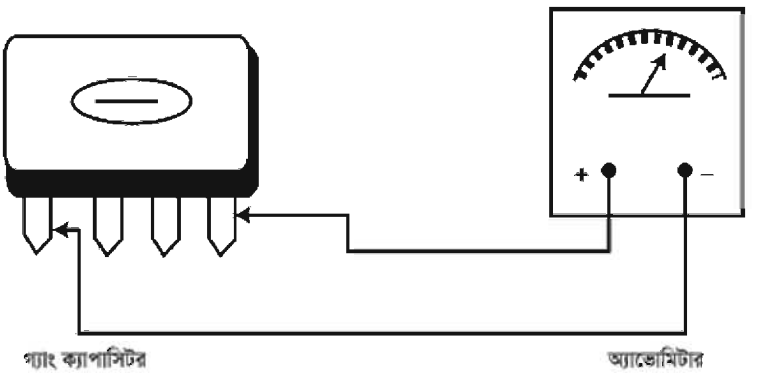
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। অ্যাভোমিটার - ১টি

২। গ্যাং ক্যাপাসিটর - ১টি

৩। ছুরি - ১টি।

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ গ্যাং ক্যাপাসিটর পরীক্ষণ পদ্ধতি

কাজের ধারা ঃ

১। যে কোনো মানের একটি গ্যাং ক্যাপাসিটর নিয়ে ছুরি দ্বারা এর পিনগুলো পরিষ্কার করি।

২। অ্যাভোমিটারের সিলেক্টিং নবকে রেজিস্ট্যান্স রেঞ্জে স্থাপন করি।

৩। অ্যাভোমিটারের প্রোব দুইটিকে ক্যাপাসিটরের যে কোনো দুইটি করে পিনের সাথে ধরি, যদি অসীম রেজিস্ট্যান্স দেখায় তবে ক্যাপাসিটরটি ভালো আর যদি শূন্য বা খুব কম রেজিস্ট্যান্স দেখায় তবে ক্যাপাসিটরটি শর্ট এক্ষেত্রে গ্যাং ক্যাপাসিটরের রোটর এবং স্টেটরের মাঝের পাতলা প্লাস্টিকের আবরণ নষ্ট হয়েছে।

সতর্কতা ঃ

১। মিটারটিকে সাবধানে নাড়াচাড়া করতে হবে যাতে পড়ে ভেঙ্গে না যায়।

২। যে কোনো দুইটি করে পিন প্রোব ধরে পরীক্ষা করতে হবে।

মন্তব্য ঃ

গ্যাং ক্যাপাসিটর সম্পর্কে ধারণা লাভ এবং এটি ভালো মন্দ পরীক্ষা করার পদ্ধতি অবহিত হলাম।

৭। জবের নাম ঃ পিএন জাংশন সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের ফরোয়ার্ড ও রিভার্স বৈশিষ্ট্য সূচক কার্ভ নিরূপণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। পিএন সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের ফরোয়ার্ড ও রিভার্স বৈশিষ্ট্য রেখা অঙ্কন।

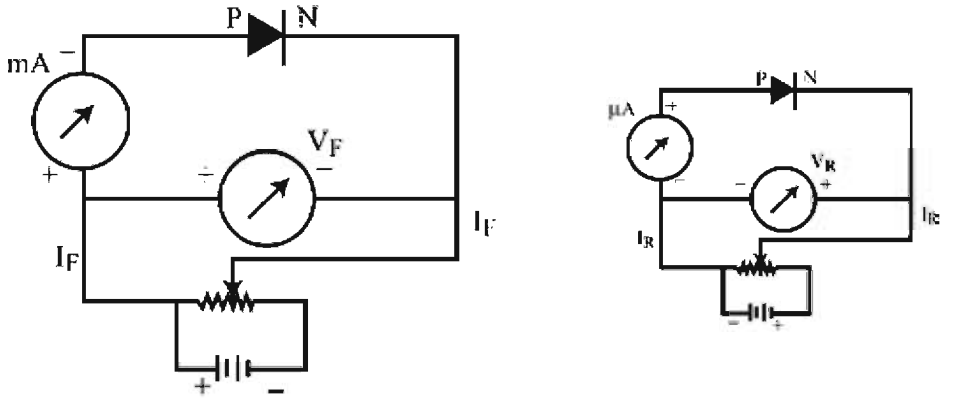
২। বিভিন্ন কম্পোনেন্টগুলোকে সাজিয়ে পাওয়ার সাপ্লাই এর মাধ্যমে Knee voltage এবং Break down voltage এর মান নির্ণয়।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। সিলিকন ডায়োড IN4001 ১টি
২। ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই (0-100V) ১টি
৩। অ্যাভোমিটার (0-250mA) ১টি
৪। ডিজিটাল মাল্টিমিটার ১টি
৫। রেজিস্টর (1kΩ) ১টি

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ ডায়োডের ফরোয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ

পদ্ধতি ঃ

১। ওহম মিটার দিয়ে সিলিকন ডায়োডটির পোলারিটি পরীক্ষা করতে হবে।
২। এরপর সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড কম্পোনেন্টগুলো সাজাতে হবে।
৩। এরপর ভোল্টেজ আস্তে আস্তে বৃদ্ধি করতে ডায়োডের ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ করতে হবে এবং ডাটা শিট লিপিবদ্ধ করতে হবে।
৪। এবার ডায়োডটি খুলে তা রিভার্স বায়াসে সেট করে ভোল্টেজ এবং কারেন্ট এর পাঠ নিয়ে ডাটা শিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

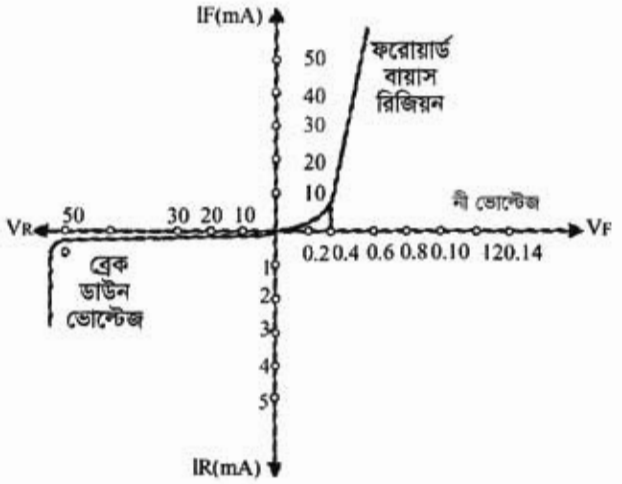
ফরোয়ার্ড শিট

ডায়োড ভোল্টেজ V	ডায়োড কারেন্ট A
0.35 V	
0.40 V	
0.45 V	
0.50 V	
0.55 V	
0.60 V	
0.61 V	
0.62 V	

রিভার্স শিট

ডায়োড ভোল্টেজ V	ডায়োড কারেন্ট A
1	
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	

গ্রাফ ডাটা হতে পি-এন জাংশন এর বৈশিষ্ট্য রেখা নিম্নরূপের কাছাকাছি হবে। শিক্ষার্থীকে মান অনুযায়ী গ্রাফ পেপারে রেখাটি আঁকতে হবে।



চিত্র : PN জাংশন বৈশিষ্ট্য রেখা

৮। অধ্যের নাম : ডিসি ভোল্টেজ ও ডিসি কারেন্ট পরিমাপকরণ।

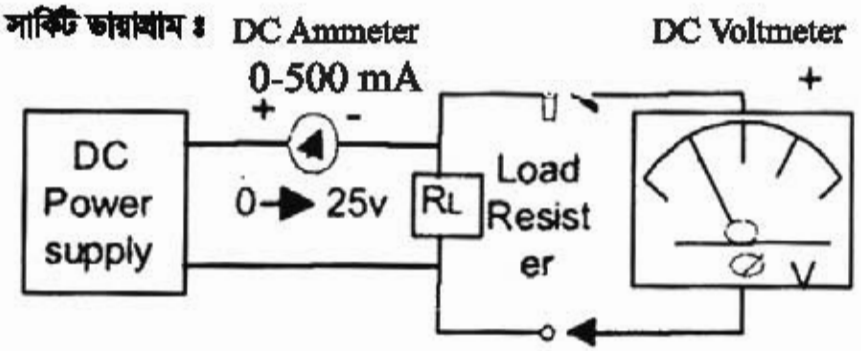
উদ্দেশ্য :

১। ভোল্ট মিটার সংযোগের মাধ্যমে ভোল্টেজ পরিমাপ করা।
২। ডিসি অ্যামিটার সংযোগের মাধ্যমে কারেন্ট পরিমাপ করা।
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

১। ভোল্টমিটার ১টি (ডিসি) (0-50V)
২। অ্যামিটার ১টি (ডিসি) (0-500mA)
৩। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (PSU) টি (0-25V)
৪। লোড রেজিস্টর 100 ওহম ১টি
৫। ব্রেড বোর্ড ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম :



চিত্র : ডিসি ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরীক্ষাকরণ

কার্যপ্রণালি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করে ব্রেড বোর্ড সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাজাতে হবে।

২। এরপর মিটারগুলোকে সঠিকভাবে সংযোগ করে পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে। এক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হবে যে অ্যামিটারকে লোড এর সাথে সিরিজ এবং ভোল্টমিটারকে লোডের প্যারালালে সংযোগ করতে হবে।

৩। এরপর মিটারের পাঠগুলোকে খুব সুষ্ঠুভাবে নিয়ে ডাটা শিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

Note : মিটারের পোলারিটি ঠিক রেখে সংযোগ করতে হবে এবং সঠিকভাবে সংযোগ রেখে পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে।

ডাটা শিট

পাঠের সংখ্যা	ভোল্ট মিটারের পাঠ = V ভোল্ট	অ্যামিটারের পাঠ I = A Amp	ডিসি পাওয়ার P = I × V ওয়াট P = VI	P = I²R
১				
২				
৩				

৯। জবের নাম ঃ এসি ভোল্টেজ ও এসি কারেন্ট পরিমাপকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। ভোল্ট মিটার সংযোগ এর মাধ্যমে ভোল্টেজ পরিমাপ করা।

২। এসি অ্যামিটার সংযোগের মাধ্যমে কারেন্ট পরিমাপ করা।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ভোল্টমিটার ১টি (0-50V)

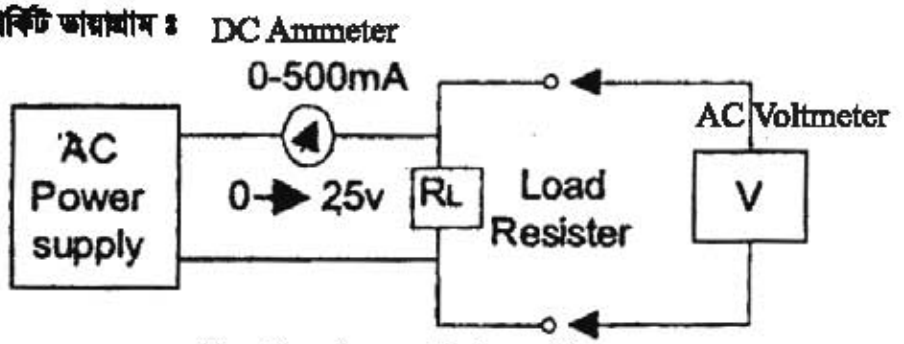
২। অ্যামিটার ১টি (0-500mA)

৩। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (PSU) ১টি

৪। লোড রেজিস্টর ১০০ ওহম ১টি

৫। ব্রেড বোর্ড ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ এসি ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ পদ্ধতি

কার্যপ্রণালি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী বেড- বোর্ডে সাজাতে হবে।

২। এরপর মিটারগুলোকে সঠিকভাবে সংযোগ করে পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে। এক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হবে যে, অ্যামিটারকে লোডের সিরিজ এবং ভোল্ট মিটারকে লোডের প্যারালাল সংযোগ করতে হবে।

৩। এরপর মিটারের পাঠগুলোকে সুক্ষভাবে নিয়ে ডাটা শিট লিপিবদ্ধ করতে হবে।

পাঠের সংখ্যা	ভোল্ট মিটারের পাঠ = V ভোল্ট	অ্যামিটারের পাঠ I = A Amp	এসি পাওয়ার $P_{AC} = V \times I \cos\theta$	
১				
২				

N.B : এখানে $\cos\theta$ সার্কিটের পাওয়ার ফ্যাক্টর।

১০। অধ্যের নাম ঃ ট্রান্সফরমারের অবস্থা শনাক্তকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। ট্রান্সফরমারকে বাস্তবে চেনা।

২। ট্রান্সফরমার কয়েলের অপেন এবং শর্ট অবস্থা সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন।

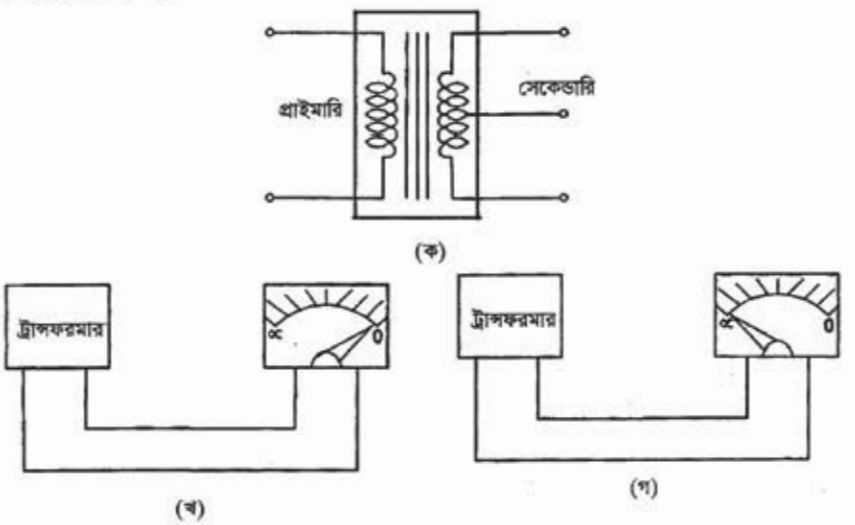
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ট্রান্সফরমার কয়েকটি

২। অ্যানালগ ওহম মিটার ১টি

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ ট্রান্সফরমার শনাক্ত পদ্ধতি

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ল্যাব হতে সংগ্রহ করতে হবে।

২। চিত্র (খ) তে দেখানো হয়েছে যদি ট্রান্সফরমার এর কয়েল শর্ট থেকে তাহলে মিটার সামান্য রেজিস্ট্যান্স পাঠ দেবে।

৩। চিত্র (গ) তে দেখানো হয়েছে যদি ট্রান্সফরমারের কয়েল অপেন থাকে তাহলে মিটার অসীম পাঠ দেবে।

৪। কোনো কয়েলের রিডিং দেখালে তা সংশ্লিষ্ট ট্রান্সফরমার ডাটার সাথে মিলিয়ে দেখতে হবে। ডাটা অনুযায়ী রিডিং পাওয়া গেলে তা ভালো বোঝতে হবে।

১১। জবের নামঃ সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড অ্যানোড ক্যাথোড নির্ণয় এবং পরীক্ষাকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। ডায়োডের অ্যানোড এ ক্যাথোড নির্ণয় করা।

২। ডায়োড ঠিক আছে কীনা তা পরীক্ষাকরণ।

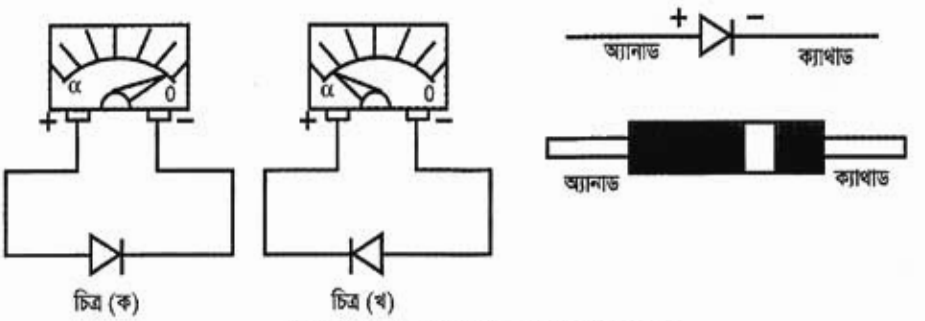
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। কয়েকটি ডায়োড।

২। অ্যাভোমিটার।

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ ডায়োডের অ্যানোড ক্যাথোড নির্ণয় পদ্ধতি

পদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে মিটারের সিলেক্টর নব ওহম স্কেলে সেট করতে হবে এবং যেহেতু ওহম মিটারের নেগেটিভ প্রোব অভ্যন্তরের ব্যাটারির পজিটিভ ও পজিটিভ প্রোব মিটারের অভ্যন্তরের ব্যাটারির নেগেটিভ প্রান্ত। তাই প্রোব দুইটিকে পজিটিভকে নেগেটিভ এবং নেগেটিভকে পজিটিভ ধরতে হবে।

২। এরপর ডায়োডটিকে মিটারের প্রোব এর সাথে সংযুক্ত করলে যদি মিটার পাঠ দেয় তবে ডায়োড এর যে দিক পজিটিভ প্রোব আছে সেদিক অ্যানোড এবং বিপরীত দিক ক্যাথোড। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

৩। আবার যদি পাঠ না দেয় তবে মিটারের পজিটিভ প্রোব হবে ক্যাথোড এবং অপরটি হবে অ্যানোড। যদি ডায়োড দুই দিকে পাঠ দেয় বা একদিকেও পাঠ না দেয় বোঝতে হবে ডায়োডটি নষ্ট।

১২। কাজের নাম : জেনার ডায়োডের বৈশিষ্ট্য কার্ভ বা রেখা নিরূপণ।

উদ্দেশ্য :

১। জেনার ডায়োডের ফরোয়ার্ড ও রিভার্স এর ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার কার্ভ অঙ্কন।

২। বিভিন্ন কারেন্টগুলোকে সাজিয়ে পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে মিটারের সাহায্যে নি-ভোল্টেজ এবং ব্রেক-ডাউন নির্ণয় করা।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

১। জিনার ডায়োড ১টি

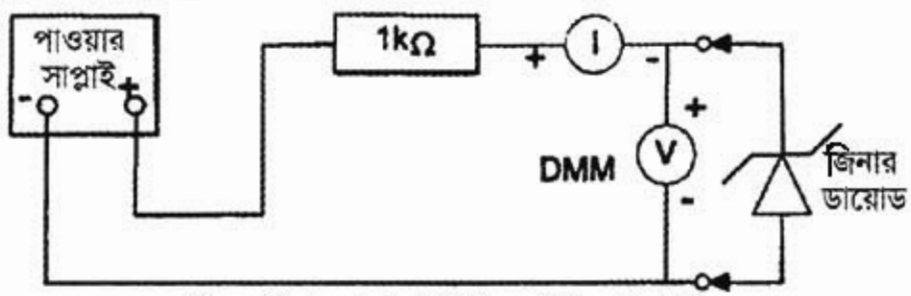
২। ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই (0-100 V) ১টি

৩। অ্যামেমিটার (0-250mA) ১টি

৪। ডিজিটাল মাল্টিমিটার ১টি

৫। রেজিস্টর (1kΩ) ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম :



চিত্র : জিনার ডায়োড বৈশিষ্ট্য রেখা নিরূপণ পদ্ধতি

কার্যপ্রণালি :

১। ওহম মিটার দিয়ে প্রথমে ডায়োডের পোলারিটি পরীক্ষা করতে হবে।

২। এরপর সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেক বোর্ডে সাজাতে হবে।

৩। সাপ্লাই ভোল্টেজ শূন্য থেকে আস্তে আস্তে বাড়াতে হবে এবং মিটারের ভোল্টেজ ও কারেন্টের পাঠ নিয়ে ডাটা শিট লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৪। এরপর ডায়োডটিকে খুলে ফরোয়ার্ড বায়াস সেট করে ভোল্টেজ ও কারেন্টের পাঠ ডাটা শিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

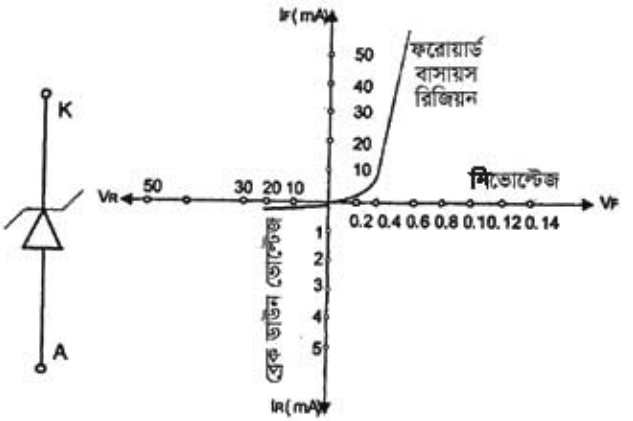
ফরোয়ার্ড ডাটা শিট

ডায়োড ভোল্টেজ V	ডায়োড কারেন্ট A

রিভার্স ডাটা শিট

ডায়োড ভোল্টেজ V	ডায়োড কারেন্ট A

উপরে প্রাপ্ত ডাটা হতে জিনার ডায়োডের বৈশিষ্ট্য রেখা নিম্নরূপের কাছাকাছি হবে। ছাত্ররা গ্রাফ পেপারে মানগুলো বসিয়ে রেখাটি অঙ্কন করবে।



চিত্র : জিনার ডায়োডের ভি, আই কার্ভ

১৩। জবের নাম : ট্রানজিস্টর পরীক্ষা এবং এন পি এন ও পি এন পি ট্রানজিস্টর বায়াইকরণ।

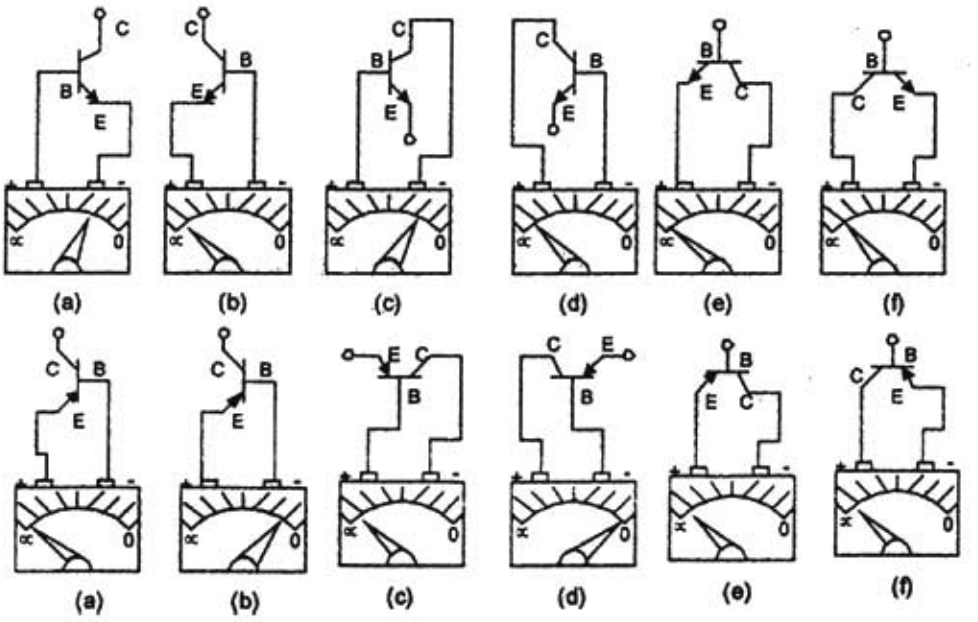
উদ্দেশ্য :

১। ট্রানজিস্টর সম্বন্ধে পরিচিতি লাভ।
২। ট্রানজিস্টর পরীক্ষা করা।
৩। এন পি এন ও পি এন পি ট্রানজিস্টর শনাক্ত করা।
৪। ট্রানজিস্টরের বেজ কালেক্টর ও ইমিটার নির্ণয় করা।
৫। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখান।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

১। অ্যাভোমিটার ১টি
২। ট্রানজিস্টর কয়েকটি
৩। রেজিস্টর 1MΩ ১টি

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর পরীক্ষাকরণ পদ্ধতি

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম মিটারের পজিটিভ প্রোবকে ব্যাটারির নেগেটিভ এবং মিটারের নেগেটিভ প্রোবকে ব্যাটারির পজিটিভ ধরে নিতে হবে।

২। এরপর একটি ট্রানজিস্টর নিয়ে উহার নম্বরটি ডাটা শিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৩। অ্যাভোমিটারের সিলেক্টর নব 0 ওহম সেট করতে হবে।

৪। মিটারের পজেটিভ প্রান্ত ট্রানজিস্টরের যে কোনো একটি পিনে সেট করার পর অপর প্রোবটি ট্রানজিস্টরের অন্য দুইটি পিনের যে কোনো একটিতে সংযোগ দিলে যদি মিটারটি বিক্ষেপ দেখায় তাহলে নেগেটিভ প্রোবটি খুলে অন্য পিনে সংযোগ দেওয়ার পর আবারও বিক্ষেপণ প্রদর্শন করলে ট্রানজিস্টরটির এনপিএন যা চিত্র (১) এর (a) (c) তে দেখানো হয়েছে। এরপর যদি মিটার বিক্ষেপণ না প্রদর্শন করে তবে পরিবর্তন করে পরীক্ষা করতে হবে।

৫। মিটারের নেগেটিভ প্রান্ত ট্রানজিস্টর এর একটি পিনে সেট করার পর মিটারের অপর প্রান্তে অন্য পিন সেট করার পর মিটার বিক্ষেপ প্রদর্শন করে এবং পজেটিভ প্রোবটি খুলে অন্য পিনে সেট করলে আবারও বিক্ষেপণ প্রদর্শন করে তবে ট্রানজিস্টরটি পি-এন-পি হবে। যদি মিটার কোনো বিক্ষেপণ না প্রদর্শন করে তবে পিনগুলো পরিবর্তন করে ট্রানজিস্টরটি পরীক্ষা করতে হবে।

২০২০

৬। যদি পদ্ধতি (৪) ও (৫) এর একটিতেও বিক্ষেপণ না দেখায় অথবা সব পিন বিক্ষেপণ প্রদর্শন করে তবে বোঝতে হবে ট্রানজিস্টরটি নষ্ট।

এখন এন-পি-এন ট্রানজিস্টরের পজেটিভ প্রোবের পিনটিকে আলাদাভাবে রেখে মিটারের প্রোবগুলোকে অপর দুইটি পিন সেট করতে হবে। এরপর আলাদা করা পিনটিকে বেজ হিসেবে চিহ্নিত করতে হবে। এবার বেস হতে IM ওহম রেজিস্টরটি মিটারের পজিটিভ প্রোবে সেট করতে হবে। এবার মিটারটি বিক্ষেপ প্রদর্শন করলে মিটারের পজেটিভ প্রোবের পিন হবে কালেক্টর এবং নেগেটিভ প্রোবের পিনটি হবে ইমিটার। আর মিটার যদি বিক্ষেপণ প্রদর্শন না করে তবে মিটারের প্রোব দুইটি সঙ্গে যুক্ত ট্রানজিস্টরের পিন দুইটি পরিবর্তন করে মিটারের পাঠ নিতে হবে।

৭। পি-এন-পি ট্রানজিস্টরটির নেগেটিভ প্রোবটির পিন হবে বেস। আর কালেক্টর ইমিটার বের করার পদ্ধতি।

৮। শুধু পার্থক্য রেজিস্টরটি নেগেটিভ প্রোবের সাথে সেট করতে হবে।

১৪। জবের নাম ঃ কমন ইমিটার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট তৈরিকরণ।

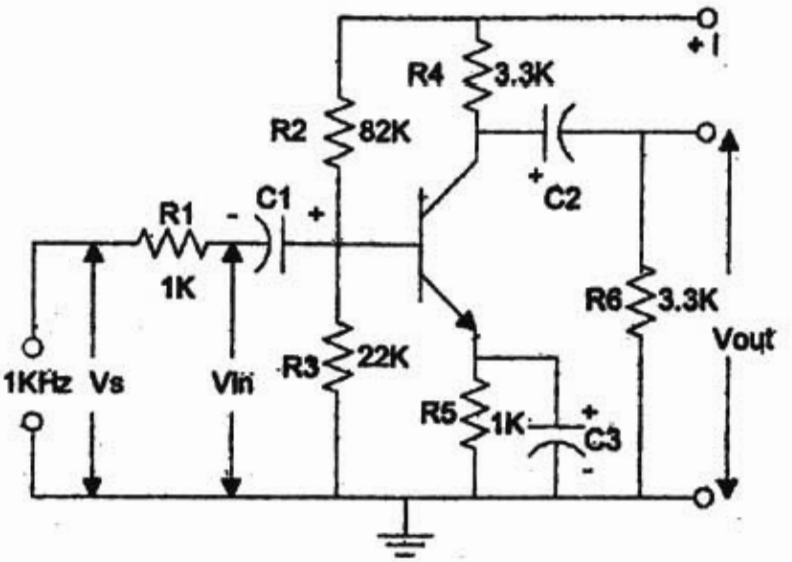
উদ্দেশ্য ঃ

১। কমন ইমিটার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট কীভাবে তৈরি করা যায় তা সম্বন্ধে দক্ষতা অর্জন।
২। ট্রানজিস্টর যে অ্যামপ্লিফায়ার ডিভাইস হিসেবে কাজ করে তা পর্যবেক্ষণ।
৩। ট্রানজিস্টরের বিভিন্ন পিন সম্পর্কে পরিচিতি লাভ।
৪। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ট্রানজিস্টর এন পি এন (C828) D400 ১টি
২। রেজিস্টর R1 = 1KΩ, R2 = 82KΩ, R3 = 22KΩ, R4 = 3.3KΩ, R5 = 1KΩ, R6 = 3.3KΩ
৩। ক্যাপাসিটর C1 = 10MF, C2 = 10MF, C3 = 100MF
৪। অসিলেটর
৫। অসিলোস্কোপ ১টি
৬। ব্রেড বোর্ড ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ কমন ইমিটার অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

কার্যপ্রণালি ঃ

১। ল্যাব হতে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড সার্কিট সাজাতে হবে।
৩। পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে।
৪। সিগন্যাল জেনারেটর থেকে ইনপুট সিগন্যাল (1KHz) দিতে হবে।
৫। ইনপুট ও আউটপুটের ওয়েভ সেপ অসিলোস্কোপ এর মাধ্যমে দেখতে হবে। এছাড়া ইনপুট এবং আউটপুটের অ্যামপ্লিচুডের তুলনা করতে হবে। যদি আউটপুটের অ্যামপ্লিচুড বৃদ্ধি পায় তাহলে সার্কিট অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে কাজ করবে।

১৫। জবের নাম ঃ LED পরীক্ষাকরণ।

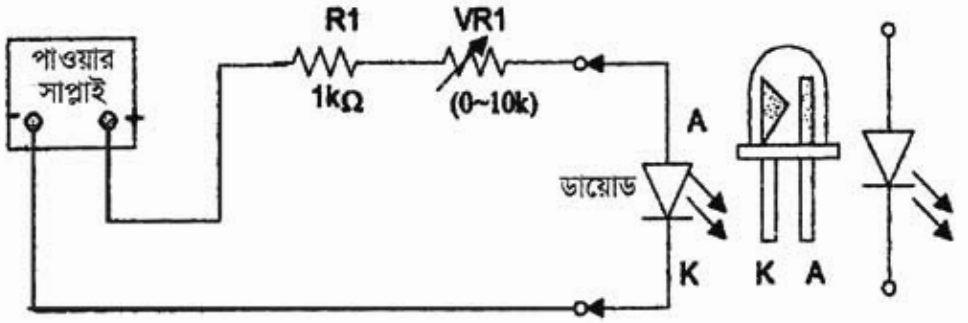
উদ্দেশ্য ঃ

১। LED এর অ্যানোড ও ক্যাথোড পরীক্ষা করা।
২। LED সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।
৩। LED এর কার্যকারিতা পরীক্ষা করা।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (0-12V) ১টি
২। SPST সুইচ ১টি
৩। ভেরিয়্যাবল রেজিস্টর (10k)
৪। LED ১টি।
৫। ব্রেড বোর্ড-১টি
৬। রেজিস্টর (1KΩ)

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ LED পরীক্ষণ পদ্ধতি

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ল্যাব হতে সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড এর মধ্যে সার্কিট সাজাতে হবে।
৩। সার্কিট পাওয়ার সাপ্লাই করতে হবে।
৪। সুইচ অন করে দেখতে হবে লাইট ইমিটিং ডায়োড জ্বলে কীনা?
৫। সুইচ অন করার পর যদি LED জ্বলে তাহলে চিত্র অনুযায়ী অ্যানোড ক্যাথোড শনাক্ত করতে হবে।
৬। আর যদি LED না জ্বলে তাহলে LED টি উল্টিয়ে দিতে হবে। উল্টানোর পর যদি LED টি জ্বলে তাহলেও চিত্র অনুযায়ী অ্যানোড ক্যাথোড বের করতে হবে। আর উল্টার পরেও যদি না জ্বলে তাহলে বোঝতে হবে LED টি নষ্ট।

১৬। জবের নাম ঃ আর. এফ. অসিলেটর স্টেজ এর ত্রুটি নিরূপণ।

উদ্দেশ্য ঃ আর. এফ. অসিলেটর স্টেজের ত্রুটি নিরূপণ এবং তা মেরামতকরণ।

তত্ত্ব ঃ রেডিও রিসিভারের আর.এফ. স্টেজের সাহায্যে বিভিন্ন স্টেশন হতে আগত সিগন্যাল হতে নির্দিষ্ট একটি সিগন্যাল নির্বাচন করে, যা পরবর্তী মিক্সার স্টেজে প্রেরিত হয়। মিক্সার স্টেজে আর. এফ. সিগন্যালের সাথে লোকাল অসিলেটর হতে আগত এ. এম. মডুলেটেড সিগন্যাল মিশ্রিত হয়ে ইন্টারমেডিয়েট সিগন্যাল উৎপন্ন করে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। রেডিও রিসিভার
২। সিগন্যাল জেনারেটর
৩। মাল্টিমিটার
৪। প্রয়োজনীয় টুলসসহ টুলবক্স

অসিলেটর ও RF স্টেজের ত্রুটি নিরূপণ ঃ

অসিলেটর স্টেজের ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য প্রথমে অসিলেটরের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর কন্টিনিউটি পরীক্ষা করতে হবে। মনে রাখতে হবে যে কন্টিনিউটি পরীক্ষার সময় রেডিও রিসিভারের সুইচ যেন অফ থাকে। কন্টিনিউটি ঠিক থাকলেও একই ওয়াইন্ডিং এর পাশাপাশি দুইটি টার্নের মধ্যে শর্ট সার্কিট হতে পারে, যা মিটারের সাহায্যে শনাক্ত করা সম্ভব নয়। এজন্য সন্দেহ দেখা দিলে অসিলেটরের কয়েল বদলাতে হবে। অসিলেটর ঠিক থাকলে অসিলেটর ট্রিমার টিউনিং ক্যাপাসিটর, গ্যাং ভেরিয়্যাবল ক্যাপাসিটর এবং কাপলিং ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে। এগুলোর যে কোনো একটি ওপেন, শর্ট বা লিক হলে অসিলেশন হবে না। ট্রিমার ও গ্যাং ক্যাপাসিটরের কানেকশন খুলে পরীক্ষা করতে হবে।

অসিলেটের সেকশন পরীক্ষা করার RF সেকশন পরীক্ষা করতে হবে। RF সেকশন সিগন্যাল পরীক্ষা করতে হবে। RF সেকশনে সিগন্যাল দেওয়া হলে স্পিকারের তারে সাড়া পাওয়া যাবে। অন্যান্য সকল সেকশন ঠিক থাকলে RF সেকশনের ত্রুটির ব্যাপারে নিশ্চিত হতে হবে। RF সেকশনের ট্রিমার ক্যাপাসিটর, গ্যাং ক্যাপাসিটর ও কাপলিং ক্যাপাসিটর পরীক্ষা করতে হবে। এছাড়াও এ্যারিয়েল কয়েলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করে ত্রুটির ব্যাপারে নিশ্চিত হতে হবে।

১৭। জবের নাম ঃ IF এবং ডিটেক্টর সার্কিটের ত্রুটি নিরূপণ।

উদ্দেশ্য ঃ IF এবং ডিটেক্টর স্টেজের ত্রুটি নিরূপণ এবং তা মেরামতকরণ।

তত্ত্ব ঃ ট্রানজিস্টর রিসিভারে দুইটি IF অ্যামপ্লিফায়ার এবং তিনটি IFT থাকে। IFT তিনটি প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় IFT নামে পরিচিত। এদের প্রথমটির রং হলুদ, দ্বিতীয়টি সাদা এবং তৃতীয়টির রং কাল হয়। IF সিগন্যাল হতে অডিও সিগন্যালকে পৃথক করাই ডিটেক্টরের কাজ। রেডিও রিসিভারে ডায়োড ডিটেক্টর ব্যবহার করা হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ ১। রেডিও রিসিভার ২। মাল্টিমিটার ৩। সিগন্যাল জেনারেটর ৪। প্রয়োজনীয় টুলসসহ টুলবক্স।

IF স্টেজের ত্রুটি নিরূপণ ঃ

IF অ্যামপ্লিফায়ার দুইটির মধ্যে কোনোটি খারাপ তা আগে শনাক্ত করা প্রয়োজন। এ কাজে প্রথমে দ্বিতীয় IFT এর প্রাইমারি ওয়াল্ডিং এ ইনজেক্টর এর মাধ্যমে সিগন্যাল প্রয়োগ করতে হবে। এতে কোনো সাড়া না পাওয়া গেলে ধরে নিতে হবে দ্বিতীয় IFT হতে তৃতীয় IFT তে ত্রুটি। এক্ষেত্রে অ্যামপ্লিফায়ারের কালেক্টরের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে এবং এতে ভোল্টেজ না পাওয়া গেলে ধরে নিতে হবে তৃতীয় IFT টি এর প্রাইমারি ওয়াল্ডিং কেটে গেছে। তাছাড়া ট্রানজিস্টরটি পরীক্ষা করার জন্য সার্কিট হতে আলাদা করে পরীক্ষা করতে হবে। এছাড়া অন্যান্য কম্পোনেন্ট পরীক্ষা করতে হবে। দ্বিতীয় IF এর অ্যামপ্লিফায়ার পরীক্ষা করে সঠিক

সঠিক পাওয়া গেলে প্রথম IF টির প্রাইমারিতে সিগন্যাল প্রয়োগ করতে হবে। স্পিকারের কোনো শব্দ না পাওয়া গেলে অ্যামপ্লিফায়ারের ট্রানজিস্টর পরীক্ষা করতে হবে। ট্রানজিস্টর পরীক্ষা করে ভালো ফল পাওয়া গেলে নিউট্যালাইজেশন ক্যাপাসিটর ও রেজিস্টর ইত্যাদি পরীক্ষা করতে হবে। এগুলো ঠিক থাকলে প্রথমে IF টি পরীক্ষা করতে হবে। প্রয়োজনে বদলাতে হবে। এ কথা মনে রাখতে হবে যে, তিনটি IF এর মধ্যে প্রথমটিতে সিগন্যাল দিলে স্পিকারে যে শব্দ কোনো যাবে দ্বিতীয়টিতে সিগন্যাল দিলে তার চেয়ে বেশি এবং তৃতীয়টিতে সিগন্যাল দিলে তার চেয়ে আরও বেশি শব্দ কোনো যাবে।

ডিটেক্টর স্টেজ পরীক্ষা করার পদ্ধতি ঃ

ডিটেকটর পরীক্ষা করার জন্য ডায়োডের এক প্রান্ত খুলতে হবে। মিটার $R \times 10$ রেঞ্জে রেখে ডায়োডের দুই মাথায় মিটারের প্রোব সংযোগ করে ডায়োড পরীক্ষা করতে হবে। অনেক ক্ষেত্রে ডায়োডের পরিবর্তে রেডিও রিসিভারে ট্রানজিস্টরের কালেক্টর ইমিটারকে শর্ট করে ডায়োড ডিটেক্টর হিসেবে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এক্ষেত্রেও অনুরূপ পরীক্ষা করতে হবে। ডায়োড ঠিক থাকলে ফিল্টার সার্কিটের রেজিস্টর ও ক্যাপাসিটর খারাপ হতে পারে। তবে ফিল্টার সার্কিট ত্রুটি থাকলে রেডিও রিসিভার বাজে না বা শব্দ বিকৃত হয় বা শব্দ দুর্বল হয়। সুতরাং তা পরীক্ষা করে দেখতে হবে। ডিটেক্টর স্টেজে কোনো ত্রুটি না থাকলে তৃতীয় IFT নষ্ট হতে পারে।

দশম শ্রেণি

জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২

দ্বিতীয় পত্র (তাত্ত্বিক)

২০২০

প্রথম অধ্যায়

বুলিয়ান অ্যালজেবরা

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- বুলিয়ান অ্যালজেবরার নিয়মগুলো ব্যক্ত করতে পারব;
- বুলিয়ান সমীকরণ সহজীকরণ সমস্যার সমাধান করতে পারব;
- ইউনিভার্সেল গেইট কী তা ব্যক্ত করতে পারব।

১.১ বুলিয়ান অ্যালজেবরা :

১৮৪৭ সালে জর্জ বুল নামে এক ইংরেজ পাদ্রি লজিক সার্কিট ডিজাইনের জন্য বাইনারি সিস্টেমের উপর ভিত্তি করে একটি বীজগণিতীয় উপপাদ্য আবিষ্কার করেন যা বুলিয়ান অ্যালজেবরা নামে পরিচিত। বুলিয়ান অ্যালজেবরা লজিক সার্কিট ডিজাইনের জন্য ব্যবহৃত হয়। দুইটি অপারেটর OR (+) এবং AND (.) দ্বারা বুলিয়ান অ্যালজেবরা পরিচালিত হয়।
বুলিয়ান অ্যালজাবরায় তিনটি মৌলিক প্রক্রিয়া রয়েছে। যথাক্রমে-

১. OR (Logical Addition)
২. AND (Logical Multiplication)
৩. NOT (Logical Inversion)

এই তিন প্রক্রিয়া বাস্তবায়নের জন্য OR, AND ও NOT নামে তিন ধরনের যুক্তি বর্তনী (Logic Circuit) ব্যবহার করা হয়।
বুলিয়ান উপপাদ্য দিয়ে লজিক রাশিমালার সরলীকরণ করা যায়। প্রাসঙ্গিক বুলিয়ান উপপাদ্য

OR	AND	NOT
$A + 0 = A$	$A . 0 = 0$	$A = \overline{A}$
$A + 1 = 1$	$A . 1 = A$	$0 = 1$
$A + A = A$	$A . A = A$	$1 = 0$
$A + \overline{A} = 1$	$A . \overline{A} = 0$	

সমূহের কার্যনীতি সমূহ নিম্নে দেওয়া হলো-
বুলিয়ান উপপাদ্যের কয়েকটি প্রমাণ নিচে দেওয়া হলো

i) $A + 1 = 1$

প্রমাণঃ বামপক্ষ $A+1$

$A = 1$ হলে প্রদত্ত রাশির মান $= 1 + 1$

$= 1$

$A = 0$ হলে প্রদত্ত রাশির মান $= 0 + 1$

$= 1$

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ (প্রমাণিত)

ii) $A + A = A$

প্রমাণঃ বামপক্ষ $A+A$

A = 0 হলে প্রদত্ত রাশির মান = 0 + 0
= 0
A = 1 হলে প্রদত্ত রাশির মান = 1 + 1
= 1

ডানপক্ষ A
A = 0 হলে প্রদত্ত রাশির মান = 0
A = 1 হলে প্রদত্ত রাশির মান = 1
∴ ডানপক্ষ = ডানপক্ষ (প্রমাণিত)

iii) A = A
প্রমাণ ঃ বামপক্ষ A
A = 0 হলে, A = 0
= 1
= 0
A = 1 হলে, A = 1
= 0
= 1

আরও কয়েকটি উপপাদ্য-

অনুষঙ্গ উপপাদ্য	বিনিময় উপপাদ্য	বিভাজন উপপাদ্য	ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য	সহায়ক উপপাদ্য
(A+B)+C=A+(B+C) ABC=A(BC)	A+B=B+A AB=BA	A(B+C)=AB+AC	A.B=A+B A+B=A.B	A+AB=A A+AB=A+B (A+B)(A+C)=A+BC

১.২ বুলিয়ান সমীকরণ সহজীকরণ ও সমস্যার সমাধান :

উদাহরণ-১

A+AB
=A(1+B)
=A(1) [A+1=1]
=A 1.A=A

উদাহরণ-২

$$A + \overline{A}B$$
$$= A + AB + \overline{A}B$$
$$= A + B(A + \overline{A})$$
$$= A + B(1)$$
$$= A + B$$

উদাহরণ-৩

(A+B) (A+C)
=AA+AC+AB+AC
=A+AC+AB+BC [A.A=A]
=A+AB+BC [A+AB=A]
=A+BC [A+AB=A]

উদাহরণ-৪

AB+BC(B+C)
=AB+BBC+BCC
=AB+BC+BC
AB+BC
B(A+C)

উদাহরণ-৫

A+B(A+C)+AC
A+AB+BC+AC
=A+BC+AC [A+AB=A]
=A+BC [A+AB=A]

উদাহরণ-৬

$$\overline{A + \overline{BC}}$$
$$= \overline{A} \bullet \overline{\overline{BC}}$$
$$\overline{A}BC$$

অথবা,

$$\overline{A + \overline{BC}}$$
$$= \overline{A} \overline{+ \overline{B} + \overline{C}}$$
$$= \overline{A}\overline{\overline{BC}}$$
$$= \overline{A}BC$$

উদাহরণ-৭

$$\overline{\overline{A+BC}+\overline{AB}}$$

$$=\overline{\overline{A+BC}}.\overline{\overline{AB}}$$

$$=(A+BC).(\overline{AB})$$

$$=(A+BC)(\overline{AB})$$

$$=A\overline{AB}+BC\overline{AB}$$

$$=A\overline{B}+0$$

$$A\overline{B}$$

আরও কতিপয় বুলিয়ান সমীকরণ ও উহাদের সমাধান

(i) $Y=A\overline{\overline{B}}+B$

(ii) $Y=(\overline{A}+B)(A+B)$

(iii) $Y=\overline{A}\overline{B}\overline{C}+\overline{A}B\overline{C}+A\overline{B}\overline{C}+AB\overline{C}$

(iv) $Y=A\overline{B}C+ABC$

(v) $Y=ABC+A\overline{B}\cdot(\overline{A}\overline{C})$

(vi) $Y=ABC+AB\overline{C}+A\overline{B}C$

(vii) $Y=\overline{A}C(\overline{A}BD)+\overline{A}BCD+A\overline{B}C$

(viii) $Y=(\overline{A}+B)(A+B+D)\overline{D}$

(ix) $Y=ABC+A\overline{B}C+\overline{A}$

(x) $Y=(A+\overline{B})(\overline{A}+B)$

(xi) $Y=\overline{A}BC+AB\overline{C}+ABC+ABC\cdot$

(xii) $Y=A.\overline{B}+\overline{A}.B$

(xiii) $Y=(A+B+C+D)B$

(xiv) $Y=A+\overline{A}B+A\overline{B}$

(i) $Y=A\overline{\overline{B}}+B$

$=A(\overline{B}+B)$

$=A.1$

= A

(ii) $Y=(\overline{A}+B)(A+B)$

$=\overline{A}A+\overline{A}B+AB+BB$

$=0+\overline{A}B+AB+B$

$=B(\overline{A}+A)+B$

$=B+B$

= B

(iii) $Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + AB\overline{C}$

$= \overline{A}\,\overline{C}(\overline{B} + B) + A\overline{C}(\overline{B} + B)$

$= \overline{A}\,\overline{C} + A\overline{C}$

$= \overline{C}(\overline{A} + A)$

$= \overline{C}$

(iv) $Y = A\overline{B}C + ABC$

$= AC(\overline{B} + B)$

=AC

(v) $Y = ABC + A\overline{B} \cdot (\overline{\overline{A}\,\overline{C}})$

$= ABC + A\overline{B}(\overline{\overline{A}} + \overline{\overline{C}})$

$= ABC + A\overline{B}(A + C)$

$= ABC + AA\overline{B} + A\overline{B}C$

$= ABC + A\overline{B} + A\overline{B}C$

$= AC(B + \overline{B}) + A\overline{B}$

$= AC + A\overline{B}$

$= A(C + \overline{B})$

(vi) $Y = ABC + AB\overline{C} + A\overline{B}C$

$= AB(C + \overline{C}) + A\overline{B}C$

$= AB + A\overline{B}C$

$= A(B + \overline{B}C)$

$= A\left[B(C + \overline{C}) + \overline{B}C\right]$

$= A\left[BC + B\overline{C} + \overline{B}C\right]$

$= A\left[BC + B\overline{C} + BC + \overline{B}C\right]$

$= A\left[B(C + \overline{C}) + C(B + \overline{B})\right]$

$= A\left[B + C\right]$

$= A\left[B + C\right]$

(vii) $Y = \overline{A}C(\overline{\overline{A}BD}) + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C$

$= \overline{A}C(\overline{\overline{A}} + \overline{B} + \overline{D}) + \overline{A}B\overline{C}D + A\overline{B}C$

$= \overline{A}C(A + \overline{B} + \overline{D})\overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C$

$= \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C \qquad \left[\overline{A}.A = 0\right]$

$= \overline{B}C(\overline{A} + A) + \overline{A}\overline{D}(C + B\overline{C})$

$= \overline{B}C + \overline{A}\overline{D}(B + C)\left[C + B\overline{C} = B + C\right]$

(viii) $Y = (\overline{A} + B)(A + B + D)\overline{D}$

$= (\overline{A} _ B)(A\overline{D} + B\overline{D} + D\overline{D})$

$= (\overline{A} + B)(A\overline{D} + B\overline{D})$ $\quad [D\overline{D} = 0]$

$= \overline{A}A\overline{D} + \overline{A}B\overline{D} + AB\overline{D} + BB\overline{D}$

$= 0 + \overline{A}B\overline{D} + AB\overline{D} + B\overline{D}$

$= B\overline{D}(\overline{A} + A) + B\overline{D}$

$= B\overline{D} + B\overline{D}$

$= B\overline{D}$

(ix) $Y = ABC + A\overline{B}C + \overline{A}$

$= AC(B + \overline{B}) + \overline{A}$

$= AC + \overline{A}$

$= AC + \overline{A}(C + \overline{C})$

$= AC + \overline{A}C + \overline{A}\overline{C}$

$= AC + \overline{A}C + \overline{A}\overline{C} + \overline{A}C$

$= C(A + \overline{A}) + \overline{A}(\overline{C} + C)$

$= C + \overline{A}$

(x) $Y = (A + \overline{B})(\overline{A} + B)$

$= A.\overline{A} + A.B + \overline{A}.\overline{B} + B.\overline{B}$

$= AB + \overline{A}.\overline{B}$

(xi) $Y = \overline{A}BC + AB\overline{C} + ABC + ABC \cdot$

$= BC(A + \overline{A}) + AB(\overline{C} + C)$

$= AB + BC$

(xi) $Y = A.\overline{B} + \overline{A}.B$

$= \overline{A.\overline{B}}.\overline{\overline{A}B}$

$= \overline{A}.B.A\overline{B}$

=0

(xii) $Y = \overline{(A + B)} + \overline{C + D})B$

$= (\overline{A}.\overline{B} + \overline{C}.\overline{D})B$

$= (\overline{A}.\overline{B}B + B.\overline{C}.\overline{D})$

$= 0 + B.\overline{C}.\overline{D}$

$= B\overline{C}.\overline{D}$

(xiii) $Y = A + \overline{A}B + A\overline{B}$

$= A(1+B) + \overline{A}B + A\overline{B}$

$= A + AB + \overline{A}B + A\overline{B}$

$= A + B(A + \overline{A}) + A\overline{B}$

$= A + B + A\overline{B}$

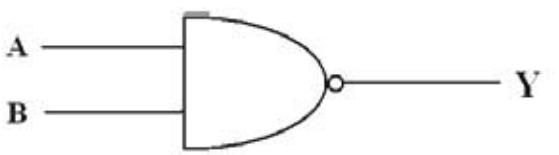
$= A + B \qquad [A + A\overline{B} = A]$

১.১ ইউনিভার্সেল লজিক গেইট :

AND, OR এবং NOT এই তিনটি গেইটকে মৌলিক গেইট বলা হয়। আবার এ তিনটি গেইটের সমন্বয়ে যে কোনো লজিক বর্তনী তৈরি করা সম্ভব। তবে শুধু NAND Gate দিয়েও যে কোনো বর্তনী তৈরি করা সম্ভব। অর্থাৎ শুধু NAND Gate দিয়ে AND, OR এবং NOT Gate এর ফাংশন বাস্তবায়ন সম্ভব। তেমনি শুধু NOR Gate দিয়েও মৌলিক গেইট তিনটির ফাংশন বাস্তবায়ন সম্ভব। তাই NAND ও NOR Gate দুইটি Universal Gate বা সার্বজনীন গেইট নামে পরিচিত।

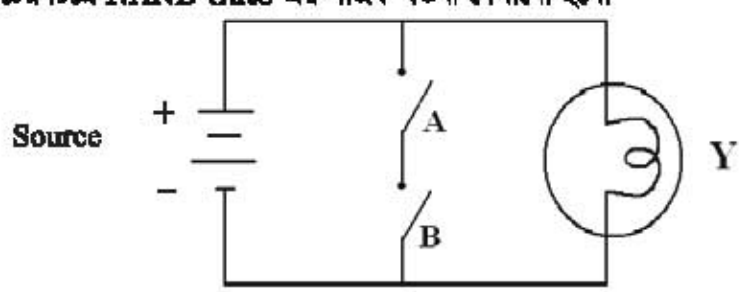
ন্যান্ড গেইট (NAND Gate)

এটি এমন একটি লজিক গেইট বা একটি AND Gate এবং একটি NOT Gate এর সমন্বয়ে গঠিত। এ গেইটের সকল ইনপুট হাই (High) হলেই শুধু আউটপুট লো (Low) হয়। অন্যথায় সর্বদাই আউটপুট হাই (High) হবে। এতে দুই বা ততোধিক ইনপুট আর একটি মাত্র আউটপুট থাকে।



চিত্র : NAND Gate-এর প্রতীক

নিচের চিত্রে NAND Gate-এর লজিক বর্তনী দেখানো হলো



চিত্র NAND Gate-এর লজিক বর্তনী

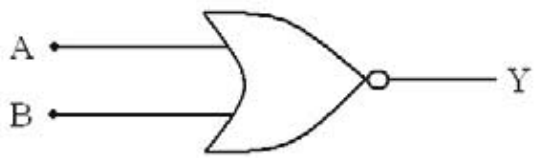
এখানে A ও B ইনপুট এবং Y আউটপুট।
i) A ও B অফ (Off) থাকলে Y অন (ON) থাকবে।
ii) A অফ (Off) ও B অন (ON) হলে Y অন (ON) থাকবে।
iii) A অন (ON) ও B অফ (Off) হলে Y অন (ON) থাকবে।
iv) A অন (ON) ও B অন (ON) হলে Y অফ (Off) থাকবে।

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

বুলিয়ান সমীকরণ, $Y = \overline{A\,B}$

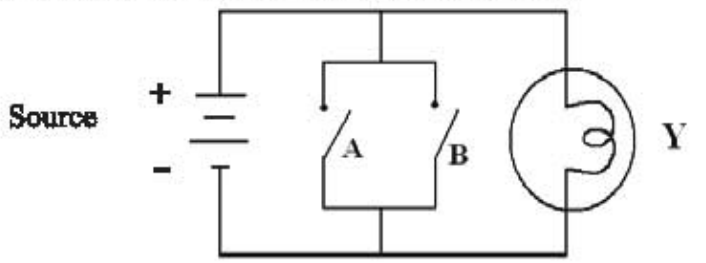
NAND Gate-এর ট্রু টেবিল

নর গেইট (NOR Gate)
এটি এমন একটি লজিক গেইট যা একটি OR Gate এবং একটি NOT Gate এর সমন্বয়ে গঠিত। এ গেইটের সকল ইনপুট (Low) হলেই শুধু আউটপুট হাই (High) হয়। অন্যথায় সর্বদাই আউটপুট লো (Low) হবে। এটিরও দুই বা ততোধিক ইনপুট আর একটি মাত্র আউটপুট থাকে।



চিত্র : NOR Gate-এর প্রতীক

নিচের চিত্রে NOR Gate-এর লজিক বর্তনী দেখানো হলো-



চিত্র : NOR Gate-এর লজিক বর্তনী

নিচের চিত্রে NOR Gate- এর ট্রু টেবিল দেখানো হলো-

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

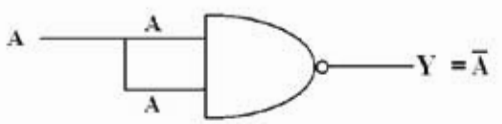
বুলিয়ান সমীকরণ, $Y = A + B$

NOR Gate-এর ট্রু টেবিল

ইউনিভার্সাল লজিক গেট দিয়ে অ্যান্ড, অর এবং নট গেট এর বাস্তবায়ন

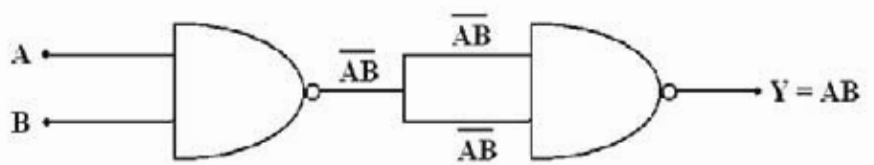
NAND Gate এর সার্বজনীনতা বা অ্যান্ড, অর এবং নট গেট এর বাস্তবায়ন

i) NAND Gate দিয়ে NOT Gate এর ফাংশন বাস্তবায়নঃ NAND Gate এর দুইটি ইনপুটকে সর্ট করে
একটি ইনপুট প্রদান করলে একে NOT Gate হিসেবে ব্যবহার করা যায়। অর্থাৎ NAND Gate, NOT Gate-এ রূপান্তরিত হয়।



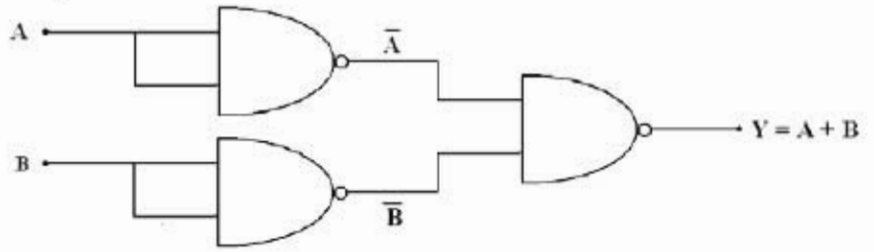
ব্যাখ্যা ঃ $Y = A.A$
$= A$

ii) NAND Gate দিয়ে AND Gate এর ফাংশন বাস্তবায়নঃ NAND Gate কে নিম্নরূপে সংযোগ করে
একে AND Gate- এ রূপান্তর করা যায়। এ ক্ষেত্রে দুইটি NAND Gate এর প্রয়োজন হয়।



ব্যাখ্যা ঃ $Y = AB \,.\, AB$
$= AB\,[A \,.\, A = A]$

iii) NAND Gate দিয়ে OR Gate এর ফাংশন বাস্তবায়নঃ NAND Gate কে নিম্নরূপে সংযোগ করে একে OR Gate- এ রূপান্তর করা যায়। এ ক্ষেত্রে তিনটি NAND Gate এর প্রয়োজন হয়।



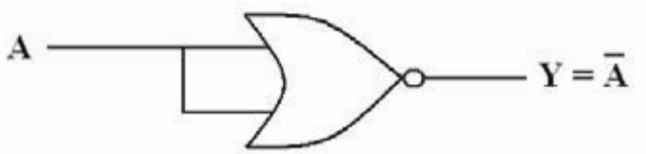
ব্যাখ্যা ঃ $Y = A + B$

$= A + B$ [ডি-মরগানের উপপাদ্য প্রয়োগ করে]

$= A + B$

NOR Gate এর সার্বজনীনতা বা অ্যান্ড, অর এবং নট গেট এর বাস্তবায়ন

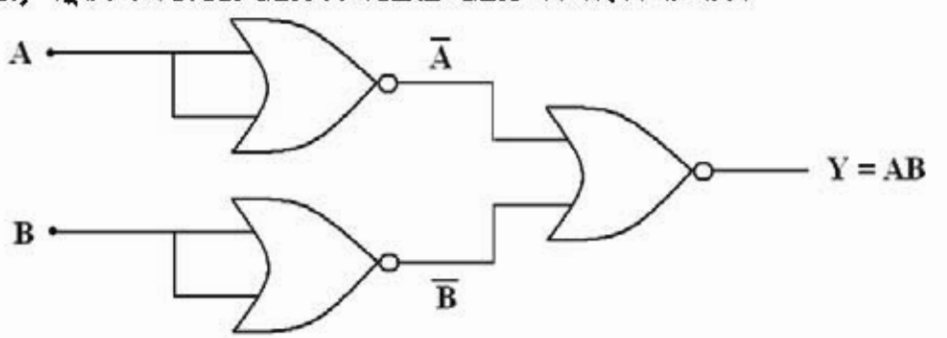
অনুরূপভাবে NOR Gate দিয়ে NOT Gate এর ফাংশন বাস্তবায়ন



ব্যাখ্যা ঃ $Y = A + A$

$= A$

iv) অনুরূপভাবে NOR Gate দিয়ে AND Gate এর ফাংশন বাস্তবায়ন

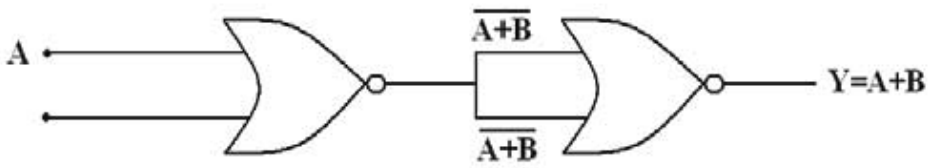


ব্যাখ্যা ঃ $Y = A+B$

$= A.B$

$= AB$

v) অনুরূপভাবে OR Gate এর ফাংশন বাস্তবায়ন



ব্যাখ্যা ঃ $Y = (A+B) + (A+B)$
$= A+B$
$= A+B$

সুতরাং দেখা যায় যে, বিভিন্ন সংযোগের মাধ্যমে NAND Gate ও NOR Gate গেইট দিয়ে তিনটি মৌলিক গেইটের কার্য সম্পন্ন করা যায়। অতএব, NAND Gate এবং NOR Gate এক একটি Universal Gate বা সার্বজনীন গেইট।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। বুলিয়ান অ্যালজেবরা কী?
২। ডাবল ইনভার্সন নিয়মটি লেখ।
৩। কম্যুটেটিভ সূত্রটি লেখ।
৪। অ্যাসোসিয়েটিভ সূত্রটি লেখ।
৫। ডিস্ট্রিবিউটিভ সূত্রটি লেখ।
৬। ইউনিভার্সেল গেইট বলতে কী বোঝ?
৭। বুলিয়ান অ্যালজেবরার তিনটি মৌলিক ক্রিয়া কী কী?
৮। Postulate বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ডি-মরগানের উপপাদ্যটি লেখ।
২। গুণের যোগ গঠন পদ্ধতির উদাহরণসহ লেখ।
৩। যোগের গুণ গঠন পদ্ধতির উদাহরণসহ লেখ।
৪। NAND এবং NOR গেইটের সার্বজনীনতা বলতে কী বোঝায়?
৫। সরল কর : $Y = (\bar{A} + B)(A + B)$
৬। সরল কর : $Y = (\overline{A + B} + \overline{C + D})B$
৭। সরল কর : $Y = (A + \bar{B})(\bar{A} + B)$
৮। সরল কর : $Y = \overline{A\bar{B} + \bar{A}B}$
৯। $Y = A\bar{B}C + ABC$ বুলিয়ান সমীকরণটি সরল কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। NAND গেট এবং NOR গেটের সাহায্যে AND গেট OR গেট এবং NOT গেট তৈরি কর।

দ্বিতীয় অধ্যায়
কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- হাফ এডার ও ফুল এডারের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- হাফ সাবট্রাক্টর ও ফুল সাবট্রাক্টরের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- এনকোডার ও ডিকোডার এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- মাল্টিপ্লেক্সার ও ডিমাল্টিপ্লেক্সারের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব।

কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট

যে সার্কিট আউটপুট চলতি ইনপুটের উপর নির্ভর করে কিন্তু কোনো মেমরির উপর নির্ভর করে না, তাকে কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট বলে। এসব সার্কিটে কোনো Feedback সিগনাল থাকে না।

২.১ হাফ এডার ও ফুল এডারের কার্যপ্রণালি:

অ্যাডার (Adder)

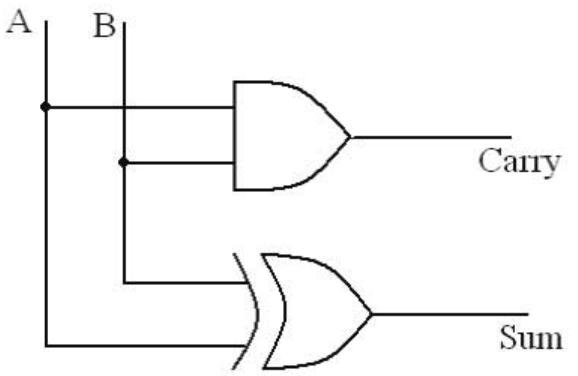
যে লজিক সার্কিটের সাহায্যে বাইনারি সংখ্যার যোগফল নির্ণয় করা হয়, তাকে অ্যাডার সার্কিট বলে। এটি দুই প্রকার। যথা-
১) হাফ অ্যাডার ২) ফুল অ্যাডার।

হাফ অ্যাডার

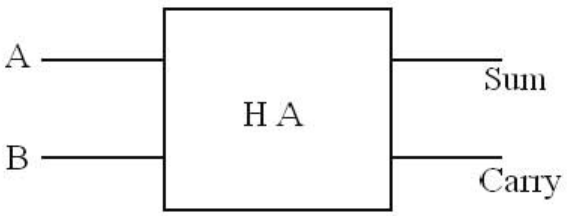
যে অ্যাডার সার্কিটের মাধ্যমে এক বিটের দুইটি সংখ্যার যোগফল নির্ণয় করা যায়, তাকে হাফ অ্যাডার বলে। দুইটি বিট যোগ করার জন্য নিম্নের চারটি অবস্থা পাওয়া যায়।

i) 0 + 0 = 0 ii) 0 + 1 = 1 iii) 1 + 0 = 1
iv) 1 + 1 = 10

একটি AND Gate ও X-OR Gate একটি এর সমন্বয়ে হাফ অ্যাডার বর্তনী তৈরি করা যায়।



চিত্র : হাফ অ্যাডার বর্তনী



চিত্র : ব্লক ডায়াগ্রাম হাফ অ্যাডার

INPUT		OUTPUT	
A	B	Carry	Sum
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

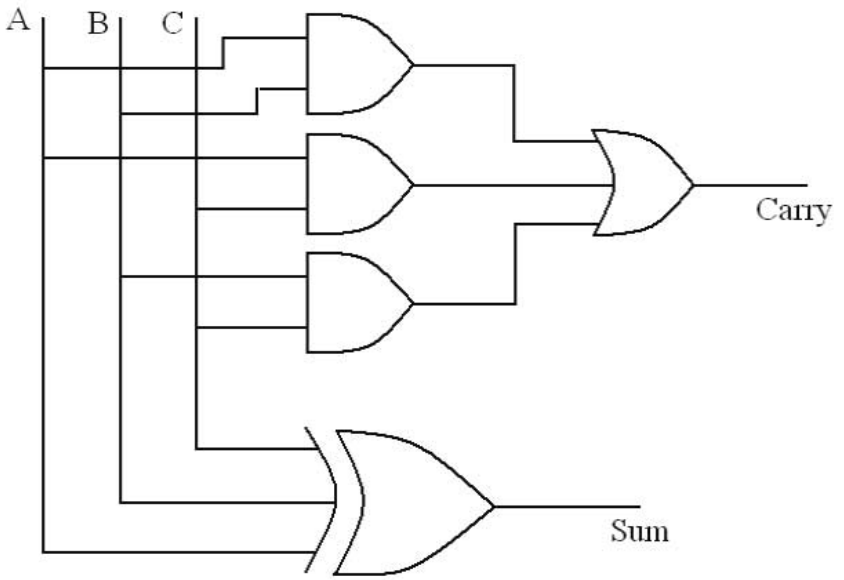
ট্রু টেবিল : হাফ অড্যার

আউটপুট, Sum এবং Carry এর জন্য বুলিয়ান সমীকরণ,

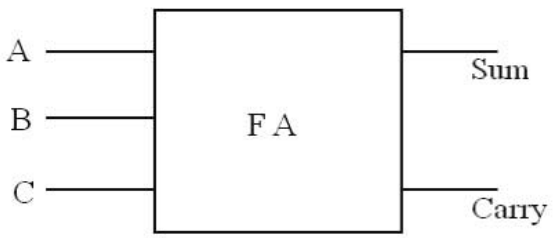
$$Sum = A + B$$
$$Carry = AB$$

ফুল অড্যার

যে অ্যাডার সার্কিটের মাধ্যমে দুই বা ততোধিক বিটের দুইটি বাইনারি সংখ্যার যোগফল নির্ণয় করা যায়, তাকে ফুল অ্যাডার বলে। যখন একাধিক বিটের যোগফল নির্ণয় করতে হয়, তখন প্রথম দুইটি বিট যোগ করে যদি কোনো ক্যারি থাকে তা পরের বিটের সাথে যোগ করতে হয়। ফলে ফুল অ্যাডারে ইনপুট হিসেবে থাকে তিনটি বিট এবং দুইটি আউটপুট থাকে। একটি Sum অপরটি Carry. নিচে একটি ফুল অ্যাডার বর্তনী আঁকা হলো



চিত্র ঃ ফুল অ্যাডার বর্তনী



ব্লক চিত্র ঃ ফুল অ্যাডার

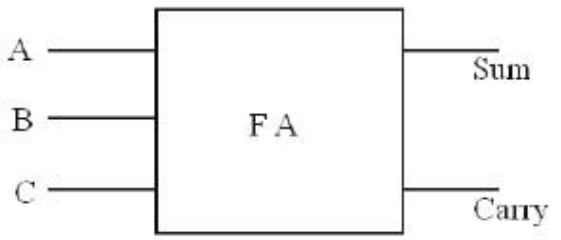
নিচে ফুল অ্যাডারের ট্রু টেবিল দেওয়া হলো-

	INPUT		OUTPUT	
A	B	C	Carry	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

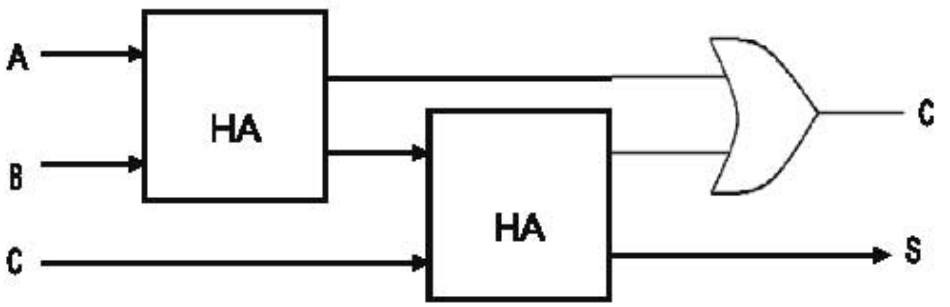
ট্রুথ টেবিলঃ ফুল অ্যাডার

হাফ অ্যাডারের সাহায্যে ফুল অ্যাডার বাস্তবায়ন

দুইটি হাফ অ্যাডার ব্যবহারে একটি ফুল অ্যাডার তৈরি করা যায়। বিটের জন্য ফুল অ্যাডার নিচে দেখানো হলো।



চিত্র ঃ ফুল অ্যাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ফুল অ্যাডারের লজিক ডায়াগ্রাম

S_n ও C_nএর বুলিয়ান সমীকরণ নিম্নরূপ ঃ

$S_n = A_n + B_n + C_{n-1}$

$C_n = A_n B_n + A_n C_{n-1} + B_n C_{n-1}$

ফুল অ্যাডারের ট্রুথ টেবিল নিম্নরূপ ঃ

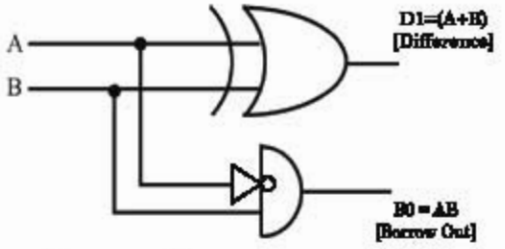
INPUT			OUTPUT	
A	B	C	Carry	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

চিত্র

হাফ সাবট্রাক্টর ও ফুল সাবট্রাক্টর:

হাফ সাবট্রাক্টর

যে ইলেকট্রনিক সার্কিটের মাধ্যমে দুই বিটের বিয়োগফল নির্ণয় করা যায় তাকে হাফ সাবট্রাক্টর বলে। একটি হাফ সাবট্রাক্টর 1S কলামের বিয়োগের ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা যেতে পারে। এ সার্কিট মূলতঃ হাফ এডারের মতই, তবে পার্থক্য হলো এ সার্কিটে AND গেট এর ইনপুটে একটি NOT গেট ব্যবহার করা হয়। একটি X-OR গেট, একটি AND গেট এর সমন্বয়ে এ সার্কিট গঠিত। X-OR গেটের কাজ বিয়োগফল তৈরি করা এবং AND গেট এর কাজ ধার B0 (Borrow) তৈরি করা। নিচে হাফ সাবট্রাক্টর সার্কিট দেখানো হলো :



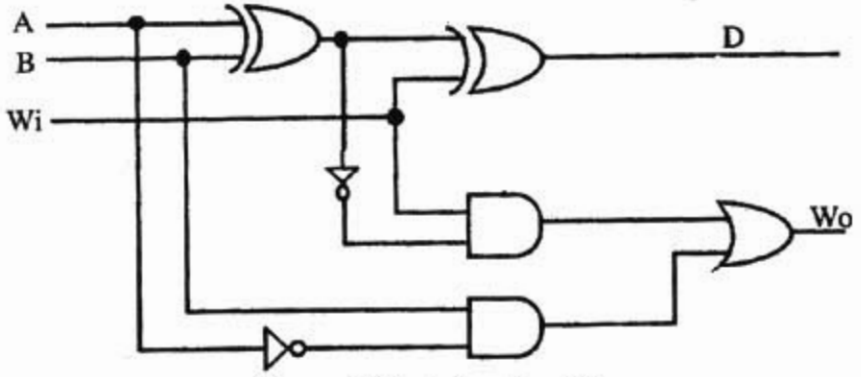
চিত্র : হাফ সাবট্রাক্টর

ইনপুট		আউটপুট	
A	B	Difference	Borrow
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

চিত্র : ট্রুথ টেবিল

ফুল সাবট্রাক্টর

দুইটি হাফ সাবট্রাক্টর ও একটি OR গেটের সাহায্যে একটি ফুল সাবট্রাক্টর তৈরি করা হয়। এই সার্কিট দিয়ে দুই বিটের বিয়োগফল নির্ণয় করা হয়। নিম্নে একটি ফুল সাবট্রাক্টর সার্কিট অংকন করে বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : পূর্ণ বিয়োগের যুক্তিবর্তনী

এখানে দুইটি AND গেট, দুইটি NOT গেট, দুইটি X-OR গেট এবং একটি OR গেটের সমন্বয় করে একটি ফুল সাবট্রাক্টর সার্কিট গঠন করা হয়েছে। এই সার্কিটের A ও B এর সাহায্যে ইনপুট দেওয়া হয়। এই সার্কিটের ট্রুথ টেবিল নিম্নে উল্লেখ করা হলো :

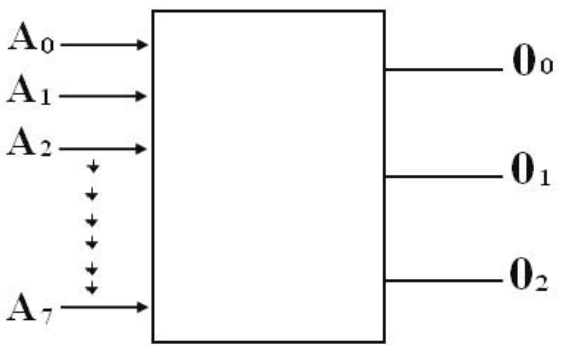
A	B	Wi	D	Wo
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	1

এনকোডার ও ডিকোডার

এনকোডার (Encoder)

এনকোডার

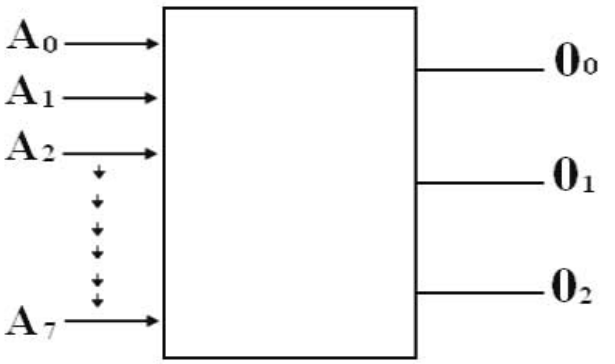
এটি এমন এক ধরনের লজিক সার্কিট যা ডেসিমেল সংখ্যার সমতুল্য বাইনারি সংখ্যা তৈরি করে। নিচে একটি এনকোডারের ব্লক চিত্র দেখানো হলো। যার অপারেশন ট্রু টেবিলের মাধ্যমে বোঝানো হলো



চিত্র: ব্লক ডায়াগ্রাম-অক্টাল থেকে বাইনারি এনকোডার

ব্লক ডায়াগ্রাম ও ট্রুথ টেবিলের মাধ্যমে এনকোডারের কার্যপ্রণালি

একটি এনকোডারের ব্লক চিত্র দেখানো হয়েছে। যার অপারেশন ট্রু টেবিলের মাধ্যমে বোঝানো হলো



চিত্র: ব্লক ডায়াগ্রাম-অক্টাল থেকে বাইনারি এনকোডার

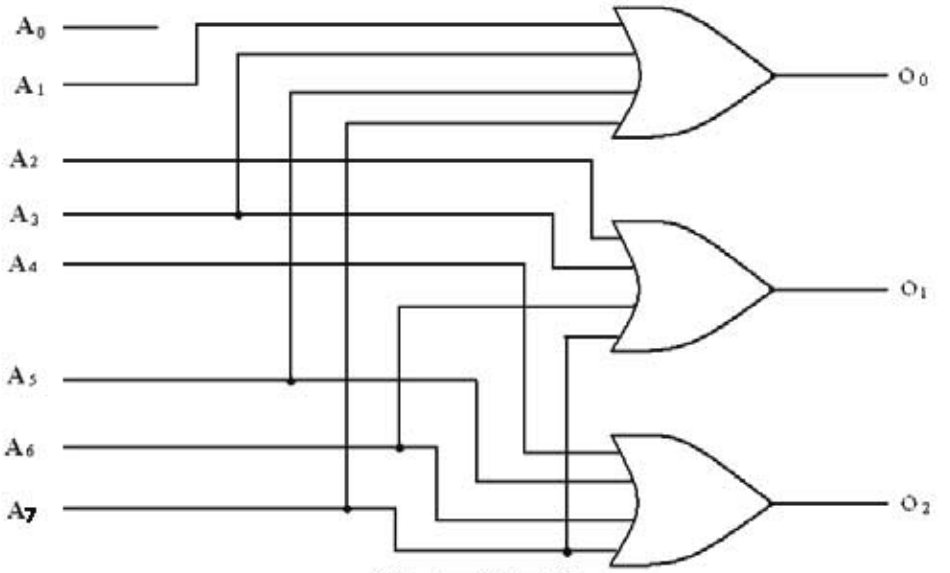
এখানে A0-A7 পর্যন্ত ইনপুটের মাধ্যমে 0-7 পর্যন্ত ৮টি ডেসিমেল সংখ্যা চিহ্নিত করে ইনপুটে প্রদান করা হয়। আর আউটপুট নেওয়া হয় তিন বিট বাইনারি সংখ্যা অর্থাৎ 00-02 পর্যন্ত। ইনপুট A0=1, এটি দ্বারা ডেসিমেল 0 কে বোঝানো হয়েছে। তখন আউটপুট = 000
আবার, ইনপুট A3=1, এটি দ্বারা ডেসিমেল 3 কে বোঝানো হয়েছে। তখন আউটপুট = 011
নিচে A0-A7 পর্যন্ত ইনপুটের জন্য 00-02 আউটপুটের ট্রু টেবিল দেওয়া হলো।

INPUT								OUTPUT		
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	O2	O1	O0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

অক্টাল থেকে বাইনারি এনকোডার বর্তনীঃ

নিচের চিত্রে অক্টাল থেকে বাইনারি এনকোডারের বর্তনী দেখানো হলো। এ বর্তনীতে ৮টি ইনপুট এবং ৩টি আউটপুট আছে। একসাথে একটি মাত্র ইনপুটে লজিক মান 1 হয়। ৩টি চার ইনপুট OR Gate এর সাহায্যে এই বর্তনী বাস্তবায়ন সম্ভব। এর সমীকরণ নিম্নরূপ-

00 = A1 +A3 + A5 + A7
01 = A2 +A3 + A6 + A7
00 = A4 +A5 + A6 + A7



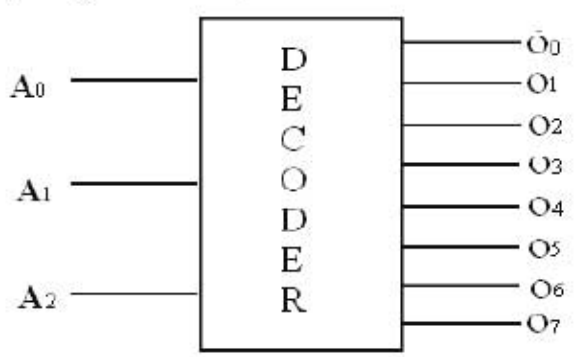
চিত্র : এনকোডার বর্তনী

INPUT								OUTPUT		
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	O2	O1	O0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

এনকোডার বর্তনীর ট্রু টেবিল

ডিকোডার (Decoder)

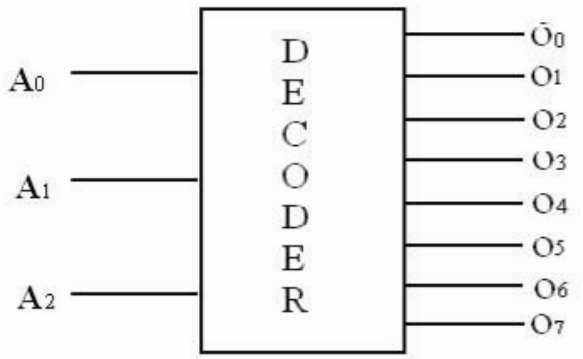
এনকোডারের বিপরীত হলো ডিকোডার। এটি এমন এক ধরনের লজিক সার্কিট যা বাইনারি সংখ্যার সমতুল্য ডেসিমেল সংখ্যা তৈরি করে। নিচে একটি ডিকোডারের ব্লক চিত্র দেখানো হয়েছে। যার কার্যপ্রণালি ট্রু টেবিলের সাহায্যে বর্ণনা করা যায়।



চিত্র : ডিকোডারের ব্লক চিত্র

ডিকোডারের কার্যপ্রণালি

একটি ডিকোডারের ব্লক চিত্র দেখানো হয়েছে। যার কার্যপ্রণালি ট্রু টেবিলের সাহায্যে বর্ণনা করা যায়।



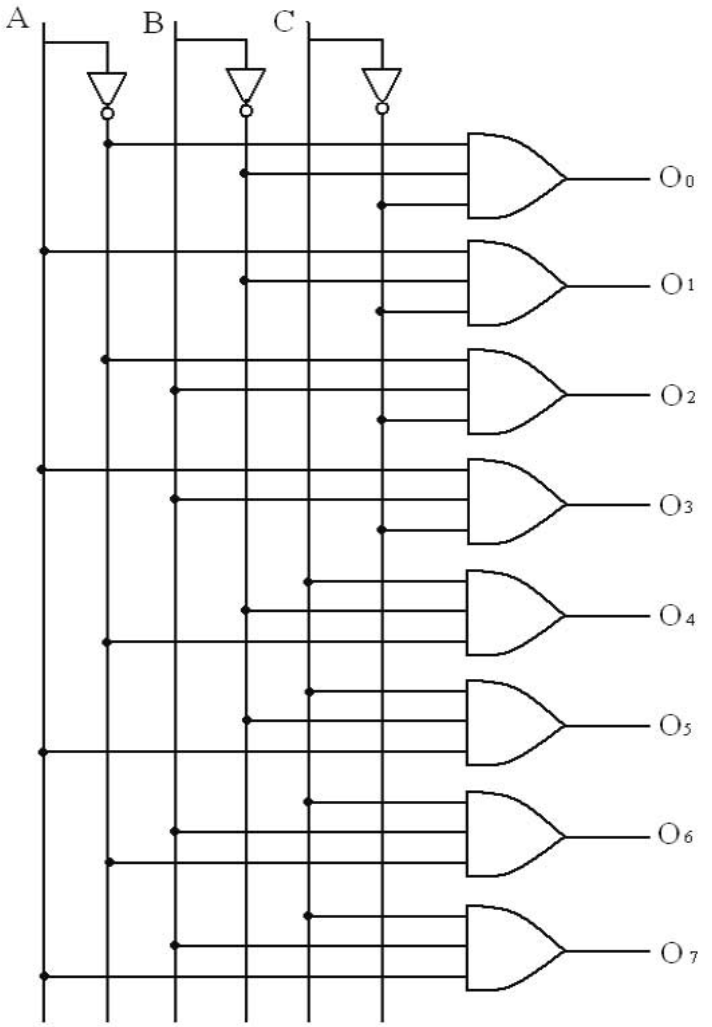
চিত্র: ডিকোডারের ব্লক চিত্র

এখানে A0-A2 পর্যন্ত তিন বিটের বাইনারি সংখ্যা ইনপুট হিসেবে প্রদান করা হয়। আর আউটপুট 00-07 পর্যন্ত ডেসিমেল সংখ্যায় পাওয়া যায়। যখন ইনপুট 000 হয়, তখন আউটপুট 00 হাই (1) হয়। আবার, যখন ইনপুট 011 হয়, তখন আউটপুট 03 যা দ্বারা 3 বোঝানো হয়েছে, হাই হয়। প্রতিটি ডেসিমেল সংখ্যা (0-7) পর্যন্ত আউটপুট পাওয়া যায়। নিচের ট্রু টেবিলে তা দেখানো হলো-

INPUT			OUTPUT							
A2	A1	A0	OO	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

চিত্র : ৩ টু ৮ লাইন ডিকোডার ট্রুথ টেবিল

নিচের চিত্রে একটি ডিকোডার বর্তনী দেখানো হয়েছে। এ ডিকোডারে সার্কিটে 3টি ইনপুটের জন্য ৪টি আউটপুট পাওয়া যাবে। একে বাইনারি হতে অক্টাল ডিকোডারও বলা হয়।



চিত্র ঃ ৩ টু ৮ লাইন ডিকোডার লজিক বর্তনী

INPUT			OUTPUT							
C	B	A	OO	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

ট্রুথ টেবিল

ডিকোডারের ব্যবহার

১। কাউন্টারের আউটপুট সংকেতকে ডিকোট করার কাজে ব্যবহার করা হয়।
২। কাউন্টারের বিভিন্ন মেমরি সার্কিটের সাথে CPU এর সমন্বয় সাধনের জন্য ডিকোডারের ব্যবহার অপরিহার্য।

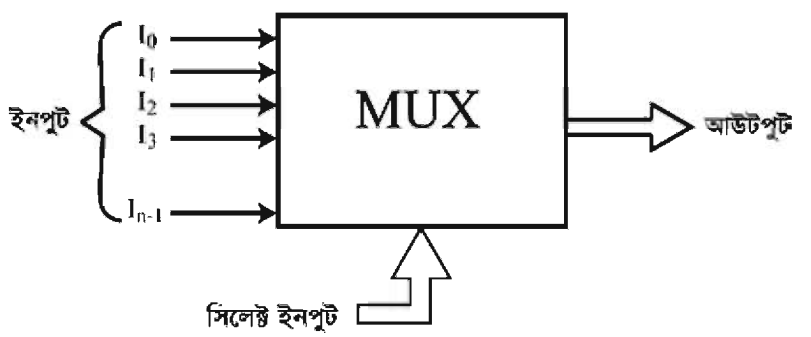
ইনকোডার ও ডিকোডারের মধ্যে পার্থক্য ঃ

ইনকোডার	ডিকোডার
(i) এটি ডেসিম্যাল সংখ্যার সদৃশ বাইনারি সংখ্যা তৈরি করে।	(i) এটি বাইনারি সংখ্যার সদৃশ ডেসিম্যাল সংখ্যা তৈরি করে।
(ii) এর ইনপুটে ডেসিম্যাল এবং আউটপুট BCD হয়।	(ii) এর ইনপুট BCD এবং আউটপুট বাইনারি হয়।

মাল্টিপ্লেক্সার ও ডিমাল্টিপ্লেক্সারের কার্যপ্রণালি:

মাল্টিপ্লেক্সার

যে লজিক সার্কিটের অনেকগুলো ইনপুট এবং একটিমাত্র আউটপুট থাকে, তাকে মাল্টিপ্লেক্সার বলে। নিম্নে একটি মাল্টিপ্লেক্সার সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ মাল্টিপ্লেক্সার

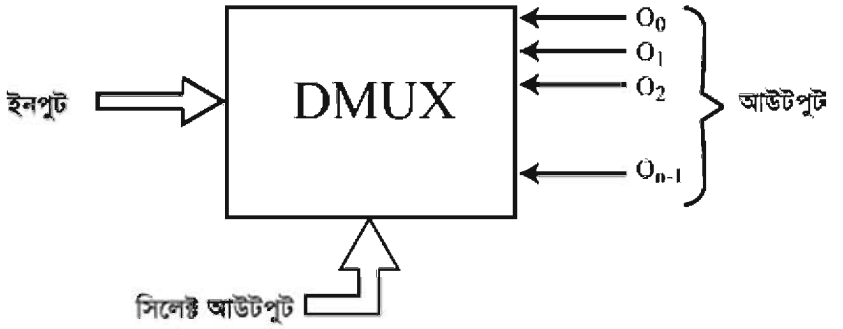
এখানে n-সংখ্যক ইনপুট বিশিষ্ট মাল্টিপ্লেক্সার এর ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। অনেকগুলো ইনপুটের মধ্য থেকে যেকোনো একটি ইনপুট সিলেক্ট ইনপুটের সাহায্যে নির্ধারণ করে আউটপুটে প্রেরণ করা হয়। অর্থাৎ অনেকগুলো ইনপুটের থেকে যেকোনো একটি ইনপুট আউটপুটে পাওয়া যাবে।

ডিমাল্টিপেক্সার সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

যে লজিক সার্কিটের একটি মাত্র ইনপুট এবং অনেকগুলো আউটপুট থাকে তাকে, ডি মাল্টিপ্লেক্সার বলে।

২০২০

নিম্নে একটি ডিমাল্টিপ্লেক্সার সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ডিমাল্টিপ্লেক্সার

এখানে n-সংখ্যক আউটপুট বিশিষ্ট ডিমাল্টিপ্লেক্সার এর ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এই ডিমাল্টিপ্লেক্সারের ইনপুটের একটি ডাটা অনেকগুলো আউটপুট থেকে যেকোনো একটি আউটপুটে নির্ধারণ করা হয়। তবে কোন আউটপুট ডাটাটি যাবে তা নির্বাচন করে সিলেক্ট আউটপুট এর উপর।

মাল্টিপ্লোক্সার ও ডিমাল্টিপ্লেক্সারের মধ্যে পার্থক্য ঃ

মাল্টিপ্লোক্সার	ডিমাল্টিপ্লেক্সার
(i) অনেকগুলি গ্রহণ সংকেতের যেকোনো একটিকে নির্গমনমুখের সাথে সংযুক্ত করা যায়।	(i) একটি সংকেতকে অনেক নির্গমন মুখের সাথে সংযুক্ত করা যায়।
(ii) AND এবং OR গেইট দ্বারা যুক্তি বাস্তবায়ন করা হয়।	(ii) AND গেইট দ্বারা যুক্তি বাস্তবায়ন করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট কী?
২। অ্যাডার কী?
৩। সাবট্রাক্টর কী?
৪। ডিকোডার কী?
৫। মাল্টিপ্লেক্সার কী?
৬। হাফ অ্যাডার বলতে কী বোঝায়?
৭। ফুল অ্যাডার বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। চিত্রসহ হাফ অ্যাডারের ট্রুথ টেবিল লেখ।
২। ইনকোডার ও ডিকোডারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
৩। মাল্টিপ্লোক্সার ও ডিমাল্টিপ্লোক্সারের মধ্যে পার্থক্য কী?
৪। ইনকোডিং ও ডিকোটিং পদ্ধতি বুঝিয়ে দাও।
৫। মাল্টিপ্লোক্সারের 4 টি প্রয়োগ ক্ষেত্রের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ফুল অ্যাডারের বর্ণনা দাও।
২। চিত্রসহ ফুল সাবট্রাক্টরের বর্ণনা দাও।
৩। একটি মাল্টিপ্লেক্সার সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। একটি ডিমাল্টিপেক্সার সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

তৃতীয় অধ্যায়
সিকোয়েন্সিয়াল লজিক সার্কিট

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

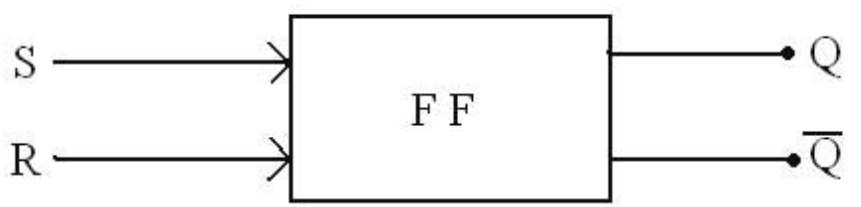
- ফ্লিপ-ফ্লপ কী এবং তার কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- কাউন্টার কী এবং তার কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- এডি ও ডিএ কনভার্টারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করতে পারব;
- সেমি কন্ডাক্টর মেমোরি কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- সেমি কন্ডাক্টর মেমোরির শ্রেণিবিভাগ করতে পারব;
- একটি কম্পিউটারের সাধারণ গঠন বর্ণনা করতে পারব।

৩.১ ফ্লিপ-ফ্লপ এবং তার কার্যপ্রণালি :

ল্যাচ ও ফ্লিপ-ফ্লপ (Latch and Flip-Flop)

ফ্লিপ-ফ্লপ হলো এক প্রকার মেমোরি এলিমেন্ট। কম্পিউটারের অভ্যন্তরীণ স্মৃতি ভান্ডার হিসেবে ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করা হয়। ডিজিটাল সিগন্যাল দিয়ে বাইনারি তথ্য ইলেকট্রনিক সার্কিটের সাহায্যে সঞ্চয় করে রাখা হয়। যে সার্কিট এই কাজে ব্যবহার করা হয়, তার নামই হলো ফ্লিপ-ফ্লপ। একে সংক্ষেপে FF লেখা হয়। FF সার্কিটের দুইটি ইনপুট ও দুইটি আউটপুট থাকে। ইনপুট দুইটির একটি বাইনারি 1 এবং অন্যটিতে বাইনারি 0 লেভেলের ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে আউটপুট দুইটিতে ও বাইনারি 1 এবং বাইনারি 0 লেবেলে ডিজিটাল আউটপুট পাওয়া যায়। এবার যদি ইনপুট লেভেল উল্টে দেওয়া হয়, অর্থাৎ আগে যেখানে 0 ছিল সেখানে 1 এবং যেখানে 1 ছিল সেখানে 0 দেওয়া হয়, তাহলে আউটপুটের সিগন্যালও উল্টে যায়। সুতরাং ইনপুটের সাহায্যে FF এর আউটপুটকে 1 অথবা 0 স্টেটে ইচ্ছামত সেট করা যায়।

নিচে একটি সেট-রিসেট FF এর ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

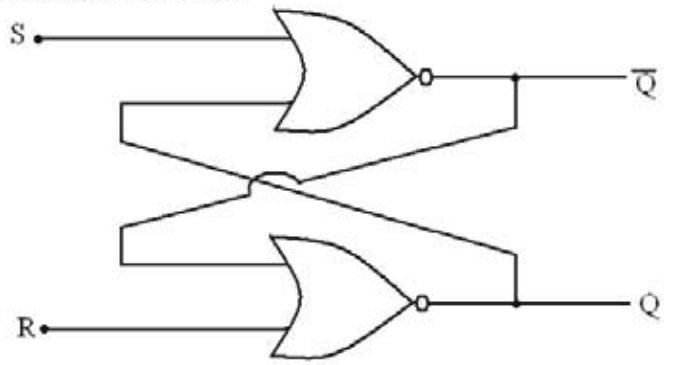


চিত্র : ব্লক ডায়াগ্রাম ফ্লিপ-ফ্লপ

সেট অবস্থা : $Q = 1$, এবং $\overline{Q} = 0$
রিসেট অবস্থা : $Q = 0$, এবং $\overline{Q} = 1$

FF বর্তনী ল্যাচ নামেও পরিচিত। ল্যাচ শব্দের অর্থ দরজার হুক। হুক লাগালে দরজা বন্ধ থাকে আবার হুক খুলে দরজা খোলা সম্ভব। তেমনি ল্যাচ বর্তনীকে সেট অবস্থায় (Q = 1, এবং Q = 0) রাখলে তা লজিক (1) সংরক্ষণ করে। এ জন্যই FF বর্তনী ল্যাচ নামে পরিচিত। তবে একে প্রাথমিক FF বর্তনী বলা হয়। কারণ এর সাথে ক্লক সংকেত যুক্ত করে প্রকৃত FF বর্তনী তৈরি করা হয়। NOR এবং NAND Gate দিয়ে FF বর্তনী তৈরি করা হয়।

NOR ল্যাচ বা প্রাথমিক FF বর্তনী :

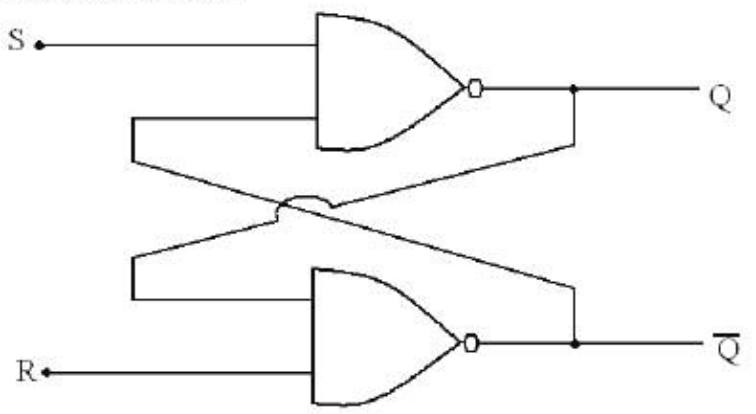


চিত্র : NOR ল্যাচ বর্তনী।

S	R	Q	Q
0	0	No change	
1	0	1	0 সেট
0	1	0	1 রিসেট
1	1	ব্যবহারযোগ্য নয়	

ট্রুথ টেবিল

NAND ল্যাচ দ্বারা FF বর্তনী:



চিত্র : NAND ল্যাচ

S	R	Q	Q
0	0	No change	
1	0	1	0 সেট
0	1	0	1 রিসেট
1	1	ব্যবহারযোগ্য নয়	

ট্রু টেবিল

বিভিন্ন ধরনের বর্তনী আছে। যেমন ঃ S-R, T, D, J-K, M-S, ফ্লিপ-ফ্লপ ইত্যাদি।

ফ্লিপ-ফ্লপের ব্যবহার বা প্রয়োগ ক্ষেত্র

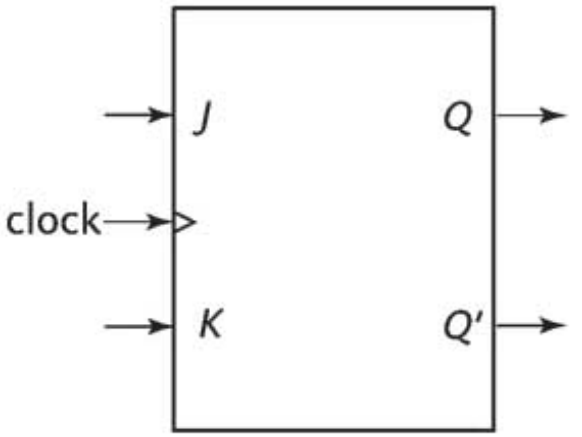
সিকোয়েন্সিয়াল লজিক সার্কিট গঠনে ফ্লি-ফ্লপের ব্যবহার সর্বাধিক। নিচে ফ্লিপ-ফ্লপের কিছু সংখ্যক ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

১। Bounce elimination সুইচ তৈরিতে।
২। তথ্যে সংরক্ষণের জন্য রেজিস্টার তৈরিতে।
৩। Frequency divider হিসেবে।
৪। ইলেকট্রনিক কাউন্টার সার্কিট তৈরিতে।
৫। ক্লক ফ্রিকুয়েন্সি সিরিয়াল এবং প্যারালাল স্থানান্তরকরণে।
৬। ক্লক ফ্রিকুয়েন্সি সংরক্ষণ এবং পুন ব্যবহারকরণে।
৭। ডিজিটাল কম্পিউটার তৈরিতে।
৮। বিভিন্ন লজিক গেইট তৈরিতে।
৯। মেমোরি উপাদান হিসেবে এবং
১০। বিভিন্ন গাণিতিক লজিক প্রক্রিয়া সম্পন্ন করতে।

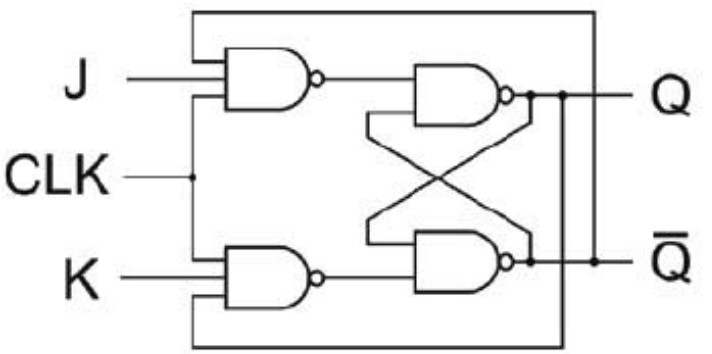
ব্লক ডায়াগ্রাম ও ট্রুথ টেবিলের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যপ্রণালি

ক্লকযুক্ত J.K ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যাবলি ঃ

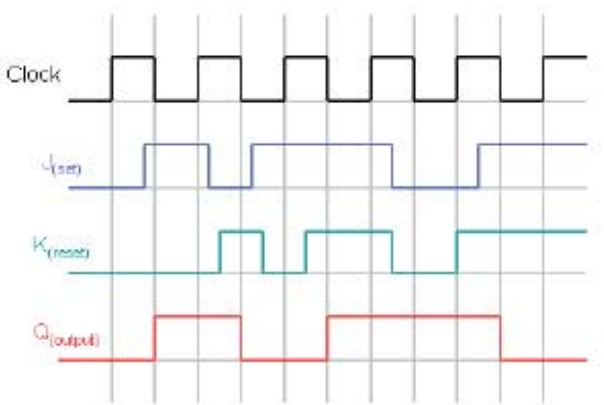
S-R ফ্লিপ-ফ্লপ দিয়ে J.K ফ্লিপ-ফ্লপ গঠন নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। এর দুইটি ইনপুট J ও K: J ও Q কে AND গেইট দিয়ে S এর সাথে এবং K ও Q কে AND গেট দিয়ে R এর সাথে যুক্ত করা হয়েছে। এর ফলে J ও K এর সাথে 1 প্রয়োগ করলে S ও R কখনও এক সাথে 1 হবে না। অর্থাৎ J - K ফ্লিপ-ফ্লপে রেস কন্ডিশন নাই। তবে এক্ষেত্রে J=K=1 ইনপুটের জন্য Q পূর্বে যা ছিল তা পরিবর্তন হবে; অর্থাৎ 1 থাকলে 0 হবে এবং 0 থাকলে 1 হবে। নিচের টেবিলে ও চিত্র (গ) টাইমিং ডায়াগ্রামে তা দেখান হয়েছে।



চিত্র ঃ (ক) J - K ফ্লিপ-ফ্লপ প্রতীক বা ব্লক আরেখ্য



চিত্র (খ) ঃ J - K ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট আরেখ্য



চিত্র ঃ (গ) J - K ফ্লিপ-ফ্লপের টাইমিং আরেখ্য

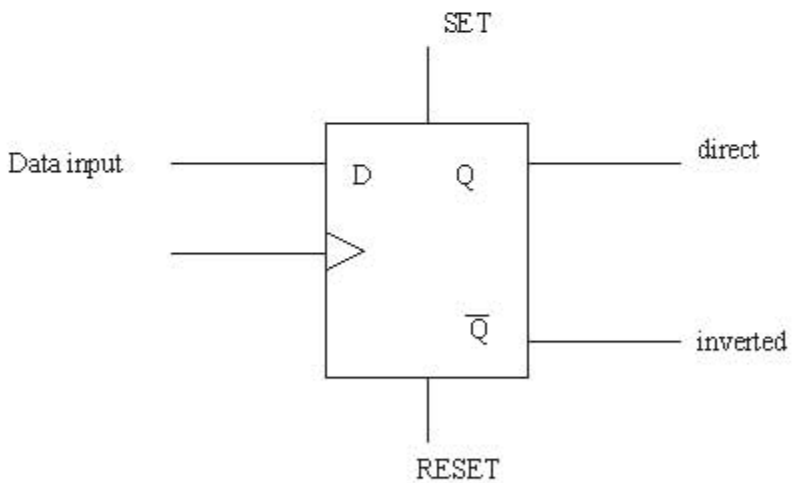
J	Q	S=J.Q	R=K.Q	Q_{n-1}	Q_n
0	0	0	0	X	X
1	0	0	0	1	X
0	1	0	1	0	X
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0

চিত্র: (খ) J - K ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

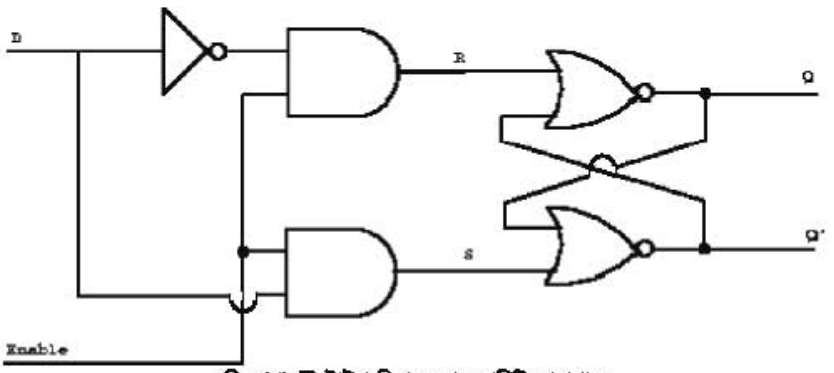
উপরের (খ) চিত্রে J ও K ইনপুটদ্বয়কে +5V এ সংযুক্ত করে রাখলে সার্কিটটি অসিলেট করতে থাকবে। এ কারণে J ও K ফ্লিপ-ফ্লপে এজ টিগারিং পালস ব্যবহার করা উচিত।

D ফ্লিপফ্লপের কার্যাবলি :

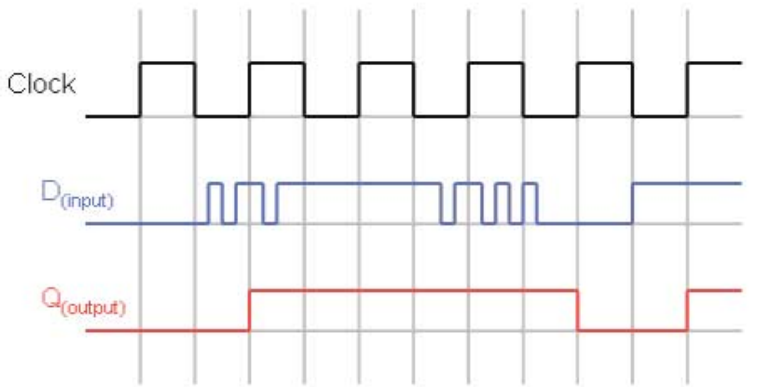
D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ : S-R ফ্লিপ-ফ্লপের উভয় ইনপুটে 1 প্রয়োগ করলে রেস কন্ডিশনের সৃষ্টি হয়। নিচের সার্কিটের সাহায্যে এই রেস কন্ডিশন দূর করা যায়। এ ধরনের ফ্লিপ-ফ্লপকে D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ বা D টাইপ ল্যাচ বলা হয়। এর কেবলমাত্র একটি ইনপুট আছে। ট্রুথ টেবিলে X দিয়ে যে কোনো ইনপুট বোঝানো হয়েছে। এজ ট্রিগার্ড D টাইপের ল্যাচের প্রতীক ট্রুথ টেবিল নিচে প্রদত্ত হলো:



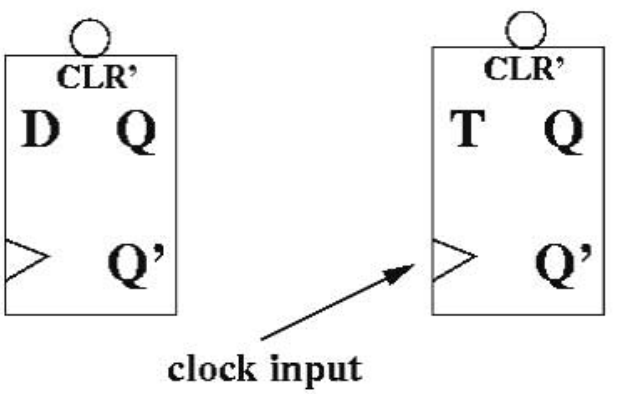
চিত্র (খ) : D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপের ব্লক ডায়াগ্রাম



চিত্র (খ) D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপের সার্কিট ডায়াগ্রাম



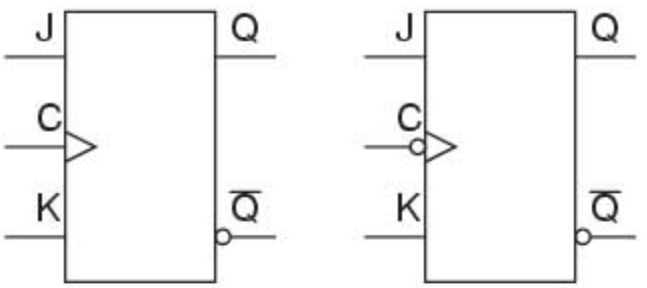
চিত্র ঃ D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপের টাইমিং ডায়াগ্রাম



চিত্র (ক) D টাইপ স্যাচ ব্লক ডায়াগ্রাম: (খ) সার্কিট ডায়াগ্রাম, (গ) টাইমিং ডায়াগ্রাম
(ঘ) প্রতীক

D টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ পজিটিভ ও নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড জাতীয় হতে পারে। উভয় প্রকারের প্রতীক নিচে দেওয়া হলো।

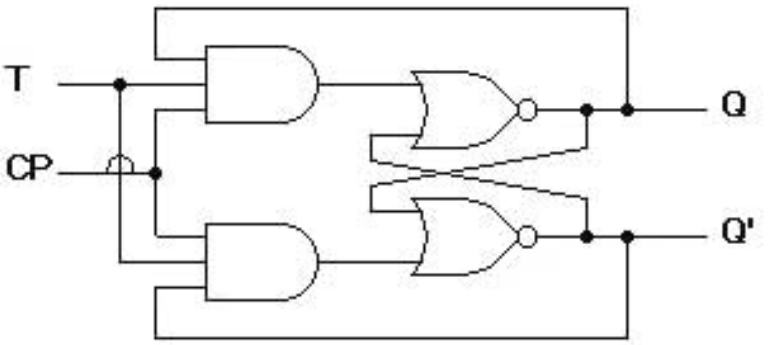
২০২০



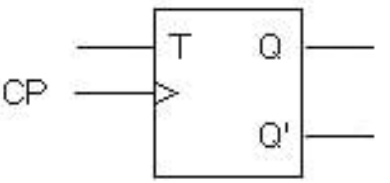
চিত্র: পজিটিভ ও নেগেটিভ এজ ট্রিগার্ড জি টাইপ ল্যাচ

T ফ্লিপফ্লপের কার্যাবলি :

T- টাইপ ফ্লিপ-ফ্লপ : J – K ফ্লিপ-ফ্লপে J ও K ইনপুট সংযুক্ত করলে T- ফ্লিপ-ফ্লপ গঠিত হয়। যখন $T = 0$ তখন $J = K = 0$, এই অবস্থায় ক্লক পালস আউটপুট পরিবর্তন করে না। কিন্তু যখন $J = 1$ তখন $J = K = 1$, এই অবস্থায় ক্লক পরিবর্তনের সময় আউটপুট টগল করে। টেবিলে এর ট্রুথ টেবিল দেখান হয়েছে।



(a) Logic diagram



(b) Graphical symbol

Q T	Q(t+1)
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0

(c) Transition table

Clocked T flip-flop

চিত্র : টি ফ্লিপ-ফ্লপ (ক) লজিক ডায়াগ্রাম (খ) গ্রাফিক্যাল/ব্লক সিম্বল (গ) ট্রুথ টেবিল

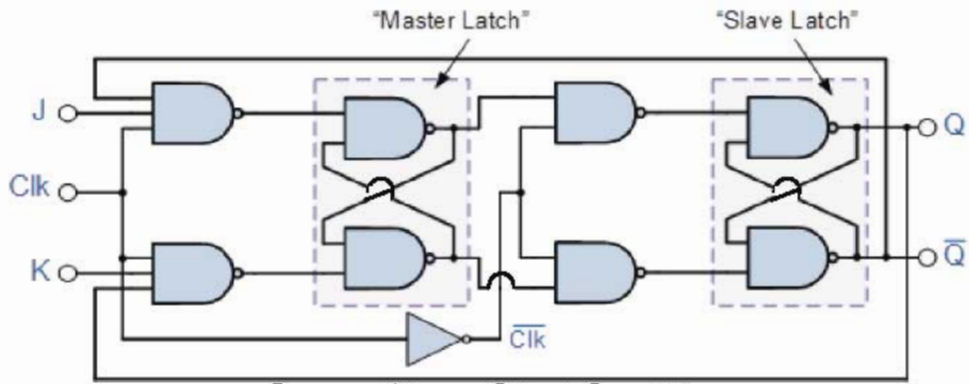
জে কে মাস্টার-স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপ (J-K Master-Slave Flip-Flop)

মাস্টার স্লেভ J-K ফ্লিপ-ফ্লপের কার্যাবলি ঃ

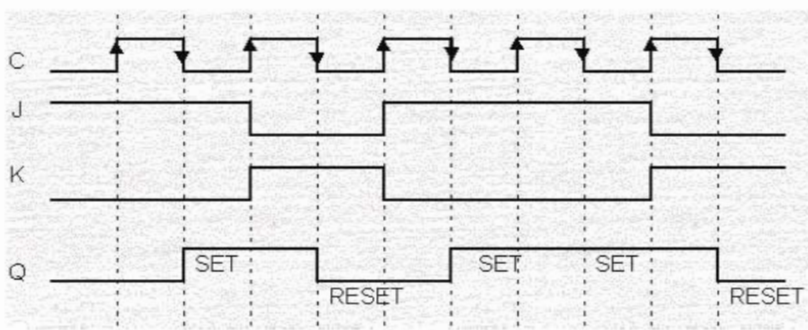
মাস্টার স্লেভ J - K ফ্লিপ-ফ্লপ গঠন করা যায়। ফ্লিপ-ফ্লপ দুইটির একটিকে মাস্টার এবং অপরটিকে স্লেভ বলা হয়। মাস্টারের আউটপুট স্লেভের ইনপুট হিসেবে কাজ করে। এখানে লক্ষণীয় যে, মাস্টারের পজেটিভ এবং স্লেভের ক্লক নেগেটিভ। যখন ক্লর্ক 1 অবস্থায় বিরাজ করে তখন মাস্টার নিষ্ক্রিয় এবং স্লেভ নিষ্ক্রিয় থাকে। আবার ক্লর্ক যখন 0 অবস্থায় তাকে তখন মাস্টার নিষ্ক্রিয় এবং স্লেভ সক্রিয় থাকে।

মনে কর শুরুতে $Q = 0$ এবং ..... $= 1$, এই অবস্থায় J ও K ইনপুটে যথাক্রমে 1 ও 0 প্রয়োগ করা হলো। এখন ক্লক 1 হলে মাস্টারের আউপুট $S = 1$ ও $R=0$ হবে। এ সময় স্লেভের আউটপুট পরিবর্তন হবে না। ক্লর্ক 0 হলে মাস্টারের আউপুট পরিবর্তন হবে না। কিন্তু স্লেভের আউপুট $S = 1$ ও $R= 0$ ইনপুটের জন্য পরিবর্তন হয়ে $Q = 1$ এবং ... $= 0$ হবে। অনুরূপভাবে $J = 0$ ও $K = 0$ ইনপুটের জন্য আউটপুট $Q = 0$ ও $\overline{Q} = 1$ হবে। যদি $J = K = 1$ অবস্থায় থাকে তবে ক্লক পালস পরিবর্তনের সাথে আউটপুট টগল করবে। ছকে এর ট্রুথ টেবিল দেওয়া হয়েছে।

J - K মাস্টার স্লেভের ফ্লিপ-ফ্লপ তৈরির পূর্বে মাস্টার স্লেভ ফ্লিপ-ফ্লপের প্রচলন ছিল। বর্তমানে তা আর ব্যবহার করা হয় না। এর পরিবর্তে এজ ট্রিগার্ড ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করা হয়।



চিত্রঃ J - K মাস্টার স্লেভের ফ্লিপ-ফ্লপ লজিক ডায়াগ্রাম



চিত্রঃ J - K মাস্টার স্লেভের ফ্লিপ-ফ্লপ ক্লক পালস

Inputs		Clock Clk	Output		Comments
J	K		Q	$\overline{Q}$	
0	0	⎍	Q_n	$\overline{Q_n}$	No change
0	1	⎍	0	1	RESET
1	0	⎍	1	0	SET
1	1	⎍	$\overline{Q_n}$	Q_n	Toggle

চিত্রঃ J - K মাস্টার স্লেভের ফ্লিপ-ফ্লপের ট্রুথ টেবিল

৩.২ কাউন্টার এবং এর কার্যপ্রণালিঃ

যে লজিক সার্কিটের মাধ্যমে এতে প্রযুক্ত পালসের সংখ্যা গণনা করা যায় এবং গণনার ফলাফল বাইনারিতে প্রকাশ করা যায় তাকে কাউন্টার বলে। সাধারণত ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট দ্বারা এটি তৈরি করা হয়। কোনো কাউন্টারে যতটি ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করা হবে, এক তত বিটের কাউন্টার হিসেবে ব্যবহার করা যাবে। কাউন্টারের সাহায্যে কম্পিউটারের অভ্যন্তরীণ কার্য সম্পাদন করা যায়। এ ছাড়া কাউন্টার সার্কিট ডিজাইনের মাধ্যমে বিভিন্ন যুক্তিমূলক কাজ করা যায়।

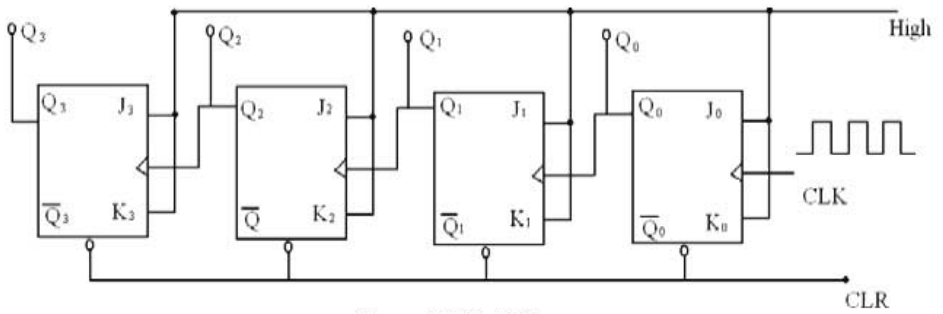
উদাহরণ স্বরূপ বলা যায়, ধরি একটা হল রুমের আসন সংখ্যা ১০০টি। এতে এমন এক ধরনের কাউন্টার ব্যবহার করা যায় যা রুমে প্রবেশকারী এবং রুম পরিত্যাগকারীর সংখ্যা গণনা করে সার্বক্ষণিকভাবে খালি আসনের সংখ্যা বলে দিতে পারে এবং রুমের আসন সংখ্যা পূর্ণ হলে তা খালি নেই বলে দিবে।

কাউন্টারের বৈশিষ্ট্য ঃ

(i) গণনার সর্বোচ্চ সংখ্যা
(ii) আপ অথবা ডাউন কাউন্টার
(iii) সিনক্রোনাস বা অ্যাসিনক্রোনাস অপারেশন
(iv) ফ্রি-রানিং বা সেলফ স্টপিং।

কাউন্টার এবং এর মোড নাম্বার (Counter and its mode number)

নিচে একটি কাউন্টার সার্কিটের ডায়াগ্রাম দেখানো হলো



চিত্র ঃ বাইনারি কাউন্টার

এখানে একটি FF এর আউটপুট পরবর্তী FF এর ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তবে প্রথম FF-এ ক্লক পালস দেওয়া হয়। এটি একটি চার বিটের কাউন্টার। এটি চারটি J-K ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা তৈরি। এখানে আউটপুট, Q = Q3 Q2 Q1 Q0 আকারের। CLR - এলো (0) সিগনাল দিলে Q = 0000 হয়। প্রথম ক্লক পালস আসলে, Q = 0001 পাওয়া যায়। দ্বিতীয় ক্লক পালস আসলে, Q = 0010 পাওয়া যায়। তৃতীয় ক্লক পালস আসলে, Q = 0011 পাওয়া যায়। চতুর্থ ক্লক পালস আসলে, Q = 0100 পাওয়া যায়। অনুরূপভাবে কাউন্টিং প্রক্রিয়া চলতে থাকে। সর্বশেষ আউটপুট, Q = 111 হয়। এর পরবর্তী পালস আসলে FF গুলো রিসেট হয়। অর্থাৎ Q = 0000 হয়।

নিচে ট্রু টেবিলে তা দেখানো হলো-

Count	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

ট্রু টেবিল ঃ কাউন্টার

কাউন্টারের ব্যবহার (Application of Counter)

কাউন্টারের ব্যবহার নিম্নরূপ। যথা ঃ

১। কাউন্টারের সাহায্যে কম্পিউটারের অভ্যন্তরীণ কার্য সম্পাদন করা যায়।

২। কাউন্টার সার্কিট ডিজাইনের মাধ্যমে বিভিন্ন যুক্তিমূলক কাজ করা যায়। যেমন- ডিজিটাল ঘড়িতে ব্যবহৃত হয়।

৩। অডিও/ভিডিও সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

৪। Frequency counter হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৫। মাইক্রোপ্রসেসরে ব্যবহৃত হয়।

৬। Industrial Control system এ।

৭। Domestic Application এর ক্ষেত্রে Counter এর ব্যবহার লক্ষণীয়।

কাউন্টারের প্রকারভেদ (Types of Counter)

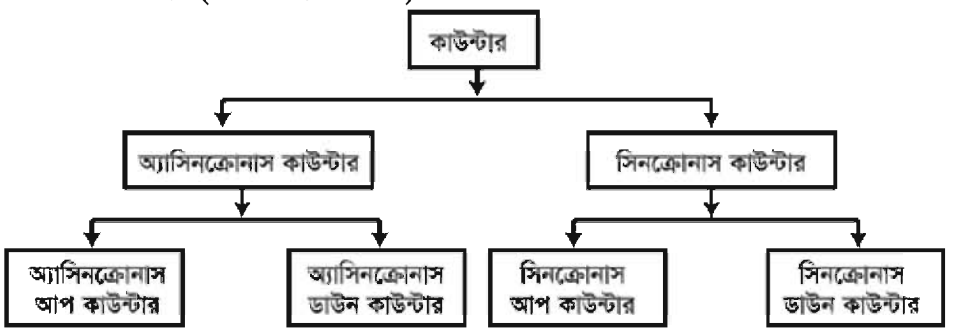
কাউন্টার কয়েক প্রকারের হতে পারে। যেমন-

১. এসিনক্রোনাস কাউন্টার (Asynchronous Counters)

২. সিনক্রোনাস কাউন্টার (Synchronous Counters)

৩. আপ কাউন্টার (Up Counter)

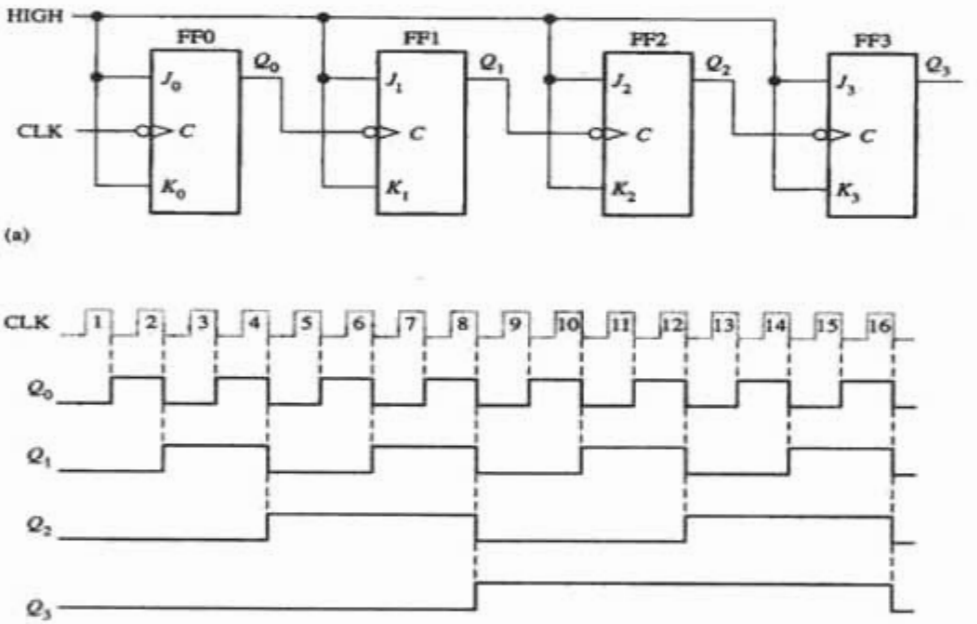
৪. ডাউন কাউন্টার (Down Counter)



৪ বিট অ্যাসিনক্রোনাস বা রিপল কাউন্টারের কার্যপ্রণালি ঃ

ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করে কাউন্টার তৈরি করা হয়। যদি ব্যবহৃত সকল ফ্লিপ-ফ্লপের অবস্থা একই সাথে পরিবর্তিত না হয়ে ধাপে ধাপে পরিবর্তিত হয় তবে এ ধরনের কাউন্টারকে অ্যাসিনক্রোনাস বা রিপল কাউন্টার বলে। নিম্নে একটি ৪ বিট রিপল কাউন্টারের কার্যপ্রণালি উল্লেখ করা হলো। যে কাউন্টারে একটি ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট তার পরবর্তী ফ্লিপ-ফ্লপের জন্য ক্লক হিসেবে ব্যবহৃত হয় তাকে অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার বলে। একে রিপল কাউন্টারও বলা হয়। এ ধরনের কাউন্টারে সাধারণত FF এ CLK পালস দিতে হয়।

নিম্নে একটি অ্যাসিক্রোনাস কাউন্টারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্রঃ (ক) ৪-বিট অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার (খ) ৪ বিট অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের টাইমিং ডায়াগ্রাম।

CLk এর সংখ্যা	FF4	FF3	FF2	FF1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

ছকঃ ৪-বিট অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের ট্রুথ টেবিল

শুধু FF1 তে CLK পালস প্রদান করা হয়। যেহেতু প্রত্যেকটি ফ্লি-ফ্লপে J = 1, K= 1 ইনপুট দেওয়া হচ্ছে, সুতরাং CLK পালস নেগেটিভ ধারে ট্রিগার্ড করছে। CLK পালস যখন HIGH (1) হতে LOW(0) এর দিকে যায় তখনই টগল হয়। অর্থাৎ আউটপুট অবস্থার পরিবর্তন হয়। যেহেতু FF1 এর আউটপুট FFB এর CLK সেহেতু FF1 এর আউটপুট হতে ০ তে পৌঁছিলে FF2 এ টগল হবে। একইভাবে FF4 তেও টগল হবে।

উপরে টাইমিং ডায়াগ্রামে একটু লক্ষ করলে দেখা যাবে যে FF1 এর ক্ষেত্রে একটি ০ এর পরে ১ FF2 তে দুইটি O এর পরে আটটি ১ এবং FF3 তে চারটি O এর পরে চারটি ১ এবং FF4 তে আটটি ১ এর পুনরাবৃত্তি ঘটেছে।

সিনক্রোনাস ও অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের মধ্যে পার্থক্য ঃ

সিনক্রোনাস কাউন্টার	অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার
১। এর সকল FF এ একই সাথে ক্লক পালস দেওয়া হয়।	১। ক্লক পালসগুলো আলাদা আলাদাভাবে সংযুক্ত থাকে।
২। এর প্রোপাগেশন ডিলে কম।	২। এতে প্রোপাগেশন ডিলে বেশি।
৩। দ্রুতগতি সম্পন্ন।	৩। তুলনামূলক কম গতিসম্পন্ন।
৪। গঠন কিছুটা জটিল।	৪। গঠন তুলনামূলক সহজ।

৩.৩ এডি ও ডিএ কনভার্টার:

AD কনভার্টার ঃ Analog to Digital কনভার্টারকে AD কনভার্টার বলে। অর্থাৎ AD কনভার্টারের সাহায্যে Analog সিগন্যালকে Digital সিগন্যালে রূপান্তর করে।

DA কনভার্টার ঃ Digital to Analog কনভার্টারকে DA কনভার্টার বলে। অর্থাৎ DA কনভার্টারের সাহায্যে Digital সিগন্যালকে Analog সিগন্যালে রূপান্তর করে।

এডি ও ডিএ কনভার্টারের ব্যবহার ঃ

(ক) বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোল সিস্টেমে।
(খ) ডিজিটাল মিটারে।
(গ) ডিজিটাল কমিউনিকেশনে।
(ঘ) কম্পিউটারে।
(ঙ) তথ্য সংরক্ষণে।
(চ) ইনস্ট্রুমেন্টেশনে।

AD ও DA কনভার্টারের প্রয়োজনীয়তা ঃ

আধুনিক কন্ট্রোল কমিউনিকেশন, কম্পিউটার, ইনস্ট্রুমেন্টেশন ইত্যাদিতে সর্বদা ডিজিটাল সিস্টেম ব্যবহৃত হচ্ছে। কিন্তু ডাটা গ্রহণকারী ও ডাটা প্রদানকারী প্রতিটি উপাদানই অ্যানালগ পদ্ধতির। কোনো সময় ডাটা অ্যানালগ থেকে ডিজিটাল আবার কোনো সময় ডিজিটাল থেকে অ্যানালগে রূপান্তর করা দরকার হয়। আর এসব কারণে এডি ও ডিএ কনভার্টারের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

৩.৪ সেমিকন্ডাক্টর মেমোরি :

কম্পিউটার মেমোরি

মানুষের মতো কম্পিউটারেরও নিজস্ব স্মৃতি কোষ থাকে এবং তাকে সাহায্য করার জন্য সাহায্যকারী স্মৃতিকোষ আছে যা কম্পিউটারকে বিভিন্ন কাজ সম্পাদনে সাহায্য করে থাকে। কম্পিউটারের এই স্মৃতিকোষ মানুষের তৈরি এবং এটা বিদ্যুতের সাহায্যে চলে। কম্পিউটারের এই স্মৃতিকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(ক) মূল স্মৃতি

(খ) সাহায্যকারী/সেকেন্ডারি স্মৃতি

(ক) মূল স্মৃতি (Main Memory)

কম্পিউটার সিস্টেম যে ডেটা ও ইন্সট্রাকশনের উপর বর্তমানে কাজ করছে তা এখানে সাময়িকভাবে ধারণ করে রাখে। এই মেমোরি অপেক্ষাকৃত দ্রুত এবং সরাসরি সিপিইউ দ্বারা এক্সেস করা হয়। এটা অপেক্ষাকৃত ছোট মেমোরি।

৩.৫ সেমি কন্ডাক্টর মেমোরির শ্রেণিবিভাগ :

মেমোরির শ্রেণিবিভাগ ঃ

মূল স্মৃতিকে দুই ভাগে ভাগ করা যায় :

- Read Only Memory (ROM)
- Random Access Memory (RAM)

ভৌতিক বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী মেমোরির শ্রেণিবিভাগ ঃ

ক) পরিবর্তন যোগ্য মেমোরি

যে ধরনের মেমোরিতে সঞ্চিত তথ্যাবলি মুছে নতুন করে লেখা যায় তাকে পরিবর্তন যোগ্য মেমোরি বলে। যেমন- RAM, Magnctic Disk ইত্যাদি।

খ) অপরিবর্তনীয় মেমোরি

যে ধরনের মেমোরিতে সঞ্চিত তথ্যাবলি মুছে যায় না তাকে অপরিবর্তনীয় মেমোরি বলে। যেমন- পাঞ্চ কার্ড, ROM ইত্যাদি।

গ) উদ্বায়ী মেমোরি

বিদ্যুত প্রবাহ বন্ধ হলে যে মেমোরি মেমোরির সঞ্চিত তথ্য মুছে যায় তাকে উদ্বায়ী মেমোরি বলে। যেমন- RAM ।

ঘ) অনুদ্বায়ী মেমোরি

বিদ্যুত প্রবাহ বন্ধ হলে যে মেমোরির সঞ্চিত তথ্য মুছে যায় না তাকে অনুদ্বায়ী মেমোরি বলে। যেমন-রম, ডিস্ক, টেপ ইতাদি।

ঙ) ধ্বংসাত্মক মেমোরি

যে মেমোরি পাঠ করার পর পরই এতে সঞ্চিত তথ্য মুছে যায় তাকে ধ্বাংসাত্বক মেমোরি বলা হয়। যেমন-চৌম্বক কোর।

চ) অধ্বংসাত্মক মেমোরি

যে মেমোরি পাঠ করার পর পরই এতে সঞ্চিত তথ্য মুছে যায় না তাকে অধ্বাংসাত্বক মেমোরি বলা হয়। যেমন-রম, চৌম্বক টেপ, ডিস্ক ইত্যাদি।

অ্যাকসেস প্রকৃতি বা সংযোগ প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে মেমোরির শ্রেণিবিভাগ ঃ

Access প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে মেমোরি সাধারণত নিম্নলিখিত শ্রেণির হতে পারে।

ক) সিকুয়েন্সিয়াল মেমোরি

যে মেমোরিতে উপাত্ত বা তথ্য পঠন, লেখনের পর পর সংযোগ সৃষ্টি করতে হয় তাকে সিকয়েন্সিয়াল মেমোরি বলা হয় যেমন-চৌম্বক টেপ মেমোরি।

খ) র‍্যান্ডম অ্যাকসেস মেমোরি (RAM)

যে মেমোরিতে উপাত্ত ও তথ্য পঠন/লেখনের জন্য সরাসরি সংযোগ সৃষ্টি করা হয় এবং সকল মেমোরির ঠিকানার অ্যাকসেস সমান তাকে র‍্যান্ডম অ্যাকসেস মেমোরি বলা হয়। যেমন-র‍্যাম।

গ) ডাইরেক্ট অ্যাকসেস মেমোরি

যে মেমোরিতে তথ্যকে পঠন/লেখনের জন্য সিকুয়েন্স ও র‍্যান্ডম অ্যাকসেস বা সংযোগ উভয়েই ব্যবহৃত হয় তাকে ডাইরেক্ট অ্যাকসেস মেমোরি বলে। যেমন-ডিস্ক মেমরি।

ঘ) সাইক্লিক অ্যাকসেস মেমোরি

যে মেমোরিতে তথ্যকে পঠন/লেখন করা হয় তাকে সাইক্লিক অ্যাকসেস মেমোরি বলা হয়। যেমন- চৌম্বক ড্রাম মেমোরি।

মাইক্রোপ্রসেসরের সাথে সংযোগের উপর ভিত্তি করে মেমোরির শ্রেণিবিভাগ ঃ

প্রধান বা অভ্যন্তরীণ মেমোরি

মাইক্রোপ্রসেসরের সাথে সরাসরি সংযুক্ত মেমোরিকে প্রধান বা অভ্যন্তরীণ মেমোরি বলা হয়। প্রক্রিয়াকরণের জন্য প্রোগ্রাম ও তথ্যকে এ মেমোরিতে অস্থায়ীভাবে জমা রাখা হয়। যেমন-র‍্যাম, রম ইত্যাদি। মাদারবোর্ডে মাইক্রোপ্রসেসরের পাশাপাশি এ মেমোরি অবস্থান করে।

সহায়ক বা অনাভ্যন্তরীণ মেমোরি ঃ

যে মেমোরির সাথে মাইক্রোপ্রসেসরের সরাসরি সংযোগ থাকে না, নির্দিষ্ট কন্ট্রোলের মাধ্যমে সংযোগ রক্ষা করে তাকে অভ্যন্তরীণ মেমোরি বলা হয়। এ মেমোরিকে আলাদা ডিভাইস ড্রাইভারের সাহায্যে কম্পিউটারের সাথে সংযুক্ত করা হয়। ব্যহারকারী ভবিষ্যত প্রয়োজনে উপাত্ত বা প্রোগ্রামকে স্থায়ীভাবে সঞ্চয় করতে পারে বলে একে সহায়ক মেমোরি বলা হয়। সাধারণ চৌম্বক টেপ, চৌম্বক ডিস্ক, অপটিক্যাল ডিস্ক ইত্যাদি সহায়ক মেমোরির উদাহরণ।

ব্যবহৃত মাধ্যমের উপর ভিত্তি করে মেমোরির শ্রেণিবিভাগ ঃ

মেমরি তৈরির জন্য ব্যবহৃত মাধ্যম বা ধারক অনুযায়ী মেমোরিকে নিম্নলিখিত শ্রেণিতে ভাগ করা যায় ঃ

ক) চৌম্বক কোর মেমোরি।
খ) পাতলা পর্দা মেমোরি।
গ) অর্ধপরিবাহী মেমোরি।
ঘ) অতি পরিবাহী মেমোরি।
ঙ) চৌম্বক ফেনা মেমোরি।
চ) চার্জড কাপল্ড মেমোরি।
ছ) চৌম্বক টেপ মেমোরি।
জ) চৌম্বক ডিস্ক মেমোরি।
ঝ) অপটিক্যাল ডিস্ক বা আলোকীয় মেমোরি।

নির্মাণ কৌশলের উপর ভিত্তি করে মেমোরির প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

১. বাইপোলার মেমোরি
২. ইউনিপোলার মেমোরি

সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের তৈরি ট্রানজিস্টর হলো বাইপোলার ডিভাইস। ট্রানজিস্টর বা ট্রাইজস্টর লজিক বা টিটিএল ব্যবহার করে এ ধরনের মেমোরি তৈরি করা হয়। নিশ্চল র‍্যাম, ROM এবং PROM বাইপোলার মেমোরি। অপরদিকে, ইউনিপোলার মেমোরিকে মেটল অক্সাইড সেমিকন্ডাক্টর ফিল্ড ইফেক্ট ট্রানজিস্টর বা MOSFET দিয়ে তৈরি করা হয়। গতিশীল র‍্যাম, ইপ্রম (EPROM), ইএপ্রম (EAPROM) হলো ইউনিপোলার র‍্যামের উদাহরণ।

প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি মেমোরির মধ্যে তুলনা

প্রাইমারি মেমোরি	সেকেন্ডারি মেমোরি
১. এ মেমোরি ব্যবস্থা কেন্দ্রীয় প্রক্রিয়াকরণ অংশের সাথে সরাসরি সংযুক্ত থাকে।	১. এ মেমোরি ব্যবস্থা কেন্দ্রীয় প্রক্রিয়াকরণ অংশের সংযোগ সরাসরি সংযুক্ত থাকে না।
২. চলমান প্রোগ্রাম, উপাত্ত, নির্দেশ ও হিসাব-নিকাশের ফলাফল ইত্যাদি সংরক্ষণ করে।	২. ইহা নিকট ভবিষ্যতে গণনার প্রয়োজন এমন সব উপাত্ত, নির্দেশ, প্রোগ্রাম ইত্যাদি দীর্ঘ সময়ের জন্য সংরক্ষণ করে।
৩. সিপিইউ সংগে সরাসরি সংযুক্ত থাকায় এতে পঠন/লেখনের গতি দ্রুত হয়।	৩. সিপিইউ সংগে সরাসরি সংযুক্ত না থাকায় এতে পঠন/লেখনের গতি ধীর হয়।
৪. প্রধান মেমোরি উদ্বয়ী অর্থাৎ বিদ্যুত প্রবাহ বন্ধ করলে সংরক্ষিত উপাত্ত তথ্য মুছে যায়।	৪. সেকেন্ডারি মেমোরি অনুদ্বায়ী অর্থাৎ বিদ্যুত প্রবাহ বন্ধ করলে এতে সংরক্ষিত উপাত্ত ও তথ্য মুছে যায় না।
৫. প্রধান মেমোরির নাগাল সময় ও ধারণ ক্ষমতা কম। এর নাগাল সময় (৮০-১০০) ন্যানো সেকেন্ড।	৫. সেকেন্ডারি মেমোরিকে ক্রমিক নাগাল মেমোরি বলা হয় কারণ, ক্রমিক নাগাল পদ্ধতিতে ক্রমানুসারে অনুসন্ধান করে মেমোরি স্থানের সংযোগ সাধন করা হয়।

৬. প্রধান মেমোরিকে সিধা নাগাল মেমোরি বলা হয় কারণ, সিধা নাগাল পদ্ধতিতে কোনো বিশেষ অনুক্রমে অনুসন্ধান না করে সরাসরি মেমোরি স্থানের সংযোগ সাধন সম্ভব।	৬. সেকেন্ডারি মেমোরিকে ক্রমিক নাগাল মেমোরি বলা হয় কারণ, ক্রমিক নাগাল পদ্ধতিতে ক্রমানুসারে অনুসন্ধান করে মেমোরি স্থানের সংযোগ সাধন করা হয়।
৭. এক্ষেত্রে মেমরি স্থানে সংরক্ষিত প্রতিটি বিট বা শব্দের নাগাল সময় সমান।	৭. এক্ষেত্রে বিটের অবস্থান যত পরে তার নাগাল সময়ও তত বেশি।
৮. প্রধান মেমোরিতে (রম) ফর্মওয়্যার সংরক্ষিত থাকে।	৮. সেকেন্ডারিতে মেমোরিতে ফর্মওয়্যার সংরক্ষিত থাকে না তবে অপারেটিং সিস্টেম, ডাটা ফাইল, কম্পাইলার, ইন্টরপ্রিন্টার, ও বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রোগ্রাম সঞ্চিত থাকে।
৯. প্রধান মেমোরিতে সঞ্চিত উপাত্ত ও তথ্যাবলীকে সিপিইউ সরাসরি প্রক্রিয়াকরণ করতে পারে।	৯. সেকেন্ডারি মেমোরিতে সঞ্চিত উপাত্ত ও তথ্যাবলিকে সিপিইউ প্রধান মেমোরিকে উত্তোলন করে তবে প্রক্রিয়াকরণ করতে পারে।
১০. প্রধান মেমোরিকে প্রাথমিক বা অভ্যন্তরীণ মেমোরিও বলা হয়।	১০. সেকেন্ডারি মেমোরিকে সহায়ক, অনাভ্যন্তরীণ মেমোরিও বলা হয়।
১১. অর্ধপরিবাহী মেমোরি, চৌম্বক কোর মেমোরি, পাতলা পর্দা মেমোরি ইত্যাদি হলো প্রধান মেমোরি ব্যবস্থার উদাহরণ।	১১. চৌম্বক টেপ, হার্ডডিস্ক, ফ্লপিডিস্ক, কম্পাক্ট ডিস্ক, পাঞ্চ কার্ড ইত্যাদি হলো সেকেন্ডারি মেমোরি ব্যবস্থার উদাহরণ।

এছাড়াও কাজের গতি বাড়ানোর জন্য আরেক ধরনের মেমোরি ব্যবহৃত হয় যাকে ক্যাশ মেমোরি বলে।

বিট, বাইট, কম্পিউটার ওয়ার্ড ও মেমোরি ধারণ ক্ষমতা।

কম্পিউটারের কাজের প্রকৃতি এবং গতি বৃদ্ধির জন্য বিভিন্ন আকারের মেমোরি ব্যবহৃত হয়। মেমোরি পরিমাপের জন্য বিভিন্ন একক ব্যবহৃত হয়। যেমন-বিট, বাইট, কিলোবাইট, মেগাবাইট, গিগাবাইট, টেরাবাইট, এক্সাবাইট ইত্যাদি।

বিট (Bit) ঃ

বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত অঙ্ক ০ (শূন্য) এবং ১ (এক) কে বিট বলে। ইংরেজি Binary শব্দের Bi এবং Digit শব্দের t নিয়ে Bit শব্দটি গঠিত হয়।

ডিজিটাল কম্পিউটারের মেশিন ভাষা হলো বিট (০ ও ১)। এক্ষেত্রে (০) বিট দিয়ে নিম্ন ভোল্টেজ (Low Voltage) এবং (১) বিট দিয়ে উচ্চ ভোল্টেজ (High Voltage) নির্দেশ করা হয়।

বাইট (Byte) ঃ

৮টি বিট মিলে ১ বাইট হয়। এরূপ ৮ বিটের কোড দিয়ে যে কোনো বর্ণ, অঙ্ক বা বিশেষ চিহ্নকে প্রকাশ করা হয়। এরূপ ৮ বিট বিশিষ্ট শব্দকে বাইট বলা হয়।

কম্পিউটার মেমোরি পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক-

৮ বিট = ১ বাইট

১০২৪ বাইট = ১ কিলোবাইট

১০২৪ কিলোবাইট = ১ মেগাবাইট

১০২৪ মেগাবাইট = ১ গিগাবাইট

১০২৪ গিগাবাইট = ১ টেরাবাইট

১০২৪ টেরাবাইট = ১ এক্সাবাইট

১০২৪ এক্সাবাইট = ১ পেটাবাইট

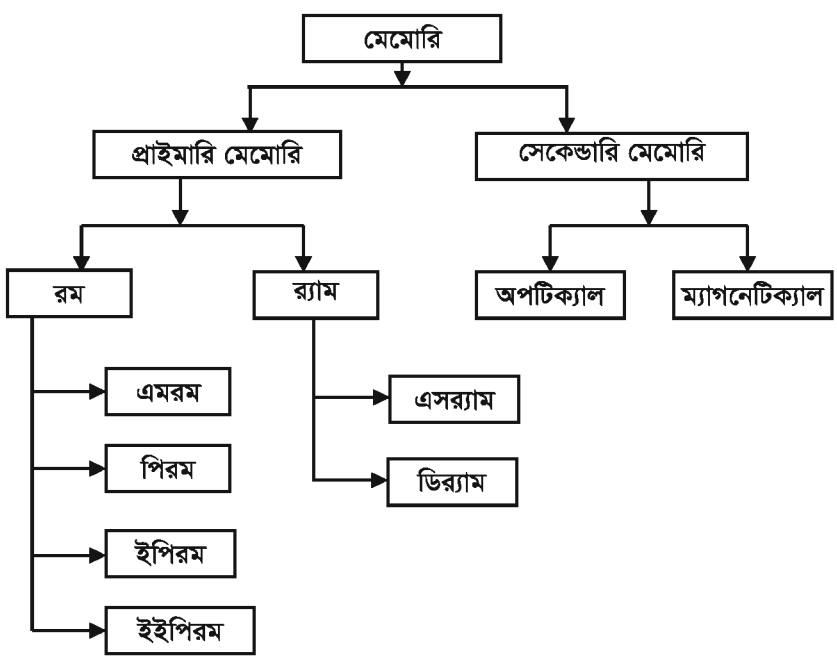
কম্পিউটার ওয়ার্ড (Computer Word)

পর পর সংলগ্ন কতগুলো বিট বা বাইটের সমষ্টিকে একটি কম্পিউটার ওয়ার্ড বলে। সাধারণত ১৬ বা ৩২ বিটে ১ ওয়ার্ড ধরা হয়।

মেমরির ধারণ ক্ষমতা (Memory Storage Capacity) ঃ

কম্পিউটার মেমোরিতে বাইনারি ডিজিট, শব্দ ধারণের ক্ষমতাকে মেমোরির ধারণ ক্ষমতা বলা হয়। মেমোরির ধারণ ক্ষমতার ক্ষুদ্রতম একক হলো কিলোবাইট (Kilobyte) সংক্ষেপে (KB)। ১০২৪ বাইটে ১ কিলোবাইট হয়। বর্তমানে প্রচলিত হার্ডডিস্কের ধারণ ক্ষমতা ১০২৪ গিগাবাইট বা ১ টেরাবাইট। এছাড়াও ২ ও ৪ টেরাইটের হার্ডডিস্ক এবং ৩২ ও ৬৪ গিগাবাইটের পেনড্রাইভও পাওয়া যায়।

মেমরির শ্রেণিবিভাগ



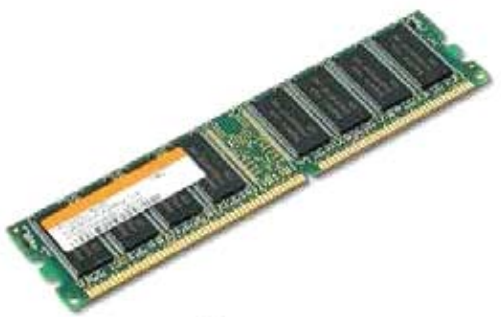
প্রধান মেমোরি (RAM ও ROM)

a. Read Only Memory (ROM)

যে স্মৃতিতে তথ্য শুধু পাঠ করা যায় কিন্তু কোনো নতুন তথ্য সংযোজন করা যায় না তাকে Read Only Memory (ROM) বলে। ROM এ তথ্য স্থায়ীভাবে সংরক্ষণ করা হয়। যখন বিদ্যুৎ চলে যায় অথবা কম্পিউটার বন্ধ করা হয় তখন যে সমস্ত তথ্য ROM এর মধ্যে থাকে তা মুছে যায় না। ROM এর একটি ধরন PROM। যে সমস্ত ROM চিপে ব্যবহারকারী নিজেদের ইচ্ছামত প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করতে পারে তাকে PROM চিপ বলে। PROM এ একবার প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করার পর সংরক্ষিত তথ্য আর পরিবর্তন করা যায় না। ROM এর আরেকটি ধরন হচ্ছে EPROM বা PROM এর উপর্যুক্ত সমস্যা সমাধান করতে পারে। এখানে তথ্য মুছে ফেলা যায় এবং চিপকে পুনরায় প্রোগ্রাম করে নতুন তথ্য সংরক্ষণ করা যায়।

b. Random Access Memory (RAM)

যে স্মৃতিতে কোনো একটি তথ্য মুছে ফেলে ঐ জায়গায় নূতন তথ্য লেখা যায় এবং সেই তথ্য প্রয়োজন অনুসারে ব্যবহার করা যায় তাকে Random Access Memory বলে। তবে বিদ্যুৎ চলে গেলে বা কম্পিউটার অফ/বন্ধ করলে এর তথ্য মুছে যায়। প্রাইমারি স্টোরেজকে সাধারণত র‍্যাম বলে কারণ সরাসরি ডেটা এবং ইন্সট্রাকশন সংরক্ষণ এবং পুনরুদ্ধার করতে এই মেমোরির যে কোনো লোকেশন সিলেক্ট ও ব্যবহার করা সম্ভব। মেমোরির প্রত্যেকটি আলাদা আলাদা লোকেশন অন্য লোকেশনের মতই এক্সেস করা সহজ এবং একই পরিমাণ সময়ের প্রয়োজন হয়। এটাকে রিড/রাইট মেমোরিও বলা হয় কারণ র‍্যাম চিপে তথ্য লেখাও যায় আবার এ থেকে তথ্য পড়াও যায় ।



চিত্র : র‍্যাম

(খ) সাহায্যকারী বা সেকেন্ডারি মেমোরি

কম্পিউটার সিস্টেম বর্তমানে কাজ করছে না এমন প্রোগ্রাম এবং ডেটা স্থায়ীভাবে ধারণ করতে এই স্মৃতি ব্যবহৃত হয়। এটা অপেক্ষাকৃত বড় স্মৃতি অংশ। এটা মেইন মেমোরি থেকে কম গতি সম্পন্ন মেমোরি। RAM বা মূল স্মৃতিতে কোনো তথ্য স্থায়ী ভাবে থাকে না। কম্পিউটার বন্ধ করলে বা বিদ্যুৎ চলে গেলে RAM এর সমস্ত তথ্য মুছে যায় । শুধু ROM এ তথ্য স্থায়ী ভাবে থাকে। সেজন্য মূল স্মৃতি বা RAM কে সাহায্য করার জন্য কতকগুলো স্মৃতি স্থায়ীভাবে তথ্য সংরক্ষণ করে থাকে যাতে প্রয়োজন অনুসারে RAM সে সব স্মৃতি থেকে তথ্য নিতে পারে। আর এই সব স্মৃতিকে সাহায্যকারী স্মৃতি বলে। যেমন হার্ডডিস্ক, ফ্লোপিডিস্ক, চুম্বকীয় টেপ ইত্যাদি সাহায্যকারী স্মৃতি হিসেবে ব্যবহৃত হয় ।

র‍্যাম (RAM) ও রমের (ROM) মধ্যে পার্থক্য

র‍্যাম (RAM)	রম (ROM)
১। র‍্যামে অস্থায়ীভাবে ডাটা পঠন ও লেখন সম্ভব।	১। সাধরণত রমে একবারই স্থায়ীভাবে ডাটা সংরক্ষণ করা হয় এবং প্রয়োজনে যে কোনো সময় সংরক্ষিত ডাটা পঠন সম্ভব।
২। র‍্যাম উদ্বায়ী মেমোরি; অর্থাৎ বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হলে র‍্যামে সংরক্ষিত ডাটা মুছে যায়।	২। রম উদ্বায়ী মেমোরি নয়; অর্থাৎ বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হলেও রমে সংরক্ষিত ডাটা মুছে যায় না।
৩। চলমান প্রোগ্রাম এবং পুন পুন পরিবর্তনশীল ডাটা র‍্যামে সংরক্ষণ করা হয়।	৩। সহজে পরিবর্তনের প্রয়োজন হয় না এমন ডাটা ও প্রোগ্রাম রমে সংরক্ষণ করা হয়।
৪। র‍্যামে কোনো ধরনের প্রোগ্রাম দেওয়া থাকে না।	৪। রামে সাধারণত তৈরির সময় প্রোগ্রাম করা হয়ে থাকে যা ফার্মওয়্যার নামে পরিচিত।
৫। র‍্যামের আকারে উপর কম্পিউটারের কাজের গতি নির্ভর করে। প্রয়োজনে অতিরিক্ত র‍্যাম চিপ সংযোজন করে ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়।	৫। রমের আকারে উপর কম্পিউটারের কাজের ক্ষমতা নির্ভরশীল নয় এবং অতিরিক্ত রম চিপ করা যায় না।

র‍্যামের শ্রেণিবিভাগ

অপারেটিং মোড অনুসারে র‍্যামকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-
স্ট্যাটিক র‍্যাম (Static RAM) ও
ডাইনামিক র‍্যাম (Dynamic RAM)

স্ট্যাটিক র‍্যাম (Static RAM)

স্ট্যাটিক র‍্যাম ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা গঠিত যা বাইনারি বিট ০ ও ১ ধারণ করে। এ ধারণকৃত ডাটা ততক্ষণ পর্যন্ত মেমোরিতে থাকে যতক্ষণ পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকে। বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করলে মেমোরিতে রক্ষিত ডাটা মুছে যায়। স্ট্যাটিক র‍্যাম অত্যন্ত দ্রুত গতি সম্পন্ন হয় বলে ইহা ভিডিও র‍্যাম, ক্যাশ মেমোরি ইত্যাদি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

ডাইনামিক র‍্যাম (Dynamic RAM)

ডাইনামিক র‍্যাম-এ বাইনারি বিট ০ ও ১ বৈদ্যুতিক চার্জ আকারে ক্যাপাসিটরে জমা থাকে। ক্যাপাসিটর চার্জ থাকলে ১ অবস্থা, না থাকলে ০ অবস্থা বোঝায়। বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকা অবস্থায়ও ক্যাপাসিটরের চার্জ ধীরে ধীরে নষ্ট হয়ে যায়। তাই কয়েক মিলিসেকেন্ড পর পর র‍্যাম কন্ট্রোলারের সাহায্যে প্রত্যেক মেমোরি কোষে লেখা তথ্য নতুন করে লেখতে হয়। ক্যাপাসিটরের পরিভাষায় একে মেমোরি রিফ্রেশিং বলা হয়। মাইক্রো কম্পিউটারের প্রধান মেমোরি হিসেবে সাধারণত ডাইনামিক র‍্যাম ব্যবহার করা হয়।

স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় ডাইনামিক র‍্যামের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

ডাইনামিক র‍্যামের সুবিধা :

- সমান পরিসরে ডাইনামিক র‍্যামে স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় বেশি ডাটা সংরক্ষণ করা যায়।
- স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় ডাইনামিক র‍্যামে শক্তির অপচয় কম হয়।
- ডাইনামিক র‍্যামে প্রতি বিট সংরক্ষণের খরচ স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় কম।

ডাইনামিক র‍্যামের অসুবিধা :

- পুন পুন প্রোগ্রামিং এর জন্য ডাইনামিক র‍্যামে অতিরিক্ত বর্তনীর প্রয়োজন হয়।
- সাধারণত স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় ডাইনামিক র‍্যাম থেকে ডাটা উদ্ধার ও সংরক্ষণ সময় বেশি প্রয়োজন হয়।
- স্ট্যাটিক র‍্যামের তুলনায় ডাইনামিক র‍্যামের গতি কম হয়।

এছাড়াও কয়েক ধরনের র‍্যাম প্রচলিত আছে। যেমন- ইন্টিগ্রেটেড র‍্যাম, PRAM, CMOS RAM ইত্যাদি।

রম (ROM) এর শ্রেণিবিভাগ

তথ্য সংরক্ষণের কৌশলের উপর ভিত্তি করে রমকে নিম্নোক্ত শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা-
এমরম (MROM-Mask Programmable Read Only Memory)
পিরম বা প্রম (PROM-Programmable Read Only Memory)
ইপিরম বা ইপ্রম (EPROM-Erasable Programmable Read Only Memory)
ইইপিরম বা ইইপ্রম (EEPROM-Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)
ইএপ্রমরম (EAPROM-Electrically Alterable Programmable Read Only Memory)

এমরম (MROM-Mask Programmable Read Only Memory)

ফটোগ্রাফিক্স মাস্ক ব্যবহার করে প্রোগ্রামের মাধ্যমে এতে তথ্য সংরক্ষণ করা হয়। সাধারণত ব্যবহারকারীর চাহিদা অনুযায়ী কোম্পানীতেই এমরম প্রোগ্রাম করা হয়ে থাকে। ইহা বেশ ব্যয়বহুল। তবে একই ধরনের প্রোগ্রাম সম্বলিত অনেক এমরমের ব্যবহার অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক। একবার প্রোগ্রাম করা হয়ে এতে পুনরায় প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করা যায় না।

পিরম বা প্রম (PROM-Programmable Read Only Memory)

সাধারণত রমের অসুবিধা হলো ব্যবহারকারী এতে নিজের ইচ্ছামত প্রোগ্রাম পরিবর্তন করতে বা নতুন করে প্রোগ্রাম লেখতে পারে না। অথচ বাজারে যে সমস্ত প্রোগ্রাম করা রম পাওয়া যায় তাতে সকল কাজ হয় না। এসব ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় প্রম। এ পদ্ধতিতে ব্যবহারকারী তার নিজস্ব প্রোগ্রামকে মাইক্রো প্রোগ্রামে রূপান্তরিত করে প্রম-এ সংরক্ষণ করতে পারে। বাজারে নতুন যে প্রম পাওয়া যায় তাতে সমস্ত কোষে একটি করে ফিউজ লাগানো থাকে। ফলে সদ্য কেনা একটি প্রমের সমস্ত কোষই বাইনারি ১ থাকে। বিশেষ প্রম প্রোগ্রামের সাহায্যে ব্যবহারকারী প্রমে বিশেষ বিশেষ মেমোরি কোষের ফিউজগুলোতে উচ্চ তড়িৎ চালিয়ে পুড়িয়ে দিয়ে ০ করে দিতে পারেন। এভাবে ব্যবহারকারী তার লিখিত মাইক্রো প্রোগ্রামকে প্রমে সংরক্ষণ করতে পারেন। প্রমকে একবার প্রোগ্রাম করা হলে এতে সংরক্ষিত তথ্য আর পরিবর্তন করা যায় না। অর্থাৎ প্রম তখন রমে পরিণত হয়ে যায় এবং এতে সংরক্ষিত তথ্য শুধু পাঠ করা যায়। সরমের ন্যায় প্রমও অ-উদ্বায়ী, অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করলে এতে সংরক্ষিত তথ্য মুছে যায় না। অধিক সংখ্যক রম একই প্রোগ্রামে প্রোগ্রামিং করার জন্য বিশেষ প্রম প্রোগ্রামের যন্ত্র পাওয়া যায়।

ইপিরম বা ইপ্রম (EPROM-Erasable Programmable Read Only Memory)

রম বা প্রমে একবার তথ্য সংরক্ষণ করা হলে আর পরিবর্তন করা যায় না। তাই এ অসুবিধা দুর করার জন্য একটি বিশেষ ধরনের রম তৈরি করা হয়েছে যার নাম ইপিরম বা ইপ্রম। ইপ্রমে সংরক্ষিত তথ্যকে মুছে বিশেষ প্রোগ্রামের সাহায্যে আবার নতুন করে প্রোগ্রাম করা যায়। ইপ্রমে একটি ছোট কোয়ার্টজের জানালা থাকে, জানালা দিয়ে এর সিলিকন ওফার (Silicon Wafer) দেখা যায়। সংরক্ষিত তথ্য মুছে ফেলার সময়ে একটি আলট্রাভায়োলেট ল্যাম্পের তলায় ইপ্রমকে রাখা র‍্যাম্পের অতি বেগুনি রশ্মি জানালা দিয়ে সিলিকন ওফার এর উপর পড়ে। ফলে কিছুক্ষণের মধ্যেই ইপ্রমের তথ্য মুছে যায়। পরবর্তীতে প্রম প্রোগ্রামের সাহায্যে নতুন করে আবার ইপ্রমে তথ্য সংরক্ষণ করা যায়। ইপ্রম উদ্বায়ী নয় অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করলে প্রোগ্রামকৃত তথ্য কোনো অবস্থায় মুছে যায় না। সাধারণত ফেট (FET-Field Effect Transistor) ব্যবহার করে ইপ্রম তৈরি করা হয়।

ইইপিরম বা ইইপ্রম (EEPROM-Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

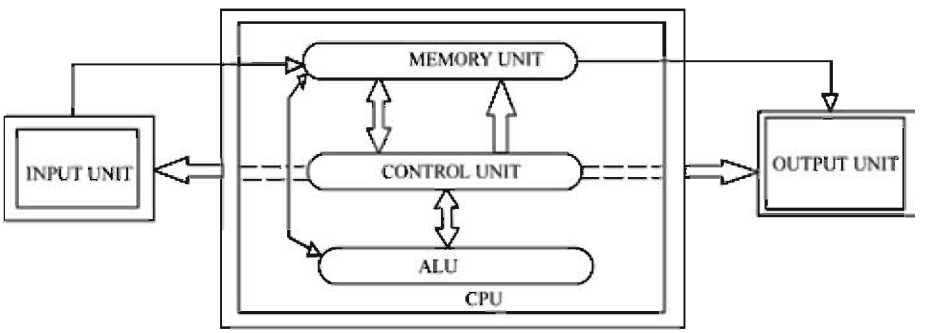
ইপ্রম এর প্রধান অসুবিধা হলো এতে সংরক্ষিত তথ্য মুছতে প্রায় আধা ঘণ্টা সময় লাগে এবং আংশিকভাবে কোনো তথ্য মুছা যায় না। এ অসুবিধা দুর করার জন্য ইইপ্রম তৈরি করা হয়েছে। অতি সহজে এতে সংরক্ষিত সকল তথ্য বা প্রয়োজন মত এক বা একাধিক বিট বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা মুছে পুন পুন প্রোগ্রাম করা যায়। এজন্য এর নাম ইলেকট্রিক্যালি ইরেজেবল প্রোগ্রামেবল রিড অনলি মেমরি সংক্ষেপে ইইপ্রম। প্রোগ্রাম করার সময় একে কম্পিউটার থেকে খুলতে হয়। এতে সংরক্ষিত তথ্য মুছতে ইপ্রমের তুলনায় অনেক কম সময় লাগে।

ইএপ্রমরম (EAPROM-Electrically Alterable Programmable Read Only Memory)

ইইপ্রমের ন্যায় ইএপ্রম এরও যে কোনো বিট অর্থাৎ তথ্য বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা মুছে নতুন করে প্রোগ্রাম করা যায়। তবে লেখা মুছার সময় একে কম্পিউটার থেকে বের করতে হয় না।

৩.৬ একটি কম্পিউটারের সাধারণ গঠন :

কম্পিউটারের গঠন প্রণালি ঃ



চিত্র ঃ কম্পিউটারের ব্লক ডায়াগ্রাম

ইনপুট ইউনিট ঃ এর মাধ্যমে কম্পিউটার তথ্য বা উপাত্ত গ্রহণ করে। ইনপুট ইউনিটের কাজ হলো আমাদের প্রেরিত নির্দেশগুলোকে প্রক্রিয়াকরণের জন্য CPU এ প্রেরণ করা। ইনপুট ইউনিটের উদাহরণ– মাউস, কী বোর্ড, স্ক্যানার ইত্যাদি।

সিপিইউ ঃ কম্পিউটারের যে অংশ ডাটা প্রসেস করে, তাকে CPU বা Central Processing Unit বলে। এটি মেমোরি, কন্ট্রোল ও এএলইউ এই তিনটি ইউনিট বা অংশ নিয়ে গঠিত।

এএলইউ ঃ ALU এর পূর্ণ নাম হলো– Arithmetic Logic Unit. এটি কম্পিউটারের যাবতীয় গাণিতিক ও যৌক্তিক কার্যাবলি সম্পাদন করে থাকে।

কন্ট্রোল ইউনিট ঃ এই ইউনিট কম্পিউটারের যাবতীয় কাজকে নিয়ন্ত্রণ করে। এই ইউনিট মেমোরি ইউনিট ও ALU এর মধ্যে সমন্বন সৃষ্টি করে তার যাবতীয় কাজ নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

মেমোরি ইউনিট ঃ এই ইউনিটের মাধ্যমে কম্পিউটার তার যাবতীয় তথ্য বা উপাত্ত সংরক্ষণ করে এবং যখন প্রয়োজন অন্য অংশের সাহায্যে তা সরবরাহ করে।

আউটপুট ইউনিট ঃ আউটপুট ইউনিটের মাধ্যমে কম্পিউটার প্রসেসকৃত ডাটা হতে প্রাপ্ত ফলাফল প্রদান করে। আউটপুট ইউনিটের উদাহরণ – মনিটর, প্রিন্টার, স্পিকার ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ফ্লিপ-ফ্লপ বলতে কী বোঝায়?
২। কাউন্টার বলতে কী বোঝায়?
৩। অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার কী?
৪। সিনক্রোনাস কাউন্টার কী?
৫। AD/DA কনভার্টার কী?
৬। ROM, RAM, EPROM এর পূর্ণনাম লেখ।
৭। মেমোরি কী?
৮। সেমিকন্ডাক্টর মেমোরি কী?
৯। MOS এর পূর্ণনাম কী?
১০। ALU এর পূর্ণনাম কী?
১১। সেন্ট্রাল প্রোসেসিং ইউনিট (CPU)-এর কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। NOR গেটের সাহায্যে ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট অংকন কর
২। কাউন্টারের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ
৩। কাউন্টারের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
৪। RAM এবং ROM এর পার্থক্য লেখ।
৫। AD ও DA কনভার্টারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
৬। সিনক্রোনাস ও অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
৭। এডি ও ডিএ কনভার্টারের ব্যবহার লেখ।
৮। মেমোরির শ্রেণিবিভাগ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিটের বর্ণনা দাও।
২। অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের গঠন প্রণালির বর্ণনা দাও।
৩। বিভিন্ন প্রকার কম্পিউটার মেমোরির বর্ণনা দাও।
৪। চিত্রসহ একটি সাধারণ কম্পিউটারের গঠন প্রণালি বর্ণনা কর।

চতুর্থ অধ্যায়
অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার
(Op-Amp)

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

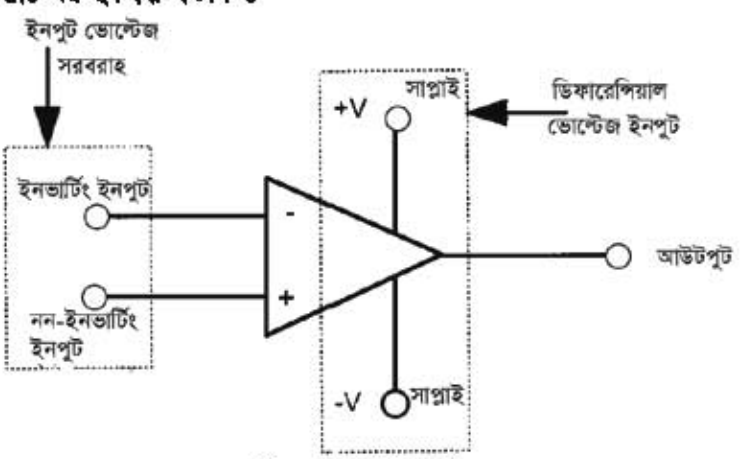
- Op-Amp কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- Op-Amp প্রতীক অঙ্কন করতে পারব;
- Op-Amp এর বিভিন্ন টার্মিনালের কাজ বলতে পারব;
- Op-Amp এর বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব;
- Op-Amp এর ইনভার্টিং এবং নন ইনভার্টিং সার্কিট আঁকতে পারব;
- 741 Op-Amp এর বিভিন্ন পিনের নাম্বার এবং কাজ বর্ণনা করতে পারব।

৪.১ Op-Amp :

অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারকে সংক্ষেপে OP-Amp বলে। এই OP-Amp হচ্ছে একটি উচ্চ গেইন সম্পন্ন ডাইরেক্ট কাপলড নেগেটিভ ফিডব্যাক অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট যাতে অনেকগুলো ট্রানজিস্টর থাকে। অপ-অ্যাম্প একটি পার্থক্যমূলক ইনপুট বিশিষ্ট মড্যুলার, মাল্টিস্টেজ অ্যামপ্লিফাইয়িং ডিভাইস। অপ-অ্যাম্পের সরবরাহ ভোল্টেজ ± ১৮ ভোল্ট। অপ-অ্যাম্পের পাওয়ার খরচ ৫০০ মিলি ওয়াট। অপ-অ্যাম্প আইসি μA709, LM108, LM208, CA741 এবং CA741T.

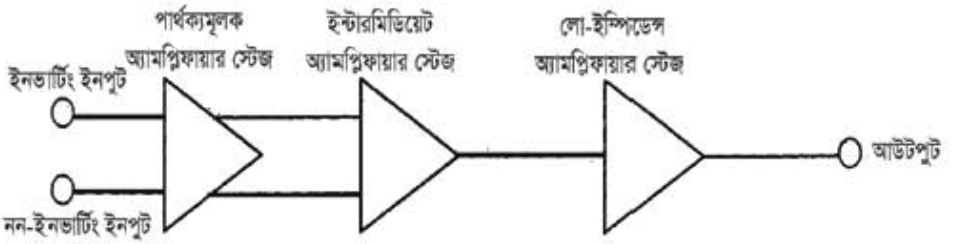
৪.২ Op-Amp প্রতীক অঙ্কন :

অপ-অ্যাম্পের ব্লকবদ্ধ প্রতীক :



চিত্র : অপ-অ্যাম্পের প্রতীক

অপ-অ্যাম্পের অভ্যন্তরীণ গঠন ঃ



চিত্র ঃ OP-Amp এর অভ্যন্তরীণ গঠন

OP-AMP এর প্রয়োগ ক্ষেত্রসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(ক) স্ক্যালার বা লিনিয়ার কনস্ট্যান্ট গেইন অ্যামপ্লিফায়ারে
(খ) ইন্টিগ্রেটর হিসেবে
(গ) ইউনিটি ফলোয়ার হিসেবে
(ঘ) ডিফারেনশিয়েটর হিসেবে
(ঙ) অ্যাডার বা সামার হিসেবে
(চ) কম্পারেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।
(ছ) সাবট্রাক্টর হিসেবে

বিভিন্ন কোম্পানির ব্যবহৃত অপ-অ্যাম্পের কোডসমূহ ঃ

(i) কেয়ার চাইল্ড - μA, μAF
(ii) সিগনেটিক- N/S, NE/SE
(iii) ন্যাশনাল সেমিকন্ডাক্টর- LM, LH, LF, TA
(iv) বার-ব্রাউন (Burr-Brown) - BB
(v) মটোরোলা- MC, MFC
(vi) সিলিকন জেনারেল- SG
(vii) টেক্সাস ইনস্ট্রুমেন্ট- SN
(viii) রেথিওন (Raytheon) -RC/RM.

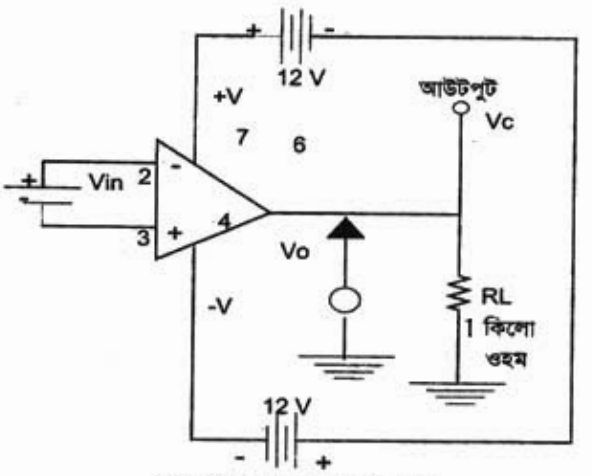
৪.৩ Op-Amp এর বৈশিষ্ট্য :

একটি আদর্শ OP-AMP এর বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) ভোল্টেজ গেইন অসীম।
(খ) ইনপুট ইম্পিড্যান্স অসীম।
(গ) আউটপুট ইম্পিড্যান্স শূন্য।
(ঘ) ব্যান্ড উইডথ প্রশস্ত।

১। ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন (Open Loop Voltage Gain):

কোন অপ-অ্যাম্পের ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন বৈশিষ্ট্য বলতে ঐ অপ-অ্যাম্পের ইনপুটে পার্থক্যমূলক ভোল্টেজ সরবরাহ করা হলে যে আউটপুট পাওয়া যায় তার অনুপাত। নিচের চিত্রে μA741C অপ-অ্যাম্পের ওপেন লুপ সার্কিট সংযোগ দেখানো হলোঃ



চিত্র : ইনভার্টিং ডিসি অ্যামপ্লিফায়ার

চিত্র অনুযায়ী ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইন (A_{VOL}) হলো আউটপুট ভোল্টেজ (V_0) এবং পার্থক্যমূলক ইনটুপ ভোল্টেজের অনুপাত।

সুতরাং, $A_{VOL} = V_0 / V_{IN}$

অপ-অ্যাম্পের ওপেন লুপ ভোল্টেজ গেইনের মান অত্যন্ত বেশি। এই মান ১০,০০০ হতে ২০,০০০ এর মধ্যে হয়ে থাকে।

২। ইনপুট অফসেট ভোল্টেজ (Input Offset Voltage)

অপ-অ্যাম্পের পার্থক্যমূলক শূন্য ইনপুট ভোল্টেজ সরবরাহকালে আউটপুট ভোল্টেজ শূন্য মানে আনতে যে সামান্য ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, তাকে ইনপুট অফসেট ভোল্টেজ বলে। এই মান কয়েক মাইক্রোভোল্ট হতে কয়েক মিলিভোল্ট পর্যন্ত হতে পারে। μA741C অপ-অ্যাম্পের ইনপুট অফসেট ভোল্টেজ প্রায় 1mV

৩। ইনপুট বায়াস কারেন্ট (Input Bias Current)

অপ-অ্যাম্পের দুই ইনপুটে প্রবাহিত কারেন্টের গড় মানকে ইনপুট বায়াস কারেন্ট বলে। একটি পার্থক্যমূলক ইনপুটে কারেন্টের মান সচরাচর অসমান থাকে। ভালো গুণ সম্পন্ন Iβ এর মান কম হয়। μA741C অপ-অ্যাম্পের এর মান প্রায় 80 ন্যানো অ্যাম্পিয়ার।

৪। ইনপুট ইম্পিড্যান্স (Input Impedance)

অপ-অ্যাম্পের ইনপুট সোর্স পার্থক্যমূলক ইনপুট টার্মিনালের সাথে সংযুক্ত করা হলে যে সমতুল্য ইম্পিড্যান্স পাওয়া যায়, তাকে ইনপুট ইম্পিড্যান্স বলে। প্রচলিত অপ-অ্যাম্পেরইনপুট

ইমপিড্যান্স এর মান অনেক বেশি। এই মান সচরাচর ১০ কিলোওহম হতে ১ মেগাওহমের মধ্যে হয়ে থাকে। কোনো নির্দিষ্ট অপ-অ্যাম্পের ইনপুট ইমপিড্যান্স অজানা থাকলে তার মান ২৫০ কিলোওহম ধরা হয়।

৫। ইনপুট কারেন্ট (Input Current)

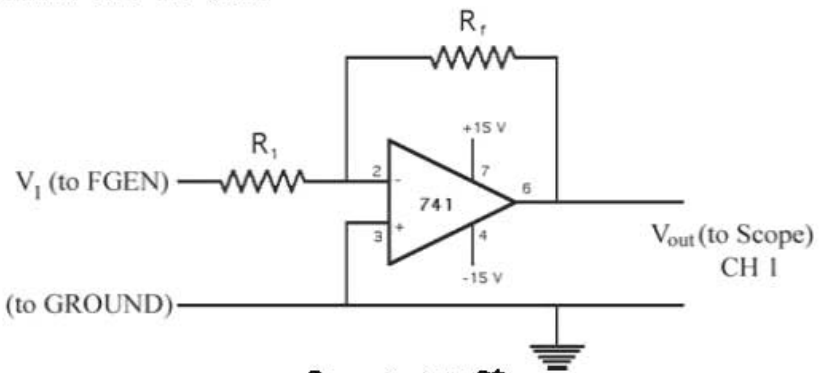
প্রচলিত অপ-অ্যাম্পের ইনপুট কারেন্ট অত্যন্ত কম। অপ-অ্যাম্পের পার্থক্যমূলক ইনপুটে ভোল্টেজ সোর্স সংযুক্ত করা হলে উচ্চ মানের ইনপুট ইম্পিড্যান্সের কারণে ইনপুট কারেন্টের মান কম থাকে। এই কারেন্টের মান কয়েক ন্যানো অ্যাম্পিয়ারের মধ্যে সীমিত থাকে।

৬। স্লুরেট (Slew Rate)

স্লুরেট বলতে কোনো অপ-অ্যাম্পের প্রদত্ত সময়ে আউটপুটে একমানের ভোল্টেজ হতে অন্যমানের ভোল্টেজের পরিবর্তনের হার। এটি উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এ থেকে সিগন্যাল পরিবর্তনের সাথে সাথে অপ-অ্যাম্প কত তাড়াতাড়ি সারা দিতে পারে তা বোঝায়। স্লুরেট অ্যামপ্লিফায়ারের গেইন, কমপেনসিটিং ক্যাপাসিট্যান্স ও আউটপুট ভোল্টেজের পোলারিটির উপর নির্ভরশীল।

অপ-অ্যাম্পের কার্যাবলি

অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারকে সংক্ষেপে অপ-অ্যাম্প বলে। এই অপ-অ্যাম্প একটি উচ্চ গেইন সম্পন্ন ডাইরেক্ট কাপলড নেগেটিভ ফিডব্যাক অ্যামপ্লিফায়ার। নিম্নে অপ-অ্যাম্পের চিত্র অংকন করে কার্যাবলি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ অপ-অ্যাম্প সার্কিট

এখানে নেগেটিভ ফিডব্যাক সম্পন্ন ইনভার্টিং ও নন ইনভার্টিং দুইটি অপ-অ্যাম্পের চিত্র দেখানো হয়েছে। এই সার্কিটগুলোতে দুইটি রেজিস্টর R_1 ও R_2 ব্যবহার হয়েছে। R_1 রেজিস্টরের মাধ্যমে ইনপুটের প্রবাহিত কারেন্ট নিয়ন্ত্রিত হয় এবং R_2 এর মাধ্যমে ফিডব্যাক সম্পন্ন করা হয়। ইনপুট সিগন্যাল যদি ইনভার্টিং (-) প্রান্তের মাধ্যমে দেওয়া হয় তবে আউটপুট বিপরীত ফেজে সিগন্যাল প্রদান করবে। আবার ইনপুট সিগন্যাল বা নন-ইনভার্টিং (+) প্রান্তের মাধ্যমে দেওয়া হয় তবে আউটপুট সমফেজে সিগন্যাল প্রদান করবে।

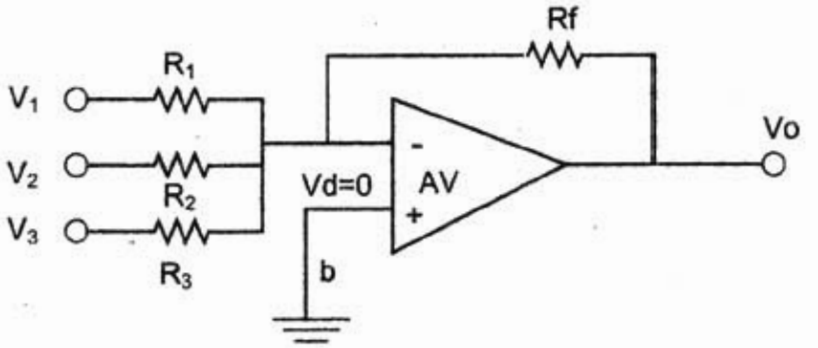
৪.৫ Op-Amp এর ইনভার্টিং এবং নন ইনভার্টিং সার্কিট :

যে অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে ইনপুটের প্রয়োগকৃত সিগন্যালকে যোগ করে বর্ধিত আকারে আউটপুটে প্রেরণ করে, তাকে সামিং অ্যামপ্লিফায়ার বলে। অর্থাৎ সামিং ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে ইনপুটে প্রয়োগকৃত সিগন্যালসমূহের যোগফলকে বর্ধিত আকারে আউটপুটে পাওয়া যায়। এই ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের বৈশিষ্ট্য এমন যে এটি প্রথমে ইনপুটে প্রয়োগকৃত সকল সিগনালকে যোগ করে এবং পরে তা বর্ধিত আকারে আউটপুটে প্রেরণ করে। সামিং অ্যামপ্লিফায়ার সাধারণত দুই প্রকার। যথা-

(ক) ইনভার্টিং সামিং অ্যামপ্লিফায়ার
(খ) নন-ইনভার্টিং সামিং অ্যামপ্লিফায়ার

নন-ইনভার্টিং সামিং অ্যামপ্লিফায়ার

সামিং সার্কিটটি অপ-অ্যাম্পের ইনভার্টি বা নন-ইনভার্টিং কোন প্রান্তের সাথে যোগ করা হলো তার উপর ভিত্তি করেই এ পার্থক্য করা হয়। নিচে একটি সামিং অ্যামপ্লিফায়ারের চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলোঃ



চিত্র : নন-ইনভার্টিং সামিং অ্যামপ্লিফায়ার

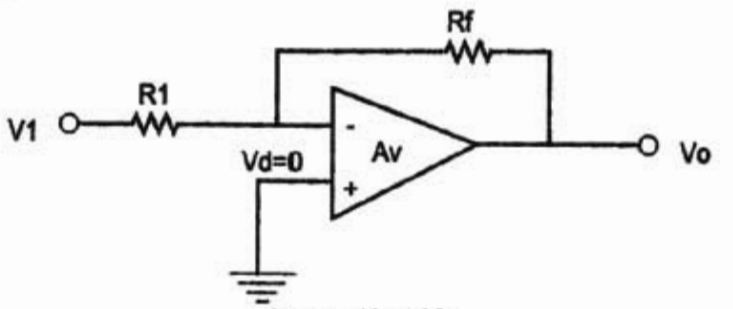
এখানে তিনিটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 এর মাধ্যমে ইনভার্টিং ইনপুটে যথাক্রমে V_1, V_2, এবং V_3 সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়। নন-ইনভার্টিং ইনপুটকে গ্রাউন্ড এবং রেজিস্টর Rf কে ফিডব্যাক হিসেবে সংযোগ করা হয়েছে। এই সার্কিটের ইনপুটের ভোল্টেজসমূহের যোগফলের নেগেটিভ মান আউটপুটে বর্ধিত আকারে পাওয়া যায়। অর্থাৎ

$$V_o = - (V_1 + V_2 + V_3) Av$$

এখানে Av ভোল্টেজ গেইন ধরা হয়েছে।

ইনভার্টার

যে অপ-অ্যাম্পের ইনভার্টিং ইনপুটে সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয় এবং আউটপুট ইনপুটের 180° বিপরীত ফেজ হয়, তাকে ইনভার্টার বলে। নিম্নে একটি ইনভার্টারের চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

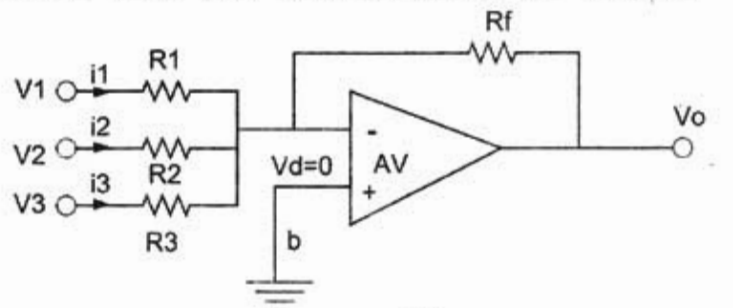


চিত্র ঃ ইনভার্টার সার্কিট

এখানে ইনভার্টিং ইনপুটে একটি রেজিস্টর R_1-এর মাধ্যমে ইনপুট সিগন্যাল V_1 প্রয়োগ করা হয়েছে এবং নন-ইনভার্টিং ইনপুটকে সরাসরি গ্রাউন্ড করা হয়েছে। রেজিস্টর R_f-এর মাধ্যমে ফিডব্যাক সম্পন্ন করা হয়। ইনভার্টিং ও নন-ইনভার্টিং ইনপুট দুইটির ভোল্টেজ পার্থক্য $(0-V_1)$, যা নেগেটিভ মান আউটপুটে বর্ধিত আকারে পাওয়া যায়। অর্থাৎ $Vo = - Av\ Vi$।

অ্যাডার

যে সার্কিটের মাধ্যমে দুই বা ততোধিক মানকে যোগ করা হয়, তাকে অ্যাডার বলে। নিম্নে একটি তিন ইনপুটের বিশিষ্ট অ্যাডার সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

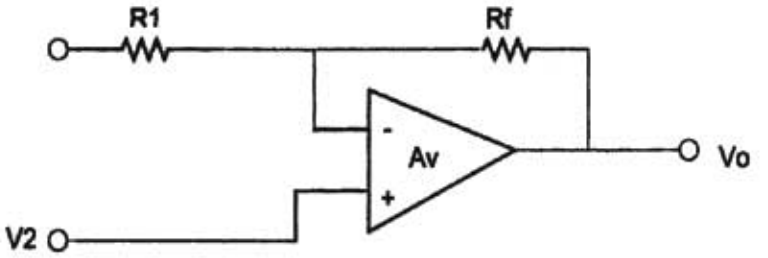


চিত্র ঃ অ্যাডার সার্কিট

এখানে তিনটি রেজিস্টর R_1, R_2 এবং R_3 এর মাধ্যমে ইনপুট সিগন্যাল V_1, V_2 এবং V_3 প্রয়োগ করা হয়েছে। এই প্রয়োগকৃত ইনপুট ভোল্টেজসমূহের যোগফল এই সার্কিটের মাধ্যমে আউটপুট বর্ধিত আকারে পাওয়া যাবে।

সাবট্রাক্টর

যে সার্কিটের মাধ্যমে দুইটি ইনপুটের মানকে বিয়োগ করা হয়, তাকে সাবট্রাক্টর বলে। নিম্নে একটি সাবট্রাক্টর সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

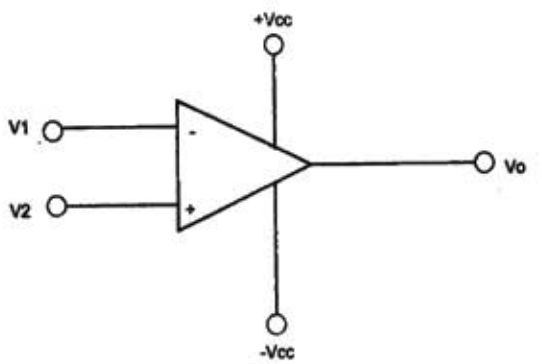


চিত্র ঃ সাবট্রাক্টর সার্কিট

এখানে ইনভার্টিং ইনপুটে একটি রেজিস্টর R_1 এর মাধ্যমে V_1 এবং নন ইনভার্টিং ইনপুটে সরাসরি V_2 প্রয়োগ করা হয়েছে। রেজিস্টর Rf এর মাধ্যমে ফিডব্যাক সম্পন্ন করা হয়েছে। V_1 ও V_2 এই দুইটি প্রয়োগকৃত ইনপুট ভোল্টেজসমূহের বিয়োগফল এই সার্কিটের আউটপুট পাওয়া যাবে।

কম্পারেটর

কম্পারেটর এমন একটি সার্কিট, যা দুইটি ইনপুটের মানকে তুলনা করে একটি আউটপুট প্রদান করে। নিম্নে একটি কম্পারেটর সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ কম্পারেটর সার্কিট

এখানে ইনভার্টিং ইনপুটে V_1 এবং নন-ইনভার্টিং ইনপুটে V_2 প্রয়োগ করা হয়েছে। এই V_1ও V_2 তুলনা করে আউটপুট V_o তে নিম্নরূপে প্রকাশ পাবে ঃ

(i) যখন V_1 বড় এবং V_2 ছোট হবে, তখন V_o উচ্চ (High) হবে।

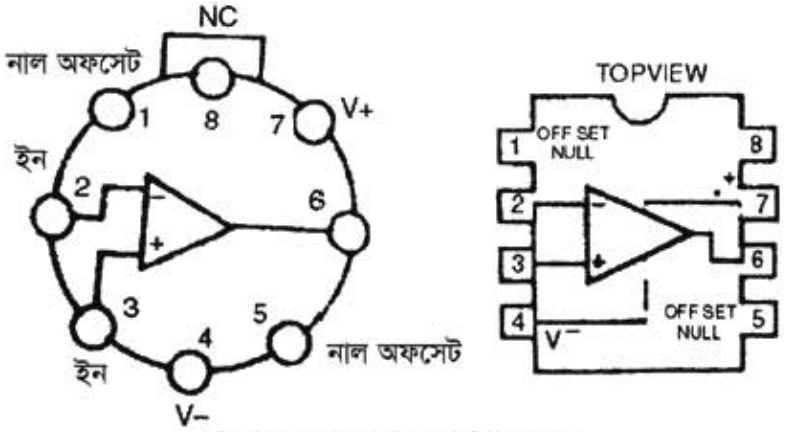
(ii) যখন V_1 ছোট এবং V_2 বড় হবে, তখন V_o কম (Low) হবে।

(iii) যখন V_1 এবং V_2 সমান সমান তখন V_o শূন্য (0) হবে।

২০২০

৪.৬ 741 Op-Amp এর বিভিন্ন পিনের নাম্বার এবং কাজ :

741 OP-AMP এর পিন ডায়াগ্রাম অংকন করা হলো এবং বিভিন্ন পিনের কাজ বর্ণনা করা হলো।



চিত্র : 741 OP-AMP এর পিন ডায়াগ্রাম

পিন নং 1 : এটি হলো অফসেট নাল (Offset null) টার্মিনাল। যার মাধ্যমে অফসেট নাল সমন্বয় করা হয়।

পিন নং 2 : এটি হলো ইনভারটেড ইনপুট টার্মিনাল, যার মাধ্যমে ইনভারর্টেড সিগন্যাল প্রদান করা হয়।

পিন নং 3 : এটি হলো নন-ইনভার্টেড (non-inverted) ইনপুট টার্মিনাল, যার মাধ্যমে নন ইনভার্টিং সিগন্যাল প্রদান করা হয়।

পিন নং 4 : নেগেটিভ পাওয়ার সরবরাহ টার্মিনাল, যার মাধ্যমে সরবরাহের নেগেটিভ ভোল্টেজ প্রদান করা হয়।

পিন নং 5 : এটির মাধ্যমে অফসেট নাল (Offset null) ভোল্টেজ প্রদান করে ইনপুট ভোল্টেজের তারতম্যের অফসেট মানকে সমন্বয় করা হয়।

পিন নং 6 : আউটপুট টার্মিনাল, যার মাধ্যমে আউটপুট সিগন্যাল গ্রহণ করা হয়।

পিন নং 7 : ধনাত্মক পাওয়ার সরবরাহ টার্মিনাল যার, মাধ্যমে সরবরাহ ভোল্টেজের ধনাত্মক প্রান্ত যুক্ত করা হয়।

পিন নং 8 : অব্যবহৃত টার্মিনাল। এটি কোনো কাজে ব্যবহৃত হয় না।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার কী?
২। একটি বাস্তব অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের সাধারণত ইনপুট আউটপুট ইম্পিড্যান্সের মান কত?
৩। অপ-অ্যাম্পের ছকবদ্ধ প্রতীক দেখাও।
৪। অপ-অ্যাম্পের সরবরাহ ভোল্টেজের মান কত?
৫। অপ-অ্যাম্পের পাওয়ার খরচ কত?
৬। কয়েকটি অপ-অ্যাম্প আইসির নাম লেখ।
৭। অপ-অ্যাম্পের ইনপুট অফসেট ভোল্টেজ কী?
৮। ইনপুট বায়াস কারেন্ট কাকে বলে?
৯। ইনপুট ইম্পিড্যান্স কাকে বলে?
১০। স্লু-রেট কী?
১১। সামিং অ্যামপ্লিফায়ার কী?
১২। ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার কী?
১৩। ইনভার্টার কী?
১৪। অ্যাডার কাকে বলে?
১৫। সাবট্রাক্টর কাকে বলে?
১৬। কম্পারেটর কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। OP-AMP এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।
২। অপ-অ্যাম্পের অভ্যন্তরীণ গঠন দেখাও।
৩। অপ-অ্যাম্পের ব্যবহার লেখ।
৪। অপ-অ্যাম্প আইসির বর্ণিত কোডের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৫। একটি অপ-অ্যাম্প আইসির স্পেসিফিকেশন লেখ।
৬। অপ-অ্যাম্পের বেসিক ডায়াগ্রাম দেখাও।
৭। স্লু-রেটের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৮। অপ-অ্যাম্পের থাম্ব রুল লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ অপ-অ্যাম্পের কার্যাবলি বর্ণনা কর।
২। চিত্রসহ সামিং অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যাবলি বর্ণনা কর।
৩। চিত্রসহ ইনভার্টারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। চিত্রসহ অ্যাডারের কার্যপ্রণালি লেখ।
৫। চিত্রসহ সাবট্রাক্টরের কার্যপ্রণালি লেখ।
৬। চিত্রসহ কম্পারেটরের কার্যপ্রণালি লেখ।
৭। 741 Op-Amp এর পিন ডায়াগ্রাম অংকন করে বিভিন্ন পিনের কাজ বর্ণনা কর।

পঞ্চম অধ্যায়

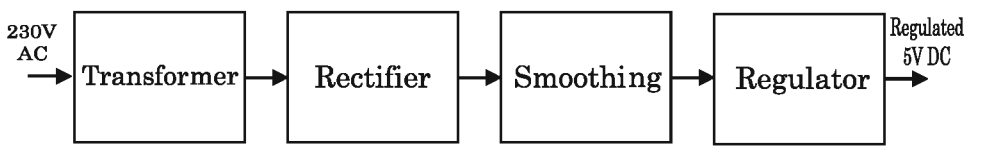
রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- রেগুলেটের পাওয়ার সাপ্লাই কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- রেগুলেশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অটোম্যাটিক ভোল্টেজ রেগুলেটর এর নীতি ব্যক্ত করতে পারব;
- ডিসি শাল্ট ও সিরিজ রেগুলেটর সার্কিট আঁকতে ও বর্ণনা করতে পারব;
- আই সি রেগুলেটর কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- বাজারে প্রচলিত আই সি রেগুলেটর এর নাম ও ব্যবহার ব্যক্ত করতে পারব;
- LM 317 আই সি রেগুলেটর ব্যবহার করে সার্কিট তৈরি করতে পারব।

৫.১ পাওয়ার সাপ্লাই :

পাওয়ার সাপ্লাই সাধারণত হাই ভোল্টেজ সাপ্লাই হতে ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি বা অন্য কোনো যন্ত্রের উপযোগী সুবিধাজনক অল্পমানের ভোল্টেজ সরবরাহের ব্যবস্থা করে। এটি বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। চিত্রে একটি পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিটের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো।



পাওয়ার সাপ্লাইয়ের প্রধান অংশগুলো হলো-

ট্রান্সফরমার : এসি হাই ভোল্টেজকে স্টেপ ডাউন করে লো ভোল্টেজ এসি সরবরাহ করে।

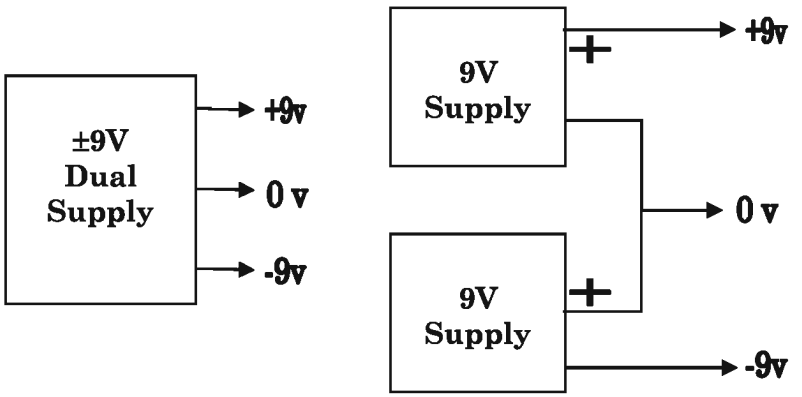
রেকটিফায়ার : লো ভোল্টেজ এসিকে পালসেটিং ডিসিতে রূপান্তর করে।

স্মুথিং : পালসেটিং ডিসিকে পরিশুদ্ধ ডিসিতে রূপান্তর করে।

রেগুলেটর : রেগুলেটর রিপল দুর করে নির্দিষ্ট ডিসি ভোল্টেজ সরবরাহ করে।

কতগুলো ইলেকট্রনিক সার্কিটে পজিটিভ, নেগেটিভ ও জিরো মানের ভোল্টেজের দরকার হয়। এদেরকে ডুয়াল সাপ্লাই পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট বলে।

ডুয়াল সাপ্লাই সিস্টেমে তিন ধরনের সাপ্লাই থাকে। উদারহণস্বরূপ- ±9v সরবরাহে , 0v এবং -9v আইটপুট পাওয়া যাবে।



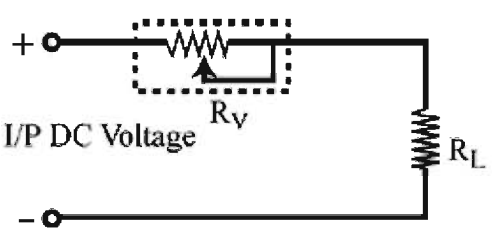
৫.২ ডিসি শান্ট ও সিরিজ রেগুলেটর সার্কিট :

রেগুলেটর সার্কিট আউটপুটে একটি নির্দিষ্ট মানের ভোল্টেজ প্রদান করে। এক্ষেত্রে ইনপুটে ভোল্টেজ কমে গেলেও তা পূরণ করে। রেগুলেটরের আউটপুট সর্বদা নির্দিষ্ট মানের ±০.০১% মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে। ভোল্টেজ রেগুলেটর মূলত দুই প্রকার। সিরিজ রেগুলেটর ও শান্ট রেগুলেটর। রেজিস্ট্যান্সের সাথে রেগুলেটিং ইলিমেন্টের অবস্থানের ভিত্তিতে এই শ্রেণিবিভাগ করা হয়েছে।

সিরিজ রেগুলেটর

লোড রেজিস্ট্যান্সের সাথে রেগুলেটিং ইলিমেন্ট সিরিজে অবস্থান করলে তাকে সিরিজ ভোল্টেজ রেগুলেটর বলে।

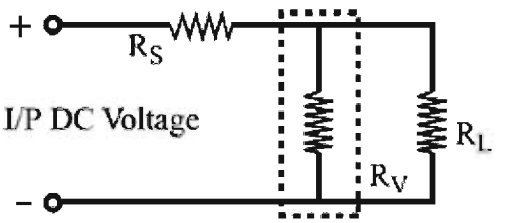
সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



শান্ট রেগুলেটর।

লোড রেজিস্ট্যান্সের সাথে রেগুলেটিং ইলিমেন্ট প্যারালালে অবস্থান করলে তাকে শান্ট ভোল্টেজ রেগুলেটর বলে।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



৫.৩ ভোল্টেজ রেগুলেটর আই সিঃ

ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসির কাজ হচ্ছে ভোল্টেজকে রেগুলেট বা নিয়ন্ত্রণ করা। যে সকল আইসি এর সাহায্যে ভোল্টেজকে রেগুলেট বা নিয়ন্ত্রণ করা হয় ঐ সকল আইসিকে ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি বলে। যেমন- IC 7805.

সাধারণত এ সকল রেগুলেটর আইসি তিন টার্মিনাল বিশিষ্ট হয়ে থাকে। এগুলোকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(i) পজেটিভ ভোল্টেজ রেগুলেটর।
(ii) নেগেটিভ ভোল্টেজ রেগুলেটর।

পজেটিভ ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ
(i) পজেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর।
(ii) পজেটিভ অ্যাডজাস্টেবল ভোল্টেজ রেগুলেটর।

নেগেটিভ ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ
(i) নেগেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর।
(ii) পজেটিভ অ্যাডজাস্টেবল ভোল্টেজ রেগুলেটর।

৫.৪ বাজারে প্রচলিত আই সি রেগুলেটর এর নাম ও ব্যবহার :

পজেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর

পজেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি সিরিজের মধ্যে LM78MXX, LM78LXX, LM140XX বা LM340XX সিরিজ অন্যতম। উপরের সিরিজগুলোতে XX এর মান রেগুলেটর আইসির আউটপুট নির্দেশ করে। অর্থাৎ যদি আইসি নাম্বার LM78L05 হয়ে থাকে তবে আইসির আউটপুট ভোল্টেজ হবে ৫ ভোল্ট।

নেগেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর

নেগেটিভ ফিক্সড ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি সিরিজের মধ্যে LM79XX, LM78LXX, LM120XX বা LM320XX সিরিজ অন্যতম। উপরের সিরিজগুলোতে XX এর মান রেগুলেটর আইসির আউটপুট নির্দেশ করে।

নেগেটিভ অ্যাডজাস্টেবল ভোল্টেজ রেগুলেটর

যে সকল আইসি দিয়ে নেগেটিভ ভোল্টেজ রেগুলেট করা হয় এবং প্রয়োজন মত অ্যাডজাস্ট করা যায় ঐ সকল আইসিগুলোকে নেগেটিভ অ্যাডজাস্টেবল ভোল্টেজ রেগুলেটর বলে। নেগেটিভ অ্যাডজাস্টেবল আইসিগুলো হলো LM337, LM320, LM137 ইত্যাদি।

৫.৫ LM 317 আইসি রেগুলেটর ব্যবহার করে সার্কিট তৈরি :

LM 317 আইসি একটি ভেরিয়েবল ভোল্টেজ রেগুলেটর। এই আইসির সুবিধা হলো, এর রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন করে আউটপুটে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

অর্থাৎ LM 317 আইসি একটি অধিক দক্ষতা সম্পন্ন এবং স্বাচ্ছন্দে ব্যবহার করার মত ভেরিয়েবল ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসি। এতে যথোপযুক্ত হিট সিঙ্ক ব্যবহার করা হলে এর আউটপুটে ১.৫ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট এবং ১.২ ভোল্ট হতে ৩৭ ভোল্ট মানের যে কোনো ভোল্টেজ পাওয়া যাবে। যদিও LM 317 আইসি আউটপুটে সর্বোচ্চ ৩৭ ভোল্ট প্রদানে সক্ষম তথাপিও সার্কিটের নিরাপত্তার বিষয় বিবেচনা করে এর আউটপুট ২৫ ভোল্টের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রেগুলেটর কী?
২। ডুয়াল সাপ্লাই সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?
৩। ভোল্টেজ রেগুলেটর আইসির কাজ কী?
৪। একটি voltage regulator আইসির নাম্বার লেখ।
৫। রেগুলেটর আইসির শ্রেণিবিভাগ দেখাও।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সিরিজ ও শান্ট ভোল্টেজ রেগুলেটরের পার্থক্য কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অটোমেটিক ভোল্টেজ রেগুলেটরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

ষষ্ঠ অধ্যায়

সুইচ মোড পাওয়ার সাপ্লাই (SMPS)

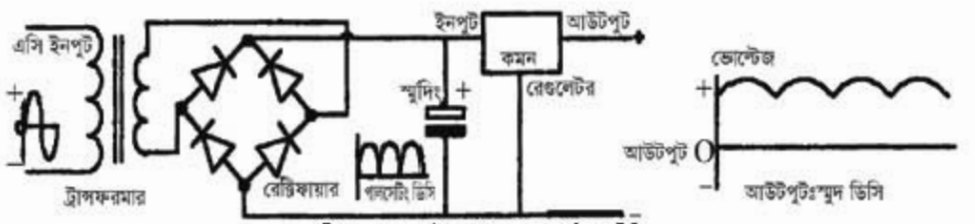
এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- SMPS এর মূলনীতি ব্যক্ত করতে পারব;
- SMPS এর ব্লক অঙ্কন করে বর্ণনা করতে পারব;
- SMPS এর সার্কিট অঙ্কন করতে পারব;
- SMPS এর সার্কিটে ব্যবহৃত মেজর কম্পোনেন্টসের কাজ ব্যক্ত করতে পারব।

রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই

যে পাওয়ার সাপ্লাই সিস্টেমের মাধ্যমে সরবরাহ ভোল্টেজকে নিয়ন্ত্রণ করে নির্দিষ্ট মানে স্থির রাখে, তাকে রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই বলে।

নিম্নে একটি রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাইয়ে সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিট

এখানে ইনপুটের প্রয়োগকৃত এসি সিগন্যাল ট্রান্সফরমারের সাহায্যে স্টেপ ডাউন হয়ে রেক্টিফায়ার সার্কিটে আসে। রেক্টিফায়ার সার্কিট হিসেবে একটি ব্রীজ রেক্টিফায়ার ব্যবহার করা হয়েছে, যা এসি সিগন্যালকে পালসিটিং ডিসিতে রূপান্তর করে। এই পালসিটিং ডিসিকে একটি ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে ফিল্টারিং করে বিশুদ্ধ ডিসিতে রূপান্তর করে। এই রূপান্তরিত বিশুদ্ধ ডিসি পরবর্তীতে একটি রেগুলেটিং ডিভাইসের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত হয়ে নির্দিষ্ট মানের স্থির সিগন্যালের আউটপুট প্রদান করে।

আন-রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই

যে পাওয়ার সাপ্লাই সিস্টেমে কোনো রেগুলেটর থাকে না শুধু ফিল্টার ও রেক্টিফায়ার সার্কিট নিয়ে গঠিত, তাকে আন-রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই বলে।

সুইচিং পাওয়ার সাপ্লাই কী?

সুইচিং পাওয়ার সাপ্লাই এমন একটি প্রক্রিয়া, যা ইলেকট্রনিক সার্কিটের মাধ্যমে সুইচ ON/OFF করে বৈদ্যুতিক এনার্জি উৎস হতে লোডে সরবরাহ করে।

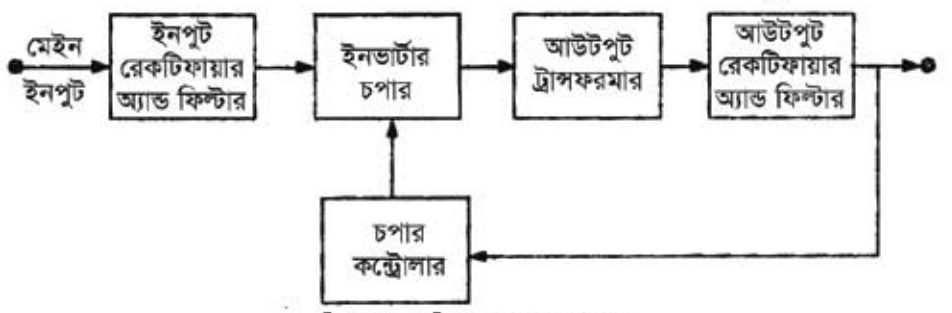
৬.১ SMPS এর মূলনীতি :

এসএমপিএস এর পূর্ণ নাম হচ্ছে সুইচ মোড পাওয়ার সাপ্লাই। এটি এমন একটি ডিভাইস যার ইলেকট্রনিক্স সার্কিটের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক এনার্জি উৎস হতে লোডে সরবরাহ করে।

SMPS এ ইনপুটের এসি সিগন্যাল ইনপুট রেকটিফায়ার এবং ফিল্টার সার্কিটের মাধ্যমে বিশুদ্ধ ডিসি সিগন্যালে রূপান্তর করে, যা ইনভার্টার চপারের সাহায্যে এটি ফ্রিকুয়েন্সিতে চপিং করা হয়। এই চপিং ডিসি ভোল্টেজকে আউটপুট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে প্রয়োগ করা হয়, যা পরবর্তীতে সেকেন্ডারি হয়ে আউটপুট রেকটিফায়ার এবং ফিল্টার সার্কিটের মাধ্যমে প্রয়োজনীয় আউটপুট প্রদান করে।

৬.২ SMPS এর ব্লক ডায়াগ্রাম :

একটি এসএসপিএস এর ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : এসএমপিএস এর ব্লক ডায়াগ্রাম

৬.৩ SMPS :

রেগুলেটিং এর জন্য আউটপুট ভোল্টেজের একটি অংশে সেনসিং অ্যামপ্লিফায়ারে ফিডব্যাক করা হয়। যা একটি রেফারেন্স সিগনালের সাথে তুলনা করে এবং প্রয়োজনীয় আউটপুট কন্ট্রোল সার্কিটে প্রেরণ করে। এই সিগনালের উপর ভিত্তি করে কন্ট্রোল সার্কি সুইচিং ট্রানজিস্টরের ডিউটি সাইকেল নিয়ন্ত্রণ করে এবং ড্রাইভারের আউটপুট ভোল্টেজকে ধ্রুব রাখে। এখানে নিয়ন্ত্রণ সার্কিটে লো ভোল্টেজ সরবরাহের জন্য একটি ছোট ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়েছে।

৬.৪ SMPS এর ব্যবহার :

এসএমপিএস সাধারণত পার্সোনাল কম্পিউটার, টেলিভিশন রিসিভার এবং অন্যান্য ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রপাতিতে ব্যবহার করা হয়। সব ধরনের গৃহস্থালী, বাণিজ্যিক ও শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত ইলেকট্রনিক সার্কিটে পাওয়ার সরবরাহের কাজে ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আন-রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই কী?
২। রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাই কী?
৩। সুইচিং পাওয়ার সাপ্লাই কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাইয়ের চিত্র অংকন কর।
২। এসএমপিএস এর ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। এসএমপিএস এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২। রেগুলেটেড পাওয়ার সাপ্লাইয়ের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

সপ্তম অধ্যায়

শব্দ উৎপাদনকারী যন্ত্র

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- লাউড স্পিকার কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- রেডিয়েটর, ব্যাফল এবং হর্ন টাইপ লাউড স্পিকারের গঠন ও কাজ বর্ণনা করতে পারব;
- স্পিকারের ওয়াটেজ রেটিং কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- স্পিকারের প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব।

৭.১ লাউড স্পিকার :

লাউড স্পিকার এমন এক ধরনের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক কৌশল, যার সাহায্যে ইলেকট্রিক্যাল শক্তিকে বর্ধিত আকারে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। লাউড স্পিকার সাধারণত দুই প্রকার। যথা :

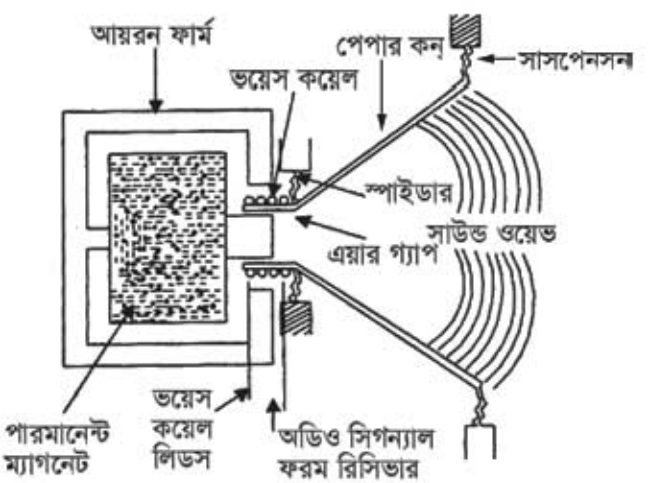
(i) ইলেকট্রোডাইনামিক লাউড স্পিকার,

(ii) পারমানেন্ট ম্যাগনেট লাউড স্পিকার।

৭.২ লাউড স্পিকারের গঠন ও কাজ :

লাউড স্পিকারের কার্যপ্রণালি

নিম্নে একটি স্পিকারের চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : লাউড স্পিকার

যখন অ্যামপ্লিফায়ার হতে অডিও সিগন্যাল স্পিকারে স্থায়ী চুম্বকের ভেতরের ভয়েস কয়েলে প্রবেশ করে, তখন ভয়েস কয়েলটি কাঁপতে থাকে। ভয়েস কয়েলের সাথে সাথে পেপার কোনোও কাঁপতে থাকে। ফলে পেপার কোনের সামনে বাতাসও কাঁপতে থাকে। বাতাসের এই কম্পনের মাধ্যমে অ্যামপ্লিফায়ার হতে আগত অডিও ফ্রিকুয়েন্সির অনুপাতে শব্দ শক্তি উৎপন্ন হয়।

লাউড স্পিকারের কাজ :

লাউড স্পিকার সাধারণত রেডিও রিসিভার বা সাউন্ড সিস্টেম অ্যামপ্লিফায়ারের সর্বশেষ স্টেজের সাথে যুক্ত থাকে। এর কাজ হলো পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারের আউটপুটকে সমতুল্য শব্দ শক্তিতে পরিণত করা। এর কার্যপ্রণালি মাইক্রোফেনের বিপরীত। যখন একই উৎসের সাথে দুই বা ততোধিক লাউড স্পিকার সংযোগ করা হয় তখন তাতে নেটওয়ার্কের ব্যবস্থা করা হয় এবং যেখানে যে ফ্রিকোয়েন্সি প্রয়োজন হয় তা সরবরাহ করা হয়। এই ধরনের কাজ সাধারণত হাই ফাই (Hi-Fi) স্পিকারে করা হয়।

৭.৩ স্পিকারের ওয়াটেজ রেটিং :

ভয়েস কলের পাওয়ার পরিচালনা করার ক্ষমতাই হলো স্পিকারের ওয়াটেজ রেটিং। উচ্চ ওয়াটেজ রেটিং বলতে লাউড স্পিকার কোনো প্রকার ক্ষতি ছাড়াই নিরাপদ শব্দশক্তি প্রদান করতে পারে। স্পিকারের ওয়াটেজ রেটিং ওয়াট এককে প্রকাশ করা হয়। উচ্চ পাওয়ার সম্পন্ন স্পিকারে উচ্চ পাওয়ার রেটিং এর চুম্বক দরকার হয়। তাছাড়াও তুলনামূলক মোটা তার দিয়ে ভয়েস কয়েল তৈরি করতে হয়।

৭.৪ স্পিকারের প্রয়োজনীয়তা :

স্পিকার মূলত বৈদ্যুতিক শক্তিকে মানুষের শ্রবণযোগ্য শব্দ শক্তিতে পরিণত করার কাজে ব্যবহৃত হয়। স্পিকার সাধারণত রেডিও রিসিভারে, টেলিভিশনে, গিটার, পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম, টেপ রেকর্ডার, টু-ইন-ওয়ান, টেলিকমিউনিকেশন ইত্যাদিতে শ্রবণযোগ্য শব্দ পুনরুৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। লাউড স্পিকার কী?
২। লাউড স্পিকারের কাজ কী?
৩। লাউড স্পিকার কত প্রকার ও কী কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। স্পিকারের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। লাউড স্পিকারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

অষ্টম অধ্যায়

পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম (PAS)

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

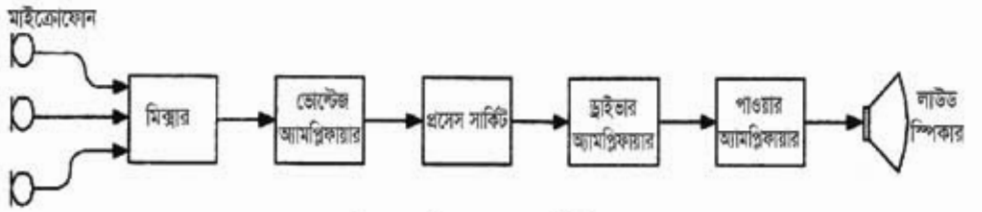
- PAS এর প্রয়োজনীয়তা ব্যক্ত করতে পারব;
- PAS এর ব্লক ডায়াগ্রাম হতে প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- PAS এর জন্য অডিও মিক্সার অ্যামপ্লিফায়ার সিস্টেম ও স্পিকার নির্বাচনের পদ্ধতি ব্যক্ত করতে পারব;
- আউটডোর PAS ও ইনডোর PAS এর মধ্যে তুলনা করতে পারব।

৮.১ PAS এর প্রয়োজনীয়তা :

দূরত্বের সাথে শব্দের তীব্রতা কমে যায়। সুতরাং মিটিং-এ অনেক মানুষের বক্তৃতা করার সময় বিবর্ধিত করতে হয় যাতে স্টেজ হতে দূরে অবস্থানরত লোকজন সুবিধাজনকভাবে বক্তব্য শুনতে পারে। যে সিস্টেমে এ কাজটি করতে পারে তাকে পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম বা সংক্ষেপে PA সিস্টেম বলে। এটি খেলাধুলার ধারা বর্ণনা, পাবলিক মিটিং, অডিটোরিয়াম, কনসার্ট ইত্যাদিতে পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।

৮.২ PAS এর ব্লক ডায়াগ্রাম হতে প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ :

যে সিস্টেমের মাধ্যমে একটি ক্ষুদ্র শব্দ বর্ধিত করে কাছে ও দূরে অবস্থানরত বিশাল শ্রোতাগোষ্ঠীর জন্য শব্দকে শ্রবণ উপযোগী করা যায়, তাকে পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম বলে। নিম্নে একটি পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :

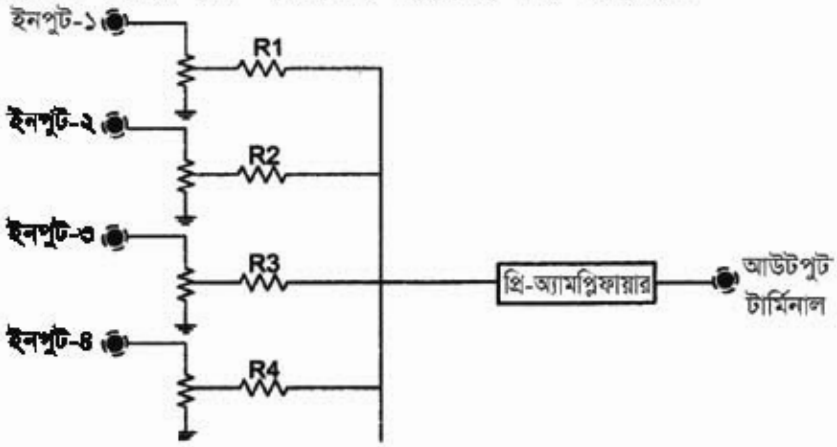


চিত্র : পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম

মাইক্রোফোন : এই সিস্টেমে এক বা একাধিক মাইক্রোফোন ব্যবহৃত হতে পারে। মাইক্রোফোনের সাহায্যে ইনপুটের শব্দ শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করে।

মিক্সার ঃ মাইক্রোফোনের একাধিক চ্যানেল মিশ্রণ করার জন্য এই স্টেজ ব্যবহার করা হয়। মিক্সারের কাজ হলো মূল অ্যামপ্লিফায়ারে প্রদানের পূর্বে বিভিন্ন চ্যানেলগুলোকে কার্যকরভাবে একত্রিকরণ করে থাকে।

নিম্নে একটি মিক্সার সার্কিট অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



এই সার্কিটের ইনপুটে একাধিক মাইক্রোফোনের চ্যানেল থাকে। মাইক্রোফোনগুলো থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল টেইন কন্ট্রোল এবং আইসোলেটিং সিরিজ রেজিস্টরের মাধ্যমে মিশ্রণ করে প্রি অ্যামপ্লিফায়ার স্টেজে প্রেরণ করে। প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার উক্ত সিগন্যাল বিবর্ধিত করে আউটপুট প্রদান করে।

ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার ঃ মিক্সার হতে আগত সিগন্যাল বিবর্ধিত করে।

প্রসেসিং সার্কিট ঃ এটি গেইন কন্ট্রোল, টোন কন্ট্রোলসহ বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণের কাজ করে থাকে।

ড্রাইভার অ্যামপ্লিফায়ার ঃ প্রসেসিং সার্কিট থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল ভোল্টেজকে বিবর্ধিত করে পরবর্তী স্টেজে প্রেরণ করে।

পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার ঃ এটি পাওয়ারকে কাঙ্ক্ষিত লেভেল পর্যন্ত বিবর্ধিত করে আউটপুট লাউড স্পিকারে প্রদান করে।

লাউড স্পিকার ঃ এটি ইলেকট্রিক্যাল অডিও সিগন্যালকে শব্দ শক্তিতে রূপান্তর করে।

৮.৩ PAS এর জন্য অডিও মিক্সার অ্যামপ্লিফায়ার সিস্টেম ও স্পিকার নির্বাচনের পদ্ধতি :

পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম স্থাপনের সতর্কতা ঃ

(ক) লাউড স্পিকারের শব্দ মাইক্রোফোনে আসতে না পারে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

(খ) শ্রোতাদের মধ্যে শব্দের তীব্রতা সমানভাবে বিতরণের ব্যবস্থা করতে হবে।

(গ) প্রতিধ্বনি প্রতিহত করার ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।

৮.৪ আউটডোর PAS ও ইনডোর PAS এর মধ্যে তুলনা :

আউটডোর PAS	ইনডোর PAS
১। Outdoor PAS এর পূর্ণ অর্থ Outdoor Public Address System.	১। Indoor PAS এর পূর্ণ অর্থ Indoor Public Address system.
২। যে সিস্টেমের মাধ্যমে একটি ক্ষুদ্র সাউন্ডকে বর্ধিত করে ঘরের বাইরের পরিবেশের বিশাল শ্রোতাগোষ্ঠীর জন্য শ্রবণ উপযোগী করা যায়, তাকে Outdoor PAS বলে।	২। যে সিস্টেমের মাধ্যমে একটি ক্ষুদ্র সাউন্ডকে বর্ধিত করে ঘরোয়া পরিবেশের ক্ষুদ্র শ্রোতাগোষ্ঠীর জন্য শ্রবণ উপযোগী করা যায়, তাকে Indoor PAS বলে।
৩। আউটডোর PAS এর Installation খরচ বেশি।	৩। এর Installation খরচ কম।
৪। শ্রোতা ভিন্ন এলাকায় অবস্থান করতে পারে।	৪। ঘরোয়া পরিবেশের লোকজনই মূলত এর শ্রোতা।
৫। উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন হার্ডওয়্যার স্থাপন করতে হয়।	৫। তুলনামূলক নিম্ন ক্ষমতাসম্পন্ন হার্ডওয়্যার স্থাপন করতে হয়।
৬। বিনোদন, বিভিন্ন উৎসব, মেলা, বক্তৃতা মঞ্চ, বিভিন্ন ধরনের অনুষ্ঠানের জন্য ব্যবস্থা করা যায়।	৬। শুধু বিনোদনের জন্য ব্যবস্থা করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম বলতে কী বোঝ?
২। মাইক্রোফোনের কাজ কী?
৩। মিক্সার সার্কিট কী?
৪। প্রসেসিং সার্কিট কী?
৫। ড্রাইভার অ্যামপ্লিফায়ার কী?
৬। লাউড স্পিকার কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম কোথায় ব্যবহার করা হয়?
২। পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম স্থাপনে কী কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়?
৩। মিক্সার সার্কিটের কাজ কী?
৪। প্রসেসিং সার্কিটের কাজ কী?
৫। পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেমে একাধিক লাউড স্পিকার ব্যবহার করা হয় কেন?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২। চিত্রসহ মিক্সার সার্কিটের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩। আউটডোর PAS ও ইনডোর PAS এর মধ্যে তুলনা কর।

নবম অধ্যায়

VCD ও DVD

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ডিজিট্যাল ভিডিও রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক পদ্ধতি ব্যক্ত করতে পারব;
- VCD এর প্রধান অংশ ও তাদের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- DVD এর প্রধান অংশ ও তাদের কাজ ব্যক্ত করতে পারব।

VCD এবং DVD

ভিসিডি : VCD-এর পূর্ণনাম Video Compact Disk. ভিসিডি একটি ভিডিও কমপেক্ট ডিস্ক যার সাহায্যে শব্দ ও ছবি রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক হয়।

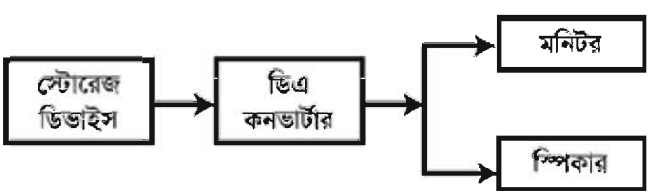
ডিভিডি : DVD এর পূর্ণনাম Digital Video Disk অথবা Digital Versatile Disk ডিভিডি একটি অপটিক্যাল ডিস্ক, যার সাহায্যে শব্দ ও ছবি রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক হয়।

VCD ও DVD **এর পার্থক্য ঃ**

VCD	DVD
১। এর পূর্ণ নাম Vedio Compect Disk.	১। এর পূর্ণ নাম Digital Vedio Disk.
২। Vedio ডাটার হার 1.44 MB/Sec.	২। Vedio ডাটার হার 1-10 GB/Sec.
৩। ভিডিও কম্প্রেশন MPEG-1.	৩। ভিডিও কম্প্রেশন MPEG-2. বা MPEG-4.
৪। সাউন্ড ট্র্যাকস 2 Channel.	৪। সাউন্ড ট্র্যাকস Multi Channel.

৯.১ ডিজিট্যাল ভিডিও রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক পদ্ধতি :

যে ডিজিটাল পদ্ধতিতে ডিজিটাল সিগন্যালকে দেখা ও শুনার ব্যবস্থা করা হয়, তাকে ডিজিটাল প্লেব্যাক পদ্ধতি বলে। নিম্নে ডিজিটাল প্লেব্যাক পদ্ধতি চিত্রের মাধ্যমে আলোচনা করা হলো ঃ

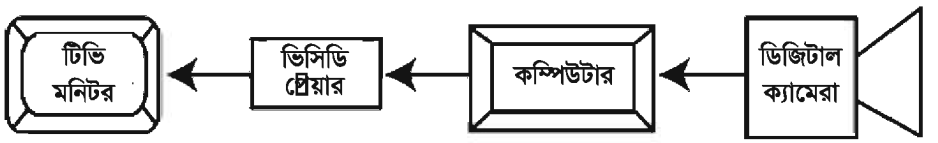


চিত্র ঃ ডিজিটাল ভিডিও প্লেব্যাক পদ্ধতি

এখানে যে ডিজিটাল ভিডিও সিগন্যাল স্টোরেজ ডিভাইসে (যেমন- DVD, মেমোরি ইত্যাদি) জমা থাকে তা ডি/এ কনভার্টার এর সাহায্যে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে। উক্ত অ্যানালগ সিগন্যাল পরবর্তীতে মনিটর ও স্পিকারের মাধ্যমে ছবি ও শব্দ প্রদর্শন করে।

একটি আধুনিক ভিডিও রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক পদ্ধতি :

বর্তমান যুগ হচ্ছে ডিজিটাল যুগ। ইলেকট্রনিক্স, কম্পিউটার, ইন্সট্রুমেন্টেশন, কমিউনিকেশন প্রতিটি ক্ষেত্রেই ডিজিটাল পদ্ধতি ব্যবহৃত হচ্ছে। বর্তমানে বিভিন্ন ধরনের ডিজিটাল ক্যামেরা বাজারে রয়েছে। আর এসকল যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত হচ্ছে সেমিকন্ডাক্টর মেমোরি, যা বিভিন্ন ভিডিও ধারণ করে উক্ত মেমোরি কম্পিউটারের মাধ্যমে VCD আকারে বাজারজাত করা যায়। এছাড়া যে কোনো ভিডিও ক্যামেরা হতে ভিডিও চিত্র ধারণ করে কম্পিউটারের মাধ্যমে উক্ত ভিডিও চিত্র ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তরের মাধ্যমে ভিসিডি ক্যাসেট আকারে তৈরি হয়। পরবর্তীতে VCD প্লেয়ারের মাধ্যমে উক্ত ভিডিও চিত্র দেখা যায়।



চিত্র ঃ ডিজিটাল ক্যামেরার মাধ্যমে ভিডিও রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক পদ্ধতি

উপরের চিত্রে ডিজিটাল ক্যামেরা ব্যবহার করে ভিডিও রেকর্ডিং প্লেব্যাক পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। এখানে প্রথমে ডিজিটাল ক্যামেরার মাধ্যমে ভিডিও ধারণ করে মেমোরির মাধ্যমে কম্পিউটারে দেওয়া হয়। কম্পিউটারে CD রাইটারের মাধ্যমে প্রোগ্রাম দ্বারা VCD ক্যাসেট রেকর্ডিং করা হয়। উক্ত VCD ক্যাসেট পরবর্তীতে VCD প্লেয়ারের মাধ্যমে TV মনিটরে প্লেব্যাক করা যায়।

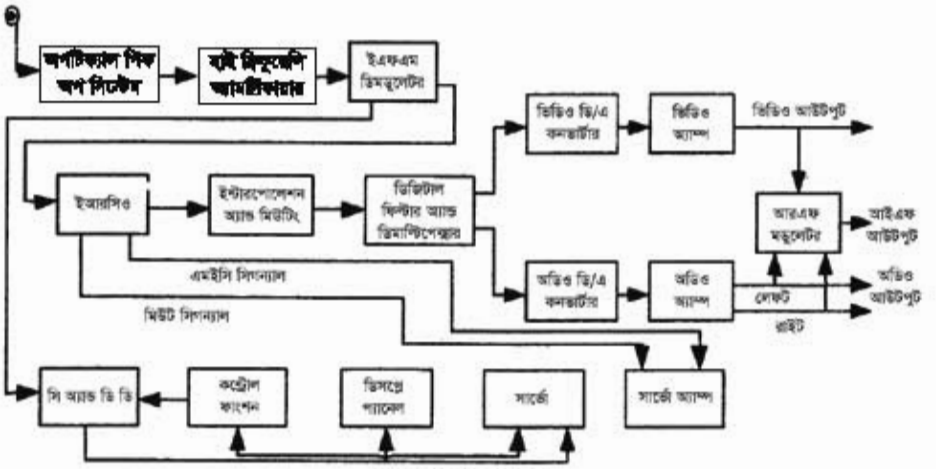
৯.২ VCD এর প্রধান অংশ ও তাদের কাজ :

নিম্নে একটি ভিসিডি প্লেয়ারের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বিভিন্ন ব্লকের বর্ণনা করা হলো ঃ

(i) **অপটিক্যাল পিক আপ সিস্টেম ঃ** সিডিতে স্টোর করে রাখা ডিজিটাল সিগন্যালকে, যার সাহায্যে তুলে নেওয়া হয়, তাকে বলে অপটিক্যাল সিস্টেম।

(ii) **হাই ফ্রিকুয়েন্সি অ্যামপ্লিফায়ার ঃ** এর সাহায্যে অপটিক্যাল পিক আপের সিগন্যাল অ্যামপ্লিফাই ও ফিল্টারিং করে।

(iii) **ই.এম. এফ ডিমডুলেটর ঃ** এর মাধ্যমে হাই ফ্রিকুয়েন্সি অ্যামপ্লিফায়ার থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল ডিমডুলেটেড ডাটা এবং টাইমিং সিগন্যাল পৃথক করে।



চিত্র : ডিসিডি প্লেয়ার

(iv) ই.আর.সি.ও : এটি ডিমডুলেটেডকৃত ডাটাতে মিশে থাকা এরর সিগন্যালকে আলাদা করে।

(v) ইন্টারপোলেশন এন্ড মিউটিং : এর সাহায্যে ডাটাকে ডি ইন্টারলিভ করে পুনরায় নতুনভাবে উৎপন্ন করে।

(vi) ডিজিটাল সিগন্যাল এন্ড ডি-মাল্টিপ্লেক্সার : এর সাহায্যে উৎপন্নকৃত নতুন সিগন্যালকে প্রথমে ফিল্টারিং এবং পরে ভিডিও সিগন্যালকে বেছে নেওয়া হয়।

(vii) ভিডিও ডি/এ কনভার্টার : এর সাহায্যে ডিজিটাল ভিডিও সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে।

(viii) ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার : এর সাহায্যে ভিডিও সিগন্যালকে বর্ধিত করে।

(ix) অডিও ডি/এ কনভার্টার : এর সাহায্যে ডিজিটাল অডিও সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে।

(x) অডিও অ্যামপ্লিফায়ার : এর সাহায্যে অডিও সিগন্যালকে বর্ধিত করে।

(xi) আর এফ মডুলেটর : এটি ভিডিও এবং অডিও সিগন্যালের সাথে ক্যারিয়ার সিগন্যাল মিশিয়ে RF সিগন্যাল তৈরি করে।

(xii) কন্ট্রোল অ্যান্ড ডিসপ্লে ডিকোডিং : এর সাহায্যে ডিমডুলেটেড ডাটা সিগন্যালের মধ্যে মিশে থাকা কন্ট্রোল এবং ডিসপ্লে সিগন্যালকে আলাদা করে।

(xiii) **কন্ট্রোল ফাংশন :** এটি একটি কন্ট্রোল সিগন্যাল তৈরি করে।

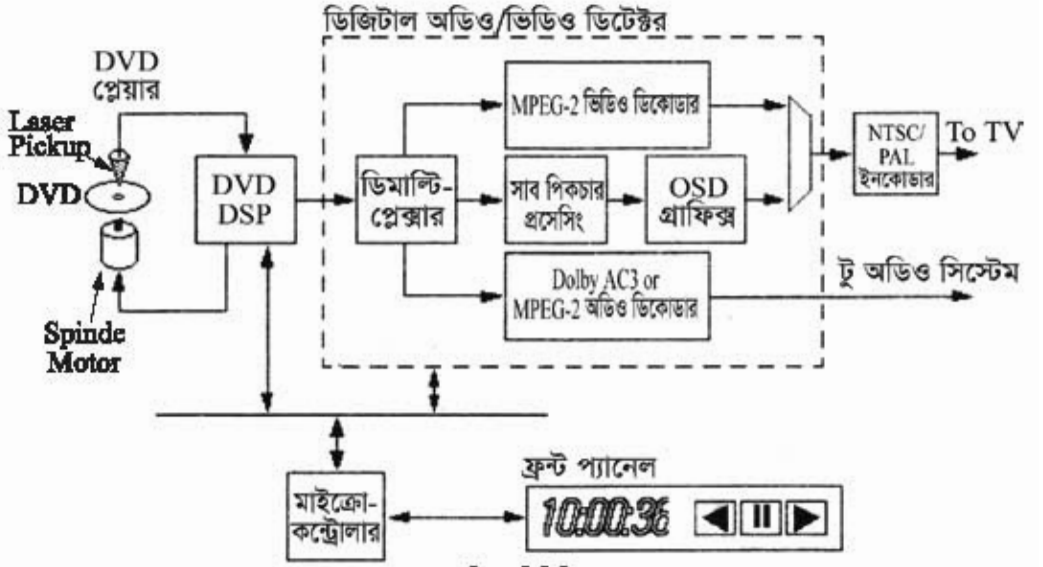
(xiv) **ডিসপ্লে প্যানেল :** এর সাহায্যে ডিসিডি প্লেয়ারের কার্যক্রম সঠিকভাবে ডিসপ্লে করে।

(xv) **সার্ভো সেকশন :** এটি একটি অংশকে মিউট সিগন্যাল হিসেবে ERCO সেকশনে প্রয়োগ করে এবং সার্ভো সিগন্যাল তৈরি করে।

(xvi) **সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার :** এটি সার্ভো সেকশন থেকে প্রাপ্ত সার্ভো সিগন্যালকে বর্ধিত করে।

৯.৩ DVD এর প্রধান অংশ ও তাদের কাজ :

নিম্নে একটি ডিভিডি প্লেয়ারের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বিভিন্ন ব্লকের কাজ বর্ণনা করা হলো:



চিত্র : ডিভিডি প্লেয়ার

(i) **ডিস্করিডার মেকানিজম :** এতে মোটর ও লেজার থাকে।

(ii) **ডিজিটাল সিগন্যাল প্রসেসর (DSP) :** এটি একটি ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট, যা লেজার পালসকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে।

(iii) **মাইক্রো কন্ট্রোলার :** ভিডিও এর সকল কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে।

(iv) **ডিজিটাল অডিও ভিডিও ডিকোডার :** এটি অডিও এবং ভিডিও সিগন্যাল ডিকোড করে এবং পৃথক করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। VCD এর পূর্ণনাম কী?
২। DVD এর পূর্ণনাম কী?
৩। ভিসিডি কী?
৪। ডিভিডি কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। VCD ও DVD এর পার্থক্য লেখ।
২। ডিজিটাল ভিডিও রেকর্ডিং পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।
৩। ডিজিটাল ভিডিও প্লেব্যাক পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ভিসিডি প্লেয়ারের বিভিন্ন ব্লকের বর্ণনা কর।
২। ডিভিডি প্লেয়ারের চিত্রসহ বিভিন্ন ব্লকের বর্ণনা কর।
৩। একটি আধুনিক ভিডিও রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক পদ্ধতি বর্ণনা কর।

দশম অধ্যায়
টেলিফোন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- একটি অটোমেটিক টেলিফোন সেটের কমপোনেন্টগুলোর ব্লক ডায়াগ্রামসহ নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- টেলিফোন একচেঞ্জের শ্রেণিবিভাগ ব্যক্ত করতে পারব;
- NWD ও ISD কী তা ব্যক্ত করতে পারব।

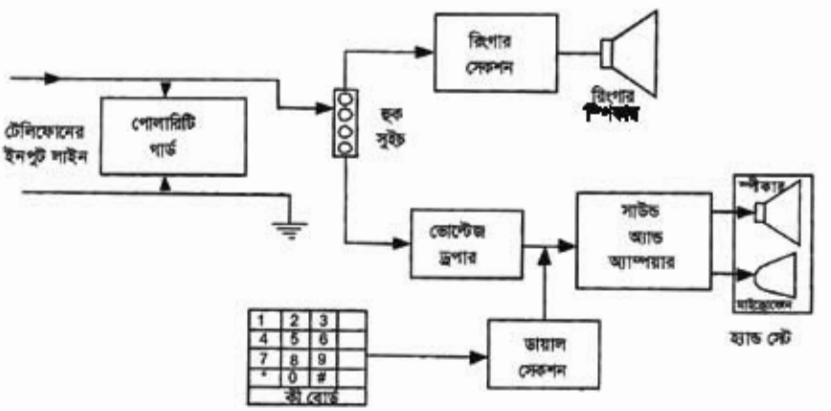
টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম

যোগাযোগের উদ্দেশ্যে দূরবর্তী স্থানে সিগন্যালের ট্রান্সমিশন করাকে টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম বলে। এর মৌলিক ইলিমেন্ট তিনটি। যথা–

১। একটি ট্রান্সমিটার, যা ইনফরমেশন গ্রহণ করে এবং একে সিগন্যালে পরিণত করে।
২। একটি ট্রান্সমিশন মিডিয়ায়, যা সিগন্যাল বহন করে এবং
৩। একটি রিসিভার, যা সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং একে ব্যবহারযোগ্য ইনফরমেশনে রূপান্তর করে।

১০.১ অটোমেটিক টেলিফোন সেটের কমপোনেন্টগুলোর ব্লক ডায়াগ্রাম :

যে টেলিফোন সেটের কল সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করা অটোমেটিক এক্সচেঞ্জের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হয় তাকে অটোমেটিক টেলিফোন সেট বলে। নিম্নে একটি অটোমেটিক টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রাম করে বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রাম

টেলিফোন সেটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম-
১। পোলার গার্ড সেকশন।
২। রিংগার সেকশন।
৩। ভোল্টেজ ড্রপার সেকশন
৪। সাউন্ড/স্পিচ সেকশন
৫। কী বোর্ড/ম্যাট্রিক্স সেকশন।

পোলার গার্ড সেকশন।

এখানে পোলারিটি গার্ড ব্যবহার করে টেলিফোন লাইনের দুইটি তারের মধ্যে টেলিফোন সেটের ইনপুট টার্মিনালের যেকোনো তারের হুক সুইচের মাধ্যমে কানেকশন করা যায়। টেলিফোন সেটের রিংগার সেকশনের মাধ্যমে রিং বাজে ফলে এই সেকশনের সাথে স্পিকার বা বাজার যুক্ত থাকে। আবার হুক সুইচের মাধ্যমে ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সরবরাহ দেওয়া হয়, যার অতিরিক্ত ভোল্টেজ এই সেকশনে ড্রপ হয়। টেলিফোন নম্বর ডায়াল করার জন্য পুশ সুইচগুলো ওপর নিচ ও পাশাপাশি মেট্রিক্স আকারে কীবোর্ডে সাজানো থাকে, যার মাধ্যমে বিভিন্ন ডায়াল করা হয়। এই ডায়াল করা নম্বর ডায়াল সেকশনে একটি ডায়াল পালস তৈরি করে। সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে আদান-প্রদান করার সাউন্ড সিগন্যালকে বর্ধিত করা হয়, তাই এই সেকশনের সাথে হ্যান্ড সেটের স্পিকার ও মাইক্রোফোন সংযুক্ত থাকে।

রিংগার সেকশন ঃ টেলিফোন সেটে যে সেকশনের সাহায্যে রিং বাজে তাকে বলা হয় রিংগার সেকশন। হ্যান্ড সেটটি যখন মেইন ইউনিটের ওপর থাকে অর্থাৎ অন হুক পজিশনের সময় এক্সচেঞ্জ থেকে আসা টেলিফোন লাইন রিংগার সেকশনের সাথে যুক্ত থাকে। এই সময় অন্য কোনো টেলিফোন থেকে ঐ টেলিফোন ডায়াল করলে টেলিফোন এক্সচেঞ্জের মাধ্যমে টেলিফোন লাইনের সাহায্যে ২০ হার্টজ এসি সিগন্যাল রিংগার সেকশনে পৌঁছায় এবং রিংগার সেকশনকে কার্যকরী করে তোলে। ফলে রিংগার সেকশনের সাথে যুক্ত স্পিকার বা বাজার থেকে রিং বাজে।

ভোল্টেজ ড্রপার সেকশন ঃ টেলিফোনের হ্যান্ড সেটটিকে যখন মেইন ইউনিটের ওপর থেকে তুলে নেওয়া হয়, অর্থাৎ অফ হুক পজিশনের প্রায় ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই পোলারিটি গার্ড এবং হুক সুইচের মাধ্যমে ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে প্রয়োগ করা হয়। কারণ সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ার ও ডায়ালার সেকশনে প্রয়োজন হয় মাত্র ৯ থেকে ১২ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই। তাই ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনের সাহায্যে ঐ ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই কমিয়ে টেলিফোন সেটের প্রয়োজন অনুযায়ী ৯ থেকে ১২ ভোল্ট সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ার ও ডায়ালার সেকশনে প্রয়োগ করা হয়। অতিরিক্ত ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে ড্রপ হয়।

১০.২ টেলিফোন এক্সচেঞ্জের শ্রেণিবিভাগ :

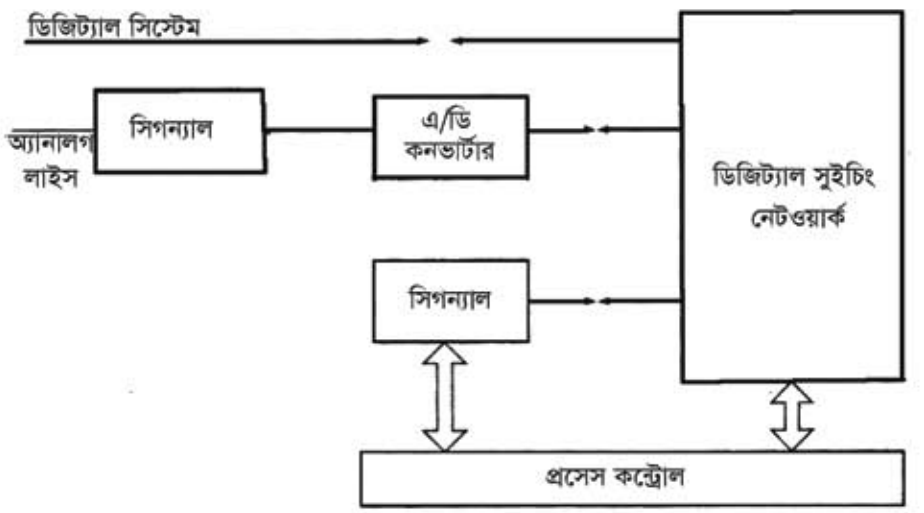
টেলিফোন এক্সচেঞ্জ দুই ধরনের। যথা-
(ক) অ্যানালগ টেলিফোন এক্সচেঞ্জ
(খ) ডিজিটাল টেলিফোন এক্সচেঞ্জ
অ্যানালগ টেলিফোন এক্সচেঞ্জ আবার দুই ধরনের। যথা-
(অ) ম্যানুয়েল টেলিফোন এক্সচেঞ্জ
(আ) অটোমেটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জ

ম্যানুয়েল ও অটোমেটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জের পার্থক্য :

ম্যানুয়েল এক্সচেঞ্জ	অটোমেটিক এক্সচেঞ্জ
১। এতে অপারেটরের প্রয়োজন হয়।	১। এতে অপারেটরের প্রয়োজন হয় না।
২। ভুল নম্বর পাওয়ার সম্ভাবনা বেশি।	২। ভুল নম্বর পাওয়ার সম্ভাবনা কম।
৩। কল পাঠাতে সময় বেশি লাগে	৩। কল পাঠাতে সময় কম লাগে
৪। স্থাপন খরচ কম।	৪। স্থাপন খরচ বেশি।
৫। গোপনীয়তা রক্ষা করা কঠিন।	৫। গোপনীয়তা রক্ষা করা সহজ।

ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ

ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ এমন একটি এক্সচেঞ্জ যাতে অ্যানাল সিস্টেমের পরিবর্তে ডিজিটাল সুইচিং নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয় এবং পুরো টেলিফোন যোগাযোগ মাইক্রোপ্রসেসর কর্তৃক নিয়ন্ত্রণ করা হয়। নিম্নে একটি ডিজিটাল এক্সচেঞ্জের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ এর ব্লক ডায়াগ্রাম

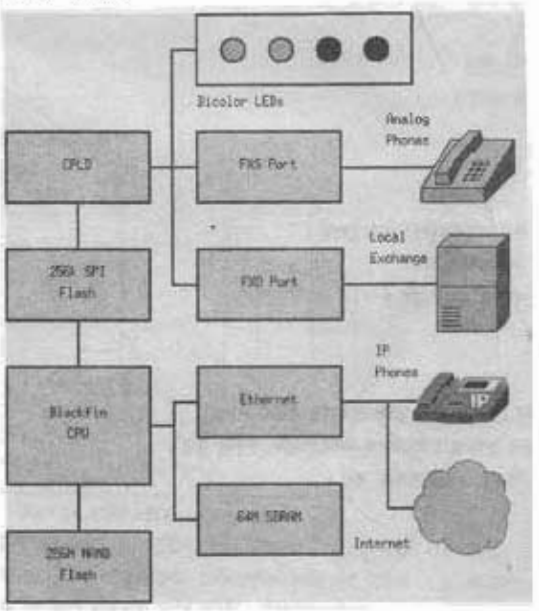
এই ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ সিস্টেমে ইনপুটের অ্যানালগ সিগন্যালকে এ/ডি কনভার্টারের সাহায্যে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করে ডিজিটাল সুইচিং নেটওয়ার্কে প্রদান করা হয়। এই সুইচিং নেটওয়ার্কের সিগন্যাল একটি মাইক্রোপ্রসেসর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে থাকে। মাইক্রোপ্রসেসর

কর্তৃক প্রসেসকৃত সিগন্যাল টেলিফোনে কল সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করা স্বয়ংক্রিয়ভাবে হয়ে থাকে।

১০.৩ PBX , NWD ও ISD :

প্রাইভেট ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PBX) :

PBX হলো ব্যক্তিগত লোকাল টেলিফোন সিস্টেম যা কোনো বিল্ডিং ভবনে বা অফিসের মধ্যে টেলিফোন যোগাযোগের জন্য সীমিত থাকে। এই ব্যবস্থায় স্পিড ডায়ালিং, কল ট্রান্সফার এবং ভয়েস মেইলের ব্যবস্থা থাকে। PBX সিস্টেম লোকাল টেলিফোনসমূহকে যেমন সংযোগ দিতে পারে সেই সাথে পাবলিক সুইচ টেলিফোন নেটওয়ার্ক (PSTN) এর সাথেও লোকাল টেলিফোন সমূহকে যুক্ত করতে পারে। PBX অনেক সময় প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PABX) বা ইলেকট্রনিক প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জও (EPABX) বলা হয়। নিচে PBX সিস্টেমের ডায়াগ্রাম দেখানো হলো।



চিত্র : পিএবিএক্স এর ব্লক ডায়াগ্রাম

NWD :

এনডব্লিউডি এর পুরো নাম হলো ন্যাশন ওয়াইড ডায়ালিং। আমাদের দেশের অভ্যন্তরে টেলিফোনে যোগাযোগের জন্য এনডব্লিউডি সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। যেমন ঢাকা অঞ্চল, বরিশাল অঞ্চল, কুষ্টিয়া অঞ্চল, খুলনা অঞ্চল, ময়মনসিংহ অঞ্চল, চট্টগ্রাম অঞ্চল, কুমিল্লা অঞ্চল, সিলেট অঞ্চল ইত্যাদি। এই সমস্ত অঞ্চলের প্রত্যেকটির ভিন্ন ভিন্ন এরিয়া কোড রয়েছে। যেমন ঢাকা-০২, বরিশাল -০৪৩১, চট্টগ্রাম-০৩১ ইত্যাদি। প্রত্যেকটি অঞ্চলের অধীনে একাধিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জ রয়েছে। যাদের আলাদা মূল এরিয়ার সাথে সংগতিপূর্ণ কোড নম্বর থাকে। এনডব্লিউডি সিস্টেমে টেলিফোন যে নাম্বার ব্যবহার করা হয় তার দুইটি অংশ থাকে। প্রথম অংশটি এনডব্লিউডি নাম্বার এবং দ্বিতীয় অংশটি গ্রাহকের নিজস্ব নাম্বার যা এলাকার নিজস্ব।

ISD :

আইএসডি এর পুরো নাম হলো ইন্টারন্যাশনাল সাবস্ক্রাইবার ডায়ালিং। বহির্বিশ্বের সাথে টেলিযোগাযোগের জন্য আইএসডি সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। এই সিস্টেমে ব্যবহৃত টেলিফোন নম্বরগুলোতে তিনটি অংশ থাকে। প্রথমটি কান্ট্রি কোড, যেমন-আমেরিকার কান্ট্রি কোড ০০১, বাংলাদেশের কান্ট্রি কোড ৮৮০ ইত্যাদি। দ্বিতীয় অংশটি সিটি কোড। যেমন ঢাকার সিটি কোড ০২, পৃথিবীর প্রত্যেকটি শহরের নিজস্ব সিটি কোড আছে। তৃতীয় অংশটি যে কোনো শহরের গ্রহকের নিজস্ব টেলিফোন নম্বর।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। টেলিফোন কী?
২। NWD এর পূর্ণনাম কী?
৩। ISD এর পূর্ণনাম কী?
৪। EPABX এর পূর্ণ অর্থ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। টেলিফোন সেটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম লেখ।
২। রিংগার সেকশনের কাজ কী?
৩। ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনের কাজ কী?
৪। ম্যানুয়েল ও অটোমেটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জের পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অটোমেটিক টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।
২। ব্লক ডায়াগ্রামসহ পিএবিএক্স এর বর্ণনা কর।
৩। ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

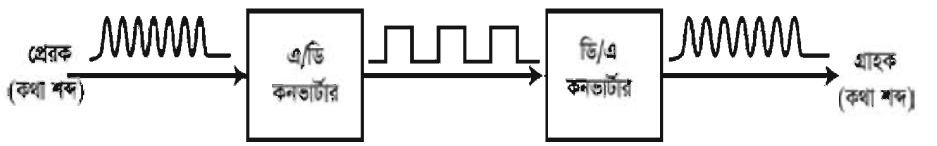
একাদশ অধ্যায়
ডিজিটাল কমিউনিকেশন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- ডিজিটাল কমিউনিকেশনের সুবিধা ব্যক্ত করতে পারব;
- মডেমের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব;
- স্যাটেলাইট, কী স্থাপন ও এলাইনমেন্ট পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারব;
- সেটেলাইট হোম রিসিভিং সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম বর্ণনা করতে পারব;
- মাল্টিচ্যানেল ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- নয়েজ ও তার শ্রেণিবিভাগ ব্যক্ত করতে পারব;
- সিগন্যাল টু- নয়েজ রেশিও কী তা ব্যক্ত করতে পারব।

ডিজিটাল কমিউনিকেশন

ডিজিটাল কমিউনিকেশন হলো এমন একটি পদ্ধতি, যাতে তথ্য ডিজিটাল ফরমে একস্থান হতে অন্য স্থানে প্রেরণ অথবা গ্রহণ করা হয়। নিম্নে ডিজিটাল কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ডিজিটাল কমিউনিকেশন

মানুষের কথা শব্দ সবসময় অ্যানালগ সিগন্যালের হয়ে থাকে। ডিজিটাল যোগাযোগের ক্ষেত্রে প্রেরিত অ্যানালগ সিগন্যাল এ/ডি কনভার্টারের সাহায্যে ডিজিটাল সিগন্যাল রূপান্তর করে গ্রাহক প্রান্তে প্রেরণ করে। গ্রাহক প্রান্ত উক্ত ডিজিটাল সিগন্যল কথা শব্দে রূপান্তর করার জন্যে ডি/এ কনভার্টারের সাহায্যে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে থাকে।

১১.১ ডিজিটাল কমিউনিকেশনের সুবিধা :

ডিজিটাল কমিউনিকেশনের সুবিধাসমূহ-

(ক) ট্রান্সমিশন পাওয়ার কম লাগে।

(খ) এটি দ্রুতগতিতে কাজ করে।

(গ) ত্রুটি নির্ণয় করা খুব সহজ।

(ঘ) তথ্যের গোপনীয়তা রক্ষা করা যায়।

(ঙ) ডিজিটাল সিস্টেমকে সহজেই ডুপ্লিকেট করা যায়।

(চ) ডাটা সহজে প্রসেস করা যায়।
(ছ) এতে সহজে ডাটা স্টোর করা যায়।

১১.২ মডেম :

MODEM এর পূর্ণনাম হলো Modulator and Demodulator। মডেম এক ধরনের ডিভাইস, যা ডিজিটাল ইনফরমেশনকে এনকোড করার জন্য অ্যানালগ ক্যারিয়ার সিগন্যালকে মডুলেট করে এবং ট্রান্সমিটেড সিগন্যালকে ডিকোড করার জন্য উক্ত সিগন্যালকে ডিমডুলেট করে। ইন্টারনেট ব্যবহারে এবং ইন্টারনেট টু ফ্যাক্স পাঠানোর ক্ষেত্রে মডেম ব্যবহার করা হয়।

মডেমের প্রধান অংশ তিনটি। যথা-
(ক) মডুলেটর
(খ) ডিমডুলেটর
(গ) লজিক কন্ট্রোল ব্লক।

মডুলেটর : লাইন ড্রাইভার, ডি/এ কনভার্টার ও স্টিয়ারিং লজিক সার্কিট নিয়ে মডুলেটর গঠিত।

ডিমডুলেটর : ডিমডুলেটর লাইন রিসিভার, এ/ডি কনভার্টার ও ডিজিটাল স্টিয়ারিং লজিক সার্কিট নিয়ে মডুলেটর গঠিত।

লজিক কন্ট্রোল ব্লক : ক্লক জেনারেটর, হ্যান্ডশেক লজিক, টোর ডিটেকশন, ডাটা কমপ্রেশন, এরর কানেকশন, ফ্যাক্স মডেম পাস ভয়েস ইত্যাদি লজিক কন্ট্রোল ব্লকের আওতাধীন।

কম্পিউটারে সংযোগের ভিত্তিতে দুই ধরনের মডেম পাওয়া যায়। যথা-
(ক) এক্সটারনাল মডেম
(খ) ইন্টারনাল মডেম।

মড্যুলেশন (Modulation) এর ব্যবহার ঃ

একটি Transmitter দ্বারা Real Signal কতদূর যাবে তা দুইটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।
১। Transmitting Frequency
২। Transmitting Power
সিগনালকে দূরে পাঠানোর জন্য Modulation ব্যবহার করা হয়।

বিভিন্ন প্রকার মড্যুলেশন পদ্ধতি

বিভিন্ন প্রকার মড্যুলেশনের নাম নিম্নে দেওয়া হলো :

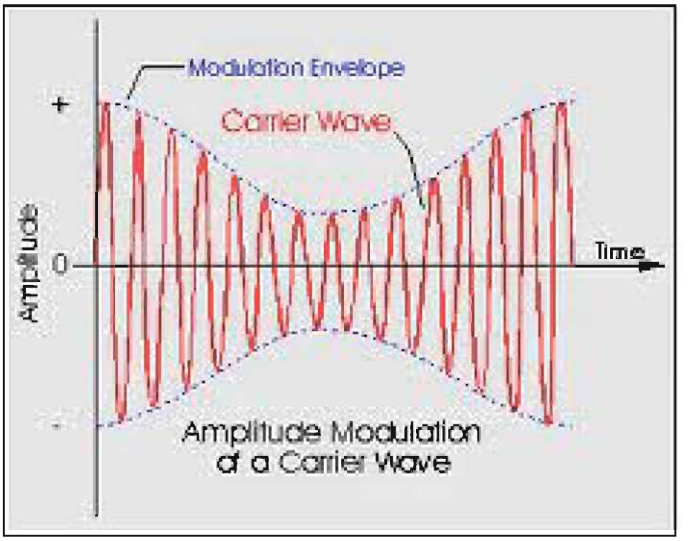
1. Amplitude Modulation (AM)
2. Frequency Modulation (FM)
3. Pulse Code Modulation (PEM)
4. Frequency-shift keying (FSK)
5. Quadrature Amplitude Modulation (QAM)
6. Pulse Modulation (PM)

অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন (Amplitude Modulation) :

যখন হাই ফিকোয়েন্সি ক্যারিয়ার ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউড সিগন্যালের ইনটেনসিটি অনুসারে পরিবর্তিত হয়, তখন তাকে অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন বলে।

অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশনের ক্ষেত্রে সিগন্যালের ইনটেনসিটি অনুসারে ক্যারিয়ার ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউডের পরিবর্তন ঘটে, কিন্তু মড্যুলেট ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি একই থাকে অর্থাৎ ক্যারিয়ার ফ্রিকোয়েন্সির সমান থাকে। নিম্নের চিত্রে অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন মূলনীতি দেখানো হয়েছে। লক্ষ করলে দেখা যাবে যে, ক্যারিয়ার ওয়েভের +ve এবং –ve উভয় হাফ সাইকেল সিগন্যাল অনুসারে পরিবর্তন হয়েছে। যেমন-সিগন্যাল যখন +ve ভাবে বর্ধিত হয়, তখন ক্যারিয়ায়ের অ্যামপ্লিচিউডও বেড়ে যায়।

অন্যদিকে সিগন্যালের –ve হাফ সাইকেলের সময় ক্যারিয়ার ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউড হ্রাস পায়। যে ইলেকট্রনিক সার্কিটের সাহায্যে অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন সম্পন্ন করা হয়, তাকে বলা হয় মড্যুলেটর।



amplitude modulation

চিত্র ঃ অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন

অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশনের ক্ষেত্রে নিম্নের বিষয়সমূহ লক্ষণীয়।

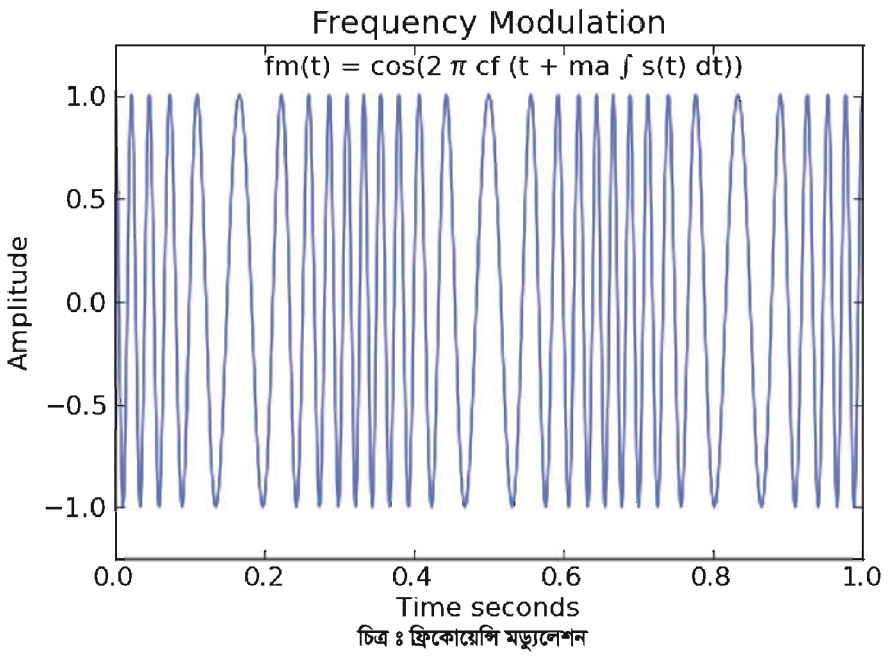
১। ক্যারিয়ার ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউড, সিগন্যালের ইনটেনসিটি অনুসারে পরিবর্তন হয়।

২। ক্যারিয়ার ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউড পরিবর্তনশীলতা সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সি fs-এ সংঘটিত হয়।

৩। অ্যামপ্লিচিউড ওয়েভের মড্যুলেটড ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি একই থাকে অর্থাৎ ক্যারিয়ার ফ্রিকোয়েন্সি fe-এর সমান।

ফ্রিকোয়েন্সি মড্যুলেশন (Frequency Modulation) :

যখন সিগন্যালের ইনটেনিসিটি অনুসারে ক্যারিয়ার ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন হয়, তখন তাকে বলা হয় ফ্রিকোয়েন্সি মড্যুলেশন।



চিত্র ঃ ফ্রিকোয়েন্সি মড্যুলেশন

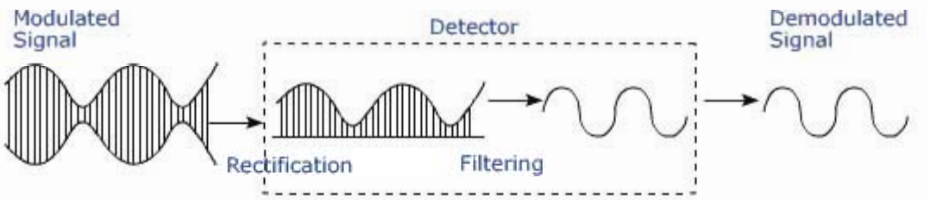
ফ্রিকোয়েন্সি মড্যুলেশনে ক্যারিয়ার ওয়েভের কেবলমাত্র ফ্রিকোয়েন্সি সিগন্যাল অনুসারে পরিবর্তন হয়। কিন্তু মড্যুলেটড ওয়েভের অ্যামপ্লিচিউড একই থাকে। ক্যারিয়ার ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনশীল সিগন্যালের তাৎক্ষণিক অ্যামপ্লিচিউডের উপর নির্ভর করে। A, B, E এবং G এর মতো স্থানে যখন সিগন্যাল ভোল্টেজ শূন্য হয়, তখন ক্যারিয়ার ফ্রিকোয়েন্সি অপরিবর্তিত থাকে। যখন সিগন্যাল এর পজেটিভ পিকে (B এবং F) পৌঁছে, তখন ক্যারিয়ার ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেয়ে সর্বোচ্চ হয়,। কিন্তু সিগন্যালের নেগেটিভ পিকগুলোর (D) সময় ক্যারিয়ার ফিকোয়েন্সি হ্রাস পেয়ে ন্যূনতম হয়।

অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন ও ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশন এর পার্থক্য ঃ

বৈশিষ্ট্য	অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন	ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশন
১। ব্যান্ডউইথ (Bandwidth)	অ্যামপ্লিচিউড মড্যুলেশন এর ব্যান্ডউইথ, সিগনাল ওয়েভের সর্বোচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির দ্বিগুণ। ব্যান্ডউইথ, $BW = 2 \times f_{s(max)}$ এখানে $f_{s(max)}$ হলো মডুলেটিং ফ্রিকুয়েন্সির সর্বোচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি।	ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশন এর ক্ষেত্রে ব্যান্ডউইথের জন্য $BW = 2n \times f_m$ ফর্মুলা ব্যবহার করা হয়। এখানে n হচ্ছে সিগনিফিক্যান্ট সাইড ব্যান্ডের সর্বোচ্চ ক্রম।
২। নয়েজ (Noise)	এ ধরনের মডুলেশনে মডুলেটেড ওয়েভের অ্যামপ্লিচ্যুড পরিবর্তনশীল বিধায় নয়েজ দ্বারা সহজেই আক্রান্ত হয়। কাজেই নয়েজকে সহজে পরিহার করা যায় না, কারণ নয়েজের কারণেও সিগন্যাল অ্যামপ্লিচ্যুডের পরিবর্তন হয়। ফলে আউটপুটে নয়েজ থেকে যায়।	ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশনে অ্যামপ্লিচ্যুড অপরিবর্তিত থাকে বিধায় নয়েজ দ্বারা সহজেই আক্রান্ত হয় না। তাছাড়া এ পদ্ধতিতে নয়েজকে সহজে পরিহার করা যায়। রিসিভাওে অ্যামপ্লিচ্যুডের পরিবর্তনকে লিমিটার দ্বারা বাদ দেওয়া যায়। ফলে নয়েজের প্রভাব পাওয়া যায় না।
৩। বিশ্বস্ততা (Fidelity)	এ পদ্ধতিতে বিশ্বস্ততা (Fidelity) ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশনের তুলনায় ভালো নয়।	এ পদ্ধতিতে বিশ্বস্ততা (Fidelity) ফ্রিকুয়েন্সি মড্যুলেশনের তুলনায় ভালো।

ডিমড্যুলেশন (Demodulation)

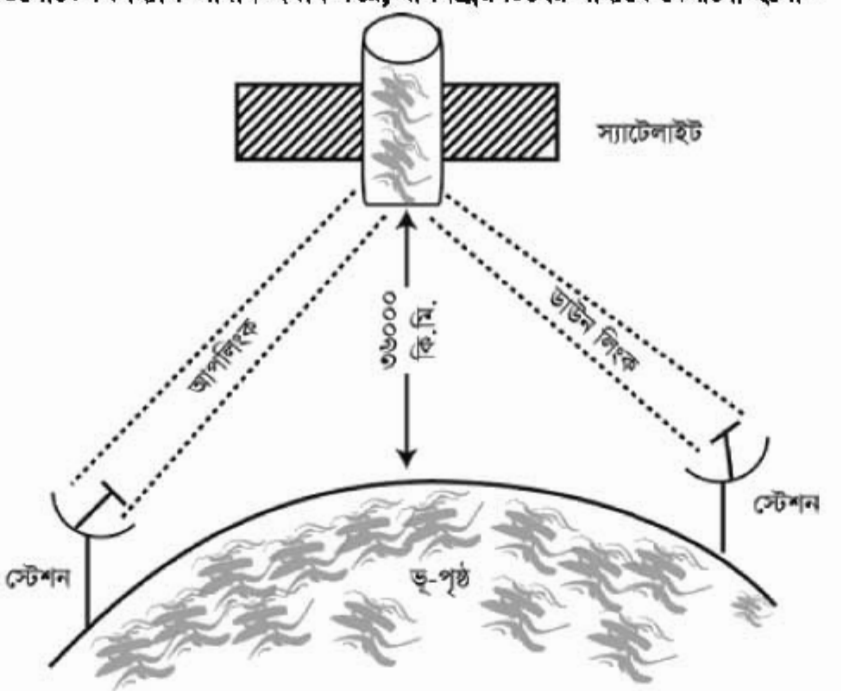
যে পদ্ধতিতে Modulated কোনো Signal হতে High Frequency এর Signal কে বাদ দিয়ে Low Frequency এর Signal কে আলাদা করা হয় তাকে Demodulation বলে। Demodulation এর কাজে Non-Linear Device যেমন ডায়োড, ট্রানজিস্টর ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। Amplitude Modulated Wave কে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে সিগনাল ওয়েভ উদ্ধারের জন্য ডায়োড এবং সমাধানকল্পে RC Circuit ব্যবহার করা হয়। এই সার্কিটের সাহায্যে ওয়েভের আচ্ছাদন বা Envelop নির্ণয় করা হয় বলে একে Envelop Modulation ও বলা হয়।



চিত্র ঃ Demodulation

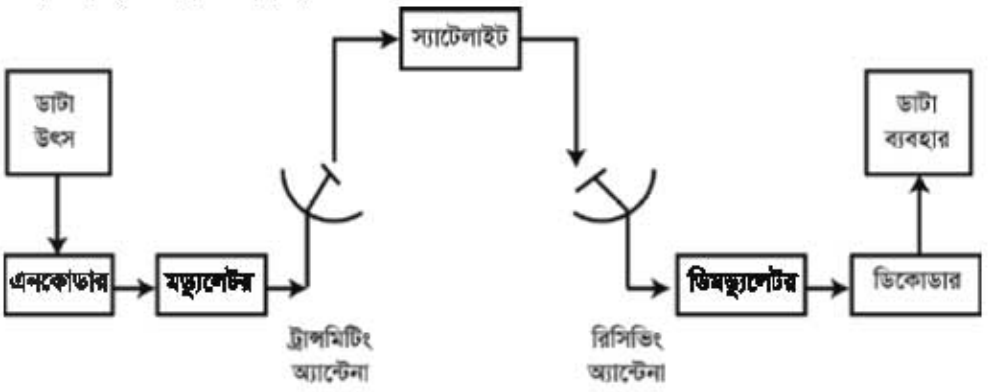
১১.৩ স্যাটেলাইট, কী স্থাপন ও এলাইনমেন্ট পদ্ধতি :

স্যাটেলাইট হলো কৃত্রিম উপগ্রহ, যা ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 36000 Km উপরে অবস্থান করে ভূ-পৃষ্ঠের স্টেশনগুলোতে সিগন্যাল আদান-প্রদান করে, যা নিম্নের চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো–



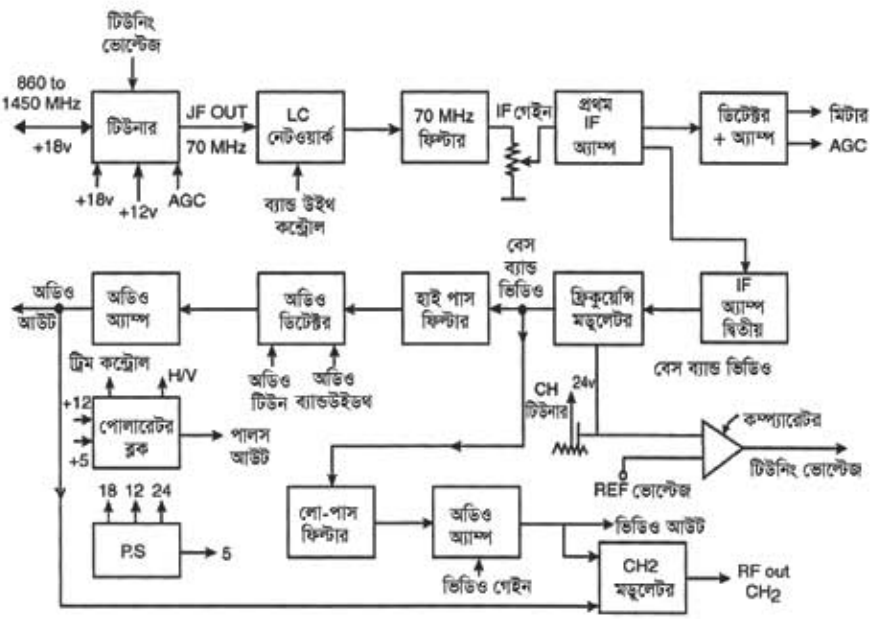
ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 36000 Km উপরে স্যাটেলাইট অবস্থিত। ভূ-পৃষ্ঠের স্টেশন থেকে আপলিংক 5.9 GHz – 6.4 GHz ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে সিগন্যাল স্যাটেলাইটে প্রেরণ এবং স্যাটেলাইট থেকে ডাউনলিং 3.7 GHz থেকে 4.2 GHz ফ্রিকুয়েন্সির মাধ্যমে সিগন্যাল ভূ-পৃষ্ঠের স্টেশনে গ্রহণ করে।

স্যাটেলাইটের ব্লক ডায়াগ্রাম :



চিত্র : স্যাটেলাইটের ব্লক ডায়াগ্রাম

স্যাটেলাইট রিসিভারের মূল কাজ হলো নির্দিষ্ট চ্যানেল নির্বাচন এবং তাকে ৮৬০ থেকে ১৪৫০ মেগা হার্টজ সীমার ব্লক ফ্রিকুয়েন্সিতে রূপান্তর করা এবং তার মধ্য হতে অডিও ও ভিডিও সিগন্যাল আলাদা করা। নিম্নে একটি স্যাটেলাইট রিসিভারের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা করা হলো :

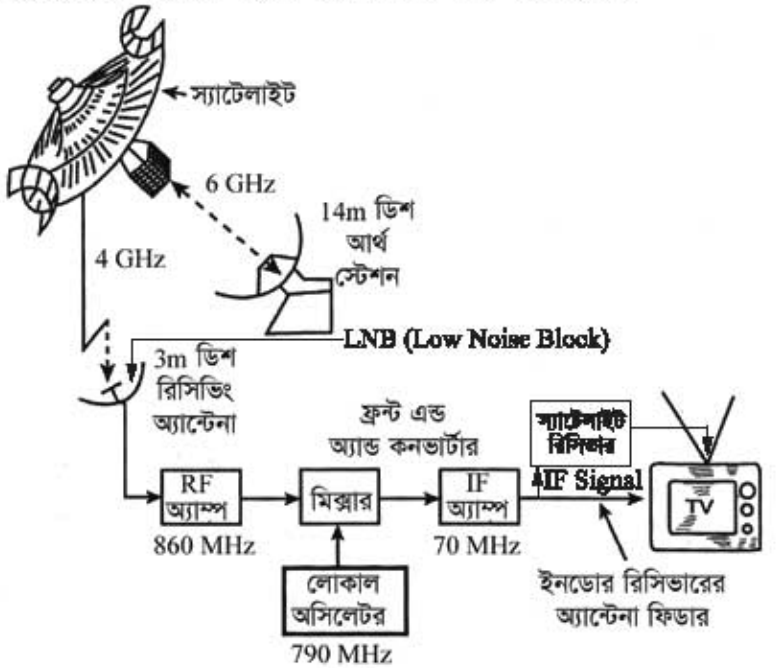


চিত্র : স্যাটেলাইট রিসিভার ইউনিট

টিউনার : এটি ৮৪০ থেকে ১৪৫০ মেগাহার্টজের ফ্রিকুয়েন্সি উৎপন্ন করে।
LC নেটওয়ার্ক : এই নেটওয়ার্ক রেজিস্ট, ক্যাপাসিটর এবং ডায়োড সমন্বয়ে গঠিত।
70MHz ফিল্টার : এটি সমস্ত অজানা ফ্রিকুয়েন্সি দূর করে থাকে।
IF অ্যামপ্লিফায়ার : এটি IF সিগন্যালকে কাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে।
ডিটেক্টর + অ্যামপ্লিফায়ার : এটি AGC ভোল্টেজ উৎপন্ন করে।
ফ্রিকুয়েন্সি ডিমডুলেটর : এটি IF ফ্রিকুয়েন্সিকে ডিমডুলেশন করে।
কম্পারেটর : এটি টিউনিং ভোল্টেজ আউটপুট প্রদান করে।
লো-পাস ফিল্টার : এটি অডিও সাব ক্যারিয়ার সিগন্যাল বাদ দেয়।
ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার : এটি ভিডিও সিগন্যাল আকাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে।
মডুলেটর : এটি অডিও এবং ভিডিও সিগন্যালকে ক্যারিয়ারের সাথে মডুলেট করে।

১১.৪ স্যাটেলাইট হোম রিসিভিং সিস্টেম :

স্যাটেলাইট হোম রিসিভিং পদ্ধতিতে স্যাটেলাইট থেকে প্রেরিত সিগন্যাল রিসিভিং অ্যান্টেনার মাধ্যমে গ্রহণ করে প্রয়োজনীয় বিষয়বস্তু পর্যবেক্ষণ করতে পারা যায়। নিম্নে একটি স্যাটেলাইট হোম রিসিভিং সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বিস্তারিত বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : স্যাটেলাইট হোম রিসিভিং সিস্টেম

এখানে স্যাটেলাইট থেকে প্রেরিত RF সিগন্যাল রিসিভিং অ্যান্টেনার LNB-এর সাহায্যে গ্রহণ করে RF অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে কাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে মিক্সার স্টেজে প্রেরণ করা হয়। মিক্সারের সাহায্যে লোকাল অসিলেটর থেকে উৎপন্ন 790 MHz এবং RF অ্যামপ্লিফায়ারের 860 MHz সিগন্যাল মিশ্রণ করে প্রেরণ করা হয়। স্যাটেলাইট রিসিভারে উক্ত IF সিগন্যালকে টিউনিং করে বিভিন্ন চ্যানেলের অনুষ্ঠান TV রিসিভারে প্রদর্শন করায়।

২০২০

১১.৫ ডিশ অ্যান্টেনা সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির নাম :

ডিশ অ্যান্টেনার বিভিন্ন অংশগুলো হচ্ছে ঃ

(i) প্যারাবোলিক রিফ্লেক্টর : স্যাটেলাইট হতে আগত বিভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালগুলোকে প্রতিফলনের মাধ্যমে প্যারাবোলিক রিফ্লেক্ট-এর অগ্রভাগে অবস্থিত ফিড হর্নে পাঠায়। এটি সাধারণত প্যারাবোলিক বা অর্ধবৃত্ত আকৃতির হয়ে থাকে।

(ii) ফিড হর্ন : ফিড হর্ন হচ্ছে একটি সিগন্যালে কালেক্টর ইলিমেন্ট, যা LNB এর সথে যুক্ত থাকে।

(iii) ডিশ অ্যান্টেনা : যে অ্যান্টিনার প্যারাবলিক রিফ্লেক্টরের আকৃতি ডিশের মতো, তাকে ডিশ অ্যান্টিনা বলে।

(iv) এলএনবি : এলএনবি এর পূর্ণ নাম হচ্ছে লো নয়েজ ব্লক ডাউন। যে ডিভাইসে যেকোনো নয়েজকে ব্লক করে মূল সিগন্যালকে গ্রাহক যন্ত্রে পাঠায়, তাকে এলএনবি কনভার্টার বলে।

(v) চ্যানেল সিলেক্টর : যে যন্ত্রের মাধ্যমে নির্দিষ্ট চ্যানেলকে নির্বাচন করা হয়, তাকে চ্যানেল সিলেক্টর বলে।

(vi) **টিউনার :** যে ডিভাইসের সাহায্যে অ্যান্টেনা থেকে আগত বিভিন্ন প্রকার চ্যানেল এর মধ্যে থেকে নির্দিষ্ট চ্যানেল টিউন্ড করা হয়, তাকে টিউনার বলে।

(vii) **মড্যুলেটর :** মড্যুলেটর এমন এক প্রকার ডিভাইস যা ভিডিও এবং সাউন্ড সিগন্যালকে RF সিগন্যালে রূপান্তর করে টিভি রিসিভারে প্রদান করে।

১১.৬ নয়েজ ও তার শ্রেণিবিভাগ :

নয়েজ

ডাটা কমিউনিকেশনে মূল সিগন্যালের সাথে মাধ্যম দ্বারা প্রভাবিত অনাকাঙ্ক্ষিত সিগন্যালকে নয়েজ বলে। নয়েজ প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

(ক) এক্সটারনাল নয়েজ

(খ) ইন্টারনাল নয়েজ।

সিগনাল ট্রান্সমিশনের সময় ট্রান্সমিটিং মাধ্যমের কারণে যে নয়েজের সুষ্টি হয় তাকে এক্সটারনাল নয়েজ বলে।

রিসিভারের কারণে যে নয়েজের সুষ্টি হয় তাকে ইন্টারনাল নয়েজ বলে।

এক্সটারনাল নয়েজ তিন ধরনের। যথা-

(ক) ম্যান-মেড নয়েজ (Man-Made Noise)

(খ) অ্যাটমোসফেরিক নয়েজ (Atomospharic Noise)

(গ) স্পেস নয়েজ (Space Noise)

১১.৭ সিগন্যাল টু- নয়েজ রেশিও :

কোনো সিস্টেমে সিগন্যালের পাওয়ার এবং নয়েজ পাওয়ারের অনুপাতকে সিগন্যাল-টু-নয়েজ রেশিও বলে। একে SNR দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। স্যাটেলাইট কী?
২। ডিস অ্যান্টেনা কী?
৩। ফিড হর্ন কী?
৪। এলএনবি কী?
৫। টিউনার কী?
৬। চ্যানেল সিলেক্টর কী?
৭। মড্যুলেটর কী?
৮। ডিজিটাল কমিউনিকেশন কী?
৯। PCM এর পূর্ণনাম কী?
১০। MODEM এর পূর্ণনাম লেখ।
১১। টেলিযোগাযোগে স্যাটেলাইট কেন ব্যবহার করা হয়?
১২। নয়েজ বলতে কী বোঝ?
১৩। সিগন্যাল-টু-নয়েজ রেশিওর সংজ্ঞা দাও।
১৪। মডেম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। স্যাটেলাইটের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
২। ডিশ অ্যান্টেনার বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।
৩। স্যাটেলাইটের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন কর।
৪। ডিজিটাল কমিউনিকেশনের সুবিধা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ডিজিটাল কমিউনিকেশনের বর্ণনা দাও।
২। স্যাটেলাইট রিসিভারের সচিত্র বর্ণনা দাও।
৩। স্যাটেলাইট হোম রিসিভিং পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন করে বর্ণনা কর।

দ্বাদশ অধ্যায়
সোলার সিস্টেম

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- সোলার সিস্টেম কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- সালার সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব;
- সোলার সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধাপের নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- সোলার সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- সোলার সিস্টেমের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব;
- সোলার সিস্টেমের সুবিধা ব্যক্ত করতে পারব।

১২.১ সোলার সিস্টেম :

আলোর তীব্রতা বাড়লে সেমিকন্ডাকটরের রোধ হ্রাস পায়। এজন্য এ জাতীয় সেমিকন্ডাকটরের ফটোকন্ডাকটিভ সেল অথবা ফটোরেজিস্টর অথবা কখনও আলো নির্ভরশীলরোধক কিংবা সংক্ষেপে LDR বলে।

Photovoltaic Effectএর প্রভাবে ইলেকট্রন Conduction ব্যান্ড হতে ব্যালেন্স ব্যান্ডে স্থানান্তর হয়। পদার্থের মধ্যে দুই Electrodes এর মধ্যে ভোল্ট একক দ্বারা পরিমিত তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়, যা Sunlight বিকিরণে তৈরি হয়। এ পদ্ধতিকে সোলার সিস্টেম এবং ডিভাইসকে সৌরকোষ বা Solar Cell বলে।

১২.২ সোলার সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য :

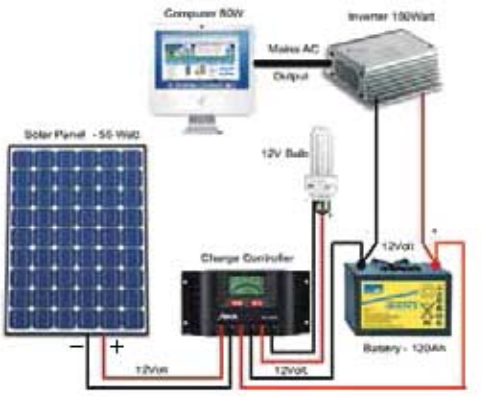
১৮৩৯ সালে Alexandre Edmond Becquerel প্রথম Photovoltaic ইফেক্ট পর্যবেক্ষণ করেন। এরপর ১৯৫৪ সালে চ্যাপিন, ফুলারসহ আরও অন্যান্য বিজ্ঞানী মিলে সিলিকন P-N জাংশন ব্যবহার করে প্রথম সৌর সেলের উদ্ভাবন করেন।
সৌর কম্পাংক বর্ণালী সংখ্যা 5800K
সৌরকোষের মূল বাহক বিভাজনের জন্য ২টি মোড আছে, যথা-
১। বাহকের ড্রিফট ডিভাইস
২। ইলেকট্রিক ফিল্ড।

১২.৩ সোলার সিস্টেমের ধাপসমূহ :

সৌরকোষ তিন ধাপে কাজ করে।
১। Sunlight-এ Photons সৌর প্যানেলে আঘাত এবং উপকরণ যেমন-সিলিকন এর মধ্যে আত্মভূত হয়।

২। ইলেকট্রন (ধনাত্মক আধানযুক্ত) তাদের পরমাণু থেকে আলগা Knock হয়।
৩। সরাসরি বর্তমানে একটি ব্যবহারযোগ্য পরিমাণের দিকে সৌরকোষ রূপান্তর সৌরশক্তির একটি সারি DC প্রবাহিত হয়।

Photovoltaic এর প্রকারভেদ-
১। Thin-Film Photovoltaic
২। Thermo-Photovoltaic Cell
৩। Organic Photovoltaic Cell



১২.৪ সোলার সিস্টেম:

সোলার সিস্টেমের বিভিন্ন অংশসমূহ:
১। সোলার প্যানেল
২। ব্যাটারি
৩। চার্জ নিয়ন্ত্রক
৪। লোড
৫। ইনভার্টার।

১। সোলার প্যানেল: এটাই মূলত সৌরশক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরের মূল উপাদান; যা সৌরকোষ বা সোলার প্যানেল নামে পরিচিত। আধুনিক কৌশল ব্যবহার করে তৈরি হয়েছে সৌরকোষ। সৌরকোষের বা সোলার প্যানেলের বৈশিষ্ট্য হলো এর উপর সূর্যের আলো পড়লে এ থেকে সরাসরি তড়িৎ শক্তি পাওয়া যায়।

২। ব্যাটারি: এর দ্বারা সোলার প্যানেলের মাধ্যমে রূপান্তরিত সৌরশক্তি প্রয়োজনের সময়ে ব্যবহারের জন্য সঞ্চিত রাখা হয়। এ কাজে সচরাচর লিড অ্যাসিড ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।

৩। চার্জ নিয়ন্ত্রক: একে চার্জ কন্ট্রোলারও বলা হয়। এটি ব্যাটারিতে জমাকৃত বিদ্যুতের পরিমাপ নিয়ন্ত্রণ করে এবং ব্যাটারির জীবনকাল সংরক্ষণ করে। এটি শক্তি রূপান্তরের প্রধান ইউনিট হিসেবে কাজ করে।

৪। লোড: উৎপাদিত সৌরবিদ্যুৎ ব্যবহারের জন্য বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রনিক সামগ্রী যেমন- টিভি, রেডিও, টেপ রেকর্ডার, ফোন, ফ্যাক্স, বাতি, ফ্যান, কম্পিউটার, মোবাইল, সেচযন্ত্র, ঘড়ি ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে। সরঞ্জামাদির মধ্যে বৈদ্যুতিক সংযোগের জন্য তার, ব্যাটারির জন্য হাইড্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। সোলার প্যানেল খুঁটি বা ঘরের চালে বা দালানের ছাদে অনুভূমিকের ২৩ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করতে হয় যাতে করে সরাসরি সূর্যের আলো প্যানেলে পড়ে। অন্যান্য সবকিছু ঘরের ভেতরে স্থাপন করা হয়। বিভিন্ন ক্ষমতার সোলার প্যানেল লাগিয়ে বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানো যেতে পারে।

৫। ইনভার্টার: ইনভার্টারের মাধ্যমে ব্যাটারীর ডিসি বিদ্যুৎ এসি বিদ্যুৎ-এ রূপান্তর করে Load-এ সরবরাহ করা হয়।

১২.৫ সোলার সিস্টেমের ব্যবহার :

বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রনিক সামগ্রী যেমন- টিভি, রেডিও, টেপ রেকর্ডার, ফোন, ফ্যাক্স, বাতি, ফ্যান, কম্পিউটার, মোবাইল, সেচযন্ত্র, ঘড়ি ইত্যাদিতে সৌরবিদ্যুৎ ব্যবহার করা যায়। বিভিন্ন ক্ষমতার সোলার প্যানেল লাগিয়ে বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানো যায়। স্বল্পমূল্য ও সহজলভ্যতার কারণে সোলার সিস্টেমের চাহিদা দিন দিন বেড়েই চলেছে। বিকল্প প্রাকৃতিক বিদ্যুৎ ব্যবস্থা হিসেবে সোলার সিস্টেম বর্তমানে খুবই জনপ্রিয়।

১২.৬ সোলার সিস্টেমের সুবিধা :

আধুনিক সভ্যতার যুগে বিদ্যুতের চাহিদা অপরিসীম। দিন দিন আমাদের উৎপাদিত ও সঞ্চিত বিদ্যুৎ নিঃশেষ হয়ে যাচ্ছে। এছাড়া প্রত্যন্ত অঞ্চলে বিদ্যুৎ পৌঁছানোও ব্যয়বহুল ও কষ্টসাধ্য। এ সকল ক্ষেত্রে সোলার সিস্টেম অত্যন্ত সুবিধাজনক।

১। বিদ্যুতের উপর চাপ কমে।
২। প্রত্যন্ত অঞ্চলেও ব্যবহার করা যায়।
৩। সিস্টেম ডিভাইস স্থাপনের পর সাধারণত আর কোনো খরচ হয় না।
৪। সোলার সাইজ ভেদে ছোট/বড় ইলেকট্রনিক ডিভাইস চালানো যায়।
৫। সূর্যালোকের উপর নির্ভরশীল বিধায় এ সিস্টেম দীর্ঘস্থায়ী।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। Photovoltaic সেল বলতে কী বোঝায়?
২। সোলার সেল বলতে কী বোঝায়?
৩। সোলার সেলের আবিষ্কারক কে?
৪। Photovoltaic ইফেক্ট প্রথম কে পর্যবেক্ষণ করেছিলেন?
৫। সৌর কম্পাংক বর্ণালী কতটি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সৌরকোষের মূল বাহক বিভাজনের জন্য কয়টি মোড আছে ও কী কী?
২। সৌরকোষের প্রধান সরঞ্জামগুলোর নাম লেখ।
৩। সোলার সিস্টেমের ব্যবহার বর্ণনা কর।
৪। সোলার সিস্টেমের সুবিধাগুলো কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সৌরকোষের প্রধান সরঞ্জামগুলোর বর্ণনা দাও।

ত্রয়োদশ অধ্যায়
কর্ডলেস ফোন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- কর্ডলেস ফোনের মূলনীতি ব্যক্ত করতে পারব;
- কর্ডলেস ফোনের ব্লক চিত্র হতে প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- বেস ইউনিট ও পোর্টেবল ইউনিট কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- মোবাইল বা কর্ডলেস ফোনের সাধারণ কিছু বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব।

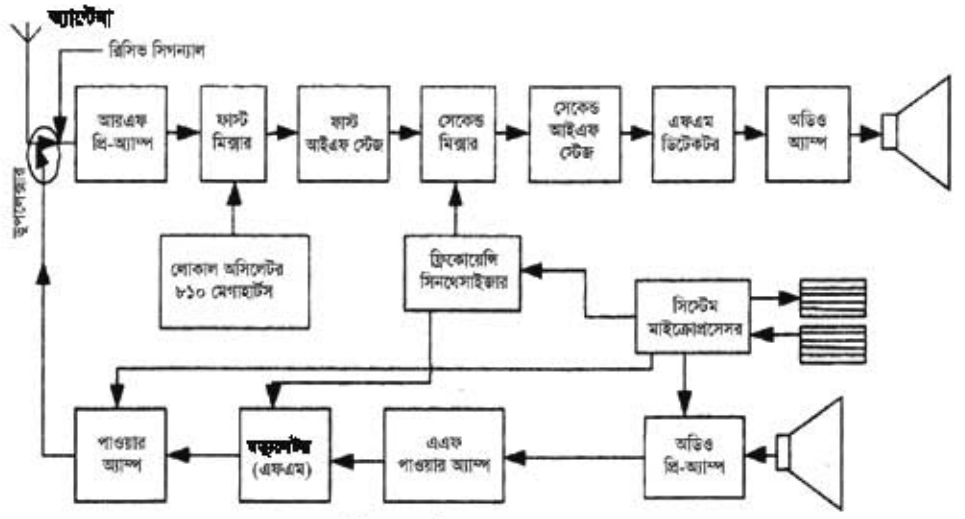
১৩.১ কর্ডলেস ফোনের মূলনীতি :

মোবাইল সেট ম্যাকানিজম ঃ যে ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রের মাধ্যমে এর নেটওয়ার্ক আওতাভুক্ত কোনো এলাকা থেকে অন্য কোনো এলাকা বা স্থানে অবস্থানরত কোনো ব্যক্তির সাথে কথা বলা বা তার কাছ থেকে সংবাদ প্রেরণ বা গ্রহণ করা যায়, তাকে মোবাইল সেট বলে। বাজারে বিভিন্ন আকার-আকৃতির মোবাইল সেট পাওয়া যায়। বর্তমানে যেসব কোম্পানির মোবাইল সেট বাজারে রয়েছে তাদের মধ্যে সুপরিচিত কতগুলো কোম্পানি হলো- নোকিয়া, স্যামসাং, সিমেন্স, মটোরোলা, এরিকসন ইত্যাদি। বিভিন্ন কোম্পানি বিভিন্ন মডেলের বিভিন্ন আকৃতির তৈরি করে থাকে, তবে সকল সেটের ফাংশন প্রায় একই রকম হয়ে থাকে। কোনো কোনো সেটের অ্যান্টেনা একটু বড় এবং কোনো কোনো সেটের অ্যান্টেনা ছোট থাকে।

১৩.২ কর্ডলেস ফোনের প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ :

যে ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রের মাধ্যমে নির্দিষ্ট নেটওয়ার্ক আওতাভুক্ত এলাকার মধ্যে তারবিহীন অবস্থায় কথা বা তথ্য আদান করা যায়, তাকে মোবাইল ফোন বলে। মোবাইল ফোনের বিভিন্ন অংশগুলো হলো ঃ

(i) অ্যান্টেনা
(ii) মাইক্রোফোন
(iii) স্পিকার
(iv) ব্যাটারি
(v) কী বোর্ড বা কী প্যাড
(vi) এলসিডি বা প্লাজমা ডিসপ্লে
(vii) RF প্রি অ্যামপ্লিফায়ার
(viii) মিক্সার
(ix) লোকাল অসিলেটর
(x) অডিও অ্যামপ্লিফায়ার
(xi) পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার
(xii) এফএম মড্যুলেটর
(xiii) FM ডিটেক্টর
(xiv) ভাইব্রেটর ইত্যাদি।



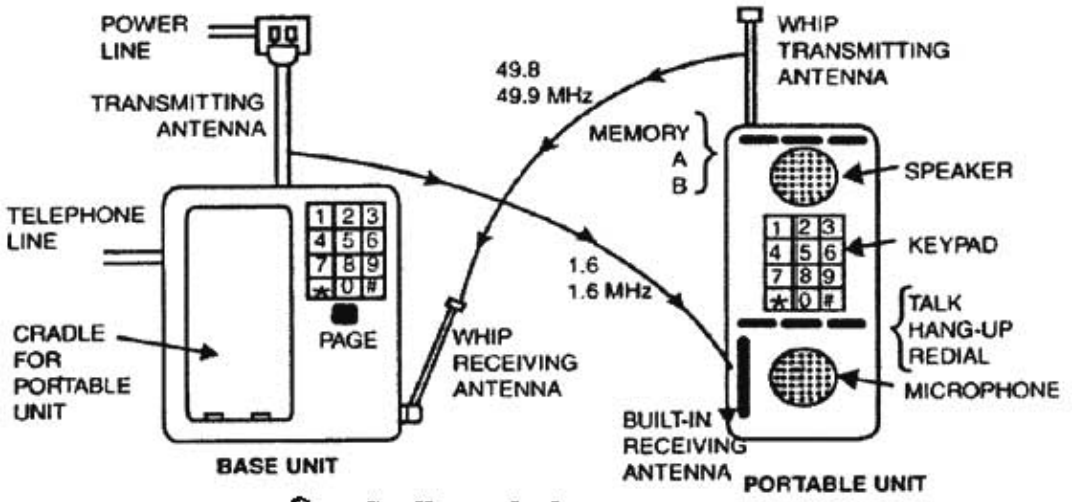
চিত্র : মোবাইলের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে অ্যান্টেনা থেকে RF সিগন্যাল গ্রহণ করে ডুপ্লেক্সারের মাধ্যমে RF অ্যামপ্লিফায়ারে প্রবেশ করে। RF অ্যামপ্লিফায়ার উক্ত সিগন্যাল অ্যামপ্লিফাই করে মিক্সারে পাঠায়। মিক্সার উক্ত RF সিগন্যাল এবং লোকাল অসিলেটরের সৃষ্ট ৮১০ মেগাহার্টজ এর সাথে মিশ্রণ ঘটিয়ে IF সিগন্যাল উৎপন্ন করে। উক্ত আইএফ সিগন্যাল FM ডিটেক্টর দ্বারা অডিও সিগন্যাল আলাদা করে অডিও অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে বর্ধিত করে স্পিকারে প্রেরণ করে।

আবার মাইক্রোফোনের মাধ্যমে শব্দ শক্তিকে বৈদ্যুতিক অডিও সিগন্যাল রূপান্তর করে অডিও প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত করে। মডুলেটর সার্কিটে পাঠায়। উক্ত সিগন্যাল মডুলেটর মাধ্যমে মডুলেশন করে RF সিগন্যাল উৎপন্ন করে। এই RF সিগন্যাল RF পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত করে ডুপ্লেক্সারের মাধ্যমে অ্যান্টেনাতে প্রবেশ করে, যা উক্ত সিগন্যালকে ট্রান্সমিটার করে।

১৩.৩ বেস ইউনিট ও পোর্টেবল ইউনিট (কর্ডলেস ফোন) :

নিচের চিত্রে একটি বেস এবং পোর্টেবল ইউনিট সমন্বয়ে গঠিত কর্ডলেস টেলিফোন সিস্টেম দেখানো হয়েছে। নিম্নে এটির প্রতিটি ব্লকের কাজ বর্ণনা করা হলো-



চিত্র ঃ Cordless telephone set

পাওয়ার লাইন ঃ এটির মাধ্যমে কর্ডলেসে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়। কর্ডলেস টেলিফোন সেটে পাওয়ার বেশি দরকার হয়। ফলে সবসময় এসি পাওয়ারের সাথে সংযুক্ত রাখা হয়। পাওয়ার সাপ্লাইয়ের বিঘ্ন ঘটলে কর্ডলেস পদ্ধতি কোনো কাজ করে না।

টেলিফোন লাইন ঃ লোকাল এক্সচেঞ্জ হতে আগত টেলিফোন লাইনকে বেজ ইউনিটের সাথে যুক্ত করা হয়। বেজ ইউনিট 1.7 MH_z FM সিগন্যাল একটি ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে AC মেইন লাইনে দেওয়া হয়।

ক্রেডেল ঃ এ অংশে পোর্টেবল ইউনিটটি রাখা হয়। পোর্টেবল ইউনিটকে যখন উক্ত স্থানে রাখা হয়, তখন এর রিচার্জেবল ব্যাটারি চার্জ হতে থাকে, যা পোর্টেবল ইউনিটে পাওয়ার সরবরাহ করে।

অ্যান্টেনা ঃ বেজ এবং পোর্টেবল ইউনিটের মধ্যে যোগাযোগের জন্য 1.7MH_z ব্যান্ডের ব্যবহারের ফলে অ্যান্টেনার দৈর্ঘ্য অনেক বড় হয়।

ট্রান্সমিটার ঃ এ ধরনের টেলিফোন সেটে লো পাওয়ার ট্রান্সমিটার ব্যবহার করা হয়। এই ট্রান্সমিটারের কাজ হলো রেডিও সিগন্যালকে এক ইউনিট থেকে অন্য ইউনিটে ট্রান্সমিটিং অ্যান্টেনার মাধ্যমে প্রেরণ করা।

রিসিভার ঃ কর্ডলেস টেলিফোন সেটে রিসিভারের কাজ হলো রিসিভিং অ্যান্টেনার থেকে গৃহীত রেডিও সিগন্যালকে গ্রহণ করা।

স্পিকার ঃ স্পিকারের কাজ হলো রিসিভারের গৃহীত রেডিও সিগন্যাল অপারেটরের শোনার উপযোগী করে তোলা।

২০২০

মাইক্রোফোন ঃ এটির সাহায্যে অন্য অপারেটরে কথা বলা হয়। মাইক্রোফোনের কাজ হলো শব্দ শক্তিকে ইলেকট্রিক্যাল শক্তি বা সিগন্যালে রূপান্তর করা।

ডায়ালিং কী প্যাড ঃ এ অংশের সাহায্যে অন্য অপারেটরের নাম্বার ব্যবহার করে ডায়ালিং বা কল করা হয়।

রিচার্জেবল ব্যাটারি ঃ এ অংশের কাজ হলো পোর্টেবল অংশকে পাওয়ার সরবরাহ করা। পোর্টেবল ইউনিটটি যখন বেজ ইউনিটে রাখা হয়, তখন এর রিচার্জেবল ব্যাটারি চার্জ হতে থাকে, যা পোর্টেবল ইউনিটকে পাওয়ার সরবরাহ করে।

১৩.৪ মোবাইল (কর্ডলেস) ফোনের বৈশিষ্ট্য :

মোবাইল বা কর্ডলেস ফোনের সাধারণ কিছু বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করা হলো।

১। আউটপুট পাওয়ার : +৫ থেকে +৩৩ ডেসিবল, ২ ওয়াট হতে ৩.২ মেগাওয়াট।
২। প্রেরণকৃত পাওয়ার লেভেল সংখ্যা : ১৫।
৩। প্রেরণকৃত ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড : ৮৯০ হতে ৯১৫ মেগাহার্টজ।
৪। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি চ্যানেলের সংখ্যা : ১২৪।
৫। সেলুলার সিস্টেম : GSM।
৬। গ্রহণকৃত ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড : ৯৩৫ থেকে ৯৬০ মেগাহার্টজ।
৭। চ্যানেলের মধ্যবর্তী স্পেসিং : ২০০ কিলোহার্টজ।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। কর্ডলেস টেলিফোন কী?
২। বেস ইউনিট কী?
৩। পোর্টেবল ইউনিট কী?
৪। সীম (SIM) কার্ড কী?
৫। ক্রেডেল কী?
৬। SIM এর পূর্ণ নাম লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মোবাইল ফোনের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।
২। মোবাইল বেস ইউনিটের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।
৩। ওয়্যারলেস টেলিফোন সিস্টেম সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
৪। কর্ডলেস ফোনের মূলনীতি লেখ।
৫। মোবাইল ফোনের বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ
৬। মোবাইল ফোনের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। মোবাইল সেট ম্যাকানিজম বর্ণনা কর
২। মোবাইল টেলিফোনের ব্লক চিত্র বর্ণনা কর।
৩। একটি কর্ডলেস ফোনের চিত্র অংকন করে প্রত্যেকটি অংশের কাজ লেখ।

চতুর্দশ অধ্যায়
ইলেকট্রনিক এক্সচেঞ্জ

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম ব্যক্ত করতে পারব;
- ম্যানুয়াল টেলিফোন এক্সচেঞ্জে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম ও তাদের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- অটোম্যাটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম ও তাদের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- EPABX এর কাজ ব্যক্ত করতে পারব।

১৪.১ টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম

যোগাযোগের উদ্দেশ্যে দূরবর্তী স্থানে সিগন্যালের ট্রান্সমিশন করাকে টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম বলে। এর মৌলিক ইলিমেন্ট তিনটি। যথা–

১। একটি ট্রান্সমিটার, যা ইনফরমেশন গ্রহণ করে এবং একে সিগন্যালে পরিণত করে।
২। একটি ট্রান্সমিশন মিডিয়ায়, যা সিগন্যাল বহন করে এবং
৩। একটি রিসিভার, যা সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং একে ব্যবহারযোগ্য ইনফরমেশনে রূপান্তর করে।

১৪.২ ম্যানুয়াল টেলিফোন এক্সচেঞ্জে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম ও তাদের কাজ:

টেলিফোন সেটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম-

১। পোলার গার্ড সেকশন।
২। রিংগার সেকশন।
৩। ভোল্টেজ ড্রপার সেকশন
৪। সাউন্ড/স্পিচ সেকশন
৫। কী বোর্ড/ম্যাট্রিক্স সেকশন।

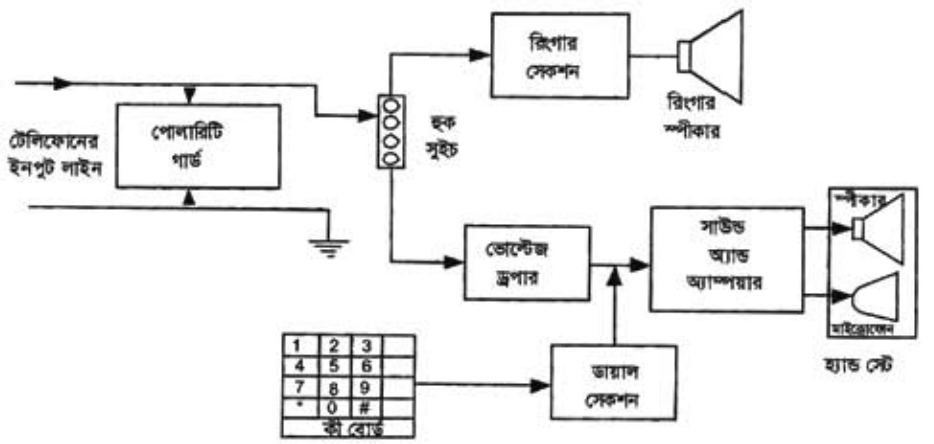
রিংগার সেকশনের কাজ ঃ

টেলিফোন সেটে যে সেকশনের সাহায্যে রিং বাজে তাকে বলা হয় রিংগার সেকশন। হ্যান্ড সেটটি যখন মেইন ইউনিটের ওপর থাকে অর্থাৎ অন হুক পজিশনের সময় এক্সচেঞ্জ থেকে আসা টেলিফোন লাইন রিংগার সেকশনের সাথে যুক্ত থাকে। এই সময় অন্য কোনো টেলিফোন থেকে ঐ টেলিফোন ডায়াল করলে টেলিফোন এক্সচেঞ্জের মাধ্যমে টেলিফোন লাইনের সাহায্যে ২০ হার্টজ এসি সিগন্যাল রিংগার সেকশনে পৌঁছায় এবং রিংগার সেকশনকে কার্যকরী করে তোলে। ফলে রিংগার সেকশনের সাথে যুক্ত স্পিকার বা বাজার থেকে রিং বাজে।

ভোল্টেজ ড্রপার সেকশন ঃ টেলিফোনের হ্যান্ড সেটটিকে যখন মেইন ইউনিটের ওপর থেকে তুলে নেওয়া হয়, অর্থাৎ অফ হুক পজিশনের প্রায় ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই পোলারিটি গার্ড এবং হুক সুইচের মাধ্যমে ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে প্রয়োগ করা হয়। কারণ সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ার ও ডায়ালার সেকশনে প্রয়োজন হয় মাত্র ৯ থেকে ১২ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই। তাই ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনের সাহায্যে ঐ ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই কমিয়ে টেলিফোন সেটের প্রয়োজন অনুযায়ী ৯ থেকে ১২ ভোল্ট সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ার ও ডায়ালার সেকশনে প্রয়োগ করা হয়। অতিরিক্ত ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে ড্রপ হয়।

১৪.৩ অটোম্যাটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম ও তাদের কাজ :

যে টেলিফোন সেটের কল সংযোগ এবং বিচ্ছিন্ন করা অটোমেটিক এক্সচেঞ্জের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হয় তাকে অটোমেটিক টেলিফোন সেট বলে। নিম্নে একটি অটোমেটিক টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রাম বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে পোলারিটি গার্ড ব্যবহার করে টেলিফোন লাইনের দুইটি তারের মধ্যে টেলিফোন সেটের ইনপুট টার্মিনালের যেকোনো তারের হুক সুইচের মাধ্যমে কানেকশন করা যায়। টেলিফোন সেটের রিংগার সেকশনের মাধ্যমে রিং বাজে ফলে এই সেকশনের সাথে স্পিকার বা বাজার যুক্ত থাকে। আবার হুক সুইচের মাধ্যমে ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনে ৪০ থেকে ৫০ ভোল্ট ডিসি সরবরাহ দেওয়া হয়, যার অতিরিক্ত ভোল্টেজ এই সেকশনে ড্রপ হয়। টেলিফোন নম্বর ডায়াল করার জন্য পুশ সুইচগুলো ওপর নিচ ও পাশাপাশি মেট্রিক্স আকারে কীবোর্ডে সাজানো থাকে, যার মাধ্যমে বিভিন্ন ডায়াল করা হয়। এই ডায়াল করা নম্বর ডায়াল সেকশনে একটি ডায়াল পালস তৈরি করে। সাউন্ড এবং স্পিচ অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে আদান-প্রদান করার সাউন্ড সিগন্যালকে বর্ধিত করা হয়, তাই এই সেকশনের সাথে হ্যান্ড সেটের স্পিকার ও মাইক্রোফোন সংযুক্ত থাকে।

১৪.৪ EPABX এর কাজ :

প্রাইভেট ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PBX) ঃ

PBX হলো ব্যক্তিগত লোকাল টেলিফোন সিস্টেম যা কোনো বিল্ডিং ভবনে বা অফিসের মধ্যে টেলিফোন যোগাযোগের জন্য সীমিত থাকে। এই ব্যবস্থায় স্পিড ডায়ালিং, কল ট্রান্সফার এবং ভয়েস মেইলের ব্যবস্থা থাকে। PBX সিস্টেম লোকাল টেলিফোনসমূহকে যেমন সংযোগ দিতে পারে সেই সাথে পাবলিক সুইচ টেলিফোন নেটওয়ার্ক (PSTN) এর সাথেও লোকাল টেলিফোনসমূহকে যুক্ত করতে পারে। PBX অনেক সময় প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জ (PABX) বা ইলেকট্রনিক প্রাইভেট অটোমেটিক ব্রাঞ্চ এক্সচেঞ্জও (EPABX) বলা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। EPABX এর পূর্ণ অর্থ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। টেলিকমিউনিকেশন সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?
২। টেলিফোন সেটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম লেখ।
৩। রিংগার সেকশনের কাজ কী?
৪। ভোল্টেজ ড্রপার সেকশনের কাজ কী?
৫। ম্যানুয়েল ও অটোমেটিক টেলিফোন এক্সচেঞ্জের পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অটোমেটিক টেলিফোন সেটের ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।
২। ব্লক ডায়াগ্রামসহ পিএবিএক্স এর বর্ণনা কর।
৩। ডিজিটাল এক্সচেঞ্জ এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

পঞ্চদশ অধ্যায়

গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি

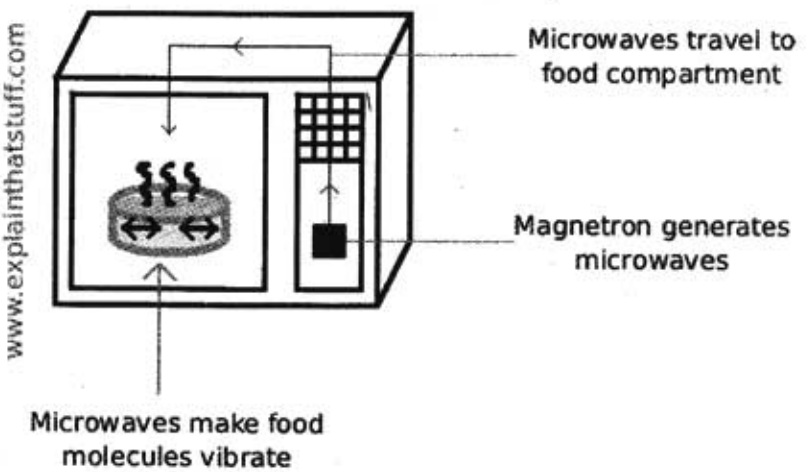
এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- মাইক্রোওয়েভ ওভেনের প্রত্যেকটি ব্লক/প্রধান অংশের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- অটোমেটিক ও সেমি অটোমেটিক ওয়াশিং মেশিনের প্রতিটি ব্লক/প্রধান অংশের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- রিমোট কন্টোলের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি অংশের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- ওয়াটার পিউরিফায়ারের প্রতিটি ব্লকের/অংশের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- ডিশ ওয়াশারের কাজ ব্যক্ত করতে পারব।

১৫.১ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের প্রত্যেকটি ব্লক/প্রধান অংশের কাজ :

মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কার্যপ্রণালি :

মাইক্রোওয়েভ ওভেন হচ্ছে এমন এক ধরনের গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক্স যন্ত্র, যার সাহায্যে মাইক্রোওয়েভকে কাজে লাগিয়ে খাবার রান্না করা এবং গরম করা হয়ে থাকে। নিম্নে একটি মাইক্রোওয়েভ ওভেনের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : মাইক্রোওয়েভ ওভেন

এতে একটি মাইক্রোওয়েভ ম্যাগনেট্রোন টিউব থাকে, যার মাধ্যমে মাইক্রোওয়েভ উৎপন্ন হয়। এই উৎপন্ন মাইক্রোওয়েভগুলো ওয়েভ গাইডের মাধ্যমে খাবারে এসে পৌঁছে। ফলে খাবারটি তখন গরম হতে থাকে। এই মাইক্রোওয়েভ ওভেন-এর একটি কন্ট্রোল কুক সুইচ রয়েছে, যার মাধ্যমে ওভেনের নিয়ন্ত্রণ কার্যক্রম পরিচালনা করা যায়।

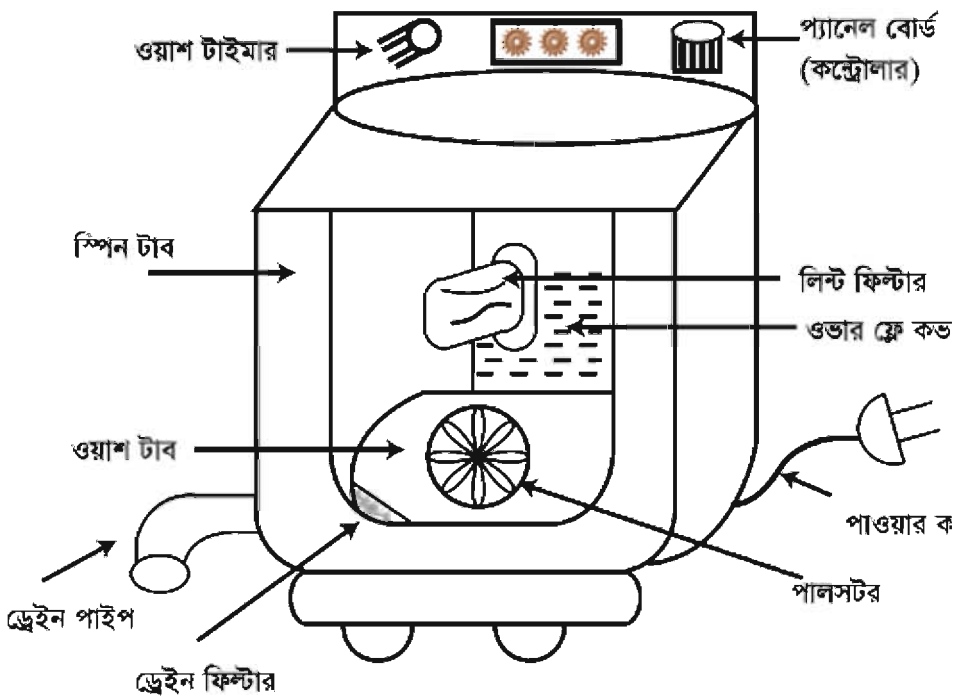
মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ব্যবহার ঃ

(i) বাসা-বাড়ির খাবার গরম করার জন্য।
(ii) ফাস্টফুড দোকানের খাবার গরম করার জন্য।
(iii) বিমানে খাবার গরম করার জন্য।
(iv) সামুদ্রিক জাহাজে খাবার গরম করার জন্য।

১৫.২ অটোমেটিক ও সেমি অটোমেটিক ওয়াশিং মেশিনের প্রতিটি ব্লক/প্রধান অংশের কাজ :

ওয়াশিং মেশিনের কার্যপ্রণালি :

যে গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রের সাহায্যে কাপড় কাচা এবং শুকানো হয়, তাকে ওয়াশিং মেশিন বলে। নিম্নে একটি ওয়াশিং মেশিনের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

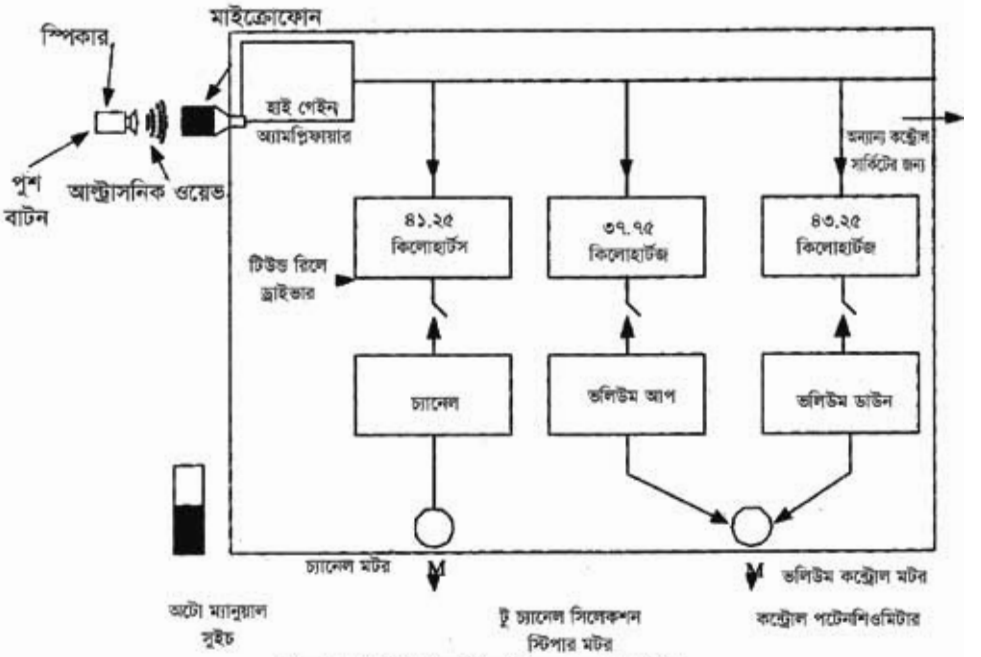


চিত্র ঃ ওয়াশিং মেশিন

প্যানেল বোর্ডের সাহায্যে প্রথমে তাপমাত্রা ও ওয়াশ সেটিং ঠিক করতে হয়। তারপর পানি, ডিটারজেন ও কাপড় ভিতরে প্রবেশ করাতে হয়। এরপর মেশিনের সাইকেল শুরু হয় এবং কাপড় পরিষ্কার কার্যক্রম চলতে থাকে। ওয়াশিং সাইকেল শেষে ডিটারজেনের পানি আউটলেট ড্রেন দিয়ে বের হয়ে যায় এবং বিশুদ্ধ পানি ইনলেট দিয়ে এসে কাপড় ধৌত হয়ে যায়। ধোঁয়ার কাজ শেষে স্পিন মোড শুরু হয়। এই মোডে মেশিন হতে পানি বের করে নেওয়া হয় এবং কাপড় উচ্চ গতিতে ঘুরতে থাকে যাতে দ্রুত শুকিয়ে যায়।

১৫.৩ রিমোট কন্ট্রোলের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি অংশের কাজ :

দূরবর্তী কোনো বস্তু বা ডিভাইসকে তার দ্বারা শব্দ বা অডিও সিগন্যালের মাধ্যমে এনার্জি ট্রান্সমিশন করে নিয়ন্ত্রণ করাকে তারবিহীন রিমোট কন্ট্রোল বলে। নিম্নে একটি তারবিহীন টিভি-রিসিভার রিমোট কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা করা হলো :



চিত্র : তারবিহীন রিমোট কন্ট্রোলের ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে একটি রিমোট ট্রান্সমিটিং বক্সে স্পিকার থেকে টিভি রিসিভারের রিমোট কন্ট্রোল চেসিসের মাইক্রোফোন আল্ট্রাসনিক শব্দ তরঙ্গ প্রেরণ করে। মাইক্রোফোনের মাধ্যমে এই তরঙ্গ ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে হাই গেইন অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে বিবর্ধিত করা হয়। এই বিবর্ধিত সিগন্যাল দ্বারা তিনটি টিউন সার্কিট অপারেট করে ড্রাইভার রিলের সাহায্যে প্রয়োজনীয় নিয়ন্ত্রণ কার্য সম্পন্ন করে।

১৫.৪ ওয়াটার পিউরিফায়ারের প্রতিটি ব্লকের/অংশের কাজ :

ওয়াটার পিউরিফায়ারের কার্যপ্রণালি :

যে গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রের সাহায্যে খাবারের পানি এবং ব্যবহারযোগ্য পানিকে বিশুদ্ধ এবং পরিশুদ্ধ করা হয়, তাকে ওয়াটার পিউরিফায়ার বলে। নিম্নে একটি ওয়াটার পিউরিফায়ারের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো :

Reverse Osmosis Type Water Purifier

চিত্রে ১টি RO (Reverse Osmosis) System-এর Water Purification System দেখানো হয়েছে। বেসিন অথবা কিচেন কেবিনেটের পানির ট্যাব থেকে মেশিনের Water Input-এ অপরিশোধিত পানির প্রবাহ যুক্ত করা হয়। মেশিনে বিদ্যুৎ সংযোগ করা হলে ইনপুট ভাল্ব চালু হবে ফলে ৩টি Pre Filter-এর মাধ্যমে পানি High Pressure Pump-দ্বারা পরিচালিত হয়ে উচ্চ চাপে RO-মেমব্রেন এর মাধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে। RO-মেমব্রেন-এর ইনপুটে পানি প্রবেশ করে দুইটি ধারা দিয়ে পানি বাহির হবে। যার ১টি বিশুদ্ধ এবং অপরটি দূষিত পানি। বিশুদ্ধ পানির প্রবাহের সাথে Post Carbon যুক্ত করে পানির গন্ধ এবং রং (যদি থাকে) সম্পূর্ণরূপে বিমুক্ত করে। বেলুন চাপ যুক্ত প্রেসার ট্যাংকে সঞ্চিত হবে। প্রেসার ট্যাংকে প্রায় ১৪লিটার পানি সঞ্চিত হবার পর High Pressure Cut সুইচ/রীলের মাধ্যমে Automatically-মেশিন বন্ধ হয়ে যাবে। Faucet-এর মাধ্যমে পানি ব্যবহার করলে ট্যাংকের প্রেসার কমে পুনরায় মেশিন চালু হবে এবং ট্যাংক পূর্ণ হলে বন্ধ হবে। এই প্রকার মেশিনে পরিশোধিত পানি ১০০ ভাগ জীবাণুমুক্ত এবং প্রায় ৯০ ভাগ ভারী ধাতু মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়।

ওয়াটার পিউরিফায়ারের ব্যবহার ঃ

(i) বাসা-বাড়ির পানি বিশুদ্ধ এবং পরিশোধিত করার জন্য।
(ii) অফিস আদালতের পানি বিশুদ্ধ এবং পরিশোধিত করার জন্য।
(iii) হাসপাতাল ও ক্লিনিকের পানি বিশুদ্ধ এবং পরিশোধিত করার জন্য।
(iv) ফাস্টফুড ও খাবারের দোকানের পানি বিশুদ্ধ এবং পরিশোধিত করার জন্য।
(v) জাহাজ ও বিমানে খাবার পানি বিশুদ্ধ এবং পরিশোধিত করার জন্য।

১৫.৫ ডিশ ওয়াশার :

ডিশ ওয়াশার একটি অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ গৃহস্থালি ইলেকট্রনিক যন্ত্র। আগে বাসা-বাড়ির সকল থালা-বাসন হাতে শুকাতে হত। এটি একটি খুব ঝামেলাপূর্ণ কাজ ছিল। সুতরাং ডিশ ওয়াশার আবিষ্কার হওয়ার পর এই ঝামেলাপূর্ণ কাজ হতে অব্যাহতি পাওয়া গেছে। এর সাহায্যে রান্নার কাজে ব্যবহৃত প্ল্যান, পট, বিভিন্ন ধরনের ডিশ পরিষ্কার করে শুকানো যায়। এতে প্রথমে

ওয়াটার ইনলেট দিয়ে পানি এসে ট্যাবে পূর্ণ হয় এবং ধৌত করার ধাপে ডিটারজেন্ট পানির সাথে মিশে ডিসসমূহকে পরিষ্কার করে। এ সময়ে গরম পানিরও স্প্রে করা হয়। ওয়াশ সাইকেল সম্পন্ন হলে পরিষ্কার পানি দিয়ে ডিটারজেন্ট সম্পন্ন পানি ডিশে লেগে থাকলে তা ধুয়ে ফেলা হয়। এরপর হিটিং ইলিমেন্টের সাহায্যে ডিশগুলো শুকিয়ে নেওয়া হয়।

Dish Washer / ডিস ওয়াশার

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাইক্রোওয়েভ ওভেন কী?
২। ওয়াশিং মেশিনের কাজ কী?
৩। ওয়াটার পিউরিফায়ারের কাজ কী?
৪। রিমোট কন্ট্রোল কী?
৫। ডিশ ওয়াশার কী?
৬। মাইক্রোওয়েভ ওভেনের মূল অংশের নাম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ব্যবহার লেখ।
২। ওয়াশিং মেশিনের ব্যবহার লেখ।
৩। ওয়াটার পিউরিফায়ারের ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ ওয়াশিং মেশিনের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
২। চিত্রসহ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩। চিত্রসহ ওয়াটার পিউরিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। চিত্রসহ তারবিহীন রিমোট কন্ট্রোল বর্ণনা কর।
৫। ডিশ ওয়াশারের কাজ বর্ণনা কর।

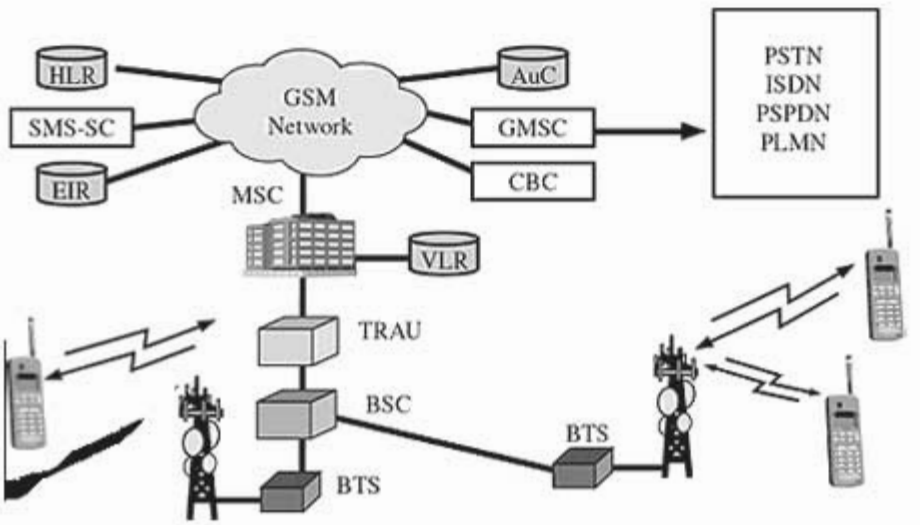
ষোড়শ অধ্যায়
GSM সিস্টেম

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- GSM নেটওয়ার্ক কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- GSM সিস্টেমের প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- Roaming কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- GSM সিস্টেমের সুবিধা ব্যক্ত করতে পারব।

১৬.১ GSM নেটওয়ার্ক :

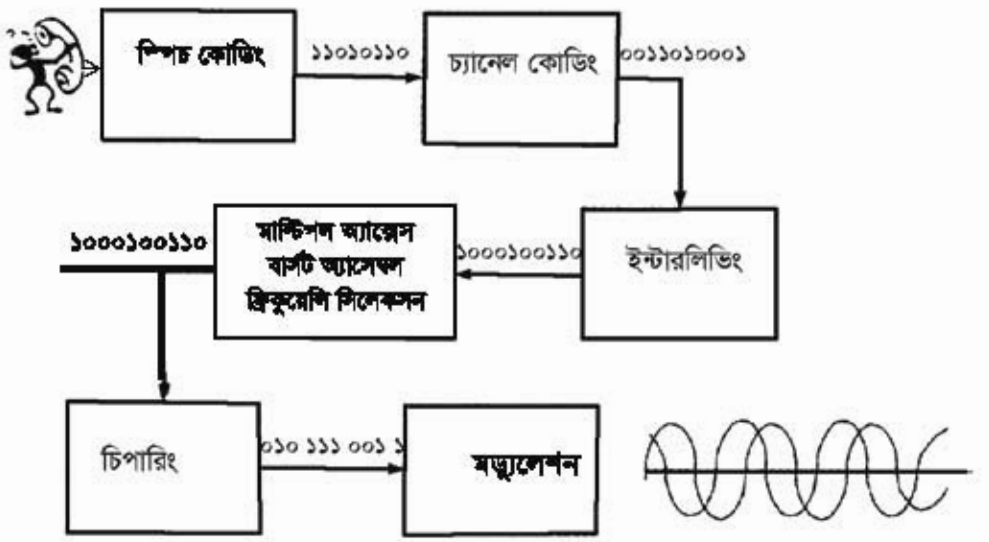
১৯৮২ সালে প্রথম নামকরণ করা হয় Group Speciale Mobile (GSM) । এরপর নামের ডেফিনেশন পরিবর্তন করে রাখা হয় Global System for Mobile Communication (GSM)। জিএসএম প্রযুক্তির তৃতীয় প্রজন্মের ভার্সনকে Universal Mobile Telecommunition System (UMTS) দ্বারা প্রমিতকরণ করা হয়। বাংলাদেশ গ্রামীণ ফোন, বাংলালিংক, টেলিটক ও এয়ারটেল জিএসএম প্রযুক্তি ব্যবহার করছে। এটি একটি ডিজিটাল মোবাইল কমিউনিকেশন সিস্টেম, যা বিশ্বের ১৯০টি দেশে ব্যবহৃত হয়। জিএসএম পদ্ধতিতে প্রথমে ডাটা ডিজিটাল ফরমে রূপান্তর করা হয় এবং পরে তা কম্প্রেস করে চ্যানেলের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করে। এটি ৯০০ মেগাহার্টজ অথবা ১৮০০ মেগাহার্টজের যে কোনো ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ডে কাজ করে।



চিত্র : জিএসএম

১৬.২ GSM সিস্টেমের প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ :

GSM সিস্টেমে সাউন্ড ওয়েভকে রেডিও ওয়েভে রূপান্তর করার পর যে কার্যক্রম সম্পন্ন হয় তা ব্লক ডায়াগ্রামের সাহায্যে দেখানো হলো:



চিত্র : GSM এর সিস্টেম ব্লক ডায়াগ্রাম

এখানে প্রথমে ভয়েস অ্যানালগ সিগন্যালকে স্পিচ কোডিং পদ্ধতিতে ডিজিটাল সিগন্যাল কোডে রূপান্তর করে। এই রূপান্তরিত ডিজিটাল সিগন্যালের কোনো এরর সৃষ্টি হলে তা চ্যানেল কোডিং এর সাহায্যে চিহ্নিত করে ইন্টারলিভিং এ পাঠায়। ইন্টারলিভিং উক্ত এরর সিগন্যাল দুর করে ডিজিটাল সিগন্যালের সমস্ত বিট পুনসজ্জিত করে মাল্টিপল অ্যাক্সেস এ পাঠায়। এই মাল্টিপল অ্যাক্সেস এর সাহায্যে উক্ত সিগন্যালের ব্যান্ডউইডথ ভাগ করে ব্যবহারকারীর নেটওয়ার্ক সৃষ্টি করে এবং চিপারিং এর সাহায্য ব্যবহারকারীকে চিহ্নিত করে, ব্যবহারকারীর চিহ্নিত সিগন্যালকে মড্যুলেশন করে প্রেরণ করে।

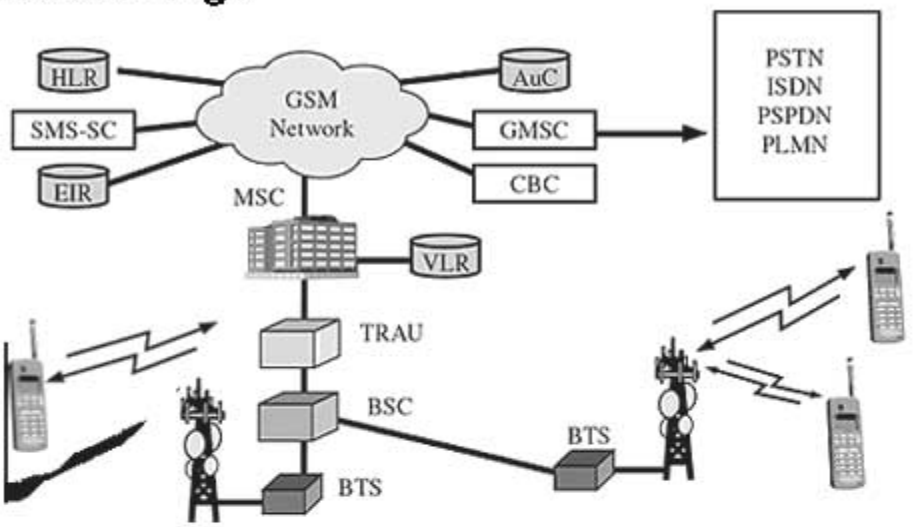
স্পিচ কোডিং : যে কোডিং এর সাহায্যে ভয়েস অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যাল কোডে রূপান্তর করে, তাকে স্পিচ কোডিং বলে।

ইন্টারলিভিং : ইন্টারলিভিং এমন একটি পদ্ধতি যা সকল বিটকে পুনঃসজ্জিত করে এবং এরর দুর করে।

মাল্টিপল অ্যাকেসেস : জিএসএম সিস্টেম একই সময়ে অনেক ব্যবহারকারীকে নেটওয়ার্ক ব্যবহারের সুবিধা দিয়ে থাকে। সেজন্য এই সিস্টেম সীমাবদ্ধ ব্যান্ডউইথ ভাগাভাগি করার জন্য একই সাথে TDMA (Time Division Muntiplexing Access) ও FDMA (Frequency Division Muntiplexing Access) সিস্টেম ব্যবহার করে।

সাইফারিং : যথাযথ ব্যবহারকারীকে চিহ্নিত করার কাজ এখানে সম্পন্ন হয়।

১৬.৩ Roaming :



চিত্র : জিএসএম

Roming এর সুবিধা :

Roming এর প্রধান সুবিধা হচ্ছে যখন কোনো ব্যক্তি তার সেলফোন নিজস্ব নেটওয়ার্কের কভারেজ এলাকার বাহিরে গিয়ে যায়, তখন এই সেলফোন ব্যবহার করতে পারছে। ফলে তার বিভিন্ন তথ্য আদান-প্রদানের যোগাযোগ রক্ষা করতে পারছে।

জিএসএম মোবাইল প্রযুক্তির বৈশিষ্ট্য-

- ইউরোপীয়ান দেশসমূহে রোমিং করা যায়। অন্যান্য অনেক দেশেই অর্থের বিনিময়ে এই সেবা পাওয়া যায়।
- সিম কার্ডের সহজ ব্যবহার।
- ফ্রিকোয়েন্সি হপিং সুবিধা; কম ফ্রিকোয়েন্সিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বেড়ে যায়।
- RA বক্সের মাধ্যমে ISDN এর সাথে সংযুক্ত হওয়া যায়।
- উচ্চ গুণগত মান সম্পন্ন অবিচ্ছিন্ন ট্রান্সমিশন।
- GPRS ও EDGE সুবিধা প্রদান করে। ট্রান্সমিশন পাওয়ার নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

GSM এ মূলত: চার ধরনের ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহৃত হয়। এদেরকে GSM 400, GSM 900, GSM1800, GSM 1900 দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

১৬.৪ GSM সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধা :

জিএসএম (GSM) এর কাজ ঃ

জিএসএম (GSM) এর উল্লেখযোগ্য কয়েকটি কাজ হলো -

১। কল ডায়ালিং
২। কল হোল্ডিং
৩। কল রেসট্রিকশন সার্ভিস
৪। মোবাইল ফ্যাক্স সার্ভিস
৫। ব্লু-টুথ
৬। মোবাইল ফোনের সাথে কম্পিউটারের সংযোগ
৭। ক্লোজ ইউজার গ্রুপ সার্ভিস ইত্যাদি।

জিএসএম (GSM) নেটওয়ার্কের সুবিধা ঃ

জিএসএম (GSM) এর উল্লেখযোগ্য কয়েকটি সুবিধা হলো -

১। জিএসএম (GSM) নেটওয়ার্ক ভিন্ন ধরনের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে।
২। ট্রান্সমিশন কোয়ালিটি এবং সিস্টেম ক্যাপাসিটি উচ্চ এবং গুণগত মান সম্পন্ন।
৩। মোবাইল নেটওয়ার্ক অপারেটরদের মধ্যে রোমিং চুক্তি থাকার ফলে বিশ্বের ওয যোনো স্থান থেকে যে কোনো ব্যক্তি জিএসএম এর আওতায় থাকা অবস্থায় নিজের মোবাইল ফোনটি ব্যবহার করতে পারেন।
৪। সিগনালের ক্ষয় ও দুর্বলতা অনেক কম।
৫। এটিতে একটি সাবস্ক্রাইবার আইডেন্টিফিকেশন মডিউল (সিম) ব্যবহারের সুবিধা থাকে।
৬। নিরাপদ ডাটা এনক্রিপশন।
৭। তৃতীয় প্রজন্মের (Third Generatrion-3G) উপযোগী করে তৈরি করা।
৮। GPRS এবং EDGE এর সুবিধা প্রদান।

জিএসএম (GSM) নেটওয়ার্কের অসুবিধা ঃ

জিএসএম (GSM) এর উল্লেখযোগ্য কয়েকটি অসুবিধা হলো -

১। জিএসএম (GSM) নেটওয়ার্ক সিস্টেম অনেক জটিল।
২। ডাটা ট্রান্সমিশন রেট তুলনামূলকভাবে কম।
৩। বিদ্যুৎ খরচ তুলনামূলকভাবে বেশি।
৪। কম ফ্রিকুয়েন্সিতে কল বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।
৫। কিছু ইলেকট্রনিক্সের ক্ষেত্রে (যেমন পেজার, হিয়ারিং এইড ইত্যাদি) ট্রান্সমিশনে বাঁধা সৃষ্টি করে।

GSM ও GPRS এর পার্থক্য ঃ

GSM	GPRS
(i) GSM এর পূর্ণনাম হচ্ছে গ্লোবাল সিস্টেম ফর মোবাইল কমিউনিকেশন।	(i) GPRS এর পূর্ণ নাম হচ্ছে জেনারেল প্যাকেট রেডিও সার্ভিস।
(ii) এর ডাটা স্থানান্তর তুলনামূলক কম গতিসম্পন্ন।	(ii) এর ডাটা স্থানান্তর তুলনামূলক বেশি গতিসম্পন্ন।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। পূর্ণনাম লেখ ঃ CDMA, GSM ও TDMA.
২। স্পিচ কোডিং কী?
৩। Roming কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। Roming এর সুবিধা লেখ।
২। GPRS কী কাজে ব্যবহার করা হয়?
৩। GSM ও GPRS এর পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। GSM এর সিস্টেম ব্লক ডায়াগ্রামসহ ব্যাখ্যা কর।

সপ্তদশ অধ্যায়

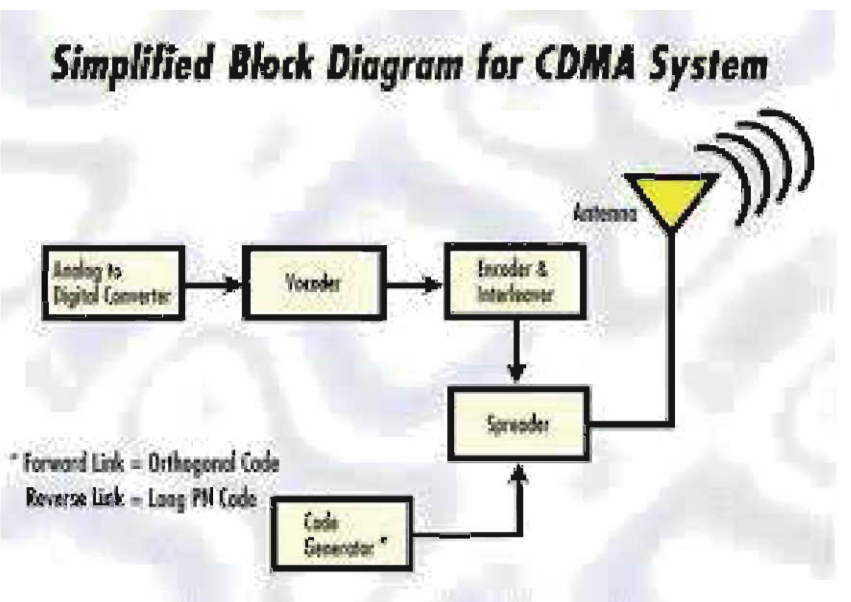
CDMA সিস্টেম

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- CDMA সিস্টেম কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- CDMA ওয়ান সিস্টেম, 3G WCDMA (UMTS), 3G CDMA 2000, TD-SCDMA ব্যক্ত করতে পারব;
- CDMA সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধা ব্যক্ত করতে পারব।

১৭.১ CDMA সিস্টেম :

CDMA এর পূর্ণনাম হচ্ছে Code Division Multiple Access। CDMA দ্বিতীয় প্রজন্মের মোবাইল স্ট্যান্ডার্ড। CDMA হলো TDM (Time Division Multiplexing) থেকে ভিন্ন এবং উচ্চ মানের ফ্রিকুয়েন্সি। এ ধরনের সিস্টেমে গ্রহক সেবাদানের ক্ষমতা অন্যান্য সেলুলার সিস্টেমের তুলনায় অনেক বেশি। CDMA এ ভয়েস ও ডাটা অ্যাপ্লিকেশনে বেশি ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ডে ব্যবহার করা হয়।



চিত্রঃ CDMA System

CDMA পদ্ধতিতে বেতার তরঙ্গকে কয়েকটি ক্যারিয়ার চ্যানেলে ভাগ করে দেওয়া হয়। এখানে প্রত্যেক গ্রাহকের জন্য পৃথক পৃথক কোড দেওয়া হয় এবং এ কোড সম্পূর্ণ ক্যারিয়ারের মধ্যে বিস্তৃত করা হয়। ইহা 1.25MHz প্রশস্ত হয়ে থাকে।

CDMA কে সাধারণত তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১। Frequency-Hope CDMA

২। Direct Sequency CDMA

৩। Multi Carrier CDMA

সিডিএমএ (CDMA) এর বৈশিষ্ট্য ঃ

১। ভয়েস কোডিং পদ্ধতি।

২। ডাটা ট্রান্সমিশন রেট বেশি।

৩। শক্তি নিয়ন্ত্রণ করা।

৪। বিদ্যুৎ খরচ কম।

৫। বেতার তরঙ্গ যে সব ক্যারিয়ারে বিভক্ত করা হয় তা চ্যানেল হিসেবে কাজ করে।

৬। একটি সিঙ্গেল কমিউনিকেশন মাধ্যমে একইসাথে একাধিক ট্রান্সমিটার বা প্রেরক স্টেশন থেকে তথ্য পাঠানো যায়।

১৭.২ CDMA সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধা :

সিডিএমএ (CDMA) এর সুবিধা ঃ

১। ট্রান্সমিশন কোয়ালিটি উচ্চ এবং গুণগত মান সম্পন্ন।

২। নিরাপত্তা তুলনামূলকভাবে বেশি।

৩। বিদ্যুৎ খরচ কম।

৪। নেটওয়ার্কের সেল সাইজ তুলনামূলকভাবে বড়।

৫। প্রত্যেক গ্রহকের জন্য আলাদা কোড থাকে।

৬। অপেক্ষাকৃত কম সিগনালেও নেটওয়ার্ক চালু থাকে।

৭। ডাটা ট্রান্সমিশন রেট তুলনামূলক ভাবে বেশি।

৮। ই-মেইল আদান-প্রদানের সুবিধা পাওয়া যায়।

৯। ছবি, গ্রাফিক্স, অডিও, ভিডিও এর সুবিধা পাওয়া যায়।

১০। এসএমএস এর সুবিধা আছে।

১১। শেয়ার বেচাকেনার সুবিধা আছে।

সিডিএমএ (CDMA) এর অসুবিধা ঃ

১। এর ব্যবহার এবং জনপ্রিয়তা তুলনামূলকভাবে কম।

২। ব্যবহারকারীর সংখ্যা বাড়লে ডাটা ট্রান্সমিশনের কোয়ালিটি হ্রাস পায়।

৩। সব ধরনের হ্যান্ডসেটে ব্যবহারের সুবিধা নেই।

৪। আন্তর্জাতিক রোমিং এর সুবিধা নেই।

৫। এটি এখনও পরিপূর্ণ ও প্রতিষ্ঠিত নেটওয়ার্ক হিসেবে গড়ে উঠেনি।

৬। মেট্রোপলিটন এলাকায় সিগনাল অনেক দুর্বল।

১৭.৩ সিডিএমএ (CDMA) এর ব্যবহার :

১। CDMA ২০০০ প্রযুক্তি গ্লোবাল স্টার স্যাটেলাইট ফোন নেটওয়ার্ক এর স্ট্যান্ডার্ড হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

২। Wi-Fi প্রযুক্তিতে ব্যবহার করা হয়।

৩। ব্লু-টুথে ব্যবহার করা হয়।

সিডিএমএ এবং জিএসএম এর পার্থক্য ঃ

বিষয়বস্তু	সিডিএমএ	জিএসএম
পূর্ণনাম	Code Division Multiple Access-CDMA	Global System for Mobile Communication GSM
মানের শ্রেষ্ঠত্ব	যুক্তরাষ্ট্রে এর শ্রেষ্ঠ নাম রয়েছে।	বিশ্বের সর্বত্র এর শ্রেষ্ঠ নাম রয়েছে।
এনকোডিং পদ্ধতি	CDMA	TDMA ও FDMA
ডাটা ট্রান্সফার	EVDO প্লাটফর্মে অপেক্ষাকৃত দ্রুততর যা কেবলমাত্র সিডিএমএ এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।	জিএসএম খুব ধীরে অগ্রগামী হয়।
কার্ডের ব্যবহার	এই প্রযুক্তিতে রিম কার্ড ব্যবহার করা হয়।	এই প্রযুক্তিতে সিম কার্ড ব্যবহার করা হয়।
মোবাইল সেট	যে কোনো মোবাইল সেট ব্যবহার করা যায় না।	জিএসএম উপযোগী যে কোনো মোবাইল সেট ব্যবহার করা যায়।
গ্লোবাল মার্কেট শেয়ার	প্রায় ২৫ %	প্রায় ৭৫ %
ডাটা স্টোরেজ	আভ্যন্তরীণ স্মৃতি (Internal memory)	SIM (Subscriber Identity Module) কার্ড
বিদ্যুৎ খরচ	অপেক্ষাকৃত কম; গড়ে প্রায় ২০০ মাইক্রোওয়াট।	তুলনামূলকভাবে বেশি; গড়ে প্রায় ২ ওয়াট।

বিষয়বস্তু	সিডিএমএ	জিএসএম
নেটওয়ার্ক	এক্ষেত্রে কাভারেজ নেটওয়ার্কের প্রতিটি ডিভাইসের জন্য একটি ফিজিক্যাল চ্যানেল এবং একটি বিশেষ কোড রয়েছে। এই কোড ব্যবহার করে ডিভাইসের সিগন্যাল মাল্টিপ্লেক্স করা হয় এবং একই ফিজিক্যাল চ্যানেল সিগন্যাল প্রেরণ করতে ব্যবহৃত হয়।	প্রত্যেক সেলের একটি সমতুল্য নেটওয়ার্ক রয়েছে যা ঐ সেলুলার অঞ্চলে অবস্থানরত মোবাইল ফোনসমূহকে সেবা প্রদান করে।
বাংলাদেশে এই প্রযুক্তি ব্যবহার	সিটিসেল	গ্রামীণফোন, বাংলালিংক, টেলিটক, রবি।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। CDMA সিস্টেম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সিডিএমএ (CDMA) এর বৈশিষ্ট্য লেখ।
২। সিডিএমএ (CDMA) এর সুবিধাগুলো লেখ।
৩। সিডিএমএ (CDMA) এর অসুবিধাগুলো কী কী?
৪। সিডিএমএ (CDMA) এর ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

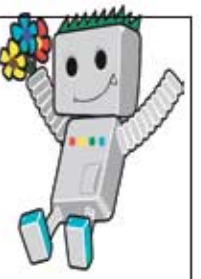
১। জিএসএম এবং সিডিএমএ এর মধ্যে পার্থক্যগুলো বর্ণনা কর।

অষ্টাদশ অধ্যায়

এডভ্যান্স ওয়ারলেস টেকনোলজি

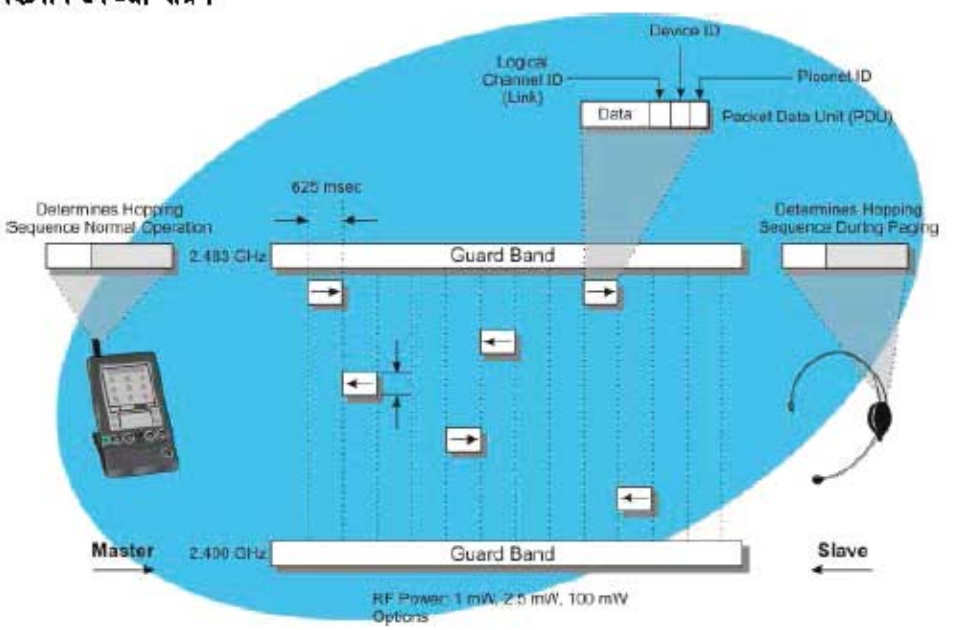
এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

- Bluetooth টেকনোলজি কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- GPRS কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ওয়ারলেস এপ্লিকেশন প্রোটোকল (WAP) ব্যক্ত করতে পারব;
- 4G সিস্টেম কীতা ব্যক্ত করতে পারব;
- 1G, 2G, 3G, 4G এর পার্থক্য ব্যক্ত করতে পারব।



১৮.১ Bluetooth টেকনোলজি :

ব্লুটুথ হচ্ছে তারবিহীন পার্সোনাল এরিয়া নেটওয়ার্ক প্রটোকল যা স্বল্প দূরত্বে ডাটা আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয়। এর দূরত্ব সাধারণত ১০ থেকে ১০০ মিটার হয়ে থাকে। বর্তমানে ল্যাপটপ, ট্যাব, পিডিএ, স্মার্ট ফোন ইত্যাদি ডিভাইসের ব্লুটুথ বিল্ট ইন আকারে থাকে। তাছাড়া ইউএসবি ব্লুটুথ অ্যাডাপ্টারের সাহায্যে যে কোনো কম্পিউটারে ব্লুটুথ সক্রিয় করা যায়। এটি বর্তমানে বহুল প্রচলিত ও জনপ্রিয় ডাটা কমিউনিকেশন প্রটোকল। এর ডাটা ট্রান্সফার রেট প্রায় ১ মেগাবিট/সেকেন্ড বা তারচেয়ে বেশি। ব্লুটুথ ব্যবহার করে একই সাথে একাধিক ডিভাইসের সংযোগ দেওয়া যায়।



চিত্র: ব্লুটুথ

এ যাবৎ ব্লুটুথ অনেক ভার্সন বাজারে বের হয়েছে।। বর্তমানে ব্লুটুথ ভার্সন ৪.০ বিদ্যমান এবং তা ক্রমেই জনপ্রিয় হচ্ছে।

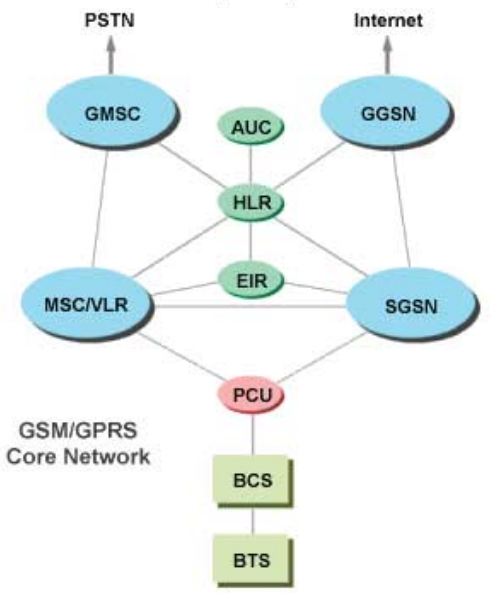
ব্লুটুথ ভার্সন	ডাটা রেট
1.2	1Mbit/S
2.0+EDR	3 Mbit/S (বাস্তবে ২.১ Mbit/S)
3.0+HS	3 Mbit/S
4.0	26 Mbit/S (তাত্ত্বিকভাবে)

ব্লুটুথ এর ব্যবহার ঃ

(i) GSM পদ্ধতিতে,
(ii) TETRA সিস্টেমে,
(iii) WLAN সিস্টেমে,
(iv) LAN সিস্টেমে,
(v) মোবাইল সেটে।

১৮.২ GPRS ঃ

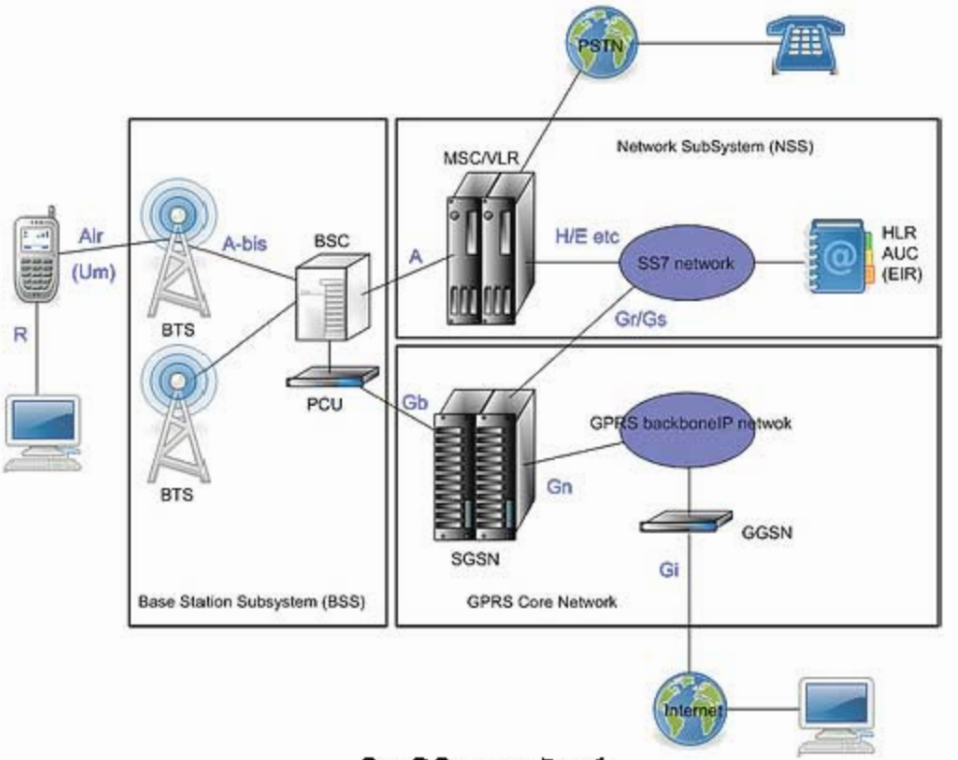
জিপিআরএস প্যাকেট সিস্টেম ডাটা আদান-প্রদান করে। এটি একটি ননভয়েস সার্ভিস। এর দ্বারা ছবি, ইমেজ এবং ভিডিও সার্কিট পাঠানো যায়। জিপিআরএস এর সর্বোচ্চ গতি ১৭১.১ কিলোবিট/সেকেন্ড। এই গতি জিএসএম নেটওয়ার্কের সার্কিট সুইচিং ডাটার চেয়ে দশ গুণ বেশি। এটি ব্যবহার করার জন্য ডায়াল-আপ মডেম কানেকশনের প্রয়োজন নেই। প্রতিটি জিপিআরএস টার্মিনালের একটি নিজস্ব আইপি অ্যাড্রেস থাকে। জিপিজআরএস এর ভিত্তি হচ্ছে একটি মডিউলেশন কৌশল যা (GMSK-Gaussian Minimum-Shift Keying) নামে পরিচিত। জিপিআরএস ইন্টারনেট এর ব্যবহার সহজলভ্য করেছে।



চিত্র ঃ জিপিআরএস ব্লক ডায়াগ্রাম

GPRS হচ্ছে ২য় এবং ৩য় প্রজন্মের সেলুলার কমিউনিকেশন সিস্টেমের GSM এ প্যাকেট Oriented একটি ডাটা সার্ভিস। ইউরোপীয়ান টেলিকমিউনিকেশন স্ট্যান্ডার্ট ইন্সটিটিউট GPRS এর মান নির্ধারণ করে। এটি বর্তমানে তৃতীয় প্রজন্ম পার্টনারশিপ প্রজেক্ট দ্বারা রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়। নিচে এর বৈশিষ্ট্য বর্ণিত হলো-

- GPRS সার্কিট সুইচিং ডাটার সাথে ভিন্নভাবে থাকে যেখানে বিশেষত সংযোগ সময়ের প্রতি মিনিটের জন্য বিল করা হয়। ব্যবহারকারী ঐ সময়ে ডাটা স্থানান্তর করুক না করুক তা বিবেচনায় না নিয়ে।
- GPRS ডাটাবান্ডেল আকারে সরবরাহ করা হয়। যেমন: প্রতি মাসে ৫ জিপি এর জন্য ফি নির্ধারণ করা থাকে। অথবা ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে বিল প্রদান করা করতে হয়।
- ২য় প্রজন্ম সিস্টেমে GPRS ৫৬-১১৪ কিলোবিট/সেকেন্ডে ডাটা রেট প্রদান করে। ২য় প্রজন্ম সেলুলার প্রযুক্তি GPRS এর সাথে সম্মিলিত ভাবে কাজ করে থাকে। তাই অনেক সময় ২য় ও ৩য় প্রজেন্মর মধ্যকার মোবাইল প্রযক্তি বা ২.৫জি বলা হয়।
- অব্যবহৃত টাইম ডিভিশন মাল্টিপল একসেস চ্যানেল ব্যবহার করে এটি মাঝারি গতির ডাটা স্থানান্তর করে।
- বাইরের নেটওয়ার্ক যেমন ইন্টারনেটে ইন্টারনেট প্রটোকল প্যাকেট রূপান্তর করতে GPRS Core Network। ২জি,৩ জি এবং WCDMA (Wide Band code Division Multipel Access) কে অনুমতি প্রদান করে। GPRS সিস্টেম GSM নেটওয়ার্ক সুইচিং সাবসিস্টেমের একীভূত অংশ।
- যদি GPRS এর মাধ্যমে এসএমএস করা তবে এসএমএস রূপান্তর গতি ৩০ এসএমএস ম্যাসেজ/মিনিট অর্জন করা যায়। এটা জিএসএম এর মাধ্যমে সাধারণ এসএমএস (গতি প্রতি মিনিটে ৬ থেকে ১০ টি ম্যাসেজ) ব্যবহারের চেয়ে অনেক দ্রুত।



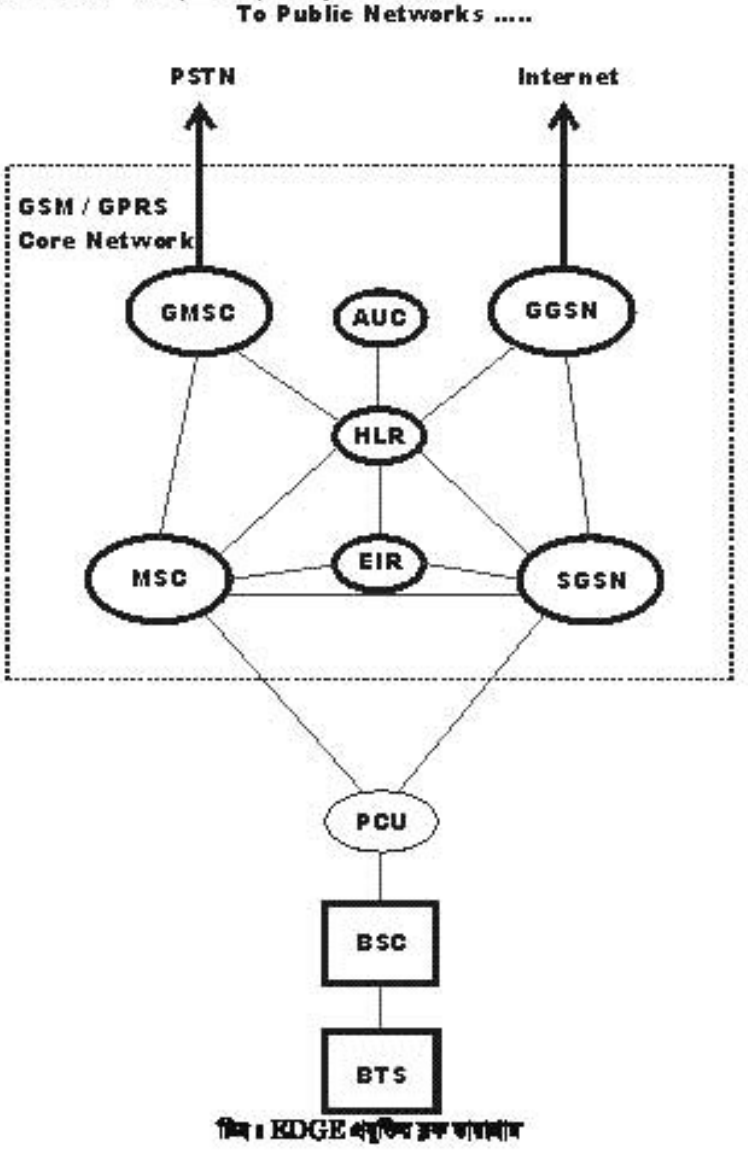
চিত্র : জিপিআরএস নেটওয়ার্ক

GPRS প্রযুক্তি GSM প্যাকেট সার্কিট সুইচড (GSM Packet Circuit Switched) ডাটার সক্ষমতা বৃদ্ধি করে এবং নিম্নলিখিত সেবা প্রদান করে।-

- SMS ম্যাসেজিং।
- ব্রডকাস্টিং।
- সব সময় ইন্টারনেটে প্রবেশাধিকার।
- Multimedia Message Service (MMS)
- সেলুলারের মাধ্যমে কথা বলতে সাহায্যে করে।
- তাৎক্ষণিক ম্যাসেজ প্রদান এবং WAP (Wireless Application Protocol) এর মাধ্যমে স্মার্ট ডিভাইসের জন্য ওয়্যারলেস ডিলেজ ইন্টারনেট প্রয়োগের উপস্থিতি লক্ষণীয়।
- পয়েন্ট টু পয়েন্ট সার্ভিস : ইন্টারনেটের সাথে আন্তঃনেটওয়ার্ক ব্যবস্থা।
- পয়েন্ট টু মাল্টি পয়েন্ট সার্ভিস : P2M মাল্টিকাস্ট এবং P2M গ্রুপ কল।

এজ (EDGE)

এজ এর (EDGE) এর পূর্ণনাম হচ্ছে Enhanced Data Rates for GSM Evolution। এটি Enhanced Data Rates for GSM Evolution নামেও পরিচিত। জিপিআরএস এর তুলনায় উন্নত মোবাইল ফোন প্রযুক্তিই হলো এজ (EDGE)। এটি সর্বাধিক ডাটা ট্রান্সফারের মোবাইল টেকনোলজি। (EDGE) হলো 3G এর একটি মোবাইল প্রযুক্তি। ২০০৩ সালের শুরুতে জিএসএম নেটওয়ার্কে এজ (EDGE) চালু করা হয়।



চিত্র: EDGE প্রযুক্তির ব্লক ডায়াগ্রাম

GSM ফোন নেটওয়ার্কে ব্যবহারের জন্য ফোনে প্রকার হার্ডওয়্যার বা সফটওয়্যারের প্রয়োজন হয় না।

(EDGE) এর বৈশিষ্ট্য

১। ৮টি টাইম স্লটে এজ (EDGE) এর সর্বোচ্চ গতি বা ব্যান্ডউইথ ৪৭৩.৬ কিলোবিট/সেকেন্ড।
২। এটি স্ট্যান্ডার্ড জিপিআরএর এর তুলনায় ৪গুণ ট্রাফিক বহন করতে পারে।
৩। (EDGE) হলো 3G এর একটি মোবাইল প্রযুক্তি।
৪। GSM কোর নেটওয়ার্কে ব্যবহারের জন্য কোনো প্রকার হার্ডওয়্যার বা সফটওয়্যারের প্রয়োজন হয় না।
৫। এটি সর্বাধিক ডাটা ট্রান্সফারের মোবাইল টেকনোলজি।
৬। কোডিং এবং ডাটা ট্রান্সমিশনের পদ্ধতি অপেক্ষাকৃত জটিল।

(EDGE) এর সুবিধা/ব্যবহার ঃ

১। হাই স্পিড ডাটা অ্যাপ্লিকেশনের ক্ষেত্রে EDGE ডাটার ক্ষমতাকে বৃদ্ধি করে।
২। দ্রুত গতিতে টেক্সট, অডিও-ভিডিও, ই-মেইল ইত্যাদি ট্রান্সমিশনের সুবিধা পাওয়া যায়।
৩। মোবাইল চ্যাটিংয়ের সুবিধা পাওয়া যায়।
৪। যে কোনো স্থান থেকে ইন্টারনেটে যুক্ত হওয়া যায়।
৫। অনলাইন গেমিংয়ের সুবিধা পাওয়া যায়।
৬। দুর্যোগপূর্ণ আবহাওয়ায় নিরবচ্ছিন্ন সংযোগ পাওয়া যায়।

১২.১১.৩ এজ, জিপিআরএস এবং জিএসএম এর মধ্যে পার্থক্য

১২.১১.৩.১ এজ এবং জিপিআরএস এর মধ্যে পার্থক্য

এজ (EDGE)	**জিপিআরএস** (GPRS)
এজ (EDGE) এর পূর্ণনাম হচ্ছে Enhanced Data Rates for GSM Evolution ।	**জিপিআরএস** (GPRS)এর পূর্ণনাম হচ্ছে General Packet Radio Service ।
এজ হচ্ছে একটি ডিজিটাল মোবাইল ফোন প্রযুক্তি।	জিপিআরএস হচ্ছে একটি মোবাইল ডাটা সার্ভিস যা প্রয়োজনীয়ভাবে প্যাকেটমুর্খ।
এটি ওয়েভ ভিত্তিক ই-মেইল প্রবেশ, ওয়্যারলেস মাল্টিমিডিয়া এবং ভিডিও কনফারেন্সিং এবং উন্নত প্রযুক্তি ইত্যাদি সুবিধা প্রদান করে।	এটি এজ কর্তৃক প্রদেয় সুবিধা প্রদানে অক্ষম।
এর ডাটা গতি জিপআর এস এর তুলনায় কমপক্ষে ৪ থেকে ৫ গুণ বেশি।	এর ডাটা গতি ধীর এজ এর তুলনায় অপেক্ষাকৃত ধীর গতি সম্পন্ন।
এজ বিদ্যমান TDMA এবং GSM পরিবহনকারীদের 3G সেবা প্রদান করার অনুমতি দান করে।	জিপিআরএস 2G এবং 3G উভয় কমিউনিকেশন সিস্টেমকে অনুমতি দান করে।

এজ (EDGE)	**জি এসএম** (GSM)
এজ (EDGE) এর পূর্ণনাম হচ্ছে Enhanced Data Rates for GSM Evolution ।	**জি এসএম** (GSM) এর পূর্ণনাম হচ্ছে Global System for Mobile Communication।
এজ (EDGE)2.75G হিসেবে পরিচিত, যদিও এটি 3G নেটওয়ার্কের সকল চাহিদাই পূরণ করে।	জিএসএম নেটওয়ার্কে 2G নেটওয়ার্ক হিসেবে।
এজ হচ্ছে জিএসএম এর একটি উন্নত সংস্করণ। এটি ব্যবহারকারীদের অপেক্ষাকৃত ভালো এবং দ্রুত সেবা প্রদান করে। যারা কথা বলা এবং টেক্সট ম্যাসেজিং ছাড়াও ওয়েভ ভিডিও ই-মেইলে প্রবেশ, ওয়্যারলেস মাল্টিমিডিয়া এবং ভিডিও কনফারেন্সিং এর উন্নত প্রযুক্তি ইত্যাদি বিভিন্ন রকম সুবিধা লাভ করতে চান তাদের জন্য এজ ভালো। কারণ এজ উল্লিখিত সুবিধাসমূহ প্রদান করতে সক্ষম।	জিএসএম এজ কর্তৃক প্রদেয় সকল সুবিধা প্রাদন করতে পারে না।
এজ সেবা পেতে হলে ফোন এবং নেটওয়ার্ক উভয়কেই এজ সমর্থিত হতে হবে।	জিএসএম সেবা পেতে শুধু যথাযথ নেটওয়ার্কই প্রয়োজন।
ফোনে সেবা এজ চালু থাকলে কোনো রকম খরচ ছাড়াই স্বয়ক্রিয়ভাবে জিএসএম সেবা পাওয়া যায়।	ফোনে জিএসএম চালু থাকলে কেবলমাত্র জিএসএম সেবাই পাওয়া যায়। অন্য কোনো সেবাই পাওয়া যায় না।

জি এসএম (GSM)	**জিপিআরএস** (GPRS)
জি এসএম (GSM) এর পূর্ণনাম হচ্ছে Global System for Mobile Communication ।	**জিপিআরএস** (GPRS) এর পূর্ণনাম হচ্ছে General Packet Radio Service ।
গ্রাহক চাহিদার সাথে সমন্বয় সাধন করতে না পারায় কালের বিবর্তনের সাথে সাথে জিএসএম সেকেলে হয়েছে।	জিএসএম এর ঘাটতি দূর করতে নেটওয়ার্কে একটি উন্নত সংরস্করণ যুক্ত করা হয়েছিল যা জিপিআরএস নামে পরিচিত।
জিএসএম নেটওয়ার্কে 2G নেটওয়ার্ক হিসেবে শ্রেণিকরণ করা হয়।	জিপিআরএস 2G এবং 3G উভয় কমিউনিকেশন সিস্টেমকে অনুমতি দান করে।

জিএসএম নেটওর্য়াকের অন্যতম একটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে SMS (Short Message Service) বা টেক্সট ম্যাসেজ। এচাড়াও অন্যতম আরেকটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে সেবা প্রদানকারী মোবাইল ফোন কোম্পনিসমূহের কাছ থেকে রিং টোন, লেগো এবং বিভিন্ন ধরনের ছবি ম্যাসেজ ডাউনলোড করা যায়।	জিপিআরএস প্রযুক্তির একটি বেশিষ্ট্য হচ্ছে MMS (Multimedia Message Service) যার মাধ্যমে গ্রাহকগণ টেক্সট ম্যাসেজ এর মতই একে অন্যের সাথে ছবি, ভিডিও, সাউন্ড ক্লিপ ইত্যাদি খুব সহজেই আদান প্রাদন করতে পারেন। এছাড়াও জিপিআরএস মোবাইল ফোনসমূহকে WAP সক্ষম সাইটের মাধ্যমে ডায়াল আপ গতির ইন্টারনেট সেবা প্রাদনে সক্ষম করে তুলেছে।

১৮.৩ ওয়ারলেস এপ্লিকেশন প্রোটোকল (WAP) :

ওয়াপ এর পূর্ণ নাম হচ্ছে ওয়্যারলেস অ্যাপ্লিকেশন প্রোটোকল। এটি এমন একটি ব্যবস্থা, যার মাধ্যমে যে কোন ওয়্যারলেস ডিভাইসের সাহায্যে তাৎক্ষণিকভাবে তথ্য আদান-প্রদান করা যায়। বিভিন্ন ওয়্যারলেস ডিভাইস যেমন- মোবাইল ফোন, পেজার, টু-ওয়ে রেডিও, স্মার্টফোন ইত্যাদি ব্যবহার করে এই যোগাযোগ ব্যবস্থা সম্পন্ন করা হয়। GSM এবং CDMA উভয় টেকনোলজি ছাড়াও অন্যান্য ওয়্যারলেস ব্যবস্থায় এই WAP কাজ করতে পারে।

ওয়াপ এর ব্যবহার ঃ

(i) মোবাইল ফোনে
(ii) পেজার এ
(iii) টু-ওয়ে রেডিওতে
(iv) স্মার্ট ফোনে।

১৮.৪ 4G সিস্টেম এর বৈশিষ্ট্য :

১। 4G এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে Fourth Generation Technology.
২। 4G System Digital System নিয়ে কাজ করে।
৩। এর গতি সবচেয়ে বেশি।
৪। ভয়েস, ডাটা এর ছবি একই সাথে আদান-প্রদান সম্ভব।
৫। নিরাপত্তা ব্যবস্থা সবচেয়ে বেশি।
৬। নয়েজ G ভুলত্রুটি নেই বললেই চলে।

১৮.৫ 1G, 2G, 3G, 4G এর পার্থক্য :

1G, 2G, 3G, 4G এর মধ্যে পার্থক্য ঃ

1G	2G	3G	4G
১। 1G এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে First Generation Technology.	১। 2G এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে Second Generation Technology.	১। 3G এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে Third Generation Technology.	১। 4G এর পূর্ণ অর্থ হচ্ছে Fourth Generation Technology.
২। 1G System Analog সিগন্যালে কাজ করে।	২। 2G System Digital সিগন্যাল নিয়ে কাজ করে।	২। 2G System Digital System নিয়ে কাজ করে।	২। 4G System Digital System নিয়ে কাজ করে।
৩। এর ট্রান্সফার গতি ধীর।	৩। 1G System এর তুলনায় গতি বেশি।	৩। 2G System এর তুলনায় গতি বেশি।	৩। এর গতি সবচেয়ে বেশি।
৪। শুধু ভয়েস আদান-প্রদান করা যায়।	৪। ভয়েস বা ডাটা আদান-প্রদান করা যায়।	৪। ভয়েস ও ডাটা একই সাথে আদান-প্রদান সম্ভব।	৪। ভয়েস, ডাটা এর ছবি একই সাথে আদান-প্রদান সম্ভব।
৫। এর নিরাপত্তা কম।	৫। নিরাপত্তা তুলনামূলক বেশি।	৫। তুলনামূলক নিরাপত্তা বেশি।	৫। নিরাপত্তা ব্যবস্থা সবচেয়ে বেশি।
৬। নয়েজের প্রভাব ও ভুল ত্রুটির পরিমাণ বেশি।	৬। তুলনামূলকভাবে কম।	৬। তুলনামূলকভাবে কম।	৬। নয়েজ G ভুলত্রুটি নেই বললেই চলে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ব্লুটুথ কী?
২। GPRS কী?
৩। ওয়াপ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ব্লুটুথ এর ব্যবহার লেখ।
২। GPRS এর ব্যবহার লেখ।
৩। ওয়াপ এর ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। মোবাইলের বিভিন্ন জেনারেশনের মধ্যে পার্থক্য বর্ণনা কর।
২। ওয়াপের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

ঊনবিংশ অধ্যায়
অ্যাডভান্স কমিউনিকেশন

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- মাইক্রোওয়েভ কমিউনেকশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- রাডার কী এবং এর কাজ ব্যক্ত করতে পারব;
- স্যাটেলাইট কমিউনেকশন কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- VSAT কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- অপটিকাল ফাইবার কমিউনেকশন কী এবং সুবিধা ব্যক্ত করতে পারব।

১৯.১ মাইক্রোওয়েভ কমিউনেকশন :

মাইক্রোওয়েভ সিস্টেম হলো কতকগুলো ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ। ইলেট্রোম্যাগনেটিক ওয়েব এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণত ১ মি:মি: থেকে ১ মি: কিংবা .৩ গিগাহার্টজ থেকে ৩০০ গিগাহার্টজ এর মধ্যে থাকে। বর্তমানে বিশ্বে বিভিন্ন দেশে দূর পাল্লায় ডাটা ট্রান্সমিশনে মাইক্রেওয়েভ অত্যন্ত জনপ্রিয় একটি পদ্ধতি। মাইক্রোওয়েভ সংযোগ ব্যবহার করে ডাটা, ছবি, শব্দ স্থানান্তর করা যায়। মাইক্রোওয়েব এর মাধ্যমে প্রেরক ও প্রাপকের মধ্যে কোনো বাধা থাকলে ডাটা ট্রান্সমিট হয় না।

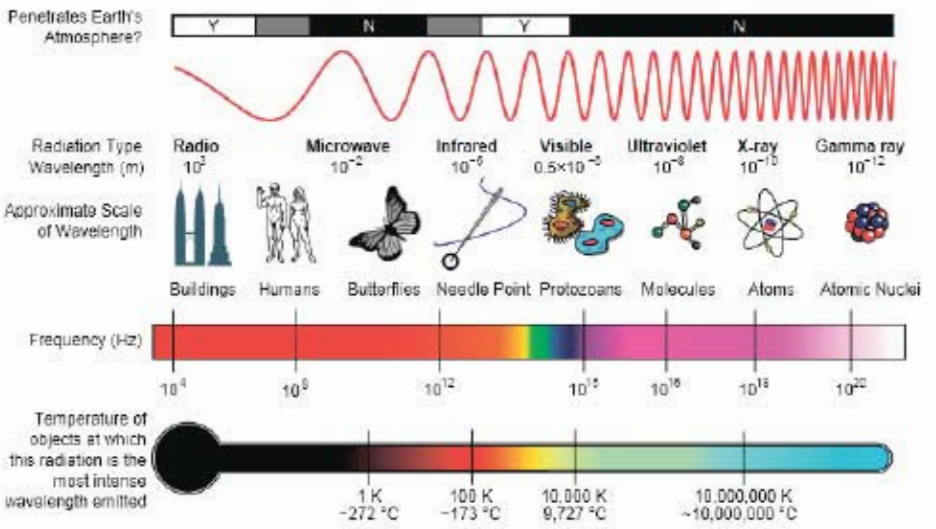
মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্য

১। মাইক্রোওয়েভ সিস্টেম মূলত দুটো ট্রান্সসিভার নিয়ে গঠিত। এর একটি সগিন্যাল ট্রান্সমিট এবং অন্যটি রিসিভ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

২। মাইক্রোওয়েভের এ্যান্টিনা বড় কোনো ভবন বা টাওয়ারের উপর বসানো হয় যাতে সিগন্যাল বেশি দূরত্ব অতিক্রম করে।

৩। দূরত্ব অতিক্রম করার সময় যাতে কোনো কিছুর দ্বারা বাধার সৃষ্টি না হয় এজন্যও এ্যাটিনা বড় কোনো ভবন বা টাওয়ারের উপর বসানো হয়।

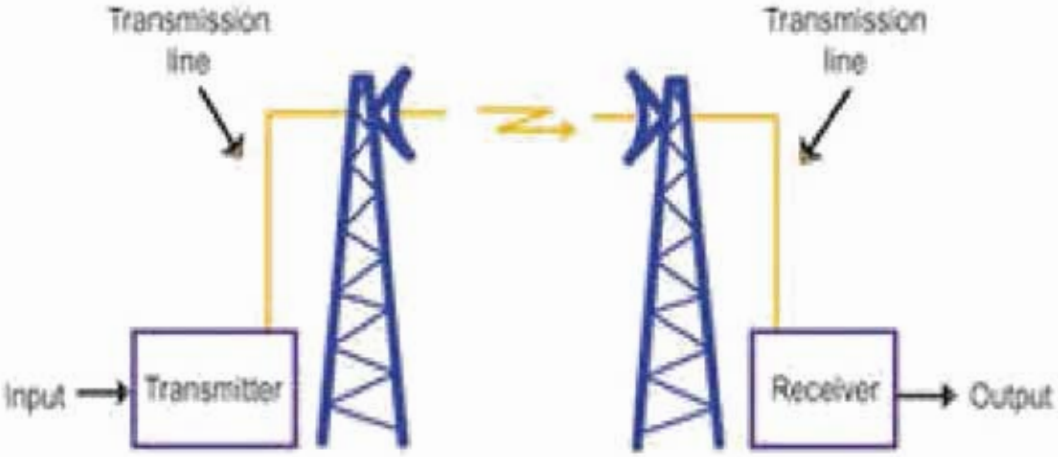
৪। মাইক্রোওয়েভ বাঁকা পথে চলতে পারে না।



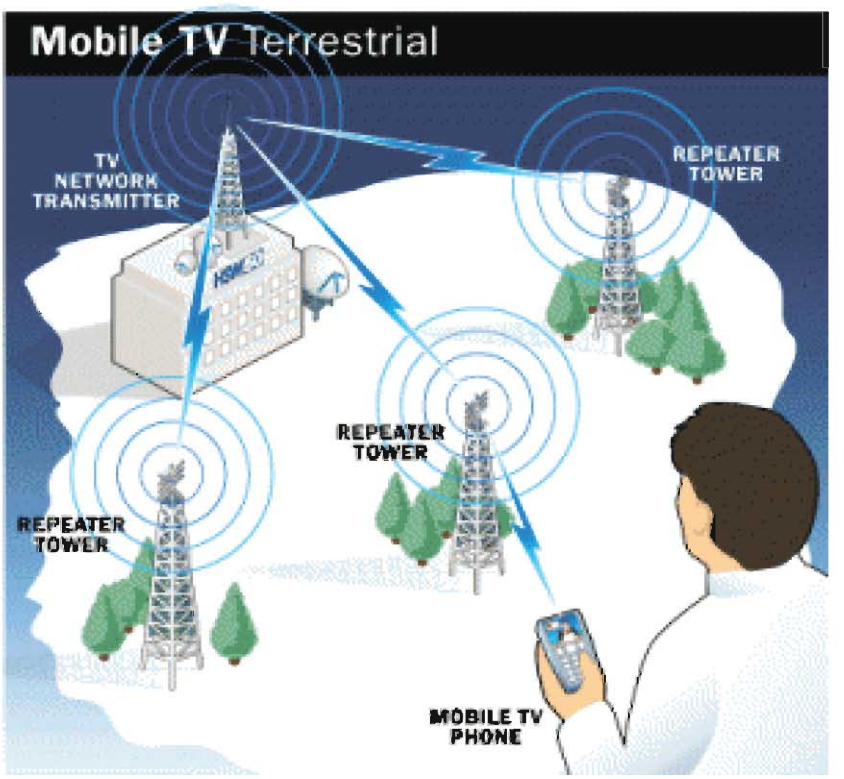
চিত্রঃ মাইক্রোওয়েভ

টেরেস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ (Terestrial Microwave)

টেরেস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ প্রযুক্তিতে ভূ-পৃষ্ঠেই ট্রান্সমিটার ও রিসিভার বসানো হয়। এতে মেগাহার্টজ ফ্রেকোয়েন্সি সীমার নিচের দিকে ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটার ও রিসিভার দৃষ্টিরেখায় যোগাযোগ করে থাকে এবং সিগন্যাল চলাচলে কোনো বাধা থাকলে (যেমন উচ্চ ভবন) অতিক্রম করতে পারে না। আবার কোনো বক্রপথ অতিক্রম করে না।



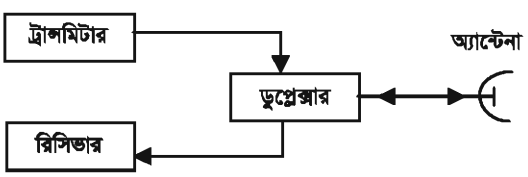
মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন



চিত্রঃ টেরেস্ট্রিয়াল মাইক্রোওয়েভ

১৯.২ রাডার কী এবং এর কাজ :

রাডার এর পূর্ণ নাম হচ্ছে রেডিও ডিটেকশন অ্যান্ড রেঞ্জিং। রাডার পদ্ধতিতে চারদিকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রেরণ করা হয়। এই ওয়েভ দূরবর্তী কোনো বস্তু হতে বাধা প্রাপ্ত এবং প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে, যা গ্রহণ করে প্রতিফলিত বস্তু সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। নিম্নে একটি রাডার পদ্ধতির ব্লকডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

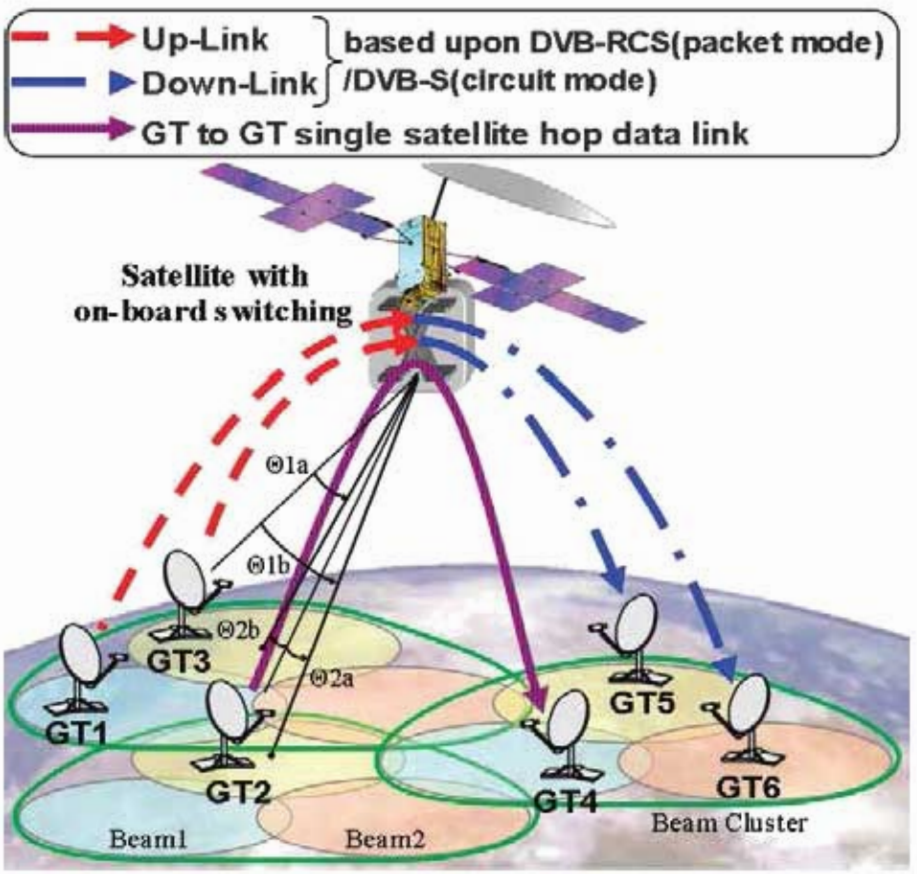


চিত্র ঃ রাডারের মূলনীতি

এই রাডার এর ট্রান্সমিটার থেকে মাইক্রোওয়েভ রেঞ্জের সিগন্যাল ডুপ্লেক্সার মধ্যদিয়ে অ্যান্টেনার সাহায্যে প্রেরণ করা হয়। এই সিগন্যালের নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে কোনো টার্গেট বস্তু থাকলে তা দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং কিছু অংশ প্রতিফলিত হয়। এই প্রতিফলিত সিগন্যালটি একই অ্যান্টেনার মাধ্যমে গ্রহণ করে ডুপ্লেক্সারের সাহায্যে রিসিভারে পাঠায়। রিসিভারে গৃহীত এই প্রতিফলিত সিগন্যাল থেকে টার্গেট বস্তু সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

১৯.৩ স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন :

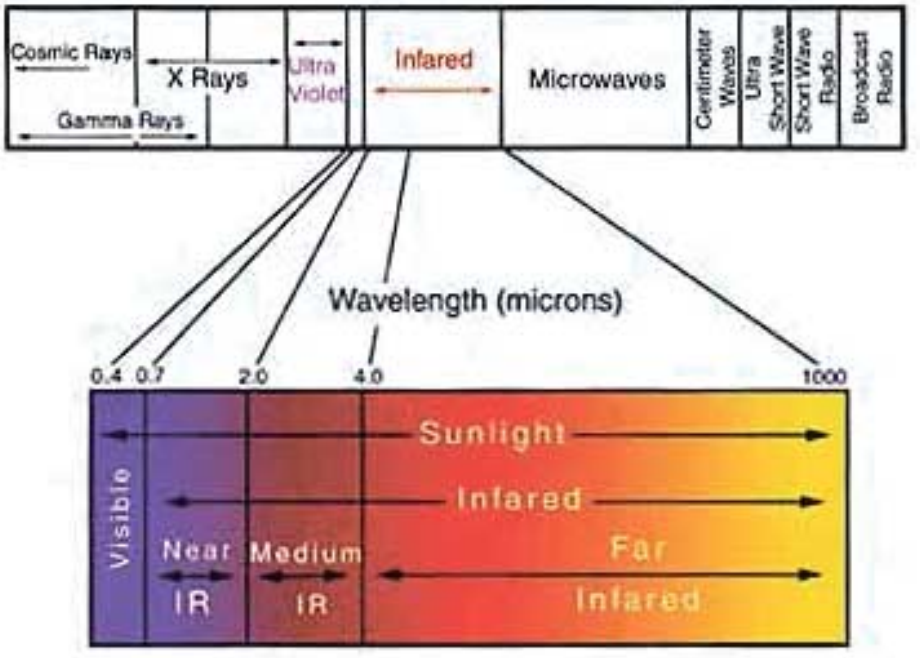
এ প্রযুক্তিতে যোগাযোগ উপগ্রহের সহায়তা নিতে হয়। এতে পৃথিবী থেকে ৩৬০০০ কি.মি. উপরে (জিওসিনক্রোনাস) কক্ষে যোগাযোগ স্যাটেলাইট পৃথিবীর সমান গতিতে ঘুরতে থাকে। এই স্যাটেলাইটের জন্য ভূ-পৃষ্ঠে যে রিসিভিং অ্যান্টেনা ব্যবহার করা হয় তা হচ্ছে প্যারাবলিক। যেখানে সাধারণ ক্যাবলে যোগাযোগ স্থাপন সম্ভব নয় সেখানে স্যাটেলাইট ট্রান্সমিশন ব্যবহৃত হয়। বিশেষ করে যে দেশের মধ্যে সমুদ্র বা বিশালাকর পাড়ার অবস্থিত তাদেরকে নেটওয়ার্কভূক্ত করতে স্যাটেলাইটের কোনো বিকল্প নেই। এছাড়া একটি মাত্র স্যাটেলাইট ব্যবহার কোন বিকল্প নেই। একটি মাত্র স্যাটেলাইট ব্যবহার করেই অনেকগুলো দেশের সাথে যোগযোগ স্থাপন করা সম্ভব হয়।



চিত্রঃ স্যাটেলাইট মাইক্রোওয়েভ

ইনফ্রারেড (Infrared)

ইনফ্রারেড সিস্টেম হলো এক ধরনের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক তরঙ্গ। এর ফ্রিকোয়েন্সি সীমা টেরাহার্টজে হয়ে থাকে। এই প্রযুক্তি সিগন্যাল করার জন্য ইনফ্রারেড মানের আলো ব্যবহার করে থাকে। সিগন্যাল ট্রান্সমিট করার কাজটি সম্পন্ন হয় এলইডি বা আইএলডি এর মাধ্যমে। রিসিভিং এন্ডে ফটোডায়োড সিগন্যাল রিসিভ বা গ্রহণ করে থাকে। ইনফ্রারেড সিগন্যাল এর সুবিধা হলো এটি ঘরের দেওয়াল বা অন্যান্য শক্তি বন্ধ ভেদ করে অপর প্রান্তে যেতে পারে না। এছাড়া ইনফ্রারেড সিগন্যাল শক্তিশালী আলোক উৎসের সংস্পর্শে এলে এর অস্তিত্ব লোপ পায়।



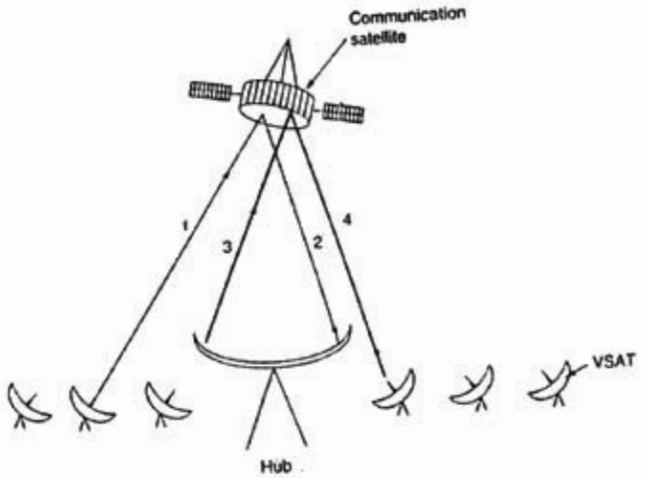
ইনফ্রারেড সিগন্যাল দুটো পদ্ধতিতে ট্রান্সমিশনের কাজ করে। যথা-

১। পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট : পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট পদ্ধতিতে ইনফ্রারেড সিগন্যাল বীম একটি নির্দিষ্ট টার্গেটকে লক্ষ্য করে প্রক্ষেপণ করা হয়। এতে শুধু নির্দিষ্ট টার্গেটই সিগন্যাল রিসিভ বা গ্রহণ করতে পারে।

২। ব্রডকাস্ট : এ পদ্ধতিতে ইনফ্রারেড সিগন্যাল বিস্তৃত এলাকা জুড়ে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। ফলে একাধিক ডিভাইস একই সাথে সিগন্যাল রিসিভ করতে পারে।

১৯.৪ VSAT :

VSAT এর পূর্ণনাম হচ্ছে ভ্যারি স্মল অ্যাপেরেচার টার্মিনাল। এটি একটি টু-ওয়ে স্যাটেলাইট গ্রাউন্ড স্টেশন যার ছোট আকৃতির ডিস অ্যান্টেনা থাকে। নিম্নে একটি VSAT যোগাযোগ পদ্ধতির চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ভিসেট

এখানে VSAT ডিস অ্যান্টেনার সাহায্যে স্যাটেলাইটে আপলিং সিগন্যাল প্রেরণ করে এবং স্যাটেলাইট হতে VSAT অ্যান্টেনাতে ডাউনলিংক সিগন্যাল গ্রহণ করে। এই VSAT যোগাযোগকে শক্তিশালী করার জন্য গ্রাউন্ড স্টেশনের হাব এর সাহায্যে একটি বড় উচ্চ গেইন অ্যান্টেনা সংযুক্ত করা হয়। এই VSAT এর সাহায্যে ব্রডব্যান্ড ইন্টারনেট সেবা পাওয়া যায়।

১৯.৫ অপটিকাল ফাইবার কমিউনেকশন কী এবং সুবিধা ঃ

অপটিক্যাল ফাইবার হলো এক ধরনের অত্যাধুনিক ট্রান্সমিশন বাহক হিসেবে ব্যবহৃত ক্যাবল। এই ফাইবার ক্যাবলের মাধ্যমে আলোক তরঙ্গের সাহায্যে তথ্য স্থানান্তর করে যোগাযোগ কার্যক্রম পরিচালনা করে। নিম্নে একটি অপটিক্যাল ফাইবার কমিউনিকেশন পদ্ধতির চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

চিত্র ঃ অপটিক্যাল ফাইবার কমিউনিকেশন

২০২০

এখানে ইনপুট সিগন্যালে মড্যুলেটরের সাহায্যে মড্যুলেটিং করে উচ্চমানের আলোকে একত্রিকরণ করে আলোক পথের দৈর্ঘ্যকে বৃদ্ধি করে সোর্স টু-ফাইবার কমিউনিকেশনের মাধ্যমে আলোক সিগন্যাল প্রেরণ করে। এই প্রেরণাকৃতি সিগন্যাল কাচ বা প্লাস্টিকের তৈরি ফাইবার ক্যাবলের মধ্য দিয়ে ফাইবার-টু-ডিটেক্টরের সাহায্যে শনাক্ত বা গ্রহণ করা হয়, যা ডিমড্যুলেটরের সাহায্যে ডিমড্যুলেশন করে আউটপুট সিগন্যাল প্রদান করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাইক্রোওয়েভ কী?
২। রাডার এর পূর্ণ অর্থ কী?
৩। স্যাটেলাইট কী?
৪। অপটিক্যাল ফাইবার কী?
৫। মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?
৬। জিও-স্টেশনারি অরবিট কাকে বলে?
৭। VSAT এর পূর্ণ অর্থ কী?
৮। অপটিক্যাল ফাইবার কিসের তৈরি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। রাডারের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
২। রাডারের ব্যবহার লেখ।
৩। VSAT এর প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।
৪। অপটিক্যাল ফাইবারের সুবিধা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ব্লক ডায়াগ্রামসহ রাডারের কার্যপ্রণালি লেখ।
২। VSAT এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
৩। চিত্রসহ অপটিক্যাল ফাইবারের কমিউনিকেশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

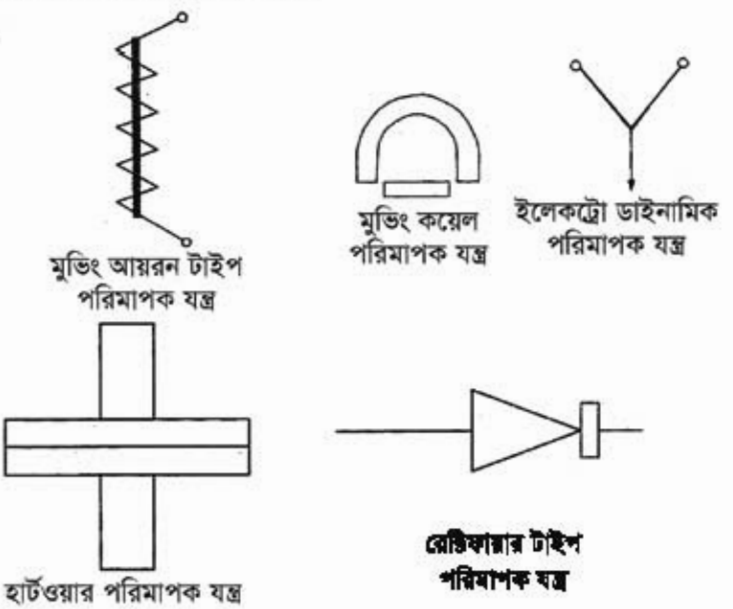
বিংশ অধ্যায়
পরিমাপক যন্ত্র

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- পরিমাপক যন্ত্রের সংজ্ঞা ব্যক্ত করতে পারব;
- পরিমাপক যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব;
- পরিমাপের এককসমূহ ব্যক্ত করতে পারব;
- ভ্যালিডিটি (Validity) ব্যক্ত করতে পারব;
- রিলাইবিলিটি (Reliability) ব্যক্ত করতে পারব;
- একুরেসি (Accuracy) ব্যক্ত করতে পারব;
- প্রিসিশন (Precision) ব্যক্ত করতে পারব;
- রেজুলেশন (Resolution) ব্যক্ত করতে পারব;
- মাল্টিমিটারের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- সিগন্যাল জেনারেটরের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারব;
- ট্রানজিস্টর ও আইসি টেস্টারের সাহায্যে ট্রানজিস্টর ও আইসি পরীক্ষা করা বর্ণনা করতে পারব;
- মেগারের কাজ বর্ণনা করতে পারব।

২০.১ পরিমাপক যন্ত্রের সংজ্ঞা :

বিভিন্ন ধরনের পরিমাপক যন্ত্রের প্রতীক :



চিত্র : বিভিন্ন ধরনের পরিমাপ যন্ত্রের প্রতীক

২০.২ পরিমাপক যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য :

এটি এমন এক সেট বৈশিষ্ট্য যা কোনো ইন্টারফেসিং ছাড়াই পরিমাপের গুণাগুণ এর একটি অর্থপূর্ণ বর্ণনা দেয়। এই বৈশিষ্ট্যগুলো কোনো রাশি পরিমাপের ক্ষেত্রে স্থির থাকে। আবার এটি সময়ের সাথে পরিবর্তিত হলেও তা খুব ধীরগতিতে পরিবর্তিত হয়।

স্থির বা অপরিবর্তনশীল বৈশিষ্ট্যের মধ্যে রয়েছে-

১। সঠিকতা (Accuracy)
২। সেনসিটিভিটি (Sensivity)
৩। ড্রিফট (Drift)
৪। ডেড জোন (Dead Zone)
৫। স্ট্যাটিক এরর (Static Error)
৬। রিপ্রডিউসিবিলিটি (Reproducibility)

পরিমাপ যন্ত্রের পরিবর্তনশীল বৈশিষ্ট্য :

১। ডাইনামিক এরর (Dynamic Error)
২। টাইম ল্যাগ (Time Lag)
৩। রেসপন্স স্পিড (Response Speed)
৪। ফাইডালিটি (Fidality)

২০.৩ পরিমাপের আদর্শ :

পরিমাপের আদর্শ চার প্রকার। যথা-

১। আন্তর্জাতিক স্ট্যান্ডার্ড (International Standard)
২। প্রাথমিক স্ট্যান্ডার্ড (Primary Standard)
৩। সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড (Secondary Standard)
৪। ওয়ার্কিং স্ট্যান্ডার্ড (Working Standard)

২০.৪ ভ্যালিডিটি (Validity) :

যে বৈশিষ্ট্য পরিমাপের জন্য পরিমাপ যন্ত্রটি প্রয়োগ করা হয়েছে প্রকৃতপক্ষে পরিমাপ যন্ত্রটি কতটা তা পরিমাপ করে তার মাত্রাই পরিমাপ যন্ত্রটির যথার্থতা।

২০.৫ রিলাইবিলিটি (Reliability) :

পরিমাপ যন্ত্রটি যা পরিমাপ করে তা কতটা সংগতিপূর্ণভাবে করে তার মাত্রাই পরিমাপ যন্ত্রের নির্ভরযোগ্যতা।

পরিমাপ যন্ত্রটি দাঁড়িপাল্লার মত নিখুঁত হবে, যে কোনো পরিমাপের পরিমাণ যদি ১০ ভোল্ট হয়, তবে সর্বত্রই তার পরিমাণ ১০ ভোল্ট হবে, তা যে কোনো ইনস্ট্রুমেন্ট দ্বারা পরিমাপ করা হউক না কেন। কোন পরিমাপের নির্ভরযোগ্যতা থাকলে যথার্থতা নাও থাকতে পারে, কিন্তু যথার্থতা থাকলে নির্ভরযোগ্যতা অবশ্যই থাকবে।

২০২০

২০.৬ একুরেসি (Accuracy) :

একুরেসি হলো কোনো বৈদ্যুতিক পরিমাণ পরিমাপের প্রকৃত মানের নিশ্চয়তা। অর্থাৎ প্রাপ্যমান উক্ত প্রকৃত পরিমাণের কত কাছাকাছি তাকে বোঝায়। এটি দ্বারা পরিমাপ যন্ত্রের স্ট্যাটিক বৈশিষ্ট্য বোঝায়। একুরেসিকে Percentage of Error এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ-কোনো বিদ্যুৎ উৎসের মান যদি ১০ অ্যামপিয়ার হয় এবং কোনো পরিমাপ যন্ত্র দ্বারা পরিমাপ করে যদি ১০ অ্যামপিয়ারই পাওয়া যায় তবে বলা যায় যে, উক্ত পরিমাপ যন্ত্রের একুরেসি (Accuracy) 100%। উল্লেখ্য, কোনো পরিমাপ যন্ত্রের একুরেসি কখনও ১০০% হয় না; ১০০% এর কাছাকাছি হয়।

২০.৭ প্রিসিশন (Precision) :

প্রিসিশন শব্দটির অর্থ কোনো কিছুকে সূক্ষ্মভাবে বর্ণনা করা। অর্থাৎ কোনো পরিমাপক যন্ত্র কোনো প্রকার বিচ্যুতি ছাড়া কত সূক্ষ্মভাবে কোনো পরিমাপযোগ্য Quantiy এর মান সময়ের সাথে অপরিবর্তিতভাবে নির্দেশ করতে পারে তাই বোঝায়। কোনো পরিমাপ যন্ত্রের Accuracy ভালো না হলেও এর Precision ভালো হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ-যদি কোনো ভোল্টমিটারের Precision ভালো না হয় তাহলে এটি পরিমাপযোগ্য ৫০ ভোল্টকে ৪৮ বা ৫১ ভোল্ট নির্দেশ করতে পারে।

২০.৮ রেজুলেশন (Resolution) :

কিছু আরবিটারি (Non-Zero) ইনপুট মান হতে যদি কোনো ইনপুটকে আস্তে আস্তে বর্ধিত করা হয়, তবে একটি নির্দিষ্ট ইনক্রিমেন্ট (Increment) অতিক্রম না করা পর্যন্ত আউটপুটে মোটেও পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয় না। অতএব, ইনপুটে পরিমাপিত পরিমাণের ক্ষুদ্রতম বর্ধন (Increment) নিশ্চিতভাবে কোনো ইনস্ট্রুমেন্ট দ্বারা নির্ধারণ করার বৈশিষ্ট্যকে ইনস্ট্রুমেন্টের রেজুলেশন বলে। সুতরাং ক্ষুদ্রতম পরিমাপযোগ্য ইনপুট পরিবর্তনকে রেজুলেশন হিসেবে নির্দেশ করা হয়।

উদাহরণ-১ : একটি মুভিং কয়েল ভোল্টমিটারের স্কেল ১০০ ভাগ পূর্ণ স্কেল পাঠ ২০০ ভোল্ট এবং স্কেল ডিভিশনের ১/১০ কে Degree of Cretainity হিসেবে এস্টিমেট করা যায় তবে, ইনস্ট্রুমেন্টের রেজুলেশন কত?

সমাধান :

স্কেল ডিভিশন = ২০০/১০০ = ২ ভোল্ট

রেজিউলোশন = ১/১০ স্কেল ডিভিশন = ১/১০ ´ ২= ০.২ ভোল্ট।

উদাহরণ-২ : একটি ডিজিটাল ভোল্টমিটারের পাঠ ০® ৯,৯৯৯ কাউন্ট, পূর্ণ স্কেল পাঠ ৯,৯৯৯ ভোল্ট হলে, রেজুলেশন কত?

সমাধান :

রেজুলেশন = ১/৯.৯৯৯ কাউন্ট

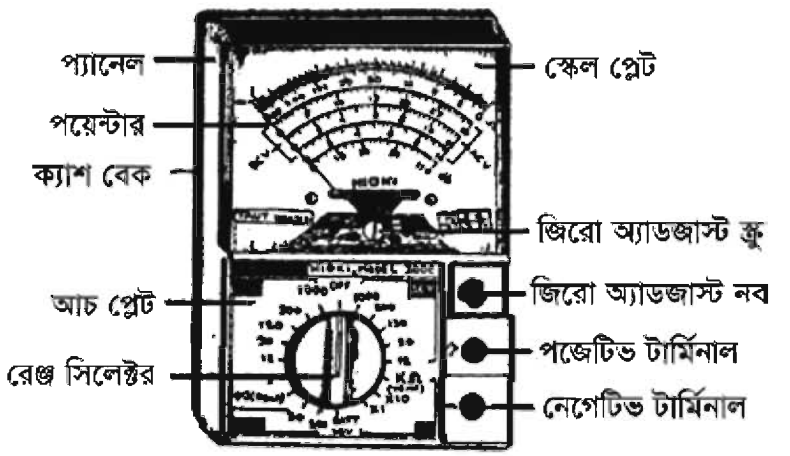
= ১/৯.৯৯৯ ´ ৯.৯৯৯ ভোল্ট

= $১০^{-৩}$ ভোল্ট

= ১ মিলিভোল্ট।

২০.৯ মাল্টিমিটারের কাজ :

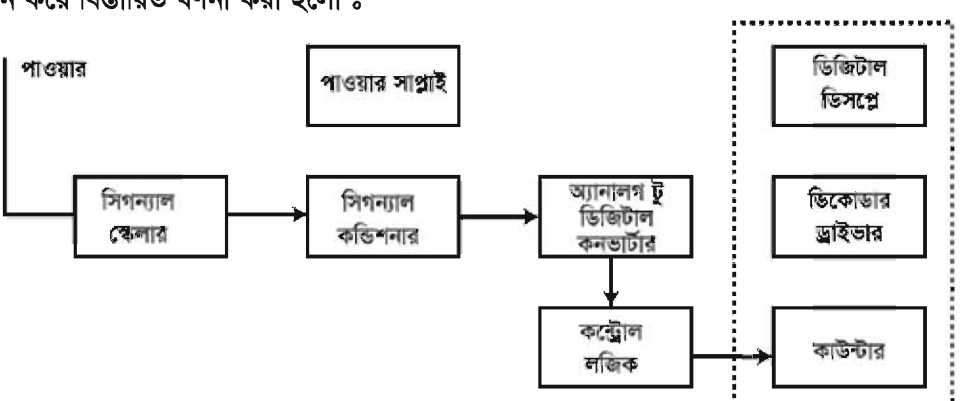
যে মিটারের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স বা বিভিন্ন রাশি পরিমাপ করা যায়, তাকে মাল্টিমিটার বলে। নিম্নে একটি মাল্টিমিটারের চিত্র অঙ্কন করে বিস্তারিত বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ অ্যানালগ মাল্টিমিটার

এই মিটারের সাহায্যে বিভিন্ন রাশি পরিমাপ করা যায়। যে রাশি পরিমাপ করতে হবে রেঞ্জ সিলেক্টর সুইচের মাধ্যমে তা সিলেক্ট করে নিতে হবে। যে বস্তুর রাশি পরিমাপ করতে হবে মিটার প্রোব দ্বারা সেখানে সংযোগ প্রদান করতে হবে। ডিসি কারেন্ট বা ভোল্টেজ পরিমাপের ক্ষেত্রে অবশ্যই পোলারিটি নির্বাচন করে নিতে হবে। এই মিটারের একাধিক স্কেল আছে। সিলেক্টকৃত রাশি অনুযায়ী স্কেল নির্বাচন করে মান নির্ণয় করতে হয়।

যে মিটারের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স বা বিভিন্ন রাশি পরিমাপ করে সংখ্যা পদ্ধতিতে পাঠ প্রদান করে তাকে ডিজিটাল মাল্টিমিটার বলে। নিম্নে একটি ডিজিটাল মাল্টিমিটারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিস্তারিত বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ডিজিটাল মাল্টিমিটারের ব্লক ডায়াগ্রাম

এই মাল্টিমিটার পরিমাপযোগ্য অ্যানালগ রাশি যেমন- ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স ইত্যাদিকে পরিমাপ করে সঠিকতার সাথে সহজ পাঠযোগ্য ডিজিটাল ফরমে অর্থাৎ সংখ্যা পদ্ধতিতে প্রদর্শন করে। এই মিটারের রেজুলেশন উন্নততর। এই মাল্টিমিটারের প্রধান অংশগুলো হচ্ছে সিগন্যাল স্কেলার, সিগন্যাল কন্ডিশনার, এ/ডি কনভার্ট।

ডিজিটাল মাল্টিমিটারের প্রধান অংশসমূহ ঃ

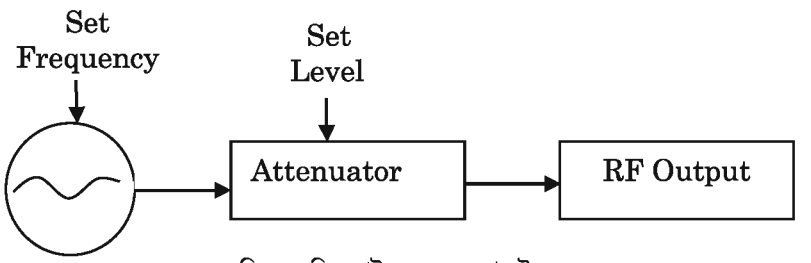
(i) সিগন্যাল স্কেলার (ii) সিগন্যাল কন্ডিশনার (iii) এ/ডি কনভার্টার (iv) ডিজিটাল ডিসপ্লে (v) কন্ট্রোল লজিক।

ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সুবিধা ঃ

(i) সহজে পাঠযোগ্য (ii) অধিকতম সঠিকতা (iii) উন্নততর রেজুলেশন (iv) শক্তি অপচয় কম (v) ইনপুট ইম্পিড্যান্স বেশি।

২০.১০ সিগন্যাল জেনারেটরের কাজ :

মূলত সাইন ওয়েভ জেনারেটর হলো একটি সরল শ্রেণির সিগন্যাল জেনারেটর। এই জেনারেটর কয়েক হার্টজ থেকে কয়েক মেগাহার্টজ পর্যন্ত ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ অন্তর্ভূক্ত করে। সাইন ওয়েভ জেনারেটরের সরল গঠন নিচে দেওয়া হলো-



চিত্র : বেসিক সাইন ওয়েভ জেনারেটর

এই সরল সাইন ওয়েভ জেনারেটরের দুইটি মূল ব্লক থাকে। যথা-

১। অসিলেটর (Oscillator)

২। অ্যাটেনিউয়েটর (Attenuator)

ফ্রিকোয়েন্সির সঠিকতা, স্থিতিশীলতা এবং গোলমাল মুক্ত হওয়া ইত্যাদি নির্ভর করে অসিলেটরের ডিজাইনের উপর এবং সিগন্যালের উচ্চতা নির্ভর করে অ্যাটেনিউয়েটরের ডিজাইনের উপর।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাল্টিমিটার কী?
২। ভ্যালিডিটি কী?
৩। রেজুলেশন কী

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাল্টিমিটারের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
২। ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সুবিধাগুলো কী কী?
৩। ডিজিটাল মাল্টিমিটারের প্রধান অংশগুলো কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। মাল্টিমিটারের সচিত্র বর্ণনা দাও।
২। ডিজিটাল মাল্টিমিটারের ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা দাও।

একবিংশ অধ্যায়

IPS

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- IPS কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- Inverter কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- IPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোনেন্টের নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- IPS এর বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব;
- IPS এর কাজ বর্ণনা করতে পারব;
- IPS এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।

২১.১ IPS :

IPS এর পূর্ণ অর্থ হলো Instant/Interruptable Power Supply. মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ হলে তাৎক্ষণিকভাবে এ উৎসের মাধ্যমে লোডে বিদ্যুৎ সাপ্লাই দেওয়া হয়। এতে স্বয়ংক্রিয় সুইচ থাকে, যার কন্টাক্ট-এর পরিবর্তনে লোড বিদ্যুৎ সাপ্লাই পায়।
IPS এর প্রধান দুইটি অংশ থকে। যথা-
১। সঞ্চয়ী ব্যাটারি।
২। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট।

২১.২ Inverter :

ইনভার্টারের আউটপুটে খুব অল্প পরিমাণ হারমোনিক ডিসটরশন থাকে। আধুনিক ইউপিএস/আইপিএসে সচরাচর PWM ডিসি থেকে এসি কনভার্টার ব্যবহার করা হয়। এ প্রকার ইনভার্টার সিঙ্গেল ফেট বা থ্রি-ফেজ হতে পারে।

আউটপুটে সাধারণত একটি আইসোলেশন ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। যখন বেশি পাওয়ার ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ বড় ধরনের ইউপিএস-এ দুই বা ততোধিক এই প্রকার ইনভার্টার প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়। এতে অপেক্ষাকৃত কম মানের সুইচিং ফ্রিকয়েন্সি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

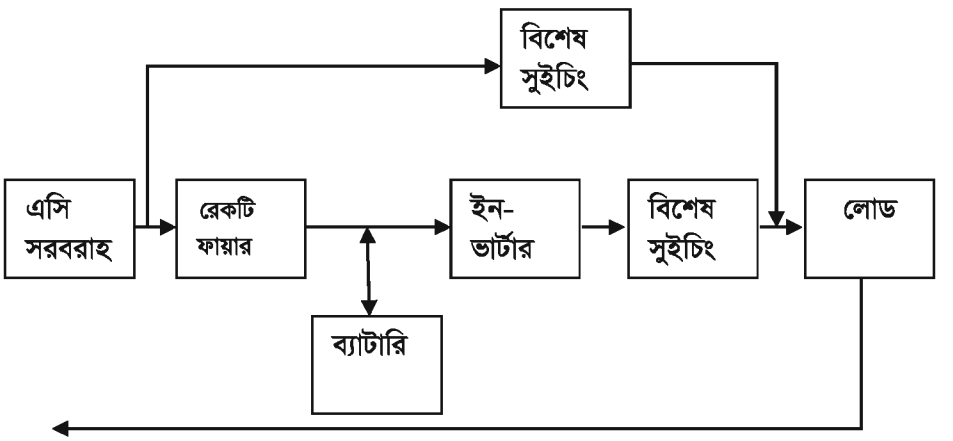
ইনভার্টারের আউটপুটে অবস্থিত হারমোনিকসমূহ মিনিমাইজ করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ, যার ফলে ফিল্টারের আকার ছোট হয় শুধু দামে কমে যাওয়াই নয়, লোড পরিবর্তনের সাথে সাথে ইউপিএস এর ডাইনামিক রেসপন্সের উন্নতি সাধিত হয়।

২১.৩ IPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোনেন্টসমূহ :

IPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোনেন্টসমূহ নিম্নরূপ-

১। রেকটিফায়ার
২। ব্যাটারি
৩। ইনভার্টার
৪। বিশেষ সুইচিং
৫। লোড

নিম্নে IPS এর একটি ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো-



চিত্র : IPS এর একটি ব্লক ডায়াগ্রাম

২১.৪ IPS এর বৈশিষ্ট্য :

কোন সিস্টেমে আইপিএস সংযোগ থাকা অবস্থায় মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই সরাসরি লোডে কাজ করে এবং একই সাথে আইপিএস এর ব্যাটারি চার্জও হয়। এর ক্ষমতা মূলত ব্যাটারির ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। এর রেটিং ওয়াট, কিলোওয়াট বা কেভিএ তে লেখা হয়।

২১.৫ IPS এর কাজ :

বাস্তব ক্ষেত্রে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট ইনভার্টার ও কনভার্টার উভয় কাজই করে এবং একই ইউনিটের মধ্যে থাকে। এটি এসি সাপ্লাইকে পূর্ণ ডিসিতে রূপান্তর করে বিদ্যুৎ জমা রাখার কাজ করে এবং মূল বিদ্যুৎ উৎস বন্ধ হলে স্বয়ংক্রিয় সুইটের পরিবর্তনে ব্যাটারিতে জমাকৃত বা সঞ্চিত বিদ্যুৎ পুনরায় এসিতে রূপান্তর করে লোডে সাপ্লাই দেয়।

২১.৬ IPS এর ব্যবহার :

আজকাল ব্যাপকভাবে আইপিএস ব্যবহৃত হচ্ছে। বাসা বাড়িতে ফ্যান, টিভি, কম্পিউটার চালাতে এবং অফিস কার্যক্রমে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুতের জন্য আইপিএস ব্যবহার হয়। আইপিএস কে হোম ইউপিএস বা ইপিএসও বলা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আইপিএস (IPS) কী?
২। আইপিএস এর বৈশিষ্ট্য কী?
৩। ইনভার্টার বলতে কী বোঝায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। আইপএস-এর কাজ কী?
২। আইপিএস-এর ব্যবহার লেখ।
৩। IPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোনেন্টগুলো কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। আইপিএস-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।

দ্বাবিংশ অধ্যায়

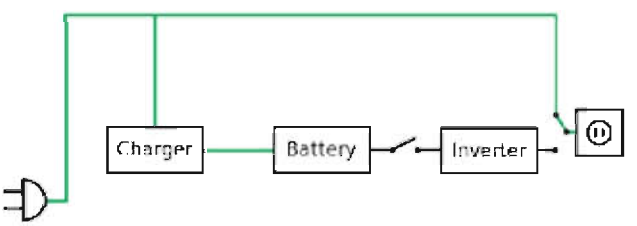
UPS

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

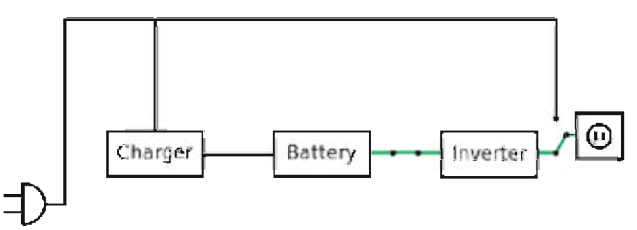
- UPS কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- UPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোন্যান্ট এর নাম ব্যক্ত করতে পারব;
- UPS এর কাজ বর্ণনা করতে পারব;
- UPS এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।

২২.১ UPS :

ইউপিএস এর পূর্ণ নাম হলো Uninterruptable Power Supply বা Uninterruptable Power Source। ইউপিএস (UPS) এমন একটি ইলেক্ট্রিক্যাল ডিভাইস (Electrical Device) যা কিছু সময়ের জন্য বিদ্যুৎ সঞ্চয় করে রাখতে পারে এবং যেকোনো মুহূর্তে কম্পিউটার ও অন্যান্য যন্ত্রপাতিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে। ইউপিএস (UPS) সাধারণত Auxiliary বা ইমার্জেন্সি পাওয়ার সিস্টেম (Emergency Power System) অথবা স্ট্যান্ডবাই জেনারেটর (Standby Generator) হতে ভিন্নতর। কেননা ইহা তাৎক্ষণিকভাবে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে। ইউপিএস-এর ব্যাটারি বিদ্যুৎ শক্তি সঞ্চয় করে রাখে। ফলে হঠাৎ বিদ্যুৎ চলে গেলে সাধারণত এক থেকে দুই মিলিসেকেন্ড (Millisecond) এর মধ্যে ব্যাটারিতে সঞ্চিত বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে।



Normal AC Power



Over/Undervoltage; Loss of Power

ইউপিএস (UPS) এর প্রকারভেদঃ- ইউপিএস (UPS) সাধারণত তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১। অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS)

২। লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS)

৩। অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS)

অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS)

অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS) -এ ডাবল কানভার্সন (Double Conversion) পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এটি প্রথমে এসি ভোল্টেজ (AC voltage) কে ডিসি ভোল্টেজ (DC voltage)-এ রূপান্তর করে। তারপর, ইনভার্টিং (Inverting) করে আবার ডিসি ভোল্টেজ (DC voltage)- কে এসি ভোল্টেজ (AC voltage)-এ রূপান্তর করে। সাধারণত অনলাইন ইউপিএস (On-line UPS) ৫ মিনিট থেকে ২ ঘন্টা পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে।

লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS)

লাইন ইন্টারএ্যাকটিভ ইউপিএস (Line-interactive UPS) লাইনের ইনভার্টার (Inverter)-কে মেইনটেইন (Maintain) বা রক্ষণাবেক্ষণ করে। এবং নরমাল চার্জিং মোড (normal charging mode) থেকে কারেন্ট পাথ (current path) রিডিরেক্ট (Redirect) করে।

অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS)

অফলাইন বা স্ট্যান্ডবাই ইউপিএস (Offline/Standby UPS) পদ্ধতিতে মূল সিস্টেম (Main System) -এ লোড (Load) সরাসরি ইনপুট পাওয়ার (Input Power) -এর সাথে সংযুক্ত থাকে। যখন মেইন পাওয়ার সাপাই (Main Power Supply) সংযোগ দিতে ব্যর্থ হয়, তখন এটি পাওয়ার ব্যাকআপ (Power Back-Up) দেয়।

২২.২ UPS এ ব্যবহৃত বিভিন্ন কম্পোন্যান্ট :

সিঙ্গেল ফেজ বা থ্রি-ফেজ পাওয়ার সরবরাহ হতে ডিসি উৎপাদনের জন্য রেকটিফায়ার ব্যবহার করা হয়, যার আউটপুট ইনভার্টার অর্থাৎ ব্যাটারির ব্যাংকে দিয়ে ব্যাটারিকে চার্জিত করে রাখা হয়। স্বাভাবিক অবস্থায় যখন বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকে, তখন রেকটিফায়ার হতে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়। যখন লাইন বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে, তখন ব্যাটারি ব্যাংক হতে পাওয়ার ইনভার্টারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। ইনভার্টারের আউটপুট ফিল্টার এর মাধ্যমে লোড আসে।

রেকটিফায়ার :
ইনভার্টারে পাওয়ার সরবরাহ এবং ব্যাটারি ব্যাংককে চার্জিত করার জন্য রেকটিফায়ার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সচরাচর ব্যবহৃত ব্যবস্থাপনার ফেজ কন্ট্রোলড রেকটিফায়ার এবং ব্রিজ রেকটিফায়ার ব্যবহার করা হয়। কখনও ক্যাসকেড স্টেপ ডাউন ডিসি-ডিসি কনর্ভার্টার ব্যবহার করা হয়।

ব্যাটারি :
অনেক প্রকার ব্যাটারি সিস্টেম আছে, তবে কনভেনশনাল লিড-অ্যাসিড ব্যাটারি ইউপিএস-এ বহুল পরিমাণে ব্যবহার করা হয়।
স্বাভাবিক মোডে যখন লাইন ভোল্টেজ উপস্থিত থাকে, ব্যাটারিগুলো অফসেটে ট্রিকল চার্জিত হয় এবং স্বাভাবিকভাবে সামান্য ডিসচার্জ হয়। ব্যাটারি অবিরতভাবে সামান্য পরিমাণ কারেন্ট গ্রহণ করে, ফলে ব্যাটারি পূর্ণ চার্জিত অবস্থানে থাকে। পাওয়ার সরবরাহ চলে গেলে এ ব্যাটারি হতে পাওয়ার ইনভার্টারে দেওয়া হয়। একবার লাইন ভোল্টেজ রিস্টোর্ড হয়ে গেলে ইউপিএস এর ব্যাটারি ব্যাংক এর পরিপূর্ণ চার্জ অবস্থায় চলে আসে। প্রাথমিক অবস্থায় ব্যাটারিকে একটি ধ্রুব চার্জিং রেটে চার্জিত করার ফলে এটা হয়ে থাকে।

Inverter :
ইনভার্টারের আউটপুটে খুব অল্প পরিমাণ হারমোনিক ডিসটরশন থাকে। আধুনিক ইউপিএস/আইপিএসে সচরাচর PWM ডিসি থেকে এসি কনভার্টার ব্যবহার করা হয়। এ প্রকার ইনভার্টার সিঙ্গেল ফেট বা থ্রি-ফেজ হতে পারে।

আউটপুটে সাধারণত একটি আইসোলেশন ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। যখন বেশি পাওয়ার ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ বড় ধরনের ইউপিএস-এ দুই বা ততোধিক এই প্রকার ইনভার্টার প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়। এতে অপেক্ষাকৃত কম মানের সুইচিং ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

ইনভার্টারের আউটপুটে অবস্থিত হারমোনিকসমূহ মিনিমাইজ করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ, যার ফলে ফিল্টারের আকার ছোট হয় শুধু দামে কমে যাওয়াই নয়, লোড পরিবর্তনের সাথে সাথে ইউপিএস এর ডাইনামিক রেসপন্সের উন্নতি সাধিত হয়।

ফিল্টার :
ইনভার্টারের আউটপুটে উৎপাদিত হারমোনিক ফ্রিকোয়েন্সি, নয়েজ ডিসটরটেড ওয়েভ ফিল্টারের মাধ্যমে দুর করা হয়। কিছু কিছু ইউপিএস সার্জ, স্যান ভোল্টেজ হতে লোডকে রক্ষা করার ব্যবস্থাপনাও এ সেকশনে থাকে।

স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ :
অতিরিক্ত বিশ্বস্ততার জন্য পাওয়ার লাইন নিজেই ইউপিএস এর ব্যাকআপ হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং একটি স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ দ্বারা লোডটি ইউপিএস থেকে পাওয়ার লাইনে ট্রান্সফার হয়ে থাকে। সাধারণ মোডে লোডটিতে পাওয়ার লাইন থেকে সরবরাহ দেওয়া হয়। যখন পাওয়ার লাইন চলে যায় বা ফেইল করে তখন স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচটি লোডকে ইউপিএস-এ ট্রান্সফার করে। এ ব্যবস্থাপনাকে Standby Power Supply বলে।

২২.৩ UPS এর কাজ :
ইউপিএস বা Uninterruptable Power Supply এমন একটি ডিভাইস, যা বিদ্যুৎ সরবরাহ চলাকালীন সময়ে নিজে চার্জ হয় এবং এসি লাইন হতে লোড চলতে দেয়, আবার বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলে চার্জিত বিদ্যুৎ থেকে লোডকে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে থাকে।

২২.৪ UPS এর ব্যবহার :
কম্পিউটার, মেডিকেল ইকুইপমেন্ট ইত্যাদি ইলেকট্রিক ডিভাইসে নিরবচ্ছিন্ন পাওয়ার সরবরাহের জন্য এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন, ওভার ভোল্টেজ, আন্ডার ভোল্টেজ থেকে যন্ত্রপাতিকে রক্ষা করার জন্য ইউপিএস ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন
১। UPS বলতে কী বোঝায়?
২। UPS এর পূর্ণরূপ লেখ।
৩। রেকটিফায়ার কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন
১। UPS এর কাজ বর্ণনা কর।
২। UPS এর ব্যবহার লেখ।
৩। ইনভার্টারের কাজ কী?
৪। ব্যাটারির কাজ বর্ণনা কর।
৫। স্টেটিক ট্রান্সফার সুইচ কী?
৬। ফিল্টার কী?

রচনামূলক প্রশ্ন
১। UPS এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

ত্রয়োবিংশ অধ্যায়
কন্ট্রোল তত্ত্ব

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- কন্ট্রোল সিস্টেম কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- ওপেন লুপ ও ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা করতে পারব;
- টু-স্টেপ ও থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা করতে পারব;
- সমানুপাতিক নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা করতে পারব।

২৩.১ কন্ট্রোল সিস্টেম :

Control শব্দের অর্থ নিয়ন্ত্রণ, অর্থাৎ যে পদ্ধতিতে কোনো ফিজিক্যাল কোয়ানটিটি বা প্রসেস ভেরিয়েবলকে Automatically অথবা অন্য কোনো পদ্ধতিতে Control বা নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রকারভেদ-

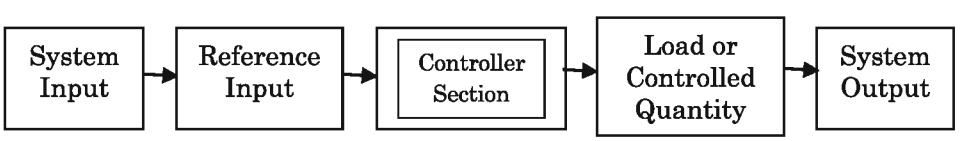
কন্ট্রোল সিস্টেম প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

২৩.২ ওপেন লুপ ও ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম :

ওপেন লুপ কন্ট্রেল পদ্ধতি (Open Loop Control System) :

যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোল অ্যাকশনের আউটপুটের উপর নির্ভরশীল নয় অর্থাৎ ইনপুট কোয়ানটিটির উপর আউটপুটের কোনো প্রভাব থাকে না, তাকে ওপেন লুপ কন্ট্রেল পদ্ধতি (Open Loop Control System) বলে। যেমন-

১। ইলেকট্রনিক টোস্টার
২। ট্রাফিক লাইন কন্ট্রোল
৩। ওয়াশিং মেশিন ইত্যাদি।



চিত্র : ওপেন লুপ কন্ট্রেল পদ্ধতি (Open Loop Control System)

রেফারেন্স ইনপুট (Reference Input) :

কন্ট্রোলারকে অপারেট করার জন্য, প্রয়োজনীয় ইনপুট এই রেফারেন্স সেকশন হতে দেওয়া হয় এবং তা কন্ট্রোলার সেকশনে যায়।

কন্ট্রোলার সেকশন (Controller Section) :
রেফারেন্স ইনপুট হিসেবে কন্ট্রোলার সেকশন লোডকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং কন্ট্রোলার হিসেবে রিলে, সার্কিট ব্রেকার, মোটর ইত্যাদি ডিভাইসকে অপারেট করা হয়।

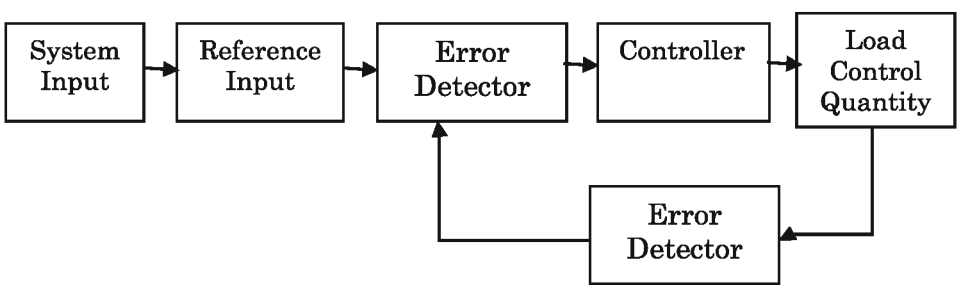
লোড বা নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ (Load or Controlled Quantity):
কন্ট্রোলারের মাধ্যমে যে ডিভাইসটিকে নিয়ন্ত্রণ বা অন ও অফ করানো হয়, তাই লোড বা কন্ট্রোল কোয়ানটিটি।

সিস্টেম আউটপুট (System Output) :
এখানে আউটপুট ডিভাইস হিসেবে আউটপুট মোটর রিলে ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কন্ট্রোল সিস্টেম প্রসেসে ডিস্টারবেন্স থাকায় তা সঠিক পরিমাণে পরিমাণাঙ্কিত নয়।

ক্লোজ লুপ কন্ট্রেল পদ্ধতি (Close Loop Control System)

যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোল অ্যাকশনটি এর আউটপুটের উপর নির্ভরশীল অর্থাৎ ইনপুট কোয়ানটিটির উপর আউটপুটের কোনো প্রভাব বিস্তার করে, তাকে ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি (Close Loop Control System) বলে। যেমন-

১। অটোমেটিক স্পিড কন্ট্রোল সিস্টেম
২। লিকুইড লেভেল কন্ট্রোল
৩। অটোমেটিক টেম্পারেচার ইত্যাদি।



চিত্র : ক্লোজ লুপ কন্ট্রেল পদ্ধতি (Close Loop Control System)

রেফারেন্স ইনপুট (Reference Input) :
এটি এক ধরনের ট্রান্সডিউসার বিশেষ যার মাধ্যমে কন্ট্রোল পরিমাণকে কন্ট্রোল করার জন্য প্রয়োজনীয় ইনপুট সিগন্যাল এরর ডিটেকটর স্টেজে প্রেরণ করে।

এরর ডিটেকটর সেকশন (Error Dector Section) :
রেফারেন্স ইনপুট এবং ফিডব্যাক ইনপুট এর মধ্যে কোনো পার্থক্য থাকলে তা নির্ধারণ করে আউটপুটে দেওয়াই হলো এরর ডিটেকটর এর কাজ। যদি রেফারেন্স ইনপুট এবং ফিডব্যাক ইনপুট সমান হয় তবে, এরর ডিটেকটরের আউটপুট শূন্য হবে এবং তখন বুঝতে হবে যে লোডটি আমাদের আকাঙ্ক্ষিত চাহিদার কাজ সম্পন্ন করবে।

কন্ট্রোলার সেকশন (Controller Section) :
এরর ডিটেকটর হতে কোনো ভোল্টেজ বা সিগন্যাল কন্ট্রোলারে আসলে কন্ট্রোলারে উক্ত সিগন্যাল অনুসারে লোড বা কন্ট্রোল পরিমাণকে নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

লোড বা নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ (Load or Controlled Quantity):
কন্ট্রোলারের মাধ্যমে যে ডিভাইসটিকে নিয়ন্ত্রণ বা অন ও অফ করতে হবে তার কাজের উপর ভিত্তি করে ফিডব্যাক সিগনাল তৈরি করে একটি ত্রুটি নির্ণয়কারী স্টেজে পাঠানো হয়। উক্ত ফিডব্যাক সিগনাল কন্ট্রোল কোয়ানটিটি বা লোডের উপর নির্ভরশীল। উদাহরণস্বরূপ লোড হিসেবে একটি মোটরের কথাই ধরা যাক। যদি কোনো মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য উক্ত সিস্টেমটি তৈরি করা হয়, তবে মোটরের গতির উপর ফিডব্যাক সার্কিটের আউটপুট সিগন্যাল নির্ভরশীল হবে। অর্থাৎ গতি বাড়লে ফিডব্যাক সার্কিটের আউটপুট সিগন্যাল বাড়বে, তবে গতি কমলে ফিডব্যাক সার্কিটের আউটপুট কমবে।

২৩.৩ টু-স্টেপ ও থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম :

টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম :
যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল শূন্য বা সর্বোচ্চ হয় তাকে দুই স্টেপ কন্ট্রোল বলে। এটাতে সক্রিয় উপাদানের দুইটি নির্ধারিত অবস্থান থাকে, একটি হলো অন এবং অন্যটি অফ।
এটি সহজ পদ্ধতি হওয়াতে ইন্ডাস্ট্রিয়াল এবং ডোমেস্টিক কন্ট্রোল সিস্টেমে এটি বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে যেখানে কন্ট্রোল ভেরিয়েবল পরিবর্তন ধীরে হয় সেখানে এটি ব্যবহার করা হয়।

থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম :
যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুটে তিনটি ধাপ থাকে তাকে থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল বলে। এ প্রকার নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে উচ্চ এবং নিম্ন অবস্থানের মাঝখানে সমান্তরাল একটি স্টেপকে নেওয়া হয়।

২৩.৪ সমানুপাতিক বা প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম :

সমানুপাতিক নিয়ন্ত্রণ:
এ প্রকার কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোল কার্যের জন্য কার্যকরী সিগন্যালটি ত্রুটি সিগন্যালের সমানুপাতিক। প্রপোরশনাল নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে আউটপুট হতে আগত রেফারেন্স ইনপুট সিগন্যাল এবং ফিডব্যাক সিগনালের পার্থক্যের মান সমানুপাতিক। সিস্টেমের জন্য কার্যকরী সিগনাল হলো এরর সিগনালের সমানুপাতিক। তাই এই প্রকার নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিকে প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম বা সমানুপাতিক নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বলে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
২। কন্ট্রোল সিস্টেম কয় প্রকার?
৩। ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
৪। ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
৫। টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
৬। থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
৭। সমানুপাতিক বা প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। ওপেন ও ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ।
২। টু-স্টেপ ও থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখ।
৩। সমানুপাতিক বা প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ওপেন ও ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা দাও।।
২। টু-স্টেপ ও থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

চতুর্বিংশ অধ্যায়
মাল্টিমিডিয়া ও হাইপারমিডিয়া

এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা-

- মাল্টিমিডিয়া কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- হাইপারমিডিয়া কী তা ব্যক্ত করতে পারব;
- মাল্টিমিডিয়ার বৈশিষ্ট্য ব্যক্ত করতে পারব;
- মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব;
- মাল্টিমিডিয়ার সুবিধা ব্যক্ত করতে পারব।

২৪.১ মাল্টিমিডিয়া :

মাল্টিমিডিয়া কী? (What is Multimedia)

মাল্টিমিডিয়া শব্দটির আভিধানিক অর্থ হলো বহু মাধ্যম। কাজেই মাল্টিমিডিয়া হলো এমন একটি সম্বলিত ব্যবস্থা যাতে একাধিক মিডিয়া (যেমন- লেখা বা টেক্সট, অডিও, ভিডিও, ইমেজ ইত্যাদি) ব্যবহারের মাধ্যমে সচল, সজীব ও আকর্ষণীয় ভুবন তৈরি করা যায়।

সাধারণ ভাবে মাল্টিমিডিয়া বলতে অনেক ধরনের মাধ্যমকে একটি-নির্দিষ্ট কাঠামোতে উপস্থাপন করাকে বোঝায়। এই মাধ্যম যে কোনো ধরনের হতে পারে যেমন টেক্সট, গ্রাফিক্স, অডিও, অ্যানিমেশন, ভিডিও, ডাটা ইত্যাদি। সব ধরনের তথ্য যা আমরা যে কোনো মাধ্যম হতে সংগ্রহ করি তাই মাল্টিমিডিয়া। যেমন টেলিভিশন থেকে, ম্যাগাজিন থেকে, ওয়েবপেজ থেকে, বিভিন্ন প্রকার চলচ্চিত্র থেকে যে সকল তথ্য পাওয়া যায় তাই মাল্টিমিডিয়া।

মাল্টিমিডিয়ার একটি ভালো উদাহরণ হলো ওয়েবপেজ যেখানে বিভিন্ন ধরনের টেক্সট এর সাথে অডিও ফাইল চালানোর জন্য অডিও প্লেয়ার, ভিডিও চালানোর জন্য ভিডিও প্লেয়ার, বিভিন্ন রকম ফ্ল্যাশ অ্যানিমেশন যুক্ত থাকে, যা ওয়েবপেজের আকষর্ণীয় করে তোলে। চিত্রে মাল্টিমিয়ার সিস্টেম দেখানো হলো

চিত্র : মাল্টিমিডিয়া

১০.২ মাল্টিমিডিয়ার প্রকারভেদ (Types of Multimedia)

মাল্টিমিডিয়া বিভিন্ন প্রকারের হতে পারে। যথা-

১। লিনিয়ার মাল্টিমিডিয়া
২। হাইপার মিডিয়া
৩। ইন্টার‍্যাকটিভ মাল্টিমিডিয়া

লিনিয়ার মাল্টিমিডিয়া : লিনিয়ার মাল্টিমিডিয়া বলতে এমন একটি পরিবেশকে বোঝায় যেখানে ব্যবহারকারী ও প্রোগ্রাম একে অপরের সাথে উভয়মুখী যোগাযোগ করতে পারে না। কম্পিউটার based মাল্টিমিডিয়া প্রোগ্রামগুলোর সাথে লিনিয়ার মাল্টিমিডিয়া প্রোগ্রামের প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো যে, এখানে ব্যবহারকারি তার ইচ্ছামত প্রোগ্রামটি ব্যবহার করতে পারে না। উদাহরণ স্বরূপ - রেডিও বা টেলিভিশনের অনুষ্ঠানমালা। রেডিও বা টেলিভিশনের ক্ষেত্রে দর্শক শুধু প্রচারিত অনুষ্ঠানসমূহ দেখার বা শুনার সুযোগ পায়। এছাড়া দর্শক তার ইচ্ছামত কোনো অনুষ্ঠান চাইলেই দেখতে পারেন না।

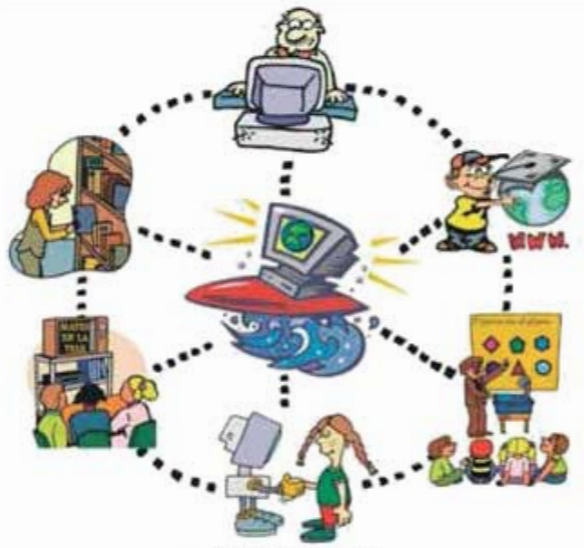
ইন্টার‍্যাকটিভ মাল্টিমিডিয়া : ইন্টার‍্যাকটিভ মাল্টিমিডিয়াকে বিভিন্ন ভাবে ব্যাখ্যা করা যায়। কিন্তু সহজ কথায় বলা যায়, যে মিডিয়ার মাধ্যমে ব্যবহারকারী ও প্রোগ্রামের পারস্পরিক তথ্য আদান প্রদান করা সম্ভব হয় তাকে ইন্টার‍্যাকটিভ মাল্টিমিডিয়া বলে। এখানে প্রোগ্রাম ব্যবহারকারীকে একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত প্রোগ্রামটিকে পরিচালনা করতে সহায়তা করে। কম্পিউটার একটি ইন্টার‍্যাকটিভ মিডিয়া। এটি মানুষ যা তারা দেখে বা শোনে তার উপর ভিত্তি

করে দিতে এবং কন্ট্রোল করতে সহায়তা করে। ইন্টার‍্যাকটিভ মিডিয়ার প্রোগ্রামগুলো যেহেতু ব্যবহারকারীর সাথে তথ্য আদান প্রদান করে তাই এরা খুব কার্যকর। উদাহরণস্বরূপ ওয়েব এ ভিডিও গেম খেলা, CD-based reference tool, Web Pages, Shopping site ইত্যাদি সব জনপ্রিয় মাল্টিমিডিয়া প্রোডাক্ট।

ইন্টার‍্যাকটিভকে বিভিন্ন ভাবে বর্ণনা করা যায়। তবে মাল্টিমিডিয়ার রাজ্যে ব্যবহারকারি ও প্রোগ্রাম একে অপরের যে বহুমুখী সাড়া প্রদান করে থাক তাকে ইন্টার‍্যাকটিভিটি বলে। উদাহরণস্বরূপ বেশির ভাগ টেলিভিশনের অনুষ্ঠানগুলো একজন ব্যবহারকারী শুধু দেখতে পারে। অন্যদিকে কম্পিউটার একটি ইন্টার‍্যাকটিভ মিডিয়া যার সাহায্যে কোনো মানুষ কোনো প্রোগ্রাম দেখা ও শোনার সাথে সাথেই তা কন্ট্রোলও করতে পারে। ব্যবহারকারী সাধারণত পিসি এর মধ্যে প্রোগ্রামটি কন্ট্রোল করতে পারে, সে তার ইচ্ছে অনুযায়ী কন্টেন্টের এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যেতে পারে। বিশেষ কোনো ক্ষেত্রে সে কান্টেন্টটিকে কাস্টমাইজও করতে পারে। ব্যবহারকারীর সাথে তথ্য আদান প্রদান করার জন্য ইন্টার‍্যাকটিভ মিডিয়া প্রোগ্রামগুলো খুবই কার্যকর ভূমিকা পালন করে।

২৪.২ হাইপারমিডিয়া :

হাইপারমিডিয়া : হাইপার মিডিয়া বলতে এমন একটি পরিবেশকে বোঝায় যেখানে ব্যবহারকারী শুধু ক্লিক করেই একটি মিডিয়ার এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে পারে বা একটি মিডিয়া থেকে অন্য মিডিয়ায় যেতে পারে। Web বা Disk based মাল্টিমিডিয়ার প্রোডাক্টগুলোতে বিভিন্ন প্রকার হাইপারমিডিয়া টুল ব্যবহার করা হয়। হাইপারমিডিয়া ছোট স্কেলেও ব্যবহৃত হয়। উদাহরণ স্বরূপ The Beatles এর ওয়েব পেজ পিয়ে যে কোনো একটি ফটোতে ক্লিক করলেই তা ঐ ব্যান্ডের সদস্যদের ফটো প্রদর্শন করবে এই লিংক থেকে অন্য একটি আইটেমে চলে যাবে যা আগের লিংকের সাথে সম্পর্কযুক্ত।



চিত্র : হাইপারমিডিয়া

২৪.৩ মাল্টিমিডিয়ার বৈশিষ্ট্য :

মাল্টিমিডিয়া একটি সম্বলিত ব্যবস্থা যাতে একাধিক মিডিয়া (যেমন- লেখা বা টেক্সট, অডিও, ভিডিও, ইমেজ ইত্যাদি) ব্যবহারের মাধ্যমে সচল, সজীব ও আকর্ষণীয় ভাবে উপস্থাপন করা যায়।

২৪.৪ মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার (Application and uses of Multimedia) :

বর্তমানে সবত্রই মাল্টিমিডিয়ার ব্যাপক ব্যবহার লক্ষ করা যায়। নিম্নে মাল্টিমিডিয়া ব্যবহারের কিছু ক্ষেত্র উল্লেখ্য করা হলো-

বিজ্ঞাপন ঃ বড় শিল্পকারখানাগুলো তাদের পণ্যের তথ্য প্রচারের জন্য বিভিন্ন প্রকার মাল্টিমিডিয়ার সহায়তা নিয়ে থাকে। যেমন বিলবোর্ড, দেওয়ালে লেখার মাধ্যমে।

শিক্ষায় ঃ শিক্ষায় মাল্টিমিডিয়া, কম্পিউটার ভিত্তিক প্রশিক্ষণের ওভার হেজ প্রত্যেকেইরের মাধ্যমে বিভিন্ন স্লাইড প্রদর্শনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীকে শিক্ষা দেওয়া কাজে ব্যবহার হয়।

বিনোদনে ঃ বিনোদন শিল্পে বিভিন্ন প্রকার চলচ্চিত্র এবং অ্যানিমেশনে স্পেশাল ইফেক্ট তৈরির কাজে মাল্টিমিডিয়া ব্যাপক ভাবে ব্যবহৃত হয়।

ইন্টারনেট ঃ ইন্টারনেটে মাল্টিমডিয়ার বিকল্প নেই- একথা ইন্টারনেটে ব্রাউজ করলে যে কেউ বোঝতে পারবে।

বাণিজ্য ঃ কোনো পণ্য সম্পর্কে বিজ্ঞাপন কিংবা বিস্তারিত তথ্য এখন মাল্টিমিডয়া সফটওয়্যারেই প্রকাশ করা হয়, যাতে যে কেহ পণ্য সম্পর্কে বিস্তারিত জানতে পারে।

প্রকাশনায় ঃ বই প্রস্তুত কিংবা কোনো ডকুমেন্ট এখন পেপারব্যাকের পাশাপাশি মাল্টিমিডিয়াতেও প্রকাশ করা হয় ফলে বিশাল আকারের বইপত্র ব্যবহার না করে মাল্টিমিডিয়া সিডিতে একই জিনিস অনেক বেশি সুবিধাসহ ব্যবহার করা যায়।

মেডিকেল ঃ মেডিকেল শিক্ষা ও চিকিৎসা ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার বর্ণনাতীত। রোগ ও রোগের প্রতিকার কিংবা ডায়াগোনসিস করার জন্য বাজারে বিভিন্ন ধরনের প্রচুর মাল্টিমিডিয়া সফটওয়্যার পাওয়া যায়।

ভার্চুয়াল রিয়েলিটি ঃ মাল্টিমিডিয়ার কল্যাণে এখন ভার্চুয়াল রিয়েলিটি জগতে ভ্রমণ করা সম্ভব হচ্ছে।

বর্তমানে মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার এতই ব্যাপক পর্যায়ে হচ্ছে যে সংক্ষেপে এদের বর্ণনা দেওয়া সম্ভব নয়। দৈনন্দিন জীবন থেকে শুরু করে বাণিজ্যিক, সামাজিক, রাষ্ট্রীয় জীবনের সকল ক্ষেত্রেই মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার হচ্ছে।

২৪.৫ মাল্টিমিডিয়ার সুফল ও কুফল :
(Advantage and Disadvantage of Multimedia)

২৪.৪.১ মাল্টিমিডিয়ার সুফল ঃ
মাল্টিমিডিয়ার বিভিন্ন ধরনের সুবিধা রয়েছে। নিম্নে মাল্টিমিডিয়ার প্রধান সুবিধাসমূহ আলোচনা করা হয়েছে।

(ক) শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ ক্ষেত্রে ঃ শিক্ষা ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার অনেক। multimedia শিক্ষাকে interactive করেছে। training এর ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার বলাই বাহুল্য। কম্পিউটার ভিত্তিক প্রশিক্ষণ সর্ম্পকে আমরা পরিচিত। এটা প্রশিক্ষণ ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার অন্যতম উদাহরণ।
নিম্নে শিক্ষা ও training এর ক্ষেত্রে CBT ব্যবহারের কিছু উদাহরণ দেওয়া হলো ঃ

1. নতুন কর্ম পদ্ধতি– (New service procedure)
2. Interactive study guides for text books
3. Math tutorials
4. Mandated health and safety training
5. Customer relation training
6. New product Introduction
7. Introduction to new company policies and procedures.

CBT ছাড়াও আরও অনেক সুবিধা ট্রেনিং এর ক্ষেত্রে রয়েছে।
যে কোনো সময়ে যে কোনো জায়গায় প্রশিক্ষণ ঃ মাল্টিমিডিয়ার কল্যাণে এখন আমরা class room এর মধ্যে শিক্ষা গ্রহণ করার পরিবর্তে যে কোন সময়ে যে কোনো জায়গায় শিক্ষা গ্রহণ করতে পারি। যে কোনো ছাত্র/ছাত্রী বাসায় বসে তাদের কোর্স সমাপ্ত করতে পারছে multimedia software এবং CD ব্যবহারের ফলে।

সবসময় সহজলভ্য ঃ ইন্টারনেটে রয়েছে বিভিন্ন রকমের ট্রেনিং materials আমরা যে কোন সময় ইন্টারনেট ব্রাউজিং করে প্রয়োজনীয় ট্রেনিং গ্রহণ করতে পারি।

প্রশিক্ষণ সময় অল্প ঃ Manual system এ training গ্রহণ করতে যে সময় লাগে multimedia training এ অনেক সময় কম লাগে।

গুণগত প্রশিক্ষণ ঃ multimedia training অন্যান্য সাধারণ training এর দিক থেকে গুণগত ভাবে অনেক উন্নত। সুবিধাজনকভাবে যে কেহ এখন অনেক বেশি Practice করতে পারে এবং training করতে পারে multimedia training এর মাধ্যমে।

নমণীয় প্রশিক্ষণ ঃ multimedia ট্রেনিং হলো একটি quality training পদ্ধতি যার মাধ্যমে সহজে এবং কম সময়ে নির্ভরযোগ্য ট্রেনিং গ্রহণ করা সম্ভব।

নির্ভরযোগ্য প্রশিক্ষণ ঃ multimedia ট্রেনিং সাধারণ ট্রেনিং এর তুলনায় অনেক বেশি নির্ভরযোগ্য ট্রেনিং।

Center to individual learning style : Multimedia training এর মাধ্যমে learners গণ তাদের মেধা, বুদ্ধি পৃথক পৃথকভাবে বিচার করতে নিজেই সক্ষম হন এবং নতুন নতুন তথ্য অনুসন্ধান করতে পারেন। multimedia training অন্যান্য class room training অনেক বেশি বাস্তবধর্মী।

Testing of lerning proficiency: Multimedia training এর মাধ্যমে প্রশিক্ষণার্থী নিজের দক্ষতা ও অভিজ্ঞতার বিচার করতে নিজেই সক্ষম হন।
উপরোক্ত সুবিধাসমূহ ছাড়াও আরও অনেক সুবিধা রয়েছে Low cost per student, On-the-job safley and health, training records maintaining etc.

(খ) বিক্রয় (Sale) ঃ ক্রয়-বিক্রয়ের ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার অবদান অনেক। যে কোনো পণ্যের বিজ্ঞাপন আমরা মাল্টিমিডিয়ার মাধ্যমে পেতে পারি। ইন্টারনেটে নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদির বিশদ বর্ণনা, সুবিধা, অসুবিধা, মূল্য ইত্যাদির বর্ণনা দেওয়া থাকে। যার ফলে ক্রেতাগণ তাদের প্রয়োজনীয় দ্রব্যের গুণগত মান দেখে ক্রয় করতে পারেন। E-marketing, E-shopping বর্তমান যুগের অন্যতম আকর্ষণ। marketing এর ক্ষেত্রে multimedia ব্যাপক পরিবর্তন এনেছে। একটি multimedia CD তে marketing information সংরক্ষণ করে খুব সহজে পণ্যের প্রচার করা যেতে পারে।
বিক্রয়ের ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধা নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

১. অল্প পরিশ্রমে অনেক বিক্রয় সম্ভব।
২. জনশক্তির অপচয় কম হয়।
৩. মার্কেটিং এ চমকপ্রদ ফলাফল অর্জন।
৪. পণ্যের বিজ্ঞাপন সহজ ও সুবিধাজনক।
৫. পণ্য দ্রব্যাদির আকর্ষণীয় উপস্থাপন।
৬. অধিক মুনাফা অর্জন ।
৭. সময়ের অপচয় নেই বললেই চলে।
৮. ক্রেতার সন্তুষ্টি অর্জনে সহায়ক।
৯. বিজ্ঞাপন cost অনেক কম।
১০. বেশি বিক্রয় ও better customer support।
১১. ডাটা Export Import সুবিধাজনক।

(গ) যোগাযোগ (Communication) ঃ
Communication এর ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধা নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

১. ভুল খুঁজে বের করা এবং শুদ্ধ করা সম্ভব।
২. অল্প সময়ে data transfer এর সুবিধা।
৩. সকল resource এর সঠিক ও যথোপোযুক্ত ব্যবহার।
৪. data transmit এবং data receive সহজে করা যায়।

(ক) বিনিয়োগের ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সমস্যা ঃ মাল্টিমিডিয়া তৈরি করতে অনেক ধরনের খরচের প্রয়োজন হয়। যেমন- একটি মাল্টিমিডিয়া কম্পিউটার প্রয়োজন, ইউপিএস / আইপিএস প্রয়োজন, দক্ষ প্রস্তুতকারক প্রয়োজন ইত্যাদি। নিম্নে একটি মাল্টিমিডিয়া কম্পিউটারের আনুমানিক ক্রয়মূল্য দেওয়া হলো ঃ

উপরোক্ত আলোচনায় দেখা যায় যে একটি মাল্টিমিডিয়া কম্পিউটার ক্রয়ের জন্য মোটামুটি ৪৪০০০ টাকা প্রয়োজন। শুধু কম্পিউটার ক্রয়ের মধ্যেই মাল্টিমিডিয়ার বিনিয়োগ খরচ সীমাবদ্ধ নয়, এছাড়া রয়েছে আরও নানান ধরনের খরচ। যেমন- মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্ট তৈরি করার জন্য সুন্দর পরিবেশে একটি অফিস প্রয়োজন, অফিস ম্যানেজম্যান্টের জন্য রয়েছে নানান খরচ, মাল্টিমিডয়া বিশেষজ্ঞের প্রয়োজনীয়তা। দেখা যাচ্ছে একটি যে কোনো মাল্টিমিডিয়া তৈরির জন্য অনেক টাকা বিনিয়োগের প্রয়োজন যা অনেকের পক্ষে সম্ভব নয়। তাছাড়া আমাদের মত তৃতীয় বিশ্বের একটি দেশের মানুষের জন্য কম্পিউটার কিনে মাল্টিমিডিয়ার সুযোগ ভোগ করা সত্যিই অসম্ভব। সুতরাং বিনিয়োগ খরচ মাল্টিমিডিয়ার বড় প্রতিবন্ধক।

(খ) টেকনিক্যাল সমস্যা ঃ মাল্টিমিডিয়ার নানান ধরনের টেকনিক্যাল সমস্যা রয়েছে। নিম্নে মাল্টিমিডিয়ার টেকনিক্যাল সমস্যার কিছু উদাহরণ দেওয়া হলো।

১। মাল্টিমিডিয়ার জন্য প্রয়োজন একটি কম্পিউটারের। একটি কম্পিউটারের অনেক যন্ত্রপাতি রয়েছে। সে সকল যন্ত্রপাতি Assemble করে পরিপূর্ণ একটি কম্পিউটার সিস্টেম তৈরি করা হয়। অনেক যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে সব সময় কাজ নাও করতে পারে। সে জন্য প্রয়োজন Trouble shooting জানা দক্ষ লোক। এছাড়াও রয়েছে আরও অনেক টেকনিক্যাল সমস্যা।
২। কখনো কখনো মাল্টিমিডিয়া Slide দেখার জন্য প্রয়োজন প্রজেক্টর। এ প্রজেক্টর সব সময় পাওয়া নাও যেতে পারে। তখন মাল্টিমিডিয়া Slide দেখা সম্ভব নয়। ইহাও একটি টেকনিক্যাল সমস্যা।
৩। ইন্টারনেট ব্যবহার করার জন্য ইন্টারনেট সংযোগ আবশ্যক। ইন্টারনেট সংযোগের জন্য মডেম প্রয়োজন। Broad band ইন্টারনেটের জন্য অনেক কেবল প্রয়োজন ইত্যাদি।
৪। ভাইরাস আক্রমণ করে অনেক সময় কম্পিউটার নষ্ট করে দিতে পারে। কিন্তু মেনুয়্যাল সিস্টেম এই ভাইরাসের কোনো স্পর্শ নেই।
৫। Security system মাল্টিমিডিয়াতে সঠিকভাবে ব্যবহার করা না হলে যে কোনো কোম্পানির লাভের চেয়ে ক্ষতির সম্ভাবনা বেশি থাকে।
৬। সঠিকভাবে Power supply/ Electricity supply না থাকলে মাল্টিমিডিয়া প্রদর্শন বা ব্যবহার সম্ভব নয়।
৭। বিভিন্ন মিডিয়া যেমন অডিও, ভিডিও বা ইমেজ যদি সঠিকভাবে সমন্বয় সাধন করা না যায় তাহলে মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহারের সঠিক ফলাফল পাওয়া সম্ভব নয়।
৮। রিমোর্ট কন্ট্রোল ব্যবহার করা যায় না।
৯। প্রজেক্টর ব্যবহার করা এবং তার সাথে সামঞ্জস্য রেখে music composition করা এবং একই সাথে সম্প্রচার করা কষ্টসাধ্য ব্যাপার।

(গ) সামাজিক এবং মানসিক সমস্যা ঃ মাল্টিমিডিয়া ব্যবহারে বহু ধরনের সামাজিক ও মানষিক সমস্যা রয়েছে। নিম্নে সমস্যাগুলো উদাহরণসহ আলোচনা করা হলো ঃ

১। মাল্টিমিডিয়া বিজ্ঞাপন যদি পণ্যের সাথে সামঞ্জস্য না থাকে তবে ক্রেতার বিভ্রান্তির সম্মুখীন হতে পারেনা। ইদানিং দেখা যাচ্ছে বিভিন্ন প্রচার বিজ্ঞাপনের চেয়ে বিজ্ঞাপনকে আকর্ষণীয় করার জন্য নারী পুরুষের অহেতুক উপস্থিতি। ইহা দিন দিন একটি সামাজিক সমস্যার সৃষ্টি করছে।
২। অনেক সময় দেখা যায় বিভিন্ন মাল্টিমিডিয়া বিজ্ঞাপনে অযৌক্তিক ও ভৌতিক দৃশ্য দেখানো হয়। ইহা ছোট বড় সকলের মানষিক চাপের কারণ হতে পারে।
৩। ইন্টারনেটের সহজলভ্যতার কারণে অনেক কচি মনের ছেলে মেয়ে বন্ধু/বান্ধবীর প্ররোচনায় বিভিন্ন cyber cafe এ গিয়ে নিষিদ্ধ সাইটগুলো অহরহ ব্রাউজিং করছে এবং অনেকে নিজের বাসায় বসেও ইন্টারনেটের মাধ্যমে একই ধরনের কাজ করছে যা তাদের নৈতিক চরিত্রের অবক্ষয়কে ত্বরান্বিত করছে। যার ফলশ্রুতিতে সমাজে নানা ধরনের সামাজিক সমস্যার সৃষ্টি করছে।

৪। বিভিন্ন ভিডিও ক্যাসেটের দোকানে এবং রাস্তায় ফুটপাতে অনেক ধরনের নিষিদ্ধ সিডি সহজে পাওয়া যায়। স্কুল/কলেজগামী কোমলমতি ছাত্র/ছাত্রীরা তা ক্রয় করে বন্ধু/বান্ধবের পাল্লায় পরে বাবা-মায়ের অনুপস্থিতিতে বাসায় বসে দেখে থাকে। এতে দিন দিন গোটা সমাজের জন্য একটি ভয়াবহ সমস্যার সৃষ্টি হচ্ছে এবং কোমলমতি ছাত্র/ছাত্রীদের মানষিক বিপর্যয় ঘটছে। শুধু তাই নয় তারা এগুলো তাদের ব্যক্তিগত জীবনে প্রয়োগ করার চেষ্টা করে। এটাকে সামাজিক বিপর্যয়ও বলা চলে।

(ঘ) আইনগত সমস্যা ঃ মাল্টিমিডিয়া legal সমস্যাগুলো নিম্নে দেওয়া হলো ঃ
১। পৃথিবীর কিছু উন্নত দেশে কপিরাইট আইন চালু থাকলেও তৃতীয় বিশ্বের বেশিরভাগ দেশে এ আইন মানা হচ্ছে না। ফলে অবাধে মাল্টিমিডিয়া পণ্য কপি হচ্ছে এবং স্বল্পমূল্যে বাজারে বিক্রি হচ্ছে। যার ফলে যে সকল কোম্পানী মাল্টিমিডিয়া পণ্য তৈরি ও বাজারজাত করছে তারা বিশাল লোকসানের সম্মুখীন হচ্ছে।

২। যে কোনো মাল্টিমিডিয়া প্রোডাক্ট এর একটি নির্দিষ্ট সময় সীমা পরে নতুন করে লাইসেন্স Renew করতে হয়। কিন্তু অনেক ব্যবসায়ী প্রতিষ্ঠান প্রোডাক্ট Renew করা ছাড়াই পূর্বের মত ব্যবহার করতে থাকেন। ফলে এক দিকে তারা যেমন আইন ভঙ্গ করছেন অন্যদিকে নির্মাতা প্রতিষ্ঠান মুনাফা থেকে বঞ্চিত হচ্ছে।

৩। আমরা প্রতিনিয়ত বিভিন্ন ধরনের মাল্টিমিডিয়া আইন (কপিরাইটসহ অন্যান্য) ভঙ্গ করে চলছি, বিশেষ করে ইন্টারনেটের মাধ্যমে আমরা security ভঙ্গ করে (Hacking) বিভিন্ন সফটওয়্যার, মাল্টিমিডিয়া পণ্য ডাউনলোড করে পুন পুন ব্যবহার করছি। এ অবস্থা চলতে থাকলের মাল্টিমিডয়া নির্মাতা প্রতিষ্ঠানগুলো তাদের আগ্রহ হারিয়ে ফেলবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাল্টিমিডিয়া কী?
২। লিনিয়ার মাল্টিমিডিয়া কী?
৩। হাইপারমিডিয়া কী?
৪। ইন্টার‍্যাকটিভ মাল্টিমিডিয়া কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। মাল্টিমিডিয়া কত প্রকার ও কী কী?
২। শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধাগুলো লেখ।
৩। বিক্রয় ও ব্যবসা-বাণিজ্যের ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধাগুলো লেখ।
৪। যোগাযোগের ক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধাগুলো লেখ।
৫। কৃষি ও শিল্পক্ষেত্রে মাল্টিমিডিয়ার সুবিধা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। বিভিন্ন প্রকার মাল্টিমিডিয়ার বর্ণনা দাও।
২। মাল্টিমিডিয়ার ব্যবহার বর্ণনা কর।
৩। মাল্টিমিডিয়ার সুফল বর্ণনা কর।
৪। মাল্টিমিডিয়ার কুফল বর্ণনা কর।

দশম শ্রেণি

জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২
ব্যবহারিক (দ্বিতীয় পত্র)

General Electronics-2
PRACTICAL (2nd Part)

২০২০

১। জবের নাম : ইলেকট্রনিক্স কাজে ব্যবহৃত ইকুইপমেন্টের ব্যবহার প্রদর্শনকরণ।

উদ্দেশ্য : ইলেকট্রনিক্সের কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন ইকুইপমেন্ট শনাক্ত করা এবং তাদের ব্যবহার সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা। ইলেকট্রনিক্সের যন্ত্রপাতিতে কাজ করার জন্য নিম্নলিখিত ইকুইপমেন্ট ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যথা :

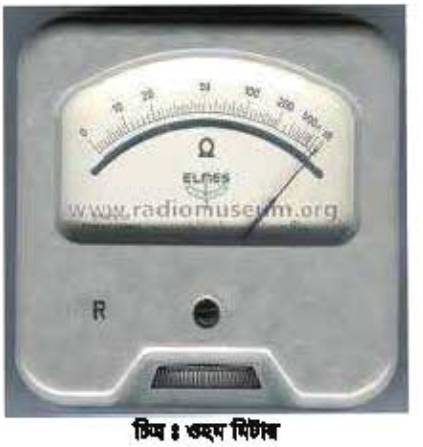
১। মিটার :

(ক) অ্যামিটার : এর সাহায্যে ইলেকট্রিক্যাল/ ইলেকট্রনিক্স বর্তনীর কারেন্ট পরিমাপ করা হয়, কারেন্ট পরিমাপের সময় এক বর্তনীর সাথে সিরিজ সংযোগ করা হয়।

চিত্র : অ্যামিটার

(খ) ভোল্ট মিটার : এর সাহায্যে ইলেকট্রিক্যাল/ ইলেকট্রনিক্স বর্তনীর ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়। ভোল্টেজ পরিমাপের সময় এক বর্তনীর সাথে প্যারালাল সংযোগ করা হয়।

(গ) ওহম মিটার : এর সাহায্যে রেজিস্ট্যান্সের মান নির্ণয় করা হয়।

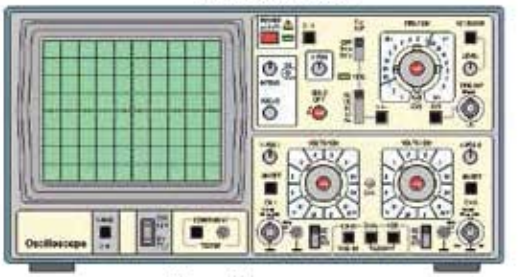


চিত্র : ওহম মিটার

(ঘ) অ্যাভোমিটার ঃ যে মিটারের সাহায্যে কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়, তাকে অ্যাভোমিটার বা মাল্টিমিটার বলে।

চিত্র ঃ অ্যাভোমিটার

২। অসিলোস্কোপ ঃ যে ইকুইপমেন্ট কোনো বৈদ্যুতিক সিগন্যাল তার মান পর্দায় প্রদর্শন করে তাকে অসিলোস্কোপ বলে। এর সাহায্যে বৈদ্যুতিক সিগন্যাল টাইম পিরিয়ড এবং অ্যামপ্লিচুড পরিমাপ করা যায়। টাইম পিরিয়ড পরিমাপ করে ফ্রিকুয়েন্সি নির্ণয় করা যায়।



চিত্র ঃ অসিলোস্কোপ

৩। সিগন্যাল জেনারেটর ঃ যে ইলেকট্রনিক্স ইকুইপমেন্টের সাহায্যে প্রয়োজন অনুযায়ী সময়ের সাথে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ তৈরি করা যায়, তাকে সিগন্যাল জেনারেটর বলে। এর সাহায্যে সাইন ওয়েভ, স্কোয়ার ওয়েভ, ট্রায়াংগুলার ওয়েভ, রেকট্রাঙ্গুলার ওয়েভ এবং সু টুথ ওয়েভ তৈরি করা যায়।

চিত্র ঃ সিগন্যাল জেনারেটর

৪। পালস জেনারেটর ঃ এর সাহায্যে স্কয়ার ওয়েভ, ট্রাঙ্গুলার ওয়েভ এবং রেকট্রাঙ্গুলার ওয়েভ সিগন্যাল তৈরি করা যায়।

চিত্র ঃ পালস জেনারেটর

৫। ফ্রিকুয়েন্সি কাউন্টার ঃ যেসব যন্ত্র প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ কাজে ফ্রিকুয়েন্সি সম্পর্ক রয়েছে সেসব যন্ত্র নির্মাণ বা মেরামতের কাজে সঠিক ফ্রিকুয়েন্সি নির্ণয়ের জন্য ফ্রিকুয়েন্সি কাউন্টার ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ঃ ফ্রিকুয়েন্সি কাউন্টার

২। জবের নাম ঃ অসিলোস্কোপ এর অপারেশন বা কার্যপদ্ধতি পর্যবেক্ষণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। অসিলোস্কোপের ব্যবহার সম্পর্কে বাস্তব ধারণা।

২। অসিলোস্কোপের বিভিন্ন নব সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

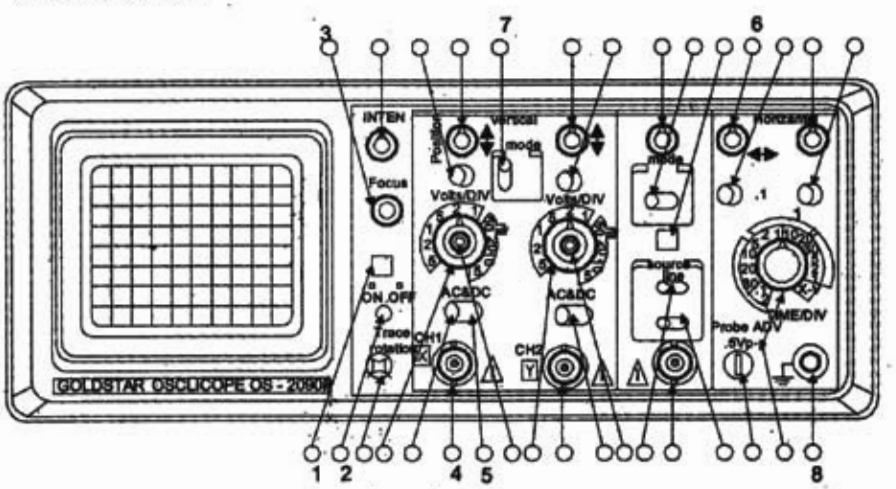
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ঃ

১। অসিলোস্কোপ ও ম্যানুয়াল।

২। অসিলোস্কোপ প্রোব।

৩। ফাংশন জেনারেটর।

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



চিত্র ঃ অসিলোস্কোপ

বিভিন্ন নব ও তাদের কাজ ঃ

১। পাওয়ার সুইচ ঃ এর দ্বারা পাওয়ার অন-অফ করা হয়।

২। পাওয়ার ল্যাম্প ঃ পাওয়ার সাপ্লাই অন হলেই বাতিটি জ্বলে ওঠে।

৩। ফোকাস কন্ট্রোল ঃ এর দ্বারা বিমের তীক্ষ্ণতা কমানো বাড়ানো যায়।

৪। চ্যানেল ১ এবং ২ ইনপুট কানেক্টর ঃ চ্যানেল নং ১ এর জন্য ইনপুট সংযোগকারী পয়েন্ট এবং চ্যানেল নং ২ জন্য ইনপুট সংযোগকারী পয়েন্ট।

৫। ভোল্টেজ/ডিভিশন সিলেক্ট সুইচঃ বিমের ভার্টিক্যাল সেনসিটিভিটি সিলেকশন সুইচ। এই সুইচ বিভিন্ন সেট পয়েন্টে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজ রেঞ্জ সেট করা হয়।

৬। প্রব অ্যাটেনিউয়েটর সিলেক্ট সুইচঃ এটি একটি স্টেপ অ্যাটেনিউয়েটর, যার দ্বারা ভার্টিক্যাল ডিফ্লেকশন ফ্যাক্টর নির্বাচন করা যায়। তখন ১০ : ১ প্রোব ব্যবহার করা হয় তখন অসিলোস্কোপ ভার্টিক্যাল রিডিং ১০ দ্বারা গুণ করতে হবে।

৭। পজিশন কন্ট্রোলস ঃ ভার্টিক্যাল এক্সিস এর অবস্থান অ্যাডজাস্ট করার জন্য এই নব ব্যবহার করা হয়। বিমকে ভার্টিক্যালি নড়াচড়া করা হয় এই কন্ট্রোলের সাহায্যে।

৮। মোড সিলেক্টর সুইচ ঃ চ্যানেল ১ বা চ্যানেল ২ এর যে কোনোটি নির্বাচন করা হয় এই সুইচ দিয়ে।

৯। টাইম/ডিভিশন সিলেক্ট সুইচ ঃ এটি একটি সুইপ টাইপ রেঞ্জ সুইচ।

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম ইন্সট্রাকশন ম্যানুয়াল অনুযায়ী নবগুলো সেট করে নিতে হবে।

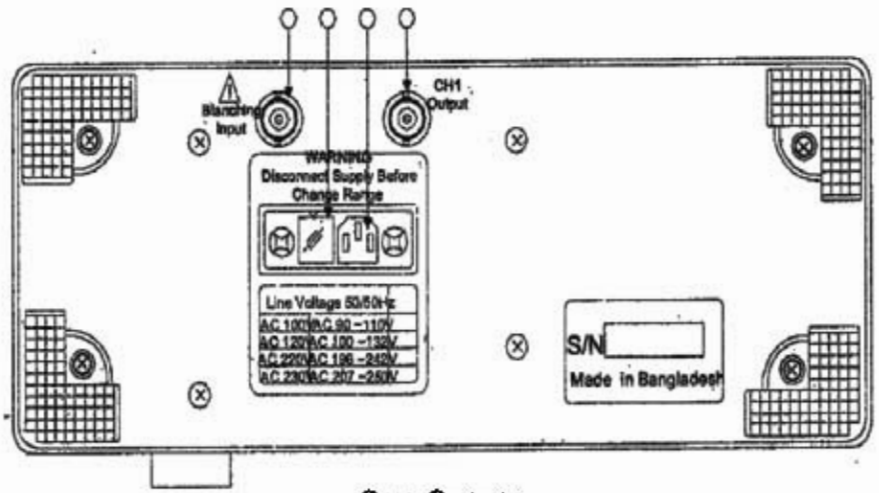
২। অসিলোস্কোপের ভোল্টেজ/ডিভিশন।

৩। এরপর চ্যানেল ১ এর প্রোবটি ০.৫ পিক সেটিং ভোল্টেজের সাথে সেট করতে হবে।

৪। এরপর অসিলোস্কোপের বিমের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। অর্থাৎ বিমের প্রতি ডিভিশন বৃদ্ধির জন্য ভোল্টেজের পরিবর্তন লক্ষ করতে হবে।

৫। এরপর ফাংশন জেনারেটর হতে সিগন্যালের চ্যানেল ১ এর প্রোবের মাধ্যম অসিলোস্কোপের মধ্যে সংযোগ করতে হবে।

৬। তারপর ভোল্টেজ/ডিভিশনের সিলেক্ট নব সেটিং এর মান এবং বিমের ভার্টিক্যাল কয়টি ঘর দখল করবে তা ডাটা শিট স্থাপন করতে হবে।



চিত্র ঃ অসিলোস্কোপ

ডাটা শিট

পাঠ সংখ্যা	ভোল্ট/ডিভিশন	ঘর সংখ্যা	মোট ভোল্ট (V/D ঘর সংখ্যা)

৩। জবের নাম ঃ অসিলোস্কোপের সাহায্যে ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। অসিলোস্কোপের সাহায্যে কীভাবে ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপ করা যায় তা সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

২। অসিলোস্কোপের ব্যবহার সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

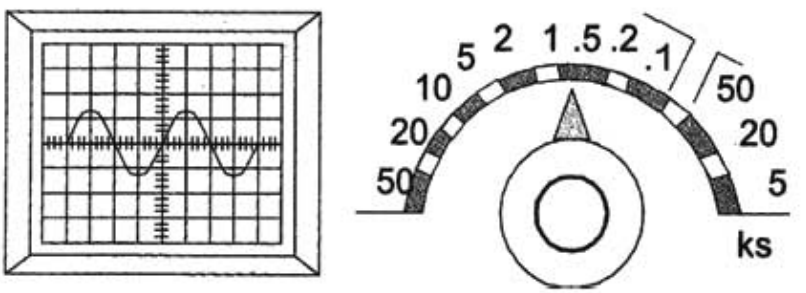
প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ক্যাথোড রে অসিলোস্কোপ ১টি।

২। অসিলোস্কোপ প্রোব ২টি।

৩। সিগন্যাল জেনারেটর ১টি।

প্রয়োজনীয় চিত্র ঃ



(ক) অসিলোস্কোপ ডিসপ্লে (খ) টাইম/ডিভিশন নব

চিত্র ঃ অসিলোস্কোপের ডিসপ্লে এবং টাইম/ডিভিশন নব

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম ল্যাব হতে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করতে হবে।

২। প্রোব দিয়ে সিগন্যাল জেনারেটরে এবং অসিলোস্কোপের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করতে হবে।

৩। সিগন্যাল জেনারেটরে এবং অসিলোস্কোপ পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে এবং ১২৫ হার্টজ সাইন ওয়েভ সিলেক্ট করতে হবে।

৪। অসিলোস্কোপের টাইম/ডিভিশনের নবটি দুই মিলি সেকেন্ড সিলেক্ট করতে হবে।

৫। তারপর অসিলোস্কোপের ডিসপ্লেতে সাইন ওয়েভ কত ঘর একটি সাইকেল সম্পূর্ণ করছে তা নির্ণয় করতে হবে।

৬। তারপর উক্ত ঘরকে অসিলোস্কোপের টাইম/ডিভিশন যত সিলেক্ট করা আছে তার সাথে গুণ করতে হবে। এই টাইম হচ্ছে ডিসপ্লেতে প্রদর্শিত সাইন ওয়েভের মোট টাইম।

৭। তারপর সাউনওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি নিম্নলিখিতভাবে নির্ণয় করতে হবে।

ফ্রিকুয়েন্সি বের করার সূত্র $f = \frac{1}{T}$

এখানে, f = ফ্রিকুয়েন্সি

T = উক্ত ওয়েভের মোট সময়।

ডাটা শিট

ডাটা সংখ্যা	অনুভূমিক ঘর সংখ্যা	Time/Div	T_P	$f = 1/T_P$

৪। কাজের নাম : অসিলোস্কোপের সাহায্যে এসি ভোল্টেজ পরিমাপকরণ।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

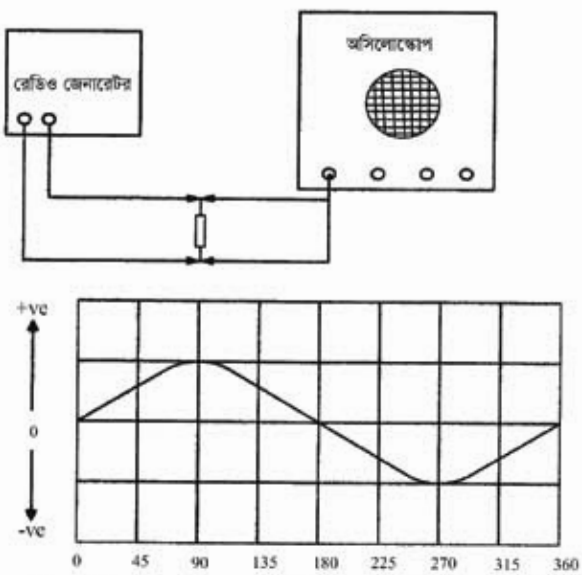
১। অসিলোস্কোপ – ১টি

২। অডিও/ফাংশন জেনারেটর - ১টি

৩। মাল্টিমিটার জেনারেটর - ১টি

৪। টেস্টলিড – প্রয়োজনমত।

সার্কিট ডায়াগ্রাম :



চিত্র : অসিলোস্কোপের সাহায্যে এসি ভোল্টেজ পরিমাপের পদ্ধতি

কাজের ধারা :

১। চিত্র অনুযায়ী বর্তনীর মত সংযোগ স্থাপন কর।

২। অডিও জেনারেটরের নব সাইনওয়েভে রাখ।

৩। একটি সাইন ওয়েভের হরিজন্টাল দূরত্বের রিডিং নাও এবং নিম্নের ছকে লিপিবদ্ধ কর।

২০২০

৪। অসিলোস্কোপের সুইচ টাইম রিডিং ছকে লিপিবদ্ধ কর।

৫। নিম্নের সূত্র অনুসারে ফ্রিকুয়েন্সি নির্ণয় কর–

$f = \frac{1}{T}$, T = হরিজন্টাল ডিভিশন সংখ্যা × টাইম/ডিভিশন

একটি সাইন ওয়েভের হরিজন্টাল দূরত্বকে সুইপ টাইম দিয়ে গুণ করলে টাইম পিরিয়ড পাওয়া যায়। যেমন–

T = সুইপ টাইম × হরিজন্টাল ঘরের সংখ্যা। এই সূত্রের সাহায্যে T এর মান নির্ণয় করে ছকে লিপিবদ্ধ কর।

ডাটা শিট

হরিজন্টাল ঘরের সংখ্যা	টাইম/ ডিভিশন	টাইম পিরিয়ড = হরিজন্টাল ঘরের সংখ্যা × টাইম/ডিভিশন	ফ্রিকুয়েন্সি $f = \frac{1}{T}$
১.			
২.			

৫। জবের নাম : একটি ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট তৈরিকরণ।

উদ্দেশ্য :

১। একটি ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট তৈরি করা।

২। ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিটের আউটপুট ওয়েভ পর্যবেক্ষণ।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

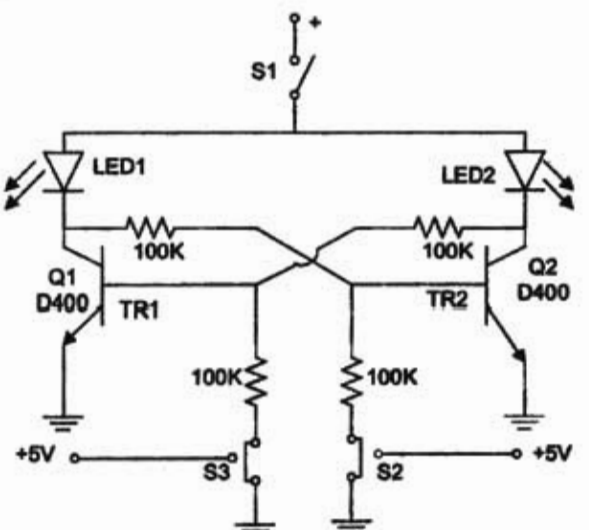
১। ট্রানজিস্টর ২টি (D400)

২। রেজিস্টর (1000K) ৪টি, 3.3K ২টি

৩। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট DC 15V

৪। ব্রেড বোর্ড ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম :



চিত্র : ফ্লিপ ফ্লপ সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম ল্যাব হতে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড এর মধ্যে সংযুক্ত করতে হবে।
৩। সার্কিটের মধ্যে পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে।
৪। প্রথম অবস্থায় LED1 এবং LED2 এর মধ্যে কোনোটি জ্বলে আছে তা নির্ণয় করতে হবে।
৫। SI সুইচকে একবার অন করে LED দ্বয় এর অবস্থা পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যাবে TR1 ট্রানজিস্টর অন হওয়ার কারণ LED1 জ্বলে উঠবে।
৬। অনুরূপভাবে S2 অন করলে TR2 ট্রানজিস্টর অন হবে এবং TR1 ট্রানজিস্টর অফ হবে ফলে LED2 অন হবে এবং LED1 অফ হবে। অর্থাৎ S1 অন করা হবে, তখন ফ্লিপ ফ্লপটি সেট হবে এবং যখন S2 অন করা হবে তখন ফ্লিপ ফ্লপটি রিসেট হবে।

৬। অংকের নাম ঃ অ্যাস্টবল মাল্টিভাইব্রেটর সার্কিট তৈরিকরণ।

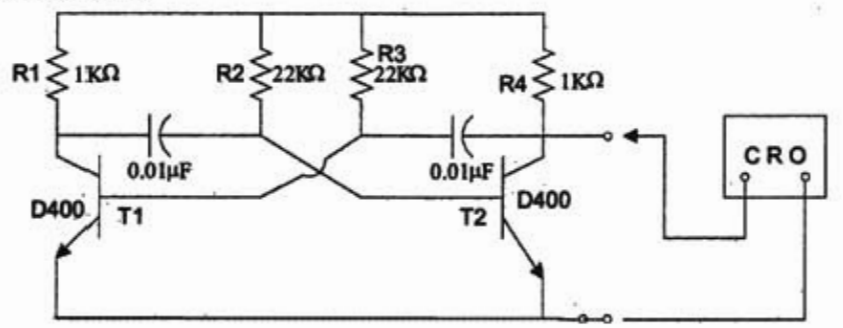
উদ্দেশ্য ঃ

১। অ্যাস্টবল মাল্টিভাইব্রেটর সম্বন্ধে জ্ঞান অর্জন।
২। অ্যাস্টবল মাল্টিভাইব্রেটর এর সার্কিট তৈরি করা এবং আউটপুট ওয়েভ প্রদর্শন করা।
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। পাওয়ার সাপ্লাই DC 12V
২। অসিলোস্কোপ
৩। ট্রানজিস্টর D400 ২টি
৪। ক্যাপাসিটর
৫। রেজিস্টর
৬। ব্রেড বোর্ড ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ অ্যাস্টবল মাল্টিভাইব্রেটর সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। উপরের চিত্র অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড কম্পোনেন্টগুলো বসাতে হবে।
২। অসিলোস্কোপটি সার্কিটের সাথে সংযুক্ত করতে হবে।
৩। সার্কিটে পাওয়ার সাপ্লাই দিতে হবে।
৪। অসিলোস্কোপের সাহায্যে মাল্টিভাইব্রেটরের ওয়েভ প্রদর্শন করতে হবে।
৫। মাল্টিভাইব্রেটরের ওয়েভ পরীক্ষা করে তার কার্য পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা করা যাবে।

৭। জবের নাম ঃ জিনার ডায়োড এবং ট্রানজিস্টর ক্লিপার সার্কিট এর অপারেশন প্রদর্শনকরণ।

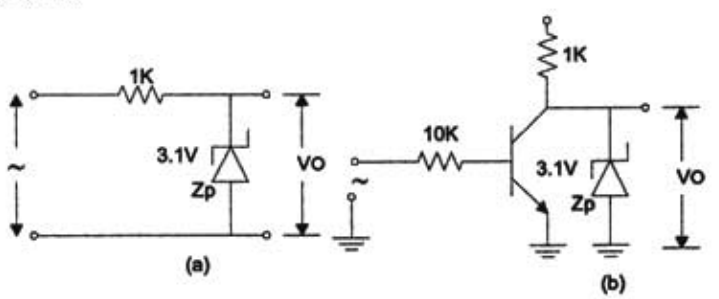
উদ্দেশ্য ঃ

১। ক্লিপার সার্কিট সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞান অর্জন।
২। জিনার ডায়োড এবং ট্রানজিস্টর দিয়ে ক্লিপার সার্কিট তৈরি করা।
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। জিনার ডায়োড (3.1 V) ১টি
২। ট্রানজিস্টর (D-400) ১টি
৩। রেজিস্টর (1KΩ) ২টি
৪। রেজিস্টর (10KΩ) ১টি
৫। সিগন্যাল জেনারেটর ১টি
৬। অসিলোস্কোপ ১টি
৭। ব্রেড বোর্ড ১টি
৮। পাওয়ার সাপ্লাই ১২ ভোল্ট।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ

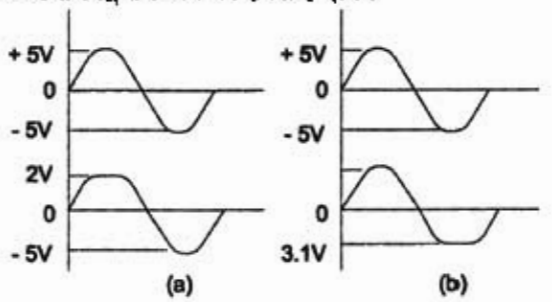


চিত্র ঃ জিনার ডায়োড এবং ট্রানজিস্টর ক্লিপার সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম ব্রেড বোড প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি দিয়ে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিট সাজাতে হবে।
২। এরপর সার্কিটের সাথে অসিলোস্কোপ ও সিগন্যাল জেনারেটর সংযোগ দিতে হবে।
৩। এরপর ইনপুট ও আউটপুট অসিলোস্কোপ প্রদর্শন করতে হবে।
ওয়েভগুলো নিম্নরূপ এর কাছাকাছি হবে।

ওয়েভগুলো নিম্নরূপ এর কাছাকাছি হবে।



৮। জবের নাম ঃ স্কয়ার ওয়েভের পজিটিভ ও নিগেটিভ ক্লাম্পিং সার্কিট তৈরিকরণ

উদ্দেশ্য ঃ

১। ক্লাম্পিং সার্কিট সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন।

২। সহজ পদ্ধতিতে ক্লাম্পিং সার্কিট তৈরি করা।

৩। পজিটিভ ও নিগেটিভ ক্লাম্পিং সার্কিট তৈরি করা।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। স্কয়ার ওয়েভ সিগন্যাল জেনারেটর

২। ডায়োড (IN4007) ১টি

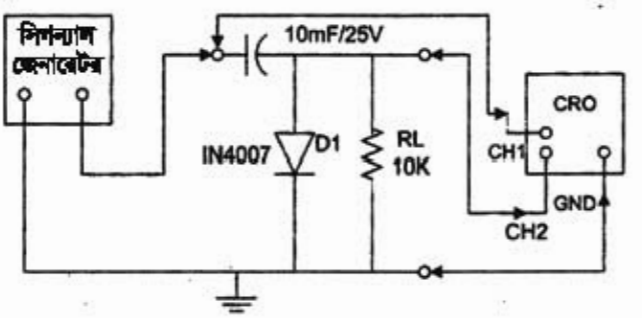
৩। ক্যাপাসিটর 10μF/25V।

৪। রেজিস্টর (10KΩ) ১টি

৫। অসিলোস্কোপ ১টি

৬। ব্রেড বোর্ড টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ

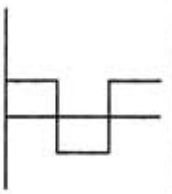
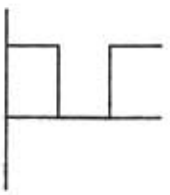
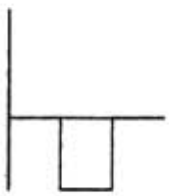


চিত্র ঃ নেগেটিভ ক্লাম্পার সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে ব্রেড বোর্ড কম্পোনেন্টগুলো সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সাজাতে হবে।

ডাটা শিট

ইনপুট	পজিটিভ ক্লাম্পার	নিগেটিভ ক্লাম্পার
		

২। এরপর সিগন্যাল জেনারেটর ও অসিলোস্কোপ সার্কিটটির সাথে সংযোগ দিতে হবে।

৩। ইনপুট ওয়েভ সিগন্যাল জেনারেটর হতে ক্ল্যাম্প ওয়েভ সার্কিটে পাঠাতে হবে।

৪। অসিলোস্কোপের মাধ্যমে সিগন্যাল ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।

৫। অনুরূপভাবে নিগেটিভ ক্লাম্পার সার্কিট তৈরি করে পরীক্ষা করতে হবে এবং ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভগুলো অঙ্কন করতে হবে।

৯। জবের নাম ঃ R-C টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট তৈরিকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। R-C টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট সম্বন্ধে ধারণা লাভ করা।

২। R-C টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিটের ইনপুট এবং আউটপুট সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ করা।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

সরঞ্জামাদি ঃ

১। অসিলোস্কোপ ১টি

২। সিগন্যাল জেনারেটর ১টি

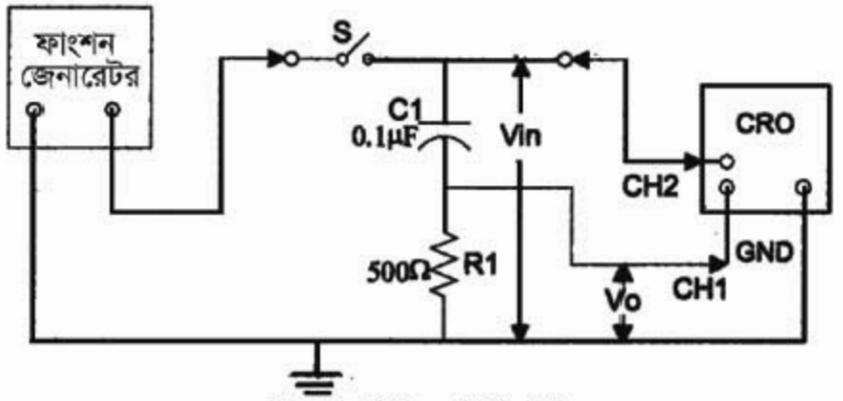
৩। ক্যাপাসিটর ০.১ মাইক্রোফ্যারাড

৪। রেজিস্টর ৫০০ কিলোওহম

৫। সুইচ

৬। ব্রেড বোর্ড

সার্কিট ডায়াগ্রাম :



চিত্র : R-C টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট

কার্য পদ্ধতি :

১। প্রথম ল্যাব হতে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করে সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুসারে ব্রেড বোর্ড সাজাতে হবে।

২। এরপর সিগন্যাল জেনারেটর ও অসিলোস্কোপের সাথে সার্কিটের সংযোগ দিতে হবে।

৩। এরপর সার্কিটের টাইম কনস্ট্যান্ট এর মান নির্ণয় করি অর্থাৎ $T = RC = 0.1\ \mu F \times 500K\ \Omega = 0.5$ Sec হবে। অর্থাৎ ইনপুট সিগন্যালের 0.5 sec পর আউটপুট সিগন্যাল সাপ্লাই ভোল্টেজের ৬৩% পাওয়া যাবে।

৪। SI অন কর টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিটের ইনপুট ও আউটপুট CRO তে পর্যবেক্ষণ করি।

১০। অধ্যের নাম : R-L টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট তৈরি।

উদ্দেশ্য :

১। R-L সার্কিট সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

২। R-L সার্কিট তৈরিকরণ।

৩। R-L সার্কিটের টাইম কনস্ট্যান্ট নির্ণয়করণ।

৪। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি :

১। ফাংশন জেনারেটর ১টি

২। অসিলোস্কোপ ১টি

৩। রেজিস্টর ১০ ওহম

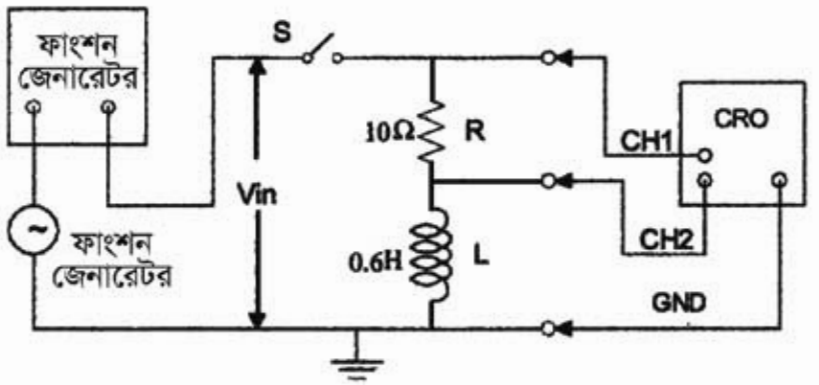
৪। ইন্ডাক্টর 0.6H

৫। সুইচ

৬। মিটার

৭। ব্রেড বোর্ড।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ R-L টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে ল্যাব থেকে প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করতে হবে।

২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ব্রেড বোর্ড সার্কিট সংযোগ করতে হবে।

৩। সিগন্যাল জেনারেটর এবং অসিলোস্কোপের সাথে সার্কিট সংযোগ দিতে হবে।

৪। এরপর সার্কিটের টাইম কনস্ট্যান্ট বের করতে হবে।

৫। টাইম কনস্ট্যান্ট বের করার সূত্র নিম্নরূপ ঃ

$$T_C = \frac{L}{R} = \frac{0.6}{10} = 0.06 \text{ sec}$$

এই সার্কিটের নির্ণয় টাইম কনস্ট্যান্ট হবে ০.০৬ সেকেন্ড, অর্থাৎ ইনপুট সিগন্যালের ০.০৬ সেকেন্ড পর আউটপুট সিগন্যাল সাপ্লাই ভোল্টেজের ৬৩% পাওয়া যাবে।

SI অন করে টাইম কনস্ট্যান্ট সার্কিট এর ইনপুট এবং আউটপুট CRO পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

১১। জবের নাম ঃ সিঙ্গেল ফেজ ইনভার্টার সার্কিট অপারেশন প্রদর্শনকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। সিঙ্গেল ফেজ ইনভার্টার সার্কিট সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন।

২। ট্রানজিস্টরের সাহায্যে সিঙ্গল ফেজ ইনভার্টার সার্কিটের অপারেশন পর্যবেক্ষণ।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। সিগন্যাল জেনারেটর ১টি

২। অসিলোস্কোপ ১টি

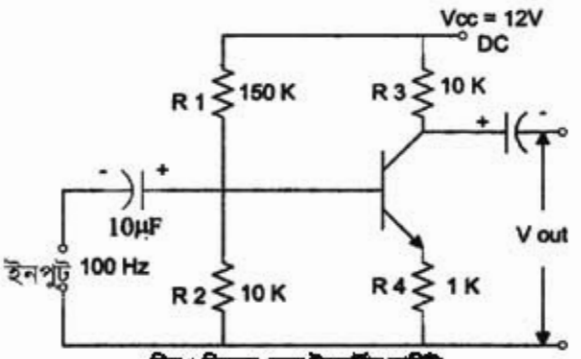
৩। ট্রানজিস্টর ১টি 2N2219A

৪। ক্যাপাসিটর ২টি 10μF/25V

৫। রেজিস্টর

৬। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট ১টি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



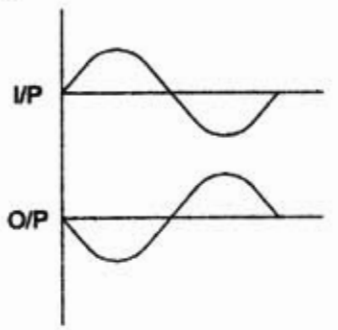
চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ ইনভার্টার সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ল্যাব হতে সংগ্রহ করতে হবে।

২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টসমূহ ব্রেড বোর্ডে স্থাপন করতে হবে।

৩। সিগন্যাল জেনারেটর হতে ১০০ হার্টজ সিগন্যাল ইনপুটে প্রদান করতে হবে এবং আউটপুটে অসিলোস্কোপের সাহায্যে ইনপুট ওয়েভ ফেজ ইনভার্ট হয়েছে কীনা তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।



১২। অধ্যের নাম ঃ LED এর সুইচ অন করার জন্য একটি সহজ ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিটের অপারেশন প্রদর্শনকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। ট্রানজিস্টর সুইচিং সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন করা।

২। ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিটের সাহায্যে LED সুইচ অন করা।

৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগে দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ট্রানজিস্টর ১টি (D-400)

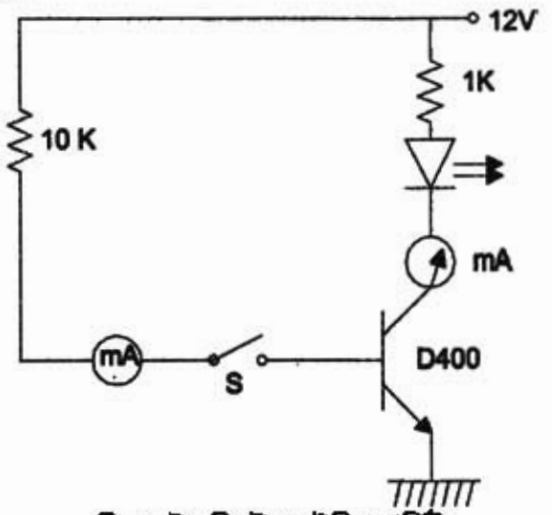
২। রেজিস্টর ২টি (10K, 1K)

৩। LED ১টি

৪। পুস সুইচ ১টি

৫। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (P.S.V) ১টি
৬। অ্যামিটার ২টি

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ল্যাব হতে সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেড বোর্ডে স্থাপন করতে হবে।
৩। পাওয়ার সরবরাহ করে সুইচটি অন করে অ্যামিটারের পাঠ লক্ষ করতে হবে। LED অন হচ্ছে কীনা তা লক্ষ করতে হবে।

নোট ঃ ট্রানজিস্টরের বেস কারেন্ট প্রবাহিত হলে কালেক্টর কারেন্ট β গুণ আসবে এবং LED জ্বলে উঠবে।

১৩। জবের নাম ঃ রিলে অপারেট করার জন্য একটি ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিটের অপারেশন প্রদর্শনকরণ।

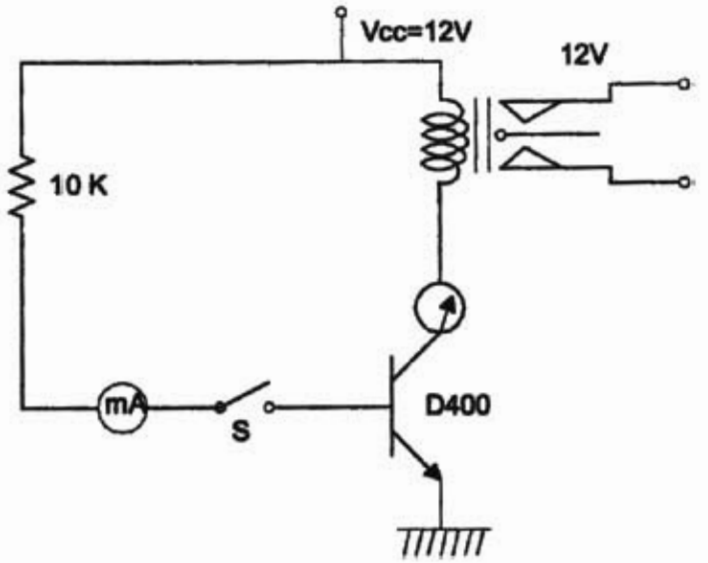
উদ্দেশ্য ঃ

১। ট্রানজিস্টর সুইচিং প্রদর্শন সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জন।
২। ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিট ব্যবহার করা রিলক অপারেট করা।
৩। তাত্ত্বিক জ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখানো।

প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ঃ

১। ট্রানজিস্টর ১টি (D-400)
২। রেজিস্টর ২টি (10K)
৩। রিলে ১টি (1000Ω, 12V)
৪। পুস সুইচ ১টি
৫। পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিট (P.S.V) ১টি
৬। অ্যামিটার ২টি

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর সুইচিং সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথম প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি স্যাব হতে সংগ্রহ করতে হবে।

২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী প্রত্যেকটি কম্পোনেন্টকে ব্রেড বোর্ডে স্থাপন করতে হবে।

৩। পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে সুইচটিকে অন করতে হবে এবং অ্যামিটারের পাঠগুলো লক্ষ করতে হবে এবং দেখতে হবে রিলেটি অপারেট হচ্ছে কীনা।

নোট ঃ ট্রানজিস্টর বেস কারেন্ট প্রবাহিত হলে কালেক্টর কারেন্ট β গুণ আকারে প্রবাহিত হবে এবং রিলেও অপারেট হবে।

১৪। জবের নাম ঃ টেপ রেকর্ডারের ইলেকট্রনিক্স অংশগুলো পর্যবেক্ষণ ও শনাক্তকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। টেপ রেকর্ডারের বিভিন্ন স্টেজ শনাক্তকরণ।

২। টেপ রেকর্ডারের বিভিন্ন স্টেজের ত্রুটি শনাক্ত ও মেরামতকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

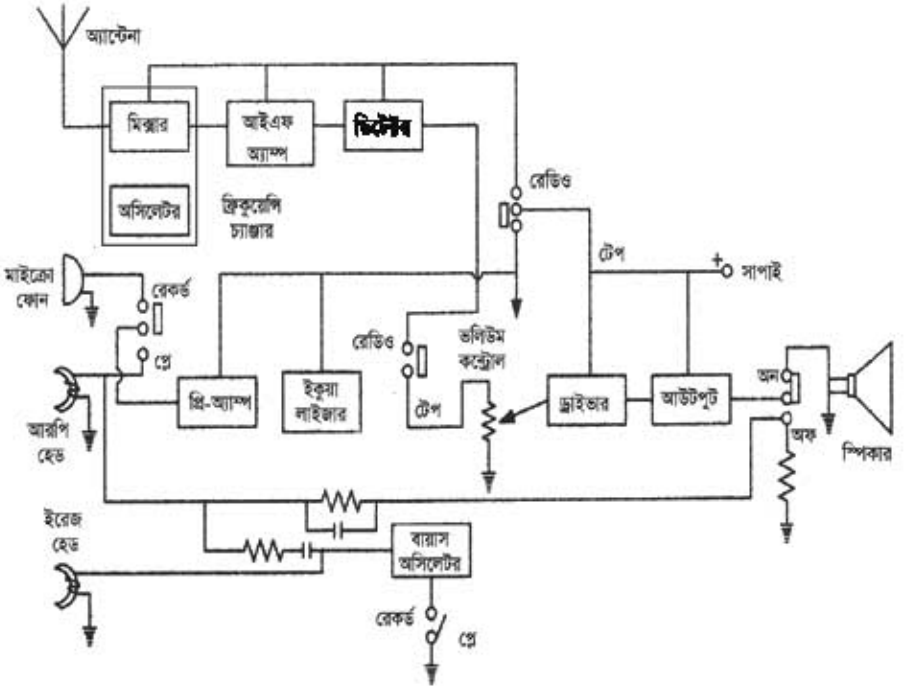
১। অ্যাভোমিটার

২। ক্যাসেট প্লেয়ার

৩। স্ক্রু-ড্রাইভার

৪। অ্যালাইনমেন্ট টুলস

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ অডিও ক্যাসেট প্লেয়ারের ব্লক ডায়াগ্রাম

স্টেজ পরিচিতি ও ত্রুটি শনাক্তকরণ পদ্ধতি ঃ

১। **প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার ঃ** মাইক্রোফোন এবং হেড এই স্টেজের সাথে যুক্ত থাকে। এটি রেকর্ডিং এবং প্লে ব্যাক হেড থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালকে এবং রেকর্ডিং এর সময় মাইক্রোফোন থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালের বিবর্ধিত করে। প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে সহজে নয়েজ প্রবেশ করতে পারে না।

২। **ইকুয়ালাইজার ঃ** প্রি-অ্যামপ্লিফায়ার পরবর্তী স্টেজই হলো ইকুয়ালাইজার স্টেজ। এই স্টেজের কাজ হলো বিভিন্ন মানের ফ্রিকুয়েন্সির অ্যামপ্লিচুডকে বাড়া কমার মাধ্যমে সমন্বয় করা। ইকুয়েলাইজারে নিগেটিভ ফিডব্যাক ব্যবহার করা হয়।

৩। **ড্রাইভার ঃ** ড্রাইভার এর কাজ হলো ইকুয়ালাইজারের আউটপুটের দুর্বল সিগন্যালকে শক্তিশালী করে আউটপুট স্টেজে প্রেরণ করা।

৪। **আউটপুট স্টেজ ঃ** এই স্টেজের কাজ হলো ড্রাইভার হতে আগত সিগন্যালের পাওয়ার লেভেল কাঙ্ক্ষিতমানে বিবর্ধিত করে স্পিকারে প্রেরণ করা। সাউন্ডের তীব্রতা কম বেশি করার জন্য এখানে একটি কন্ট্রোল নব থাকে।

৫। বায়াস এবং ইরেজ ও সিলেক্টর ঃ টেপে এই ধারণকৃত তথ্য টেপ রেকর্ডারে রেকর্ডিং এবং প্লেব্যাক ছেড়ে অডিও সিগন্যালের সাথে এসি বায়াসিং কারেন্ট প্রয়োগ করার জন্য অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহার করা হয়। এই অসিলেটর হতে একটি ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে সিংকে সিগন্যাল ইরেজার হেডে দেওয়া হয়।

৬। মাইক্রোফোন এবং স্পিকার ঃ মাইক্রোফোন রেকর্ডিং এর সময় শব্দকে বৈদ্যুতিক সিগন্যাল রূপান্তর করে অপর পক্ষে স্পিকার রেকর্ডকৃত ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালকে শব্দে রূপান্তর করে।

৭। পাওয়ার সাপ্লাই/ব্যাটারি ঃ পাওয়ার সাপ্লাই/ব্যাটারি রেকর্ডারের বিভিন্ন অংশে প্রয়োজন মাফিক ভোল্টেজ সরবরাহ করে।

১৫। অনের নাম ঃ ডিস অ্যান্টেনা স্থাপন ও অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষাকরণ।

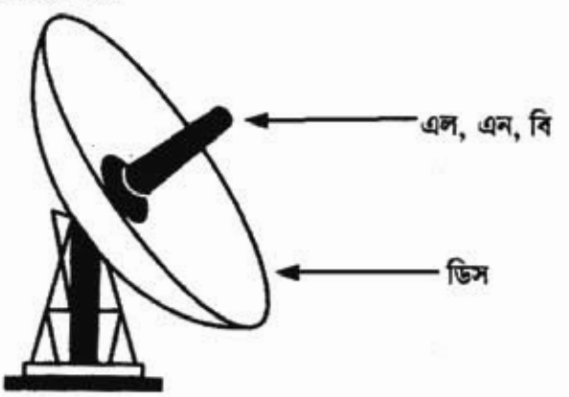
উদ্দেশ্য ঃ

১। স্যাটেলাইট রিসিভার সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞানার্জন।
২। স্যাটেলাইট অ্যান্টেনা স্থাপনকরণ।
৩। অ্যান্টেনা, রিসিভার ও টিভির মধ্যে সংযোগ স্থাপন।
৪। রিসিভার সেট টিউনিংকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। স্ক্রু ড্রাইভার সেট।
২। পায়ার্স সেট।
৩। এল.এন.বিএস ডিস অ্যান্টেনা।
৪। স্যাটেলাইট রিসিভার।
৫। টিভি সেট।
৬। কো-অ্যাক্সিয়াল কেবল এবং
৭। কর্নেক্ট।

একটি ডিস অ্যান্টেনার চিত্র ঃ



চিত্র ঃ স্যাটেলাইট ডিস

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে অ্যান্টেনার স্থাপন এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যেন অ্যান্টেনা ও স্যাটেলাইট যোগাযোগের মধ্যে কোনো বাধা না থাকে। যেমন- ঘর-বাড়ি, গাছপালা ইত্যাদি।

২। এরপর অ্যান্টেনার ফাউন্ডেশন পাইপকে ভূমির সাথে খাড়াভাবে কংক্রিট দিয়ে শক্তভাবে আটকাতে হবে।

৩। এরপর ফাউন্ডেশন পাইপের ওপর অ্যান্টেনাকে স্থাপন করতে হবে।

৪। ডিস অ্যান্টেনার এল.এন.বি ও রিসিভার এর মধ্যে কো-অ্যাক্সিয়াল কেবল এর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করতে হবে।

৫। রিসিভার ও টিভির মধ্যে সংযোগ স্থাপন করতে হবে।

৬। এরপর পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে টিভির মধ্যে রিসিভারের চ্যানেল অ্যাডজাস্ট করতে হবে।

৭। ডিস অ্যান্টেনাকে হরিজন্টাল ও ভার্টিক্যাল দিকে ঘুরিয়ে রিসিভার টিউনিং এবং টিভির মাধ্যমে স্যাটেলাইট এর দিকে অ্যাডজাস্ট করতে হবে।

৮। নির্দিষ্ট স্যাটেলাইট এর দিক নির্ণয় করার পর ডিস অ্যান্টেনাকে স্থায়ীভাবে সেট করতে হবে।

১৬। জবের নাম ঃ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার এর সাথে পরিচিতি লাভ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞানার্জন।

২। ডাটাশিট হতে অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার স্ট্যান্ডিকরণ।

৩। অপারেশনাল আইসি এর পিন টার্মিনাল শনাক্তকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। অসিলোস্কোপ

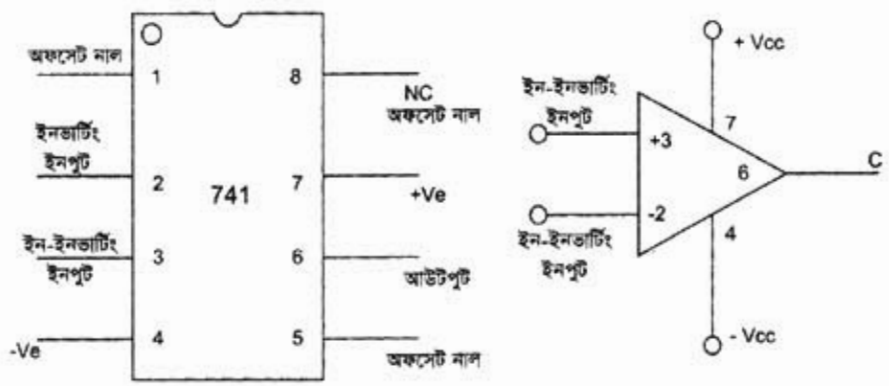
২। সিগন্যাল জেনারেটর আইসি- 741C

৪। রেজিস্টর $R_1 = R_2 = R_L = 10K\,\Omega$

৫। ব্রেড বোর্ড

৬। সাপ্লাই ভোল্টেজ (পাওয়ার সাপ্লাই)

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার

	প্যারামিটার	টেস্ট কন্ডিশন	মাইক্রো অ্যাম্পিয়ার 741			ইউনিট
			Min	Type	Max	
V_{OS}	অফসেট ভোল্টেজ	Rs = 10KΩ		1.0	5.0	mA
I_{OS}	অফসেট কারেন্ট	TA = +125 °C		7.0	200	nA
I_BIAS	ইনপুট বেস কারেন্ট	TA = +125 °C		30	500	nA
V_{CC}	সাপ্লাই ভোল্টেজ			±12	±18	V
V_{OUT}	আউটপুট ভোল্টেজ সুইং	RL = 10KΩ	±12	±14		
I_{CC}	সাপ্লাই কারেন্ট			1.4	2.8	mA
V_m	ইনপুট ভোল্টেজ	R_{IN} = 0.3MΩ	±12	±13		
P	পাওয়ার ডিসিপেশন				500	0C
T	অপারেটিং টেম্পারেচার রেঞ্জ		-55		±125	
R_{out}	আউটপুট রেজিস্ট্যান্স			75		Ω

১৭। জবের নাম ঃ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে অপ-অ্যাম্প 741C এর ব্যবহার।

উদ্দেশ্য ঃ

১। ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞানার্জন।

২। অপ-অ্যাম্প আইসি দিয়ে ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ার তৈরিকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। অসিলোস্কোপ

২। সিগন্যাল জেনারেটর

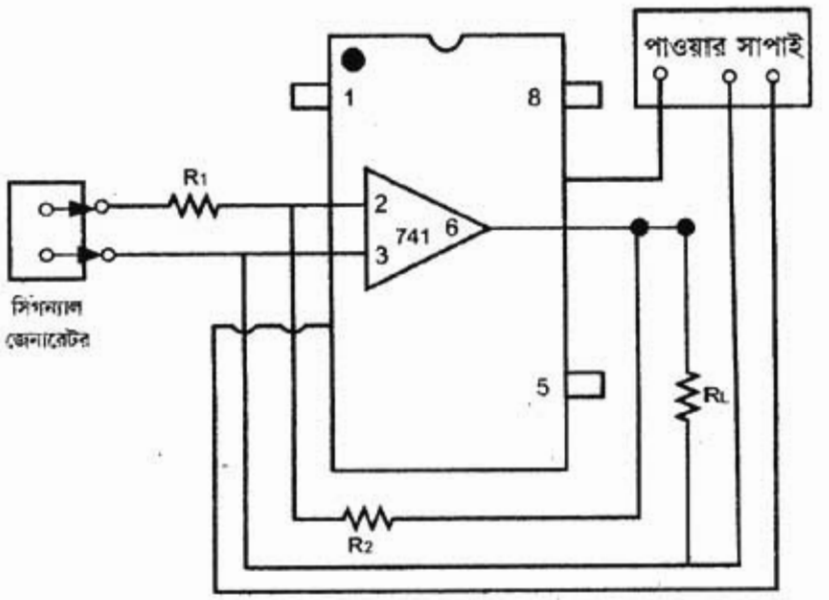
৩। আইসি – 741C

৪। রেজিস্টর $R_1 = R_2 = R_L = 10K\Omega$

৫। ব্রেড বোর্ড

৬। সাপ্লাই ভোল্টেজ (পাওয়ার সাপ্লাই)।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ 741 অপ-অ্যাম্প

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট ও যন্ত্রপাতি ল্যাব থেকে সংগ্রহ করতে হবে।

২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেড বোর্ডে সাজাতে হবে।

৩। এরপর সঠিকভাবে সার্কিটের সঙ্গে সিগন্যাল জেনারেটর এবং অসিলোস্কোপ সংযোগ স্থাপন করতে হবে।

৪। সঠিকভাবে পজিটিভ ও নিগেটিভ ভোল্টেজ সাপ্লাই দিতে হবে।

৫। বিভিন্ন ধরনের সিগন্যাল দিয়ে সার্কিটের ইনপুট ও আউটপুট অসিলোস্কোপ এ পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

১৮। জবের নাম ঃ নন-ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে অপ-অ্যাম্প এর ব্যবহার প্রদর্শনকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। নন-ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে বাস্তব জ্ঞান লাভ করা।

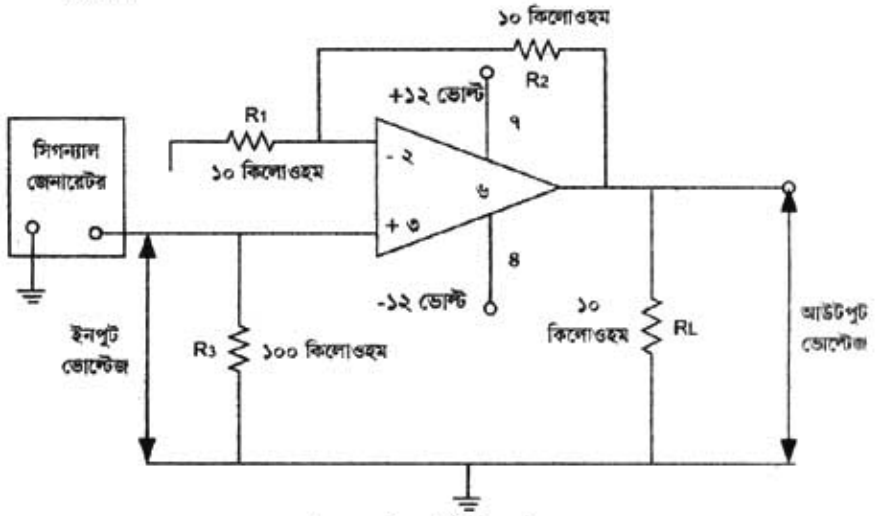
২। নন-অ্যাম্প অ্যামপ্লিফায়ার এর ব্যবহার করে নন-ইনভার্টিং অ্যামপ্লিফায়ার তৈরিকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। অসিলোস্কোপ - ১টি
২। সিগন্যাল জেনারেটর - ১টি
৩। আইসি – 741 টি
৪। রেজিস্টর, $R_1 = R_2 = ১০$ কিলোওহম - ১টি
৫। পাওয়ার সাপ্লাই ১২ ভোল্ট - ১টি
৬। রেজিস্টর $R_3 = ১০০$ কিলোওহম –১টি
৭। ব্রেড বোর্ড - ১টি
৮। লোড রেজিস্টর $R_L = ১০০$ কিলোওহম - ১টি

২০২০

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ নন-ইনভার্টিং OP-Amp

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট ও যন্ত্রপাতি ল্যাব থেকে সংগ্রহ করতে হবে।

২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেড বোর্ডে সাজাতে হবে।

৩। এরপর সঠিকভাবে সার্কিটের সঙ্গে সিগন্যাল জেনারেটর এবং অসিলোস্কোপ সংযোগ করতে হবে।

৪। সঠিকভাবে আইসি কে পজিটিভ এবং নিগেটিভ ভোল্টেজ সাপ্লাই দিতে হবে।

৫। এবার সার্কিটে ইনপুটে বিভিন্ন ওয়েভের সিগন্যাল দিয়ে ইনপুট ও আউটপুট পর্যবেক্ষণ এবং ডাটা শিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

ডাটা শিট

পাঠের সংখ্যা	V_{in}	V_{out}	V_{out} V_{in}	মন্তব্য
১				
২				
৩				

১৯। অধ্যের নাম ঃ অ্যাডার হিসেবে অপ-অ্যাম্প এর ব্যবহার প্রদর্শনকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। অ্যাডার সার্কিট সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ করা।

২। অপ-অ্যাম্প আইসি দিয়ে অ্যাডার সার্কিট তৈরিকরণ এবং ইনপুট ও আউটপুট পর্যবেক্ষণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

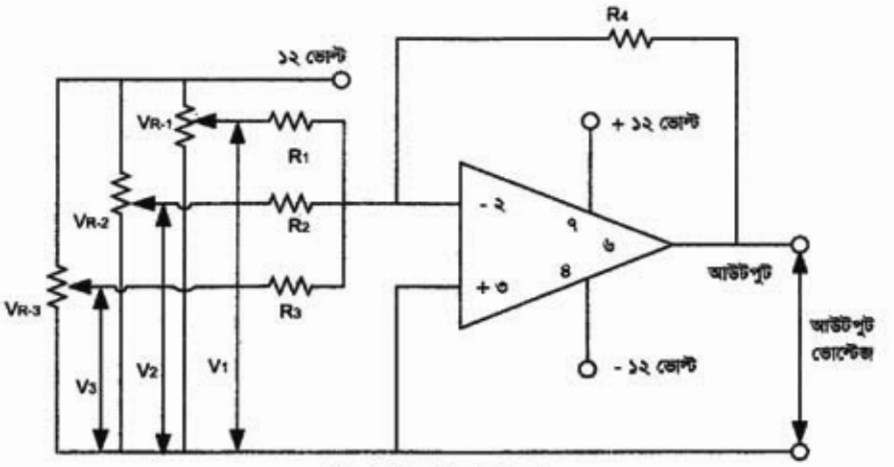
১। অ্যাভোমিটার-৪টি

২। পাওয়ার সাপ্লাই ± ১২ ভোল্ট-১টি

৩। ব্রেড বোর্ড- ১টি

৪। আইসি (অপ-অ্যাম্প) 741- ১টি
৫। রেজিস্টর $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = ১০$ কিলোওহম- ৪টি

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ অ্যাডার অপ-অ্যাম্প

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট ও যন্ত্রপাতি ল্যাব থেকে সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেড বোর্ডে সাজাতে হবে।
৩। মিটারসমূহকে সতর্কতার সাথে সার্কিটে সংযোগ করতে হবে এবং ভোল্টেজ মাপতে হবে।
৪। অপ-অ্যাম্প আইসির সাপ্লাই পিন সঠিকভাবে শনাক্ত করে সাপ্লাই দিতে হবে।
৫। ভেরিয়্যাবল রেজিস্টরকে ঘুরিয়ে বিভিন্ন মানে সেট করে আউটপুট ভোল্টেজের মান পর্যবেক্ষণ করতে হবে। তারপর মিটারের পাঠগুলো ডাটাশিটে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

ডাটা শিট

পাঠের সংখ্যা	V_1	V_2	V_3	অপ-অ্যাম্প এর আউটপুট V_0	গণনাকৃত মান $V_o = (V_1 + V_2 + V_3)$
১।					
২।					
৩।					

২০। জবের নাম ঃ রিলে সার্কিট তৈরিকরণ

উদ্দেশ্য ঃ

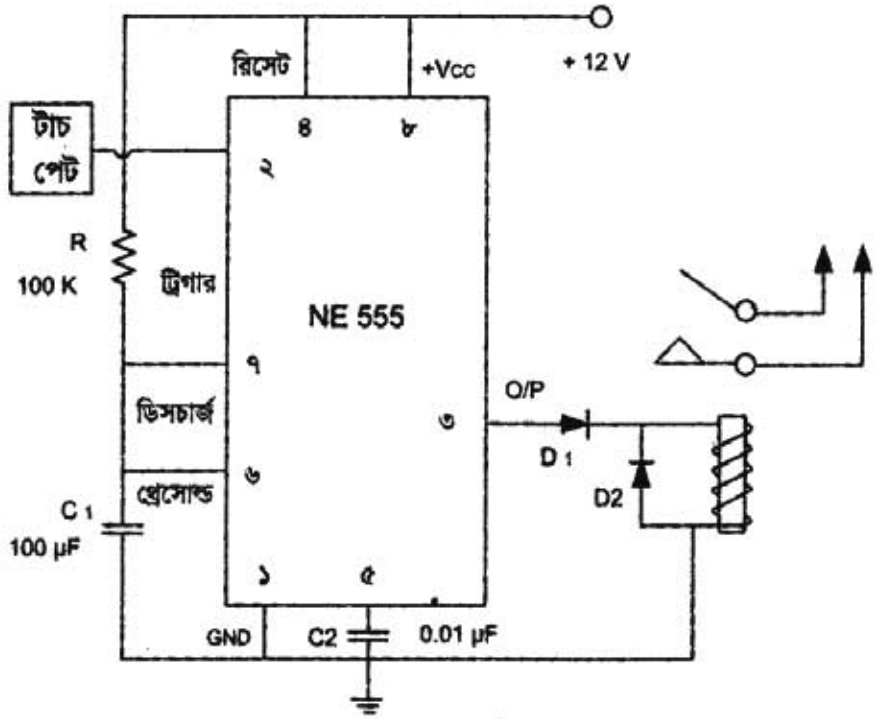
১। রিলের কার্যপ্রণালি সম্পর্কে জ্ঞান লাভকরণ।
২। NE 555 আইসি দিয়ে একটি রিলে সার্কিট তৈরিকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। রিলে ১২ ভোল্ট, ৪০০ - ১টি
২। আইসি NE 555 – ১টি
৩। রেজিস্টর ১০০ কিলোওহম – ১ টি

৪। ক্যাপাসিটর ১০০ মাইক্রোফ্যারাড ২৫ ভোল্ট – ১টি, ০.০১ মাইক্রোফ্যারাড – ১টি
৫। ডায়োড IN 4007 – ১টি
৬। পাওয়ার সাপ্লাই ১২ ভোল্ট – ১টি
৭। টাচ পেট ১ বর্গ ইঞ্চি – ১টি

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ রিলে সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় কম্পোনেন্ট ও যন্ত্রপাতি ল্যাব থেকে সংগ্রহ করতে হবে।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী কম্পোনেন্টগুলোকে ব্রেড বোর্ডে সাজাতে হবে।
৩। সার্কিটে ১২ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই দিতে হবে।
৪। রিলে সার্কিটের অবস্থা এবং কার্যপ্রণালি বর্ণনা করতে হবে অর্থাৎ কীভাবে রিলে কোনো সার্কিটকে অপেন বা ক্লোজ করবে তার ব্যাখ্যা দিতে হবে।

২১। জবের নাম ঃ একটি রিলে সার্কিট তৈরিকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

১। রিলে সম্পর্কে বাস্তব দক্ষতা অর্জনকরণ।
২। রিলে কীভাবে কাজ করে তা পর্যবেক্ষণ।

তত্ত্ব ঃ রিলে একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সুইচ। যার মধ্যে একটি কয়েল কোরের মধ্যে জড়ানো থাকে। একটি রিলে সামান্য কারেন্ট দিয়ে অপারেট করা যায়। এই কারেন্টের মান মিলিঅ্যাম্পিয়ার রেঞ্জের হয়ে থাকে।

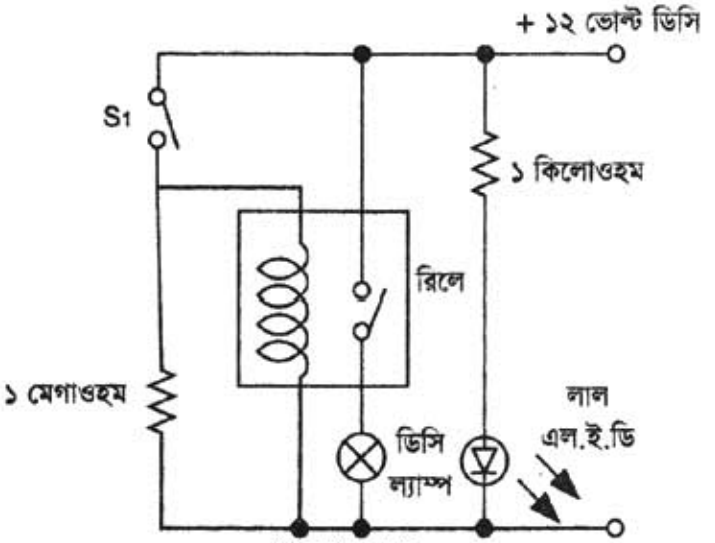
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। একটি এস.পি.এস.টি রিলে

২। একটি এস.পি.এস.টি সুইচ

৩। রেজিস্টর দুইটি ১ মেগাওহম, ১ কিলোওহম (১/২ ওয়াট)

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ রিলে সার্কিট

কার্যপ্রণালি ঃ

১। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সার্কিটটি তৈরি করতে হবে।

২। এবার সার্কিট ১২ ভোল্ট ডিসি সাপ্লাই দিতে হবে এবং সার্কিটের অবস্থা বর্ণনা করতে হবে। এমতাবস্থায় লাল এলইডি (LED) টি জ্বলতে থাকবে যেহেতু রিলে এই অবস্থায় কোনো কাজ করে না।

৩। S_1 সুইচ অন করতে হবে এবং সার্কিটের অবস্থা বর্ণনা করতে হবে। এমতাবস্থায় লাল এলইডি (LED)টি নিভে যাবে কারণ S_1 সুইচ অন করার ফলে রিলে কয়েল কার্যকর হবে এবং রিলে কন্ডাক্ট পয়েন্টে সংযোগ পাবে বিধায় এখন কম বাধা সম্পন্ন পথ ডিসি ল্যাম্প দিয়ে প্রবাহিত হবে এবং ডিসি ল্যাম্পটি জ্বলে উঠবে।

৪। S_1 সুইচ অফ করতে হবে এবং সার্কিটের অবস্থা বর্ণনা করতে হবে এবং এই অবস্থায় এলইডি (LED) আবার জ্বলে ওঠবে। কারণ রিলেও অকার্যকর হয়ে পড়বে।

২২। জবের নাম ঃ একটি ফিক্সড রেগুলেটর পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিট তৈরিকরণ।

উদ্দেশ্য ঃ

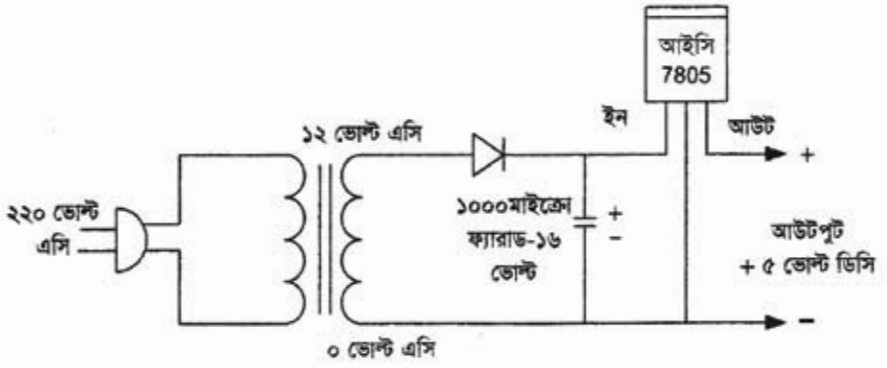
১। ফিক্সড রেগুলেটর পাওয়ার সাপ্লাই সম্পর্কে বাস্তব জ্ঞান অর্জনকরণ।

২। ফিক্সড রেগুলেটর পাওয়ার সাপ্লাই কীভাবে কাজ করে তা পর্যবেক্ষণ।

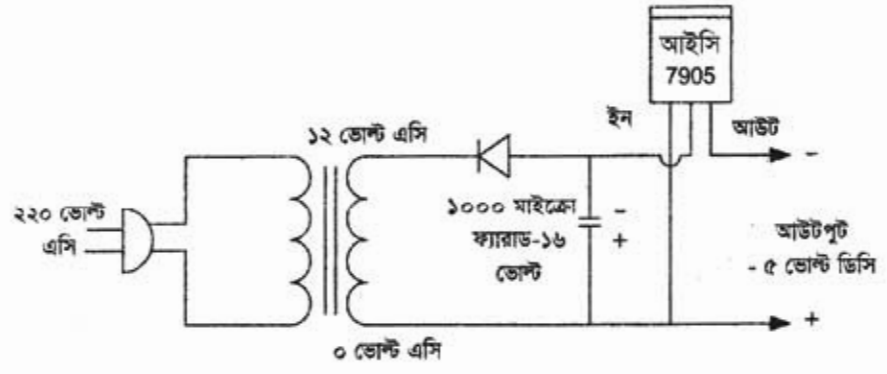
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

১। একটি ট্রান্সফরমার ২২০/১২ ভোল্ট
২। একটি ডায়োড
৩। একটি রেগুলেটর আইসি।

সার্কিট ডায়াগ্রাম ঃ



চিত্র ঃ ফিক্সড রেগুলেটর পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিট



চিত্র ঃ ফিক্সড রেগুলেটর পাওয়ার সাপ্লাই সার্কিট

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। প্রথমে স্টোর থেকে প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করি।
২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ট্রেইনার বোর্ডে সার্কিট সাজাই।
৩। সার্কিটে পাওয়ার সরবরাহের ব্যবস্থা গ্রহণ করি।
৪। সার্কিট পর্যবেক্ষণ করি এবং আউটপুট ভোল্টেজ পরিমাপ করি।

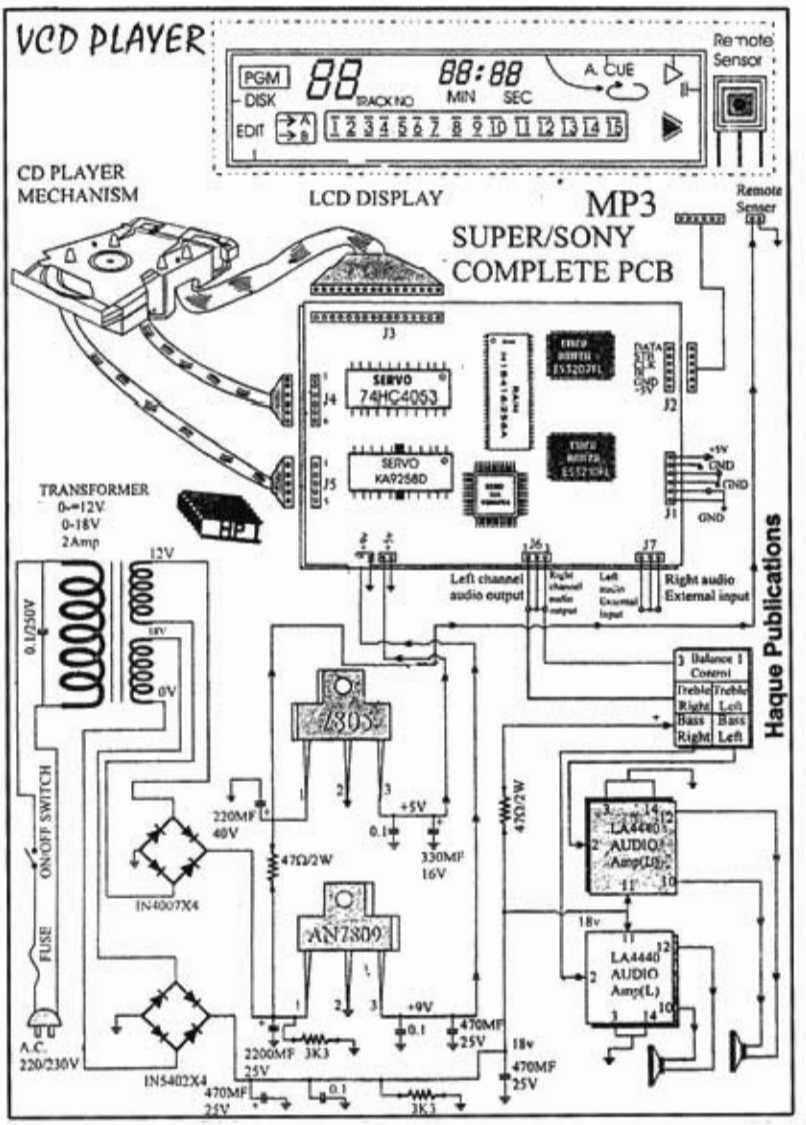
২৩। জবের নাম ঃ VCD প্লেয়ার পর্যবেক্ষণ

উদ্দেশ্য ঃ একটি VCD প্লেয়ারের কাজ পর্যবেক্ষণ ও কম্পোনেন্টের কাজ সম্পর্কে ধারণা লাভ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল :

১। VCD প্লেয়ার ¾ ১টি
২। ক্লু ড্রাইভার ¼ ১টি
৩। পাওয়ার সাপ্লাই

প্রয়োজনীয় চিত্র ও ড্রইং :



চিত্র : VCD প্লেয়ারের সার্কিট

কার্যপ্রণালি :

১। প্রথমে স্টোর রুম হতে প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করি।
২। VCD প্লেয়ারটি স্ক্রু-ড্রাইভার দিয়ে খুলি।
৩। VCD এর বিভিন্ন কম্পোনেন্টগুলো শনাক্ত করি।
৪। শনাক্তকৃত কম্পোনেন্টগুলোর নাম ও কাজ খাতায় লিপিবদ্ধ করি।

স্পিন্ডল মোটর : VCD প্লেয়ারের ডিস্ককে ঘোরাতে সাহায্য করে।

স্লাইড মোটর : অপটিক্যাল পিক-আপ অ্যাসেম্বলিকে ডিস্কের বিভিন্ন ধারে নেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।

লোডিং মোটর : VCD এর ট্রেকে ভিতরে ও বাইরে নিয়ে যায়।

পাওয়ার সাপ্লাই সেকশন : এ অংশের কাজ হচ্ছে AC সাপ্লাই কে DC সাপ্লাই রূপান্তর করে এবং প্রয়োজনীয় সরবরাহ VCD এর অন্যান্য সার্কিটে সাপ্লাই দেয়।

VCD কার্ড : এ অংশটি হচ্ছে VCD এর মূল অংশ। অনেকগুলো মেমোরি ও প্রসেসর নিয়ে গঠিত। এ অংশে ভিডিও সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণ করে।

ফ্রন্ট কন্ট্রোলার : VCD এর ফ্রন্ট কন্ট্রোলগুলো একে পরিচালনার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ডিসপ্লে প্যানেল : এটি VCD এর বিভিন্ন কমান্ড লেখা আকারে ডিসপ্লেতে প্রদর্শন করে।

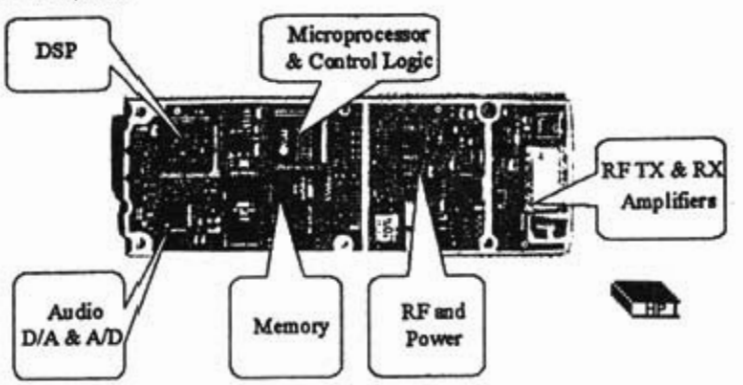
২৪। জবের নাম : মোবাইল সেটের বিভিন্ন অংশের সাথে পরিচিত হওয়া

উদ্দেশ্য : মোবাইল সেটের সার্কিটের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ ও উক্ত অংশের কাজ জানা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল :

১। মোবাইল সেট ¾ ১টি
২। মোবাইল ¾ ১টি।

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং :



চিত্র : মোবাইলের মাদার বোর্ড

কার্যপ্রণালি ঃ

১। প্রথমে স্টোর থেকে প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করি।
২। মোবাইল সেটটি স্ক্রু-ড্রাইভারের সাহায্যে খুলি।
৩। মোবাইল সেটের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করি ও উক্ত অংশের কাজ খাতায় লিপিবদ্ধ করি।

কী-প্যাড ঃ এ অংশের কাজ হচ্ছে কল করা, কলকাট ও কল রিসিভ করাসহ বিভিন্ন নাম্বার ব্যবহার করা। মোবাইলের কী-প্যাডে দুইটি অংশ থাকে।

1. Manual key.
2. Dialing key.

Power ON/OFF Key, Scorll Key, Menukey, Left and Right Soft Key এগুলো Menual Key এবং ,2,3,4,5,6,7,8,9,0* # এগুলো Dialing Key.

রিঙ্গার ঃ এর অপর নাম BUZZER। মোবাইল ফোনে কোনো ইনকামিং কল আসলে এটি বাজানোর জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয়, তাকে BUZZER বা রিঙ্গার বলে।

RF TX and R, Amplifier ঃ এ অংশের কাজ হচ্ছে Radio Frequency Signal কে গ্রহণ করে এবং প্রেরণ করে ও উক্ত Signal গুলোকে বর্ধিত করে।

ডিসপ্লে ঃ যে অংশের সাহায্যে মোবাইল সেটের সকল প্রোগ্রাম দেখানো হয়, তাকে ডিসপ্লে বলে। মোবাইল সেটে LCD ও LED ডিসপ্লে ব্যবহার হয়।

মাইক্রোফোন ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে মোবাইলের এক প্রান্তের যে কোনো ধরনের শব্দ অপর প্রান্তে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়, তাকে মাইক্রোফোন বলে। যদি এটা নষ্ট হয় তাহলে এক প্রান্তের শব্দ অপর প্রান্তে কোনো যাবে না।

Airphone ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে অপর প্রান্তের যে কোনো শব্দ নিজ কানে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়, তাকে Airphone বলে। যদি Airphone নষ্ট হয়, তাহলে অপর প্রান্তের কোনো শব্দ কোনো যাবে না।

Audio DA/and AD ঃ এ অংশের কাজ হচ্ছে অডিও অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে এবং ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে।

মেমোরি ঃ মোবাইলের সমগ্র তথ্য এ অংশে ধারণ করে রাখে। মোবাইলে দুই ধরনের মেমোরি ব্যবহৃত হয়।

1. স্থায়ী মেমোরি– ROM
2. অস্থায়ী মেমোরি– RAM.

মাইক্রো প্রসেসর অ্যান্ড কন্ট্রোল লজিক ঃ এ অংশের কাজ হলো মোবাইলের সমগ্র কার্যক্রমকে নিয়ন্ত্রণ এবং প্রক্রিয়াকরণ করা।

RF and Power ঃ এ অংশের কাজ হচ্ছে মোবাইল ব্যাটারি থেকে সমগ্র সার্কিটে পাওয়ার প্রদান করা।

২৫। জবের নাম ঃ ট্রানজিস্টর টেস্টারের সাহায্যে ট্রানজিস্টর পরীক্ষাকরণ
উদ্দেশ্য ঃ ট্রানজিস্টর টেস্টারের ব্যবহার ও ট্রানজিস্টর মাপ কার্যক্রম জানা।
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। PNP ট্রানজিস্টর - ১টি
২। NPN ট্রানজিস্টর - ১টি
৩। ট্রানজিস্টর টেস্টার - ১টি
৪। ছুরি - ১টি

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং ঃ

চিত্র ঃ Transistor checker

কার্যপদ্ধতি ঃ

১। একটি ট্রানজিস্টর নেই।
২। ছুরির সাহায্যে ট্রানজিস্টরের লেগসমূহ ভালোভাবে পরিষ্কার করি।
৩। একটি ট্রানজিস্টর টেস্টার নেই।

৪। ট্রানজিস্টর টেস্টারের ফাংশন নবসমূহ শনাক্ত করি।
৫। টেস্ট টার্মিনালে ট্রানজিস্টর সংযোগ করি।
৬। ট্রানজিস্টরের লেগগুলোকে টেস্ট সকেটের টার্মিনালে তিনটিতে নিম্নরূপে সংযোগ করি-
নীল সকেটে - ট্রানজিস্টরের কালেক্টর
সবুজ সকেটে - ট্রানজিস্টরের কালেক্টর
হলুদ সকেটে - ট্রানজিস্টরের ইমিটার
৭। নির্দিষ্ট পরীক্ষার জন্য ফাংশন না সেট করি।
৮। ফাংশন সিলেক্টরকে অটোতে রাখি।
৯। ট্রানজিস্টর/ডায়োড সিলেক্টরকে ট্রানজিস্টর অবস্থানে রাখি।
১০। পাওয়ার সুইচ অন করি।
১১। শব্দ কোনোর ইচ্ছা থাকলে বাজার সুইচ অন অবস্থায় রাখি নতুবা অফ অবস্থানে রাখি।
১২। ড্রাইভ লেভেলকে লো অবস্থানে রাখি।
১৩। মিটার স্কেল রিডিং রাখি।
১৪। গুড/ব্যাড ইন্ডিকেটরের দিকে তাকিয়ে ডিসপ্লে সিগন্যাল দেখি।

চিত্র ঃ ট্রানজিস্টর টেস্টার

১৫। বাজার-এর সিগন্যাল শুনি।
১৬। ট্রানজিস্টরের অবস্থা শনাক্ত করি।
১৭। যদি গুড/বেড ইন্ডিকেটর গুড দেখায়, তাহলে ট্রানজিস্টরটি ভালো বলে গণ্য হবে।
১৮। যদি বাম দিকে অবস্থিত গুড ইন্ডিকেটর ফ্লাশ দিতে থাকে, তাহলে ট্রানজিস্টরটি PNP বা P চ্যানেলের।
১৯। যদি ডান দিকের গুড ইন্ডিকেটর ফ্লাশ দিতে থাকে, তাহলে ট্রানজিস্টরটি NPN বা N চ্যানেলের অন্তর্ভুক্ত।
২০। যদি বাজার সুইচ অন থাকে, তাহলে টেস্ট করার সময় ট্রানজিস্টরটি ভালো হলে বাজার থেকে থেমে থেমে শব্দ বের হতে থাকবে।
২১। অনুরূপভাবে অপর ট্রানজিস্টরটি পরীক্ষা করি।

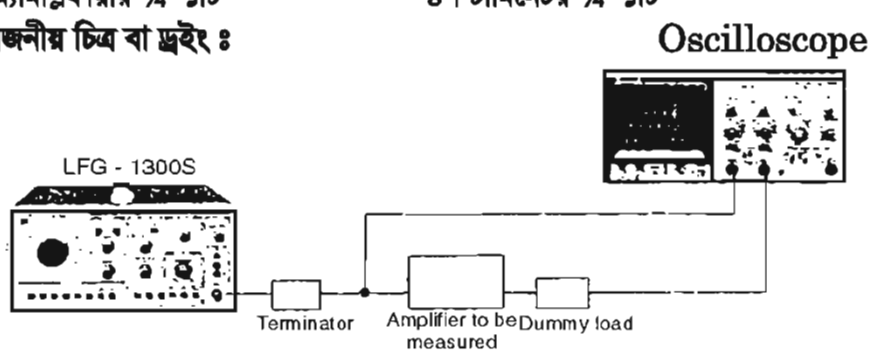
২৬। জবের নাম ঃ সিগন্যাল জেনারেটরের কাজ পর্যবেক্ষণ

উদ্দেশ্য ঃ সিগন্যাল জেনারেটরের ব্যবহার ও এর সাহায্যে কীভাবে কাজ করা হয় তার বাস্তব দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ঃ

১। সিগন্যালের জেনারেটর ¾ ১টি
২। অসিলোস্কোপ ¾ ১টি
৩। অ্যামপ্লিফায়ার ¾ ১টি
৪। টার্মিনেটর ¾ ১টি

প্রয়োজনীয় চিত্র বা ড্রইং ঃ



চিত্র ঃ সিগন্যাল জেনারেটর পরীক্ষণ

কার্যপ্রণালি ঃ

১। প্রথমে স্টোর থেকে প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করি।
২। সিগন্যাল জেনারেটর ও অসিলোস্কোপের কানেকটিং প্রোবগুলো সংযুক্ত করি।
৩। কানেকটিং প্রোবের সাহায্যে সিগন্যাল জেনারেটর, টার্মিনেটর, অ্যামপ্লিফায়ার, লোড ও অসিলোস্কোপের সাথে সংযোগ প্রদান করি।
৪। সিগন্যাল জেনারেটর, অ্যামপ্লিফায়ার, অসিলোস্কোপে পাওয়ার সরবরাহ দেই।
৫। প্রতিটি যন্ত্রাংশের পাওয়ার সুইচ অন করি।
৬। সিগন্যাল জেনারেটরের সিগন্যাল অনুযায়ী অসিলোস্কোপের পর্দায় সিগন্যাল পরিদর্শন করি।

Output waveform	Response of the amplifier	
	Flat level upto about 10 times of input frequency.	V, f
	High frequency is cut off at around 10 times of input frequency.	
	Low frequency is cutoff at around 1/10 of input frequency.	
	High pass frequency is increased at around 10 times of input frequency.	
	A sharp peak at around 10 times of input frequency.	

সমাপ্ত

২০২০ শিক্ষাবর্ষ
জেনারেল ইলেকট্রনিক্স-২

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারে ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

শিক্ষা মন্ত্রণালয়

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য