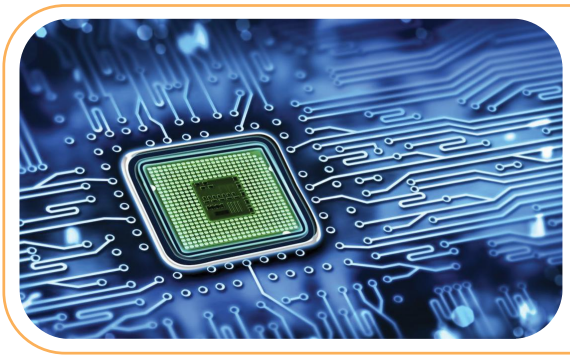
৩

সংখ্যা পদ্ধতি ও ডিজিটাল ডিভাইস

Number Systems and Digital Device



মূল শব্দ

- হায়ারোগ্লিফিক্স
- র‍্যাডিক্স পয়েন্ট
- বাইনারি
- অক্টাল
- ডেসিম্যাল
- হেক্সাডেসিম্যাল
- বুলিয়ান অ্যালজেবরা
- কোড
- মৌলিক লজিক গেইট
- সর্বজনীন গেইট
- অ্যাডার
- রেজিস্টার
- কাউন্টার

যেকোনো কিছুর গণনা বা হিসাব প্রকাশের জন্য প্রয়োজন সংখ্যা। সংখ্যা প্রকাশের প্রতীক হচ্ছে অঙ্ক। ব্যবহারের দিক থেকে সংখ্যার নাম ও ধরন সভ্যতার ক্রমবিকাশে পরিবর্তিত হয়েছে। সংখ্যার এই বিবর্তন, পরিবর্তন, পরিবর্ধন, সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস, সংখ্যা পদ্ধতির প্রকারভেদ, ডিজিটাল ডিভাইসে ব্যবহৃত বাইনারি সংখ্যার যোগ, বিয়োগ, চিহ্ন, বিভিন্ন প্রকার কোড, বুলিয়ান অ্যালজেবরা উপপাদ্যসমূহ, মৌলিক গেইট, সর্বজনীন গেইট, বিশেষ গেইট ও অ্যাডার নিয়ে আলোচনার পাশাপাশি এনকোডার, ডিকোডার, রেজিস্টার ও কাউন্টার নিয়ে এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

এ অধ্যায়ের পাঠগুলো পড়ে যা যা শিখব

- সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস
- সংখ্যা পদ্ধতির ধারণা
- সংখ্যা পদ্ধতির প্রকারভেদ
- বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা পদ্ধতির আন্তঃসম্পর্ক
- বাইনারি যোগ, বিয়োগ সম্পন্ন করা
- চিহ্নযুক্ত সংখ্যার ধারণা
- ২-এর পরিপূরক
- কোডের ধারণা
- বিভিন্ন প্রকার কোডের তুলনা
- বুলিয়ান অ্যালজেবরার ধারণা
- বুলিয়ান উপপাদ্যসমূহের প্রমাণ
- লজিক অপারেটর ব্যবহার করে বুলিয়ান অ্যালজেবরার ব্যবহারিক প্রয়োগ
- বুলিয়ান অ্যালজেবরার সাথে সম্পর্কিত ডিজিটাল ডিভাইসসমূহের কর্মপদ্ধতি

পাঠ পরিকল্পনা

পাঠ ১, ২	সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস ও সংখ্যা পদ্ধতি
পাঠ ৩-৬	সংখ্যা পদ্ধতির রূপান্তর
পাঠ ৭, ৮	বাইনারি যোগ ও বিয়োগ, চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও ২-এর পরিপূরক
পাঠ ৯	কোড ও বিভিন্ন প্রকার কোডের ধারণা
পাঠ ১০	কিছু গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান
পাঠ ১১	বুলিয়ান অ্যালজেবরা ও সত্যক সারণি
পাঠ ১২	ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য
পাঠ ১৩	লজিক গেইট
পাঠ ১৪, ১৫	সর্বজনীন গেইট ও বিশেষ গেইট
পাঠ ১৬, ১৭	এনকোডার ও ডিকোডার
পাঠ ১৮	অ্যাডার
পাঠ ১৯	ফ্লিপ ফ্লপ ও রেজিস্টার
পাঠ ২০	কাউন্টার

অক্ষর-পত্র প্রকাশনী

পাঠ ১ ও ২ সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস ও সংখ্যা পদ্ধতি

৩.১ সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস (History of Inventing Numbers)

প্রাচীনকালে মানব সভ্যতার বিবর্তনে ভাব প্রকাশ ও হিসাব-নিকাশ নানাভাবে মানুষের নিকট পরিচিতি লাভ করে। যোগাযোগ ব্যবস্থার উন্নয়নের সাথে সাথে হিসাব-নিকাশের নানা উপকরণ মানুষের নিকট পরিচিত হতে থাকে। সভ্যতার জন্মলগ্ন থেকে মানুষ হিসাব-নিকাশের প্রয়োজনীয়তায় দেয়ালে দাগ কাটা, কাঠি, নুড়িপাথর, রশির গিঁট এমনকি আঙুলের গণনায় হিসাব-নিকাশ করত। মিশরীয়রাই সর্বপ্রথম মোটামুটি পরিপূর্ণভাবে লেখার কৌশল আবিষ্কার করে।

মিশরীয়দের পদ্ধতি: মানব সভ্যতা বিকাশের পেছনে মিশরীয়দের অবদান অনস্বীকার্য। প্রাচীন মিশরে ব্যবসা-বাণিজ্য, স্থাপত্য ও জীবন যাত্রায় প্রভূত উন্নতির সাথে সাথে একটি উন্নত গণনা পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা দেখা দিয়েছিল। সেই প্রয়োজনীয়তা থেকে বিকশিত হয়েছিল মিশরীয় সংখ্যা পদ্ধতি। আনুমানিক খ্রিস্টপূর্ব ৩০০০-৩৪০০ অব্দে মিশরীয়রা ভাষা ও সংখ্যা নির্দেশ করতে বিভিন্ন চিত্রলিপির সাহায্য নিত। এই চিত্রলিপিকে বলা হয় হায়ারোগ্লিফিক্স। হায়ারোগ্লিফিক শব্দটি মূলত গ্রিক Hiero (পবিত্র) এবং Glyphein (রেখাঙ্কন) শব্দ দুইটির সমন্বয় থেকে উৎপন্ন হয়েছে। এই লিপির সাহায্যে হিসাব-নিকাশ ছিল বেশ কষ্টসাধ্য হওয়ার কারণে উদ্ভব হয় অপেক্ষাকৃত সহজ 'হায়ারোটিক' লিপির । এই লিপিটি তৈরি হয়েছিল চিত্র থেকেই কিন্তু চিত্রকে পূর্ণভাবে প্রকাশ করে নাই। এরপর মিশরীয়রা সংখ্যা লেখা শুরু করে 'ডিমোটিক' লিপির সাহায্যে। এই লিপিই পরবর্তীতে বিভিন্নভাবে পরিবর্তিত হয়ে মিশরীয়দের আধুনিক লিখন পদ্ধতির সূত্রপাত ঘটায়।

1	10	100	1,000	10,000	1,00,000	10,00,000

চিত্র: মিশরীয় হায়ারোগ্লিফিক্স সংখ্যা পদ্ধতি

ধরা যাক, মিশরীয় পদ্ধতিতে আমরা ৮৭৩২ লিখতে চাই। এক্ষেত্রে আমাদের ৮ টি ১০০০, ৭টি ১০০, ৩টি ১০ এবং ২টি ১ পাশাপাশি লিখতে হবে। ফলে ৮৭৩২ সংখ্যার প্রাচীন মিশরীয় রূপটি হবে -

ব্যাবিলনীয়দের লিখন পদ্ধতি: গণিতশাস্ত্রে ব্যাবিলনীয়দের অভূতপূর্ব অগ্রগতি সাধিত হয়েছিল। একদিকে জ্যামিতি শাস্ত্র বিকাশিত হয়েছিল মিশরে, অন্যদিকে পাটিগণিত ও জ্যোতির্বিদ্যা বিকাশিত হয়েছিল ব্যাবিলনে। ব্যাবিলনীয় বিজ্ঞানের সুদূরপ্রসারী প্রভাব আজও আমাদের মাঝে বিদ্যমান। মিশরীয়দের মতো ব্যাবিলনীয়রাও শূন্যের ব্যবহার জানত না। তবে মিশরীয়দের সাথে ব্যাবিলনীয়দের সংখ্যা পদ্ধতির মূল পার্থক্য হলো- মিশরীয়রা কোনো সংখ্যাকে প্রকাশ করত ১০ এর গুণিতক আকারে অন্যদিকে ব্যাবিলনীয়রা করত ৬০ এর গুণিতক আকারে। তাই ব্যাবিলনীয় সংখ্যা পদ্ধতিকে ষাটমূলক পদ্ধতিও বলা হয়।

Number	Symbol
1	
10	
60	
600	

চিত্র: ব্যাবিলনীয় ষাটমূলক সংখ্যা পদ্ধতি

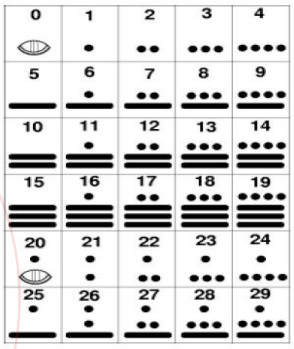
গ্রিকদের সংখ্যা লিখন পদ্ধতি : গ্রীকরাও ব্যাবিলন ও মিশরের মতো শূন্যের ব্যবহার জানত না। এর একটি বড় কারণ গ্রীকরা অনেক ব্যাপারেই ব্যাবিলন ও মিশরের দ্বারা প্রভাবিত। তবে গ্রীকরা সংখ্যার জন্য কোনো আলাদা প্রতীক উদ্ভাবন করেনি, বরং গ্রীক বর্ণমালার অক্ষরের সাহায্যে তারা সংখ্যা প্রকাশ করত। সংখ্যার সারণি থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি λ (ল্যাম্বডা) দ্বারা বোঝানো হতো ৩০ (কারণ λ এর অবস্থান ৩ নম্বর সারিতে ও ১০ এর কলামে) এবং β (বিটা) দ্বারা বোঝানো হতো ২। তাই গ্রীক পদ্ধতিতে ৩২ লিখতে চাইলে আমাদের লিখতে হবে λβ। কিন্তু সমস্যা হলো সারণি থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি ১ থেকে ৯৯৯৯ পর্যন্ত সংখ্যা লিখতেই গ্রীকরা ৩৬টি আলাদা আলাদা অক্ষর ব্যবহার করত। একইভাবে একলক্ষ পর্যন্ত লিখতে ৪৬টি, দশলক্ষ পর্যন্ত লিখতে ৫৫ এবং এক কোটি পর্যন্ত লিখতে ৬৪টি আলাদা আলাদা হরফ ব্যবহার করতে হতো।

·	1	10	100	1000
1	α	ι	ρ	,α
2	β	κ	σ	,β
3	γ	λ	τ	,γ
4	δ	μ	υ	,δ
5	ε	ν	φ	,ε
6	ς	ξ	χ	,ς
7	ζ	ο	ψ	,ζ
8	η	π	ω	,η
9	θ	ϟ	ϡ	,θ

চিত্র: গ্রীক সংখ্যার সারণী

রোমানদের সংখ্যা লিখন পদ্ধতি : রোমানরা শূন্যের ব্যবহার না জানলেও সংখ্যা ব্যবহারে তাদের উদ্ভাবিত চিহ্ন বেশ জনপ্রিয়তা লাভ করেছিল। আজও পর্যন্ত রোমান হরফ বেশ ব্যবহৃত এবং সুপরিচিত। তাদের সংখ্যা প্রকাশে মৌলিক চিহ্ন ব্যবহার করা হতো এক (I), পাঁচ (V), দশ (X), পঞ্চাশ (L), একশো (C), পাঁচশো (D), এবং একহাজার (M) এর ক্ষেত্রে। রোমানদের পদ্ধতিটি ছিল অনেকটা মিশরীয়দের মতো। যেমন কেউ রোমান পদ্ধতিতে ২০১৭ লিখতে চাইলে তাকে দুটি এক হাজার (M), একটি দশ (X) এবং সাত (VII) পাশাপাশি লিখতে হবে। তাই রোমান পদ্ধতিতে ২০১৭ হলো MMXVII।

মায়াদের সংখ্যা পদ্ধতি: মায়া সভ্যতা ছিল ব্যতিক্রম। মায়া সভ্যতায় সংখ্যা পদ্ধতির বিকাশ ঘটেছিল একদম স্বতন্ত্রভাবে। তাদের সংখ্যাপদ্ধতি ছিল ৫ ভিত্তিক, তবে মায়ানরা শূন্যের জন্য আলাদা প্রতীক ব্যবহার করত। শূন্য, এক ও পাঁচ এই তিনটি সংখ্যার জন্য তারা আলাদা প্রতীক ব্যবহার করত। বাকি সকল সংখ্যাগুলো লিখত এই তিনটি প্রতীক ব্যবহার করে। সেদিক থেকে চিন্তা করলে আধুনিক পদ্ধতির অনেক কাছাকাছি পৌঁছে গিয়েছিল মায়ানরা। তবে যোগ-বিয়োগের জন্য মায়াদের পদ্ধতিও বিশেষ সুবিধার ছিল না।



চিত্র: মায়া সভ্যতায় ব্যবহৃত সংখ্যা প্রতীক

আধুনিক সংখ্যা পদ্ধতি: বর্তমানে আমারা যে পদ্ধতিতে সংখ্যা লিখি সেটা প্রাচীন ভারতীয় ও আরবদের সম্মিলিত অবদান। শূন্য থেকে নয় পর্যন্ত মোট দশটি প্রতীক ব্যবহার করে যেকোনো সংখ্যা লিখার পদ্ধতিটি ভারতীয়রা আবিষ্কার করেছিল প্রায় ৬০০ খ্রিস্টাব্দের দিকে। যদিও খ্রিস্টীয় দ্বিতীয় শতক থেকেই এই পদ্ধতির যাত্রা শুরু হয়েছিল বলে অনেকে মনে করেন, তবে ৬০০ খ্রিস্টাব্দের আগের কোনো লিপিবদ্ধ প্রমাণ এখনও পাওয়া যায়নি। ভারতীয়দের শূন্য আবিষ্কার ও এক থেকে নয় পর্যন্ত বিভিন্ন চিহ্ন ব্যবহার করে সংখ্যা লিখন পদ্ধতি ইতিহাসে এক যুগান্তকারী পরিবর্তন আনতে সক্ষম হয়। ব্যবসা বাণিজ্য ও ধর্মপ্রচারের উদ্দেশ্যে ভারতবর্ষে আরবদের যোগাযোগ সেই সময় থেকেই ছিল। ভারতীয় পদ্ধতিতে যোগ-বিয়োগের হিসাব সে সময়ে আরবে প্রচলিত সিস্টেমের চেয়ে অনেক সহজ ও কার্যকরী ছিল। ফলে আরব বণিকদের মাধ্যমে এই শূন্য সম্বলিত লিখন পদ্ধতি প্রথমে ভারত থেকে আরবে যায়, পরে সেখান থেকে পাশ্চাত্যে তথা সারা বিশ্বে ছড়িয়ে পড়ে। সপ্তদশ শতাব্দী নাগাদ অন্যসব লিখন পদ্ধতি পুরোপুরি বর্জিত হয়ে এই পদ্ধতি বিভিন্ন ভাষার নিজস্ব স্টাইলে গৃহীত হয়। বর্তমানে সংখ্যা লেখার জন্য পৃথিবীর সকল ভাষাতেই তার নিজস্ব স্টাইলে ০,১,২,৩,৪,৫,৬,৭,৮,৯ এই দশটি অঙ্ক সর্বজন স্বীকৃতভাবে ব্যবহৃত হয়। এই প্রতীকগুলোকে 'হিন্দু-আরব নিউমেরালস' বলা হয়। আরবীতে শূন্যকে বলা হয় সিফর। আরব বনিকদের কাছে শেখা শূন্য বা সিফরকে ইতালিয়রা ল্যাটিনে বলত জেপিরো। আর ল্যাটিন জেপিরো থেকেই এসেছে ইংরেজি জিরো শব্দটি। ইংরেজিতে সর্বপ্রথম জিরো শব্দটি ব্যবহৃত হয় ১৫৯৮ সালে।

৩.২ সংখ্যা পদ্ধতি (Number System)

কোনো কিছু গণনা করার জন্য কতিপয় সাংকেতিক চিহ্ন ব্যবহার করে সংখ্যা লেখা বা প্রকাশ করার পদ্ধতিই সংখ্যা পদ্ধতি। এসব সাংকেতিক মৌলিক চিহ্ন বা প্রতীকগুলোকে বলা হয় অঙ্ক। অর্থাৎ সংখ্যা তৈরির ক্ষুদ্রতম প্রতীক হচ্ছে অঙ্ক। এরূপ এক বা একাধিক অঙ্ক পাশাপাশি বসে তৈরি হয় সংখ্যা। সভ্যতা বিকাশের প্রাথমিক পর্যায় থেকে বর্তমানে ডিজিটাল ডিভাইস কম্পিউটারের বিভিন্ন কাজ, হিসাব-নিকাশের সুবিধার্থে বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা পদ্ধতি চালু আছে।

জেনে রাখো

শূন্যের ধারণা: 'শূন্য' কে মিশরীয় ও ভারতীয়রা ব্যবহার করতো কোনো কিছু না থাকা বোঝানোর জন্য। যেমন- মিশরীয়রা হিসাবে ব্যালান্স না থাকলে তাকে 'নফর' বা শূন্য দিয়ে প্রকাশ করতো। আবার ভারতীয়রা সংস্কৃত শব্দ 'শূন্য' ব্যবহার করতো কোনো কিছু না থাকা। ভারতীয় গণিতবিদরা শূন্য কে কোনো সংকেত বা প্রতীক হিসেবে ব্যবহার না করে, সরাসরি সংখ্যা হিসেবে ব্যবহারের কৃতিত্ব দিয়েছিল। খ্রিস্টপূর্ব নবম শতাব্দীর দিকে ভারতে বাস্তব সংখ্যায় শূন্য ব্যবহার করতো। এমনকি শূন্য ব্যবহার করে গাণিতিক যোগ, বিয়োগ, গুণ ও ভাগ করার পদ্ধতিও প্রচলিত ছিল সে সময়।

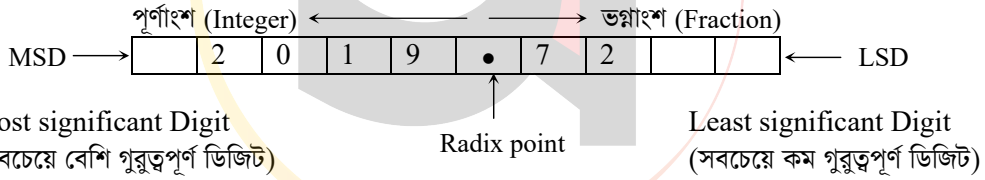
৩.২.১ সংখ্যা পদ্ধতির প্রকারভেদ

সংখ্যা পদ্ধতি প্রধানত দু'ধরনের—

১. অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি (Non Positional Number System)
২. স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি (Positional Number System)

১. **অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি:** যে পদ্ধতিতে সংখ্যার মান ব্যবহৃত চিহ্ন বা অঙ্কসমূহের অবস্থানের ওপর নির্ভর করে না তাদের অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি বলে। এটি একটি প্রাচীন পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে প্রতীক হিসেবে বিভিন্ন হাতিয়ার, পশুপাখি, জীবজন্তুর ছবি এমনকি গাছ বা ফুল দিয়ে নির্দিষ্ট সংখ্যামান প্রকাশ করা হতো। হায়ারোগ্লিফিক্স সংখ্যা পদ্ধতি অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতির উদাহরণ।

২. **স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি:** যে সংখ্যা পদ্ধতিকে প্রকাশ করার জন্য সংখ্যার মান অবস্থানের ওপর ভিত্তি করে নির্ণিত হয় তাকে স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি বলা হয়। এই পদ্ধতিতে সংখ্যার মান বের করতে ভিত্তি (Base), অঙ্কের অবস্থান (Position) ও র‍্যাডিক্স (Radix) পয়েন্ট ব্যবহৃত হয়। সংখ্যা পদ্ধতির সর্বাধুনিক ধাপ হিসেবে স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি বর্তমান বিশ্বে ব্যবহৃত হচ্ছে। স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতির একটি সংখ্যার বিভিন্ন অংশ নিচে দেখানো হলো—



এখানে প্রতিটি সংখ্যাকে Radix Point দিয়ে পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশ এই দুভাগে বিভক্ত করা হয়।

নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যার মান ব্যবহৃত প্রতীকের অবস্থানের উপর নির্ভর করে না। তাই এ পদ্ধতিতে সীমিত সংখ্যক সংখ্যা গঠন করা যায়। অপরদিকে, পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যার মানে ব্যবহৃত অংক বা প্রতীকের মান, অবস্থান এবং সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তির উপর নির্ভরশীল। তাই এ পদ্ধতিতে ইচ্ছামতো সংখ্যা গঠন করা যায়। শুধু তাই নয় , সংখ্যার বিভিন্ন প্রক্রিয়াকরণও করা যায়, যা নন-পজিশনাল পদ্ধতিতে বিস্তৃত পরিসরে করা যায় না। তাই নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতির বিলুপ্তি ঘটেছে। অপরদিকে সবাই পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করছে।

সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি (Base) : কোনো সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি বলতে ঐ সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক অঙ্ক বা প্রতীকসমূহের মোট অঙ্ককে বুঝায়। সংখ্যাগুলোকে একটি সংখ্যা পদ্ধতি থেকে অন্য সংখ্যা পদ্ধতিতে পৃথকভাবে বোঝানোর জন্য অবশ্যই সংখ্যাটির শেষে প্রথম বন্ধনীর ( ) দ্বারা ভিত্তি (Base) অনুচিহ্ন (Suffix) আকারে লিখতে হবে। যেমন- $(৭৮৬)_{১০}$ এটি একটি দশমিক বা ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি। বেজ-এর ওপর ভিত্তি করে স্থানিক সংখ্যা বহু ধরনের হয়ে

থাকে। কিন্তু গাণিতিক হিসাব বা ডিজিটাল বর্তনীতে সংকেত প্রদানের সুবিধার্থে চার প্রকারের স্থানিক সংখ্যা বেশি প্রচলিত। এগুলো হলো–

- ডেসিম্যাল (Decimal) সংখ্যা পদ্ধতি;
- বাইনারি (Binary) সংখ্যা পদ্ধতি;
- অক্টাল (Octal) সংখ্যা পদ্ধতি ও
- হেক্সাডেসিম্যাল (Hexadecimal) সংখ্যা পদ্ধতি।

স্থানীয় মান: সংখ্যাটির যে স্থানে অঙ্কটি বা প্রতীকটি অবস্থান করে তাকে স্থানীয় মান বলা হয়। পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে কোনো একটি সংখ্যার মান বের করার জন্য তিনটি ডেটা দরকার হয়।

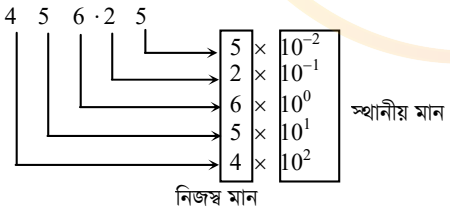
যথা- ১. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত অঙ্কগুলোর নিজস্ব মান
২. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ এবং
৩. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত প্রত্যেকটি অঙ্কের অবস্থান বা স্থানীয় মান।

জেনে রাখো

১. দশমিক সংখ্যা পদ্ধতিতে র‍্যাডিক্স পয়েন্টকে বলা হয় ডেসিম্যাল পয়েন্ট (Decimal Point) বা দশমিক বিন্দু।
২. বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে র‍্যাডিক্স পয়েন্টকে বলা হয় বাইনারি পয়েন্ট (Binary Point)।
৩. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতিতে র‍্যাডিক্স পয়েন্টকে বলা হয় অক্টাল পয়েন্ট (Octal Point)।
৪. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতিতে র‍্যাডিক্স পয়েন্টকে বলা হয় হেক্সাডেসিম্যাল পয়েন্ট (Hexadecimal Point)।

কোনো দশমিক সংখ্যা প্রকাশের জন্য একক, দশক, শতকের ঘর অর্থাৎ $10^0, 10^1, 10^2$ ইত্যাদি বুঝায়। এখানে প্রত্যেকটি স্থানকে 10 এর ঘাত (Power) হিসাবে দেখানো হয়। সুতরাং, কোনো একটি সংখ্যা পদ্ধতির পরপর ছোট থেকে বড় স্থানীয় মানকে ঐ সংখ্যা পদ্ধতির বেজের 0,1,2,3 ইত্যাদি ঘাত (Power) সম্বলিত মান দিয়ে প্রকাশ করা যায়। পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে যেকোনো সংখ্যার প্রত্যেকটি অঙ্ক দুটি উৎপাদকের গুণফলের সমন্বয়ে গঠিত। উৎপাদক দুটি হচ্ছে সংখ্যা অঙ্ক প্রতীকটির নিজস্ব মান এবং অঙ্ক প্রতীকটির স্থানীয় মান। অর্থাৎ, প্রত্যেকটি অংক প্রতীক = অঙ্ক প্রতীকটির নিজস্ব মান x অঙ্ক প্রতীকটির স্থানীয় মান।

১. ডেসিম্যাল বা দশমিক সংখ্যা পদ্ধতি (Decimal Number System): "Decimal" শব্দটি এসেছে Latin শব্দ "decem" থেকে। ডেসি (Deci) শব্দের অর্থ হলো ১০(দশ)। **যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যা গণনা করার জন্য ১০ (দশ) টি অঙ্ক বা প্রতীক ব্যবহৃত হয় তাকে ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।** এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত প্রতীক বা অঙ্ক সমূহ হলো 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 । যেহেতু এই সংখ্যা পদ্ধতিতে ১০ টি প্রতীক বা অঙ্ক ব্যবহার করা হয়। সুতরাং এটির বেজ 10। যেমন- $(1421)_{10}$ একটি দশমিক সংখ্যা। দৈনন্দিন জীবনে মানুষ সাধারণত গণনার কাজে ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করে থাকে। প্রাচীন ভারত ও আরবে সর্বপ্রথম ডেসিম্যাল বা দশমিক সংখ্যা পদ্ধতি চালু হয়েছিল বলে অনেকে একে হিন্দু-আরবীয় সংখ্যা পদ্ধতি বলতো। আবার আরবরা প্রথম এই পদ্ধতি ব্যবহার করেছিল বলে অনেকে এই সংখ্যা পদ্ধতিকে আরবী সংখ্যা পদ্ধতি বলে। ডিজিটাল ডিভাইসে এই সংখ্যা পদ্ধতির সংখ্যা সরাসরি ব্যবহৃত হয় না। কিন্তু বাইনারিতে রূপান্তরিত হয়ে পরিবর্তিত রূপে প্রকাশ পায়। যেমন 456.25 একটি দশমিক সংখ্যা। এ সংখ্যাটিকে ভেঙ্গে লিখলে লেখা যাবে $4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$ এই আকারটিকে আবার নিম্নভাবেও লেখা যায়।



সুতরাং দশমিক সংখ্যার পদ্ধতির প্রতিটি ডিজিটের স্থানীয় মান হচ্ছে নিম্নরূপ:

$$\text{MSD} \leftarrow 10^2 \quad 10^1 \quad 10^0 \; . \; 10^{-1} \quad 10^{-2} \quad 10^{-3} \rightarrow \text{LSD}$$

ডেসিম্যাল পয়েন্ট

২. বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি (Binary Number System) :

"Binary" শব্দটি এসেছে Latin শব্দ "Bini" থেকে। বাই (Bi) শব্দের অর্থ হলো দুই। **যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যা গণনা করার জন্য ২(দুই) টি অঙ্ক বা প্রতীক ব্যবহৃত হয় তাকে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি বলে।** বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত প্রতীক বা অঙ্ক (ডিজিট) হলো 0 এবং 1। বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে প্রতিটি চিহ্নকে বিট (Binary Digit এর সংক্ষিপ্ত রূপ Bit) বলে। যেহেতু বাইনারিতে শুধু দুইটি অঙ্ক ব্যবহৃত হয়, তাই এর ভিত্তি 2। বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি সবচেয়ে সরলতম সংখ্যা পদ্ধতি।

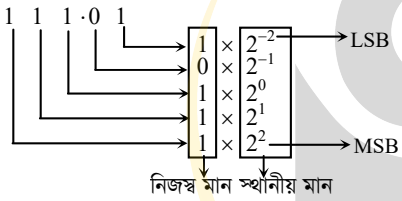
জেনে রাখো

গটফ্রিড উইলহেল্ম লিবনিজ (Gottfried Wilhelm Leibniz) ১৬৪৬ সালের ১ জুলাই জার্মানির সাক্সনিতে জন্মগ্রহণ করেন। এই কিংবদন্তি দার্শনিক ও গণিতবিদকে ক্যালকুলাসের আবিষ্কর্তা হিসেবে সম্মান দেয়া হয়। তাঁর ব্যবহৃত ক্যালকুলাসের অঙ্কপাতন পদ্ধতি বা নোটেশনগুলো বর্তমানে অনুসরণ করা হয়। আধুনিক কম্পিউটারের মূল ভিত্তি বাইনারি পদ্ধতি তাঁর উদ্ভাবন। তিনি ১৭১৬ সালের ১৪ নভেম্বর জার্মানির হ্যানোভারে মৃত্যুবরণ করেন।

কম্পিউটার ডিজাইনে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার হয় কেন?

কম্পিউটার কাজ করে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালের সাহায্যে। অর্থাৎ ডিজিটাল সিগন্যালে 0 কে OFF এবং 1 কে ON হিসেবে বিবেচনা করলে সহজে বোঝা যায় ডিজিটাল ডিভাইস ও কম্পিউটারে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। বাইনারি সংকেত 0 ও 1 কে খুব সহজে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল বুঝতে পারে ও কার্যপদ্ধতি সম্পাদন করে। কিন্তু ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালের সাহায্যে দশমিক সংখ্যার দশটি (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) ভিন্ন ভিন্ন অবস্থা প্রকাশ করা সম্ভব তবে তা খুব কঠিন ও ব্যয়বহুল। তাই কম্পিউটার ডিজাইনে বাইনারি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। যেমন: 111.01 একটি বাইনারি সংখ্যা যার গঠন হবে নিম্নরূপ:

$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$ এই আকারটিকে আবার নিম্নভাবেও লেখা যায়।



সুতরাং বাইনারি পদ্ধতি প্রতিটি ডিজিটের স্থানীয় মান হচ্ছে নিম্নরূপ:

$MSB \leftarrow 2^2 \quad 2^1 \quad 2^0 \; . \; 2^{-1} \quad 2^{-2} \quad 2^{-3} \rightarrow LSB$

বাইনারি পয়েন্ট

জেনে রাখো

সপ্তম চার্লস (Charles VII)

সুইডেনের রাজা সপ্তম চার্লস ২২ ফেব্রুয়ারি ১৪০৩ খ্রিস্টাব্দে ফ্রান্সে জন্মগ্রহণ করেন। কথিত আছে তিনি অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। ২২ জুলাই ১৪৬১ খ্রিস্টাব্দে তিনি ফ্রান্সে মৃত্যুবরণ করেন।

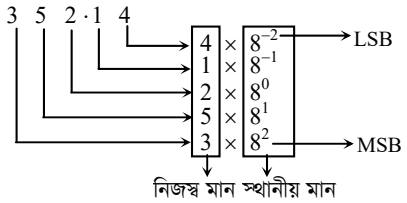
৩. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি (Octal Number System):

"Octal" শব্দটি এসেছে Latin শব্দ "Octo" থেকে। অক্টা (Octa) শব্দের অর্থ হলো ৮ (আট)। **যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যা গণনা করার জন্য ৮ (আট) টি অঙ্ক বা প্রতীক ব্যবহৃত হয় তাকে অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।** এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত অঙ্ক বা প্রতীকগুলো হলো 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ও 7 । এ সংখ্যা পদ্ধতির বেজ ৮। যেমন- $(135)_8$ একটি অক্টাল সংখ্যা।

৭ হচ্ছে অক্টালের সবচেয়ে বড় অঙ্ক। তাই এর সাথে ১ যোগ করলে তা দুই অঙ্কের ঘরে পৌঁছাবে। একক স্থানীয় অঙ্কটি শূন্য হয়ে যাবে এবং এর বামপাশে ১ বসবে। অর্থাৎ, $(৭)_৮ + (১)_৮ = (১০)_৮$

বাইনারি ও ডেসিম্যাল সংখ্যর মাঝামাঝি অক্টাল সংখ্যা। কম্পিউটারে UNIX অপারেটিং সিস্টেমে, ক্যালকুলেটরে, ডিজিটাল ঘড়ি বা ইলেকট্রনিক মিটার প্রভৃতিতে অক্টাল সংখ্যা ব্যবহৃত হয়। এছাড়াও ডিজিটাল সিস্টেমে বিভিন্ন ক্ষেত্রে বাইনারি সংখ্যাকে নির্ভুল ও সহজে ব্যবহারের জন্য অক্টাল সংখ্যা দ্বারা উপস্থাপন করা হয়।

352.14 অক্টাল সংখ্যার গঠন হবে, $3 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 2 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} + 8^{-2}$ এই আকারটিকে আবার নিম্নভাবেও লেখা যায়।



সুতরাং অক্টাল পদ্ধতি প্রতিটি ডিজিটের স্থানীয় মান হচ্ছে নিম্নরূপ:

MSD $\leftarrow 8^2 \quad 8^1 \quad 8^0 \; . \; 8^{-1} \quad 8^{-2} \quad 8^{-3} \rightarrow$ LSD

অক্টাল পয়েন্ট

৪. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি (Hexadecimal Number System): "Hexadecimal" শব্দটি এসেছে Greek শব্দ "hex" এবং Latin শব্দ "decem" থেকে। **যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সংখ্যা গণনা করার জন্য ১৬ (ষোল) টি অঙ্ক বা প্রতীক ব্যবহৃত হয় তাকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।** ডেসিম্যাল সংখ্যার প্রথম দশ অঙ্কের সাথে পরবর্তীতে ইংরেজি প্রথম ৬টি বড় বর্ণ (A, B, C, D, E, F) ব্যবহার করে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি প্রকাশ করা হয়। হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতির 16টি অঙ্ক হচ্ছে 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ও F। যেহেতু এই সংখ্যা পদ্ধতিতে 16 টি প্রতীক বা অঙ্ক ব্যবহার করা হয়। সুতরাং এটির বেজ 16। $(B2D)_{16}$ একটি হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যার উদাহরণ।

F হচ্ছে হেক্সাডেসিম্যালের সবচেয়ে বড় অঙ্ক। তাই এর সাথে ১ যোগ করলে তা দুই অঙ্কের ঘরে পৌঁছাবে। এককস্থানীয় অঙ্কটি শূন্য হয়ে যাবে এবং এর বামপাশে ১ বসবে। অর্থাৎ, $(F)_{১৬} + (১)_{১৬} = (১০)_{১৬}$

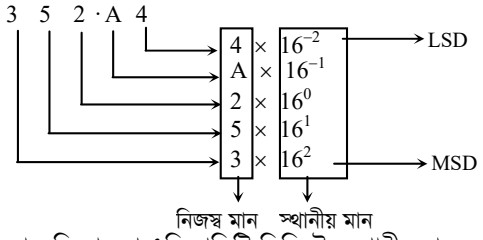
হিসাব-নিকাশে এ পদ্ধতি বেশি জনপ্রিয় নয় কিন্তু কম্পিউটারে তা ব্যবহার করা হয়। কম্পিউটারের সমস্ত অভ্যন্তরীণ কার্য একমাত্র বাইনারি পদ্ধতিতে সংঘটিত হয় এবং অভ্যন্তরীণ কাজের ব্যাখ্যার জন্য দরকার হয় অসংখ্য 0 ও 1 বিটের ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার বর্ণনা। 0 ও 1 দিয়ে এ ধরনের বর্ণনা লেখা খুব কষ্টসাধ্য, বিরক্তিকর এবং তাতে ভুলের সম্ভাবনাও বেশি থাকে। সেজন্য হেক্সাডেসিম্যাল পদ্ধতিকে সাধারণত

বাইনারি সংখ্যার সংক্ষিপ্ত সংকেত হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া বিভিন্ন মেমোরি অ্যাড্রেস, গ্রাফিক্স ডিজাইন ও ওয়েব সাইটের টেমপ্লেট এর কালার নির্ধারণ করতে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা ব্যবহার করা হয়।

0-20 পর্যন্ত ডেসিম্যাল সংখ্যার সমতুল্য বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যার ছক

ডেসিম্যাল	বাইনারি	অক্টাল	হেক্সাডেসিম্যাল
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14

352.A4 হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যার গঠন হবে, $3 \times 16^2 + A \times 16^1 + A \times 16^0 + A \times 16^{-1} + 16^{-2}$ এই আকারটিকে আবার নিম্নভাবেও লেখা যায়।



সুতরাং হেক্সাডেসিম্যাল পদ্ধতি প্রতিটি ডিজিটের স্থানীয় মান হচ্ছে নিম্নরূপ:

MSD $\leftarrow 16^2 \quad 16^1 \quad 16^0 \; . \; 16^{-1} \quad 16^{-2} \quad 16^{-3} \rightarrow$ LSD

↓

হেক্সাডেসিম্যাল পয়েন্ট

সংখ্যা পদ্ধতির ছক :

ধরন	বেজ বা ভিত্তি	মৌলিক চিহ্ন বা অঙ্ক	উদাহরণ
বাইনারি	2	0, 1	$(1101)_2$
অক্টাল	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	$(375)_8$
ডেসিম্যাল	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	$(739)_{10}$
হেক্সাডেসিম্যাল	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	$(17BFC)_{16}$

জেনে রাখো

কম্পিউটারের মেমোরি, হার্ডডিস্ক, পেনড্রাইভ প্রভৃতিতে ক্ষুদ্রতম একক হিসেবে বাইট ব্যবহৃত হয়। তবে বাইট সম্পর্কে ধারণা দেওয়া পূর্বে বিট ও নিবল সম্পর্কে নিম্নে লেখা হলো:

বিট (Bit): বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির দুটি অঙ্ক 0 ও 1 কে বিট বলা হয়। যেমন- 10101101 একটি বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি, এর এক একটি অঙ্ক 0 ও 1 কে বিট বিবেচনা করা হয়।

বাইট (Byte): আট(৮) বিট বাইনারি অঙ্ক নিয়ে গঠিত হয় এক বাইট (Byte)। যেমন- 11011011 হচ্ছে ১ বাইট। ১ বাইট সমান এক ক্যারেক্টার। যেমন- B একটি বর্ণ, এটিকে এক বাইট মেমোরিতে সংরক্ষণ করা হয়।

নিবল (Nibble): এক বাইট এর অর্ধেককে নিবল বলে। অর্থাৎ চারটি বাইনারি অঙ্ক নিয়ে নিবল (Nibble) গঠিত হয়। চার বিটকে একত্রে করে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা উপস্থাপন সহজ।

শব্দ: (Word): এক বা একাধিক বাইট নিয়ে শব্দ গঠিত হয়। 8 bit = 1 Character, 32 bit = 4 byte = 4 character বুঝায়। আমাদের কম্পিউটার এর প্রসেসরকে প্রায়ই ৩২ বা ৬৪ বিট বলে থাকি। এটি দ্বারা প্রসেসর কতগুলো বিট একসাথে প্রসেস প্রক্রিয়া করতে পারে তা বুঝায়।

কাজ:

১. A=10 সবসময় সঠিক নয়, কখন সঠিক? ব্যাখ্যা কর।

২. $(101.11)_2$, $(101.11)_8$, $(101.11)_{16}$ সংখ্যাগুলোতে ব্যবহৃত প্রতিটি অংকের স্থানীয় মান দেখাও।

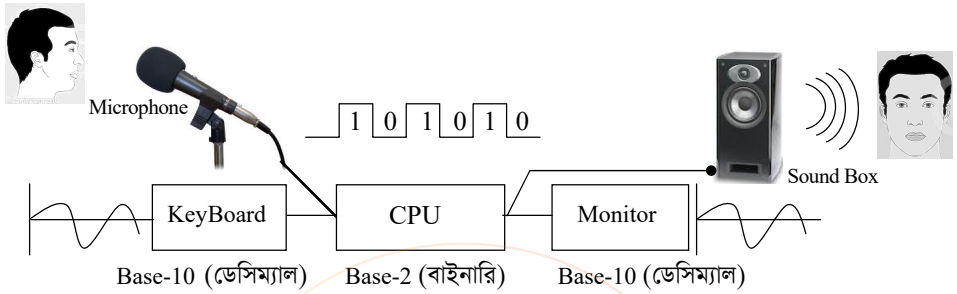
৩. সংখ্যাগুলোকে রোমান ও হায়ারোগ্লিফিক্স পদ্ধতিতে লেখ: ৫৫০, ১০৫৫, ২৩২৩৩।

৪. অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতির মধ্যে আধুনিক কম্পিউটারের জন্য কোনটি বেশি উপযোগী? ব্যাখ্যা কর।

পাঠ ৩-৬ সংখ্যা পদ্ধতির রূপান্তর

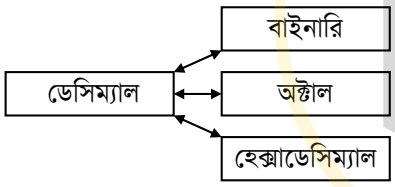
৩.২.২ সংখ্যা পদ্ধতির রূপান্তর (Conversion of Number System)

মানুষ দৈনন্দিন হিসাব-নিকাশ সম্পাদন করে দশমিক পদ্ধতিতে। কম্পিউটার কাজ করে কম্পিউটারের ভাষায় অর্থাৎ বাইনারি পদ্ধতি ব্যবহার করে। মানুষ ও কম্পিউটারের ভাষা এক নয়। মানুষের কোনো লেখা সরাসরি কম্পিউটার বুঝতে পারে না। অর্থাৎ মানুষের ভাষাকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় পরিনত করতে ইনপুটকৃত ডেটাকে কিবোর্ডের অভ্যন্তরে সংযুক্ত এনকোডার দ্বারা এনকোড করে এবং ASCII কোডের মাধ্যমে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরিত করতে হয়। পরবর্তিতে কম্পিউটার সেই তথ্য গ্রহণ করে প্রসেসরে প্রেরণ করে। প্রসেসর সেই ডেটাকে প্রসেস বা ডিকোড করার পর আউটপুট ডিভাইসে প্রেরণ করে, যা মানুষের বোধগম্য ভাষায় পরিণত করে আউটপুট হিসেবে প্রেরণ করে। এ ধরনের কাজের একটি বাস্তবতা নিম্নের চিত্রে দেখানো হলো—



বাইনারি, অক্টাল, ডেসিম্যাল ও হেক্সাডেসিম্যাল মোট চার ধরনের সংখ্যা পদ্ধতির মধ্যে এক সংখ্যা পদ্ধতি থেকে অন্য সংখ্যা পদ্ধতিতে পরস্পরের মধ্যে রূপান্তরের জন্য মোট ১২টি রূপান্তর হতে পারে। এই রূপান্তর দুটি গ্রুপে ভাগ করা যায়। প্রথম গ্রুপে ৬টি এবং দ্বিতীয়টিতেও ৬টি রূপান্তর আলোচনা করা হলো—

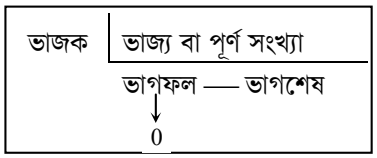
প্রথম গ্রুপ: ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি থেকে অন্য সবগুলো এবং অন্যগুলো থেকে ডেসিম্যাল-এ রূপান্তর—



১. ডেসিম্যাল থেকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করা। বাইনারি থেকে ডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা।
২. ডেসিম্যাল থেকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করা। অক্টাল থেকে ডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা।
৩. ডেসিম্যাল থেকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা। হেক্সাডেসিম্যাল থেকে ডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা।

ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি থেকে অন্য যেকোনো সংখ্যা পদ্ধতিতে রূপান্তরের সাধারণ নিয়মাবলি : কোনো সংখ্যার একটি বা দুটি অংশ থাকতে পারে। যথা- পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশ। নিচে পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশ রূপান্তরের সাধারণ নিয়ম দেখানো হলো-

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে—



ধাপ-১: ডেসিম্যাল সংখ্যাকে অন্য কোনো সংখ্যা পদ্ধতিতে রূপান্তর করার জন্য দশমিক সংখ্যাকে কাঙ্ক্ষিত সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি (যেমন- বাইনারি হলে ২, অক্টাল হলে ৮, হেক্সাডেসিম্যাল হলে ১৬) দ্বারা ভাগ করতে হয় এবং ভাগশেষটিকে সংরক্ষণ করতে হয়।

ধাপ-২: প্রাপ্ত ভাগফলকে আবার কাঙ্ক্ষিত সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি দ্বারা ভাগ করে ভাগশেষটিকে সংরক্ষণ করতে হয়।

ধাপ-৩: এই ভাগ পদ্ধতি পর্যায়ক্রমে করতে হবে যতক্ষণ না ভাজ্য ০ (শূন্য) হয়।

ধাপ-৪: সংরক্ষিত ভাগশেষগুলো সাজিয়ে সর্বশেষ থেকে প্রথমটি পর্যন্ত লিখলে যে সংখ্যাটি পাওয়া যায় তাই রূপান্তরিত কাঙ্ক্ষিত পদ্ধতির সংখ্যা।

	. ভগ্নাংশ × বেজ
পূর্ণসংখ্যা	. ভগ্নাংশ ↓ 0

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

ধাপ-১: যে ডেসিম্যাল ভগ্নাংশকে রূপান্তর করতে হবে তাকে কাঙ্ক্ষিত সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি (যেমন- বাইনারি হলে ২, অক্টাল হলে ৮, হেক্সাডেসিম্যাল হলে ১৬) দ্বারা গুণ করতে হবে। গুণ করার পর গুণফলের পূর্ণাংশটিকে সংরক্ষণ করতে হবে। যদি পূর্ণাংশ না থাকে তাহলে ০ (শূন্য) সংরক্ষণ করতে হবে।

ধাপ-২: সর্বশেষ প্রাপ্ত গুণফলের ভগ্নাংশকে (পূর্ণাংশটিকে নয়) আবার কাঙ্ক্ষিত সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি দ্বারা গুণ করতে হবে ও প্রাপ্ত গুণফলের পূর্ণাংশটিকে সংরক্ষণ করতে হবে।

ধাপ-৩: এভাবে প্রাপ্ত ভগ্নাংশের পুনঃপুন গুণ চালিয়ে যেতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না সম্পূর্ণ ভগ্নাংশ ০ (শূন্য)-তে পরিণত না হয়।

ধাপ-৪: সংরক্ষিত পূর্ণাংশগুলো (অঙ্কগুলোকে) র‍্যাডিক্স (Radix) পয়েন্ট দিয়ে প্রথম থেকে সর্বশেষটি পর্যন্ত সাজিয়ে লিখলেই রূপান্তরিত সংখ্যার ভগ্নাংশ মান পাওয়া যাবে।

নিম্নে ডেসিম্যাল থেকে বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যাল-এর রূপান্তর দেখানো হলো-

ডেসিম্যাল থেকে বাইনারিতে রূপান্তর (Decimal to Binary)

উদাহরণ-১. ডেসিম্যাল $(99)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(99)_{10}$

2 | 99 — LSB
2 | 49 ——— 1
2 | 24 ——— 1
2 | 12 ——— 0
2 | 6 ——— 0
2 | 3 ——— 0
2 | 1 ——— 1
0 ——— 1 — MSB

$\therefore (99)_{10} = (1100011)_2$

উদাহরণ-২. ডেসিম্যাল $(0.375)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(0.375)_{10}$

$0.375 \times 2 =$	0	0.75
$0.75 \times 2 =$	1	0.5
$0.5 \times 2 =$	1	0

$\therefore (0.375)_{10} = (0.011)_2$

উদাহরণ-৩. ডেসিম্যাল $(25.625)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি $(25.625)_{10}$

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে—

$(25)_{10}$

2 | 25
2 | 12 ——— 1
2 | 6 ——— 0
2 | 3 ——— 0
2 | 1 ——— 1
0 ——— 1

$\therefore (25)_{10} = (11001)_2$

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

$(.625)_{10}$

$.625 \times 2 =$	1	.250	MSB
$.250 \times 2 =$	0	.500	↓
$.500 \times 2 =$	1	.000	LSB

$\therefore (.625)_{10} = (.101)_2$

সুতরাং, $(25.625)_{10} = (11001.101)_2$

উদাহরণ-৪. ডেসিম্যাল $(23.125)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(23.125)_{10}$

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে—

$\therefore (23)_{10} = (10111)_2$

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
$23 \div 2$	11	1
$11 \div 2$	5	1
$5 \div 2$	2	1
$2 \div 2$	1	0
$1 \div 2$	0	1

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
$.125 \times 2$	0	.250
$.250 \times 2$	0	.500
$.500 \times 2$	1	.000

$\therefore (.125)_{10} = (.001)_2$

সুতরাং, $(23.125)_{10} = (10111.001)_2$

ডেসিম্যাল থেকে অক্টালে রূপান্তর (Decimal to Octal)

উদাহরণ-৫. ডেসিম্যাল $(469)_{10}$ কে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(469)_{10}$

```
8 | 469
8 | 58 ———— 5
8 | 7 ———— 2
    0 ———— 7
```

$\therefore (469)_{10} = (725)_8$

উদাহরণ-৬. ডেসিম্যাল $(0.046875)_{10}$ কে অক্টালে রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(0.046875)_{10}$

সংখ্যা	পূর্ণাংশ	ভগ্নাংশ
0.046875×8	0	0.375
0.375×8	3	0.00

$\therefore (0.046875)_{10} = (0.03)_8$

উদাহরণ-৭. ডেসিম্যাল $(311.32)_{10}$ কে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(311.32)_{10}$

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে-

$(311)_{10}$

```
8 | 311
8 | 38 —— 7
8 | 4 —— 6
    0 —— 4
```

$\therefore (311)_{10} = (467)_8$

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

$(.32)_{10}$

$.32 \times 8 =$	2	.56
$.56 \times 8 =$	4	.48
$.48 \times 8 =$	3	.84
$.84 \times 8 =$	6	.72
$.72 \times 8 =$	5	.76

$\therefore (.32)_{10} = (.24365..)_8$

সুতরাং, $(311.32)_{10} = (467.24365..)_8$

উদাহরণ-৯. ডেসিম্যাল $(257.32)_{10}$ কে অক্টালে রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(257.32)_{10}$

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে-

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
$257 \div 8$	32	1
$32 \div 8$	4	0
$4 \div 8$	0	4

$\therefore (257)_{10} = (401)_8$

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
$.32\times8=2.56$	2	.56
$.56\times8=4.48$	4	.48
$.48\times8=3.84$	3	.84
$.84\times8=6.72$	6	.72

$\therefore (.32)_{10} = (.2436..)_8$

সুতরাং, $(257.32)_{10} = (401.2436..)_8$

ডেসিম্যাল থেকে হেক্সাডেসিম্যালে রূপান্তর (Decimal to Hexadecimal)

উদাহরণ-৮. ডেসিম্যাল $(850)_{10}$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(850)_{10}$

```
16 | 850
16 | 53 ———— 2
16 | 3 ———— 5
     0 —— 3
```

$\therefore (850)_{10} = (352)_{16}$

উদাহরণ-১০. ডেসিম্যাল $(0.850)_{10}$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(0.850)_{10}$

সংখ্যা	পূর্ণাংশ	ভগ্নাংশ
0.850×16	13 (D)	0.60
0.60×16	9	0.60
0.60×16	9	0.60

$\therefore (0.850)_{10} = (0.D99 .....)_{16}$

উদাহরণ-১১. ডেসিম্যাল $(1497.125)_{10}$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে—

$(1497)_{10}$

16 | 1497
16 | 93 —— 9
16 | 5 —— 13(D)
0 —— 5

$\therefore (1497)_{10} = (5D9)_{16}$

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে—

$(.125)_{10}$

$.125 \times 16 = 2.00$

$\therefore (.125)_{10} = (.2)_{16}$

সুতরাং, $(1497.125)_{10} = (5D9.2)_{16}$

উদাহরণ-১২. $(436.32)_{10}$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

সংখ্যাটি হলো $(436.32)_{10}$

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে–

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
436 ÷ 16	27	4
27 ÷ 16	1	11(B)
1 ÷ 16	0	1

$\therefore (436)_{10} = (1B4)_{16}$

এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে–

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.32×16 = 5.12	5	.12
.12×16 = 1.92	1	.92
.92×16 = 14.72	14(E)	.72
.72×16 = 11.52	11(B)	.52

$\therefore (.32)_{10} = (.51EB.....)_{16}$

সুতরাং, $(436.32)_{10} = (1B4.51EB.....)_{16}$

যেকোনো সংখ্যা পদ্ধতি থেকে ডেসিম্যাল বা দশমিক পদ্ধতিতে রূপান্তরের সাধারণ নিয়ম: বাইনারি/ অক্টাল/ হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাকে ডেসিম্যাল বা দশমিক সংখ্যা পদ্ধতিতে রূপান্তরের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হয়-

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে-

১. সংখ্যাটির LSB (Least Significant Bit) বিট হতে শুরু করে MSB (Most Significant Bit) বিট পর্যন্ত প্রতিটি অঙ্ককে পর্যায়ক্রমে $Base^n$ দ্বারা গুণ করতে হয় (যেমন- বাইনারি সংখ্যার ক্ষেত্রে 2^n ইত্যাদি)। এখানে, Base = সংখ্যা পদ্ধতির বেজ এবং n = 0, 1, 2, 3, ...

২. তারপর গুণফলগুলোর যোগফল নির্ণয় করতে হয় এবং এই যোগফল হবে প্রদত্ত সংখ্যাটির সমতুল্য ডেসিম্যাল বা দশমিক মান।

অর্থাৎ সূত্রটি হবে, $(.....xyz)_{Base} = ...+ x \times Base^2 + y \times Base^1 + z \times Base^0$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে-

১. সংখ্যাটির MSB (Most Significant Bit) বিট হতে শুরু করে LSB (Least Significant Bit) বিট পর্যন্ত প্রতিটি অঙ্ককে পর্যায়ক্রমে $Base^{-n}$ দ্বারা গুণ করতে হয় (যেমন- বাইনারি সংখ্যার ক্ষেত্রে 2^{-n} ইত্যাদি)। এখানে Base = সংখ্যা পদ্ধতির বেজ এবং n = 1, 2, 3, ...

২. তারপর গুণফলগুলোর যোগফল নির্ণয় করতে হয় এবং এই যোগফল হবে প্রদত্ত সংখ্যাটির সমতুল্য ডেসিম্যাল বা দশমিক মান।

অর্থাৎ সূত্রটি হবে, $(yzx.....)_{Base} = y \times Base^{-1} + z \times Base^{-2} + x \times Base^{-3}$ ....

পূর্ণাংশ এবং ভগ্নাংশ একত্রে থাকলে সূত্রটি হবে, $(.....uvw.\ xyz...)_{Base} = ...+ u \times Base^2 + v \times Base^1 + w \times Base^0 + x \times Base^{-1} + y \times Base^{-2} + z \times Base^{-3} + ...$

অর্থাৎ ডেসিম্যাল বা দশমিক মান = ... + শতকের সংখ্যা × (সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)^{২} + দশকের সংখ্যা × (সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)^{১} + এককের সংখ্যা × (সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)^{০} + র‍্যাডিক্স পয়েন্ট বা দশমিকের পরের ১ম সংখ্যা × (সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)$^{-১}$ + দশমিকের পরের দ্বিতীয় সংখ্যা ×(সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)$^{-২}$ + দশমিকের পরে তৃতীয় সংখ্যা × (সংখ্যা পদ্ধতির বেজ)$^{-৩}$ + ...

বাইনারি থেকে ডেসিম্যালে রূপান্তর (Binary to Decimal)

উদাহরণ-১৩. $(1011010)_2$ কে ডেসিযম্যালে রূপান্তর কর।

$(1011010)_2$

$= 1\times2^6 + 0\times2^5 + 1\times2^4 + 1\times2^3 + 0\times2^2 + 1\times2^1 + 0\times2^0$

$= 64 + 16 + 8 + 2$

$= (90)_{10}$

সুতরাং, $(1011010)_2 = (90)_{10}$

উদাহরণ-১৪. $(11011.101)_2$ কে ডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

$(11011.101)_2$

$= 1\times2^4 + 1\times2^3 + 0\times2^2 + 1\times2^1 + 1\times2^0 + 1\times2^{-1} + 0\times2^{-2} + 1\times2^{-3}$

$= 16 + 8 + 2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{8}$

$= 27 + 0.5 + 0.125$

সুতরাং, $(11011.101)_2 = (27.625)_{10}$

অক্টাল থেকে ডেসিম্যালে রূপান্তর (Octal to Decimal)

উদাহরণ-১৫. অক্টাল $(203)_8$ কে ডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

$(203)_8$

$= 2\times8^2 + 0\times8^1 + 3\times8^0$

$= 128 + 0 + 3$

$= (131)_{10}$

সুতরাং, $(203)_8 = (131)_{10}$

উদাহরণ-১৬. অক্টাল $(123.540)_8$ কে ডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

$(123.540)_8$

$= 1\times8^2 + 2\times8^1 + 3\times8^0 + 5\times8^{-1} + 4\times8^{-2} + 0\times8^{-3}$

$= 64 + 16 + 3 + 5\times\frac{1}{8} + 4\times\frac{1}{64} + 0$

$= 83 + 0.625 + 0.0625$

সুতরাং, $(123.540)_8 = (83.6875)_{10}$

হেক্সাডেসিম্যাল থেকে ডেসিম্যালে রূপান্তর (Hexadecimal to Decimal)

উদাহরণ-১৭. হেক্সাডেসিম্যাল $(ABCD)_{16}$ কে ডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

$(ABCD)_{16}$

$= 10\times16^3 + 11\times16^2 + 12\times16^1 + 13\times16^0$

$= 40960 + 2816 + 192 + 13$

$= (43981)_{10}$

সুতরাং, $(ABCD)_{16} = (43981)_{10}$

উদাহরণ-১৮. হেক্সাডেসিম্যাল $(B5D.48)_{16}$ কে ডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

$(B5D.48)_{16}$

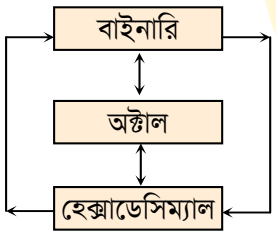
$= B\times16^2 + 5\times16^1 + D\times16^0 + 4\times16^{-1} + 8\times16^{-2}$

$= 11\times256 + 80 + 13 + 0.25 + 0.03125$

$= 2816 + 80 + 13 + 0.25 + 0.03125$

সুতরাং, $(B5D.48)_{16} = (2909.28125)_{10}$

দ্বিতীয় গ্রুপ: বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যার মধ্যে পারস্পরিক রূপান্তর



১. বাইনারি সংখ্যা থেকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করা। অক্টাল সংখ্যা থেকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করা।

২. বাইনারি সংখ্যা থেকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা। হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা থেকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করা।

৩. অক্টাল সংখ্যা থেকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা। হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা থেকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করা।

এখানে উল্লেখ্য যে, (i) অক্টাল সংখ্যা থেকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে হলে প্রথমে অক্টাল সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করে নিতে হয়। অতঃপর বাইনারি সংখ্যাকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে হয়। (ii) অনুরূপ, হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে হলে প্রথমে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করে নিতে হয়। অতঃপর বাইনারি সংখ্যাকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করতে হয়। নিচে রূপান্তরগুলো দেখানো হলো—

অক্টাল থেকে বাইনারি (Octal to Binary)

কোনো অক্টাল সংখ্যাকে সহজে বাইনারিতে রূপান্তরিত করা যায়। এক্ষেত্রে অক্টাল সংখ্যাটির প্রতিটি অঙ্কের জন্য বাইনারি সমতুল্য মান তিন অঙ্কে পাশাপাশি বসালে অক্টাল সংখ্যার সমতুল্য বাইনারি সংখ্যা পাওয়া যায়।

উদাহরণ-১৯. অক্টাল $(127)_8$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

এখানে, $(127)_8 = (1 \quad 2 \quad 7)_8$

$= (\overline{001} \quad \overline{010} \quad \overline{111})_2$

$= (001010111)_2$

$\therefore (127)_8 = (1010111)_2$

উদাহরণ-২০. $(0.023)_8$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

এখানে, $(0.023)_8 = (. \quad 0 \quad 2 \quad 3)_8$

$= (. \quad \overline{000} \quad \overline{010} \quad \overline{011})_2$

$= (.000010011)_2$

$\therefore (0.023)_8 = (0.000010011)_2$

উদাহরণ-২১. $(254.633)_8$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(254.633)_8 = (2 \quad 5 \quad 4 \quad . \quad 6 \quad 3 \quad 3)_8$

$= (\overline{010} \quad \overline{101} \quad \overline{100} \quad . \quad \overline{110} \quad \overline{011} \quad \overline{011})_2$

$= (010101100.110011011)_2$

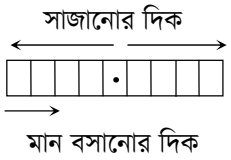
সুতরাং, $(254.633)_8 = (010101100.110011011)_2$

অক্টাল	বাইনারি
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

বাইনারি থেকে অক্টাল (Binary to Octal)

বাইনারিকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তরিত করতে বাইনারির পূর্ণ সংখ্যাকে ডানদিক থেকে প্রতি তিন বিট করে একত্রে নিয়ে ছোট ছোট ভাগ করে বাম দিকে আসতে হবে ও ভগ্নাংশ সংখ্যাকে দশমিক বিন্দুর পর বামদিক থেকে ডানদিকে তিন বিটের গ্রুপে বিভক্ত করতে হয়।

কোনো গ্রুপে তিনের চেয়ে কম অঙ্ক হলে পূর্ণসংখ্যার ক্ষেত্রে বামদিকে এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে ডানদিকে প্রয়োজন মতো 0 বসিয়ে 3টি অঙ্ক পূর্ণ করে নিতে হয়। প্রতিটি গ্রুপের সমতুল্য দশমিক সংখ্যা (0 থেকে 7) বসিয়ে অক্টালে রূপান্তর করা যায়।



উদাহরণ-২২. $(11111111)_2$ কে অক্টালে রূপান্তর কর।

$(11111111)_2 = (\underline{011} \quad \underline{111} \quad \underline{111})_2$

$= (3 \quad 7 \quad 7)_8$

$= (377)_8$

সুতরাং, $(11111111)_2 = (377)_8$

উদাহরণ-২৩. $(1111011.1101)_2$ কে অক্টালে রূপান্তরিত কর।

$(1111011.1101)_2 = (\underline{001} \quad \underline{111} \quad \underline{011} \,.\, \underline{110} \quad \underline{100})_2$

$= (1 \quad 7 \quad 3 \,.\, 6 \quad 4)_8$

$= (173.64)_8$

সুতরাং, $(1111011.1101)_2 = (173.64)_8$

হেক্সাডেসিম্যাল থেকে বাইনারিতে রূপান্তর (Hexadecimal to Binary)

কোনো হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর করতে হলে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাটির প্রতিটি সংখ্যা বা প্রতীককে সমতুল্য চার বিটের বাইনারি সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করতে হয়। নিচের ছকে হেক্সাডেসিম্যাল ও বাইনারি সমতুল্য মান দেখানো হলো—

Hexadecimal	Binary
0	0000
1	0000
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

উদাহরণ-২৪. $(BFC)_{16}$ কে বাইনারিতে রূপান্তর কর।

এখানে, $(BFC)_{16} = (B(11)\ F(15)\ C(12))_2$

$= (1011 \quad 1111 \quad 1100)_2$

সুতরাং, $(BFC)_{16} = (101111111100)_2$

উদাহরণ-২৫. $(AB8D.0F)_{16}$ কে বাইনারিতে রূপান্তর কর।

এখানে, $(AB8D.0F)_{16}$

$= (A(10)\ B(11)\ 8\ D(13).\ 0\ F(15))_{16}$

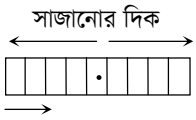
$= \left(\overline{1010} \quad \overline{1011} \quad \overline{1000} \quad \overline{1101} \cdot \overline{0000} \quad \overline{1111}\right)_2$

$= (1010101110001101.00001111)_2$

সুতরাং, $(AB8D.0F)_{16}$

$= (1010101110001101.00001111)_2$

বাইনারি থেকে হেক্সাডেসিম্যালে রূপান্তর (Binary to Hexadecimal)



বাইনারি থেকে হেক্সাডেসিম্যাল রূপান্তর করতে বাইনারি সংখ্যাকে চারটি বিটে আলাদা-আলাদা গ্রুপ করতে হয়। এক্ষেত্রে, পূর্ণসংখ্যাকে ডানদিক থেকে বামদিকে এবং ভগ্নাংশ সংখ্যাকে বামদিক থেকে ডানদিকে হিসাব করতে হয়। গ্রুপ করার সময় প্রয়োজনবোধে সংখ্যার পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে সর্ববামে এবং ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে সর্বডানে অতিরিক্ত শূন্য বসিয়ে চারটি করে বিট নিয়ে গ্রুপ করতে হয়। প্রতিটি গ্রুপকে তার সমতুল্য মান বা প্রতীক দিয়ে প্রতিস্থাপন করে সমতুল্য হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করা যায়।

উদাহরণ-২৬. বাইনারি $(101010011100)_2$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(101010011100)_2$
$= (\underline{1010}\ \underline{1001}\ \underline{1100})_2$
$= [10(A)\quad 9\quad 12(C)]_{16}$
$= (A9C)_{16}$
সুতরাং, $(101010011100)_2 = (A9C)_{16}$

উদাহরণ-২৭. বাইনারি $(10110101100.1101001)_2$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(10110101100.1101001)_2$
$= (\underline{0101}\ \underline{1010}\ \underline{1100}\ .\ \underline{1101}\ \underline{0010})_2$
$= (\ 5\quad A\quad C\ .\ D\quad 2\ )_{16}$
$= (5AC.D2)_{16}$
সুতরাং, $(10110101100.1101001)_2 = (5AC.D2)_{16}$

উদাহরণ-২৮. বাইনারি $(0.1111011)_2$ কে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

এখানে, $(0.1111011)_2 = (.\ 1111\ \ 0110)_2$
$= (.\ \ F(15)\ \ 6)_{16}$
$= (.\ F6)_{16}$
$\therefore\ (0.1111011)_2 = (0.\ F6)_{16}$

অক্টাল থেকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর (Octal to Hexadecimal)

অক্টাল সংখ্যাকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করার পদ্ধতি হচ্ছে–

১. প্রথমে অক্টাল থেকে দশমিক তারপর দশমিক থেকে হেক্সাডেসিম্যাল।

২. প্রথমে অক্টাল থেকে বাইনারি তারপর বাইনারি থেকে হেক্সাডেসিম্যাল।

২য় পদ্ধতিটি সহজতর হওয়ায়, অক্টাল ⟶ বাইনারি ⟶ হেক্সাডেসিম্যাল পদ্ধতির মাধ্যমে রূপান্তর দেখানো হলো—

উদাহরণ-২৯. $(365)_8$ কে হেক্সাডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

এখানে, $(365)_8 = (\ 3\quad 6\quad 5)_8$
$= (\ \overline{011}\ \ \overline{110}\ \ \overline{101}\ )_2$
$= (\overleftarrow{0000}\ \ \overleftarrow{1111}\ \ \overleftarrow{0101})_2$
$= (0F5)_{16}$
$= (F5)_{16}$
সুতরাং, $(365)_8 = (F5)_{16}$

উদাহরণ-৩০. অক্টাল $(0.375)_8$ সংখ্যাকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

এখানে, $(0.375)_8 = (.\ \ 3\quad 7\quad 5)_8$
$= (.\ \overline{011}\ \ \overline{111}\ \ \overline{101}\ )_2$
$= (.\ \overrightarrow{0111}\ \ \overrightarrow{1110}\ \ \overrightarrow{1000})_2$
$= (.\ \ 7\quad E(14)\quad 8)_{16}$
$= (.\ 7E8)_{16}$
$\therefore\ (0.375)_8 = (0.7E8)_{16}$

উদাহরণ-৩১. $(377.45)_8$ কে হেক্সাডেসিম্যালে রূপান্তর কর।

এখানে, $(377.45)_8 = (\ 3\quad 7\quad 7\ .\ 4\quad 5)_8$
$= (\ \overline{011}\ \ \overline{111}\ \ \overline{111}\ .\ \overline{100}\ \ \overline{101}\ )_2$

[অক্টাল পয়েন্টের বামে ও ডানে অবস্থিত যথাক্রমে পূর্ণাঙ্গ ও ভগ্নাংশের প্রতিটি ডিজিটকে তিন বিটের সমতুল্য বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করা হয়েছে।]

$= (0000\ 1111\ 1111\ .\ 1001\ 0100)_2$

[বাইনারি বিন্দুকে টার্গেটে রেখে বিন্দুটির বাম ও ডান পাশে চার বিটের বাইনারি আকারে সাজানো হয়েছে।]

$= (\ 0\ \ F\ \ F\ .\ 9\ \ 4\ )_{16}$

[চার বিটের প্রতিটি বাইনারি সংখ্যার গ্রুপকে হেক্সাডেসিম্যাল ডিজিটে প্রকাশ করা হয়েছে।]

$= (FF.94)_{16}$

সুতরাং, $(377.45)_8 = (FF.94)_{16}$

হেক্সাডেসিম্যাল থেকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর (Hexadecimal to Octal)

হেক্সাডেসিম্যাল থেকে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করার পদ্ধতি হচ্ছে–

১. প্রথমে হেক্সাডেসিম্যাল থেকে দশমিক তারপর দশমিক থেকে অক্টাল।

২. প্রথমে হেক্সাডেসিম্যাল থেকে বাইনারি তারপর বাইনারি থেকে অক্টাল।

২য় পদ্ধতিটি সহজতর হওয়ায়, হেক্সাডেসিম্যাল ⟶ বাইনারি ⟶ অক্টাল পদ্ধতিতে রূপান্তর করা হলো।

উদাহরণ-৩২. $(53E)_{16}$ কে অক্টালে রূপান্তর কর।

এখানে, $(53E)_{16} = (5\ \ 3\ \ E)_{16}$

বাইনারি $= (0101\ 0011\ 1110)_2$

সাজানো $= (010\ 100\ 111\ 110)_2$

মান $= (2\ \ 4\ \ 7\ \ 6)_8$

$= (2476)_8$

সুতরাং, $(53E)_{16} = (2476)_8$

উদাহরণ-৩৩. হেক্সাডেসিম্যাল $(0.54)_{16}$ কে অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

এখানে, $(0.54)_{16} = (.\ 5\ \ 4)_{16}$

$= (.\ 0101\ 0100)_2$

$= (.\ 010\ 101\ 000)_2$

$= (.\ 2\ \ 5\ \ 0)_8$

$= (.250)_8$

$\therefore (0.54)_{16} = (0.250)_8$

উদাহরণ-৩৪. $(25A.25B)_{16}$ কে অক্টালে রূপান্তর কর।

এখানে, $(25A.25B)_{16}$

$= (2\ \ 5\ \ A\ .\ 2\ \ 5\ \ B)_{16}$

বাইনারি $= (0010\ 0101\ 1010\ .\ 0010\ 0101\ 1011)_2$

সাজানো মান $= (001\ 001\ 011\ 010\ .\ 001\ 001\ 011\ 011)_2$

$= (\ 1\ \ 1\ \ 3\ \ 2\ .\ 1\ \ 1\ \ 3\ \ 3)_8$

সুতরাং, $(25A.25B)_{16} = (1132.1133)_8$

কাজ:

১. প্রদত্ত সংখ্যাগুলোকে বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশ করঃ $i.(99)_{10}$, $ii.\ (38.05)_{10}$, $iii.(532)_8$, $iv.(513.75)_8$, $v.(AB.CD)_{16}$, $vi.\ (19F.5E)_{16}$।

২. প্রদত্ত সংখ্যাগুলোকে দশমিক সংখ্যায় প্রকাশ করঃ $i.(11011)_2$, $ii.(1011.11)_2$, $iii.(513.75)_8$, $iv.(B5D)_{16}$, $v.(ABCD.EF)_{16}$।

৩. প্রদত্ত সংখ্যাগুলোকে অক্ট্যাল সংখ্যায় প্রকাশ করঃ $i.(11011)_2$, $ii.(1111011.1111011)_2$, $iii.(99)_{10}$, $iv.(215.89)_{10}$, $v.(2F5C)_{16}$, vi.$(AB.CD)_{16}$।

৪. প্রদত্ত সংখ্যাগুলোকে হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় প্রকাশ করঃ i.$(251.89)_{10}$, ii.$(27.25)_{10}$, iii.$(203.75)_{10}$

পাঠ ৭ ও ৮ বাইনারি যোগ ও বিয়োগ, চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও ২-এর পরিপূরক

৩.৩ বাইনারি যোগ ও বিয়োগ (Addition & Subtraction in Binary)

বাইনারি যোগ ও বিয়োগ: প্রথম থেকে দশম শ্রেণি পর্যন্ত গাণিতিক সমস্যা সমাধানে ডেসিম্যাল সংখ্যা ব্যবহার করা হয়। কিন্তু ডিজিটাল ডিভাইসে গাণিতিক সমস্যার সমাধান বাইনারি যোগ ও বিয়োগের মাধ্যমে করা হয়। কেননা, কম্পিউটার শুধুমাত্র বাইনারি সংখ্যা ০ ও ১ বুঝতে পারে। নিম্নে বাইনারি যোগ ও বিয়োগ নিয়ে আলোচনা করা হলো-

জেনে রাখো

বাইনারি যোগের সূত্রাবলি:

১. $0 + 0 = 0$ ২. $0 + 1 = 1$

৩. $1 + 0 = 1$ ৪. $1 + 1 = 0$ হাতে 1 (Carry 1)

৫. $1 + 1 + 1 = 1$ হাতে 1 (Carry 1)

৬. $1 + 1 + 1 + 1 = 0$ হাতে 2 যার বাইনারি 10

৭. $1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 1$ হাতে 2 যার বাইনারি 10

হাতের সংখ্যা এসে পূর্বের (বামের) ডিজিটের সাথে যোগ হবে এবং দশমিকের মতো সাজিয়ে এই সূত্র মেনে যোগ করতে হবে।

বাইনারি যোগ (Binary Addition): ডিজিটাল যন্ত্রে যোগ, বিয়োগ, গুণ ও ভাগ বাইনারিতে হয়ে থাকে। কারণ, বাইনারি যোগ সহজ ও গুরুত্বপূর্ণ পদ্ধতি। বাইনারি যোগ ও যোগ চিহ্ন দশমিক যোগের মতো তবে পার্থক্য হলো দশমিক যোগে, যেমন- $1 + 1 = 2$ হয় কিন্তু বাইনারি যোগে $1 + 1 = 10$ হয়। এখানে, দশমিক পদ্ধতির দুই-এর (2) সমান বাইনারি পদ্ধতির দুই (10) হয়েছে। বাইনারি পদ্ধতিতে 1 হলো সর্বোচ্চ ডিজিট। এ কারণে যোগের সময় এর বেশি হলে ক্যারি এক (Carry 1) তৈরি হবে এবং তা যথা নিয়মে পূর্বের (বামের) ডিজিটের সাথে যোগ হবে। যেমন- $1 + 1 = 10$, অর্থাৎ বলতে হবে শূন্য এবং হাতে (Carry) থাকে এক যা প্রকৃতপক্ষে দশমিক পদ্ধতির ২(দুই) এর সমান।

অনুরূপভাবে – $1 + 1 + 1 = 11$

হাতের এক (Carry 1)

নিম্নে কয়েকটি যোগ দেখানো হলো–

উদাহরণ-১. $(101)_2$ ও $(001)_2$ যোগ কর।

$$\begin{array}{r} 101 \\ +\,001 \\ \hline 110 \end{array}$$

উদাহরণ-২. $(1101)_2$ ও $(1011)_2$ যোগ কর।

$$\begin{array}{r} 1101 \\ +1011 \\ \hline 11000 \end{array}$$

উদাহরণ-৩. $(10011)_2$ ও $(1001)_2$ যোগ কর।

$$\begin{array}{r} 10011 \\ +\,1001 \\ \hline 11100 \end{array}$$

উদাহরণ-৪. $(1100101)_2$ ও $(1010101)_2$ যোগ কর।

$$\begin{array}{r} 1100101 \\ +\,1010101 \\ \hline 10111010 \end{array}$$

উদাহরণ-৫. $(11011.001)_2$ ও $(1011.11)_2$ যোগ কর।

$$\begin{array}{r} 11011.001 \\ +\,1011.110 \\ \hline 100110.111 \end{array}$$

[পয়েন্টের পর সমান সংখ্যক অঙ্ক তৈরির জন্য একটি অতিরিক্ত 0 ব্যবহার করা হয়েছে]

উদাহরণ-৬. $(3DC.8)_{16}$ এবং $(607.52)_8$ কে বাইনারিতে যোগ কর।

$$\begin{array}{rcr} (3DC.8)_{16} & = & (001111011100.100000)_2 \\ (607.52)_8 & = & (110000111.101010)_2 \\ \hline & & (10101100100.001010)_2 \end{array}$$

উদাহরণ-৭. $(5A.2C)_{16}$ এবং $(72.34)_8$ সংখ্যা দুটিকে বাইনারিতে যোগ কর।

$$(5A.2C)_{16} = (0101\ 1010.00101100)_2$$
$$(72.34)_8 = (11\ 1010.01110000)_2$$
$$(1001\ 0100.10011100)_2$$

উদাহরণ-৮. $(6F.3C)_{16}$ ও $(203.25)_8$ সংখ্যা দুটিকে বাইনারিতে যোগ কর এবং ফলাফল হেক্সাডেসিম্যালে প্রকাশ কর।

$$(6F.3C)_{16} = (0110\ \ 1111\ .\ 0011\ \ 1100)_2 = (001101111.00111100)_2$$
$$(203.25)_8 = (010\ \ \ 000\ \ 011.\ 010\ \ 101)_2 = (010000011.01010100)_2$$

∴ বাইনারিতে যোগফল $= (011110010.\ 10010000)_2$

$= (0000\ 1111\ \ 0010.\ 1001\ \ 0000)_2$

$= (\ \ 0\ \ \ \ F\ \ \ \ \ \ 2\ .\ \ \ 9\ \ \ \ \ 0)_{16}$

∴ হেক্সাডেসিম্যালে মান $= (F2.90)_{16}$

বাইনারি বিয়োগ (Binary Subtraction): সাধারণ বিয়োগ ও বাইনারি বিয়োগ এক নয় । ডিজিটাল ডিভাইস তথা কম্পিউটারে পর্যায়ক্রমে বাইনারি যোগের মাধ্যমে গুণ বা ঋণাত্মক সংখ্যাকে ধনাত্মক সংখ্যার সাথে যোগ করে বাইনারি বিয়োগের হিসাব-নিকাশ করা হয়। দশমিক পদ্ধতিতে ছোট সংখ্যা হতে বড় সংখ্যা বিয়োগ করলে যেমন পূর্ববর্তী অঙ্ক হতে 10 ধরে নিতে হয়, তেমনি বাইনারি সংখ্যার ক্ষেত্রে ছোট সংখ্যা হতে বড় সংখ্যা (0 হতে 1) বিয়োগ করলে হাতে (ধার) 1 থাকে।

জেনে রাখো

বাইনারি বিয়োগের সূত্রাবলি:
১. 0 - 0 = 0; ২. 1 - 1 = 0
৩. 1 - 0 = 1; ৪. 0 - 1= 1 (ধার 1)
এ পদ্ধতিতে দশমিক পদ্ধতির মতো এক ধাপ পরের স্তর থেকে নেওয়া হয়। বাইনারি সংখ্যায় গাণিতিক সূত্রাবলি প্রতিষ্ঠা করেন জর্জ বুলি (George Boole, 1815 – 1864)। তার নাম অনুসারে সূত্রগুলোকে বুলিয়ানের সূত্র বলে।

উদাহরণ-১. $(1100)_2$ থেকে $(101)_2$ বিয়োগ করো।

$$\begin{array}{r} 1100 \\ -101 \\ \hline 111 \end{array}$$

উদাহরণ-২. $(1101)_2$ থেকে $(1011)_2$ বিয়োগ করো।

$$\begin{array}{r} 1101 \\ -1011 \\ \hline 10 \end{array}$$

বাইনারি গুণ (Binary Multiplication): দশমিক পদ্ধতির গুণের সাথে বাইনারি গুণের কোনো পার্থক্য নেই। দশমিক পদ্ধতিতে 0-9 পর্যন্ত মোট দশটি ডিজিট ব্যবহৃত হয়। বাইনারি গুণের ক্ষেত্রে 0, 1 এ দুটি ডিজিট ব্যবহৃত হয়। বাইনারি গুণের নিয়ম চারটি। যথা-

১. 0.0 = 0 ২. 0.1 = 0
৩. 1.0 = 0 ৪. 1.1 = 1

উদাহরণ-১. (i) $(11011)_2$ ও $(1011)_2$ সংখ্যা দু'টির গুণ কর।

```
        1 1 0 1 1
          1 0 1 1
-----------------
        1 1 0 1 1
      1 1 0 1 1
    0 0 0 0 0
  1 1 0 1 1
-----------------
 1 0 0 1 0 1 0 0 1
```

সুতরাং নির্ণেয় গুণফল = $(10010100)_2$

[বি. দ্র.: যোগ করার সময় বাইনারিতে যোগ করতে হবে।]

উদাহরণ-২. (ii) $(1101 . 101)_2$ ও $(101 . 11)_2$ গুণফল বের কর।

```
            1 1 0 1 . 1 0 1
              1 0 1 . 1 1 0
            -----------------
              0 0 0 0 0 0 0
            1 1 0 1 1 0 1
          1 1 0 1 1 0 1
        1 1 0 1 1 0 1
      0 0 0 0 0 0 0
    1 1 0 1 1 0 1
  1 0 0 1 1 1 0 . 0 1 0 1 1 0
```

সুতরাং নির্ণেয় গুণফল = $(1001110.01011)_2$

বাইনারি ভাগ (Binary Division) : বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির ভাগ দশমিক সংখ্যা পদ্ধতির ভাগের অনুরূপ। তবে বাইনারি ভাগের ক্ষেত্রে 0 দ্বারা ভাগ করলে তা অর্থহীন (Meaningless) হয়। বাইনারি ভাগের নিয়মগুলো হলো-

1. $0 \div 0 =$ অর্থহীন
2. $0 \div 1 = 0$
3. $1 \div 0 =$ অর্থহীন
4. $1 \div 1 = 1$

উদাহরণ-১. (i) 11001 কে 101 দ্বারা ভাগ কর।

```
101 | 11001 | 101
      101
      ---
       101
       101
       ---
         0
```

সুতরাং নির্ণেয় ভাগফল = 101

[বিয়োগ করার সময় মনে রাখতে হবে এখানে বাইনারিতে বিয়োগ হবে]

কাজ:

১. নিচের সংখ্যাগুলোর বাইনারি যোগফল ও বিয়োগফল নির্ণয় করঃ *i.* $(101101)_2$ ও $(101011010)_2$, *ii.* $(11011.001)_2$ ও $(1011.11)_2$

২. *i.* ABC ও DEF যোগ কর এবং যোগফল অক্ট্যালে প্রকাশ কর।

ii. $(4C.B7)_{16}$ ও $(123.46)_8$ যোগ কর এবং যোগফল দশমিকে প্রকাশ কর।

iii. $(6F.8C)_{16}$ $(203.25)_8$ যোগ কর এবং যোগফল হেক্সাডেসিম্যালে প্রকাশ কর।

৩.৪ চিহ্নযুক্ত সংখ্যা (Signed Numbers)

সাধারণ গাণিতিক হিসাব-নিকাশের জন্য ধনাত্মক (positive) ও ঋণাত্মক (negative) সংখ্যার প্রয়োজন হয়। ধনাত্মক সংখ্যার জন্য (+) (plus sign) এবং ঋণাত্মক সংখ্যার জন্য (–) বা (minus sign) ব্যবহৃত হয়। যে সংখ্যা দ্বারা ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সংখ্যাকে বোঝানো হয় তাকে চিহ্ন যুক্ত সংখ্যা বা Signed number বলে। কম্পিউটার বা ডিজিটাল ডিভাইসে চিহ্নযুক্ত সংখ্যা (+, –) এরূপ নয়। কেননা, ডিজিটাল ডিভাইসে চিহ্নযুক্ত সংখ্যা নির্ণয়ে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

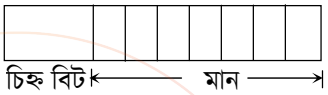
চিহ্নযুক্ত সংখ্যা প্রকাশের জন্য তিনটি গঠন আছে। যথা:

১. প্রকৃত মান গঠন (Sign magnitude form)
২. 1-এর পরিপূরক গঠন (1's complement form)
৩. 2-এর পরিপূরক গঠন (2's complement form)

প্রকৃত মান গঠন (Sign Magnitude Form): বাইনারিতে নেগেটিভ ও পজিটিভ সংখ্যা বোঝানোর জন্য সংখ্যার সর্ববামে (পূর্বে) একটি অতিরিক্ত সাইন বিট বা অঙ্ক 0 বা 1 ব্যবহার করা হয়। সাইন বিট 0 হলে সংখ্যাটি ধনাত্মক, যাকে বলা হয় '+' এবং সাইন বিট 1 হলে সংখ্যাটি ঋণাত্মক, যাকে বলা হয় '–'।

নিম্নে 1 বাইট বা 8 বিট রেজিস্টারের ক্ষেত্রে চিহ্নিত সংখ্যার নমুনা দেখানো হলো—

99 এর বাইনারি	চিহ্ন বিট	1100011
+ 99 ,, ,,	0	1100011
–99 ,, ,,	1	0011101



রেজিস্টারে বিট অনুসারে সাইন-এর জন্য 1 বিট এবং অন্যগুলো বিট মানের জন্য ব্যবহৃত হয়। কম্পিউটারে 4 বিট, 8 বিট, 16 বিট, 32 বিট, 64 বিট ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। দুটি উদাহরণ দিয়ে চিহ্নিত সংখ্যা বিষয়ে আলোচনা করা হলো।

8 বিট বা 1 বাইটের রেজিস্টারের ক্ষেত্রে সাইন বিট 1 ও মানের জন্য 7 বিট ব্যবহৃত হয়।

তাহলে সর্বোচ্চ ধনাত্মক মান হবে:

0	1	1	1	1	1	1	1	$= +2^7$

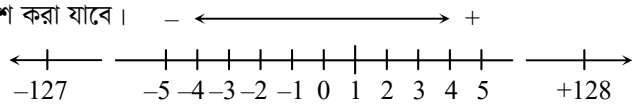
চিহ্নবিট ⟵ মান ⟶ $= (+128)_{10}$

সর্বনিম্ন ঋণাত্মক মান হবে :

1	1	1	1	1	1	1	1	$= -(2^7-1)$

চিহ্নবিট ⟵ মান ⟶ $= (-127)_{10}$

মধ্যবর্তী ব্যাপ্তি –127 থেকে +128 মোট 256 বা 2^8 টি পৃথক মান প্রকাশ করা যাবে।



সংখ্যা ধনাত্মক হলে চিহ্ন ('+') দেওয়ার প্রয়োজন হয় না। চিহ্নবিট ছাড়া অবশিষ্ট অংশটি সংখ্যার মান প্রকাশ করে।

শূন্যের ক্ষেত্রে প্রকৃত মান গঠন বাস্তবে অসম্ভব, কারণ + 0, – 0 ব্যবহার করা যায় না।

+0	0	0	0	0	0	0	0	0
–0	1	0	0	0	0	0	0	0

১-এর পরিপূরক গঠন (1's Complement form): বাইনারি সংখ্যার ১-এর পরিপূরক বা 1's Complement বলতে ঐ সংখ্যার 1-এর স্থলে 0 এবং 0 এর স্থলে 1 দ্বারা প্রতিস্থাপন (Replacement) করতে হয়। উদাহরণস্বরূপ-

1	0	0	1	1	0	বাইনারি সংখ্যা
↓	↓	↓	↓	↓	↓	
0	1	1	0	0	1	এর 1's Complement হলো

অর্থাৎ (100110) এর 1's Complement হলো 011001

নিম্নে কয়েকটি সংখ্যার 1's Complement ৮ বিট বিশিষ্ট রেজিস্টারে দেখানো হলো-

Binary Bit									1's Complement								
+17	0	0	0	1	0	0	0	1	- 17	1	1	1	0	1	1	1	0
(Sign Bit)									(Sign Bit)								
+40	0	0	1	0	1	0	0	0	- 40	1	1	0	1	0	1	1	1
(Sign Bit)									(Sign Bit)								
+94	0	1	0	1	1	1	1	0	-94	1	0	1	0	0	0	0	1
(Sign Bit)									(Sign Bit)								

আধুনিক কম্পিউটার ও অন্যান্য ডিজিটাল সিস্টেমে 1's Complement এর ব্যবহার দেখা যায়।

৩.৫ ২-এর পরিপূরক (2′s Complement)

বাইনারি সংখ্যাকে 1′-এর পরিপূরক করে তার সাথে 1 যোগ করলে 2-এর পরিপূরক বা 2's Complement পাওয়া যায়। উদাহরণস্বরূপ: +22 সংখ্যাটির 2-এর পরিপূরক দেখানো হলো।

22-এর বাইনারি মান = 10110 সুতরাং 8 বিট রেজিস্টারের জন্য এ সংখ্যা = 00010110

+22 =	0	0	0	1	0	1	1	0	
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	1	1	1	0	1	0	0	1	(1-এর পরিপূরক)
								+ 1	
-22	1	1	1	0	1	0	1	0	(2-এর পরিপূরক)

2-এর পরিপূরক সংখ্যার প্রকাশ :

(+) সংখ্যা	চিহ্ন	সমতুল্য বাইনারি মান		(–) সংখ্যা	চিহ্ন	2 এর পরিপূরক
+5	0	0000101		–5	1	1111011
+22	0	0010110		–22	1	1101010
+26	0	0011010		–26	1	1100110

চিহ্নিত ও অচিহ্নিত সংখ্যার জন্য 2-এর পরিপূরক (2′s complement) একই বর্তনীতে দ্রুত গতিতে দক্ষতার সাথে কাজ করতে পারে। তাই আধুনিক কম্পিউটারসহ ডিজিটাল ডিভাইসে 2′s complement ব্যবহৃত হয়।

'২' এর পরিপূরকের গুরুত্ব:

যোগের সংক্ষিপ্ত রূপ হচ্ছে-গুণ অর্থাৎ পুনঃপুনঃ যোগের মাধ্যমে গুণের কাজ করা যায়। আর 2'এর পরিপূরকের সাহায্যে যোগের কাজ বিয়োগের মাধ্যমে করা যায়। যোগ, বিয়োগ ও গুণের মাধ্যমে ভাগের কাজ করা যায়। সুতরাং 2' এর পরিপূরকের সাহায্যে শুধু যোগের মাধ্যমে যোগ, বিয়োগ, গুণ ও ভাগের কাজ করা সম্ভব। সাধারণভবে কম্পিউটারে যোগের

জন্য অ্যাডার সার্কিট ও বিয়োগের জন্য সাবট্রাক্টর সার্কিট ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ প্রত্যেকটি অপারেশনের জন্য আলাদা আলাদা সার্কিট ব্যবহার করতে হয়। ফলে এতে সার্কিটের জটিলতা বাড়ে ও খরচ বৃদ্ধি পায়। এই অসুবিধা দুর করার জন্য সাধারণ সার্কিটের পরিবর্তে 2'এর পরিপূরকের সার্কিট ব্যবহার করলে উক্ত অসুবিধাগুলো নিরসনের পাশাপাশি **সার্কিটের ওজন, জটিলতা ও খরচ কমে ও সার্কিটের গতি এবং দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।** ফলে আধুনিক কম্পিউটার ও বিভিন্ন ডিজিটাল ডিভাইস তৈরিতে সাধারণ সার্কিটের পরিবর্তে 2' এর পরিপূরক সার্কিট ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া ২-এর পরিপূরক ব্যবহারের কিছু কারণ হলো-

i. প্রকৃত-মান ও ১-এর পরিপূরক গঠনে 0 এর জন্য দুটি বাইনারি শব্দ (+0 ও -0) সম্ভব। কিন্তু বাস্তবে +0 ও -0 বলতে কিছু নেই। বাস্তবে শুধু 0 আছে। ২-এর পরিপূরক গঠনে এ ধরনের কোন সমস্যা নেই।
ii. ২-এর পরিপূরক সংখ্যার জন্য গাণিতিক সরল বর্তনী প্রয়োজন। সরল বর্তনী দামে সস্তা ও দ্রুত গতিতে কাজ করে।
iii. ২-এর পরিপূরক গঠনে চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও চিহ্নবিহীন সংখ্যা যোগ করার জন্য একই বর্তনী ব্যবহার করা যায়।
iv. ২-এর পরিপূরক গঠনে যোগ ও বিয়োগের জন্য একই বর্তনী ব্যবহার করা যায়। তাই আধুনিক কম্পিউটারে ২-এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

2′ s Complement ব্যবহার করে গাণিতিক দক্ষতা যাচাই:

উদাহরণ-১. +25 থেকে +12 বিয়োগ কর অথবা +25 ও – 12 যোগ কর।

বিয়োগের ক্ষেত্রে, অথবা যোগের ক্ষেত্রে,

(+25) – (+12) = (+25) +(–12) (+25) + (–12)

এখানে 12 ঋণাত্মক। তাই শুধুমাত্র 12 এর 2'এর পরিপূরক করতে হবে।

25-এর সমতুল্য বাইনারি = 11001
= 00011001 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)
12-এর সমতুল্য বাইনারি = 1100
= 00001100 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)
00001100 এর 1' এর পরিপূরক =11110011
+1
00001100 এর 2' এর পরিপূরক =11110100
অতএব, $(-12)_{10} = (11110100)_2$

+ 25 → 00011001
– 12 → 11110100
+13 → $\boxed{1}$00001101

ক্যারি বিট চিহ্ন বিট

অতিরিক্ত ক্যারি বিট বিবেচনা করা হয় না। যেহেতু চিহ্নবিট 0' সেহেতু ফলাফল ধনাত্মক।

∴ নির্ণেয় ফলাফল 00001101 বা +13

উদাহরণ-২. +25 থেকে -12 বিয়োগ কর অথবা +25 ও +12 যোগ কর।

বিয়োগের ক্ষেত্রে, অথবা যোগের ক্ষেত্রে,

(+25) - (-12) (+25) + (+12)

= (+25) + (+12)

এখানে 25 ও 12-এর মধ্যে কোনোটিই ঋণাত্মক নয়। তাই 25 ও 12-এর কোনটিকে 2'-এর পরিপূরক করতে হবে না।

25-এর সমতুল্য বাইনারি = 11001

= 00011001 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

12-এর সমতুল্য বাইনারি = 1100

= 00001100 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

এখন,

+25	→	0	0011001
+12	→	0	0001100
+37	→	0	0100101

↑ চিহ্ন বিট

যেহেতু যোগফলের চিহ্নবিট 0, সেহেতু ফলাফল ধনাত্মক।

∴ নির্ণেয় ফলাফল 00100101 বা +37।

উদাহরণ-৩. –25 থেকে +12 বিয়োগ কর অথবা –25 ও – 12 যোগ কর।

বিয়োগের ক্ষেত্রে, অথবা যোগের ক্ষেত্রে,

(–25) – (+12) (–25) + (–12)

= (–25) + (–12)

এখানে 25 ও 12 উভয় ঋণাত্মক। তাই 25 ও 12 উভয়ের 2'-এর পরিপূরক করতে হবে।

25-এর সমতুল্য বাইনারি = 11001

= 00011001 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

00011001-এর 1'-এর পরিপূরক =11100110

+1

∴ 00011001 এর 2' -এর পরিপূরক =11100111

অতএব $(-25)_{10} = (11100111)_2$

আবার,

12-এর সমতুল্য বাইনারি = 1100

= 00001100 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

00001100 এর 1'-এর পরিপূরক =11110011

+1

∴ 00001100-এর 1'-এর পরিপূরক = 11110100

অতএব $(-12)_{10} = (11110100)_2$

এখন,

– 25	→	11100111
–12	→	11110100
– 37	→	1 11011011

অতিরিক্ত ক্যারি বিট বিবেচনা করা হয় না।

∴ নির্ণেয় ফলাফল 11011011।

শুদ্ধি পরীক্ষা: যেহেতু চিহ্নবিট 1 সেহেতু ফলাফল ঋণাত্মক। অতএব 2'-এর পরিপূরক করে প্রকৃত ফলাফল পাওয়া যাবে।

```
  11011011
  00100100      (1's Complement)
         1
  --------
  00100101      (2's Complement)
```

∴ নির্ণেয় বিয়োগফল = 11011011 বা –37

উদাহরণ-৪. –25 থেকে –12 বিয়োগ কর অথবা –25 ও +12 যোগ কর।

বিয়োগের ক্ষেত্রে, অথবা যোগের ক্ষেত্রে,

(–25) – (–12) = (–25) + (+12) (–25) + (+12)

এখানে 25 ঋণাত্মক। তাই শুধু 25-এর 2'-এর পরিপূরক করতে হবে।

25-এর সমতুল্য বাইনারি = 11001

= 00011001 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

00011001-এর 1'-এর পরিপূরক =11100110

+1

00011001-এর 2'-এর পরিপূরক = 11100111

অতএব $(-25)_{10} = (11100111)_2$

আবার,

12 এর সমতুল্য বাইনারি =1100

= 00001100 (৮ বিট রেজিস্টারের জন্য)

এখন,

– 25	→	11100111
+ 12	→	00001100
– 13	→	11110011

∴ নির্ণেয় ফলাফল =11110011

শুদ্ধি পরীক্ষা: যেহেতু চিহ্নবিট 1 সেহেতু ফলাফল ঋণাত্মক। অতএব 2'-এর পরিপূরক করে প্রকৃত ফলাফল পাওয়া যাবে।

```
  1111 0011
   00001100      (1's Complement)
        +1
  ---------
  0000 1101      (2's Complement)
```

∴ নির্ণেয় ফলাফল = 11110011 বা –13

কাজ:
আদনান জামী তার মামার কাছে E, $(7)_8$ সংখ্যা দুইটির যোগফল জানতে চাইল। মামা আদনান জামীকে যোগফল দেখালো এবং বললো কম্পিউটারের অভ্যন্তরে সমস্ত গাণিতিক কর্মকান্ড হয় (যেমন-যোগ,বিয়োগ, গুন, ভাগ) একটি মাত্র অপারেশনের মাধ্যমে।
প্রশ্ন: মামার বলা অপারেশনের সাহায্যে উদ্দীপকের সংখ্যা দুটি বিয়োগ কর।

পাঠ ৯ কোড ও বিভিন্ন প্রকার কোডের ধারণা

৩.৬ কোড (Code)

কম্পিউটার বিভিন্ন ধরনের ডেটা নিয়ে কার্যপদ্ধতি সম্পাদন করে। যেমন— সংখ্যা, বর্ণ, প্রতীক, চিহ্ন, অডিও, ভিডিও ইত্যাদি। এই সকল ডেটাকে অদ্বিতীয়ভাবে (Uniquely) বাইনারি সংখ্যা বা কোডের মাধ্যমে প্রকাশের ব্যবস্থা করতে হয়। পরবর্তিতে কম্পিউটার বাইনারি কোডগুলো ব্যবহার করে ইনস্ট্রাকশন সেট তৈরি করে। এই ইনস্ট্রাকশন সেটগুলো হলো কম্পিউটারের মূল চালিকা শক্তি যা কম্পিউটারে ব্যবহার করে সকল কাজ পরিচালিত হয়। উদাহরণস্বরূপ- কোনো শিক্ষার্থী কম্পিউটারের কিবোর্ড দিয়ে লিখল "আমি ICT বিষয়ে A^+ পাবো"। এই ডেটা কিবোর্ডের মাধ্যমে ASCII কোড তৈরি করে পরিপূর্ণ স্পেসসহ বাইনারি কোডে CPU তে পাঠায়। পরবর্তীতে আউটপুট হিসেবে মনিটরে উক্ত লেখা Decode হয়ে ভেসে উঠবে। এভাবে বর্ণ, সংখ্যা, চিহ্ন বাইনারি পদ্ধতিতে রূপান্তরিত হয়ে 0 ও 1 আকারে কম্পিউটারে input হিসেবে গৃহীত হয়।

৩.৬.১ কোডের ধারণা (Concept of Code)

কম্পিউটারের প্রসেসরকে বোঝানোর জন্য বিভিন্ন বর্ণ, প্রতীক, চিহ্ন, সংখ্যাকে বাইনারি (0, 1) তে রূপান্তর করে অদ্বিতীয়ভাবে সংকেত তৈরি করা হয়। এই অদ্বিতীয় সংকেতকে কোড বলে। ইনপুট হিসেবে এই কোডগুলোকে CPU তে প্রেরণ করা হয়। পরে CPU প্রয়োজনীয় কমান্ড অনুযায়ী কাজ করে আউটপুট প্রদান করে।

কোডকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা: ১. নিউমেরিক কোড ২. আলফানিউমেরিক কোড।

নিউমেরিক কোড (Numeric Code): যে কোড শুধুমাত্র সংখ্যার জন্য ব্যবহৃত হয় তাকে নিউমেরিক কোড বলে। উল্লেখযোগ্য নিউমেরিক কোডসমূহ হলো-

- **অক্ট্যাল কোড (Octal Code) :** ৩ বিট বিশিষ্ট বাইনারি কোডকে অক্ট্যাল কোড বলা হয়। কম্পিউটার ও মাইক্রোপ্রসেসরের সাথে সংযোগের জন্য অক্ট্যাল কোড ব্যবহার করা হয়।
- **হেক্সাডেসিম্যাল কোড (Hexadecimal Code) :** হেক্সাডেসিম্যাল কোড হলো ৪ বিটের বাইনারি কোড। অক্ট্যাল কোডের মতো এ কোডও কম্পিউটার ও মাইক্রোপ্রসেসরের সাথে সংযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। উদাহরণ : হেক্সাডেসিম্যাল কোড হলো $(৭৭)_{১৬} = (০১১১০১১১)_{২}$

৩.৬.২ BCD

BCD -এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Binary Coded Decimal । দশমিক সংখ্যার (0-9) পর্যন্ত প্রতিটি অঙ্ককে সমতুল্য বা সমান ৪ বিট বাইনারি সংখ্যা দ্বারা প্রকাশের ব্যবস্থাকে বলা হয় BCD কোড। 4টি বিট দ্বারা 2^4 অর্থাৎ 16টি ভিন্ন ব্যবস্থা নির্দেশ করা যায়। তাই 16টি ব্যবস্থায় কয়েক প্রকার BCD কোড সম্ভব। অর্থাৎ BCD কোড একটি 4 (চার) বিট বাইনারি ভিত্তিক কোড। নিম্নে কয়েক ধরনের BCD কোডের নাম উল্লেখ করা হলো-

- BCD 8421 কোড
- BCD 5421 কোড
- BCD 2421 কোড
- BCD 7421 কোড
- BCD 6423 কোড

তবে BCD 8421 কোড বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য ও বহুল ব্যবহৃত কোড। তাই BCD 8421 কে Natural Binary Coded Decimal বা NBCD কোড বলা হয়।

নিম্নে ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতির অঙ্কগুলোকে বিভিন্ন প্রকার BCD কোডে দেখানো হলো-

Decimal	BCD 8421	BCD 7421	BCD 5421	BCD 2421	BCD 642-3
0	0000	0000	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001	0001	0101
2	0010	0010	0010	1000/0010	0010
3	0011	0011	0011	1001/0011	1001/0111
4	0100	0100	0100	0100/1010	0100
5	0101	0101	1000/0101	1011/0101	1011
6	0110	0110	1001/0110	1100/0110	1000/0110
7	0111	0111/1000	1010/0111	1101/0111	1101
8	1000	1001	1011	1110	1010
9	1001	1010	1100	1111	1111

দশমিক, বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যালের মতো BCD কোড কোনো সংখ্যা পদ্ধতি নয়। এটা আসলে দশমিক পদ্ধতি যার প্রতিটি অঙ্ক সমতুল্য 4 বিট বাইনারিতে এনকোড (Encode) করা যায়। তাই BCD কোড ও বাইনারি সংখ্যা এক নয়।

যেমন- $(137)_{10}$ এর সমতুল্য বাইনারি $(10001001)_2$ কিন্তু $(137)_{10}$ এর বিসিডি কোড $(000100110111)_{BCD}$।

BCD কোডের ব্যবহার: বিসিডি কোড ক্যালকুলেটর, ডিজিটাল ঘড়ি, ভোল্টমিটার, BIOS ও বিভিন্ন ইলেকট্রনিক ডিসপ্লে বোর্ডে তারিখ সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

উদাহরণ-১. $(123)_{10}$ কে BCD কোডে রূপান্তরিত করো।

123

0001 0010 0011

অতএব $(123)_{10} = (0001\ 0010\ 0011)_{BCD}$

উদাহরণ-২. $(925)_{10}$ কে BCD কোডে রূপান্তরিত করো।

925

1001 0010 0101

অতএব $(925)_{10} = (1001\ 0010\ 0101)_{BCD}$

বিসিডি (BCD) কোড ও বাইনারি সংখ্যার মধ্যে পার্থক্য

বিসিডি কোড	বাইনারি সংখ্যা
১. বিসিডি কোড কোনো সংখ্যা পদ্ধতি নয়। দশমিক পদ্ধতির সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশের জন্য BCD কোড ব্যবহৃত হয়।	১. বাইনারি একটি সংখ্যা পদ্ধতি যার দুটি মৌলিক অংক 0 ও 1 ব্যবহৃত হয়।
২. কোনো দশমিক সংখ্যাকে বিসিডি কোডে প্রকাশ করতে তুলনামূলকভাবে বেশি বিটের প্রয়োজন হয়।	২. কোনো দশমিক সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশ করতে তুলনামূলকভাবে কম বিটের প্রয়োজন হয়।
৩. এই ক্ষেত্রে প্রতিটি বিসিডি কোডকে প্রকাশ করার জন্য ৪টি বাইনারি বিটের প্রয়োজন।	৩. বাইনারি সংখ্যা মান অনুসারে যে কোনো সংখ্যক বিটের প্রয়োজন হতে পারে।
৪. কোনো দশমিক সংখ্যাকে বিসিডি কোডে প্রকাশ করা সহজ। কারণ শুধুমাত্র 0 – 9 পর্যন্ত অংকগুলোর সমতুল্য বাইনারি মান মনে রাখা যথেষ্ট। উদাহরণ: $(১৪)_{১০}$ এর বিসিডি কোড = $(০০০১০১০০)_{BCD}$	৪. কোনো দশমিক সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশ করার জন্য হিসাবের প্রয়োজন। উদাহরণঃ $(১৪)_{১০}$ এর বাইনারি = $(১১১০)_{২}$

৩.৬.৩ আলফানিউমেরিক কোড (Alphanumeric Code)

আলফানিউমেরিক কোড বলতে কম্পিউটারের কি-বোর্ড-এর সকল অক্ষর, গাণিতিক চিহ্ন, বিশেষ অর্থবোধক চিহ্ন, 0–9 পর্যন্ত অঙ্কসহ বাটনের অন্তর্গত ডেটাকে বোঝায়। অক্ষর (a – z, A – Z), গাণিতিক চিহ্ন (+ – × ÷ = ইত্যাদি), বিশেষ অর্থবোধক চিহ্ন (! @ # $ % ; / ইত্যাদি)-এর জন্য ব্যবহৃত কোডকে আলফানিউমেরিক (Alphanumeric) কোড বলে। কতকগুলো জনপ্রিয় আলফানিউমেরিক কোড হলো– অ্যাসকি (ASCII) কোড, ইবিসিডিক (EBCDIC) কোড, ইউনিকোড (Unicode) ইত্যাদি।

আলফানিউমেরিক কোড ও BCD কোডের মধ্যে পার্থক্য

আলফানিউমেরিক কোড	বিসিডি কোড
১. বিভিন্ন চিহ্ন, অক্ষর, সংখ্যা ও বিশেষ প্রতীক প্রকাশের জন্য ব্যবহৃত কোড।	১. ০ – ৯ পর্যন্ত দশমিক সংখ্যা প্রকাশের জন্য ব্যবহৃত কোড।
২. নূন্যতম ৭ বিট ও সর্বোচ্চ ১৬টি বিট।	২. মোট বিটের সংখ্যা ৪টি।
৩. মাইক্রো কম্পিউটারে এই কোড ব্যবহৃত হয়।	৩. সাধারণত ক্যালকুলেটর, ডিজিটাল ঘড়িতে এই কোড ব্যবহৃত হয়।
৪. অ্যাসকি কোড, ইউনিকোড ইত্যাদি।	৪. বিসিডি ৮৪২১, বিসিডি ২৪২১ ইত্যাদি।

৩.৬.৪ ASCII

ASCII-এ পূর্ণরূপ হলো— American Standard Code for Information Interchange। এটি বহুল প্রচলিত আলফানিউমেরিক কোড। অ্যাসকি কোডের ৭ বিটের মধ্যে বামদিকের ৩টি বিটকে জোন ও ডানদিকের ৪টি বিটকে সংখ্যা সূচক বিট ধরা হয়। এ কোডে 2^7 বা 128টি Unique চিহ্নকে প্রকাশ করা যায়। যেমন—

A =

1	0	0	0	0	0	1
জোন বিট			সংখ্যা সূচক বিট			

বর্তমানে আধুনিক ASCII কোডকে ASCII–8 বলে। এই ব্যবস্থায় 2^8 বা 256টি চিহ্নকে নির্দিষ্ট করা যায়। কিবোর্ড, মাউস, মনিটর, প্রিন্টার ইত্যাদির মধ্যে আলফানিউমেরিক ডেটা আদান-প্রদানের জন্য ASCII কোড ব্যবহার করা হয়। যেমন-

0	1	0	0	0	0	0	1
A = Parity Bit	← Zone bit →			←Numeric bit→			

রবার্ট উইলিয়াম বিমার (Robert William Bemer) ৮ ফেব্রুয়ারি ১৯২০ খ্রিস্টাব্দে আমেরিকার মিসিগানে জন্মগ্রহণ করেন। ১৯৬৫ খ্রিস্টাব্দে তিনি কম্পিউটারে ব্যবহার উপযোগী বেশ কিছু ক্যারেক্টার উদ্ভাবন করেন। এ অবদানের জন্য তাকে ASCII এর জনক বলা হয়। তিনি ২২ জুন ২০০৪ খ্রিস্টাব্দে আমেরিকার টেক্সাসে মৃত্যুবরণ করেন।

নিম্নের অ্যাসকি সারণিতে 0 থেকে 31 পর্যন্ত ক্যারেক্টারের জোন বিট '000' এবং 127 কে নিয়ন্ত্রণ ক্যারেক্টার বলে, 32 থেকে 64 হচ্ছে বিশেষ ক্যারেক্টার, 65 থেকে 90 হচ্ছে ইংরেজি বড় হাতের অক্ষর, 91 থেকে 96 এবং 123 থেকে 126 হচ্ছে বিশেষ চিহ্ন, 97 থেকে 122 হচ্ছে ইংরেজি ছোট হাতের অক্ষর। 0 থেকে 9 পর্যন্ত অংকগুলোকে 4 বিটের বাইনারিতে রূপান্তর করে তার সামনে 0011 যুক্ত করলে অ্যাসকি(ASCII) প্রতীক পাওয়া যায়। এর ফলে বিসিডি (BCD) থেকে অ্যাসকি (ASCII) তে রূপান্তর করা সহজ হয়। ইংরেজি বড় হাতের অক্ষর ও ছোট হাতের অক্ষরের মধ্যে পার্থক্য রাখা হয়েছে সপ্তম বিটে। বড় হাতের অক্ষরগুলোর সপ্তম বিটে 0 এবং ছোট হাতের অক্ষরগুলোর সপ্তম বিটে 1 রাখা হয়েছে। এর ফলে শুধুমাত্র একটি বিট পরিবর্তনের মাধ্যমে বড় হাতের অক্ষরগুলোকে ছোট হাতের অক্ষরে এবং ছোট হাতের অক্ষরকে বড় হাতের অক্ষরে রূপান্তর করা সম্ভব।

সারণি: ASCII কোডের কিছু তালিকা

ASCII Code	Decimal Equivalent	Character	ASCII Code	Decimal Equivalent	Character
0000 0000 থেকে 0001 1111	0 থেকে ৩১	বিভিন্ন ধরনের কমান্ড যা বিশেষ করে প্রিন্টার কিংবা ডেটা কমিউনিকেশনে ব্যবহার করা হয়।	01001110	78	N
			01001111	79	O
			01010000	80	P
			01010001	81	Q
00100000	32	Blank Space	01010010	82	R
00100001	33	!	01010011	83	S
00100010	34	“	01010100	84	T
00100011	35	#	01010101	85	U
00100100	36	$	01010110	86	V

ASCII Code	Decimal Equivalent	Character	ASCII Code	Decimal Equivalent	Character
00100101	37	%	01010111	87	W
00100110	38	&	01011000	88	X
00100111	39	'	01011001	89	Y
00101000	40	(	01011010	90	Z
00101001	41	)	01011011	91	[
00101010	42	*	01011100	92	\
00101011	43	+	01011101	93	]
00101100	44	,	01011110	94	^
00101101	45	-	01011111	95	_
00101110	46	.	01100000	96	`
00101111	47	/	01100001	97	a
00110000	48	0	01100010	98	b
00110001	49	1	01100011	99	c
00110010	50	2	01100100	100	d
00110011	51	3	01100101	101	e
00110100	52	4	01100110	102	f
00110101	53	5	01100111	103	g
00110110	54	6	01101000	104	h
00110111	55	7	01101001	105	i
00111000	56	8	01101010	106	j
00111001	57	9	01101011	107	k
00111010	58	:	01101100	108	l
00111011	59	;	01101101	109	m
00111100	60	<	01101110	110	n
00111101	61	=	01101110	111	o
00111110	62	>	01101111	112	p
00111111	63	?	01110000	113	q
01000000	64	@	01110010	114	r
01000001	65	A	01110011	115	s
01000010	66	B	01110100	116	t
01000011	67	C	01110101	117	u
01000100	68	D	01110110	118	v
01000101	69	E	01110111	119	w
01000110	70	F	01111000	120	x
01000111	71	G	01111001	121	y
01001000	72	H	01111010	122	z
01001001	73	I	01111011	123	{
01001010	74	J	01111100	124	|
01001011	75	K	01111101	125	}
01001100	76	L	01111110	126	~
01001101	77	M	01111111	127	Delete

ASCII কোড ও BCD কোডের মধ্যে পার্থক্য

ASCII কোড	BCD কোড
১. ASCII এর পূর্ণ নাম- American Standard Code for Information Interchange	১. BCD এর পূর্ণনাম-Binary Coded Decimal.
২. ASCII-7 কোড হচ্ছে ৭ বিটের কোড।	২. BCD কোড হচ্ছে ৪ বিটের কোড।
৩. এই কোডে ৭টি বিট দ্বারা $২^৭$ বা ১২৮টি ভিন্ন অবস্থা নির্দেশ করে।	৩. এই কোডে 0 – 9 এই দশটি দশমিক সংখ্যাকে ৪টি বিটের মাধ্যমে নির্দেশ করা হয়।
৪. মাইক্রোকম্পিউটারে এ কোডের ব্যাপক প্রচলন আছে।	৪. দশমিক পদ্ধতির সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩.৬.৫ EBCDIC

EBCDIC বা Extended Binary Coded Decimal Interchange Code মূলত আলফানিউমেরিক ও ৮ বিট BCD কোড। এছাড়াও এটিকে ৮-বিটবিশিষ্ট বাইনারি কোড বলা হয়। ৮ বিটের মাধ্যে চারটি জোন (zone) বিট ও অবশিষ্ট চারটি নম্বর বিট হিসেবে কাজ করে। এই কোডে 0 থেকে 9 সংখ্যার জন্য 1111, A থেকে Z বর্ণের জন্য 1100, 1101 ও 1110 এবং বিশেষ চিহ্নের জন্য 0100, 0101, 0110 ও 0111 জোন (zone) বিট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। 2^8 বা 256টি বর্ণ, সংখ্যা, বিশেষ চিহ্ন ও প্রতীককে EBCDIC কোড করে কম্পিউটারে ব্যবহার উপযোগী করা আছে। সুপার কম্পিউটার, IBM মেইনফ্রেম ও মিনি এবং এরূপ সমকক্ষ কম্পিউটারে এই কোড ব্যবহার করা হয়। নিম্নে আলফানিউমেরিক ও নিউমেরিক অঙ্কসমূহের সমতুল্য EBCDIC কোড দেখানো হলো-

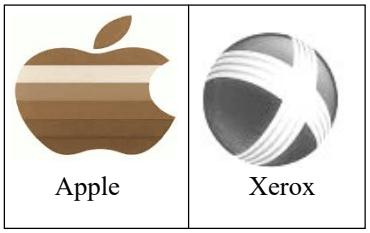
বর্ণ	জোন বিট	নম্বর বিট
A	1100	0001
B	1100	0010
C	1100	0011
D	1100	0100
E	1100	0101
F	1100	0110
G	1100	0111
H	1100	1000
I	1100	1001
J	1101	0001
K	1101	0010
L	1101	0011
M	1101	0100
N	1101	0101
O	1101	0110
P	1101	0111
Q	1101	1000
R	1101	1001
S	1110	0010

বর্ণ	জোন বিট	নম্বর বিট
T	1110	0011
U	1110	0100
V	1110	0101
W	1110	0110
X	1110	0111
Y	1110	1000
Z	1110	1001
0	1111	0000
1	1111	0001
2	1111	0010
3	1111	0011
4	1111	0100
5	1111	0101
6	1111	0110
7	1111	0111
8	1111	1000
9	1111	1001

অ্যাসকি কোড ও ইবিসিডিআইসি কোডের মধ্যে পার্থক্য

অ্যাসকি কোড	ইবিসিডিআইসি কোড
ASCII-এর পূর্ণরূপ হলো American Standard Code for Information Interchange	EBCDIC-এর পূর্ণরূপ হলো Extended Binary Coded Decimal Interchange Code.
স্ট্যান্ডার্ড অ্যাসকি কোডে ৭টি বিট তবে অ্যাডভান্স অ্যাসকি কোডে ৮টি বিট।	এটি বিসিডি কোডের এক্সটেন্ডেড কোড মোট বিটের সংখ্যা ৮টি।
মাইক্রোকম্পিউটারে ব্যবহার করা হয়।	মেইনফ্রেম কম্পিউটারে ব্যবহার করা হয়।

৩.৬.৬ ইউনিকোড (Unicode)



বিশ্বের ছোট বড় সকল ভাষাকে কম্পিউটারের কোডভুক্ত করার জন্য যে কোড ব্যবহৃত হয় তাকে ইউনিকোড (Unicode) বলে। ১৯৯১ সালে Apple Inc ও Xerox Corporation-এর একদল কম্পিউটার প্রকৌশলী ইউনিকোড উদ্ভাবন করেন। এটি 2 বাইট বা 16 বিটের কোড যা 2^{16} বা ৬৫৫৩৬টি চিহ্নকে নির্দিষ্ট করতে পারে। ফলে অনেক দেশের ভাষা এই কোডের মাধ্যমে অন্তর্ভূক্ত করা সম্ভব হয়েছে। চীন, জাপান, কোরিয়ার মতো বাংলাদেশও Unicode Consortium এর সদস্য হওয়ায় বাংলা ভাষাও Unicode-এর আওতায় পড়ে। অপারেটিং সিস্টেম উইন্ডোজ ২০০০ ভার্সন থেকে উইন্ডোজে ইউনিকোডের মাধ্যমে বাংলা ব্যবহার করা শুরু হয়েছে।

ইউনিকোড পদ্ধতিতে বর্ণসমূহের মান সচরাচর হেক্সাডেসিম্যাল সিস্টেমে লেখা হয়। যেমন- ASCII কোড সিস্টেমে A ও a মান যথাক্রমে ৬৫ ও ৯৭। যেগুলো ইউনিকোড সিস্টেমে \u0041 ও \u0061 আকারে লেখা হয়। কিছু কিছু প্রোগ্রামিং ভাষা (যেমন: Java) ASCII কোডের পাশাপাশি Unicode সাপোর্ট করে। বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি ভাষার বর্ণসমূহের ইউনিকোডের তালিকা নিচে দেয়া হলো-

ইউনিকোড	বর্ণমালা
\u0000 – \u024F	ল্যাটিন বর্ণমালা
\u0370 – \u03FF	গ্রিক বর্ণমালা
\u0400 – \u04FF	কাইরিলিক বর্ণমালা
\u0530 – \u058F	আরমেনিয়ান বর্ণমালা
\u0590 – \u05FF	হিব্রু বর্ণমালা
\u0600 – \u06FF	আরবী বর্ণমালা
\u0980 – \u09FF	বাংলা বর্ণমালা

ইউনিকোডের বৈশিষ্ট্য বা সুবিধা:

১. এটি ১৬ বিট-বিশিষ্ট কোড ফলে ৬৫৫৩৬টি অদ্বিতীয় চিহ্নকে নির্দিষ্ট করা যায়।
২. বিশ্বের ছোট বড় সকল ভাষাকে কম্পিউটারের কোডভুক্ত করা যায়।
৩. ক্যারেক্টারকে কোড করার জন্য ১৬ বিটই ব্যবহার করা যায়।
৪. ইউনিকোড থেকে অন্যান্য স্ট্যান্ডার্ড কোডে পরিবর্তন করা যায়।

কাজ:

১. ৪ বিটের কোন কোড গুলো বিসিডিতে ব্যবহৃত হয় না এবং কেন? কারণ দর্শাও।

২. কম্পিউটার D কে সরাসরি বুঝতে পারে না বরং একে একটি লজিক সার্কিটের সাহায্যে ৮ বিটের বিশেষ সংকেতে রূপান্তর করে বুঝে থাকে। শুধু তাই নয় আরোও একটি সংকেতায়ন পদ্ধতি আছে যা শুধু দশমিক সংখ্যার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: উক্ত সংকেতায়ন পদ্ধতিদ্বয়ের মধ্যে কোনটি সুবিধাজনক তোমার মতামত যুক্তিসহ উপস্থাপন কর।

৩. কম্পিউটার A কে সরাসরি বুঝতে পারে না বরং একে একটি লজিক সার্কিটের সাহায্যে ৮ বিটের বিশেষ সংকেতে রূপান্তর করে বুঝে থাকে। শুধু তাই নয় উক্ত সংকেতায়ন পদ্ধতিতে বাংলা কম্পিউটারকে বোঝানো যায় না। এজন্য ভিন্ন একটি সংকেতায়ন পদ্ধতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: উক্ত সংকেতায়ন পদ্ধতিদ্বয়ের মধ্যে কোনটি সুবিধাজনক-তোমার মতামত যুক্তিসহ উপস্থাপন কর।

৪. যদি অ্যাসকি কোডে A = 65 হয় তাহলে d = কত? বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

পাঠ ১০ কিছু গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

১. $(23.125)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(23.125)_{10}$ এর বাইনারি মান :

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
23 ÷ 2	11	1
11 ÷ 2	5	1
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (23)_{10} = (10111)_2$

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.125 × 2	0	.250
.250 × 2	0	.50
.50 × 2	1	.00

$\therefore (.125)_{10} = (.001)_2$

$\therefore (23.125)_{10} = (10111.001)_2$

২. বাইনারি$(11010.01)_2$ কে ডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(11010.01)_2$ এর দশমিক মান

$= (1\times2^4) + (1\times2^3) + (0\times2^2) + (1\times2^1) + (0\times2^0) + (0\times2^{-1}) + (1\times2^{-2})$

$= (1\times16) + (1\times8) + (0\times4) + (1\times2) + (0\times1) + (0\times.5) + (1\times.25)$

$= 16 + 8 + 0 + 2 + 0 + .25$ [যেহেতু $2^0 = 1$]

$= (26.25)_{10}$

$\therefore (11010.01)_2 = (26.25)_{10}$

৩. 2 এর পরিপূরক পদ্ধতিতে বাইনারি 1011011 থেকে 101110 কে বিয়োগ কর।

$(1011011)_2 - (101110)_2$

$= (1011011)_2 + (-101110)_2$

যেহেতু 101110 ঋণাত্মক সুতরাং 101110 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

$(101110)_2 = (00101110)_2$ [8 বিট রেজিস্টারের জন্য]

00101110 এর 1'এর পরিপূরক = 11010001

\+ 1

(101110) এর 2'এর পরিপূরক = 11010010

এখন 1011011 = 01011011

\+ 11010010

10 0101101

ক্যারি বিট

উত্তর : 101101

৪. A5F কোন ধরনের সংখ্যা? সংখ্যাটির সমকক্ষ দশমিক ও অক্টাল মান নির্ণয় কর।

উত্তর : সংখ্যাটি হেক্সাডেসিম্যাল।

A5F সংখ্যাটির সমকক্ষ দশমিক মান

$(A5F)_{16} = (A\times16^2) + (5\times16^1) + (F\times16^0)$

$= (10\times256) + (5\times16) + (15\times1)$ [যেহেতু $16^0 = 1$]

$= 2560 + 80 + 15$

$= 2655$

$\therefore (A5F)_{16} = (2655)_{10}$

A5F সংখ্যাটির সমকক্ষ অক্টাল মান

$(A5F)_{16} = (101001011111)_2$

$= (101\ \ 001\ \ 011\ \ 111)_2$

$= (5\ \ 1\ \ 3\ \ 7)_8$

$\therefore (A5F)_{16} = (5137)_8$

৫. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে $(236)_{10}$ হতে $(182)_{10}$ বিয়োগ কর।

$(236)_{10}$

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
236 ÷ 2	118	0
118 ÷ 2	59	0
59 ÷ 2	29	1
29 ÷ 2	14	1
14 ÷ 2	7	0
7 ÷ 2	3	1
3 ÷ 2	1	1
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (236)_{10} = (11101100)_2$

$(182)_{10}$

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
182 ÷ 2	91	0
91 ÷ 2	45	1
45 ÷ 2	22	1
22 ÷ 2	11	0
11 ÷ 2	5	1
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (182)_{10} = (10110110)_2$

এখন, $(236)_{10} - (182)_{10} = (236)_{10} + (-182)_{10}$

$= (11101100)_2 + (-10110110)_2$

যেহেতু 10110110 ঋণাত্মক সুতরাং 10110110 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

(10110110) এর 1 এর পরিপূরক = 01001001

+1

(10110110) এর 2 এর পরিপূরক= 01001010

এখন

(236) 11101100

(– 182) + 01001010

1 00110110

ক্যারি বিট

উত্তর :110110

৬. $(496)_{10}$ কে বিসিডি কোডে রূপান্তর কর।

আমরা জানি,

দশমিক 4 = 0100 বিসিডি

দশমিক 9 = 1001 বিসিডি

দশমিক 6 = 0110 বিসিডি

$\therefore (496)_{10} = 010010010110$ Ans.

৭. $(3DC.8)_{16}$ এবং $(607.52)_8$ যোগফল নির্ণয় কর।

$(3DC.8)_{16} = (001111011100.100000)_2$

$(607.52)_8 = (110000111.101010)_2$

$= 10101100100.001010$

উত্তর : $(10101100100.001010)_2$

৮. $(111.01)_2$ এবং $(101.11)_2$ এর যোগফল ও বিয়োগফল নির্ণয় কর।

যোগ 111.01

101.11

1101.00

বিয়োগ 111.01

101.11

001.10

৯. $(111.110)_2$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(111.110)_2 = (1\times2^2) + (1\times2^1) + (1\times2^0) + (1\times2^{-1}) + (1\times2^{-2}) + (0\times2^{-3})$

$= 4 + 2 + 1 + .5 + .25 + 0$

$= (7.75)_{10}$

$\therefore (111.110)_2 = (7.75)_{10}$

১০. $(38.05)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় এবং $(1011.11)_2$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(38.05)_{10}$ এর বাইনারি মান

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
38 ÷ 2	19	0
19 ÷ 2	9	1
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (38)_{10} = (100110)_2$

এবং

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.05 × 2	0	.10
.10 × 2	0	.20
.20 × 2	0	.40
.40 × 2	0	.80
.80 × 2	1	.60

$\therefore (.05)_{10} = (.00001.....)_2$

$\therefore (38.05)_{10} = (100110.00001.....)_2$

আবার,

$(1011.11)_2$

$= (1\times2^3) + 0\times2^2 + (1\times2^1) + (1\times2^0) + (1\times2^{-1}) + (1\times2^{-2})$

$= 1\times8 + 0\times4 + 1\times2 + 1\times1 + 1\times\frac{1}{2} + 1\times\frac{1}{2^2}$

$= 8 + 0 + 2 + 1 + .5 + .25$

$= (11.75)_{10}$

$\therefore (1011.11)_2 = (11.75)_{10}$

১১. $(11011.001)_2$ এবং $(1011.11)_2$ সংখ্যা দুটি যোগ ও বিয়োগ কর।

যোগ
$$\begin{array}{r} 11011.001 \\ 1011.110 \\ \hline 100110.111 \end{array}$$

বিয়োগ
$$\begin{array}{r} 11011.001 \\ 1011.110 \\ \hline 01111.011 \end{array}$$

১২. $(1101)_2$ কে দশমিক ও $(99)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(1101)_2 = (1\times2^3) + (1\times2^2) + (0\times2^1) + (1\times2^0)$
$= 8 + 4 + 0 + 1$
$= (13)_{10}$

$\therefore (1101)_2 = (13)_{10}$

$(99)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর :

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
99 ÷ 2	49	1
49 ÷ 2	24	1
24 ÷ 2	12	0
12 ÷ 2	6	0
6 ÷ 2	3	0
3 ÷ 2	1	1
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (99)_{10} = (1100011)_2$

১৩. $(525)_{10}$ কে বিসিডি কোডের মাধ্যমে দেখাও।

আমরা জানি,

দশমিক 5 = 0101 বিসিডি
দশমিক 2 = 0010 বিসিডি
দশমিক 5 = 0101 বিসিডি

$\therefore (525)_{10} = 010100100101$

১৪. $(5A.2C)_{16}$ এবং $(72.34)_8$ সংখ্যা দুটিকে বাইনারিতে পরিবর্তন করে যোগফল নির্ণয় কর।

$(5A.2C)_{16} = (0101\ 1010.00101100)_2$
$(72.34)_8 = (111010.01110000)_2$
$(10010100.10011100)_2$

১৫. $(27.25)_{10}$ সংখ্যাটিকে অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যালে পরিবর্তন কর।

(ক) $(27.25)_{10}$ সংখ্যাটিকে অক্টালে পরিবর্তন

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
27 ÷ 8	3	3
3 ÷ 8	0	3

$\therefore (27)_{10} = (33)_8$

এবং

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
.25 ÷ 8	2	.00

$\therefore (.25)_{10} = (.2)_8$

$\therefore (27.25)_{10} = (33.2)_8$ Ans.

$(27.25)_{10}$ সংখ্যাটিকে হেক্সাডেসিম্যালে পরিবর্তন

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
27 ÷ 16	1	11=B
1 ÷ 16	0	1

$\therefore (27)_{10} = (1B)_{16}$

এবং

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
.25 × 16	4	.00

$\therefore (.25)_{10} = (.4)_{16}$

$\therefore (27.25)_{10} = (1B.4)_{16}$

১৬. $(3D)_{16}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

আমরা জানি,

হেক্সাডেসিমেল 3 = বাইনারি 0011
হেক্সাডেসিমেল D = বাইনারি 1101

$(3D)_{16} = (00111101)_2$

$\therefore (3D)_{16} = (00111101)_2$

১৭. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে $(101101)_2$ ও $(110110)_2$ বিয়োগ কর।

$(101101)_2 - (110110)_2 = (101101)_2 + (-110110)_2$

যেহেতু 110110 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 110110 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

110110 বা 00110110 এর 1' এর পরিপূরক = 11001001
+ 1
110111 এর 2 এর পরিপূরক = 11001010

এখন

$$\begin{array}{r} 00101101 \\ +\ 11001010 \\ \hline 11110111 \end{array}$$

১৮. $(1011)_2$ থেকে $(101010)_2$ কে দুই এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে বিয়োগ কর।

$(1011)_2 - (101010)_2 = (1011)_2 + (-101010)_2$

যেহেতু 101010 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 101010 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

101010 বা 00101010 এর 1' এর পরিপূরক =11010101

+1

101010 এর 2 এর পরিপূরক = 11010110

এখন

```
   00001011
 + 11010110
 ----------
   11100001
```

শুদ্ধি পরীক্ষা:

11100001 এর '1' পরিপূরক = 00011110

2 " = +1

00011111

১৯. $(1011010)_2$ সংখ্যাটিকে দশমিক সংখ্যায় পরিণত কর।

$(1011010)_2$

$= (1\times2^6) + (0\times2^5) + (1\times2^4) + (1\times2^3) + (0\times2^2) + (1\times2^1) + (0\times2^0)$

$= 64 + 0 + 16 + 8 + 0 + 2 + 0$

$= (90)_{10}$

$\therefore (1011010)_2 = (90)_{10}$

২০. $(75.105)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় পরিণত কর।

$(75.105)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
75 ÷ 2	37	1
37 ÷ 2	18	1
18 ÷ 2	9	0
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (75)_{10} = (1001011.....)_2$

এবং

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.105 × 2	0	.210
.210 × 2	0	.420
.420 × 2	0	.840
.840 × 2	1	.680
.680 × 2	1	.360

$\therefore (.105)_{10} = (.00011)_2$

$\therefore (75.105)_{10} = (1001011.00011.....)_2$

২১. $(513.75)_8$ কে বাইনারি ও দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

অক্টাল 513.75 এর বাইনারি মান

$(513.75)_8 = (101\ 001\ 011.111\ 101)_2$

$= (101001011.111101)_2$

অক্টাল $(513.75)_8$এর দশমিক মান

$(513.75)_8$

$= (5\times8^2) + (1\times8^1) + (3\times8^0) + (7\times8^{-1}) + (5\times8^{-2})$

$= 320 + 8 + 3 + 0.875 + 0.078125$

$= 331.953125$

$\therefore (513.75)_8 = (331.953125)_{10}$

২২. $(AB.CD)_{16}$ সংখ্যাটির সমতুল্য বাইনারি ও অক্টাল মান নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$A_{16} = (1010)_2$

$B_{16} = (1011)_2$

$C_{16} = (1100)_2$

$D_{16} = (1101)_2$

$(AB.CD)_{16} = (1010\ 1011\ .\ 1100\ 1101)_2$

$\therefore (AB.CD)_{16} = (10101011.11001101)_2$

আবার,

$(AB.CD)_{16} = (10\ 101\ 011.110\ 011\ 01)_2$

$= (010\ 101\ 011.110\ 011\ 010)_2$

$= (253.632)_8$

$= (253.632)_8$

$\therefore (AB.CD)_{16} = (253.632)_8$

২৩. $(1011.11)_2$ ও $(101.11)_2$ এর যোগফল এবং বিয়োগফল নির্ণয় কর।

যোগফল

```
   1011.11
 + 101.11
 ---------
  10001.10
```

বিয়োগফল

```
   1011.11
 - 101.11
 ---------
    110.00
```

২৪. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে $(1101101)_2$ থেকে $(110110)_2$ বিয়োগ কর।

$(1101101)_2 - (110110)_2$

$(1101101)_2 + (-110110)_2$

যেহেতু 110110 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 110110 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

110110 বা 00110110 এর

১'এর পরিপূরক =11001001

+1

110110এর 2 এর পরিপূরক = 11001010

```
   01101101
 + 11001010
 ----------
  100110111
```

ক্যারি বিট

ক্যারি বিট বাদ দিতে হয়। ক্যারি বিট বাদ দিয়ে 00110111 বা 110111 রাখতে হবে।

উত্তর :110111

২৫. নিম্নলিখিত সংখ্যাগুলিকে দশমিকে প্রকাশ কর।

$(B5D)_{16}$,$(1100011.011)_2$, $(123.54)_8$

$(B5D)_{16} = (B\times16^2) + (5\times16^1) + (D\times16^0)$

$= (11\times256) + (5\times16) + (13\times1)$

$= 2816 + 80 + 13$

$= (2909)_{10}$

$\therefore (B5D)_{16} = (2909)_{10}$

আবার,

$(1100011.011)_2$

$= (1\times2^6)+(1\times2^5)+(0\times2^4)+(0\times2^3)+(0\times2^2)$
$+(1\times2^1)+(1\times2^0)+(0\times2^{-1})+(1\times2^{-2})+(1\times2^{-3})$

$= (64) + (32) + (0) + (0) + (0) + (2) + (1)$
$+ (0) + (.25) (.125)$

$= (99.375)_{10}$

$\therefore (1100011.011)_2 = (99.375)_{10}$

আবার,

$(123.54)_8$

$= (1\times8^2) + (2\times8^1) + (3\times8^0) + (5\times8^{-1}) + (4\times8^{-2})$

$= 64 + 16 + 3 + 0.625 + 0.0625 = 83.6875$

$\therefore (123.54)_8 = (83.6875)_{10}$

২৬. 3D7 কোন ধরনের সংখ্যা? $(37.875)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

উত্তর: 3D7 সংখ্যাটি হেক্সাডেসিম্যাল।

এবং $(37.875)_{10}$ এর বাইনারি রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
37 ÷ 2	18	1
18 ÷ 2	9	0
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (37)_{10} = (100101)_2$

এবং

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.875 × 2	1	.75
.75 × 2	1	.50
.50 × 2	1	.00

$\therefore (.875)_{10} = (.111)_2$

$\therefore (37.875)_{10} = (100101.111)_2$

২৭. $(123.45)_{10}$ কে বাইনারি এবং $(AB.C)_{16}$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(123.45)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
123 ÷ 2	61	1
61 ÷ 2	30	1
30 ÷ 2	15	0
15 ÷ 2	7	1
7 ÷ 2	3	1
3 ÷ 2	1	1
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (123)_{10} = (1111011)_2$

এবং

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.45 × 2	0	.90
.90 × 2	1	.80
.80 × 2	1	.60
.60 × 2	1	.20

$\therefore (.45)_{10} = (.0111.....)_2$

$\therefore (123.45)_{10} = (1111011.0111.....)_2$

$(AB.C)_{16}$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর

$(AB.C)_{16} = (A\times16^1) + (B\times16^0) + (C\times16^{-1})$

$= (10\times16) + (11\times1) + (12\times\frac{1}{16})$

$= 160 + 11 + .75$

$= (171.75)_{10}$

$\therefore (AB.C)_{16} = (171.75)_{10}$

২৮. (F6.3A) কোন ধরনের সংখ্যা? একে অক্টাল ও দশমিকে রূপান্তর কর।

উত্তর : (F 6.3A) সংখ্যাটি হেক্সাডেসিম্যাল।

<u>(F6.3A) সংখ্যাটির সমকক্ষ দশমিক মান</u>

$(F6.3A)_{16}$

$= (F\times16^1) + (6\times16^0) + (3\times16^{-1}) + (A\times16^{-2})$

$= (15\times16) + (6\times1) + (3\times0.0625) + (10\times16^{-2})$

$= 240 + 6 + 0.1875 + 0.0390625$

$= 246.2265625$

$\therefore (F6.3A)_{16} = (246.2265625)_{10}$

<u>(F6.3A) সংখ্যাটির সমকক্ষ অক্টাল মান</u>

$(F6.3A)_{16} = (11110110\ .00111010)_2$

$= (011110110.001110100)_2$

$= (3\ 6\ 6\ .\ 1\ 6\ 4)_2$

$\therefore (F6.3A)_{16} = (366.164)_8$

২৯. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতিতে বাইনারি 10111 থেকে 1101 কে বিয়োগ কর।

$(10111)_2 - (1101)_2 = (10111)_2 + (-1101)_2$

যেহেতু 1101 কে ঋণাত্মক করতে সুতরাং 1101এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

1101 বা 00001101এর ১'এর পরিপূরক =11110010

+1

1101এর 2 এর পরিপূরক = 11110011

এখন

```
  00010111
+ 11110011
 100001010
```

ক্যারিবিট

ক্যারি বিট বাদ দিতে হয়। সুতরাং 00001010 বা 1010।

উত্তর :1010

৩০. $(311.125)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর কর।

দশমিক (311.125) এর দশমিক মান

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
311 ÷ 2	155	1
155 ÷ 2	77	1
77 ÷ 2	38	1
38 ÷ 2	19	0
19 ÷ 2	9	1
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (311)_{10} = (100110111)_2$

এবং

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.125 × 2	0	.250
.250 × 2	0	.500
.500 × 2	1	.00

$\therefore (.05)_{10} = (.001)_2$

$\therefore (311.125)_{10} = (100110111.001)_2$

৩১. $(2BCD.53)_{16}$কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(2BCD.53)_{16}$

$= (2\times16^3) + (B\times16^2) + (C\times16^1) + (D\times16^0) + (5\times16^{-1}) + (3\times16^{-2})$

$= (2\times16^3) + (11\times16^2) + (12\times16^1) + (13\times16^0) + (5\times16^{-1}) + (3\times16^{-2})$

$= (2\times4096) + (11\times256) + (12\times16) + (13\times1) + (5\times0.0625) + (3\times0.00390625)$

$= (8192) + (2816) + (192) + (13) + (0.3125) + (0.01171875)$

$= (11213.32421875)_{10}$

$\therefore (2BCD.53)_{16} = (11213.32421875)_{10}$

৩২. ২ এর পরিপূরক ব্যবহার করে $(15)_{10}$ থেকে $(5)_{10}$ বিয়োগ কর।

উত্তর: $(15)_{10}$ এর বাইনারি রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
15 ÷ 2	7	1
7 ÷ 2	3	1
3 ÷ 2	1	1
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (15)_{10} = (1111)_2$

এবং $(5)_{10}$ এর বাইনারি রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (5)_{10} = (101)_2$

এখন, $\therefore (15)_{10} - (5)_{10}$

$= (1111)_2 - (101)_2$

$= (1111)_2 + (-101)_2$

যেহেতু 101 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 101এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

101বা 00000101এর ১'এর পরিপূরক =11111010
+1

101এর '2' এর পরিপূরক = 11111011

এখন

```
   00001111
 + 11111011
 ----------
  100001010
```

ক্যারিবিট

ক্যারি বিট বাদ দিতে হয়। সুতরাং 00001010 বা 1010।

উত্তর :1010

৩৩. $(23)_{10}$ সংখ্যাকে বাইনারি দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(23)_{10}$ সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
23 ÷ 2	11	1
11 ÷ 2	5	1
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (23)_{10} = (10111)_2$

$(10111)_2$এর দশমিক মান

$(10111)_2$

$= (1\times2^4) + (0\times2^3) + (1\times2^2) + (1\times2^1) + (1\times2^0)$

$= 16 + 0 + 4 + 2 + 1$

$= (23)_{10}$

$\therefore (10111)_2 = (23)_{10}$

৩৪. $(A1D)_{16}$ ও $(346.74)_8$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করে যোগ কর এবং ফলাফল অক্টাল সংখ্যায় প্রকাশ কর।

$(A1D)_{16} = (1010\ 0001\ 1101)_2$

$(346.74)_8 = (011\ 100\ 110.111\ 100)_2$

এখন,

$\therefore (A1D)_{16} = (101000011101.000000)_2$

$\therefore (346.74)_8 = (011100110.111100)_2$

$(101100000011.111100)_2$

$= (101\ 100\ 000\ 011.111\ 100)_2$

$= (5\ 4\ 0\ 3\ .\ 7\ 4)_8$

$= (5403.74)_8$

৩৫. 2 এর পরিপূরক পদ্ধতির সাহায্যে $(1101)_2$ থেকে $(1001)_2$ কে বিয়োগ কর।

উত্তর : $(1101) - (1001) = 1101 + (-1001)$

যেহেতু 1001কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 1001এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

1001 বা 00001001এর ১'এর পরিপূরক =11110110
+1

1001এর 2 এর পরিপূরক = 11110111

এখন

```
   00001101
 + 11110111
 ----------
  100000100
```

ক্যারিবিট

ক্যারিবিট বাদ দিতে হয়। সুতরাং 00000100 বা 0100।

উত্তর : 100

৩৬. $(203.75)_8$ সংখ্যাটির সমমানের হেক্সাডেসিম্যাল মান নির্ণয় কর।

উত্তর:

$(203.75)_8$

$= (010\ 000\ 011\ .\ 111\ 101)_2$

$= (010000011.111101)_2$

$= (0000\ 1000\ 0011.1111\ 0100)_2$

$= (0\ 8\ 3\ .\ F\ 4)_{16}$

$= (083.F4)_{16}$

$\therefore (203.75)_8 = (083.F4)_{16}$

৩৭. 2 এর পরিপূরক কী? 2 এর পরিপূরক ব্যবহার করে $(121)_{10}$ থেকে $(81)_{10}$ বিয়োগ কর।

'২' এর পরিপূরক: বাইনারি সংখ্যার '১' এর পরিপূরকের সাথে '১' যোগ করলে '২' এর পরিপূরক পাওয়া যায়।

$(121)_{10}$

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
121 ÷ 2	60	1
60 ÷ 2	30	0
30 ÷ 2	15	0
15 ÷ 2	7	1
7 ÷ 2	3	1
3 ÷ 2	1	1
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (121)_{10} = (1111001)_2$

$(81)_{10}$

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
81 ÷ 2	40	1
40 ÷ 2	20	0
20 ÷ 2	10	0
10 ÷ 2	5	0
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (81)_{10} = (1010001)_2$

এখন

$(1111001)_2 - (1010001)_2$

$= (1111001)_2 + (-1010001)_2$

যেহেতু 1010001বা 01010001 কে ঋণাত্মক করতে সুতরাং 01010001এর 2 এর পরিপূরক করতে হবে।

01010001এর 1 এর পরিপূরক =10101110

+1

01001111এর 2 এর পরিপূরক 10101111

এখন

```
   01111001
 + 10101111
 ----------
  100101000
```

ক্যারিবিট

ক্যারি বিট বাদ দিতে হবে। সুতরাং 00101000।

উত্তর :101000

৩৮. $(125)_{10}$ কে বাইনারি এবং $(110101)_2$ কে দশমিক সংখ্যায় প্রকাশ কর।

$(125)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
125 ÷ 2	62	1
62 ÷ 2	31	0
31 ÷ 2	15	1
15 ÷ 2	7	1
7 ÷ 2	3	1
3 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (125)_{10} = (1011101)_2$

আবার

$(110101)_2$

$= (1\times2^5) + (1\times2^4) + (0\times2^3) + (1\times2^2) + (0\times2^1) + (1\times2^0)$

$= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1$

$= (53)_{10}$

$\therefore (110101)_2 = (53)_{10}$

৩৯. $(23)_{10}$ কে বাইনারি ও $(110111)_2$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

$(23)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
23 ÷ 2	11	1
11 ÷ 2	5	1
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (23)_{10} = (10111)_2$

আবার

$(110111)_2$

$= (1\times2^5) + (1\times2^4) + (0\times2^3) + (1\times2^2) + (1\times2^1) + (1\times2^0)$

$= 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1$

$= (55)_{10}$

$\therefore (110111)_2 = (55)_{10}$

৪০. $(6F.3C)_{16}$ও$(203.25)_8$ যোগ কর এবং ফলাফল হেক্সাডেসিম্যোলে প্রকাশ কর।

$(6F.3C)_{16} = 0110\ \ 1111\ .\ 0011\ \ 1100$

$= 001101111.00111100$

$(203.25)_8 = 010\ \ \ 000\ \ 011.\ 010\ \ 101$

$= 010000011.01010100$

$\therefore (6F.3C)_{16} + (203.25)_8$
$= 001101111.00111100 + 010000011.01010100$
$= (011110010.10010000)_2$
$= (0000\ 1111\ \ 0010.\ 1001\ \ 0000)_2$
$= (\ 0\ \ F\ \ \ \ \ 2\ .\ \ 9\ \ \ \ \ 0)_{16}$
$= (F2.90)_{16}$

৪১. $(73.75)_{10}$ ও $(19F.5E)_{16}$ সংখ্যা দুটিকে বাইনারি সংখ্যায় পরিণত কর।

$(73.75)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
73 ÷ 2	36	1
36 ÷ 2	18	0
18 ÷ 2	9	0
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (73)_{10} = (1001001)_2$

$(.75)_{10}$

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.75 × 2	1	.50
.50 × 2	1	.00

$\therefore (.75)_{10} = (.11)_2$
$\therefore (73.75)_{10} = (1001001.11)_2$

আবার

$(19F.5E)_{16} = (000110011111.01011110)_2$

৪২. $(9D.AB6)_{16}$ ও $(306.51)_{10}$সংখ্যা দুটিকে বাইনারি সংখ্যায় পরিণত কর।

$(9D.AB6)_{16}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর:
$(9D.AB6)_{16} = (1001\ 1101.101010110110)_2$

আবার,

$(306.51)_{10}$ কে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
306 ÷ 2	153	0
153 ÷ 2	76	1
76 ÷ 2	38	0
38 ÷ 2	19	0
19 ÷ 2	9	1
9 ÷ 2	4	1
4 ÷ 2	2	0
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (306)_{10} = (100110010)_2$

আবার, $(.51)_{10}$

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.51 × 2	1	.02
.02 × 2	0	.04
.04 × 2	0	.08
.08× 2	0	.16

$\therefore (.51)_{10} = (.1000.....)_2$
$\therefore (306.51)_{10} = (100110010.1000....)_2$

৪৩. $(11101.01)_2$ ও $(1101.11)_2$ এর যোগফল এবং বিয়োগফল নির্ণয় কর।

যোগফল

$$\begin{array}{r} (11101.01)_2 \\ +\ (1101.11)_2 \\ \hline (101011.00)_2 \end{array}$$

বিয়োগ

$$\begin{array}{r} (11101.01)_2 \\ -\ (1101.11)_2 \\ \hline (01111.10)_2 \end{array}$$

৪৪. $(23.75)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় পরিণত কর।

উত্তর: $(23.75)_{10}$ সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর:

সংখ্যা	ভাগফল	ভাগশেষ
23 ÷ 2	11	1
11 ÷ 2	5	1
5 ÷ 2	2	1
2 ÷ 2	1	0
1 ÷ 2	0	1

$\therefore (23)_{10} = (10111)_2$

$(.75)_{10}$

সংখ্যা	পূর্ণসংখ্যা	ভগ্নাংশ
.75 × 2	1	.50
.50 × 2	1	.00

$\therefore (.75)_{10} = (.11)_2$
$\therefore (23.75)_{10} = (10111.11)_2$

৪৫. 3D.2C কোন ধরনের সংখ্যা? সংখ্যাটির দশমিক ও অক্টাল মান নির্ণয় কর।

3D.2C সংখ্যাটি হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা।

দশমিক মান নির্ণয় :

$(3D.2C)_{16}$
$= (3\times16^1) + (D\times16^0) + (2\times16^{-1}) + (C\times16^{-2})$
$= (3\times16) + (13\times16^0) + (2\times16^{-1}) + (12\times16^{-2})$
$= 48 + 13 + 0.125 + 0.046875$
$= (61.171875)_{10}$

অক্টাল মান নির্ণয় :

$(3D.2C)_{16}$
$= (00111101.00101100)_2$
$= (000\ \ 111\ \ 101\ .\ 001\ \ 011\ 000)_2$
$= (\ 0\ \ \ \ 7\ \ \ \ 5\ .\ 1\ \ \ \ 3\ \ \ \ 0\ )_8$
$= (075.130)_8$ Ans.

৪৬. $(1001.101)_2$ এবং $(100.11)_2$ সংখ্যা দুটি যোগ কর।

যোগফল

$(1001.101)_2$
$+ (100.110)_2$
$(1110.011_2$

উত্তর :$(1110.011)_2$

৪৭. $(FB6)_{16}$ কোন ধরনের সংখ্যা? সংখ্যাটির বাইনারি মান কত?

উত্তর: $(FB6)_{16}$ সংখ্যাটি হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা।
আমরা জানি,
$(F)_{16} = (1111)_2$, $(B)_{16} = (1011)_2$, $(6)_{16} = (0110)_2$
$\therefore\ (FB6)_{16} = (111110110110)_2$

৪৮. $(53E)_{16}$ কে অক্টাল ও দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

অক্টাল মান নির্ণয় :

$(53E)_{16} = (010100111110)_2$
$= (010\ \ 100\ \ 111\ \ 110)_2$
$= (\ 2\ \ \ \ 4\ \ \ \ 7\ \ \ \ 6\ )_8$
$= (2476)_8$

দশমিক মান নির্ণয় :

$(53E)_{16} = (5\times16^2) + (3\times16^1) + (E\times16^0)$
$= (5\times256) + (3\times16) + (14\times1)$
$= 1280 + 48 + 14$
$= (1342)_{10}$
$\therefore\ (53E)_{16} = (1342)_{10}$

৪৯. 2 এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে $(111)_{10}$ হতে $(101)_{10}$ বিয়োগ কর।

বিয়োগফল

$(111)_2 - (101)_2$
$= (00000111)_2 + (-\ 00000101)_2$

যেহেতু 00000101 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 00000101 এর 2 এর পরিপূরক করতে হবে।

00000101এর 1 এর পরিপূরক = 11111010
+1
01001111এর 2 এর পরিপূরক = 11111011

এখন

```
     00000111
   + 11111011
   1 00000010
```

ক্যারিবিট

ক্যারি বিট বাদ দিতে হয়। সুতরাং 00000010।

উত্তর : 10

৫০. 2 এর পরিপূরক ব্যবহার করে $(10110)_2$ থেকে $(110110)_2$ বিয়োগ কর।

$(10110)_2 - (110110)_2$
$=(00010110)_2 + (-\ 00110110)_2$

যেহেতু 00110110 কে ঋণাত্মক করতে হবে সুতরাং 00110110 এর ২'এর পরিপূরক করতে হবে।

00110110এর 1 এর পরিপূরক = 11001001
+1
00110110 এর 2 এর পরিপূরক = 11001010

এখন

```
     00010110
   + 11001010
     11100000
```

শুদ্ধি পরীক্ষা:

11100000 এর '1' পরিপূরক = 00011111
" 2 " +1
00100000

উত্তর : – 00100000 [যেহেতু বিয়োগফল ঋণাত্মক]

৫১. $(A9C.6B)_{16}$ কে দশমিক ও অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর কর।

উত্তর : $(A9C.6B)_{16}$ সংখ্যাটির সমকক্ষ দশমিক মান

$(A9C.6B)_{16}$
$= (A\times16^2) + (9\times16^1) + (C\times16^0) + (6\times16^{-1}) + (B\times16^{-2})$
$= (10\times256) + (9\times16) + (12\times1) + (6\times0.0625) + (11\times0.00390625)$
$= 2560 + 144 + 12 + 0.375 + 0.04296875$
$= 2716.41796875$
$\therefore\ (A9C.6B)_{16} = (2716.41796875)_{10}$

$(A9C.6B)_{16}$ সংখ্যাটির সমকক্ষ অক্টাল মান:

$(A9C.6B)_{16}$
$= (1010\ \ 1001\ \ 1100\ .\ 0110\ \ 1011)_2$
$= (1010\ \ 10011100.0110\ 1011)_2$
$= (\ 101\ \ 010\ 011\ 100.\ 011\ 010\ 110)_2$
$= (\ 5\ \ \ \ 2\ \ \ \ 3\ \ \ \ 4\ .\ 3\ \ \ \ 2\ \ \ \ 6\ )_8$
$= (5234.326)_8$
$\therefore\ (A9C.6B)_{16} = (5234.326)_8$

পাঠ ১১ বুলিয়ান অ্যালজেবরা ও সত্যক সারণি

৩.৭ বুলিয়ান অ্যালজেবরা (Boolean Algebra)

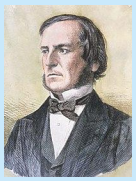
লজিক বা যুক্তিবিদ্যায় কোনো কিছুর মান হতে পারে কেবল সত্য বা মিথ্যা। যেমন-

ক. সূর্য পূর্ব দিকে উঠে।

খ. পূর্ণিমা রাতে খুবই অন্ধকার থাকে।

গ. সুর্যের আলোতে চাঁদ আলোকিত হয়।

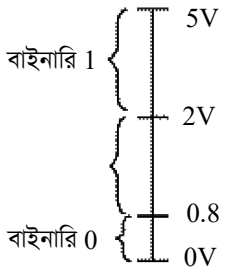
উপরোক্ত বাক্যসমূহের মধ্যে ক ও গ সত্য এবং খ মিথ্যা। এরকম কোনো বাক্য যদি X দ্বারা নির্দেশ করা হয়, তাহলে বলা যায় X এর সকল মান কেবল সত্য বা মিথ্যা হতে পারে। এর মাঝামাঝি বা বাইরে কিছু হওয়া সম্ভব না। এরকম ক্ষেত্রে X কে যুক্তিমূলক চলক (Logical Variable) বলে। যুক্তিমূলক চলকের মান কেবল সত্য ও মিথ্যার মধ্যে সীমাবদ্ধ। যৌক্তিক চলকের বেলায় যেসব ক্রিয়া বা অপারেশন হয়, এদেরকে যুক্তিমূলক অপারেশন (Logical Operation) বলে। **সুতরাং যৌক্তিক চলক ও যুক্তিমূলক অপারেশনের সমন্বয়ে গঠিত গণিতকে বুলিয়ান অ্যালজেবরা বলে।**



জর্জ বুল *(George Boole)* ২ নভেম্বর ১৮১৫ খ্রিষ্টাব্দে ইংল্যান্ডে জন্মগ্রহণ করেন। তিনি ১৮৫৪ খ্রিষ্টাব্দে বুলিয়ান অ্যালজেবরা আবিষ্কার করেন যা ডিজিটাল ডিভাইসে একমাত্র ব্যবহারযোগ্য সংখ্যা পদ্ধতি যাকে, বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি বলে। এই ইংরেজ গণিতবিদ ৮ ডিসেম্বর ১৮৬৪ খ্রিষ্টাব্দে আয়ারল্যান্ডে মৃত্যুবরণ করেন।

১৮৪৭ সালে ইংলিশ গণিতবিদ জর্জ বুলি (George Boole) তার বই 'The Mathematical Analysis of Logic'-এ লজিক সমীকরণ বিশ্লেষণের মূল ও আদি সূত্রসমূহ গাণিতিক পরিভাষায় উপস্থাপন করেন। বর্তমানে তা আধুনিক ডিজিটাল ডিভাইস ডিজাইন ও অধিকাংশ প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজে ডেটা টাইপ হিসাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। যুক্তি বিশ্লেষণের প্রয়োজনে ১৮৫৪ সালে জর্জ বুলি তার অপর গ্রন্থ 'An Investigation of the Laws of Thought' এ একটি বিশেষ ধরনের বীজগাণিতিক পদ্ধতি উপস্থাপন করেন যার সাহায্যে লজিক 'Logic' এর 'Systematic Treatment' বিষয়ে ধারণা দেয়া হয়। বর্তমানে এটি বুলিয়ান বীজগণিত নামে পরিচিত।

১৯৩০ সালে আমেরিকান গণিতবিদ 'Claude Elwood Shannon' সুইচিং সার্কিট নিয়ে কাজ করার সময় লক্ষ করেন যে, বুলিয়ান বীজগণিতের স্বতঃসিদ্ধসমূহ ব্যবহারিকভাবে সুইচিং সার্কিট বাস্তবায়নের কাজে লাগানো যায়। পরে তিনি টেলিফোনের সুইচিং বর্তনীতে সর্বপ্রথম বুলিয়ান বীজগণিতের বাস্তব প্রয়োগ ঘটান।



বুলিয়ান অ্যালজেবরা মূলত লজিকের সত্য অথবা মিথ্যা এই দুটি স্তরের ওপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়েছে। যখন কম্পিউটারে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার শুরু হয়, তখন বুলিয়ান অ্যালজেবরার সত্যকে '1' ও মিথ্যাকে '0' দ্বারা পরিবর্তন করার মাধ্যমে কম্পিউটারের সমস্ত গাণিতিক সমস্যা সমাধান করা সম্ভব হয়।

কোনো সার্কিটে বিদ্যুতের উপস্থিতিকে 1 ও অনুপস্থিতিকে 0 ধরা হয়। ডিজিটাল সিস্টেমে ভোল্টেজ লেভেল 0 – 0.8 volt-কে লজিক '0' এবং 2 – 5 ভোল্টকে লজিক '1' ধরা হয়। ডিজিটাল সিস্টেমে +0.8 থেকে +2 ভোল্ট লেভেল সংজ্ঞায়িত নয় বিধায় ব্যবহার করা হয় না।

বাইনারি 0 ও 1 এবং বুলিয়ান 0 ও 1 কী একই?

বাইনারি 0 ও 1 হলো সংখ্যা কিন্তু বুলিয়ান 0 ও 1 হলো লজিক লেভেল বা যৌক্তিক অবস্থা। বুলিয়ান 0 দ্বারা যৌক্তিক অবস্থা NO এবং বুলিয়ান 1 দ্বারা যৌক্তিক অবস্থা Yes বুঝায়।

বুলিয়ান অ্যালজেবরার গাণিতিক প্রক্রিয়া সাধারণ অ্যালজেবরার মতো ব্যবহৃত হয় না। বুলিয়ান অ্যালজেবরার ব্যবহৃত প্রত্যেকটি চলকের মান '1' অথবা '0' হয়। কোনো লজিক বর্তনীর উচ্চস্তরের ভোল্টেজকে '1' এবং নিম্নস্তরের ভোল্টেজকে '0' ধরা হয়। বুলিয়ান চলকের দুটি মান থাকায় বুলিয়ান অ্যালজেবরা দশমিক অ্যালজেবরার তুলনায় অনেক সহজ পদ্ধতি। বুলিয়ান অ্যালজেবরায় কোনো ধরনের ভগ্নাংশ, লগারিদম, বর্গ, ঋণাত্মক সংখ্যা, কাল্পনিক সংখ্যা ইত্যাদি ব্যবহার করা হয় না।

৩.৭.১ বুলিয়ান অ্যালজেবরার বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Boolean Algebra)

- গণিত ও যুক্তির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনের মাধ্যমে যোগ ও গুণের কাজ করে।
- শুধু 1 ও 0 নিয়ে কাজ করে বিধায় সহজ।
- ডিজিটাল ডিভাইসে বুলিয়ান অ্যালজেবরার সূত্র প্রমাণ করা যায়।
- 1 ও 0 ছাড়া কোনো প্রকার প্রতীক, চিহ্ন বা বর্ণ ব্যবহার করা যায় না।
- ইনপুট ও আউটপুটে 0 ও 1 এর মধ্যে যেকোনো একটি পাওয়া যায়।
- যেহেতু এটি যুক্তিমূলক অ্যালজেবরা তাই জ্যামিতি ও ত্রিকোণমিতির সূত্র প্রয়োগ করা যায় না।

বুলিয়ান অ্যালজেবরা ও দশমিক অ্যালজেবরার মধ্যে পার্থক্য

বুলিয়ান অ্যালজেবরা	দশমিক অ্যালজেবরা
১. বুলিয়ান অ্যালজেবারায় মাত্র দুটি অংক '0' ও '1' ব্যবহৃত হয়।	১. দশমিক অ্যালজেবরায় 0 – 9 যে কোনো অঙ্ক ব্যবহৃত হয়।
২. বুলিয়ান চলকের দুটি মান থাকায় গাণিতিক কাজ তুলনামূলক সহজ।	২. গাণিতিক কাজ তুলনামূলক অনেক কঠিন।
৩. ভগ্নাংশ, লগারিদম, বর্গ, ঋণাত্মক সংখ্যা, কাল্পনিক সংখ্যা ইত্যাদি ব্যবহার করা যায় না।	৩. ভগ্নাংশ, লগারিদম, বর্গ, ঋণাত্মক সংখ্যা, কাল্পনিক সংখ্যা ইত্যাদি ব্যবহার করা যায়।
৪. শুধুমাত্র পূরক, যোগ ও গুণের কাজ করা যায়।	৪. যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ ইত্যাদির কাজ করা যায়।
৫. জ্যামিতিক বা ত্রিকোনোমিতিক সূত্র ব্যবহার করা যায় না।	৫. জ্যামিতিক বা ত্রিকোনোমিতিক সূত্র ব্যবহার করা যায়।

বুলিয়ান চলক (Boolean Variable): বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যার মান সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় তাকে বুলিয়ান চলক বলে। যেমন- $Y = A + B$, এখানে A ও B হচ্ছে বুলিয়ান চলক।

বুলিয়ান ধ্রুবক (Boolean Constant): বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যার মান সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাকে বুলিয়ান ধ্রুবক বলে। যেমন- $Y = 1 + 0$ এখানে 1 ও 0 হচ্ছে বুলিয়ান ধ্রুবক।

বুলিয়ান পূরক (Boolean Complements): বুলিয়ান অ্যালজেবরায় দুটি সম্ভাব্য মান 0 এবং 1 কে একটি অপরটির পূরক বা কমপ্লিমেন্ট বলা হয়। পূরককে "-" অথবা "´" দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন- 1 এর পূরক 0 এবং 0 এর পূরক 1।

৩.৭.২ বুলিয়ান অ্যালজেবরায় মৌলিক যুক্তিমূলক অপারেশন (Fundamental Operations of Boolean Algebra)

যৌক্তিক চলকে তিন ধরনের ক্রিয়া বা অপারেশন হয়, এদেরকে যুক্তিমূলক অপারেশন বলে। যুক্তিমূলক অপরেশনসমূহ হচ্ছে অর (OR), অ্যান্ড (AND) এবং নট (NOT)। একের অধিক চলক নিয়ে OR ও AND অপারেশন কাজ করে। অপরদিকে NOT অপারেশন শুধুমাত্র একটি চলক নিয়ে কাজ করে। অপারেশনসমূহ বোঝানোর জন্য যে চিহ্ন ব্যবহৃত হয় তাকে অপারেটর বলে।

অর (OR) অপারেশন: দুটি বুলিয় চলক A ও B কে OR করলে, OR অপারেশনে প্রাপ্ত রাশির মান সত্য (1) হবে যদি A ও B এর অন্তত একটি মান সত্য হয়। A ও B উভয়ের মান মিথ্যা (0) হলে, OR অপারেশনে প্রাপ্ত রাশির মান মিথ্যা হবে। দুইয়ের অধিক চলকের যেকোনো একটি চলক সত্য হলে OR অপারেশন-এর ফল সত্য হয়। ফলাফল মিথ্যা বা '0' হতে হলে সবগুলো চলকের মান মিথ্যা হতে হয়। দুটি চলকের জন্য পাশের সত্যক সারণির মাধ্যমে OR অপারেশন দেখানো হলো।

সত্যক সারণি		
A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR অপারেশনকে অনেক সময় বুলিয়/যুক্তিমূলক যোগ বলা হয় এবং + চিহ্ন দিয়ে নির্দেশ করা হয়। অর্থাৎ A অর B কে A + B লেখা হয়। যোগ চিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করলেও যুক্তিমূলক যোগ প্রচলিত বীজগাণিতিক যোগের মতো নয়। অরকে '∨' চিহ্ন দিয়েও প্রকাশ করা হয়।

অ্যান্ড (AND) অপারেশন: দুটি বুলিয় চলক A ও B কে অ্যান্ড করলে, অ্যান্ড অপারেশনে প্রাপ্ত রাশির মান সত্য (1) হবে যদি A ও B এর উভয়ের মান সত্য হয়। A ও B এর যেকোনো একটির মান মিথ্যা (0) হলে অ্যান্ড অপারেশনে প্রাপ্ত রাশির মান মিথ্যা হবে। দুইয়ের অধিক চলকের ক্ষেত্রে সবগুলো চলক সত্য (1) হলে অ্যান্ড অপারেশন-এর ফল সত্য হয়। ফলাফল মিথ্যা হতে হলে যেকোনো একটি চলকের মান মিথ্যা হতে হয়। দুটি চলকের জন্য পাশের সত্যক সারণির মাধ্যমে অ্যান্ড অপারেশন দেখানো হলো। অ্যান্ড অপারেশনকে অনেক সময় বুলিয়/যুক্তিমূলক গুণ বলা হয় এবং (·) চিহ্ন দিয়ে নির্দেশ করা হয়। অর্থাৎ A অ্যান্ড B কে A·B লেখা হয়। অ্যান্ডকে ∧ চিহ্ন দিয়েও প্রকাশ করা হয়।

সত্যক সারণি		
A	B	A·B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

নট (NOT) অপারেশন: নট শুধুমাত্র একটি মাত্র চলকের ওপর কাজ করে। মিথ্যাকে নট করলে সত্য এবং সত্যকে নট করলে মিথ্যা হয়। সারণিতে নট অপারেশন দেখানো হলো। নট অপারেশন বোঝানোর জন্য চলকের উপরে বার ($\bar{A}$) অথবা চলকের পাশে প্রাইম (A') চিহ্ন দেওয়া হয়। নটকে ~ চিহ্ন দিয়েও প্রকাশ করা হয়।

সত্যক সারণি	
A	$\bar{A}$
0	1
1	0

৩.৭.৩ বুলিয়ান রাশিমালা ও ফাংশন (Boolean Equation & Function)

দুইয়ের অধিক চলকের ক্ষেত্রে OR ও AND অপারেটর ব্যবহার করা যায়। যুক্তিমূলক চলক OR, AND ও NOT অপারেটর সহযোগে যুক্তিমূলক রাশিমালা (Logical Expression) তৈরি করা যায়। বুলিয়ান রাশিমালায় নট অপারেশন অগ্রাধিকার পায় সবচেয়ে বেশি। তারপর অগ্রাধিকার যথাক্রমে অ্যান্ড ও অর-এর। বুলিয়ান রাশিমালা তৈরিতে বন্ধনী ব্যবহার করা যায়। **কোনো বুলিয় রাশিমালার মান এক বা একাধিক স্বাধীন চলকের ওপর নির্ভর করলে, নির্ভরশীল চলককে ফাংশন বলে।**

বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ (Boolean Postulates)

বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যোগ ও গুণের সাহায্যে সকল গাণিতিক কাজ সমাধান করা হয়। **যোগ ও গুণের জন্য বুলিয়ান অ্যালজেবরার বিশেষ কিছু নিয়ম সত্য হিসেবে মেনে নেওয়া হয়। এই নিয়মগুলোকে বলা হয় বুলিয়ানের স্বতঃসিদ্ধ।**

বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধগুলোকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১. যোগের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ (Boolean Postulates of OR)
২. গুণের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ (Boolean Postulates of AND)

যোগের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ (Boolean Postulates of OR) : যোগের সময় বুলিয়ান অ্যালজেবরা যে সমস্ত নিয়ম মেনে চলে তাকে যোগের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ বলে। যোগের সময় বুলিয়ান চলকগুলোর মানের মধ্যে যে যোগ চিহ্ন (+) ব্যবহার করা হয় তা প্রচলিত যোগের চিহ্ন নয়। বুলিয়ান অ্যালজেবরায় এই যোগ চিহ্নকে লজিক যোগ বা (Logical OR) হিসেবে ব্যবহার করা হয়। যোগের চারটি নিয়ম প্রচলিত। যথা-

(1) $0 + 0 = 0$
(2) $0 + 1 = 1$
(3) $1 + 0 = 1$
(4) $1 + 1 = 1$

প্রথম তিনটি সমীকরণ সাধারণ বীজগণিতের নিয়ম মেনে চলছে কিন্তু 4নং সমীকরণ $1 + 1 = 1$ এর সাথে সাধারণ বীজগণিতের কোনো মিল নেই। সুতরাং প্রতীয়মান হচ্ছে যে, বুলিয়ান যোগ (+) এবং সাধারণ বীজগণিতের (+) যোগ এক নয়। বুলিয়ান যোগকে বলা হয় লজিক্যাল অ্যাডিশন (Logical Addition) অথবা লজিক্যাল অর অপারেশন (Logical OR Operation)। অর্থাৎ বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যোগের (OR) ক্ষেত্রে যে কোনো একটির মান 1 হলে যোগফল 1 হবে, অন্যথায় 0 হবে।

গুণের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ (Boolean Postulates of AND): গুণের সময় বুলিয়ান অ্যালজেবরা যে সমস্ত নিয়ম মেনে চলে তাকে গুণের বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ বলে। গুণের সময় বুলিয়ান চলকগুলোর মানের মধ্যে গুণ চিহ্ন (.) ব্যবহার করা হয়। লজিক গুণের চারটি নিয়ম প্রচলিত।

যথা-
(1) $0 . 0 = 0$
(2) $0 . 1 = 0$
(3) $1 . 0 = 0$
(4) $1 . 1 = 1$

অর্থাৎ বুলিয়ান অ্যালজেবরায় গুণের (AND) ক্ষেত্রে যে কোনো একটির মান 0 হলে গুণফল 0 হবে, অন্যথায় 1 হবে। বুলিয়ান গুণকে লজিক্যাল মাল্টিপ্লিকেশন (Logical Multiplication) অথবা লজিক্যাল এন্ড অপারেশন (Logical AND Operation) বলা হয়।

৩.৭.৪ বুলিয়ান দ্বৈতনীতি (Boolean Duality Principle)

বুলিয়ান অ্যালজেবরার উপপাদ্য যে দুইটি নিয়ম মেনে একটি বৈধ সমীকরণ থেকে অন্য একটি বৈধ সমীকরণ নির্ণয় করা যায় তাকে বুলিয়ান দ্বৈত নীতি বলে। AND ও OR অপারেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত নিয়মনীতিকেই দ্বৈত নীতি বা Duality Principle বলে।

১. 0 এবং 1 পরস্পর বিনিময় করে অর্থাৎ 0 এর পরিবর্তে 1 এবং 1 এর পরিবর্তে 0 ব্যবহার করে।
২. অর (+) এবং অ্যান্ড (.) পরস্পর বিনিময় করে অর্থাৎ অর-এর (+) পরিবর্তে অ্যান্ড (.) এবং অ্যান্ড-এর (.) পরিবর্তে অর (+) ব্যবহার করে।

উদাহরণ :

$1 + 1 = 1$ সমীকরণে 1-এর পরিবর্তে 0 এবং (+)-এর পরিবর্তে (.) বসিয়ে পাই

$0.0 = 0$ এটিও একটি বৈধ সমীকরণ।

আবার $0 .0 = 0$ সমীকরণে 0-এর পরিবর্তে 1 এবং (.)-এর পরিবর্তে (+) বসিয়ে পাই $1 + 1 = 1$ এটিও একটি বৈধ সমীকরণ।

৩.৭.৫ বুলিয়ান উপপাদ্য (Boolean Theorem)

যেসব উপপাদ্য ব্যবহার করে জর্জ বুল (George Boole) সকল প্রকার যুক্তিসঙ্গত বিষয়ের গাণিতিক রূপ প্রদান করেন সেগুলো মূলত বুলিয়ান উপপাদ্য। বুলিয়ান অ্যালজেবরার সাধারণ উপপাদ্যগুলো নিম্নে লেখা হলো।

মৌলিক উপপাদ্য (Basic Theorem):

যোগের ক্ষেত্রে		গুণের ক্ষেত্রে	
১.	$A + 0 = A$	১.	$A . 0 = 0$
২.	$A + 1 = 1$	২.	$A . 1 = A$
৩.	$A + A = A$	৩.	$A . A = A$
৪.	$A + \bar{A} = 1$	৪.	$A . \bar{A} = 0$

বিনিময় উপপাদ্য (Commulative Theorem):

১. $A + B = B + A$
২. $A . B = B . A$

অনুষঙ্গ উপপাদ্য (Associative Theorem):

১. $A + (B + C) = (A + B) + C$
২. $A (BC) = (AB) C$

সহায়ক উপপাদ্য (Secondary Theorem):

১. $A (A + B) = A$
২. $A + AB = A$
৩. $A + \bar{A}B = A + B$
৪. $\bar{A} + AB = \bar{A} + B$
৫. $A + \bar{A}\bar{B} = A + \bar{B}$
৬. $\bar{\bar{A}} = A$

বিভাজন উপপাদ্য (Distributed Theorem):

১. $A (B + C) = AB + AC$
২. $A + BC = (A + B) (A + C)$
৩. $\bar{A} + A\bar{B} = \bar{A} + \bar{B}$
৪. $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$
৫. $\overline{A \oplus B} = AB + \bar{A}\bar{B}$

সংক্ষিপ্ত শোষণসূত্র (Absorptive law):

১. $A + AB = A$
২. $A. (A + B) = A$
৩. $A. (\bar{A} + B) = B$

উপরোক্ত উপপাদ্যসমূহে চলকের মান 0 বা 1 ধরে যেকোনো উপপাদ্য প্রমাণ করা যায়। আবার সত্যক সারণির সাহায্যেও সূত্রগুলো প্রমাণ করা যায়।

বুলিয়ান অ্যালজেবরা যোগের নিয়ম:

i. $0 + 0 = 0$ ii. $0 + 1 = 1$

iii. $1 + 0 = 1$ iv. $1 + 1 = 1$

বুলিয়ান অ্যালজেবরা গুণের নিয়ম:

i. $0.0 = 0$ ii. $0.1 = 0$

iii. $1.0 = 0$ iv. $1.1 = 1$

নিম্নে কয়েকটি বুলিয়ান উপপাদ্যের প্রমাণ দেখানো হলো:

১. $A + \bar{A} = 1$

$A = 0$ হলে $\bar{A} = 1$

অথবা $A = 1$ হলে $\bar{A} = 0$

বামপক্ষ $= A + \bar{A}$
$= 0 + 1$
$= 1 =$ ডানপক্ষ

অথবা, $A + \bar{A}$
$= 1 + 0$
$= 1$

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

২. $A + AB = A$

বামপক্ষ $= A + AB$
$= A . 1 + AB$
$= A (1 + B)$
$= A. 1$
$= A$
= ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৩. $A (\bar{A} + B) = AB$

বামপক্ষ $= A (\bar{A} + B)$
$= A . \bar{A} + AB$
$= 0 + AB$
$= AB$
= ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৪. $A + B.C = (A + B). (A + C)$

ডানপক্ষ $= (A + B). (A + C)$
$= A . A + A .C + B. A + B. C$
$= A + A .C + A .B + B . C$
$= A (1 + C + B) + B. C$
$= A . 1 + B. C$
$= A + B . C$
= বামপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৫. $(A + B) (A + \bar{B}) = A$

বামপক্ষ $= (A + B) (A + \bar{B})$

$= AA + A\bar{B} + BA + B . \bar{B}$

$= A + A . \bar{B} + B. A + 0$

$= A (1 + \bar{B} + B)$
$= A =$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৬. $A + \bar{A}B = A + B$

বামপক্ষ $= A + \bar{A}B$

$= A. 1 + \bar{A}B$

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

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

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

$= A + B. 1 \; [\because A + \bar{A} = 1]$
= ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৭. $\bar{A} + A\bar{B} = \bar{A} + \bar{B}$

বামপক্ষ $= \bar{A} + A\bar{B}$

$= \bar{A}. 1 + A\bar{B}$

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

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

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

$= \bar{A} + \bar{B} . 1$

$= \bar{A} + \bar{B} =$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৮. $\overline{A \oplus B} = AB + \bar{A}\bar{B}$

বামপক্ষ $= \overline{A \oplus B} = \overline{\bar{A}B + A\bar{B}}$

$[\because A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}]$

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

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

$= (A + \bar{B}). (\bar{A} + B)$

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

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

$= AB + \bar{A}\bar{B} =$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

৯. $\bar{\bar{A}} = A$ যদি, $A = 0; \bar{A} = 1$

অথবা, $A = 1; \bar{A} = 0$

$\therefore \bar{\bar{A}} = A$

কাজ:

প্রমাণ করো:

i. $(A + B) (\bar{A} + C) (B + C) = (A + B) (\bar{A} + C)$

ii. $AC + ABC = AC$

iii. $A + \bar{A}B = A + B$

৩.৮ সত্যক সারণি (Truth Table)

বুলিয় চলকগুলোর ইনপুট ও আউটপুট সম্ভাব্য মান (0, 1) যে টেবিলে দেখানো হয় তাকে সত্যক সারণি বলে। সত্যক সারণিতে বুলিয়ান অ্যালজেবরা বা লজিক্যাল অপারেশন গেইট-এর মাধ্যমে ইনপুট মানের ওপর ভিত্তি করে আউটপুট মান প্রকাশ করা হয়। পাশের সত্যক সারণিতে A ও B দুটি চলকের জন্য 2^n কম্বিনেশনে একসেট মানের (2^2=4টি) জন্য লজিক ফাংশন Y =f(A, B) সত্যক সারণিতে প্রকাশ করা হলো। তেমনি ৩টি ইনপুট থাকলে 2^3 = 8টি ধাপ হবে।

সত্যক সারণি (Truth Table)

ইনপুট		আউটপুট
A	B	Y =f(A, B)

সত্যক সারণির (Truth Table) ব্যবহার:

১. যেকোনো বুলিয়ান উপপাদ্য প্রমাণ করার জন্য সত্যক সারণি ব্যবহার করা হয়।

২. কোনো জটিল বুলিয় ফাংশন সরলীকরণের পর নতুন একটি সহজ ফাংশনে পরিণত হয়। উক্ত নতুন ফাংশনটি সঠিক হয়েছে কিনা তা প্রমাণের জন্য সত্যক সারণি ব্যবহার করা হয়।

৩. সত্যক সারণি কোন বুলিয় ফাংশনকে পুরোপুরি উপস্থাপন করে, অর্থাৎ সত্যক সারণি কোন ফাংশনের ভিন্নরূপ মাত্র। এ কারণে বুলিয় ফাংশন থেকে সত্যক সারণি এবং সত্যক সারণি থেকে বুলিয় ফাংশন তৈরি করা সম্ভব।

লজিক ফাংশন থেকে সত্যক সারণি তৈরি:

কোনো বুলিয় ফাংশন থেকে সত্যক সারণি তৈরি করতে হলে প্রথমে ঐ ফাংশনের চলকের সম্ভাব্য মান হিসাব করে বের করতে হবে। দুইটি ধাপে কাজটি করা যায়-

১. চলক সমূহের সম্ভাব্য মান সত্যক সারণির প্রতিটি সারিতে লিখতে হবে। সম্ভাব্য মান সহজে লেখার উপায় হলো যতগুলো চলক ততগুলো বিট ধরে বাইনারি নিয়মের মতো করে গণনা করা।

২. টেবিলের প্রত্যেক সারির চলকের মানের জন্য ফাংশনের মান হিসাব করা হয়।

উদাহরণ: $F = A + \overline{A}B$ **ফাংশনটির সত্যক সারণি তৈরি করো।**

সমাধান: ফাংশনটির চলক যেহেতু দুটি (A, B) তাই এর মান কেবল 0 ও 1 হতে পারে। প্রথমে A, B এর সম্ভব্য মান বসাতে হবে। অতঃপর $F = A + \overline{A}B$ এর মান বের করার জন্য প্রথমে $\overline{A}$ ও $\overline{A}B$ এর মান বের করতে হবে, তবে এক্ষেত্রে বুলিয়ান যোগ ও গুণের নিয়ম ব্যবহৃত হবে। সবশেষে $F = A + \overline{A}B$ এর মান পাওয়া যাবে।

$F = A + \overline{A}B$ এর সত্যক সারণি				
A	B	$\overline{A}$	$\overline{A}B$	$F = A + \overline{A}B$
0	0	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	0	1
A, B এর সম্ভাব্য মান		$F = A + \overline{A}B$ এর মান বের করা		

নিম্নে কিছু ফাংশন হতে সত্যক সারণি দেখানো হলো–

$Y = \overline{AB + A\overline{B}}$ ফাংশনটির সত্যক সারণি নিম্নরূপ:

A	B	$\overline{B}$	AB	$A\overline{B}$	$AB + A\overline{B}$	Y
0	0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	0	1	0

$Y = \overline{A}B + A\overline{B} + AB$ ফাংশনটির সত্যক সারণি নিম্নরূপ:

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}B$	$A\overline{B}$	AB	Y
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	1	1

$Y = \bar{A}B + A\bar{B}$ ফাংশনটির সত্যক সারণি নিম্নরূপ:

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A}B$	$A\bar{B}$	Y
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

$Y = \overline{(A+B)}.\overline{AB}$ ফাংশনটির সত্যক সারণি নিম্নরূপ:

A	B	A+B	$\overline{A+B}$	AB	$\overline{AB}$	Y
0	0	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	0

$Y = A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$ ফাংশনটির সত্যক সারণি নিম্নরূপ:

A	B	C	$\bar{B}$	$\bar{C}$	$A\bar{B}C$	$AB\bar{C}$	ABC	Y
0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	1	1

৩.৮.১ সত্যক সারণি থেকে বুলিয়ান রাশিমালা

মিনটার্ম: সত্যক সারণিতে (বা ফাংশনে) ব্যবহৃত বুলিয় চলক ও অর (OR) বাদে শুধুমাত্র অ্যান্ড (AND) ও নট (NOT) অপারেশন ব্যবহার করে যে সকল বুলিয় রাশি গঠন করা যায় তাদেরকে মিনটার্ম (Minterm) বলে। মিনটার্ম ব্যবহার করে সত্যক সারণি থেকে বুলিয় ফাংশন তৈরিকে সপ (Sum of Product-SOP) নিয়ম বলে। SOP নিয়মে কোনো সত্যক সারণির আউটপুটে যে সমস্ত কলামে 1 থাকে সে সকল মিনটার্মের বুলিয় যোগ করলে প্রদত্ত সত্যক সারণির সমতুল্য বুলিয় লজিক ফাংশন পাওয়া যায়। ধরা যাক, কোনো সত্যক সারণির দুটি চলক A, B এর সম্ভাব্য ম্যাক্সটার্ম গুলো $\bar{A}\bar{B}$, $\bar{A}B$, $A\bar{B}$, AB। মিনটার্মগুলো এমনভাবে গঠন করা হয় যাতে সংশ্লিষ্ট বুলিয় চলকের মান 1 হলে উক্ত চলক এবং চলকের মান 0 হলে উক্ত চলকের পূরক নিতে হয়। যেমন : A=1, B=1 এর জন্য মিনটার্ম AB এবং A=0, B=0 এর জন্য মিনটার্ম $\bar{A}\bar{B}$ নির্দেশ করে।

A	B	মিনটার্ম
0	0	$\bar{A}\bar{B}$
0	1	$\bar{A}B$
1	0	$A\bar{B}$
1	1	AB

ম্যাক্স টার্ম: সত্যক সারণিতে (বা ফাংশনে) ব্যবহৃত বুলিয় চলক ও অ্যান্ড (AND) বাদে শুধুমাত্র অর (OR) ও নট (NOT) অপারেশন ব্যবহার করে যে সমস্ত বুলিয় রাশি গঠন করা যায় তাদেরকে ম্যাক্সটার্ম (Maxterm) বলে। ম্যাক্সটার্ম ব্যবহার করে সত্যক সারণি থেকে বুলিয় ফাংশন তৈরিকে পস (Product of Sum-POS) নিয়ম বলে। কেননা পস নিয়মে কোনো সত্যক সারণিতে যে সমস্ত ম্যাক্সটার্মের জন্যে সারণির আউটপুট কলামে 0 থাকে সেগুলো অ্যান্ড অর্থাৎ বুলিয় গুণ করলে প্রদত্ত সত্যক সারণির সমতুল্য বুলিয় ফাংশন পাওয়া যায়। ধরা যাক, কোনো সত্যক সারণির দুটি চলক A, B এর সম্ভাব্য ম্যাক্সটার্ম গুলো $\bar{A}+\bar{B}$, $A+\bar{B}$, $\bar{A}+B$, $A+B$। ম্যাক্সটার্ম এমনভাবে গঠন করা হয় যাতে সংশ্লিষ্ট বুলিয় চলকের মান 0 থাকলে উক্ত চলক নিতে হয় এবং বুলিয় চলকের মান 1 থাকলে উক্ত চলকের পূরক নিতে হয় । অর্থাৎ A=0, B=0 এর জন্য ম্যাক্সটার্ম $A+B$ নির্দেশ করে এবং A=1, B=1 এর জন্য ম্যাক্সটার্ম $\bar{A}+\bar{B}$ নির্দেশ করে।

A	B	ম্যাক্সটার্ম
0	0	$A+B$
0	1	$A+\bar{B}$
1	0	$\bar{A}+B$
1	1	$\bar{A}+\bar{B}$

একটি উদাহরণের সাহায্যে Sum of Product (SOP) এবং Product of Sum (POS) নিয়মে প্রদত্ত সত্যক সারণির সমতুল্য বুলিয় ফাংশন দেখানো হলো।

Input		Output	Minterm	Maxterm
A	B	F		
0	0	1	$\bar{A}\bar{B}$	
0	1	1	$\bar{A}B$	
1	0	1	$A\bar{B}$	
1	1	0		$\bar{A}+\bar{B}$

(১) Sum of Product (SOP)-এর ক্ষেত্রে

পাশের সত্যক সারণিতে যে সব আউটপুট (F) এর মান 1 আছে তাদের মিনটার্মগুলো হলো $\bar{A}\bar{B}$, $\bar{A}B$, $A\bar{B}$। তাহলে SOP নিয়মে, $F = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + A\bar{B}$।

(২) Product of Sum (POS)-এর ক্ষেত্রে

আবার, পাশের সত্যক সারণির যে সব আউটপুট (F) এর মান 0 আছে তাদের ম্যাক্সটার্ম গুলো হলো $\overline{A}+\overline{B}$ ।

সুতরাং Product of Sum-POS নিয়মে,

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

এখন,

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

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনা হতে আমরা দেখতে পেলাম যে, **SOP= POS**

সত্যক সারণি হতে লজিক ফাংশন

নিম্নে সত্যক সারণি হতে লজিক ফাংশন বের কর:

A	B	C	F	Minterm	Maxterm
0	0	0	0		$A+B+C$
0	0	1	1	$\overline{A}\,\overline{B}\,C$	
0	1	0	0		$A+\overline{B}+C$
0	1	1	1	$\overline{A}\,BC$	
1	0	0	0		$\overline{A}+B+C$
1	0	1	1	$A\overline{B}\,C$	
1	1	0	1	$AB\overline{C}$	
1	1	1	1	ABC	

সপ (SOP) নিয়মে,

$F=\overline{A}\,\overline{B}\,C+\overline{A}\,BC+A\overline{B}\,C+AB\overline{C}+ABC$

পস (POS) নিয়মে,

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

নিম্নের সত্যক সারণি হতে লজিক ফাংশন বের কর:

ইনপুট			আউটপুট		
A	B	C	F	Minterm (SOP)	Minterm (SOP)
0	0	0	1	$\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$	
0	0	1	1	$\overline{A}\,\overline{B}\,C$	
0	1	0	0		$A+\overline{B}+C$
0	1	1	1	$\overline{A}\,B\,C$	
1	0	0	0		$\overline{A}+B+C$
1	0	1	1	$A\,\overline{B}\,C$	
1	1	0	0		$\overline{A}+\overline{B}+C$
1	1	1	0		$\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}$

সপ (SOP) নিয়মে, $F=\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\,C+\overline{A}\,B\,C+A\,\overline{B}\,C$

পস (POS) নিয়মে, $F=(A+\overline{B}+C)(\overline{A}+B+C)(\overline{A}+\overline{B}+C)(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})$

পাঠ ১২ ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য

৩.৯ ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য (De Morgan's Theorem)

ফরাসি গণিতবিদ ডি-মরগ্যান (De-Morgan) বুলিয় বীজগণিতের ওপর দুটি প্রয়োজনীয় সূত্র দেন। সূত্র দুটিকে ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য বলা হয়। উপপাদ্য দুটি বুলিয়ান অ্যালজেবরার বিভিন্ন গাণিতিক সমস্যা সহজে প্রমাণ করতে সক্ষম। তার বিখ্যাত উপপাদ্য দুটি নিম্নরূপ-

প্রথম উপপাদ্য: যেকোনো সংখ্যক চলকের যৌক্তিক যোগের কমপ্লিমেন্ট হলো প্রত্যেক চলকের কমপ্লিমেন্টের যৌক্তিক গুণফলের সমান। অর্থাৎ, যেকোনো চলকের অর অপারেশনের কমপ্লিমেন্ট সেই চলকগুলোর প্রত্যেকের নট অপারেশনকে অ্যান্ড অপারেশন করলে যে মান পাওয়া যায় তার সমান।

n সংখ্যক চলকের জন্য ডি-মরগ্যানের প্রথম উপপাদ্যটি

$$\overline{A_1 + A_2 + A_3 + \ldots \ \ldots + A_n} = \overline{A_1}.\overline{A_2}.\overline{A_3}.\ldots\ldots.\overline{A_n}$$

দ্বিতীয় উপপাদ্য: যেকোনো সংখ্যক পরিবর্তনশীল রাশির যৌক্তিক গুণফলের কমপ্লিমেন্ট হলো প্রত্যেক রাশির কমপ্লিমেন্টের যৌক্তিক যোগের সমান। অর্থাৎ, যেকোনো সংখ্যক পরিবর্তনশীল রাশির অ্যান্ড অপারেশনের কমপ্লিমেন্ট সেই রাশিগুলোর প্রত্যেকের নট অপারেশনকে অর অপারেশন করলে যে মান পাওয়া যায় তার সমান।

n সংখ্যক চলকের জন্য ডি-মরগ্যানের দ্বিতীয় উপপাদ্য নিম্নরূপ-

$$\overline{A_1 . A_2 . A_3 . \ldots \ \ldots . A_n} = \overline{A_1} + \overline{A_2} + \overline{A_3} + \ldots \ldots + \overline{A_n}$$

ডি-মরগান (De-Morgan) ২৭ জুন, ১৮০৬ খ্রিষ্টাব্দে ভারতে জন্মগ্রহণ করেন। তার নাম অনুসারে ডি-মরগান উপপাদ্য রয়েছে। এছাড়াও তিনি অ্যালজেবরা, রিলেশনাল অ্যালজেবরা ও ইউনিভার্সেল অ্যালজেবরার উদ্ভাবক। ১৮ মার্চ ১৮৭১ খ্রিষ্টাব্দে তিনি ইংল্যান্ডে মৃত্যুবরণ করেন।

সুতরাং A ও B দুটি চলকের জন্য উপপাদ্য দুটি— $\overline{A + B} = \overline{A} . \overline{B}$ এবং $\overline{A . B} = \overline{A} + \overline{B}$

অনুরূপভাবে A , B ও C তিনটি চলকের জন্য ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য দুটি—

প্রথম উপপাদ্য: $\overline{A + B + C} = \overline{A} . \overline{B} . \overline{C}$ এবং

দ্বিতীয় উপপাদ্য: $\overline{A . B . C} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$

ডি-মরগানের উপপাদ্যের প্রমাণ (Proof De Morgan's Theoram): সত্যক সারণির সাহায্যে দুটি বা তিনটি চলকের জন্য ডি-মরগানের উপপাদ্য সহজে প্রমাণ করা যায়। সত্যক সারণিতে উপপাদ্যের বামদিক ও ডানদিকের চলকসমূহের সম্ভাব্য মান লিখতে হয়। নিম্নে A ও B দুটি চলকের ডি-মরগ্যান-এর উপপাদ্য প্রমাণের সত্যক সারণি দেখানো হলো—

১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	১০
A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	A + B	$\overline{A + B}$	$\overline{A} . \overline{B}$	A.B	$\overline{A . B}$	$\overline{A} + \overline{B}$
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0

সত্যক সারণি হতে দেখা যায়, A ও B এর সকল মানের জন্য ৬ ও ৭নং কলামে, প্রথম উপপাদ্য $\overline{A+B} = \overline{A} \,.\, \overline{B}$

এবং ৯ ও ১০নং কলামে, দ্বিতীয় উপপাদ্য $\overline{A \,.\, B} = \overline{A} + \overline{B}$

সুতরাং দুটি চলকের জন্য ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য দুটি প্রমাণিত হলো।

তিনটি চলক A, B, C এর জন্য ডি-মরগ্যান-এর উপপাদ্য প্রমাণের সত্যক সারণি হবে নিম্নরূপ-

১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	১০	১১	১২
A	B	C	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{C}$	$A+B+C$	$\overline{A+B+C}$	$\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}$	A.B.C	$\overline{A.B.C}$	$\overline{A}.\overline{B}.\overline{C}$
0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0

উপরের সত্যক সারণি হতে সহজে দেখা যায়, A, B ও C এর সকল মানের জন্য ৮ ও ১২নং কলামে, প্রথম উপপাদ্য $\overline{A+B+C} = \overline{A} \,.\, \overline{B} \,.\, \overline{C}$ এবং ৯ ও ১১নং কলামে, দ্বিতীয় উপপাদ্য $\overline{A \,.\, B \,.\, C} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$

সুতরাং তিনটি চলকের জন্য ডি-মরগ্যানের উপপাদ্য দুটি প্রমাণিত হলো।

গাণিতিক সমস্যার সমাধান

নিম্নের বুলিয়ান রাশিমালাগুলো সরলীকরণ করো।

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

$= B\overline{C}\ A\overline{B} + B\overline{C}\ C\overline{D} + \overline{A}D\ A\overline{B} + \overline{A}DC\overline{D}$

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

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

$= 0.$

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

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

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

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

iii. $XY + XZ + \overline{X}Z + ZX$

$= XY + Z(X+\overline{X}) + ZX$

$= XY + Z.1 + ZX$

$= XY + Z(1+X)$

$= XY + Z$

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

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

$= B + A\overline{B}$ [সহায়ক উপপাদ্য অনুযায়ী]

$= B + \overline{B}A$

$= B + A$

v. $\overline{\overline{A}\,\overline{B}.\overline{C}\,\overline{D}}$

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

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

$= A + B + C + D$

vi. $ABC + A\overline{B}C + AB\overline{C}$

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

$= AC + AB\overline{C}$

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

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

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

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

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

$= \bar{A}A\bar{B} + A\bar{C}\bar{D}$

$= 0.\bar{B} + A\bar{C}\bar{D}$

$= A\bar{C}\bar{D}$

বুলিয়ান অ্যালজেবরার সাহায্যে প্রমাণ করো যে,

i. $\overline{(M+\bar{N})(\bar{M}+N)} = \bar{M}N + M\bar{N}$

বামপক্ষ $= \overline{(M+\bar{N})(\bar{M}+N)}$

$= \left(\overline{M+\bar{N}}\right) + \left(\overline{\bar{M}+N}\right)$

$= \bar{M}.\bar{\bar{N}} + \bar{\bar{M}}\bar{N}$

$= \bar{M}N + M\bar{N}$

= ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

ii. $\bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC = A \oplus B \oplus C$

বামপক্ষ $= \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC$

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

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

$= C\left(\overline{A \oplus B}\right) + \bar{C}(A \oplus B)$

$= C\bar{Y} + \bar{C}Y$ (ধরি, $A \oplus B = Y$)

$= Y \oplus C$

$= A \oplus B \oplus C$ [Y এর মান বসিয়ে]

= ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

iii. $ABC + \bar{A}BC + A\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}C = C$

বামপক্ষ $= ABC + \bar{A}BC + A\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}C$

$= BC(A + \bar{A}) + \bar{B}C(A + \bar{A})$

$= BC + \bar{B}C$

$= C(B + \bar{B})$

$= C$

= ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

iv. $(A + ABC + AB\bar{C})(\bar{A}C + BC)$

$= A.\bar{A}C + ABC.\bar{A}C + AB\bar{C}.\bar{A}C$

$+ A.BC + ABC.BC + AB\bar{C}.BC$

$= A\bar{A}C + A\bar{A}.B.CC + A\bar{A}.B.C\bar{C} + ABC$

$+ ABC + ABC\bar{C}$

$= 0 + 0 + 0 + ABC + ABC + 0$

$= ABC$

$\therefore (A + ABC + AB\bar{C})(\bar{A}C + BC) = ABC$ **(প্রমাণিত)**

v. $(\overline{A+B})\left(\overline{\bar{A}+\bar{B}}\right) = 0$

বামপক্ষ $= (\overline{A+B})\left(\overline{\bar{A}+\bar{B}}\right)$

$= (\bar{A}.\bar{B})\left(\overline{\bar{A}.\bar{B}}\right)$

$= (\bar{A}\bar{B})(AB)$

$= 0$ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

vi. $A + \bar{A}B + \bar{A}\bar{B} = 1$

বামপক্ষ $= A + \bar{A}(B + \bar{B})$

$= (A + \bar{A}).1$

$= 1$ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

vii. $\overline{A \oplus B} = AB + \bar{A}\bar{B}$

বামপক্ষ $= \overline{A \oplus B}$

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

$= \left(\overline{A\bar{B}}\right).\left(\overline{\bar{A}B}\right)$

$= \left(\bar{A}+\bar{\bar{B}}\right)\left(\bar{\bar{A}}+\bar{B}\right)$

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

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

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

$= AB + \bar{A}\bar{B}$ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

viii. $(A + B)(A + C) = A + BC$

বামপক্ষ $= (A + B)(A + C)$

$= A.A + AC + AB + BC$

$= A + AB + AC + BC$

$= A(1 + B) + AC + BC$

$= A + AC + BC$

$= A(1 + C) + BC$ [$\because 1 + C = 1$]

$= A.1 + BC$ [$\because A.1 = A$]

$= A + BC$

= ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

প্রমাণ করে দেখাও

i. $AC + ABC = AC$

বামপক্ষ, $AC + ABC$

$= AC(1 + B)$

$= AC.1$

$= AC =$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

ii. $A + \bar{A}B = A + B$

বামপক্ষ $= A + \bar{A}B$

$= A.1 + \bar{A}B$

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

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

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

$= A + B =$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

iii. $A + B + C = ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$

ডানপক্ষ $= ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$

$ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$

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

$= AB.1 + \bar{B}C.1 + \bar{A}B + A\bar{B}\bar{C}$

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

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

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

$= B + A + C \quad [\therefore A + \bar{A}B = A + B]$

$=$ বামপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

বুলিয়ান উপপাদ্যের সাহায্যে নিচের লজিক ফাংশনগুলো সরল করে দেখাও।

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

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

$= \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D}$

ii. $(AB + C)(AB + D)$

$= AB.AB + ABD + ABC + CD$

$= AB + ABD + ABC + CD$

$= AB(1 + D) + C(AB + D)$

$= AB + C(AB + D)$

$= AB + ABC + CD$

$= AB(1 + C) + CD$

$= AB + CD$

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

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

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

$= A\bar{B} + AB$

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

$= A$

iv. $(A + \bar{B})\overline{(B + \bar{C})}$

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

$= A\bar{B}C + \bar{B}.\bar{B}C$

$= A\bar{B}C + \bar{B}C$

$= \bar{B}C(A + 1)$

$= \bar{B}C$

ডি-মরগ্যানের উপপাদ্যের সাহায্যে প্রমাণ করো–

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

বামপক্ষ, $\overline{A + \bar{B} + C\bar{D}}$

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

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

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

$=$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

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

ii. বামপক্ষ, $(B + \bar{C})(\bar{B} + C) + \overline{A + B + \bar{C}}$

$= B\bar{B} + BC + \bar{C}\bar{B} + \bar{A}.\bar{B}.\bar{\bar{C}}$

$= 0 + BC + \bar{C}\bar{B} + \bar{A}.\bar{B}.C$

$= BC + \bar{B}(\bar{C} + \bar{A}C)$

$= BC + \bar{B}(\bar{C} + \bar{A})$

$=$ ডানপক্ষ

$\therefore$ বামপক্ষ = ডানপক্ষ **(প্রমাণিত)**

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

$= \bar{A}B\bar{A}\bar{C}$

[বুলিয়ান উপপাদ্য অনুসারে $\overline{A + B} = \bar{A}.\bar{B}$]

$= \bar{A}B\bar{C}$ [বুলিয়ান উপপাদ্য অনুসারে $A.A=A$]

iv. $Y = (A + B)(C + \bar{B}) + D$

$= AC + A\bar{B} + BC + B\bar{B} + D$

$= AC + A\bar{B} + BC + D \quad [\because B.\bar{B} = 0]$

v. $Y = (A + \bar{A}B) + (A + B)$

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

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

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

$= A + B.1 \quad [\because A + \bar{A} = 1]$

$= A + B$

vi. $Y = \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \overline{AB}$

$= \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{A} + \bar{B}$ [বুলিয়ান উপপাদ্য অনুসারে $\overline{XY} = \bar{X} + \bar{Y}$]

$= \bar{B}\bar{C} + \bar{B} + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}$

$= \bar{B}(\bar{C} + 1) + \bar{A}(\bar{C} + 1)$

$= \bar{B} + \bar{A}$ [বুলিয়ান উপপাদ্য অনুসারে $\bar{C} + 1 = 1$]

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

vii. $Y = (\bar{A} + B)(\bar{A} + \bar{B})$

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

$= \bar{A} + \bar{A}\bar{B} + B\bar{A}$ [$\because B\bar{B} = 0$]

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

$= \bar{A} + \bar{A}.1$ [$\because \bar{B} + B = 1$]

$= \bar{A} + \bar{A}$

$= \bar{A}$ [$\because \bar{A} + \bar{A} = \bar{A}$]

viii. $Y = \left(\overline{A + B + \bar{C}}\right)\bar{B}C$

$= \bar{A}.\bar{B}.\bar{\bar{C}}.\bar{B}C$

$= \bar{A}.\bar{B}.C.\bar{B}C$

$= \bar{A}.\bar{B}.C$ [$C . C = C$]

ix. $(A + B)(\bar{A} + P)(\bar{B} + P)$

$= (A\bar{A} + AP + B\bar{A} + BP)(\bar{B} + P)$

$= (AP + B\bar{A} + BP)(\bar{B} + P)$

$= AP\bar{B} + B\bar{A}\bar{B} + BP\bar{B} + AP + B\bar{A}P + BP$

$= AP\bar{B} + AP + B\bar{A}P + BP$

$= AP(\bar{B} + 1) + BP(\bar{A} + 1)$

$= AP + BP$

$= P(A + B)$

x. $\overline{PQR}\left(\overline{P + Q + R}\right)$

$= (\bar{P} + \bar{Q} + \bar{R})\bar{P}.\bar{Q}.\bar{R}$

$= \bar{P}\bar{Q}\bar{R} + \bar{P}\bar{Q}\bar{R} + \bar{P}\bar{Q}\bar{R}$

$= \bar{P}\bar{Q}\bar{R}$ [$\because A + A + A = A$]

xi. $AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC + ABC$

$= AB\bar{C} + ABC + A\bar{B}C + \bar{A}BC$

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

$= AB.1 + A\bar{B}C + \bar{A}BC$ [$\because \bar{C} + C = 1$]

$= AB + A\bar{B}C + \bar{A}BC$

$= A(B + \bar{B}C) + \bar{A}BC$

[$\because$ সহায়ক উপপাদ্য অনুসারে- $X + \bar{X}Y = X + Y$]

$= A(B + C) + \bar{A}BC$

$= AB + AC + \bar{A}BC$

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

$= AB + C(A + B)$

$= AB + CA + CB$

$= AB + BC + CA$

xii. $\overline{X + \bar{Y}(Z + \bar{X})}$

$= \overline{X + \bar{Y}Z + \bar{Y}\bar{X}}$

$= \bar{X}.\left(\overline{\bar{Y}Z}\right).\left(\overline{\bar{Y}\bar{X}}\right)$ [$\because$ ডি-মরগ্যান উপপাদ্য]

$= \bar{X}\left(\bar{\bar{Y}} + \bar{Z}\right).\left(\bar{\bar{Y}} + \bar{\bar{X}}\right)$ [$\because$ ডি-মরগ্যান উপপাদ্য]

$= \bar{X}.(Y + \bar{Z}).(Y + X)$

$= (\bar{X}Y + \bar{X}\bar{Z})(Y + X)$

$= \bar{X}Y.Y + \bar{X}XY + \bar{X}\bar{Z}Y + \bar{X}\bar{Z}X$

$= \bar{X}Y + 0.Y + \bar{X}\bar{Z}Y + 0.\bar{Z}$ [$\because A.\bar{A} = 0$]

$= \bar{X}Y + \bar{X}Y\bar{Z}$

$= \bar{X}Y(1 + \bar{Z})$ [$\because \bar{A} + 1 = 1$]

$= \bar{X}Y.1$

$= \bar{X}Y$

কাজ:
ডি-মরগ্যানের উপপাদ্যের সাহায্যে প্রমাণ কর:

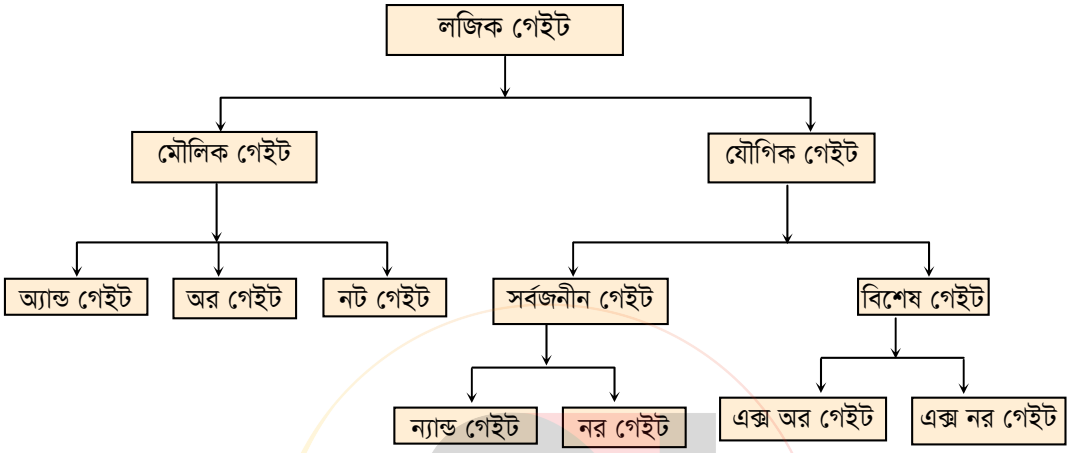
i. $\overline{P + \bar{Q} + RS} = \bar{P}Q(\bar{R} + S)$ ii) $X + \bar{X}Y + \bar{X}\bar{Y} = 1$

iii. $(B + \bar{C})(\bar{B} + C) + \overline{A + B + \bar{C}} = BC + \bar{B}(\bar{C} + A)$

পাঠ ১৩ লজিক গেইট

৩.১০ গেইট (Gate)

বুলিয়ান অ্যালজেবরার ব্যবহারিক প্রয়োগের জন্য যেসব ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স সার্কিট ব্যবহার করা হয় তাকে লজিক গেইট বলে। অথবা, ডিজিটাল লজিক সার্কিটে এক বা একাধিক ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া তাকে লজিক গেইট বলে। অর্থাৎ যেসব ডিজিটাল সার্কিট যুক্তিভিত্তিক সংকেতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে সে সকল সার্কিটকে লজিক গেইট বলে। লজিক গেইটে ইনপুট 0 বা +5 ভোল্ট প্রয়োগ করা হয়। আউটপুট হিসেবে তারের যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় তা 0 বা 1 নির্দেশ করে। লজিক গেটের প্রকারভেদ ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো।



ছক : লজিক গেইটের শ্রেণিবিভাগ

৩.১০.১ মৌলিক গেইট (Basic Gate)

যে গেইটগুলোর মাধ্যমে এককভাবে কোনো বুলিয়ান অপারেশন সম্পাদন করা যায় তাকে বলা হয় মৌলিক গেইট। অর্থাৎ ডিজিটাল সার্কিট ডিজাইনে যে সকল গেইট অন্য কোনো গেইটের সাহায্য ছাড়া তৈরি করা যায় তাকে মৌলিক গেইট বলে। মৌলিক গেইট সমূহ ডিজিটাল ইলেক্ট্রনিক্সে যুক্তির মূলে কাজ করে থাকে। মৌলিক গেইট দ্বারা সকল প্রকার লজিক বর্তনী গঠন করা যায়।

বুলিয়ান অ্যালজেবরায় তিন ধরনের লজিক অপারেশনের জন্য ডিজিটাল বর্তনীতে তিনটি মৌলিক গেইট ব্যবহার করা হয়। যথা-

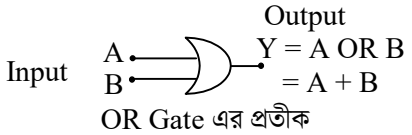
I. OR Gate
II. AND Gate
III. NOT Gate

I. OR Gate: যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিটে দুই বা ততোধিক ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া যায় এবং আউটপুটটি হয় ইনপুটগুলোর যৌক্তিক যোগের সমান হয় তাকে অর গেইট (OR gate) বলে। OR gate হচ্ছে যৌক্তিক যোগের গেইট। মনে করি, A ও B দুটি ইনপুট সুইচের মাধ্যমে প্রদান করে বুলিয়ান অ্যালজেবরা অনুযায়ী প্রাপ্ত আউটপুট, Y = A OR B = A + B

জেনে রাখো

অর গেইটে যেকোনো একটি ইনপুট এর মান 1 হলে আউটপুট 1 হবে ফলে বালব জ্বলবে এবং যখন সবগুলো ইনপুট এর মান 0 হবে তখনই আউটপুট 0 হবে বালব জ্বলবে না। 0 ও 1 বাইনারি সংখ্যা যথাক্রমে লজিক সার্কিটে বিদ্যুতের অনুপস্থিতি ও উপস্থিতি নির্দেশ করে। ধনাত্মক +5V কে লজিক 1 এবং 0 V কে লজিক 0 বলে। আর ঋণাত্মক –5 V কে লজিক 1 এবং 0 V কে লজিক/যৌক্তিক 0 বলে।

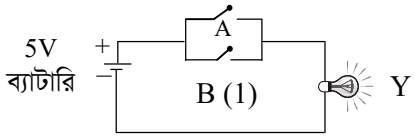
নিম্নে OR gate এর প্রতীক বুলিয়ান সূত্র ও সত্যক সারণিসহ ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী দেখানো হলো—



OR Gate এর প্রতীক

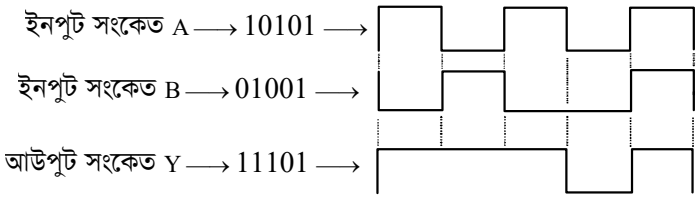
OR gate এর সত্যক সারণি (Truth Table)

Input		Output
A	B	Y = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট OR Gate এর ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী

কোনো অর গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি অর গেইটের তরঙ্গ এর জন্য আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-



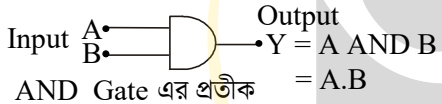
চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

II. AND Gate: যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিটে দুই বা ততোধিক ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া যায় এবং আউটপুটটি ইনপুটগুলোর যৌক্তিক গুণের সমান হয় তাকে AND Gate বলে।

জেনে রাখো

AND Gate-এ যেকোনো একটি ইনপুট-এর মান 0 হলে আউটপুট 0 হবে এবং যখন সবগুলো ইনপুট 1 হবে কেবল তখনই আউটপুট 1 হবে।

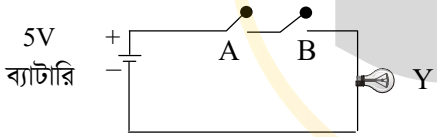
নিম্নে AND gate এর প্রতীক বুলিয়ান সূত্র, সত্যক সারণিসহ লজিক্যাল বর্তনী দেখানো হলো—



AND Gate এর প্রতীক

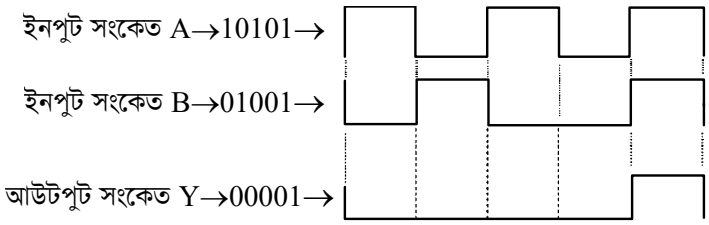
অ্যান্ড গেইটের সত্যক সারণি (Truth Table)

Input		Output
A	B	Y = A . B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট AND Gate এর ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী

কোনো অ্যান্ড গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি অ্যান্ড গেইটের ইনপুট তরঙ্গ এর জন্য আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-

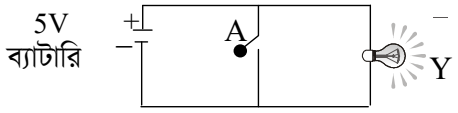


চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

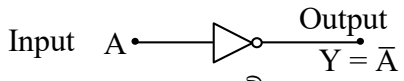
III. NOT Gate: যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট একটি ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া যায় এবং আউটপুটটি ইনপুটের কমপ্লিমেন্টের সমান হয় তাকে NOT Gate বলে। NOT gate হচ্ছে পূরক গেইট। একে ইনভার্টার গেইটও বলা হয়। সুইচ হিসেবে নট গেইট ব্যবহৃত হয়। A ইনপুট বিশিষ্ট NOT gate এর প্রতীক, বুলিয়ান সূত্র, সত্যক সারণিসহ ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী দেখানো হলো—

জেনে রাখো

NOT Gate - এ কোনো একটি ইনপুট এর মান 1 হলে আউটপুট 0 হবে এবং যখন ইনপুট 0 হলে তখনই আউটপুট 1 হবে।



চিত্র: NOT গেইট-এর ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী



NOT Gate-এর প্রতীক

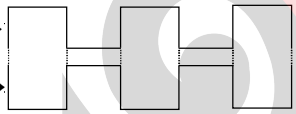
NOT gate এর সত্যক সারণি (Truth Table)

Input	Output
A	$Y = \bar{A}$
0	1
1	0

চিত্রে A এর নট গেইটের ইনপুট তরঙ্গের জন্য আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-

ইনপুট সংকেত A→10101→

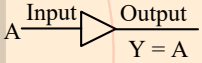
আউটপুট সংকেত Y→01010→



চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

জেনে রাখো

বাফার গেইট (Buffer gate): এটি একটি বিশেষ ধরনের গেইট। এ গেইটে input হিসেবে যা দেওয়া যায় output-এ তাই পাওয়া যায়। output এর প্রবাহ বাড়ানোর জন্য এটি বর্তনীতে ব্যবহৃত হয়।



সত্যক সারণি

Input	Output
0	0
1	1

কাজ:

কাজ-১

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

চিত্র-১

প্রশ্ন: লজিক ফাংশনের মাধ্যমে প্রমাণ কর যে, চিত্র-১ অর গেইটকে প্রতিনিধিত্ব করে।

কাজ-২

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

চিত্র-১

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

চিত্র-২

প্রশ্ন: চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর আলোকে একটি বুলিয়ান ফাংশন তৈরি করে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উভয় শর্ত পুরণে সক্ষম, এরূপ একটি লজিক গেইট পাওয়া যায় কিনা-মতামত দাও।

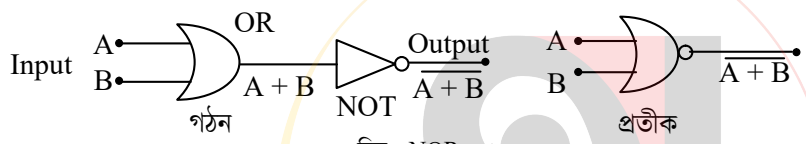
পাঠ ১৪ ও ১৫ সর্বজনীন গেইট ও বিশেষ গেইট

৩.১০.২ সর্বজনীন গেইট (Universal Gate)

যে সকল গেইটের মাধ্যমে মৌলিক গেইটসহ অন্যান্য সকল গেইটসমূহকে তৈরি বা বাস্তবায়ন করা যায় সেই সব গেইটকে সর্বজনীন গেইট বলে। মৌলিক গেইট দিয়ে যেমন সকল প্রকার গেইট তৈরি বা বাস্তবায়ন করা যায়। অনুরূপভাবে NAND gate ও NOR gate দিয়েও মৌলিক গেইটসহ অন্যান্য সকল গেইটকে প্রকাশ করা যায়। এ কারণে NAND gate ও NOR gate কে সর্বজনীন (universal) গেইট বলা হয়।

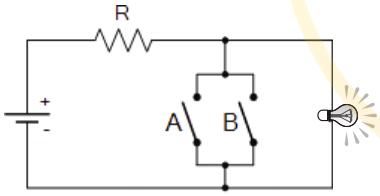
নর গেইট (NOR Gate): যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিটে দুই বা ততোধিক ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া যায় যেখানে কোনো একটি ইনপুট এর মান 1 হলে আউটপুট 0 হবে এবং যখন সবগুলো ইনপুট 0 হবে তখন আউটপুট 1 হবে তাকে NOR gate বলে। নর গেইট হচ্ছে OR gate ও NOT gate এর সমষ্টি। OR gate এর আউটপুটকে NOT gate এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত করে NOR gate তৈরি করা হয়। অর গেইট যে কাজ করে NOR গেইট তার বিপরীত কাজ করে। অর্থাৎ NOR gate হচ্ছে যৌক্তিক যোগের বিপরীত গেইট। A ও B দুটি ইনপুটবিশিষ্ট NOR gate এর গঠন, প্রতীক, বুলিয়ান আউটপুট ও সত্যক সারণি দেখানো হলো—

সত্যক সারণি (Truth Table)			
Input			Output
A	B	A + B	$Y = \overline{A + B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

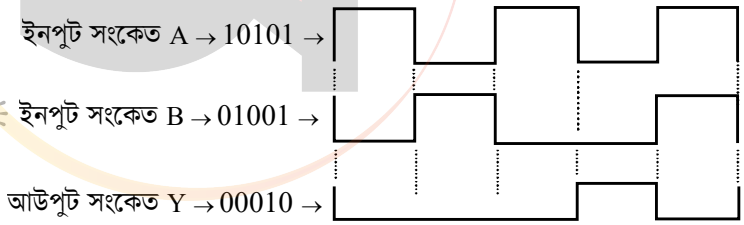


চিত্র : NOR gate

কোনো নর গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি নর গেইটের ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-



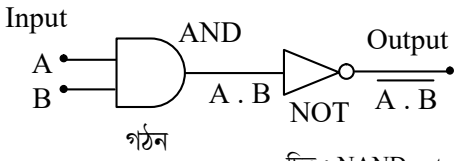
চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট নর গেটের ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী

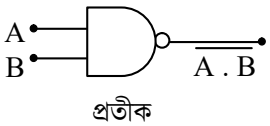


চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

ন্যান্ড গেইট (NAND Gate): যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট দুই বা ততোধিক ইনপুট দিয়ে একটি মাত্র আউটপুট পাওয়া যায় যেখানে কোনো একটি ইনপুট এর মান 0 হলে আউটপুট 1 হবে এবং যখন সবগুলো ইনপুট 1 হবে তখন আউটপুট 0 হবে তাকে NAND gate বলে। NAND gate হচ্ছে AND gate ও NOT gate এর সমন্বিত একটি গেইট অর্থাৎ AND gate এর আউটপুটকে NOT gate দিয়ে প্রবাহিত করলে যে মান পাওয়া যায় তাকে NAND gate বলা হয়। AND gate যে কাজ করে NAND গেইট তার বিপরীত কাজ করে। অর্থাৎ NAND

gate হচ্ছে যৌক্তিক গুণের বিপরীত গেইট। A ও B দুটি ইনপুটবিশিষ্ট NAND gate এর গঠন, প্রতীক, বুলিয়ান আউটপুটসহ সত্যক সারণি দেখানো হলো—

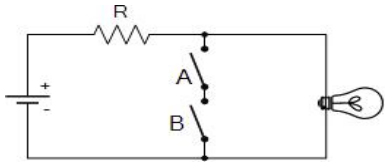




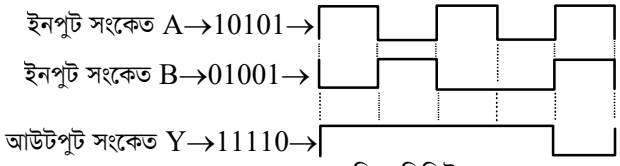
চিত্র : NAND gate

সত্যক সারণি (Truth Table)			
Input			Output
A	B	A.B	$Y = \overline{A . B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

কোনো ন্যান্ড গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি ন্যান্ড গেইটের ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট ন্যান্ড গেটের ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী



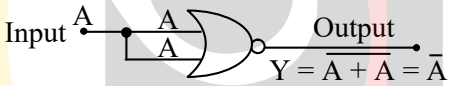
চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

সর্বজনীন গেইট-এর সর্বজনীনতা বাস্তবায়ন (Implementation of Universality of Universal Gate)

NOR ও NAND gate-এর মাধ্যমে যদি OR, AND, NOT gate এর output প্রদান করে তবে সর্বজনীন গেইট রূপে NOR ও NAND gate প্রতিষ্ঠা পাবে। নিম্নে দেখানো হলো:

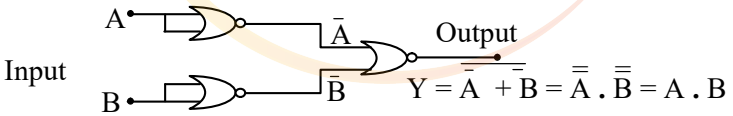
NOR গেইট-এর সর্বজনীনতা বাস্তবায়ন:

১. **NOR gate হতে NOT gate:** NOR gate-এর সবগুলো ইনপুট সমান বা শর্ট বা একত্রে সংযোগ করে NOT gate তৈরি করা যায়।



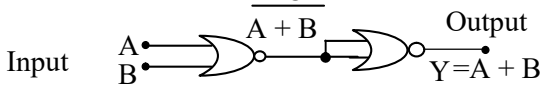
চিত্র : NOR gate দ্বারা NOT gate বাস্তবায়ন

২. **NOR gate হতে AND gate:** তিনটি NOR gate এর মধ্যে প্রথমটির ইনপুট A, দ্বিতীয়টির ইনপুট B, ধরে তৃতীয় NOR gate এ A ও B এর আউটপুটকে ইনপুট রূপে ব্যবহার করে যে আউটপুট পাওয়া যায় সেটিই AND gate।



চিত্র : NOR gate হতে AND gate বাস্তবায়ন

৩. **NOR gate হতে OR gate:** দুটি NOR gate এর মধ্যে প্রথম NOR gate এর আউটপুট দ্বিতীয় NOR gate ইনপুটে প্রয়োগ করে OR gate বাস্তবায়ন করা যায়। অর্থাৎ, output $Y = \overline{\overline{A}} + \overline{\overline{B}} = A + B$ এটি একটি OR gate-এর আউটপুট। সুতরাং OR gate বাস্তবায়িত হলো।

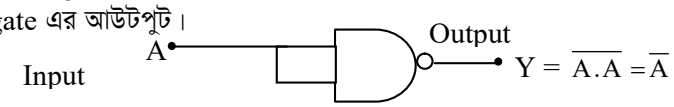


চিত্র : NOR gate দ্বারা OR gate বাস্তবায়ন

NOR gate দিয়ে সকল মৌলিক গেইট বাস্তবায়ন করা হলো। অতএব, **NOR gate একটি সর্বজনীন (Universal) গেইট।**

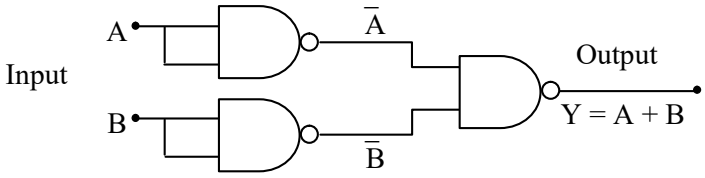
NAND gate এর সর্বজনীনতা বাস্তবায়ন:

১. **NAND থেকে NOT gate:** NAND gate এর সবগুলো ইনপুট সমান হলে কিংবা ইনপুট শর্ট করে প্রদান করলে NOT gate হিসেবে কাজ করে। চিত্রমতে, A ইনপুট এর জন্য আউটপুট হবে $Y = \overline{A}$ এটি একটি NOT gate এর আউটপুট।



চিত্র : NAND gate হতে NOT gate বাস্তবায়ন

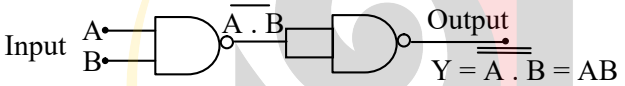
২. **NAND gate হতে OR gate:** তিনটি NAND gate এর মধ্যে প্রথমটির ইনপুট A, দ্বিতীয়টির ইনপুট B ধরে তৃতীয় NAND gate এ প্রথম ও দ্বিতীয় (A ও B) এর আউটপুটকে ইনপুটরূপে ব্যবহার করে যে আউটপুট পাওয়া যায় সেটিই OR Gate বাস্তবায়িত হবে।



চিত্র : NAND gate হতে OR gate বাস্তবায়ন

A ও B ইনপুট এর জন্য আউটপুট $Y = \overline{\overline{A} . \overline{B}} = \overline{\overline{A}} + \overline{\overline{B}} = A + B$ এটি একটি OR gate। অতএব OR gate বাস্তবায়িত হলো।

৩. **NAND gate হতে AND gate:** দুটি NAND gate এর মধ্যে প্রথম NAND gate এর আউটপুট দ্বিতীয় NAND gate এর ইনপুট হিসেবে ব্যবহার করলে AND gate পাওয়া যাবে।



চিত্র : NAND gate দ্বারা AND gate বাস্তবায়ন

A ও B ইনপুট এর জন্য আউটপুট $Y = \overline{\overline{A . B}} = \overline{\overline{A.B}}$ এটি একটি AND gate। অতএব AND gate বাস্তবায়িত হলো।

সুতরাং NAND gate দিয়ে সকল মৌলিক গেইট বাস্তবায়ন করা যায়। অতএব, **NAND gate একটি সর্বজনীন গেইট।**

কাজ:

সত্যক সারণিগুলো লক্ষ কর:

Input		Output
X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

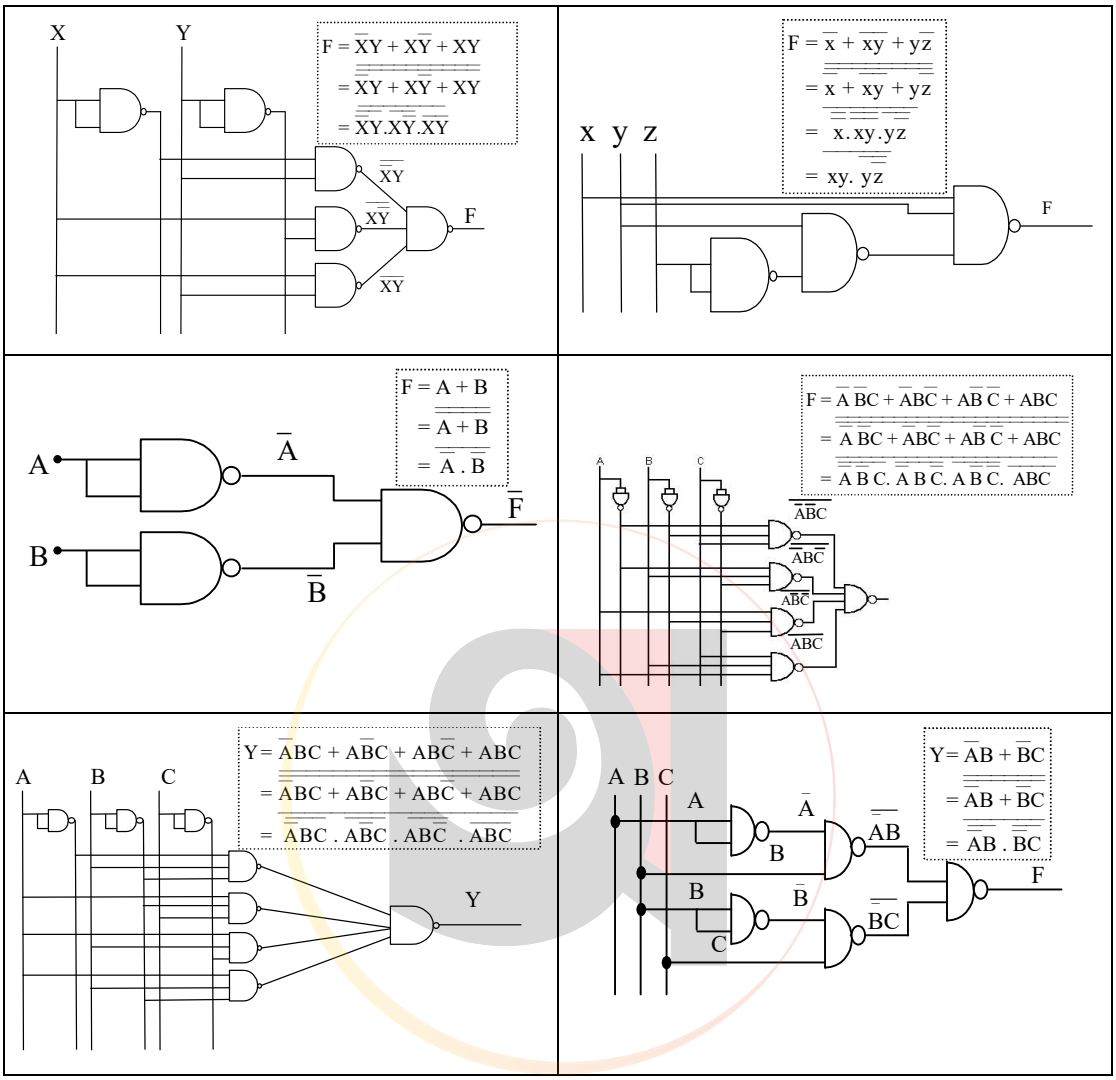
চিত্র-১

Input		Output
X	Y	W
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

চিত্র-২

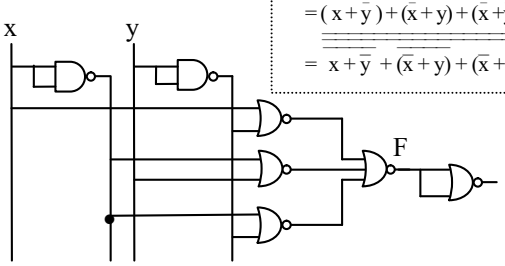
১. চিত্র-১ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইট দিয়ে চিত্র-২ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইটের বাস্তবায়ন দেখাও।
২. চিত্র-২ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইট দিয়ে চিত্র-১ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইটের বাস্তবায়ন দেখাও।

শুধু ন্যান্ড (NAND) গেইট দিয়ে লজিক ফাংশন বাস্তবায়ন: যেকোনো লজিক ফাংশনকে শুধু NAND গেইট দিয়ে বাস্তবায়ন করতে হলে অর (+) ফাংশনের উপর ডাবল NOT বা ডাবল বার (=) দিতে হবে। তারপর সরল করে অ্যান্ডে (.) এ পরিণত করতে হবে। যতক্ষণ পর্যন্ত অর (+) অংশ থাকবে ততক্ষণ সরল প্রক্রিয়া করতে থাকবে।

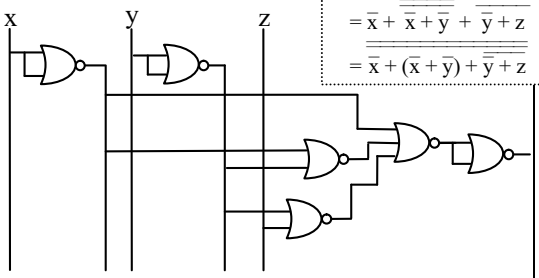


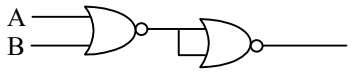
শুধু নর (NOR) গেইট দিয়ে লজিক ফাংশন বাস্তবায়ন: যেকোনো লজিক ফাংশনকে শুধু NOR গেইট দিয়ে বাস্তবায়ন করতে হলে অ্যান্ড (.) ফাংশনের উপর ডাবল NOT বা ডাবল বার (=) দিতে হবে। তারপর সরল করে অর (+) এ পরিণত করতে হবে। যতক্ষণ পর্যন্ত অ্যান্ড (.) অংশ থাকবে ততক্ষণ সরল প্রক্রিয়া করতে থাকবে।

$$F = \overline{xy} + x\overline{y} + xy$$
$$= \overline{\overline{\overline{xy} + x\overline{y} + xy}}$$
$$= \overline{\overline{\overline{xy}}\,.\,\overline{x\overline{y}}\,.\,\overline{xy}} =$$
$$\overline{(\overline{\overline{x}} + \overline{y})\,.\,(\overline{x} + \overline{\overline{y}})\,.\,(\overline{x} + \overline{y})}$$
$$= \overline{(\overline{x + \overline{y}}) + (\overline{\overline{x} + y}) + (\overline{\overline{x} + \overline{y}})}$$
$$= \overline{\overline{x + \overline{y} + (\overline{\overline{x} + y}) + (\overline{\overline{x} + \overline{y}})}}$$

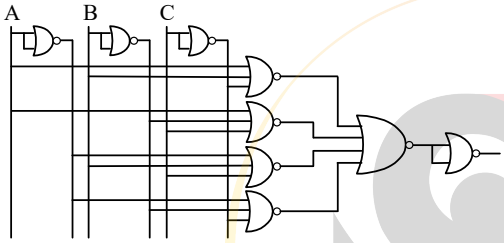


$$F = \overline{x} + \overline{xy} + y\overline{z}$$
$$= \overline{\overline{\overline{x} + \overline{xy} + y\overline{z}}}$$
$$= \overline{\overline{\overline{x}}\,.\,\overline{\overline{xy}}\,.\,\overline{y\overline{z}}}$$
$$= \overline{x.(\overline{\overline{x} + \overline{y}})\,.\,(\overline{y} + \overline{\overline{z}})}$$
$$= \overline{\overline{x} + \overline{\overline{\overline{x} + \overline{y}}} + \overline{\overline{y} + z}}$$
$$= \overline{\overline{\overline{x} + (\overline{\overline{x} + \overline{y}}) + \overline{\overline{y} + z}}}$$



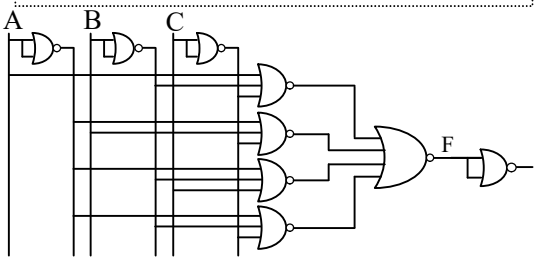


$$F = A + B$$
$$= \overline{\overline{A + B}}$$
$$= \overline{\overline{A + B} + \overline{A + B}}$$

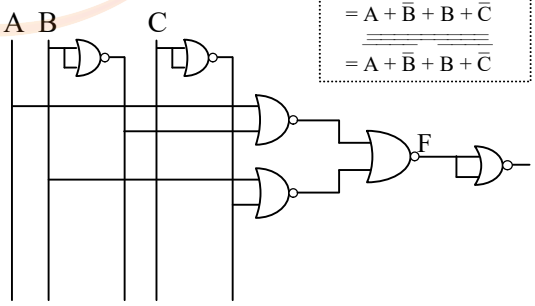


$$F = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$
$$= \overline{\overline{\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC}}$$
$$= \overline{\overline{\overline{A}\overline{B}C}\,.\,\overline{\overline{A}B\overline{C}}\,.\,\overline{A\overline{B}\overline{C}}\,.\,\overline{ABC}}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

$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$
$$= \overline{\overline{\overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC}}$$
$$= \overline{\overline{\overline{A}BC}\,.\,\overline{A\overline{B}C}\,.\,\overline{AB\overline{C}}\,.\,\overline{ABC}}$$
$$= \overline{(\overline{\overline{A}} + \overline{B} + \overline{C})\,.\,(\overline{A} + \overline{\overline{B}} + \overline{C})\,.\,(\overline{A} + \overline{B} + \overline{\overline{C}})\,.\,(\overline{A} + \overline{B} + \overline{C})}$$
$$= \overline{(A + \overline{B} + \overline{C}) + (\overline{A} + B + \overline{C}) + (\overline{A} + \overline{B} + C) + (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C})}$$
$$= \overline{\overline{A + \overline{B} + \overline{C} + \overline{A} + B + \overline{C} + \overline{A} + \overline{B} + C + \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}}}$$



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



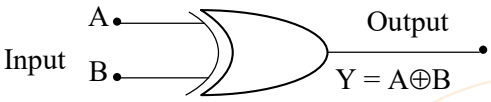
৩.১০.৩ বিশেষ গেইট (Special Gate)

X-OR Gate: X-OR gate-এর পূর্ণরূপ হলো Exclusive OR gate। এক্স-অরের কাজ প্রায় অর গেইটের মতোই। পার্থক্য হলো এক্স-অর গেইটের ইনপুটে জোড় সংখ্যক 1 থাকলে আউটপুট 0 হয়, বিজোড় সংখ্যক ইনপুট 1 থাকলে আউটপুট 1 হয়। **অর্থাৎ যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর মধ্যে বিজোড় সংখ্যক 1 ইনপুট-এর জন্য আউটপুট 1 হয় এবং জোড় সংখ্যক 1 ইনপুট এর জন্য আউটপুট 0 হবে তাকে X-OR gate বলে।** মৌলিক গেইট (অর, অ্যান্ড, নট) সহ, ন্যান্ড ও নর গেইটের ন্যায় X-OR gate একীভূত সার্কিট আকারে পাওয়া যায়। বাইনারি যোগ ও দুটি বিটের অবস্থা তুলনা করার জন্য এই গেইট ব্যবহার করা হয়। A ও B দুটি ইনপুট হলে আউটপুট হবে, $Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$; এখানে $\oplus$ চিহ্ন Exclusive OR ক্রিয়া হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

জেনে রাখো

'+' এবং '⊕' এর মধ্যে পার্থক্য: '+' অপারেটর দ্বারা প্রকৃত পক্ষে একাধিক ইনপুটের যৌক্তিক যোগ বোঝায়। এক্ষেত্রে '+' অপারেটরটি গাণিতিক যোগফল নির্দেশ করে না।

কিন্তু ⊕ অপারেটরটি প্রকৃত অর্থে বাইনারি যোগফল নির্দেশ করে। একে বলা হয় "Modula 2 Sum" বা বাইনারি যোগ।



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট X-OR

XOR gate এর Truth Table

Input		Output
A	B	X = A⊕B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

তিনটি ইনপুট A, B ও C বিশিষ্ট এক্স-অর (XOR) গেইটের প্রতীক ও সত্যক সারণি দেওয়া হলো—

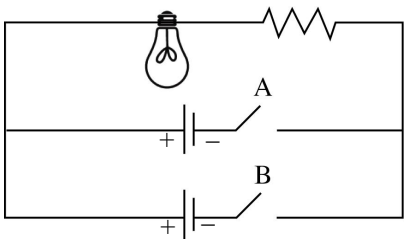
চিত্র: তিন ইনপুট বিশিষ্ট X-OR gate

XOR gate এর Truth Table

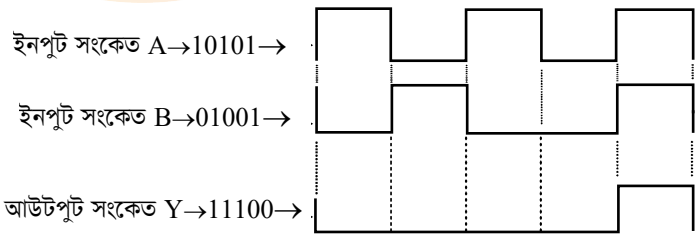
A	B	C	Y=A ⊕ B ⊕ C
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

সুতরাং আউটপুট সমীকরণ $Y = A \oplus B \oplus C$

কোনো এক্স-অর গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি এক্স অর গেইটের ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট X-OR গেইটের ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী

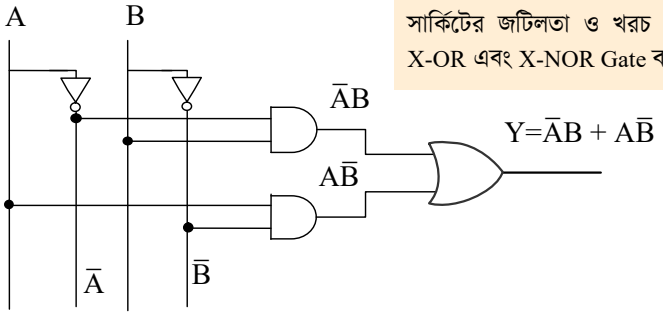


চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

শুধু মৌলিক গেইট দিয়ে X-OR গেইট এর লজিক চিত্র বাস্তবায়ন :

দুইটি ইনপুট A ও B এর ক্ষেত্রে X-OR গেইটের আউটপুট

$$Y = A \oplus B$$
$$= \bar{A}B + A\bar{B}$$



চিত্র: মৌলিক গেইট দিয়ে X-OR গেইটের লজিক বাস্তবায়ন

জেনে রাখো

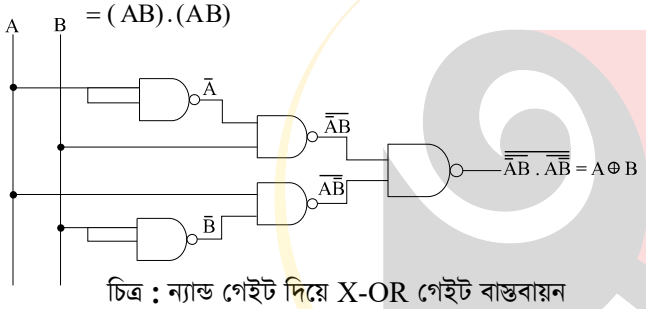
সার্কিটের জটিলতা ও খরচ কমানোর জন্য X-OR এবং X-NOR Gate ব্যবহৃত হয়।

সর্বজনীন গেইট দিয়ে XOR গেইট বাস্তবায়ন:

শুধু ন্যান্ড (NAND) গেইট দ্বারা X-OR গেইটের বাস্তবায়ন–

এক্স-অর গেইটের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$Y = A \oplus B$$
$$= \bar{A}B + A\bar{B}$$
$$= \overline{\overline{\bar{A}B}\,\overline{A\bar{B}}}$$
$$= \overline{(\overline{\bar{A}B}).(\overline{A\bar{B}})}$$



চিত্র : ন্যান্ড গেইট দিয়ে X-OR গেইট বাস্তবায়ন

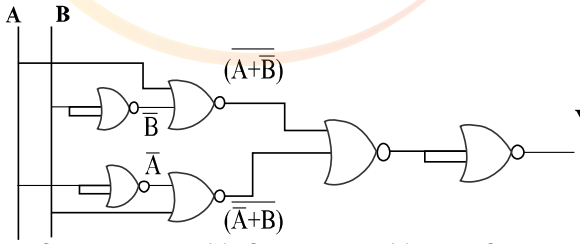
জেনে রাখো

একটি সার্কিটের জটিলতা ও খরচ নির্ভর করে প্রত্যেকটি গেটে দেওয়া ইনপুট সংখ্যা এবং সার্কিটে ব্যবহৃত গেটের পরিমাণের উপর। ইনপুট যত বেশি হবে এবং গেট যত বেশি হবে সার্কিটের খরচ তত বেশি এবং জটিল হবে।

শুধু নর (NOR) গেইট দিয়ে X-OR গেইট এর লজিক চিত্র বাস্তবায়ন–

দুইটি ইনপুট A ও B এর ক্ষেত্রে X-OR গেইটের আউটপুট

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



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

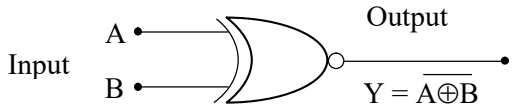
চিত্র: শুধু NOR গেইট দিয়ে X–OR গেইট এর লজিক বাস্তবায়ন

X-NOR Gate: X-NOR গেইট এর পূর্ণঅর্থ হচ্ছে Exclusive NOR গেইট। এক্স-অর গেইটের আউটপুটে অতিরিক্ত একটি নট গেইট সংযুক্ত করে এক্স-নর গেইট তৈরি করা যায়। **যে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে দুই বা**

ততোধিক ইনপুটের মধ্যে বিজোড় সংখ্যক 1 ইনপুট এর জন্য আউটপুট 0 হয় এবং জোড় সংখ্যক 1 বা 0 ইনপুট এর জন্য আউটপুট 1 হবে তাকে X-NOR gate বলে। এটি একটি সমন্বিত গেইট। এক্স-নর গেইট মৌলিক গেইট অর, অ্যান্ড ও নট গেইট দিয়ে তৈরি করা যায়। ন্যান্ড ও নর গেইটের ন্যায় এটি একীভূত সার্কিট আকারে পাওয়া যায়। এক্স-অর গেইটের যে আউটপুট হয় এক্স-নর গেইটে তার বিপরীত আউটপুট হয়। দুটি বিটের অবস্থা তুলনা করার জন্য এই গেইট ব্যবহার করা হয়। A ও B দুটি ইনপুটবিশিষ্ট এক্স-নর গেইটের প্রতীক ও সত্যক সারণি-

Input		Output
A	B	$Y = \overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

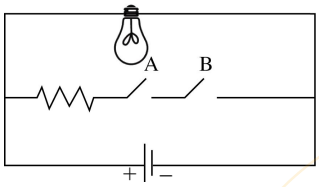
X–NOR gate-এর সত্যক সারণি



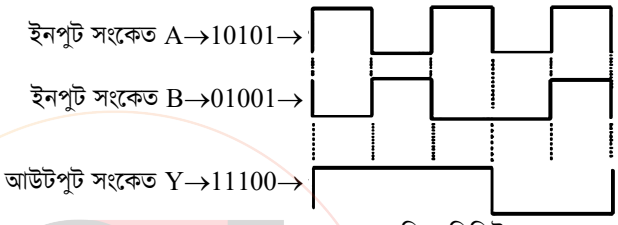
চিত্র: দুই ইনপুট বিশিষ্ট X–NOR gate

X-NOR gate এর আউটপুট সমীকরণ $Y = \overline{A \oplus B} = A \,.\, B + \bar{A} \,.\, \bar{B}$

কোনো এক্স-নর গেইটের ইনপুট সংকেতের তরঙ্গ (wave) হতে আউটপুট সংকেতের তরঙ্গ বের করা যায়। চিত্রে A ও B দুটি এক্স-নর গেইটের ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গ Y দেখানো হলো-



চিত্র: দুই ইনপুটবিশিষ্ট X–NOR গেটের ইলেকট্রিক্যাল বর্তনী



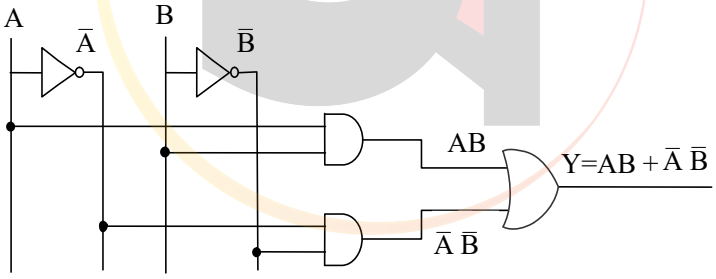
চিত্র: ডিজিটাল তরঙ্গ

শুধু মৌলিক গেইট দিয়ে X-NOR গেইট এর লজিক চিত্র বাস্তবায়ন :

দুইটি ইনপুট A ও B এর ক্ষেত্রে X-NOR গেইটের আউটপুট

$Y = \overline{A \oplus B}$

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



চিত্র: মৌলিক গেইট দিয়ে XNOR গেইটের লজিক বাস্তবায়ন

সর্বজনীন গেইট দিয়ে X-NOR গেইট বাস্তবায়ন:

শুধু ন্যান্ড (NAND) গেইট দ্বারা X-NOR গেইটের বাস্তবায়ন-

এক্স-নর গেইটের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$Y = \overline{A \oplus B}$

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

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

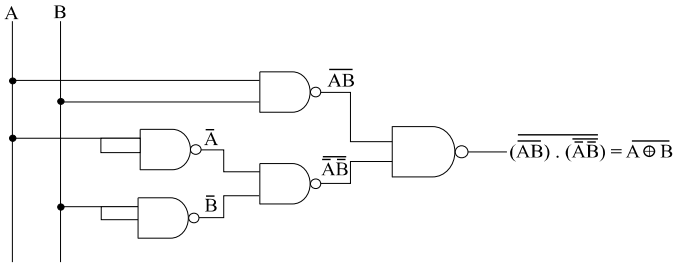
$= (A + \bar{B}) \,.\, (\bar{A} + B)$

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

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

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

$= \overline{(\overline{AB}).(\overline{\bar{A}\bar{B}})}$



শুধু নর (NOR) গেইট দ্বারা X-NOR গেইটের বাস্তবায়ন-

এক্স-নর গেইটের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$Y = AB + \bar{A}\,\bar{B}$

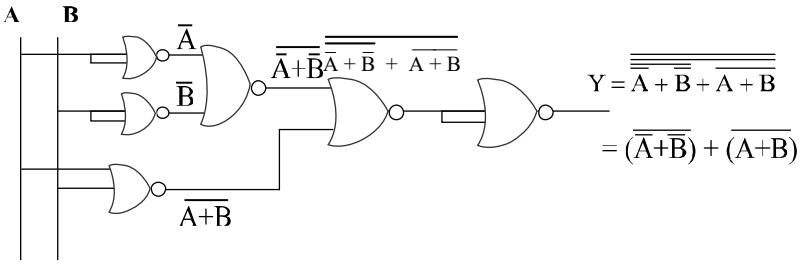
$= \overline{\overline{AB + \bar{A}\,\bar{B}}}$

$= \overline{(\overline{AB}) \,.\, (\overline{\bar{A}\bar{B}})}$

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

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

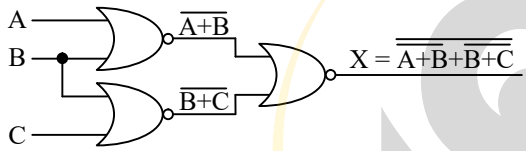
$= \overline{(\bar{\bar{A}} + \bar{\bar{B}})} + \overline{(A + B)}$



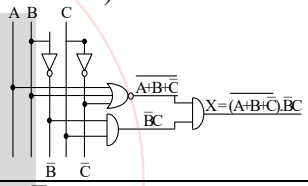
চিত্র: শুধু NOR গেইট দিয়ে X-NOR গেইটের লজিক বাস্তবায়ন

লজিক ফাংশন থেকে লজিক সার্কিট অংকন

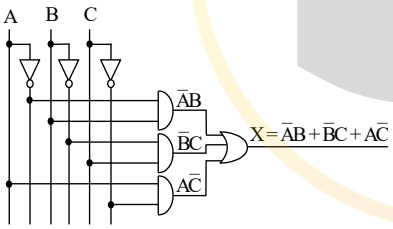
i. $X = \overline{(\overline{A + B}) + (\overline{B + C})}$



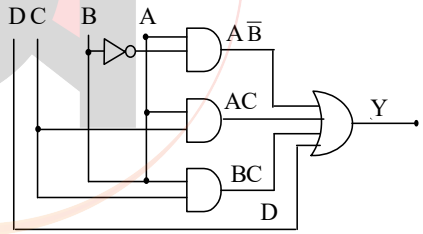
ii. $X = \overline{(A + B + \bar{C})}\,\bar{B}C$



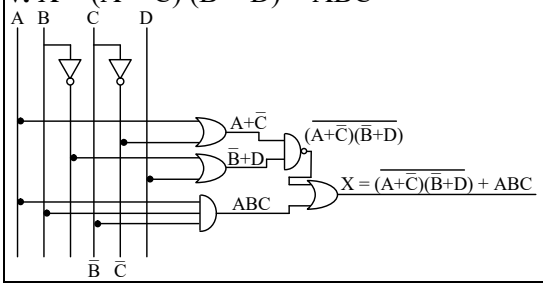
iii. $X = \bar{A}B + \bar{B}C + A\bar{C}$



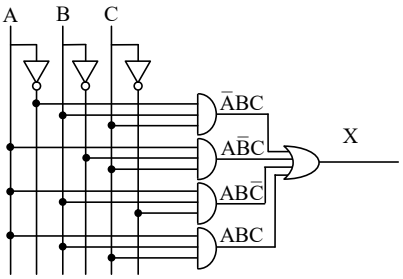
iv. $Y = AC + A\bar{B} + BC + D$



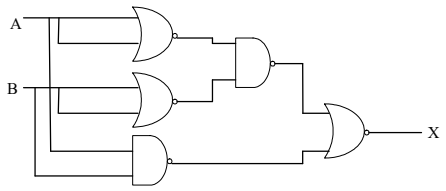
v. $X = \overline{(A + \bar{C})\,(\bar{B} + D)} + ABC$



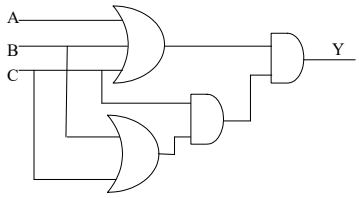
vi. $X = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$



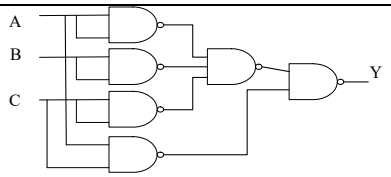
লজিক সার্কিট থেকে লজিক ফাংশন তৈরি



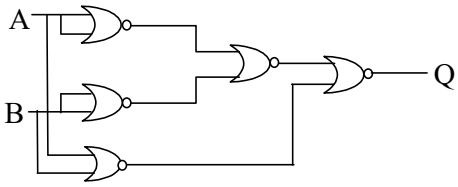
$X = \overline{(\overline{A+A}).(\overline{B+B})+\overline{A.B}}$



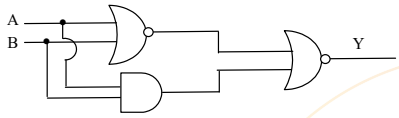
Y = C(B + C)(A + B + C)



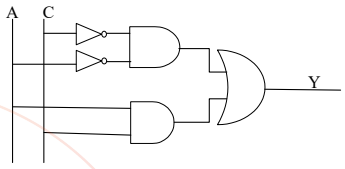
$Y = \overline{\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,.\overline{AC}}$



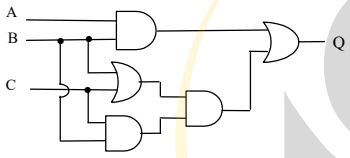
$Q = \overline{\overline{\overline{A}+\overline{B}}+\overline{A+B}}$



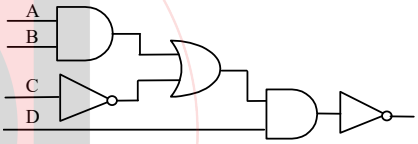
$Y = \overline{\overline{A+B}+AB}$



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



$Y = AB + (B + C)BC$



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

কাজ:

১. সত্যক সারণি লক্ষ্য কর:

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

সত্যক সারণি-১

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

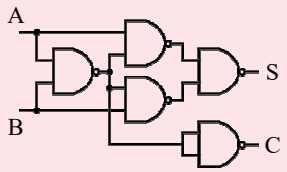
সত্যক সারণি-২

প্রশ্ন: লজিক ফাংশনের মাধ্যমে প্রমাণ কর যে, সত্যক সারণি-২ এক্স অর এবং সত্যক সারণি-১ এক্স নর গেইটকে প্রতিনিধিত্ব করে।

২. চিত্রগুলো লক্ষ্য কর:

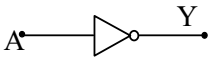
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সত্যক সারণি-১

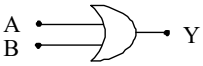
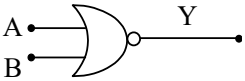


প্রশ্ন: সত্যক সারণি-১ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইট দিয়ে S এর মান বাস্তবায়ন কর।

এক নজরে লজিক গেইটসমূহ

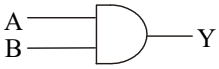
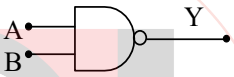
গেইটের নাম	সত্যক সারণি
NOT Gate যৌক্তিক পূরকের গেইট  $Y = \bar{A}$	

Input	Output
A	$Y = \bar{A}$
0	1
1	0

গেইটের নাম	সত্যক সারণি	গেইটের নাম	সত্যক সারণি
OR Gate যৌক্তিক যোগের গেইট  $Y = A + B$		NOR Gate যৌক্তিক যোগের (OR) বিপরীত গেইট  $Y=\overline{A + B}$	

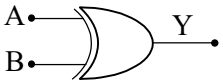
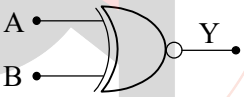
Input		Output
A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Input			Output
A	B	$A + B$	$Y = \overline{A + B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

AND Gate যৌক্তিক গুণের গেইট  $Y = A.B$		NAND Gate যৌক্তিক গুণের (AND) বিপরীত গেইট  $Y=\overline{A . B}$	

Input		Output
A	B	$Y = A . B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Input			Output
A	B	A.B	$Y = \overline{A . B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

X–OR Gate AND, OR, NOT এর সমন্বয়ে তৈরি বিশেষ গেইট  $Y = A \oplus B$		X–NOR Gate XOR এর বিপরীত গেইট  $Y = \overline{A \oplus B}$	

Input		Output
A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Input		Output
A	B	$Y = \overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

কাজ:

১. পানি উত্তোলনের একটি বৈদ্যুতিক মোটর দুইজন ভাড়াটিয়া এবং একজন বাড়িওয়ালার মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত হয়। বাড়িওয়ালা একলা সুইচ অন করলেই বৈদ্যুতিক মোটর চালু হয়। বাড়িওয়ালার অনুপস্থিতিতে ভাড়াটিয়াদ্বয়কে একসাথে সুইচ অন না করলে বৈদ্যুতিক মোটরটি চালু হয় না। বৈদ্যুতিক মোটরটি চালু করার নিয়ন্ত্রণ সার্কিটটি ডিজাইন করো।

২. একটি কলেজের মূল ফটকটি তিনটি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ফটকটি খুলতে গেলে বিজোড় সংখ্যক সুইচ অন করতে হয় অন্যথায় গেইটটি খোলে না। ফটকটি নিয়ন্ত্রণের জন্য লজিক ফাংশন এবং ন্যূনতম খরচে ফটকটি খোলার লজিক সার্কিট ডিজাইন করো।

পাঠ ১৬, ১৭ এনকোডার ও ডিকোডার

৩.১১ এনকোডার (Encoder)

যে ডিজিটাল বর্তনীর মাধ্যমে আনকোডেড (Uncoded) ডেটাকে কোডেড (Coded) ডেটায় পরিণত করা হয় তাকে এনকোডার বলে।

এখন প্রশ্ন হচ্ছে আনকোডেড ও কোডেড ডেটা কী? আনকোডেড ডেটা হলো আলফানিউমেরিক বর্ণ যা মানুষের ভাষা এবং কোডেড ডেটা হলো আস্কি (ASCII), ইবিসিডিআইসি (EBCDIC) কোড যা কম্পিউটারের ভাষা। সুতরাং যে ডিজিটাল বর্তনীর মাধ্যমে মানুষের ভাষাকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তরিত করা হয় তাকে এনকোডার বলে।

মানুষের ব্যবহৃত ভাষা ⟶ [এনকোডার] ⟶ কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষা / মেশিন ভাষা

এনকোডার এমন একটি সমবায় সার্কিট যার মাধ্যমে সর্বাধিক 2^n টি ইনপুট থেকে n টি আউটপুট লাইনে 0 বা 1 আউটপুট পাওয়া যায়। যেকোনো মুহূর্তে একটিমাত্র ইনপুট 1 ও বাকি সব ইনপুট 0 থাকে। কখন কোন আউটপুট লাইনে 1 পাওয়া যাবে তা নির্ভর করে ইনপুটগুলোর মানের ওপর।

এনকোডারের ব্যবহার (Use of Encoder):

১. মানুষের ভাষাকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তর করতে ব্যবহৃত হয়।
২. আলফানিউমেরিক বর্ণকে ASCII, EBCDIC কোডে রূপান্তর করে।
৩. এনালগ অডিও ভিডিওকে ডিজিটাল অডিও ভিডিওতে কনভার্ট করে।
৪. মাইক্রোপ্রসেসরের Interrrupt request (IRQ) কন্ট্রোল করার ক্ষেত্রে এনকোডার ব্যবহৃত হয়।
৫. রোবট কন্ট্রোল করার ক্ষেত্রে এনকোডার ব্যবহৃত হয়।
৬. ইনপুট ডিভাইস যেমন- কি-বোর্ড মাউস বিভিন্ন টেলিফোন সেট ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।

একটি ৪ থেকে ২ লাইন এনকোডার: একটি 2^2 থেকে 2 লাইন বা 4 থেকে 2 লাইন এনকোডারে 4টি ইনপুট থেকে 2 টি আউটপুট লাইন পাওয়া যায়। নিচে 4 লাইন থেকে 2 লাইন এনকোডারের সত্যক সারণি দেওয়া হলো।

Input				Output	
D_0	D_1	D_2	D_3	X	Y
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

চিত্র: ৪ থেকে ২ লাইন এনকোডার-এর সত্যক সারণি

সত্যক সারণিতে দেখা যায় ইনপুটের যত নম্বর লাইনে 1 হবে তত এর বাইনারি মান হবে আউটপুট লাইনে। যেমন— সত্যক সারণিতে D_0 লাইনে 1 আছে, তাই 0 এর বাইনারি 00 আউটপুট লাইনে। আবার সত্যক সারণিতে D_1 লাইনে 1 আছে, তাই 1 এর বাইনারি 01 আউটপুট লাইনে এবং সত্যক সারণিতে D_2 লাইনে 1 আছে তাই 2 এর বাইনারি 10 আউটপুট লাইনে। একইভাবে সত্যক সারণিতে D_3 লাইনে 1 আছে তাই 3 এর বাইনারি 11 আউটপুট লাইনে (X Y) আছে।

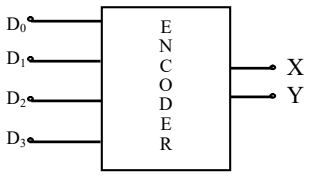
X ও Y এর লজিক ফাংশন তৈরির জন্য X এর যে ঘরে শুধু 1 আছে তার ইনপুট লাইনে যে ঘরে 1 আছে তাকে নিতে হয়। যেমন, X এর প্রথম যে ঘরে 1 আছে তার ইনপুট লাইনে 1 আছে D_2 ঘরে। অনুরূপ X এর ২য় যে ঘরে 1 আছে তার ইনপুট লাইনে 1 আছে D_3 ঘরে।

Input				Output	
D_0	D_1	D_2	D_3	X	Y
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

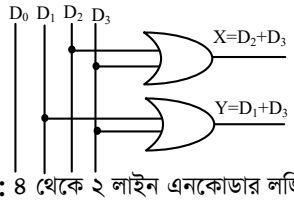
সুতরাং $X = D_2 + D_3$

এবং $Y = D_1 + D_3$

উপরোক্ত লজিক ফাংশন থেকে লজিক সার্কিট নিম্নরূপ:



চিত্র: ৪ থেকে ২ লাইন এনকোডার-এর ব্লক ডায়াগ্রাম



চিত্র: ৪ থেকে ২ লাইন এনকোডার লজিক সার্কিট

একটি ৮ থেকে ৩ লাইন এনকোডার : একটি ৮ থেকে ৩ লাইন এনকোডারে ৮টি ইনপুট থেকে ৩টি আউটপুট লাইন পাওয়া যায়। তাই এর সাহায্যে অক্টাল সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরিত করা যায়। এজন্য একে অক্টাল থেকে বাইনারি এনকোডার বলে। নিম্নে ৮ লাইন থেকে ৩টি লাইন এনকোডারের ব্লক চিত্র বা সত্যক সারণি দেওয়া হলো-

Input								Output		
D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	X	Y	Z
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

চিত্র: ৮ থেকে ৩ লাইন এনকোডার-এর সত্যক সারণি

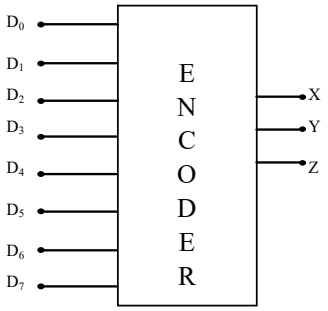
সত্যক সারণিতে দেখা যায় ইনপুটের যত নম্বর লাইনে 1 হবে তত এর বাইনারি মান হবে আউটপুটের লাইনে। যেমন— সত্যক সারণিতে D_0 লাইনে 1 আছে, তাই 0 এর বাইনারি 000 আউটপুট লাইনে। আবার সত্যক সারণিতে D_1 লাইনে 1 আছে, তাই 1 এর বাইনারি 001 আউটপুট লাইনে এবং সত্যক সারণিতে D_2 লাইনে 1 আছে তাই 2 এর বাইনারি 010 আউটপুট লাইনে। একইভাবে সত্যক সারণিতে D_7 লাইনে 1 আছে তাই 7 এর বাইনারি 111 আউটপুট লাইনে (X Y Z) আছে।

সত্যক সারণি হতে পাই,

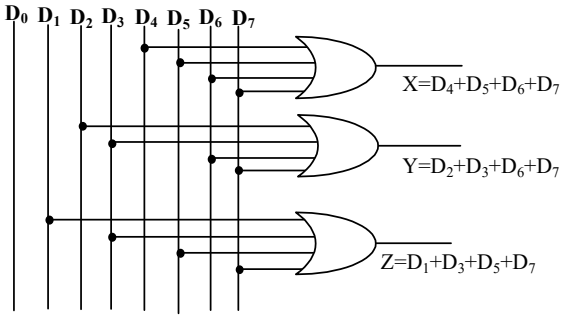
X =1, যখন D4 , D5, D6 ও D7 এর মান =1, অর্থাৎ X = D4 + D5 +D6 + D7

Y =1, যখন D2 , D3, D6 ও D7 এর মান =1, অর্থাৎ Y = D2 + D3 +D6 + D7

Z =1, যখন D1 , D3, D5 ও D7 এর মান =1, অর্থাৎ Z = D1 + D3 +D5 + D7



চিত্র: ৮ থেকে ৩ লাইন এনকোডার-এর ব্লক ডায়াগ্রাম



চিত্র: ৮ থেকে ৩ লাইন এনকোডার

কাজ:
কম্পিউটার D কে সরাসরি বুঝতে পারে না বরং একে একটি লজিক সার্কিটের সাহায্যে ৮ বিটের বিশেষ সংকেতে রূপান্তর করে বুঝে থাকে। উক্ত লজিক সার্কিটটি বর্ণনা কর।

৩.১২ ডিকোডার (Decoder)

যে ডিজিটাল বর্তনীর সাহায্যে কম্পিউটারে ব্যবহৃত ভাষাকে মানুষের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তরিত করা হয় অর্থাৎ কোডেড (Coded) ডেটাকে আনকোডেড (Uncoded) ডেটায় পরিণত করা হয় তাকে ডিকোডার বলে।

কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষা / মেশিন ভাষা → [ডিকোডার] → মানুষের ব্যবহৃত ভাষা

ডিকোডারে n টি ইনপুট লাইন থেকে 2^n আউটপুট লাইন পাওয়া যায়। অর্থাৎ তিনটি ইনপুট লাইন থেকে ৮টি আউটপুট লাইন পাওয়া যায়। যেকোনো একটি আউটপুট লাইনের মান 1 হলে অবশিষ্ট সবগুলোতে আউটপুট 0 পাওয়া যায়। কখন কোন আউটপুট লাইনে 1 পাওয়া যাবে তা নির্ভর করে ইনপুটগুলোর মানের ওপর। এটি মূলত ডিকোডের আউটপুট।

ডিকোডারের ব্যবহার (Uses of Decoder):

১. ডিকোডারের-এর সাহায্যে BCD, ASCII, EBCDIC, Unicode ইত্যাদি কোডকে যেকোনো আলফানিউমেরিক বর্ণ, অক্ষর বা সংখ্যায় রূপান্তর করা যায়।

২. ডিসপ্লে ইউনিটে যেমন- মনিটরে প্রদর্শনের জন্য ও ভিডিও কার্ডে ডিকোডার বর্তনী ব্যবহার করা হয়। ডিকোডার সাধারণত বিভিন্ন আউটপুট ডিভাইসের প্রিন্টার, মনিটর ইত্যাদির সঙ্গে যুক্ত থাকে।

তাছাড়া কন্ট্রোল ইউনিটে বিভিন্ন নির্দেশ, মেমোরি অ্যাড্রেস, কাউন্টার বাইনারি সংখ্যা ইত্যাদি ডিকোড করতে ডিকোডার ব্যবহৃত হয়।

2 থেকে 4 লাইন ডিকোডার : 2 থেকে 2^2 ডিকোডার বা 2 থেকে 4 লাইন ডিকোডারে দুইটি ইনপুট লাইন থেকে চারটি আউটপুট লাইন পাওয়া যায়। পাশে ২ থেকে ৪ লাইন ডিকোডারের সত্যক সারণি দেওয়া হলো:

Input		Output			
X	Y	D_0	D_1	D_2	D_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

চিত্র: ২ থেকে ৪ লাইন ডিকোডার-এর সত্যক সারণি

সত্যক সারণিতে ইনপুট লাইনে X = 0 এবং Y = 0 অর্থাৎ প্রথম ইনপুট 00 আছে যার দশমিক মান 0। তাই আউটপুট লাইনের D_0 এর ঘরে 1 বসেছে। ইনপুট লাইনে ২য় ইনপুট মান 1 বসেছে। ৩য় ইনপুটের জন্য X = 1, Y = 0 অর্থাৎ বাইনারি 1 0 যার দশমিক মান 2। তাই আউটপুট লাইনের পরে D_2 ঘরে 1 বসেছে। অনুরূপে ৪র্থ ইনপুট 11 এর জন্য D_3 এর ঘরে 1 বসেছে।

সুতরাং সত্যক সারণি থেকে দেখা যাচ্ছে,

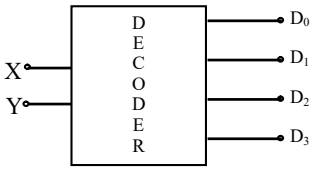
১. যখন X = 0, Y = 0 তখন D_0 লাইন Active অর্থাৎ $D_0 = \bar{X}\,\bar{Y}$

২. যখন X = 0, Y = 1 তখন D_1 লাইন Active অর্থাৎ $D_1 = \bar{X}\,Y$

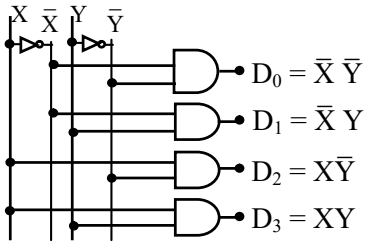
৩. যখন X = 1, Y = 0 তখন D_2 লাইন Active অর্থাৎ $D_2 = X\bar{Y}$

৪. যখন X = 1, Y = 1 তখন D_3 লাইন Active অর্থাৎ $D_3 = XY$

উপরোক্ত লজিক ফাংশন থেকে লজিক সার্কিট নিম্নরূপ:



চিত্র: ২ থেকে ৪ লাইন ডিকোডার-এর ব্লক ডায়াগ্রাম



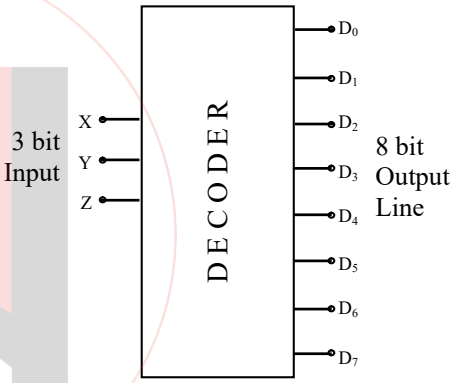
চিত্র: 2 থেকে 4 (2 to 4) লাইন ডিকোডারের লজিক সার্কিট

3 থেকে 8 লাইন ডিকোডার :

নিম্নে 3 থেকে 8 লাইন ডিকোডারের সত্যক সারণি ও ব্লক চিত্র দেখানো হলো।

Input			Output							
X	Y	Z	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7
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 থেকে ৮ লাইন ডিকোডার-এর সত্যক সারণি



চিত্র: ৩ থেকে ৮ লাইন ডিকোডার-এর ব্লক চিত্র

সত্যক সারণি থেকে দেখা যাচ্ছে,

১. যখন X=0, Y=0, Z=0 তখন D_0 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_0 = \bar{X}.\bar{Y}.\bar{Z}$

২. যখন X=0, Y=0, Z=1 তখন D_1 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_1 = \bar{X}.\bar{Y}.Z$

৩. যখন X=0, Y=1, Z=0 তখন D_2 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_2 = \bar{X}.Y.\bar{Z}$

৪. যখন X=0, Y=1, Z=1 তখন D_3 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_3 = \bar{X}.Y.Z$

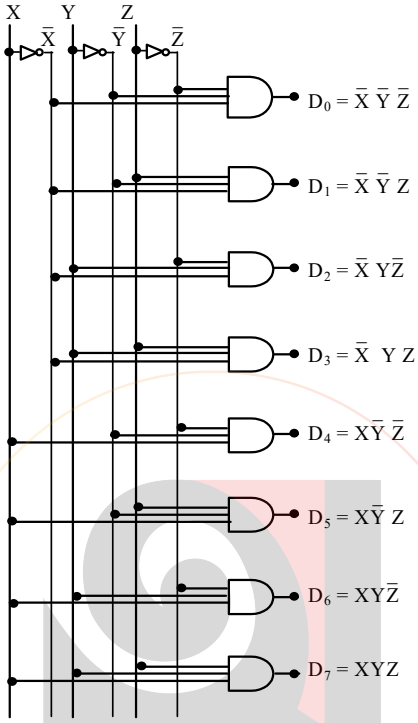
৫. যখন X=1, Y =0, Z=0 তখন D_4 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_4 = X.\bar{Y}.\bar{Z}$

৬. যখন X=1, Y =0, Z=1 তখন D_5 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_5 = X.\bar{Y}.Z$

৭. যখন X=1, Y =1, Z=0 তখন D_6 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_6 = X.Y.\bar{Z}$

৮. যখন X=1, Y =1, Z=1 তখন D_7 লাইন Active(1) অর্থাৎ $D_7 = X.Y.Z$

সত্যক সারণির আউটপুট লাইন গুলো যথাক্রমে $D_0, D_1, D_2, \ldots \ldots, D_7$ এবং এদের নম্বর 0, 1, 2, ..., 7। প্রতিটি লাইন দশমিক সংখ্যা নির্দেশ করে যার বাইনারি মান ইনপুট কম্বিনেশনে ব্যবহৃত হচ্ছে।



চিত্র: 3 থেকে 8 (3 to 8) লাইন ডিকোডার

এনকোডোর ও ডিকোডার-এর মধ্যে পার্থক্য

এনকোডার (Encoder)	ডিকোডার (Decoder)
১. এনকোডার মানুষের ভাষাকে কম্পিউটারের ভাষায় রূপান্তরিত করে।	১. ডিকোডার কম্পিউটারের ভাষাকে মানুষের ভাষায় রূপান্তরিত করে।
২. এনকোডার কী বোর্ডের সাথে যুক্ত থাকে।	২. ডিকোডার কম্পিউটার মেমোরিতে যুক্ত থাকে।
৩. 2^n টি ইনপুট থেকে n টি আউটপুট প্রদান করে।	৩. n টি ইনপুট থেকে 2^n টি আউটপুট প্রদান করে।

কাজ:

১. কম্পিউটার 'A' কে সরাসরি বুঝতে পারে না বরং একে একটি লজিক সার্কিটের সাহায্যে ৮ বিটের বিশেষ সংকেতে রূপান্তর করে বুঝে থাকে। উক্ত লজিক সার্কিটটি সম্পর্কে সংক্ষেপে লেখ ।

২. কম্পিউটারের ভিতরের সকল কর্মকান্ড বাইনারি পদ্ধতিতে পরিচালিত হয়, কিন্তু বিশেষ এক ধরনের সার্কিট তা স্বাভাবিক ভাষায় পরিবর্তন করে আউটপুট দিয়ে থাকে। উল্লেখিত বিশেষ সার্কিটটি কীভাবে কাজ করে? ব্যাখ্যা কর।

পাঠ ১৮ অ্যাডার

৩.১৩ অ্যাডার (Adder)

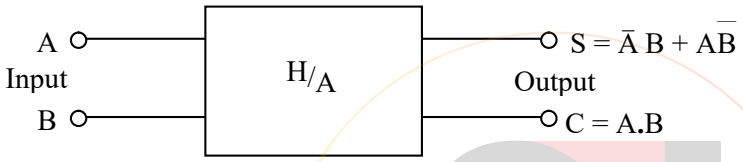
কম্পিউটারের সকল গাণিতিক কাজ বাইনারি যোগের মাধ্যমে সম্পূর্ণ হয়। এ কারণে কম্পিউটার বিজ্ঞানে বাইনারি যোগ গুরুত্বপূর্ণ অপারেশন। কম্পিউটারে বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা হিসাব করার জন্য প্রসেসরের মধ্যে Adder নামক সার্কিট থাকে। বিভিন্ন ধরনের লজিক গেইটের মাধ্যমে অ্যাডার সার্কিট তৈরি হয়। এই অ্যাডার সার্কিটে কম্পিউটারে যোগ, বিয়োগ, গুণ ও ভাগ বাইনারি যোগের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়। **যে সমবায় সার্কিট বা বর্তনী দ্বারা যোগ করা যায় তাকে অ্যাডার বলে।** অ্যাডার বর্তনী দুই প্রকার—

১. অর্ধযোগের বর্তনী বা হাফ অ্যাডার (Half Adder)
২. পূর্ণ যোগের বর্তনী বা ফুল অ্যাডার (Full Adder)

৩.১৩.১ হাফ অ্যাডার (Half Adder)

দুই বিট যোগ করার জন্য যে সমন্বিত বর্তনী ব্যবহৃত হয় তাকে হাফ অ্যাডার বলে। হাফ অ্যাডারের দুটি ইনপুট ও দুটি আউটপুট থাকে। আউটপুট দুটির মধ্যে একটি যোগফল (Sum) অপরটি (Carry) ক্যারি।

মনেকরি, একটি হাফ অ্যাডার (Half Adder) বর্তনীর A ও B দুটি ইনপুটের যোগফল S ও ক্যারি C। নিম্নে Half Adder-এর ব্লক চিত্র ও সত্যক সারণি দেখানো হলো-



চিত্র : হাফ অ্যাডার-এর ব্লক চিত্র

হাফ অ্যাডার-এর সত্যক সারণি

Input		Output	
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

উপরোক্ত সত্যক সারণি থেকে পাই,

Half Adder এর সমীকরণ :

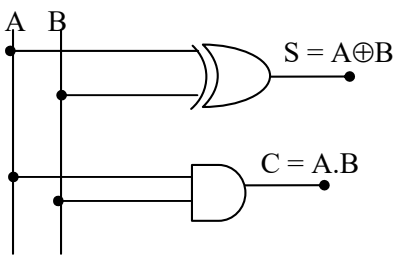
$S = \bar{A}.B + A.\bar{B} = A \oplus B$

এবং $C = A.B$

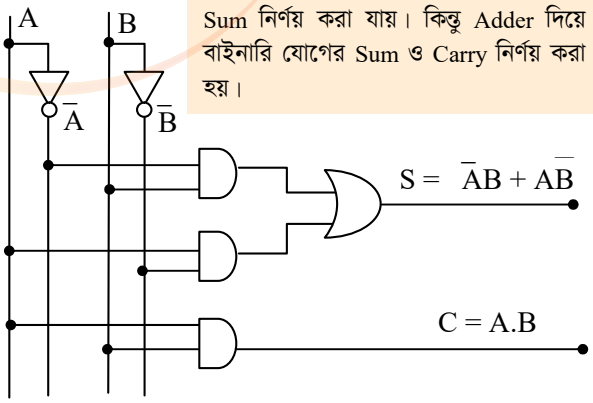
নিম্নে Half Adder এর লজিক চিত্র দেখানো হলো–

জেনে রাখো

XOR Gate এবং Adder এর মধ্যে পার্থক্য XOR Gate দিয়ে শুধুমাত্র বাইনারি যোগের Sum নির্ণয় করা যায়। কিন্তু Adder দিয়ে বাইনারি যোগের Sum ও Carry নির্ণয় করা হয়।



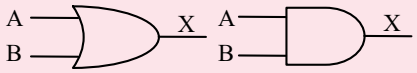
চিত্র : যৌগিক গেইটের মাধ্যমে হাফ অ্যাডারের লজিক সার্কিট



চিত্র: মৌলিক গেইটের মাধ্যমে হাফ অ্যাডারের লজিক সার্কিট

কাজ:

১. বাইনারি যোগের বর্তনীতে চিত্রদ্বয়ের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর।



২. সত্যক সারণি দুটি লক্ষ্য কর:

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

সত্যক সারণি-১

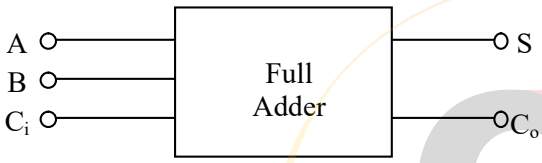
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

সত্যক সারণি-২

প্রশ্ন: সত্যক সারণি-১ দিয়ে প্রতিনিধিত্বকারী সার্কিটে কী পরিবর্তন করে সত্যক সারণি-২ দ্বারা প্রতিনিত্বকারী সার্কিট বাস্তবায়ন করা যাবে।

৩.১৩.২ ফুল অ্যাডার (Full Adder)

যে সমন্বিত বর্তনী ক্যারিসহ দুটি বিট যোগ করে তাকে ফুল অ্যাডার বা পূর্ণ যোগ বর্তনী বলে। এক্ষেত্রে ফুল অ্যাডারে ইনপুট ৩টি ও আউটপুট ২টি, একটি যোগফল S অপরটি ক্যারি C। তাহলে ফুল অ্যাডারে ইনপুট ৩টি হলো- A ও B এবং অপরটি C_i (ইনপুট ক্যারি) এবং আউটপুট দুটির একটি S অপরটি C_o (আউটপুট ক্যারি)।



চিত্র: ফুল অ্যাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম

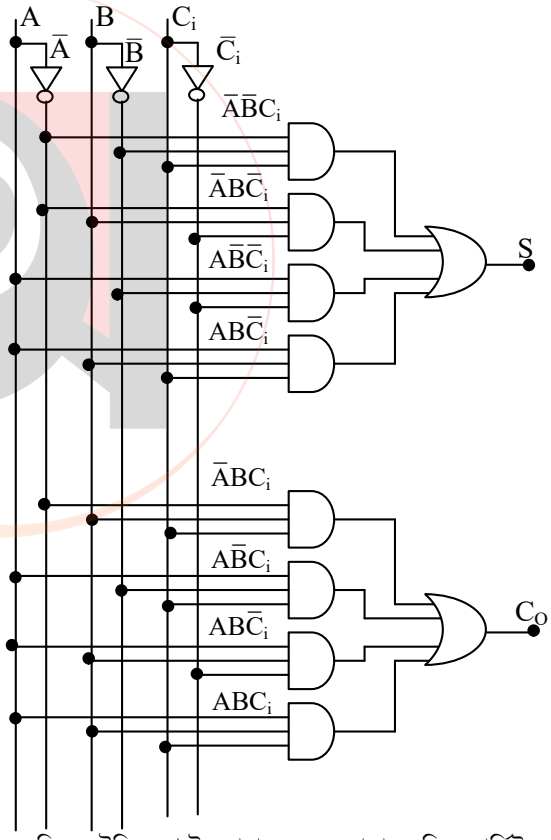
সত্যক সারণি (Truth Table)

Input			Output	
A	B	C_i	S	C_o
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ফুল অ্যাডারের সমীকরণ সত্যক সারণি থেকে লেখা যায়,

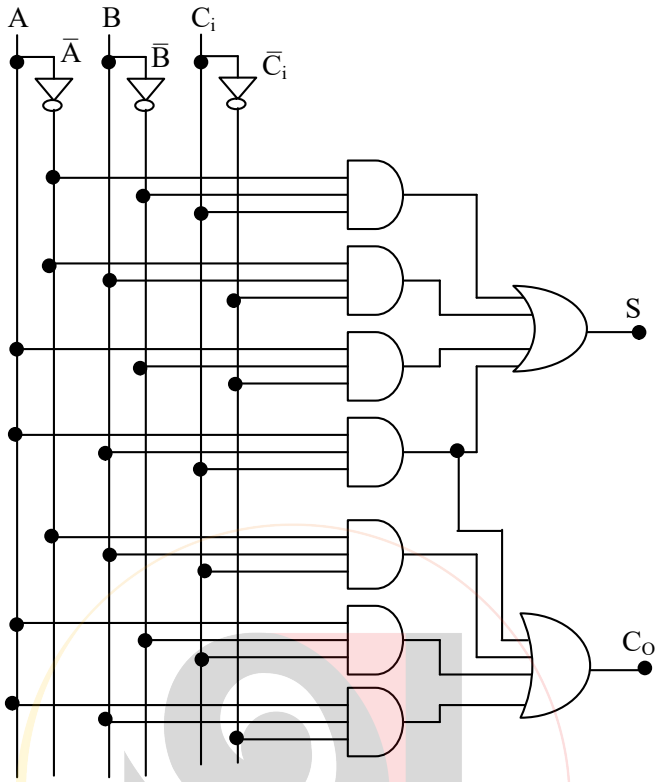
$$S = \bar{A}\ \bar{B}\ C_i + \bar{A}\ B\ \bar{C}_i + A\ \bar{B}\ \bar{C}_i + ABC_i$$

$$C_o = \bar{A}\ BC_i + A\bar{B}\ C_i + AB\bar{C}_i + ABC_i$$



চিত্র: মৌলিক গেটের সাহায্যে ফুল অ্যাডার লজিক সার্কিট

সার্কিটে দেখা যায় যে, ABC_i এর জন্য আলাদাভাবে দুটি AND Gate ব্যবহার করা হয়েছে। ফলে সার্কিটটিতে কিছুটা খরচ বেড়ে যায়। তাই ABC_i এর জন্য একটি AND Gate ব্যবহার করলে কিছুটা খরচ কমবে। সুতরাং সার্কিটে গেইট ও খরচ কমানোর জন্য নিম্নের মতো করে আঁকা যায়।



চিত্র: মৌলিক গেইটের সাহায্যে ফুল অ্যাডার লজিক সার্কিট

আবার, উক্ত সার্কিটটিতে S এবং C_o এর জন্য ব্যবহৃত প্রতিটি AND Gate-এ তিনটি করে ইনপুট আছে। যদি ইনপুটের সংখ্যা কমিয়ে আনা যায় তাহলে সার্কিটের খরচ ও জটিলতা কমে যায়। তাই S এবং C_o কে সরলীকরণ করে সরলীকৃত ফাংশনের সার্কিট আঁকলে খরচ আরও কমে যায়। কিন্তু S কে সরলীকরণ করলে অবশেষে আমরা যৌগিক গেইট পাই। তাই মৌলিক গেইট এর সাহায্যে অ্যাডারের সার্কিট তৈরির জন্য শুধুমাত্র C_o কে সরলীকরণ করেও সার্কিটের জটিলতা ও খরচ কমিয়ে আনা যায়। তাই C_o এর সরলীকরণ করা হলো :

$$C_o = \bar{A}\,BC_i + A\bar{B}\,C_i + AB\bar{C}_i + ABC_i$$

$$= \bar{A}\,BC_i + A\bar{B}\,C_i + AB\bar{C}_i + ABC_i + ABC_i + ABC_i$$

(মৌলিক উপপাদ্যে যোগের ক্ষেত্রে- $A + A + A = A$)

$$= \bar{A}\,BC_i + ABC_i + A\bar{B}\,C_i + ABC_i + AB\bar{C}_i + ABC_i$$

$$= BC_i\,(\bar{A} + A) + AC_i\,(\bar{B} + B) + AB\,(\bar{C}_i + C_i)$$

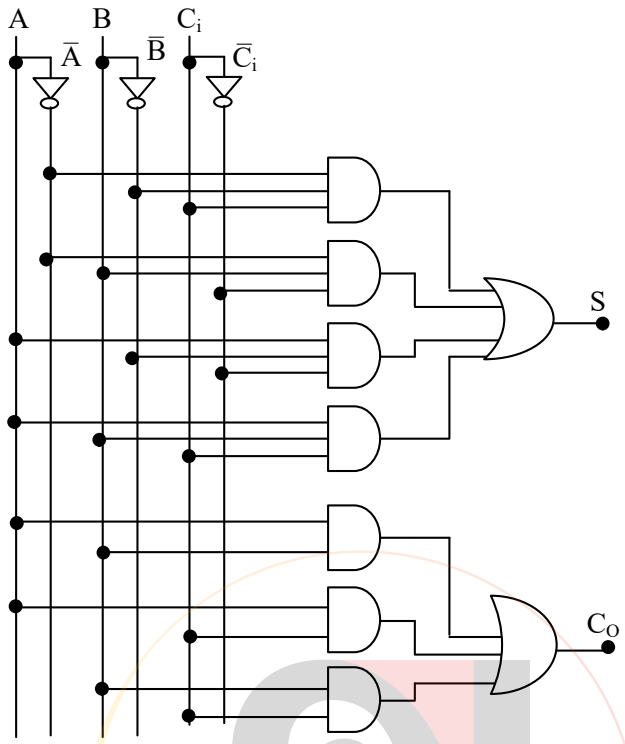
$$= BC_i.1 + AC_i.1 + AB.1$$

$$= BC_i + AC_i + AB$$

$$= AB + AC_i + BC_i$$

সুতরাং $S = \bar{A}\ \bar{B}\ C_i + \bar{A}\ B\ \bar{C}_i + A\ \bar{B}\ \bar{C}_i + ABC_i$

এবং $C_o = AB + AC_i + BC_i$ এর জন্য সার্কিটটি নিম্নরূপ:



চিত্র: মৌলিক গেইটের সাহায্যে ফুল অ্যাডার লজিক সার্কিট

এখন S কে সরলীকরণ করে যৌগিক গেইটের সাহায্যে সবচেয়ে কম খরচে অ্যাডার সার্কিট অঙ্কন করতে পারি।

$S = \bar{A}\ \bar{B}\ C_i + \bar{A}\ B\ \bar{C}_i + A\ \bar{B}\ \bar{C}_i + ABC_i$

$= \bar{A}\ (\bar{B}\ C_i + B\bar{C}_i) + A\ (\bar{B}\ \bar{C}_i + BC_i)$

$= \bar{A}\ (B \oplus C_i) + A\ (\overline{B \oplus C_i})$

$= \bar{A}\ P + A\bar{P}$ (ধরি, $B \oplus C_i = P$)

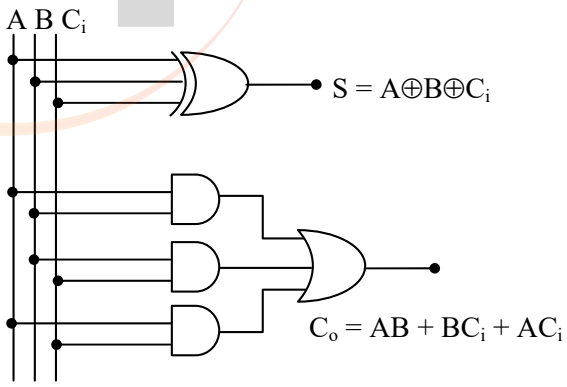
$= A \oplus P$

$\therefore S = A \oplus B \oplus C_i$

$S = A \oplus B \oplus C_i$

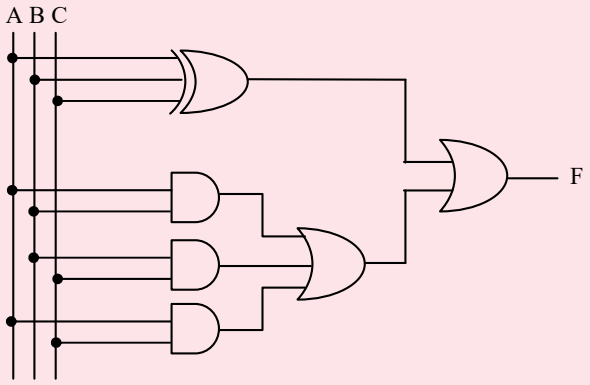
$C_o = AB + BC_i + AC_i$

উপরোক্ত ফাংশন থেকে যৌগিক গেইটের সাহায্যে ন্যূনতম খরচে Full Adder এর লজিক সার্কিট দেখানো হলো-



চিত্র: যৌগিক গেইটের সাহায্যে ফুল অ্যাডার লজিক সার্কিট

কাজ:



প্রশ্ন: S কে মৌলিক গেইটের সাহায্যে দেখাও।

প্রশ্ন: দেখাও যে উপরের সার্কিটটি OR Gate এর মতো কাজ করে।

৩.১৩.৩ হাফ অ্যাডারের সাহায্যে ফুল অ্যাডার বাস্তবায়ন (Implementation of full adder using half adder)

দুটি হাফ অ্যাডারের সাহায্যে একটি ফুল অ্যাডার তৈরি করা যায়। এখানে ক্যারি আউট এর জন্য অতিরিক্ত OR গেইট যুক্ত করা হয়েছে।

প্রথম হাফ অ্যাডারে ইনপুট A ও B এর যোগফল, S_1 ও ক্যারি C_1

$\therefore$ প্রথম হাফ অ্যাডারে, $S_1 = A \oplus B$ ও $C_1 = A.B$

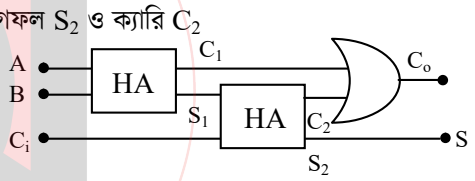
দ্বিতীয় হাফ অ্যাডারে দুটি ইনপুট হলো S_1 ও C_i এবং আউটপুট যোগফল S_2 ও ক্যারি C_2

সুতরাং দ্বিতীয় Half Adder এ যোগফল, $S_2 = S_1 \oplus C_i$

$= A \oplus B \oplus C_i$

এবং $C_2 = S_1 C_i$

$= (A \oplus B).C_i$



ব্লকচিত্র

ফুল অ্যাডার এর যোগফল S ও ক্যারি C_o হলে,

$S = A \oplus B \oplus C_i$

$= S_2$

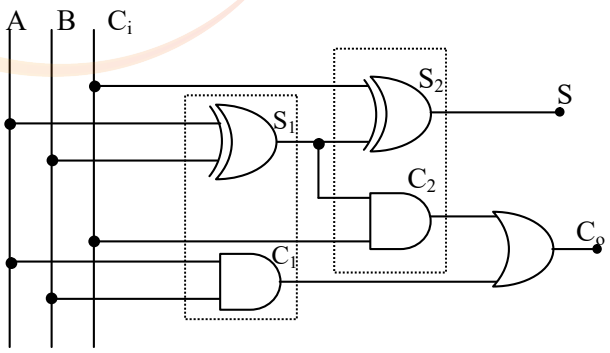
এবং $C_o = \bar{A}BC_i + A\bar{B}C_i + AB\bar{C}_i + ABC_i$

$= C_i(\bar{A}B + A\bar{B}) + AB(\bar{C}_i + C_i)$

$= C_i(A \oplus B) + AB$

$= C_2 + C_1$

উপরোক্ত ব্যাখ্যা থেকে প্রমাণিত হলো দুটি হাফ অ্যাডার দিয়ে ফুল অ্যাডার বাস্তবায়ন করা যায়।



চিত্র: হাফ অ্যাডারের সাহায্যে ফুল অ্যাডার লজিক ডায়াগ্রাম

কাজ:

দৃশ্যকল্প-১: মি. শাকিল বাজার থেকে এমন একটি সার্কিট কিনল যার দুটি ইনপুট ও দুটি আউটপুট আছে। প্রথম আউটপুটটি 1 হবে যদি ইনপুট দুটি অসমান হয় এবং দ্বিতীয় আউটপুটটি 1 হবে যদি ইনপুট দুটি 1 হয়।

দৃশ্যকল্প-২: মি. রাকি বাজার থেকে এমন একটি সার্কিট কিনল যার তিনটি ইনপুট ও দুটি আউটপুট আছে। প্রথম আউটপুটটি 1 হবে যদি বিজোড় সংখ্যক ইনপুট 1 হয় এবং দ্বিতীয় আউটপুটটি 1 হবে যদি একের অধিক ইনপুট 1 হয়।

প্রশ্ন: মি. শাকিল এর সার্কিট দিয়ে মি. রাকি এর সার্কিট বাস্তবায়ন করা সম্ভব কি না? বিশ্লেষণ করো।

৩.১৩.৪ বাইনারি অ্যাডার (Binary Adder)

যে অ্যাডার দুটো বাইনারি বিট যোগ করতে পারে তাকে বাইনারি অ্যাডার বলে। n বিটের দু'টি বাইনারি সংখ্যা দু'ভাবে যোগ করা যায়। যথা-

১। প্যারালাল বাইনারি অ্যাডার ও

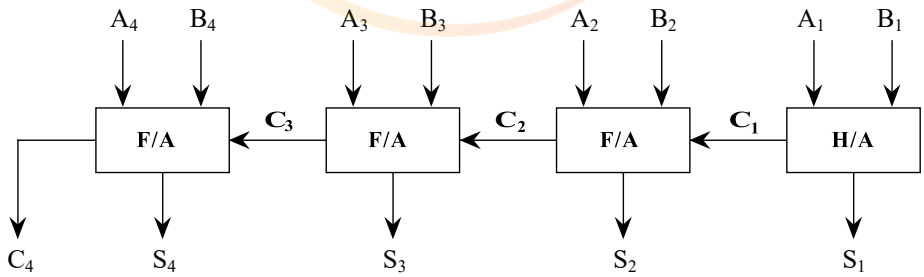
২। সিরিয়াল বাইনারি অ্যাডার।

প্যারালাল বাইনারি অ্যাডারের ক্ষেত্রে n বিটের দুটো বাইনারি সংখ্যা যোগ করার জন্যে n টি অ্যাডার প্রয়োজন হয়। পক্ষান্তরে সিরিয়াল বাইনারি অ্যাডারে একটি মাত্র ফুল-অ্যাডার ব্যবহার করা হয়। নিম্নে প্যারালাল বাইনারি অ্যাডার সম্পর্কে আলোচনা করা হলো।

প্যারালাল বাইনারি অ্যাডার: n বিটের দু'টি বাইনারি সংখ্যা যোগ করার জন্য সাধারণত একটি হাফ অ্যাডার এবং (n-1) টি ফুল অ্যাডার প্রয়োজন হয়। সর্বডানের বিট দু'টি যোগ করার জন্য সাধারণত একটি হাফ অ্যাডার। পরের বিটগুলো যোগ করার জন্য ফুল অ্যাডার প্রয়োজন হয়।

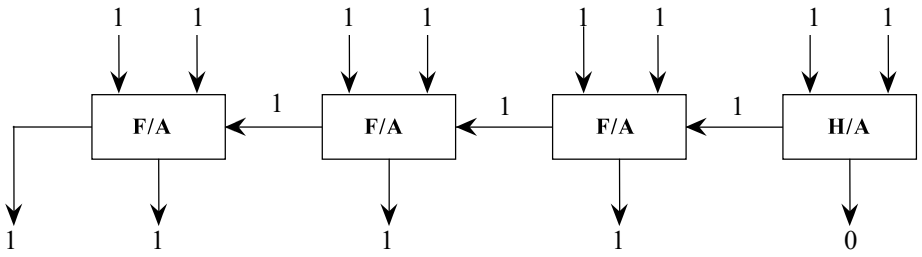
$$\begin{array}{r} A_4 A_3 A_2 A_1 \\ +\, B_4 B_3 B_2 B_1 \\ \hline C_4 S_4 S_3 S_2 S_1 \end{array}$$

দুটো 4-বিটের বাইনারি সংখ্যা যোগ করার জন্য একটি 4 বিটের বাইনারি অ্যাডার চিত্রে দেখানো হয়েছে। ডানদিক থেকে শুরু করে অজেন্ড ও অ্যাডেন্ডের বিটগুলো যথাক্রমে A_1, A_2, A_3, A_4 ও B_1, B_2, B_3, B_4। এখন সর্ব ডানের হাফ অ্যাডার (H/A) এর ইনপুট A_1, B_1 ও যোগফল S_1 ও আউটপুট ক্যারি C_1। পরবর্তী অ্যাডারগুলো হলো ফুল অ্যাডার। যে কোনো ফুল-অ্যাডারের ইনপুট ক্যারি হলো তার ডানদিকের অ্যাডারের আউটপুট ক্যারি।



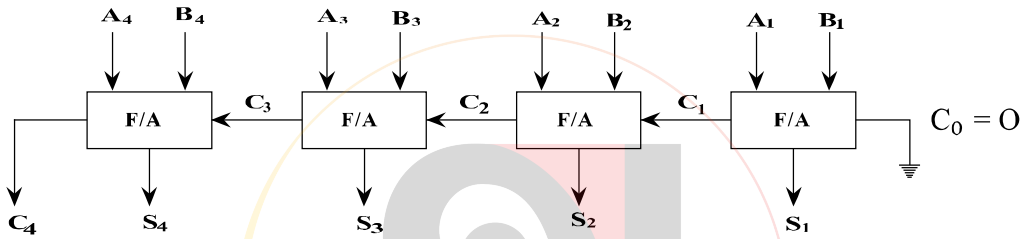
চিত্র : 4-বিটের বাইনারি অ্যাডার

উপরোক্ত সার্কিটের সাহায্যে $(1111)_2 + (1111)_2$ এর মান নিম্নে বের করে দেখানো হলো।



$\therefore\ (1111)_2 + (1111)_2 = (11110)_2$

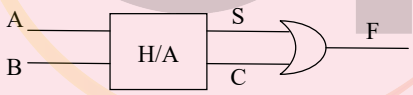
ফুল অ্যাডারের সাহায্যেও বাইনারি অ্যাডার তৈরি করা যায়। চিত্রে ফুল অ্যাডারের সাহায্যে একটি 4-বিটের বাইনারি অ্যাডারের বাস্তবায়ন দেখানো হলো। এক্ষেত্রে প্রথম ফুল অ্যাডারের ইনপুট ক্যারিটি গ্রাউন্ডেড (অর্থাৎ ইনপুট ক্যারিটি জিরো) করে রাখা হয়।



চিত্র: 4-বিটের বাইনারি অ্যাডার।

কাজ:

১. চিত্রটি লক্ষ করো:



শুধু NAND গেইট ব্যবহার করে সার্কিটের F এ প্রাপ্ত সমীকরণ বাস্তবায়ন করো।

২. Adder-সার্কিট ব্যবহার করে $(11001)_2 + (1010)_2$ এর মান বের করো।

৩. আদনান জামী তার মামার কাছে F, $(10)_{10}$ সংখ্যা দুইটির যোগফল জানতে চাইল। মামা আদনান জামীকে যোগফল দেখালো এবং বললো যোগের ক্ষেত্রে এক ধরনের সার্কিট ও ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: মামার বলা সার্কিট দিয়ে উক্ত সংখ্যা দুটির যোগের প্রক্রিয়া দেখাও।

পাঠ ১৯ ফ্লিপ ফ্লপ ও রেজিস্টার

৩.১৪ ফ্লিপ ফ্লপ (Flip-Flop)

(ফ্লিপ ফ্লপ উচ্চ মাধ্যমিক সিলেবাসে নেই, কিন্তু রেজিস্টার আলোচনার সুবিধার্থে নিচে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো)

একটি অবস্থা সক্রিয় ও অন্যটি নিষ্ক্রিয় এমন বিশেষ দুই অবস্থার ইলেকট্রনিক প্রবাহ ব্যবস্থাকে মাল্টিভাইব্রেটর বলা হয়। মাল্টিভাইব্রেটর বিভিন্ন ধরনের হয়। তার মধ্যে স্থায়ী মাল্টিভাইব্রেটরকে ফ্লিপ-ফ্লপ বলে। ফ্লিপ-ফ্লপ লজিক গেইট দ্বারা তৈরি এক ধরনের ডিজিটাল বর্তনী যা একটি বাইনারি বিট (0 বা 1) সংরক্ষণ করতে পারে। ফ্লিপ-ফ্লপের ইনপুটে কোনো ডেটা দিলে আউটপুটে তা অনির্দিষ্টকাল ধরে সংরক্ষিত থাকে। বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ না করলে অথবা ট্রিগার প্রদান করা না হলে ইনপুটের ডেটা সরিয়ে নিলেও আউটপুট অপরিবর্তিত থাকে। ফ্লিপ-ফ্লপের এই ডেটা ধারণ ক্ষমতার জন্যে একে কম্পিউটার মেমোরির মূল উপাদান বলা হয়।

প্রতিটি ফ্লিপ-ফ্লপে দুটি আউটপুট থাকে ও এক বা একাধিক ইনপুট থাকে। আউটপুট দুটি সব সময় একটি হাই (ON) ও অপরটি লো (OFF) অবস্থায় থাকে।

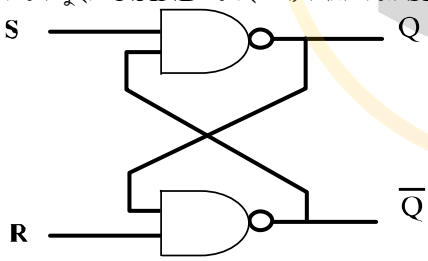
কয়েকটি ফ্লিপ-ফ্লপ বর্তনী হলো—
1. SR Flip-Flop
2. JK Flip-Flop
3. D Flip-Flop
4. T Flip-Flop

SR ফ্লিপ ফ্লপ: SR ফ্লিপ-ফ্লপ হলো সবচেয়ে সরলতম ফ্লিপ-ফ্লপ। SR ফ্লিপ-ফ্লপ বলতে Set Reset ফ্লিপ-ফ্লপকে বুঝায়। SR ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট অবস্থাকে 1 বা High করাকে Set এবং 0 বা Low করাকে Reset বলে।

ল্যাচ (Latch): দুইটি ন্যান্ড (NAND) অথবা নর (NOR) গেইট এমনভাবে যুক্ত থাকে যে একটির ইনপুট অন্যটির আউটপুটের সাথে সংযুক্ত অর্থাৎ ক্রস কাপলভাবে সংযুক্ত থাকে তাকে ল্যাচ বলে।

ন্যান্ড ল্যাচ (NAND Latch): ন্যান্ডল্যাচ এ দুইটা ন্যান্ড গেইট এমনভাবে সংযুক্ত থাকে যে একটির ইনপুট অপরটির আউটপুটে ও একটার আউটপুট অপরটির ইনপুটে যুক্ত থাকে। ন্যান্ডল্যাচ এ দুইটি ইনপুট (S=Set এবং R=Reset) ও দুইটি আউটপুট (Q=Normal এবং $\overline{Q}$ = Inverted) থাকে।

চিত্রে দুইটি NAND গেইট ব্যবহার করে SR ফ্লিপ ফ্লপের বর্ণনা দেয়া হলো-



চিত্র: NAND গেইট দ্বারা তৈরি সাধারণ ফ্লিপ-ফ্লপ সার্কিট

S	R	Q
0	0	অনিশ্চিত
0	1	1
1	0	0
1	1	অপরিবর্তিত

চিত্র: সত্যক সারণি

ন্যান্ড ল্যাচ-এর কার্যপদ্ধতি :

উপরোক্ত সত্যক সারণি হতে দেখা যায় যে, ন্যান্ডল্যাচ-এর কার্যপ্রণালী চারটি অবস্থার ওপর নির্ভরশীল।

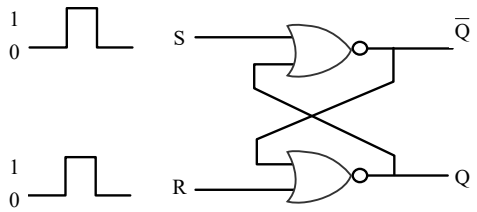
১। যখন Set=0 এবং Reset=0 তখন ন্যান্ড ল্যাচ-এর প্রথম ও পরবর্তী অবস্থার মধ্যে একটা অনিশ্চিত অবস্থার সৃষ্টি হয়। Set=0 এবং Reset=1 হলে ল্যাচ-এর নরমাল আউটপুট ও Inverted আউটপুট একই হয়ে যায়। ফলে আউটপুট এর একটি অনিশ্চিত অবস্থার সৃষ্টি হয়।

২। Set=0 এবং Reset=1 হলে ন্যান্ড ল্যাচ-এর প্রথম অবস্থা 0 অথবা 1 যাই হোক না কেন পরবর্তী অবস্থা Q=1 হবে অর্থাৎ ফ্লিপ-ফ্লপ Set করবে।

৩। Set=1এবং Reset=0 হলে ন্যান্ড ল্যাচ-এর প্রথম অবস্থা 0 অথবা 1 যাই হোক না কেন পরবর্তী অবস্থা Q=0 হবে অর্থাৎ ফ্লিপ-ফ্লপ Reset করবে।

৪। Set=1এবং Reset=1 হলে এর প্রথম এবং দ্বিতীয় অবস্থার আউটপুট এর কোন পরিবর্তন হবে না।

নর ল্যাচ (NOR Latch): নর ল্যাচ-এ দুইটা নর গেইট এমনভাবে সংযুক্ত থাকে যে একটা নর গেইট এর ইনপুট এবং অপর নর গেইট এর আউটপুট এবং অপরটির আউটপুট অন্যটির ইনপুটের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। দুটি নর (NOR) গেইটকে ক্রস কাপলড (Cross Coupled) করে নর ল্যাচ (SR ফ্লিপ-ফ্লপ) তৈরি করা হয়। চিত্রে নর ল্যাচ দেখানো হলো।



S	R	Q
0	0	অপরিবর্তিত
0	1	0
1	0	1
1	1	অনিশ্চিত

সত্যক সারণি

চিত্র: NOR গেইট দ্বারা তৈরি সাধারণ SR ফ্লিপ-ফ্লপ

উপরোক্ত সত্যক সারণি হতে দেখা যায় যে নর ল্যাচ-এর কার্যপ্রণালী চারটি অবস্থার ওপর নির্ভরশীল।

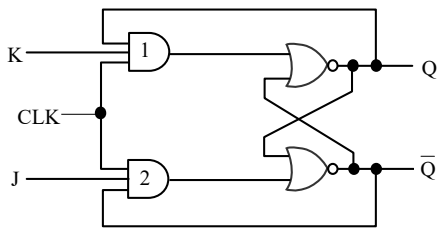
১। যখন Set = 0 এবং Reset = 0 তখন নর ল্যাচ-এর প্রথম পরবর্তী অবস্থার আউট পুট এর মধ্যে কোনো পরিবর্তন হবে না।

২। Set = 0 এবং Reset = 1 হলে নর ল্যাচ-এর প্রথম অবস্থা 0 অথবা 1 যাই হোক না কেন পরবর্তী অবস্থা অর্থাৎ আউটপুট 0 হবে।

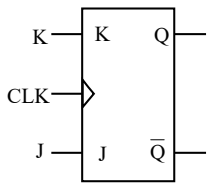
৩। Set = 1 এবং Reset = 0 হলে নর ল্যাচ-এর প্রথম অবস্থা 0 অথবা 1 যাই হোক না কেন পরবর্তী অবস্থা অর্থাৎ আউটপুট 1 হবে। ফ্লিপ-ফ্লপ Set করবে।

৪। Set = 1 এবং Reset = 1 হলে নর ল্যাচ-এর প্রথম অবস্থা 0 অথবা 1 যাই হোক না কেন দ্বিতীয় অবস্থায় Normal আউটপুট এবং Inverted আউটপুট একই হবে। ফলে আউটপুট এর একটি অনিশ্চিত অবস্থার সৃষ্টি হয়।

JK ফ্লিপ ফ্লপ: JK ফ্লিপ ফ্লপ SR ফ্লিপ ফ্লপের সংশোধিত রূপ। অর্থাৎ SR ফ্লিপ ফ্লপ এর S = R = 1 ইনপুটে আউটপুট অপরিবর্তিত, এই অসুবিধা দূর করার জন্য ক্লকড SR ফ্লিপ ফ্লপকে সামান্য পরিবর্তন করে ক্লকড JK ফ্লিপ ফ্লপ তৈরি করা হয়েছে। চিত্রে JK ফ্লিপ ফ্লপ দেখানো হলো।



(a) Logic diagram



(b) Graphic symbol

J	K	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 অপরিবর্তিত
0	1	↑	সবসময় 0
1	0	↑	সবসময় 1
1	1	↑	$\overline{Q}$ (Toggle)

JK ফ্লিপ ফ্লপের সত্যক সারণি

কার্যপদ্ধতি বা অপারেশন:

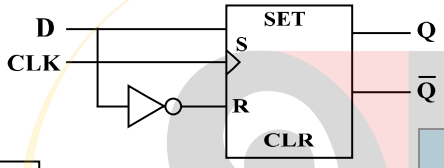
১। JK ফ্লিপ ফ্লপ যখন ইনপুটে J=0 এবং K=0 হয়, তখন JK ফ্লিপ ফ্লপটি স্বাভাবিক অবস্থায় থাকে। এতে ফ্লিপ ফ্লপের আউটপুটের কোন প্রভাব ফেলে না। CLK তে ক্লক পালস দেয়া হলেও Q আগের অবস্থায় থাকবে, যা এই ইনপুট কার্যকর হওয়ার পূর্বে ছিল।

২। যখন J=0 এবং K = 1 হয়, তখন এই ইনপুট এবং CLK তে ক্লক পালস দেওয়া হলে সব সময় আউটপুট Q=0 অবস্থায় উন্নীত হবে। অর্থাৎ পূর্ববর্তী আউটপুট যাই থাকুক না কেন ফ্লিপ ফ্লপকে Reset বা Clear করবে।

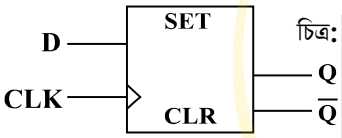
৩। যখন J=1 এবং K = 0 হয়, তখন এই ইনপুট এবং CLK তে ক্লক পালস দেওয়া হলে সব সময় আউটপুট Q=1 অবস্থায় উন্নীত হবে। অর্থাৎ পূর্ববর্তী আউটপুট যাই থাকুক না কেন ফ্লিপ ফ্লপকে Set করবে।

৪। যখন J=1 এবং K = 1 হয়, তখন এই ইনপুট এবং CLK তে ক্লক পালস দেওয়া হলে সব সময় আউটপুট টোগল করবে। অর্থাৎ ইনপুট দেওয়ার পূর্বের আউটপুট Q_0 হলে ইনপুট দেওয়ার পর বর্তমান আউটপুট $\bar{Q}_0$ হবে।

D ফ্লিপ ফ্লপ: ক্লকড SR ফ্লিপ-ফ্লপকে সামান্য পরিবর্তন করে D ফ্লিপ ফ্লপ তৈরি করা যায়। SR ফ্লিপ ফ্লপে NAND Latch এর ক্ষেত্রে যখন S=R=0 হয় তখন অনিশ্চিত অবস্থা তৈরি হয়। SR ফ্লিপ ফ্লপের মধ্যে একটি ইনভার্টার বসিয়ে D ফ্লিপ ফ্লপ তৈরি করা হয়। যার ফলে একটি ইনপুট সবসময় একটি আরেকটির বিপরীত হয়। এর একটিমাত্র ইনপুট থাকে। চিত্রে, D ফ্লিপ ফ্লপ দেখানো হলো-



চিত্র: D ফ্লিপ-ফ্লপের লজিক সার্কিট

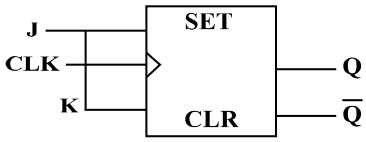


চিত্র: D ফ্লিপ-ফ্লপের ব্লক ডায়াগ্রাম

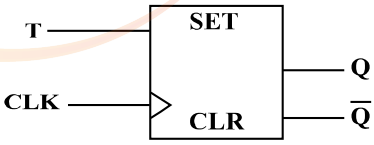
সত্যক সারণি

D	CLK	Q
0	↑	0
1	↑	1

ক্লকড T ফ্লিপ ফ্লপ: ক্লকড JK ফ্লিপ ফ্লপকে সামান্য পরিবর্তন করে ক্লকড T ফ্লিপ ফ্লপ তৈরি করা যায়। ক্লকড T ফ্লিপ ফ্লপের ইনপুট T=0 হলে আউটপুট Q_0 হয়।



চিত্র: T ফ্লিপ ফ্লপের লজিক সার্কিট



চিত্র: T ফ্লিপ ফ্লপের ব্লক ডায়াগ্রাম

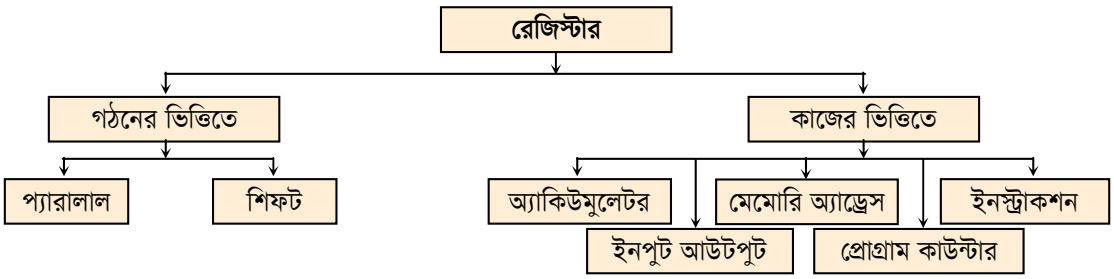
সত্যক সারণি

T	CLK	Q
0	↑	Q_0
1	↑	Q

৩.১৫ রেজিস্টার (Register)

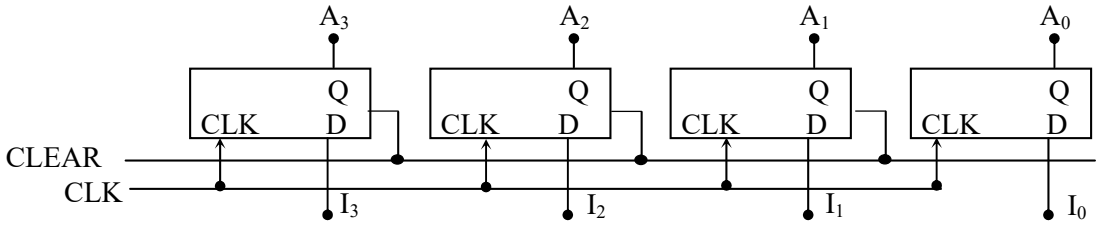
রেজিস্টার হলো কিছু ফ্লিপ-ফ্লপের তৈরি ডিজিটাল বর্তনী যা সীমিত সংখ্যক বাইনারি ডেটা ধারণ করে রাখতে পারে। n বিট রেজিস্টারে n সংখ্যক ফ্লিপ-ফ্লপ থাকে। এটি n বিট-এর যেকোনো বাইনারি তথ্যকে ধারণ করতে পারে। প্রতিটি ফ্লিপ-ফ্লপ একটি করে বাইনারি বিট সংরক্ষণ করতে পারে। সুতরাং ফ্লিপ-ফ্লপ ছাড়াও রেজিস্টারে কম্বিনেশনাল গেইট থাকতে পারে। রেজিস্টার CPU-এর অভ্যন্তরীণ Feedback Path তৈরি করতে অথবা বিভিন্ন প্রকার ডেটা প্রসেসিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়। রেজিস্টার এক প্রকার অস্থায়ী মেমোরি ডিভাইস। সাধারণত মাইক্রোপ্রসেসর ডেটা প্রক্রিয়াকরণের সময় অস্থায়ীভাবে রেজিস্টারে ডেটা সংরক্ষণ করে। রেজিস্টারে নতুন তথ্য ইনপুট করা বা সংরক্ষণ করে রাখাকে লোডিং বলা হয়। বিভিন্ন ধরনের লোডিং এর জন্য বিভিন্ন প্রকার রেজিস্টার গঠন হতে পারে, CPU এর গতি রেজিস্টার সংখ্যা ও বিটের উপর নির্ভর করে। যেমন- ইন্টেল Core i7 এর ৩২ বিট মোডের প্রসেসরে ৮টি রেজিস্টার।

রেজিস্টারের প্রকারভেদ : বিভিন্ন প্রকার রেজিস্টার নিম্নের ট্রি চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো—



প্যারালাল লোড রেজিস্টার: যে রেজিস্টারে একটি কমন পালসের সাথে একত্রে সব বিট লোড করা যায় তাকে প্যারালাল লোড রেজিস্টার বলে। প্যারালাল লোড রেজিস্টারে কতকগুলো ফ্লিপ-ফ্লপ সমান্তরালে সাজানো থাকে। এ ধরনের রেজিস্টারে ক্লক পালস ইনপুটগুলো একত্রে যুক্ত থাকে। নিম্নের চিত্রে একটি 4-বিট প্যারালাল লোড রেজিস্টারের গঠন দেখানো হলো। এটিকে 4-টি D টাইপ ফ্লিপ ফ্লপ দিয়ে গঠন করা হয়েছে। ইনপুটগুলোতে I_3, I_2, I_1 ও I_0 ফ্লিপ ফ্লপের D ইনপুটে দেওয়া হয়েছে। আউটপুট গুলো নরমাল আউটপুট D থেকে নেওয়া হয়েছে। এছাড়া আরোও একটি কন্ট্রোল ইনপুট CLEAR নেয়া হয়েছে যা সবগুলো ফ্লিপ ফ্লপের সাথে কমন রাখা হয়েছে। D টাইপ ফ্লিপ ফ্লপের ধর্ম হচ্ছে ক্লক পালস (CLK) এর মান 0 হতে 1 হলে ইনপুটে যা দেওয়া হবে আউটপুটে তাই পাওয়া যাবে। প্যারালাল লোড রেজিস্টারে কোনো ডেটা লোড করতে হলে প্রথমে CLEAR ইনপুটে 0 দেয়া হবে ফলে 4 বিট রেজিস্টারে ডেটা রিসেট বা 0 (শূন্য) হয়। এরপর CLEAR ইনপুটে 1 দেয়া হবে এবং কমন ক্লক ইনপুটে (CLK) ক্লক পালস দেয়া হয় তখন রেজিস্টারে ইনপুটের I_3, I_2, I_1 ও I_0 ডেটা রেজিস্টারে স্থানান্তরিত হয়। ধরা যাক, $I_3=0$, $I_2=1$, $I_1=0$ ও $I_0=1$। ক্লক পালস এর মান 0 হতে 1 হলে এই 4 বিট রেজিস্টারের আউটপুট $A_3=0$, $A_2=1$, $A_1=0$ ও $A_0=1$ হবে। পরবর্তী সময়ে নতুন ডেটা ইনপুট করে ক্লক পালস এর মান 0 থেকে 1 না হওয়া পর্যন্ত আউটপুটে এই মান সংরক্ষিত থাকবে। এই চার বিট রেজিস্টারের আউটপুট A_3, A_2, A_1 ও A_0 থেকে যেকোনো সময় ডেটা গ্রহণ করা যায়। রেজিস্টারের তথ্য অপরিবর্তিত রাখতে হলে সার্কিটের ক্লক পালস্ অফ (0) রাখতে হয়।

> **ক্লক পালস(Clock Pulse):** ক্লক পালস হলো এক ধরনের সিগনাল বা ভোল্টেজের উপস্থিতি যা একটি নির্দিষ্ট সময় ধরে একই অবস্থায় থাকে এবং পরবর্তীতে আবার নির্দিষ্ট সময় ধরে বিপরীত অবস্থায় থাকে।



চিত্র : D ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা গঠিত প্যারালাল লোড রেজিস্টার

ব্যবহারিক ক্ষেত্র:

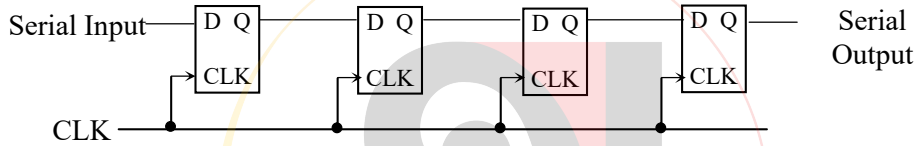
সাধারণত অসমান গতির যন্ত্রাংশের মধ্যে ডেটা আদান-প্রদান করা হয়। সিপিইউ ও ইনপুট ডিভাইসের মধ্যে ইনপুট বাফার এবং আউটপুট ডিভাইস ও সিপিইউ এর মাঝে আউটপুট বাফার ব্যবহৃত হয়।

সুবিধাসমূহ:

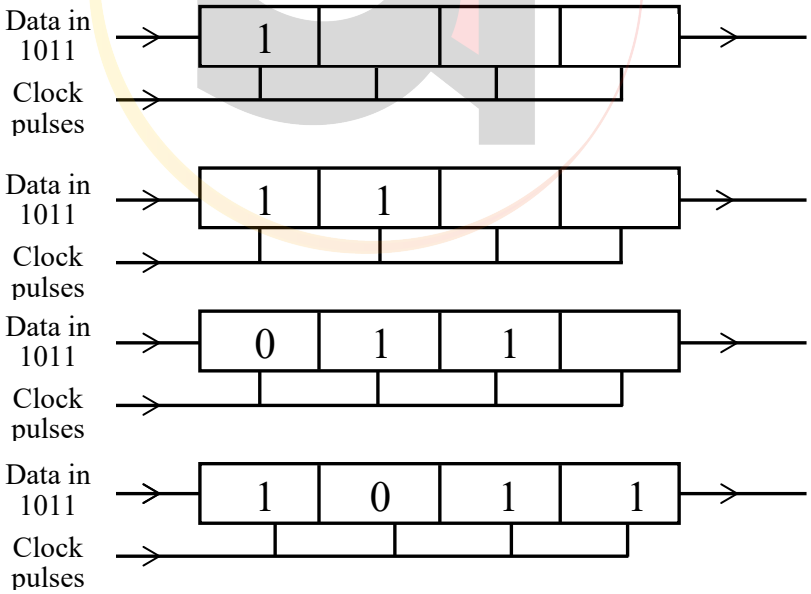
১. প্যারালাল লোড রেজিস্টার অনেক দ্রুত কাজ করে।
২. ক্ষণস্থায়ীভাবে ডেটা সঞ্চয় করতে ব্যবহৃত হয়।
৩. দ্রুত কাজ করে বলে অধিকাংশ কম্পিউটারে এটি ব্যবহৃত হয়।
৪. ক্যালকুলেটর ও ঘড়িতে ব্যবহৃত হয়।

শিফট রেজিস্টার: যে রেজিস্টারে বাইনারি ডেটাকে বামদিকে বা ডানদিকে বা উভয়দিকে সরাতে পারে তাকে শিফট রেজিস্টার বলে। শিফট রেজিস্টার এক ধরনের সিরিয়াল রেজিস্টার। শিফট রেজিস্টারে কতকগুলো ফ্লিপ ফ্লপ চেইন আকারে যুক্ত থাকে, যাতে একটি ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট পরের ফ্লিপ-ফ্লপের ইনপুটের সাথে সংযুক্ত থাকে। সকল ফ্লিপ-ফ্লপে একটি কমন ক্লক পালস যুক্ত থাকে।

D ফ্লিপ-ফ্লপ বা JK ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করে শিফট রেজিস্টার তৈরি করা যায়। নিচে D ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করে একটি সরল 4-বিট শিফট রেজিস্টার তৈরি করা হয়েছে। এখানে একটি ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট পরবর্তী ফ্লিপ-ফ্লপের ইনপুট হিসাবে কাজ করে। সকল ফ্লিপ-ফ্লপের সাথে একটি কমন ক্লক পালস CLK যুক্ত করা আছে। প্রথম ফ্লিপ-ফ্লপের D ইনপুটে যে ডেটাটি দেয়া হবে ক্লক পালস প্রদান করলে ডেটাটি এক বিট সরে যাবে। অর্থাৎ প্রথম ফ্লিপ-ফ্লপের ইনপুটে যে ডেটাটি দেওয়া হয় তা প্রথম ক্লক পালস এর পর ডেটাটি ১ম ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুটে আসে যা পরবর্তী ফ্লিপ-ফ্লপের ইনপুট হিসাবে কাজ করবে। দ্বিতীয় ক্লক পালস-এর পর ডেটাটি ২য় ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুটে আসে। একইভাবে চারটি ক্লক পালস এর পর ডেটাটি সর্ব ডানের ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট হিসাবে পাওয়া যাবে।



চিত্রে একটি শিফট রেজিস্টারে বাইনারি সংখ্যা 1011 লোড দিয়ে 4 টি বাইনারি সংখ্যা ও 4 টি ক্লক পালস দিয়ে প্রাপ্ত output দেখানো হলো—



কাজের ভিত্তিতে রেজিস্টারসমূহ:

১. **অ্যাকিউমুলেটর:** গাণিতিক বা যুক্তিমূলক কাজের ফলাফল অস্থায়ীভাবে যে রেজিস্টারে জমা রাখা হয় তাকে অ্যাকিউমুলেটর বলে।

২. **মেমোরি বাফার রেজিস্টার:** Buffer- শব্দের অর্থ মধ্যবর্তী অবস্থা। মেমোরি থেকে আনা (রিড) অথবা মেমোরিতে প্রেরিত ডেটা/নির্দেশ অস্থায়ীভাবে যে রেজিস্টারে জমা থাকে তাকে মেমোরি বাফার রেজিস্টার বলে।

৩. **মেমোরি অ্যাড্রেস রেজিস্টার:** স্মৃতির যে স্থানে কোনো উপাত্ত/নির্দেশ আনয়ন করতে হবে বা রাখতে হবে তার অ্যাড্রেস যে রেজিস্টারে জমা থাকে তাকে মেমোরি অ্যাড্রেস রেজিস্টার বলে।

৪. **প্রোগ্রাম কাউন্টার/ ইনস্ট্রাকশন পয়েন্টার:** একটি নির্দেশ কার্যকর হওয়ার পর পরবর্তী নির্দেশ স্মৃতির কোনো অ্যাড্রেস থেকে গ্রহণ করতে হবে তার পর্যায়ক্রম নিয়ন্ত্রণ করে প্রোগ্রাম কাউন্টার ।

৫. **স্ট্যাক পয়েন্টার:** কোনো একটি কাজ সিপিইউ প্রসেস করার সময়ে যদি অন্য কোনো গুরুত্বপূর্ণ কাজে সিপিইউ নিয়োজিত হয় তবে পূর্বের কাজটিকে স্ট্যাকের TOP-এ পয়েন্টোরের সাহায্যে নির্দেশিত করে রাখা হয় ।

৬. **ফ্লাগ রেজিস্টার বা স্ট্যাটাস রেজিস্টার:** কোনো গাণিতিক বা যুক্তিমূলক নির্দেশ অথবা অন্য কোনো নির্দেশ নির্বাহের পর অ্যাকিউমুলেটর ও অন্যান্য রেজিস্টারসমূহের অবস্থা সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত রেজিস্টারকে ফ্লাগ রেজিস্টার বা স্ট্যাটাস রেজিস্টার বলা হয় । সহজ কথায় বলা যায়, যে রেজিস্ট্রার অন্যান্য রেজিস্টারের অবস্থা নির্দেশ করে তাকে ফ্লাগ রেজিস্টার বা স্ট্যাটাস রেজিস্টার বলে।

৭. **ইনস্ট্রাকশন রেজিস্টার:** যে রেজিস্টারে মাইক্রোপ্রসেসরের চলতি নির্দেশ/ ইনস্ট্রাকশন অস্থায়ীভাবে সংরক্ষিত থাকে তাকে ইনস্ট্রাকশন রেজিস্টার বলা হয় ।

৮. **ইনপুট আউটপুট রেজিস্টার:** ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসসমূহ সিরিয়াল অথবা প্যারালাল উভয় ধরনের হতে পারে। আবার এদের গতিও প্রসেসরের চেয়ে অনেক কম। ফলে ইনপুটকৃত বা আউটপুটকৃত ডেটা প্রথমে ইনপুট আউটপুট রেজিস্টারে রাখা হয়। পরে এগুলোকে প্রধান মেমোরিতে বা আউটপুটে পাঠানো হয়। ইনপুট আউটপুট রেজিস্টারসমূহ ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসের সাথে সিরিয়ালি এবং প্রসেসরের সাথে প্যারালালভাবে কমিউনিকেশন করে।

রেজিস্টারের ব্যবহার:

১. মেমোরি ডিভাইসে ক্যাশ-মেমোরি হিসেবে রেজিস্টার ব্যবহৃত হয়।

২. CPU তে ডেটা প্রসেসিং করে রেজিস্টারে সাময়িক সঞ্চিত রাখে।

৩. বিভিন্ন প্রকার Low Level প্রোগ্রাম-এর কমান্ড-এর ল্যাঙ্গুয়েজ সঞ্চিত রাখা হয়।

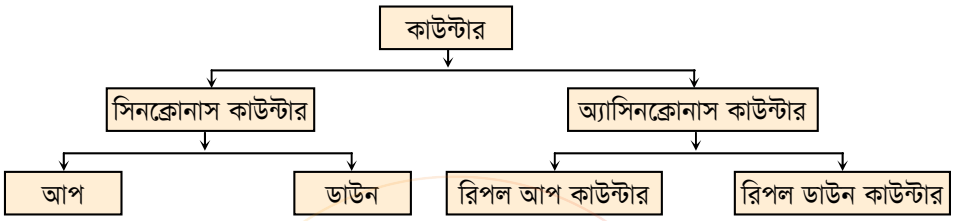
৪. অ্যাসেম্বলি Language তথ্য সংরক্ষণের জন্য AX, BX, CX, DX, EX, SX নামে CPU-এ রেজিস্টারসমূহ ব্যবহৃত হয়।

কাজ:
রেজিস্টারে ব্যবহৃত কয়েকটি ডিভাইসের নাম উল্লেখ করো।

পাঠ ২০ কাউন্টার

৩.১৬ কাউন্টার (Counter)

যে সিকুয়েন্সিয়াল সার্কিটের সাহায্যে তাতে প্রদানকৃত ইনপুট পালসের সংখ্যা গুণতে পারে তাকে কাউন্টার বলে। কাউন্টার সর্বাধিক যতগুলো সংখ্যা গুণতে পারে তাকে মডিউলাস (modulus) বলে। ইনপুট পালসকে কাউন্টার পালস বলে। কাউন্টার যেকোনো নাম্বার সিকোয়েন্স যেমন- 1, 2, 3, 4 বা 2, 4, 6 গণনা করতে পারে। বাইনারি কাউন্টার শুধু বাইনারি গুণতে পারে। একটি কাউন্টার কত থেকে কত গুণতে পারে তা নর্ভর করে তার ডিজাইনের উপর। একটি n বিট বাইনারি কাউন্টার 0 থেকে $2^n - 1$ পর্যন্ত গুণতে পারে কারণ n সংখ্যক ফ্লিপ ফ্লপ হলো n বিট বাইনারি কাউন্টার। আরেক প্রকার BCD কাউন্টার যার সর্বাধিক স্টেট দশটি থাকে। 3 বিটের বাইনারি কাউন্টারের ক্ষেত্রে Count Sequence 111 গণনা পরবর্তীতে 000 স্টেটে চলে আসে। আর 4 বিটের বাইনারি কাউন্টারের ক্ষেত্রে Count Sequence 1111 গণনা পরবর্তীতে 0000 স্টেটে চলে আসে। কাউন্টার তৈরি করতে JK ফ্লিপ-ফ্লপ বেশি ব্যবহৃত হয়। T ফ্লিপ-ফ্লপ ব্যবহার করেও কাউন্টার তৈরি করা যায়।

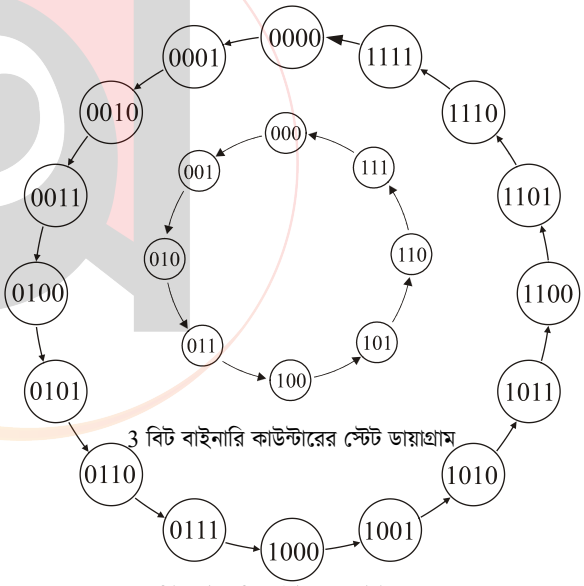


কাউন্টার-এর প্রকারভেদ (Classification of Counter): ইনপুটের ওপর ভিত্তি করে কাউন্টার ২ প্রকার হতে পারে। যথা:

১. সিনক্রোনাস (Synchronous)
২. অ্যাসিনক্রোনাস (Asynchronous)

১. **সিনক্রোনাস (Synchronous):** যে কাউন্টারে মাধ্যমে একটি মাত্র ক্লক পালস সবগুলো ফ্লিপ-ফ্লপ এর অবস্থার (State) পরিবর্তন ঘটায় তাকে সিনক্রোনাস বলে। যেমন— রিং কাউন্টার, MOD-10 কাউন্টার ইত্যাদি।

২. **অ্যাসিনক্রোনাস (Asynchronous):** যে কাউন্টারে একটি ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট অন্যটির ক্লক পালস হিসেবে ব্যবহৃত হয় তাকে অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার বলে। যেমন— Ripple Counter.



3 বিট বাইনারি কাউন্টারের স্টেট ডায়াগ্রাম

4 বিট বাইনারি কাউন্টারের স্টেট ডায়াগ্রাম

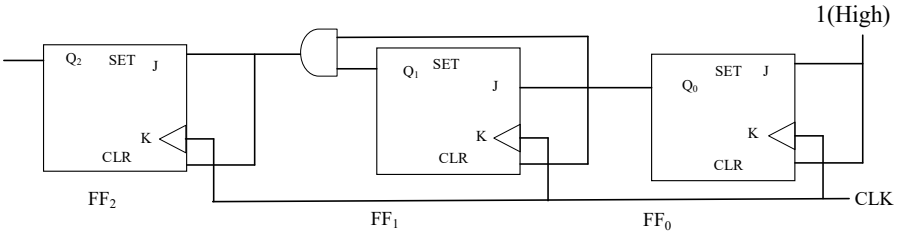
অ্যাসিনক্রোনাস রিপল কাউন্টার আবার দু-প্রকার:

১. **রিপল আপ (Ripple Up) কাউন্টার:** এই কাউন্টার ছোট নাম্বার থেকে বড় নাম্বারের দিকে পর্যায়ক্রমিক গণনা করে।

২. **রিপল ডাউন (Ripple Down) কাউন্টার :** এই কাউন্টার বড় থেকে পর্যায়ক্রমে ছোট নাম্বারে দিকে গণনা করে।

সিনক্রোনাস (Synchronous) কাউন্টার: যে কাউন্টারে একটি মাত্র ক্লক পালস দ্বারা একই সাথে সকল ফ্লিপ-ফ্লপের অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় তাকে সিনক্রোনাস কাউন্টার বলে। এই কাউন্টারে সকল ফ্লিপ-ফ্লপে ক্লক ইনপুট পাল্‌স একই সাথে সংযুক্ত থাকে। ফ্লিপ-ফ্লপগুলো ইনপুট ক্লক পালস দ্বারা ট্রিগারড হয়।

নিচে তিন বিট সিনক্রোনাস কাউন্টারের ব্লক চিত্র দেখানো হলো, যেখানে FF_0 ফ্লিপ-ফ্লপের J ও K ইনপুটদ্বয় High লাইনের সাথে যুক্ত। FF_1 ফ্লিপ-ফ্লপের J ও K ইনপুটদ্বয় FF_0 ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুটের সাথে যুক্ত। FF_2 ফ্লিপ-ফ্লপের J ও K ইনপুটদ্বয় অ্যান্ড (AND) গেইটের আউটপুটের সাথে যুক্ত। অ্যান্ড গেইটের ইনপুটদ্বয় FF_0 ও FF_1 আউটপুটের সাথে যুক্ত। সিনক্রোনাস কাউন্টারের সবচেয়ে সুবিধা হচ্ছে সকল ফ্লিপ-ফ্লপ একসাথে ট্রিগারড হওয়ায় Cummulative time delay নেই।



FF_0-তে সিগনাল দিলে প্রতিটি ক্লক পালসে পরিবর্তিত হবে।

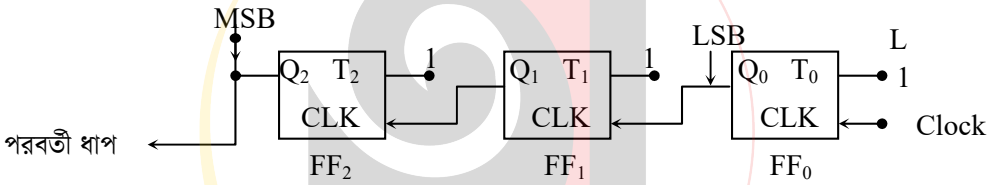
FF_1-ফ্লিপ-ফ্লপ পরিবর্তিত হবে, যদি $Q_0=1$ আউটপুট দেয়।

FF_2-ফ্লিপ-ফ্লপ পরিবর্তিত হবে, $Q_0=1$ ও $Q_1=1$ হবে যা অ্যান্ড গেইটের সাহায্যে বাস্তবায়িত হয়েছে।

সারণিতে 3-বিট সিনক্রোনাস কাউন্টারের কাউন্ট সিকুয়েন্স দেয়া হলো।

ক্লক পালস সংখ্যা	আউটপুট		
S	FF_2	FF_1	FF_0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

অ্যাসিনক্রোনাস (Asynchronous) কাউন্টার: যে কাউন্টারে একটি ফ্লিপ-ফ্লপের আউটপুট অন্যটির ক্লক পালস হিসেবে ব্যবহৃত হয় তাকে অ্যাসিনক্রোনাস বলে। অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টারের মধ্যে সরলতম কাউন্টার হলো– বাইনারি রিপল কাউন্টার। এই কাউন্টারে প্রত্যেকটি ফ্লিপ-ফ্লপ তার আউটপুট দ্বারা পাশের ফ্লিপ-ফ্লপকে Triggering করতে সাহায্য করে। n বিট বাইনারি রিপল কাউন্টার n সংখ্যক ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা গঠিত। যেখানে ফ্লিপ-ফ্লপ সারিবদ্ধভাবে অবস্থান করে এবং একটি আউটপুট অন্যটির ইনপুট হিসেবে কাজ করে।



T-ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা 3 বিট বাইনারি রিপল কাউন্টার

বাইনারি সংখ্যা কীভাবে গণনা করে তা সারণিতে দেখানো হলো —

ডেসিম্যাল	বাইনারি		
	A	B	C
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
	0000 1111	00110011	0101010101

সারণি থেকে লক্ষ করা যায়, A কলামের অবস্থিত বিটগুলো চারবার পরপর অবস্থান পরিবর্তন (Toggle) করছে। B কলামের সংখ্যাগুলো প্রতি দুবার পরপর। C কলামের সংখ্যাগুলো প্রতিবার স্থান পরিবর্তন করছে।

কাউন্টারের চিত্র লক্ষ করি T ফ্লিপ-ফ্লপের Clock Pulse 1 দিলে সবগুলো ফ্লিপ-ফ্লপ 1 পাবে অর্থাৎ FF_0 সিগন্যাল বা ক্লক পাল্‌স দিলে এটা প্রতিবার টোগল করবে। অর্থাৎ প্রতিবার 0 থেকে 1 বা 1 থেকে 0 হবে এবং এই আউটপুট FF_1 এর Clock pulse হিসেবে কাজ করবে। শুধু যখন $Q_0 = 1$ হবে তখনই FF_1 টোগল করবে। অর্থাৎ প্রতি ২বার পর FF_1 টোগল করবে। অনুরূপ FF_1 এর output Q FF_2 এবং CP (Clock pulse) হিসেবে কাজ করবে FF_2 এর CP। সুতরাং যেহেতু প্রতি দুবার পর $Q_1 = 1$ হবে। তাই FF_2 প্রতি চারবার পর টোগল করবে।

কাউন্টারের ব্যবহার :

১. ডিজিটাল লজিক বিদ্যমান প্রায় সবগুলো সার্কিটেই কাউন্টার থাকে।
২. টাইমিং সিগন্যাল প্রদান করতে কাউন্টার প্রয়োজন হয়।
৩. ইভেন্ট গণনার কাজে, বৈদ্যুতিক স্পন্দন গণনায় ও ডিজিটাল কাউন্টারে ব্যবহৃত হয়।
৪. ডিজিটাল ইলেক্ট্রনিক্সের বিভিন্ন অপারেশন কন্ট্রোল করতে কাউন্টার ব্যবহৃত হয়।
৫. ক্লক পালসের সংখ্যা গণনার কাজে প্রয়োজন হয়।

কাজ:
কাউন্টার কীভাবে কাজ করে তার ওপর একটি প্রতিবেদন তৈরি করে ক্লাসে উপস্থাপন করো।

এ অধ্যায়ের প্রধান প্রধান শব্দভিত্তিক সারসংক্ষেপ

হায়ারোগ্লিফিক্স	এ শব্দটি গ্রিক শব্দ হারারোগ্রিফোস থেকে এসেছে যার মানে 'পবিত্র লিপি'। এটি প্রাচীনকালে রোমান ও মেয়্যান পদ্ধতি হিসেবে ব্যবহৃত হতো।
র‍্যাডিক্স পয়েন্ট	কোনো ভগ্নাংশ সংখ্যার পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশের মাঝে যে দশমিক বিন্দু থাকে তাকে র‍্যাডিক্স পয়েন্ট বলে।
সংখ্যা পদ্ধতি	কোনো কিছু গণনা করে তা প্রকাশ করার জন্য কতিপয় সাংকেতিক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। কোনো সংখ্যা লেখা বা প্রকাশ করার পদ্ধতিই সংখ্যা পদ্ধতি।
BCD	BCD শব্দটি Binary Coded Decimal শব্দগুলোর প্রথম অক্ষর দিয়ে গঠিত। দশমিক সংখ্যার প্রতিটি অঙ্ককে সমতুল্য বা সমান বাইনারি সংখ্যা দ্বারা প্রকাশের ব্যবস্থা হচ্ছে BCD।
বাইনারি	যে সংখ্যা পদ্ধতিতে Binary Digit 0 ও 1 ব্যবহৃত হয় তাকে বাইনারি সংখ্যা বলে।
অক্টাল	যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বমোট ৮টি অঙ্ক ব্যবহৃত হয় তাকে অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।
ডেসিম্যাল	যে সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বমোট ১০টি অঙ্ক ব্যবহৃত হয় তাকে ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে।
বুলিয়ান অ্যালজেবরা	বুলিয়ান অ্যালজেবরা একটি বিশেষ ধরনের গণিত যা ইংরেজ বিজ্ঞানী জর্জ বুলি ১৮৫৪ সালে আবিষ্কার করেন। এ পদ্ধতিতে গণিত ও যুক্তির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা হয়।
বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ	বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যোগ ও গুণের সাহায্যে সমস্ত গাণিতিক কাজ করা হয়। যোগ ও গুণের জন্য বুলিয়ান অ্যালজেবরা বিশেষ কিছু নিয়ম সত্য হিসেবে মেনে নেওয়া হয়। এই নিয়মগুলোকে বলা হয় বুলিয়ানের স্বতঃসিদ্ধ।
সত্যক সারণি	কোনো বুলিয় স্বাধীন চলকগুলোর মানের সম্ভাব্য সব বিন্যাসের জন্যে ফাংশনের যে মান হয় তা টেবিল আকারে দেখানো যায়। এরূপ টেবিলকে ঐ ফাংশনের সত্যক সারণি বলে।
বুলিয়ান উপপাদ্য	যে সকল উপপাদ্য ব্যবহার করে জর্জ বুল (George Boole) সকল প্রকার যুক্তিসঙ্গত বিষয়ের গাণিতিক রূপ প্রদান করেন সেগুলোই মূলত বুলিয়ান উপপাদ্য।
কোড	কোড হলো মূলত বাইনারি সংখ্যা যার দ্বারা বিভিন্ন বর্ণ প্রতীক, অডিও, ডিডিও ইত্যাদি প্রকাশ করা হয়।
মৌলিক গেইট	যেসব লজিক গেইট দ্বারা অন্য সকল প্রকার লজিক বর্তনী গঠন করা হয় তাদের মৌলিক গেইট বলে।
সর্বজনীন গেইট	যেসব গেইট দ্বারা অন্য সকল প্রকার গেইট-এর বাস্তবায়ন করা যায় তাদের সর্বজনীন গেইট বলে। যেমন— নর ও ন্যান্ড গেইট।
এনকোডার	এনকোডার এক বিশেষ ধরনের কোড যা আলফানিউমেরিক কোড, বর্ণ, চিহ্নকে বাইনারি কোডে রূপান্তরিত করে।
অ্যাডার	যে বস্তু বা সমন্বিত বর্তনীর সাহায্যে যোগের কাজ করা হয় তাকে অ্যাডার বলে।
রেজিস্টার	রেজিস্টার হলো এক প্রকার মেমোরি ডিভাইস যা কতকগুলো বিটকে ধারণ করে থাকে।
কাউন্টার	কাউন্টার হলো ডিজিটাল ডিভাইস-এর এক প্রকার সিকোয়েন্সিয়াল সার্কিট যা তার ইনপুট পালস ব্যবহারের মাধ্যমে পূর্ব নির্ধারিত নির্দিষ্ট পরিমাণ পর্যায়ক্রমিক আউটপুট দেয়।

অনুশীলনী

ক. বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

▶ সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১. প্রথম দশমিক সংখ্যা পদ্ধতির প্রচলন শুরু করেছিল?
ক. আরব ও ভারত খ. ভারত ও মিশর
গ. আরব ও মিশর ঘ. মিশর ও গ্রিক

২. শূন্য এর ব্যবহার প্রথম শুরু করেছিল?
ক. রোমানরা খ. ভারতীয়রা
গ. গ্রীকরা ঘ. আরবীয়রা

৩. ভগ্নাংশ সংখ্যা সর্বপ্রথম প্রবর্তন কোথায় ব্যবহৃত?
ক. গ্রিকে খ. ইরাকে
গ. ভারতে ঘ. মিশরে

৪. সংখ্যা প্রকাশ করার পদ্ধতিকে কী বলে?
ক. সংখ্যা পদ্ধতি খ. বাইনারি
গ. দশমিক ঘ. অক্টাল

৫. ভারতীয়দের কাছ থেকে আরবরা সংখ্যা পদ্ধতি আয়ত্ত করে কত খ্রিষ্টাব্দে?
ক. ৪২০ খ্রিষ্টাব্দে খ. ৫১০ খ্রিষ্টাব্দে
গ. ৫০০ খ্রিষ্টাব্দে ঘ. ৬০০ খ্রিষ্টাব্দে

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

৬. নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি হলো—
i. I, II ii. 748
iii. i, ii, iii
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ সংখ্যা পদ্ধতি

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

৭. বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির বেজ কত?
ক. 16 খ. 10
গ. 8 ঘ. 2

৮. কম্পিউটার সাধারণত কোন সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করে কাজ করে?
ক. দশমিক খ. বাইনারি
গ. অক্টাল ঘ. হেক্সাডেসিম্যাল

৯. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতির বেজ কত?
ক. 2 খ. 8
গ. 10 ঘ. 16

১০. $(১০)_২$ এর পূর্বের সংখ্যা কত?
ক. ০ খ. ১
গ. ৭ ঘ. ৯

১১. $(১০)_৮$ এর পূর্বের সংখ্যা কত?
ক. ০ খ. ১
গ. ৭ ঘ. ৯

১২. $(7)_৪$ এর পরের সংখ্যা কত?
ক. ১ খ. ৭
গ. ১০ ঘ. ১৬

১৩. F-এর পরের সংখ্যা কত?
ক. ১ খ. ৭
গ. ১০ ঘ. ১৬

১৪. ০ ও ১-এ অঙ্ক দুইটির প্রত্যেকটিকে কী বলা হয়?
ক. বিট খ. ডিজিট
গ. বাইনারি ঘ. সংখ্যা

১৫. বিদ্যুৎ প্রবাহ ৩ ভোল্ট দিয়ে নির্দেশ করে কোন বিট?
ক. ১ খ. ০
গ. ১০ ঘ. ১১

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

১৬. 549 সংখ্যাটি হতে পারে—
i. অক্টাল ii. ডেসিম্যাল
iii. হেক্সাডেসিম্যাল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১৭. পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে কোনো একটি সংখ্যার মান নির্ণয় করার জন্য দরকার —
i. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত অংকগুলোর নিজস্ব মান
ii. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত অংকগুলোর স্থানীয় মান
iii. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড়ো এবং ১৮ ও ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
নাসির বাইনারি সংখ্যাকে ১৬ ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতিতে রূপান্তর করলো এবং বললো উক্ত সংখ্যা পদ্ধতি কম্পিউটার জটিল ও বহুমাত্রিক হিসাব নিকাশে ব্যবহার হয়।

১৮. নাসিরের ব্যবহৃত সংখ্যা পদ্ধতির নাম কী?
ক. বাইনারি খ. অক্টাল
গ. দশমিক ঘ. হেক্সাডেসিম্যাল

১৯. নাসিরের ব্যবহৃত সংখ্যা পদ্ধতিটি ব্যবহৃত হয়—
i. মেইনফ্রেম কম্পিটারে ii. সুপার কম্পিউটারে
iii. জটিল হিসাব নিকাশে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ সংখ্যা পদ্ধতির রূপান্তর

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

২০. $(101010)_2$ সংখ্যাটিতে সর্ববামের 1 নির্দেশ করে কোনটি?
ক. LSB খ. MSB
গ. LSD ঘ. MSD

২১. $(100)_8$ সংখ্যাটির আগের সংখ্যা কত?
ক. $(55)_8$ খ. $(64)_8$
গ. $(66)_8$ ঘ. $(77)_8$

২২. হেক্সাডেসিম্যালে 9 এর পরের সংখ্যা কোনটি?
ক. 10 খ. C
গ. B ঘ. A

২৩. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতির উদ্ভাবক কে?
ক. চার্লস ব্যাবেজ খ. রাজা ৭ম চার্লস
গ. লেডি এডা ঘ. ব্লেইজ প্যাস্কেল

২৪. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতির বৃহত্তম অংক কোনটি?
ক. 1 খ. 7
গ. 8 ঘ. 9

২৫. হেক্সাডেসিম্যালে 4D এর সমতুল দশমিক মান কত?
ক. 17 খ. 52
গ. 64 ঘ. 77

২৬. MSB-এর পূর্ণনাম কী?
ক. Most Scientific Bit
খ. Most Significant Byte
গ. Most Significant Bit
ঘ. Most Sign Bit

২৭. $(DADA)_{16}$ অপেক্ষা $(BABA)_{16}$ কত ছোট?
ক. $(1010)_{16}$ খ. $(2020)_{16}$
গ. $(3030)_{16}$ ঘ. $(4040)_{16}$

২৮. LSB-এর পূর্ণনাম কী?
ক. Latest Significant Bit
খ. Least Significant Bit
গ. Least Sign Byte
ঘ. Least Scientific Byte

২৯. $(১.২৫)_{১০}$ বাইনারিতে রূপান্তর করলে কত হবে?
ক. $(০.০২৫)_২$ খ. $(১.০১)_২$
গ. $(২.০৫)_২$ ঘ. $(১০.১)_২$

৩০. $(10111)_2$ এর সমতুল্য দশমিক মান কত?
ক. 22 খ. 23
গ. 31 ঘ. 43

৩১. $(1110)_2$ সংখ্যায় '0' কী নির্দেশ করে?
ক. BPS খ. BCD
গ. LSB ঘ. MSB

৩২. বাইনারি ডিজিটকে সংক্ষেপে কী বলে?
ক. বিট খ. বাইট
গ. কিলোবাইট ঘ. মেগাবাইট

৩৩. AD-এর ডেসিম্যাল মান কত?
ক. 173 খ. 177
গ. 178 ঘ. 179

৩৪. শিউলীর বেতন $(645)_8$-এর সমতুল্য দশমিক মান কত?
ক. 205 খ. 325
গ. 421 ঘ. 805

৩৫. তোয়ার বয়স $(3A)_{16}$ হলে বাইনারি সংখ্যায় তার বয়স কত হবে?
ক. 00111010 খ. 10111010
গ. 00111011 ঘ. 00101011

৩৬. বাইনারি নিয়মে গুণ করা মানে নিচের কোনটি?
ক. বার বার গুণ খ. বার বার যোগ
গ. বার বার বিয়োগ ঘ. বার বার ভাগ

৩৭. বাইনারি ১০১০-এর অক্টাল মান কোনটি?
ক. ৮ খ. ১২
গ. ১০০ ঘ. ১০

৩৮. $(১০০১০১.১০১০১১)_২$ এর হেক্সাডেসিম্যাল মান কত?
ক. 25.AC খ. 45.53
গ. 37.53 ঘ. 94.AC

৩৯. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা 3D এর সমতুল্য বাইনারি মান কত?
ক. ১১১০১১ খ. ১১১১০১
গ. ১০১১১১০১ ঘ. ০১১১০১

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

৪০. $(23)_8$ সংখ্যার সমতুল্য মান–
i. $(010011)_2$ ii. $(13)_{16}$
iii. $(19)_{10}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

৪১. $(BF)_{16}$ সংখ্যার সমতুল্য মান —
i. $(10111111)_2$ ii. $(29)_8$
iii. $(191)_{10}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক প্রশ্ন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৪২ ও ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
রিতা ম্যাডাম তার একটি ছাত্রকে রোল নম্বর জিজ্ঞাসা করায় সে বললো তার রোল বাইনারিতে 1101।

৪২. উদ্দীপকের বাইনারি নম্বরের সাথে $(1001)_2$ যোগ করলে তার যোগফল কত হবে?
ক. 10110_2 খ. 01100_2
গ. 10010_2 ঘ. 11110_2

৪৩. উদ্দীপকের বাইনারি মানটির সমতুল্য মান-
i. 13_{10}
ii. 11_{16}
iii. 15_{8}
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i খ. ii
গ. i ও iii ঘ. ii ও iii

▶ বাইনারি যোগ ও বিয়োগ, চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও ২-এর পরিপূরক

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

৪৪. নিচের কোনটি ব্যবহার করে সহজেই ১'এর পরিপূরক পাওয়া যেতে পারে?
ক. Comparator খ. Inverter
গ. Adder ঘ. Subtractor

৪৫. ২'এর পরিপূরক এর জন্য কোনটি সঠিক?
ক. শুধুমাত্র একটি গাণিতিক অপারেশনের প্রয়োজন হয়
খ. দুটি গাণিতিক অপারেশনের প্রয়োজন হয়
গ. কোনো গাণিতিক অপারেশনের প্রয়োজন হয় না
ঘ. ভিন্ন গাণিতিক অপারেশনের প্রয়োজন হয়

৪৬. বাইনারি নেগেটিভ ও পজেটিভ সংখ্যা বুঝানোর জন্য সংখ্যার কোথায় অতিরিক্ত সাইন বিট ব্যবহার করা হয়?
ক. সর্ববামে
খ. ডানদিকে
গ. যেকোনো পার্শ্বে
ঘ. উভয় পার্শ্বে

৪৭. বাইনারি যোগে $1 + 0 + 1 = ?$
ক. 10 খ. 01
গ. 00 ঘ. 11

৪৮. ঋণাত্মক সংখ্যা গঠনের পদ্ধতি কয়টি?
ক. দুইটি খ. তিনটি
গ. চারটি ঘ. পাঁচটি

৪৯. একজন ছাত্রের বয়স বাইনারিতে ১০০১০। তার এই বয়সের সাথে $(১০১১)_২$ যোগ করলে বাইনারিতে যোগফল কত হবে?
ক. ১১০০১ খ. ১১১০১
গ. ১০০১১ ঘ. ১০১১১

৫০. বাইনারি 101000 থেকে বাইনারি 1001 বিয়োগ করলে কত হবে?
ক. $(10000)_2$ খ. $(11111)_2$
গ. $(10101)_2$ ঘ. $(11001)_2$

৫১. ৮ বিট রেজিস্টারের জন্য ২২ এর ২ এর পরিপূরক কোনটি?
ক. ১১১০১০০১ খ. ১১১০১০১০
গ. ০০০১০০০১ ঘ. ১১০০০০১১

▶ কোড ও বিভিন্ন প্রকার কোডের ধারণা

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

৫২. $(২৭৯)_{১০}$ এর BCD মান কত?
ক. (০০১০০১১০১০১০)BCD
খ. (০১০০০১১১১০০১)BCD
গ. (০০১০০১১১১০০১)BCD
ঘ. (০১০০০১১০১০১০)BCD

৫৩. ক্যালকুলেটরে ডেটা সংরক্ষণের জন্য কোন কোড ব্যবহৃত হয়?
ক. ASCII খ. BCD
গ. Binary ঘ. Unicode

৫৪. অ্যাসকি-৮ কোডে মোট সংকেত সংখ্যা কত?
ক. ১২৮ খ. ২৫৬
গ. ৬৪ ঘ. ৫১২

৫৫. কোন কোডের মাধ্যমে দশমিক সংখ্যার প্রতিটি অংককে সমতুল্য বাইনারি সংখ্যায় প্রকাশ করা যায়?
ক. Unicode খ. EBCDIC
গ. BCD ঘ. ASCII

৫৬. BCD- তে কোন কোডটি ব্যবহৃত হয় না?
ক. 0100 খ. 1000
গ. 1001 ঘ. 1010

৫৭. 010000001 সংখ্যাটি অ্যাসকি কোড থাকলে জোনবিট কত?
ক. 100 খ. 010
গ. 000 ঘ. 001

৫৮. BCD এর পূর্ণরূপ কোনটি?
ক. Binary Coded Display
খ. Binary Coded Decimal
গ. Binary Coronary Display
ঘ. Binary Coronary Decimal

৫৯. EBCDIC কোড এর বিট সংখ্যা কয়টি?
ক. 4 খ. 7
গ. 8 ঘ. 16

৬০. ১১০১ সংখ্যাটিতে কতটি বিট আছে?
ক. ৩টি খ. ৪টি
গ. ৫টি ঘ. ৬টি

৬১. কম্পিউটারে ব্যবহৃত বর্ণ, অঙ্ক, গাণিতিক চিহ্ন ও বিশেষ চিহ্নের জন্য ব্যবহৃত কোডকে কী বলে?
ক. বিসিডি কোড
খ. আলফানিউমেরিক কোড
গ. আসকি কোড
ঘ. ইউনিকোড

৬২. প্যারিটি বিট কত প্রকার?
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫

৬৩. EBCDIC কোডে কতটি বর্ণ, সংখ্যা ও বিশেষ চিহ্নকে ব্যবহার উপযোগী করা হয়?
ক. 64 খ. 128
গ. 256 ঘ. 512

৬৪. EBCDIC কোড নিচের কোন ধরনের কম্পিউটারে ব্যবহৃত হয়?
ক. ডেফোডিল খ. আইবিএম
গ. এইচপি ঘ. ডেল

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

৬৫. Alpha-Numeric কোড —
i. BCD
ii. ASCII
iii. UNICODE
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

৬৬. প্যারিটি বিট হলো —
i. ভগ্নাংশ প্যারিটি
ii. জোড় প্যারিটি
iii. বিজোড় প্যারিটি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

৬৭. নিউমেরিক কোড হলো —
i. বিসিডি কোড
ii. অক্ট্যাল কোড
iii. হেক্সাডেসিম্যাল কোড
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক প্রশ্ন

নিচের ছকটি দেখ এবং ৬৮ ও ৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

ASCII-8

১	০	০	০	০	০	১

৬৮. উদ্দীপকটিতে বর্ণিত কোডটি দ্বারা কী প্রকাশ করে?
ক. A খ. B
গ. D ঘ. E

৬৯. উদ্দীপকের কোডটিতে—
i. প্যারিটি বিট আছে
ii. জোন বিট আছে
iii. সংখ্যাসূচক বিট আছে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ বুলিয়ান অ্যালজেবরা, বুলিয়ান উপপাদ্য ও সত্যক সারণি

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

৭০. বুলিয়ান অ্যালজেবরায় প্রত্যেক চলকের কয়টি মান থাকে?
ক. ২টি খ. ৪টি
গ. ৩টি ঘ. ৭টি

৭১. বুলিয়ান অ্যালজেবরার আবিষ্কারক কে?
ক. John Napier খ. George Boole
গ. Newton ঘ. Pascal

৭২. বুলিয়ান অ্যালজেবরায় কত ধরনের অপারেশন হয়?
ক. ২ ধরনের খ. ৩ ধরনের
গ. ৪ ধরনের ঘ. ৫ ধরনের

৭৩. যদি P, Q, R এবং S চারটি বুলিয়ান চলক হয় তবে এদের দ্বারা সর্বোচ্চ কয়টি কম্বিনেশন তৈরি করা সম্ভব?
ক. ৪ খ. ৮
গ. ১৬ ঘ. ৩২

৭৪. বুলিয়ান অ্যালজেবরায় যোগ ও গুণের নিয়মগুলোকে কী বলে?
ক. অপারেশন খ. বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ
গ. অপারেটর ঘ. এক্সপ্রেশন

৭৫. বুলিয়ান অ্যালজেবরায় $A + \overline{A} = ?$
ক. A খ. A^2
গ. 1 ঘ. 1A

৭৬. বুলিয়ান অ্যালজেবরায়, A.0 =?
ক. 0 খ. 1
গ. A ঘ. A^2

৭৭. $F = A + \overline{A}B + \overline{A}\,\overline{B}$ হলে F এর সরলীকৃত মান কত?
ক. 0 খ. 1
গ. A ঘ. B

৭৮. বুলিয়ান রিলেশন, $A.\overline{A} = 0$ এর দ্বৈত রিলেশন কী?
ক. $A + \overline{A} = 0$ খ. $A + \overline{A} = 1$
গ. $\overline{A} + \overline{A} = \overline{A}$ ঘ. $\overline{A + A} = \overline{A}$

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

৭৯. মৌলিক গেইট হলো—
i. OR ii. AND
iii. NOR
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

৮০. বুলিয়ান অপারেশনগুলো হলো—
i. OR ii. AND
iii. NOT
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

৮১. বুলিয়ান পরিপূরকের ক্ষেত্রে—

i. $\overline{0} = 1$ ii. $\overline{1} = 0$

iii. $\overline{1} = 1$

নিচের কোনটি সঠিক?

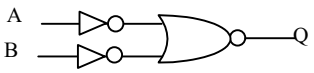
ক. i ও ii খ. i ও iii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ লজিক গেইটসমূহ

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

৮২. নিচের যুক্তি বর্তনীটির আউটপুট কোন লজিক নির্দেশ করে?



ক. OR খ. AND

গ. XNOR ঘ. NAND

৮৩. কোনটি মৌলিক গেইট নয়?

ক. AND gate খ. OR gate

গ. NOT gate ঘ. NAND gate

৮৪. কোন লজিক গেটের দুটি ইনপুট একই হলে আউটপুট শূন্য হবে?

ক. OR খ. NOR

গ. X-OR ঘ. X-NOR

৮৫. 4 ইনপুট বিশিষ্ট OR গেইট এর ক্ষেত্রে নিম্নের কোনটি সত্য?

ক. 1 + 1 + 0 + 0 + = 00

খ. 1 + 1 + 0 + 0 = 01

গ. 1 + 1+ 0 + = 1

ঘ. 1 + 1 + 0 + 0 = 1

৮৬. $\overline{A \oplus B \oplus C} = 1$ এর জন্য নিচের কোনটি সঠিক?

ক. A=1, B=1, C=0 খ. A=1, B=0, C=0

গ. A=0, B=0, C=1 ঘ. A=1, B=1, C=1

৮৭. নিচের কোনগুলি একই ধরনের গেইট?

ক. AND, NOR, NOT

খ. OR, NOT, XNOR

গ. XOR, AND, NOT

ঘ. AND, NOT, OR

৮৮. NAND গেইটের আউটপুট কখন 0 হয়?

ক. যখন ১টি ইনপুট 0 হয়।

খ. যখন সবগুলো ইনপুট 0 হয়।

গ. যখন সবগুলো ইনপুট 1 হয়।

ঘ. যখন ১টি ইনপুট 1 হয়।

৮৯. NOR গেইটের আউটপুট কখন 1 হয়?

ক. যখন ১টি ইনপুট 0 হয়

খ. যখন সবগুলো ইনপুট 0 হয়

গ. যখন সবগুলো ইনপুট 1 হয়

ঘ. যখন ১টি ইনপুট 1 হয়

৯০. সাধরণত দুটি বিট একই কি-না তা তুলনা করার জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়?

ক. XOR গেইট খ. XNOR গেইট

গ. AND গেইট ঘ. OR গেইট

৯১. দুটি বিটের বাইনারি যোগ করে কোনটি?

ক. XOR গেইট খ. XNOR গেইট

গ. AND গেইট ঘ. OR গেইট

৯২. কোন ধরনের গেইটে দুটি ইনপুটের একই মানের জন্য আউটপুট 1 এবং দুটি ভিন্ন মানের জন্য আউটপুট 0 হয়?

ক. XOR গেইট খ. XNOR গেইট

গ. AND গেইট ঘ. OR গেইট

৯৩. কোন ধরনের গেইটে দুটি ইনপুটের একই মানের জন্য আউটপুট 0 এবং দুটি ভিন্ন মানের জন্য আউটপুট 1 হয়?

ক. XOR গেইট খ. XNOR গেইট

গ. AND গেইট ঘ. OR গেইট

৯৪. যৌগিক গেইট কোনটি?

ক. AND খ. OR

গ. NAND ঘ. NOT

৯৫. Inverter হিসেবে কাজ করে কোনটি?

ক. AND খ. NAND

গ. NOR ঘ. NOT

৯৬. F = A + BC যুক্তি বর্তনীটি কোন গেইটের মাধ্যমে এককভাবে বাস্তবায়ন করা যায়?

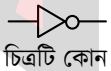
ক. OR খ. NOR

গ. AND ঘ. X-OR

৯৭. OR ও NOT মিলে কোন গেইট হয়?

ক. NAND খ. NOR

গ. X-OR ঘ. X-NOR

৯৮. 

চিত্রটি কোন ধরনের গেইট?

ক. OR খ. AND

গ. NOT ঘ. NAND

নিচের উদ্দীপক লক্ষ্য কর এবং ৯৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

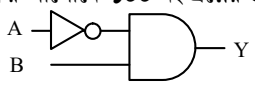
P	Q	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

৯৯. সত্যক সারণিতে প্রাপ্ত আউটপুটটি কোন লজিক গেইটকে নির্দেশ করে?

ক. OR খ. AND

গ. NOT ঘ. XOR

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১০০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

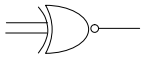


১০০. Y = কত?
ক. $\overline{A}+B$ খ. $A\overline{B}$
গ. $\overline{A}B$ ঘ. AB

১০১. যৌক্তিক গুণের বিপরীত গেইট কোনটি?
ক. AND খ. NAND
গ. NOR ঘ. XOR

১০২. A, B, C ইনপুট হলে NAND গেইটের ক্ষেত্রে আউটপুট কী হবে?
ক. ABC খ. $\overline{ABC}$
গ. A+B+C ঘ. $\overline{A+B+C}$

১০৩. OR Gate এর বিপরীতে কাজ করে কোন গেইট?
ক. NAND Gate খ. NOR Gate
গ. AND Gate ঘ. X–OR Gate

১০৪. 
চিত্রটি কোন ধরনের গেইট?
ক. X–OR খ. X–NOR
গ. NAND ঘ. NOR

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

১০৫. NAND গেট-এ Output 1 হয় যখন—
i. একটি ইনপুট শূন্য হয়
ii. সবগুলো ইনপুট 0 হয়
iii. সবগুলো ইনপুট 1 হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. iii খ. i ও ii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১০৬. NOR গেইট পাওয়া যায়—
i. AND ও OR ii. OR ও NOT
iii. NOT ও AND
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i খ. ii
গ. i ও ii ঘ. i, ii ও iii

১০৭. যে সকল গেইট ব্যবহার করে X-OR গেইট তৈরি করা যায় তা হলো—
i. OR ii. AND
iii. NOT
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১০৮. NAND গেইট দিয়ে তৈরি করা যায় —
i. AND গেইট
ii. OR গেইট
iii. NOT গেইট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১০৯. দুইটি বিট তুলনা করার জন্য ব্যবহার করা হয়—
i. OR গেইট
ii. X-OR গেইট
iii. X-NOR গেইট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii

▶ এনকোডার ও ডিকোডার

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১১০. এনকোডার তৈরিতে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
ক. NOT Gate খ. AND Gate
গ. OR Gate ঘ. XOR Gate

১১১. একটি ডেসিম্যাল টু বিসিডি এনকোডারের কতটি ইনপুট হবে?
ক. 4 খ. 8
গ. 10 ঘ. 16

১১২. একটি ডেসিম্যাল টু বিসিডি এনকোডারের কতটি আউটপুট হবে?
ক. 4 খ. 8
গ. 10 ঘ. 16

১১৩. অক্টাল টু বাইনারি এনকোডারে কতটি অর গেইট প্রয়োজন?
ক. 2 খ. 3
গ. 8 ঘ. 10

১১৪. ডিকোডার তৈরিতে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
ক. NOT Gate খ. AND Gate
গ. OR Gate ঘ. XOR Gate

১১৫. যে ডিজিটাল বর্তনীর মাধ্যমে আনকোডেড ডেটাকে কোডেড ডেটায় পরিণত করা হয়, তাকে কী বলে?
ক. এনকোডার খ. অ্যাডার
গ. ডিকোডার ঘ. কাউন্টার

১১৬. কিসের সাহায্যে কোডেড ডেটাকে আনকোডেড ডেটায় পরিণত করা হয়?
ক. এনকোডারের খ. অ্যাডার
গ. ডিকোডার ঘ. কাউন্টার

১১৭. ডিকোডার কোথায় থাকে?
ক. প্রসেসিং ইউনিটে খ. আউটপুট ইউনিটে
গ. ইনপুট ডিভাইসে ঘ. কন্ট্রোল ইইনিটে

১১৮. 2^n সংখ্যক ইনপুট থেকে nটি আউটপুট পাওয়া যায় কোন বর্তনীতে?
ক. এডার খ. মাল্টিপ্লেক্সার
গ. এনকোডার ঘ. ডিকোডার

১১৯. কোন বর্তনী B বর্ণকে ASCII-তে রূপান্তর করে?
ক. অ্যাডার খ. এনকোডার
গ. ডিকোডার ঘ. কাউন্টার

১২০. একটি 3 to 8 লাইন ডিকোডারে আউটপুট লাইন কতটি থাকে?
ক. 4 খ. 5
গ. 8 ঘ. 16

▶ অ্যাডার

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

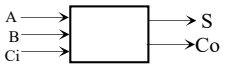
১২১. Full Adder কনফিগার করতে কতটি AND, OR ও XOR গেইট প্রয়োজন?
ক. 1, 2, 2 খ. 2, 1, 2
গ. 3, 1, 1 ঘ. 4, 0, 1

১২২. যে সমবায় বর্তনীয় সাহায্যে বাইনারি যোগের কাজ করা হয়, তাকে কী বলে?
ক. অর গেইট খ. অ্যাডার
গ. রেজিস্টার ঘ. কাউন্টার

১২৩. যে বর্তনীতে দুটি ইনপুট যোগ করলে ১টিSum ও ১টি Carry থাকে তাকে কী বলে?
ক. ফুল অ্যাডার খ. হাফ অ্যাডার
গ. রেজিস্টার ঘ. কাউন্টার

১২৪. অ্যাডার কত প্রকার?
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫

১২৫. নিচের চিত্রটি কোন ডিজিটাল সার্কিট?



ক. Half Adder খ. Full Adder
গ. Encoder ঘ. Decoder

১২৬. Half Adder কতটি বিট যোগ করতে পারে?
ক. ২টি খ. ৩টি
গ. ৪টি ঘ. ৫টি

১২৭. Half Adder-এর Carry out-এর লজিক ফাংশন কোনটি?
ক. $C = AB$ খ. $C = \overline{AB}$
গ. $C = A + B$ ঘ. $C = \overline{A} + \overline{B}$

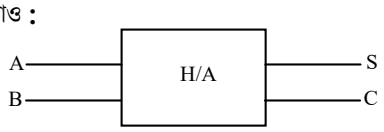
বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

১২৮. A,B,C ইনপুট হলে Full Adder-এর ক্ষেত্রে carry output হবে—
i. $Co = \overline{A}\,\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$
ii. $Co = BC + AC + AB$
iii. $\overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১২৯. Full Adder বাস্তবায়ন গেইট হলো-
i. মৌলিক ii. X-NOR
iii. সর্বজনীন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

অভিন্ন তথ্যভিত্তিক প্রশ্ন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ১৩০ ও ১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৩০. উপরের ব্লক চিত্রের জন্য C এর আউটপুট কী হবে?
ক. $A + B$ খ. $A.B$
গ. $A \oplus B$ ঘ. $\overline{AB}$

১৩১. উপরের উদ্দীপকটি যে সার্কিটটি নির্দেশ করে তার লজিক ডায়াগ্রামে ব্যবহার হয়—
i. NOT গেইট ii. AND গেইট
iii. X–OR গেইট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ রেজিস্টার

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১৩২. কাজের প্রকৃতি অনুসারে রেজিস্টার কত প্রকার?
ক. 2 খ. 3
গ. 4 ঘ. 5

১৩৩. রেজিস্টারে উপাদান কোনটি?
ক. কাউন্টার খ. এনকোডার
গ. অ্যাডার ঘ. ফ্লিপ-ফ্লপ

১৩৪. গঠন অনুসারে রেজিস্টার কত প্রকার?
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫

১৩৫. অস্থায়ীভাবে বাইনারি তথ্যকে সংরক্ষণ করে থাকে কোনটি?
ক. কাউন্টার খ. মডিউলাস
গ. অ্যাডার ঘ. রেজিস্টার

১৩৬. রেজিস্টারে কোন গেইট থাকতে পারে?
ক. অর খ. অ্যান্ড
গ. কম্বিনেশনাল ঘ. সিকুয়েন্সিয়াল

১৩৭. 4 বিট রেজিস্টারে কয়টি ফ্লিপফ্লপ থাকে?
ক. 4টি খ. 8টি
গ. 16টি ঘ. 32টি

১৩৮. মেমোরি ডিভাইসে ক্যাশ-মেমোরি হিসেবে ব্যবহৃত হয় কোনটি?
ক. কাউন্টার খ. মডিউলাস
গ. অ্যাডার ঘ. রেজিস্টার

১৩৯. 32 বিট রেজিস্টার কী পরিমাণ তথ্য ধারণ করতে পারবে?
ক. 8 বিট খ. 16 বিট
গ. 32 বিট ঘ. 64 বিট

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

১৪০. শিফট রেজিস্টার তৈরিতে ব্যবহৃত হয় কোন ফ্লিপ-ফ্লপ—
i. S-R ii. J-K
iii. D
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

১৪১. বাফার রেজিস্টার ব্যবহৃত হয়—
i. প্রিন্টারে ii. কিবোর্ডে
iii. মাউসে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

▶ কাউন্টার

সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১৪২. ইনপুটকৃত পালসের সংখ্যা কিসের সাহায্যে গণনা করা যায়?
ক. কাউন্টার খ. মডিউলাস
গ. অ্যাডার ঘ. রেজিস্টার

১৪৩. কাউন্টার সর্বাধিক যতগুলো গুণতে পারে, তাকে কী বলে?
ক. ফ্লিপ ফ্লপ খ. মডিউলাস
গ. অ্যাডার ঘ. রিপল

১৪৪. অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার কত প্রকার?
ক. দুই প্রকার খ. তিন প্রকার
গ. চার প্রকার ঘ. পাঁচ প্রকার

১৪৫. ১টি কাউন্টারের সবচেয়ে সরল সিকুয়েন্স হলো—
ক. বাইনারি সিকুয়েন্স খ. প্যারালাল সিকুয়েন্স
গ. অকটাল সিকুয়েন্স ঘ. ডেসিমেল সিকুয়েন্স

১৪৬. ৫টি ফ্লিপ-ফ্লপ দ্বারা গঠিত একটি রিং কাইন্টারের স্টেট থাকে কয়টি?
ক. ৫টি খ. ১০টি
গ. ১৬টি ঘ. ৩২টি

১৪৭. একটি n বিট বাইনারি কাউন্টার কত পর্যন্ত গুণতে পারে?
ক. 0 থেকে n খ. 0 থেকে 2^n-1
গ. 0 থেকে 2^n ঘ. 0 থেকে 2^n+1

১৪৮. BCD কাউন্টারের সর্বাধিক স্টেট কতটি?
ক. 8 টি খ. 9 টি
গ. 10 টি ঘ. 11 টি

১৪৯. ইনপুটের ওপর ভিত্তি করে কাউন্টার কত প্রকার?
ক. ২ প্রকার খ. ৩ প্রকার
গ. ৪ প্রকার ঘ. ৫ প্রকার

১৫০. টোগল (Toggle) কোনটি?
ক. অবস্থার পরিবর্তন খ. একই অবস্থায় থাকা
গ. পুনরাবৃত্তি ঘ. সার্কিট

বহুপদী সমাপ্তিসূচক প্রশ্ন

১৫১. কাউন্টার ব্যবহৃত হয়—
i. টাইমিং সিগন্যাল প্রদানের কাজে
ii. ডিজিটাল ঘড়িতে
iii. অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তরের কাজে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

খ. বোর্ড পরীক্ষার বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১৫২. ভিত্তির উপর নির্ভর করে সংখ্যা পদ্ধতি কত প্রকার? *[য. বো.-২০১৭]*
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫

১৫৩. সংখ্যা পদ্ধতিকে প্রধানত কয় ভাগে ভাগ করা যায়? *[চ. বো.-১৬]*
ক. ২ খ. ৩
গ. ৮ ঘ. ১০

১৫৪. ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতির ভিত্তি কত? *[য. বো.- ১৬]*
ক. ১৬ খ. ১০
গ. ৮ ঘ. ২

১৫৫. অক্টাল সংখ্যার বেজ কত? *[দি. বো.-২০১৭]*
ক. 2 খ. 8
গ. 10 ঘ. 16

১৫৬. 2 BAD.8C কোন ধরনের সংখ্যা? *[দি. বো. ১৯]*
ক. দশমিক খ. বাইনারি
গ. অকটাল ঘ. হেক্সাডেসিমেল

১৫৭. 1011 সংখ্যার কয়টি বিট আছে? *[মাদ্‌রাসা বোর্ড ১৯]*
ক. 2 খ. 3
গ. 4 ঘ. 10

১৫৮. $(17)_8$ এর পরের সংখ্যা কোনটি? *[চ. বো. ১৯]*
ক. 14 খ. 15
গ. 16 ঘ. 20

১৫৯. 4, 8, C অণুক্রমটির পরের মান কত? *[সকল বোর্ড ২০১৮]*
ক. D খ. F
গ. 10 ঘ. 16

১৬০. ১, ৮, F ধারাটির পরবর্তী মান কত? [চ. বো.-২০১৭]
ক. A খ. B
গ. ১৬ ঘ. ২২

১৬১. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতিতে ১৭৭ এর পরের সংখ্যাটি কত? [কু. বো.-১৬]
ক. ১৭৮ খ. ১৮০
গ. ২০০ ঘ. ২৭০

১৬২. $(BFE)_{16}$ এর সমতুল্য অক্টাল মান কত? [দি. বো.-১৬]
ক $(5774)_4$ খ. $(5776)_8$
গ. $(5976)_8$
ঘ. $(101111111110)_8$

১৬৩. একটি কলমের দাম $(110111)_2$ হলে ডেসিম্যাল কত? [মাদ্‌রাসা-১৬]
ক. 54 খ. 55
গ. 58 ঘ. 59

১৬৪. EFF এর পরের সংখ্যাটি কত? [সি. বো. ১৯]
ক. 100 খ. 200
গ. F00 ঘ. FF0

১৬৫. $(৩৭.১২৫)_{১০}$-এর বাইনারি মান কত? [কু. বো.-২০১৭]
ক. ১০০১০১.০১ খ. ১০০১০১.০০১
গ. ১০১০০১.০১ ঘ. ১০১০০১.০০১

১৬৬. $(১২)_{১০}$ এর সমকক্ষ বাইনারি কোনটি? [চ. বো.-১৬]
ক. $(১১০১)_২$ খ. $(১১০০)_২$
গ. $(১১১১)_২$ ঘ. $(১০১০)_২$

১৬৭. $(11011110.1)_2$-এর হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা কোনটি? [য. বো.-১৬]
ক. DD.1 খ. DE.1
গ. DE.8 ঘ. ED.8

১৬৮. $(10)_{16}$ এর পূর্বের মান কোনটি? [কু. বো. ১৯]
ক. I খ. A
গ. E ঘ. F

১৬৯. $(A + B + C)_{16}$ এর সমতুল্য মান কোনটি? [কু. বো. ১৯]
ক. $(33)_8$ খ. $(100001)_2$
গ. $(ABC)_{16}$ ঘ. $(CBA)_{16}$

১৭০. $(11011.110111)_2$ এর সমতুল্য হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা কত? [সি. বো. ১৯]
ক. 1B.37 খ. 1B.DC
গ. D8.DC ঘ. D8.37

১৭১. $(1110.11)_2$ এর সমকক্ষ হেক্সাডেসিম্যাল ব্যাখ্যা কোনটি? [ঢা. বো. ২০১৭, ২০১৯]
ক. E.3 খ. E.8
গ. E.C ঘ. C.E

১৭২. $(1F)_{16}$ এর সাথে ১ যোগ করলে কত হবে? [সি. বো.-১৬]
ক. $(11F)_{16}$ খ. $(2F)_{16}$
গ. $(20)_{16}$ ঘ. $(21)_{16}$

১৭৩. ক্লাসে শিক্ষক $(1011.11)_2$ ও $(1101.10)_2$ এর যোগফল নির্ণয় করতে বললেন। একজন শিক্ষার্থী $(11011.11)_2$ লিখল। সে কত বেশি লিখল? [চ. বো. ১৯]
ক. 10.10 খ. 11.10
গ. 11.11 ঘ. 101.10

১৭৪. দশমিক সংখ্যা 12 এর 2's complement কত? [রা. বো.-২০১৭]
ক. 00001100 খ. 11111100
গ. 11110011 ঘ. 11110100

১৭৫. –5 এর 2 এর পরিপূরক মান কত? [ঢা. বো.-১৬]
ক. 1101 খ. 1001
গ. 1010 ঘ. 1011

১৭৬. বাইনারি যোগে 1 + 0 + 1 = ? [সি. বো.-১৬]
ক. 10 খ. 01
গ. 00 ঘ. 11

১৭৭. প্যারিটি বিটযুক্ত কোড কত বিটের? [ঢা. বো. ২০১৭]
ক. ৩ খ. ৪
গ. ৭ ঘ. ৮

১৭৮. $(78)_{10}$ এর BCD এর মান কত? [রা. বো.-১৬]
ক. 01111001 খ. 01111000
গ. 01101000 ঘ. 01101100

১৭৯. কোন কোড দশমিক সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করে? [দি. বো.-১৬]
ক. ASCII খ. EBCDIC
গ. UNICODE ঘ. BCD

১৮০. $(৭২)_{১০}$ এর BCD কোড কোনটি? [ব. বো.-১৬]
ক. $(১১১১০)_২$ খ. $(১১১০০১)_২$
গ. $(১১১০১০)_২$ ঘ. $(০১১১০০১০)_২$

১৮১. BCD কোড কত বিটের? [ব. বো.-১৬]
ক. 2 খ. 4
গ. 8 ঘ. 16

১৮২. ASCII-8 কোডের মাধ্যমে কতটি অদ্বিতীয় চিহ্নকে নির্দিষ্ট করা যায়? [কু. বো.-২০১৭]
ক. ১২৮ খ. ২৫৬
গ. ৫১২ ঘ. ৬৫৫৩৬

১৮৩. কোন বর্তনী B বর্ণকে ASCII-তে রূপান্তর করে? [য. বো.-১৬]
ক. অ্যাডার খ. এনকোডার
গ. ডিকোডার ঘ. কাউন্টার

১৮৪. ASCII-8 কোডে সংখ্যাসূচক বিট কতটি? [রা. বো.- ১৬]
ক. 2 খ. 4
গ. 8 ঘ. 16

১৮৫. বাংলা ভাষাকে কম্পিউটারে অন্তর্ভুক্ত করার জন্য বর্তমানে কোন ধরনের কোড ব্যবহৃত হয়? [সি. বো.-২০১৭]
ক. BCD খ. ASCII
গ. EBCDIC ঘ. Unicode

১৮৬. নিচের কোনটি 16 বিটের কোড? [রা. বো. ১৬; ১৯; সি. বো. ১৬]
ক. ASCII খ. BCD
গ. EBCDIC ঘ. UNICODE

১৮৭. বাংলা বর্ণমালা কোন কোডভুক্ত? [রা. বো.-১৬]
ক. BCD খ. ASCII
গ. UNICODE ঘ. EBCDIC

১৮৮. ইউনিকোডে মোট কতগুলো ভিন্ন অক্ষরকে কোডভুক্ত করা যায়? [সকল বোর্ড ২০১৮]
ক. 8 খ. 16
গ. 256 ঘ. 65536

১৮৯. 2 BAD.8C কোন ধরনের সংখ্যা? [দি.বো. ১৯]
ক. দশমিক খ. বাইনারি
গ. অক্ট্যাল ঘ. হেক্সাডেসিম্যাল

১৯০. কোনটি বুলিয়ান অ্যালজেবরার মৌলিক উপপাদ্য? [সি. বো. ১৯]
ক. $a + 1 = a$ খ. $a + a = a$
গ. $a + 0 = 0$ ঘ. $a + \bar{a} = 0$

১৯১. $A + BC = (A+B)(A+C)$ উপপাদ্যটি হলো– [রা., সি. বো.-২০১৭]
ক. বিনিময় খ. অনুষঙ্গ
গ. মৌলিক ঘ. বিভাজন

১৯২. ডি-মরগ্যান-এর উপপাদ্য কোনটি? [কু. বো.- ১৬]
ক. $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$ খ. $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$
গ. $\overline{A \oplus B} = \bar{A}\bar{B} + AB$ ঘ. $A + AB = A$

১৯৩. $F = \overline{\overline{ABC} + \overline{ABC}}$ এর সরলীকৃত মান কোনটি? [চ. বো.- ১৬]
ক. $\overline{A+B+C}$ খ. $\overline{ABC}$
গ. ABC ঘ. $A + B + C$

১৯৪. ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স সার্কিটে + 5 ভোল্ট নির্দেশ করে– [মাদ্‌রাসা- ১৬]
ক. 1 খ. 0
গ. 10 ঘ. 101

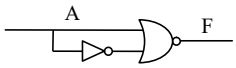
১৯৫. কোনটি মৌলিক উপপাদ্য? [ব. বো. ২০১৭]
ক. $A + 1 = A$ খ. $A + 0 = A$
গ. $A + A = 0$ ঘ. $A + A = 1$

১৯৬. $F = A + \bar{A}B + \bar{A}\,\bar{B}$ হলে F এর সরলীকৃত মান কত? [দি. বো. ১৬]
ক. 0 খ. 1
গ. A ঘ. B

১৯৭. কোনটি মৌলিক গেইট নয়? [মাদ্‌রাসা বোর্ড ১৯]
ক. অর খ. নর
গ. এন্ড ঘ. নট

১৯৮. মৌলিক লজিক গেইট কয়টি? [মাদ্‌রাসা বোর্ড ১৯]
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৭

১৯৯. $F = \bar{R}S + R\bar{S}$ সমীকরণটি কোন গেইট নির্দেশ করে? [কু. বো. ১৯]
ক. NOR খ. NAND
গ. X-OR ঘ. X-NOR

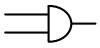
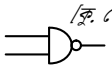
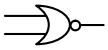
২০০.


F-এর মান কত? [ব. বো. ১৯]
ক. 1 খ. 0
গ. A ঘ. $\bar{A}$

২০১. $Y = \bar{A}.B + C$ বুলিয়ান সমীকরণ বাস্তবায়ন করতে মোট কয়টি মৌলিক গেইট প্রয়োজন? [ব. বো. ১৯]
ক. 2 খ. 3
গ. 4 ঘ. 5

২০২. কোন লজিক গেইটের ইনপুট ও আউটপুট লাইন সমান থাকে? [ঢা. বো. ২০১৭]
ক. AND খ. OR
গ. NOT ঘ. NAND

২০৩. $F = \overline{\overline{AB}}\,.\,\overline{\overline{BC}}$ এর সরলীকৃত মান কোনটি? [ঢা. বো. ২০১৭]
ক. AB.BC খ. ABC
গ. $AB + AC$ ঘ. $\overline{ABC}$

২০৪. কোনটি NAND গেইট? [কু. বো. ২০১৭]
ক.  খ. 
গ. ঘ. 

২০৫. সর্বজনীন গেইট কোনটি? [য. বো. ২০১৭]
ক. AND খ. NAND
গ. XOR ঘ. X-NOR

২০৬. AND এবং NOT গেইট মিলে কোন গেইট হয়? [ঢা. বো.- ১৬]
ক. NOR খ. NAND
গ. OR ঘ. X-OR

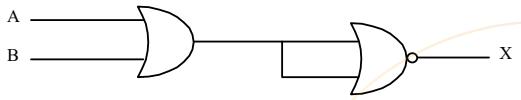
২০৭. সর্বজনীন গেইট কোনটি? *[রা. বো. ১৬; মাদ্‌রাসা-১৬]*
ক. NOR খ. AND
গ. NOT ঘ. OR

২০৮. a = 1, b = 0 এর জন্য a ⊕ b = ? *[মাদ্‌রাসা বোর্ড ২০১৮; কু. বো.-২০১৭]*
ক. 0 খ. 1
গ. 0, 1 ঘ. 1, 0

২০৯. NOR গেইটের আউটপুটকে NOT গেইটের মধ্যে দিয়ে প্রবেশ করালে কোন গেইট পাওয়া যায়? *[দি. বো. ১৬]*
ক. OR খ. X-NOR
গ. X-OR ঘ. AND

২১০. নিচের কোন লজিক গেইটের আউটপুট ইনপুটের বিপরীত? *[চ. বো. ১৬]*
ক. AND খ. OR
গ. NOT ঘ. X-OR

২১১. নিচের কোনটি মৌলিক গেইট? *[য. বো. ১৬]*
ক. NOT খ. NOR
গ. NAND ঘ. X-NOR



২১২. X = 1 পেতে হলে A ও B এর মান কত হবে? *[মাদ্‌রাসা ১৬]*
ক. A = 0, B = 1 খ. A = 1, B = 0
গ. A = 1, B = 1 ঘ. A = 0, B = 0

২১৩. নিচের কোনটি মৌলিক গেইট? *[য. বো. ১৬]*
ক. NOT খ. NOR
গ. NAND ঘ. X-NOR

২১৪. NOR গেইটের আউটপুটকে NOT গেইটের মধ্যে দিয়ে প্রবেশ করালে কোন গেইট পাওয়া যায়? *[দি. বো. ১৬]*
ক. OR খ. X-NOR
গ. X-OR ঘ. AND

২১৫. যে লজিক বর্তনী আলফানিউমেরিক ক্যারেক্টারকে বাইনারি কোডে পরিণত করে তাকে কী বলে? *[রা. বো.-১৭]*
ক. রেজিস্টার খ. এনকোডার
গ. ডিকোডার ঘ. হাফ-অ্যাডার

২১৬. কোন সার্কিটের সাহায্যে ডেটাকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তর করা যায়? *[দি. বো.- ১৬]*
ক. রেজিস্টার খ. কাউন্টার
গ. এনকোডার ঘ. ডিকোডার

২১৭. কোন সার্কিটে সর্বোচ্চ ষোলটি ইনপুট থেকে চারটি আউটপুট পাওয়া যায়? *[ব. বো.- ১৬]*
ক. এনকোডার খ. ডিকোডার
গ. রেজিস্টার ঘ. কাউন্টার

২১৮. কোন ডিজিটাল বর্তনী n সংখ্যক ইনপুটের জন্য 2^n সংখ্যক আউটপুট প্রদান করে? *[কু. বো., য. বো. ১৯]*
ক. এনকোডার খ. ডিকোডার
গ. হাফএডার ঘ. ফুলএডার

২১৯. পাঁচটি ইনপুটবিশিষ্ট ডিকোডারের আউটপুট লাইন কতটি? *[চা. বো. ১৯]*
ক. ৮ খ. ১৬
গ. ৩২ ঘ. ৬৪

২২০. ডিকোডারের ইনপুট সংখ্যা 4 হলে আউটপুট হবে— *[কু. বো.-২০১৭]*
ক. 4 খ. 8
গ. 16 ঘ. 32

২২১. ১৬ ইনপুট বিশিষ্ট এনকোডারের আউটপুট সংখ্যা কতটি হবে? *[সি. বো.-২০১৭; য. বো. ১৬]*
ক. ২ খ. ৩
গ. ৪ ঘ. ৫

২২২. 111 সংখ্যাটি হতে পারে– *[ব. বো.-২০১৭]*
i. বাইনারি ii. অক্টাল
iii. ডেসিম্যাল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i খ. iii
গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৩. $(১১০১১০)_২$ এর সমকক্ষ মান– *[সকল বোর্ড ২০১৮]*
i. $(৬৬)_৮$ ii. $(৫৪)_{১০}$
iii. $(৩৬)_{১৬}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৪. $(A)_{16} + (10)_2 + (7)_8$ এর মান হতে পারে–*[চ. বো. ১৯]*
i. $(13)_{16}$ ii. $(23)_8$
iii. $(10011)_2$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৫. $(-৪২)_{১০}$ সংখ্যাটি উপস্থাপনায় ব্যবহৃত গঠন হলো – *[ব. বো.- ১৬]*
i. প্রকৃত মান গঠন ii. ১-এর পরিপূরক গঠন
iii. ২-এর পরিপূরক গঠন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

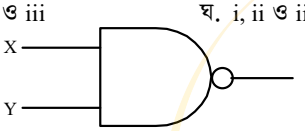
২২৬. কোনটি ৮ বিটের কোড? *[য. বো. ১৯]*
i. ASCII Code ii. EBCDIC Code
iii. BCD Code
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৭. আলফানিউমারিক ডেটা আদান-প্রদানের জন্য ব্যবহৃত হয় —— [রা. বো.- ১৬]
i. ASCII code ii. EBCDIC code
iii. Unicode
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৮. A ফলাফল হতে পারে যখন—— [ঢা. বো. ২০১৭]
i. A + A + A ii. A.A
iii. A ⊕A
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২২৯. NOR এর আউটপুট 0 (শূন্য) হবে যখন– [ঢা. বো. ১৯]
i. সবগুলো ইনপুটে 1 ii. সবগুলো ইনপুটে 0
iii. যে কোনো একটি ইনপুটে 1
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২৩০. কোন গেইটের সকল ইনপুট 0 হলে আউটপুট ১ হবে– [সকল বোর্ড ২০১৮]
i. NAND ii. NOR
iii. X-NOR
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii



২৩১. উপরের চিত্রে আউটপুট হচ্ছে? [রা. বো. ১৬]
i. $\overline{X+Y}$ ii. $\overline{X} + \overline{Y}$
iii. $\overline{XY}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২৩২. X-OR গেইট তৈরিতে ব্যবহৃত হয় —— [চ. বো. ১৬]
i. OR Gate ii. AND Gate
iii. NOT Gate
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২৩৩.

উপরি-উক্ত বর্তনীর আউটপুট হবে—— [সি. বো. ১৬]
i. A + B ii. $\overline{A}B + A\overline{B}$
iii. A ⊕ B
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২৩৪. উভয় ইনপুট 1 হলে আউটপুট 0 হয় কোন গেইটে— [য.বো. ১৯]
i. NAND ii. NOR
iii. XNOR
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

২৩৫. এনকোডারের ইনপুট হচ্ছে—— [চ. বো.-২০১৭]
i. অক্টাল সংখ্যা ii. দশমিক সংখ্যা
iii. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

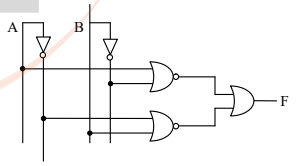
২৩৬. উপাত্ত ও তথ্য সংরক্ষণের সাথে জড়িত—— [কু. বো.-২০১৭]
i. ফ্লিপ-ফ্লপ ii. অ্যাডার
iii. রেজিস্টার
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii খ. i ও iii
গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড় এবং ২৩৭ ও ২৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
'Q' নির্বাচনী পরীক্ষার ICT বিষয়ে $(100)_8$ নম্বর পেয়েছে। [বি. বো. ১৯]

২৩৭. উদ্দীপকে বর্ণিত সংখ্যাটির হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা হলো–
K 40 L 10
M 8 N 4

২৩৮. উদ্দীপকে বর্ণিত সংখ্যাটির আগের সংখ্যা কত?
K $(55)_8$ L $(64)_8$
M $(66)_8$ N $(77)_8$

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৩৯ ও ২৪০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

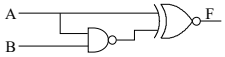


[চ. বো. ১৯]

২৩৯. চিত্রের আউটপুট F এর মান কত?
ক. $\overline{A}B + A\overline{B}$ খ. $\overline{A}\overline{B} + A\overline{B}$
গ. $\overline{A}B + \overline{A}\overline{B}$ ঘ. $AB + \overline{A}\overline{B}$

২৪০. উদ্দীপকের চিত্রে OR গেইটের পরিবর্তে AND গেইট ব্যবহার করলে F এর মান কত হবে?
ক. A খ. B
গ. 0 ঘ. 1

চিত্রটি লক্ষ করো এবং ২৪১ ও ২৪২ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও :



[সকল বোর্ড ২০১৮]

২৪১. F এর মান কোনটি?

ক. AB খ. $\bar{A}B$

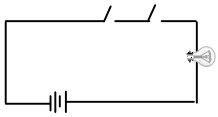
গ. $A\bar{B}$ ঘ. $\bar{A}\bar{B}$

২৪২. X-NOR-এর স্থলে কোন গেইট বসালে আউটপুট 0 হবে?

ক. AND খ. OR

গ. NAND ঘ. NOR

উদ্দীপকের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪৩ ও ২৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[য. বো.-২০১৭]

২৪৩. উদ্দীপকে যুক্ত বর্তনীটি কোন গেইট নির্দেশ করে?

ক. AND খ. OR

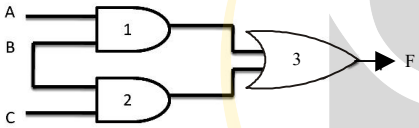
গ. NOT ঘ. NOR

২৪৪. উদ্দীপকের চিত্রের গেইটের সাথে Not Gate করলে কোন গেইট পাওয়া যায়?

ক. AND খ. NAND

গ. X-OR ঘ. X-NOR

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪৫ ও ২৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[ঢা. বো.- ১৬]

২৪৫. F এর মান কত?

ক. B(C + A) খ. A(B + C)

গ. C(A + B) ঘ. AC + B

২৪৬. ২ ও ৩ নং গেইটের কিরূপ পরিবর্তন করলে F এর মান শূন্য হবে?

ক. 2-কে NAND এবং 3-কে NOR করলে

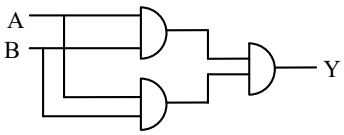
খ. 2-কে NOR এবং 3-কে AND করলে

গ. 2-কে OR এবং 3-কে NAND করলে

ঘ. 2-কে NAND এবং 3-কে NAND করলে

চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪৭ ও ২৪৮নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

[ঢা.বো. ১৯]



২৪৭. Y এর মান কোনটি?

ক. $\overline{AB}$ খ. $\overline{\overline{AB}}$

গ. $\overline{A+B}$ ঘ. AB

২৪৮. উদ্দীপকের বর্তনীটির আউটপুট Y = 1 পেতে হলে A ও B এর কত ইনপুট দিতে হবে?

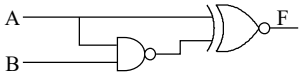
ক. A = 0 ও B = 0

খ. A = 0 ও B = 1

গ. A = 1 ও B = 0

ঘ. A = 1 ও B = 1

চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং ২৪৯ ও ২৫০ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও:



[ঢা. বো. ১৮]

২৪৯. F এর মান কোনটি?

ক. AB খ. $\bar{A}B$

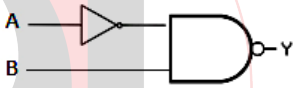
গ. $A\bar{B}$ ঘ. $\bar{A}\bar{B}$

২৫০. X-NOR-এর স্থলে কোন গেইট বসালে আউটপুট 0 হবে?

ক. AND খ. OR

গ. NAND ঘ. NOR

লজিক চিত্রটি দেখ এবং নিচের ২৫১ ও ২৫২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[কু. বো. ১৬]

২৫১. Y এর মান কোনটি?

ক. $\bar{A} + B$ খ. $A\bar{B}$

গ. $A + \bar{B}$ ঘ. $\bar{A}B$

২৫২. Y = 1 পেতে হলে, A এবং B এর মান হবে —

i. A = 0, B = 0

ii. A = 0, B = 1

iii. A = 1, B = 0

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. i ও iii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড় ২৫৩ ও ২৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

শিক্ষক ছাত্রকে রোল নং জিজ্ঞাসা করল। ছাত্রটি বাইনারি পদ্ধতিতে রোল নং ১১০১ বলল। *[কু. বো. ১৬]*

২৫৩. উদ্দীপকে উল্লিখিত সংখ্যার সাথে $(১০০১)_২$ এর যোগফল কত?

ক. $(০১১০০)_২$ খ. $(১০১১০)_২$

গ. $(১০০১০)_২$ ঘ. $(১১১১০)_২$

২৫৪. উদ্দীপকের রোল নং এর সমকক্ষ সংখ্যা হলো—

i. $(১৩)_{১০}$

ii. $(১১)_{১৬}$

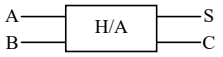
iii. $(১৫)_{৮}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. i ও iii

গ. ii ও iii ঘ. i, ii ও iii

উদ্দীপকের আলোকে ২৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[মাদ্রাসা বোর্ড ১৯]

২৫৫. C এর আউটপুট কত হবে?

ক. A + B খ. AB

গ. A ⊕ B ঘ. $\overline{AB}$

উত্তরমালা

১	ক	২	খ	৩	ঘ	৪	ক	৫	ঘ	৬	খ	৭	ঘ	৮	খ	৯	ঘ	১০	খ	১১	গ	১২	গ
১৩	গ	১৪	ক	১৫	ক	১৬	গ	১৭	গ	১৮	ঘ	১৯	ঘ	২০	খ	২১	ঘ	২২	ঘ	২৩	খ	২৪	খ
২৫	ঘ	২৬	গ	২৭	খ	২৮	খ	২৯	খ	৩০	খ	৩১	গ	৩২	ক	৩৩	ক	৩৪	গ	৩৫	ক	৩৬	খ
৩৭	খ	৩৮	ক	৩৯	খ	৪০	ঘ	৪১	খ	৪২	ক	৪৩	গ	৪৪	খ	৪৫	ক	৪৬	ক	৪৭	ক	৪৮	খ
৪৯	খ	৫০	খ	৫১	খ	৫২	গ	৫৩	খ	৫৪	খ	৫৫	গ	৫৬	ঘ	৫৭	ক	৫৮	খ	৫৯	গ	৬০	খ
৬১	খ	৬২	ক	৬৩	গ	৬৪	খ	৬৫	গ	৬৬	গ	৬৭	ঘ	৬৮	ক	৬৯	গ	৭০	ক	৭১	খ	৭২	খ
৭৩	গ	৭৪	খ	৭৫	গ	৭৬	ক	৭৭	খ	৭৮	খ	৭৯	ক	৮০	ঘ	৮১	ক	৮২	খ	৮৩	ঘ	৮৪	গ
৮৫	ঘ	৮৬	ক	৮৭	ঘ	৮৮	গ	৮৯	খ	৯০	ক	৯১	ক	৯২	খ	৯৩	ক	৯৪	গ	৯৫	ঘ	৯৬	খ
৯৭	খ	৯৮	গ	৯৯	খ	১০০	গ	১০১	খ	১০২	খ	১০৩	খ	১০৪	খ	১০৫	খ	১০৬	খ	১০৭	ঘ	১০৮	ঘ
১০৯	গ	১১০	গ	১১১	গ	১১২	ক	১১৩	খ	১১৪	খ	১১৫	ক	১১৬	গ	১১৭	খ	১১৮	গ	১১৯	খ	১২০	গ
১২১	গ	১২২	খ	১২৩	খ	১২৪	ক	১২৫	খ	১২৬	ক	১২৭	ক	১২৮	গ	১২৯	খ	১৩০	খ	১৩১	গ	১৩২	ঘ
১৩৩	ঘ	১৩৪	ক	১৩৫	ঘ	১৩৬	গ	১৩৭	ক	১৩৮	ঘ	১৩৯	গ	১৪০	গ	১৪১	ঘ	১৪২	ক	১৪৩	খ	১৪৪	ক
১৪৫	ক	১৪৬	ঘ	১৪৭	খ	১৪৮	গ	১৪৯	ক	১৫০	ক	১৫১	ক	১৫২	গ	১৫৩	ক	১৫৪	খ	১৫৫	খ	১৫৬	ঘ
১৫৭	গ	১৫৮	ঘ	১৫৯	গ	১৬০	গ	১৬১	গ	১৬২	খ	১৬৩	খ	১৬৪	গ	১৬৫	খ	১৬৬	খ	১৬৭	গ	১৬৮	ঘ
১৬৯	খ	১৭০	খ	১৭১	গ	১৭২	গ	১৭৩	ক	১৭৪	ঘ	১৭৫	ঘ	১৭৬	ক	১৭৭	ঘ	১৭৮	খ	১৭৯	ঘ	১৮০	ঘ
১৮১	খ	১৮২	খ	১৮৩	খ	১৮৪	গ	১৮৫	ঘ	১৮৬	ঘ	১৮৭	গ	১৮৮	ঘ	১৮৯	ঘ	১৯০	খ	১৯১	ঘ	১৯২	খ
১৯৩	গ	১৯৪	ক	১৯৫	খ	১৯৬	খ	১৯৭	খ	১৯৮	খ	১৯৯	গ	২০০	খ	২০১	খ	২০২	গ	২০৩	খ	২০৪	খ
২০৫	খ	২০৬	খ	২০৭	ক	২০৮	খ	২০৯	ক	২১০	গ	২১১	ক	২১২	ঘ	২১৩	ক	২১৪	ক	২১৫	খ	২১৬	গ
২১৭	ক	২১৮	খ	২১৯	গ	২২০	গ	২২১	গ	২২২	ঘ	২২৩	ঘ	২২৪	ঘ	২২৫	ঘ	২২৬	ক	২২৭	ঘ	২২৮	ক
২২৯	খ	২৩০	ঘ	২৩১	গ	২৩২	ঘ	২৩৩	গ	২৩৪	ক	২৩৫	ঘ	২৩৬	খ	২৩৭	ক	২৩৮	ঘ	২৩৯	ক	২৪০	গ
২৪১	গ	২৪২	ঘ	২৪৩	ক	২৪৪	খ	২৪৫	ক	২৪৬	খ	২৪৭	ঘ	২৪৮	ঘ	২৪৯	গ	২৫০	ঘ	২৫১	গ	২৫২	খ
২৫৩	খ	২৫৪	খ	২৫৫	খ																		

গ. সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. "বিট ও বাইট এক নয়"— সংক্ষেপে বর্ণনা করো।

২. স্থানিক ও অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি বলতে কী বোঝ?

৩. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যার সর্বোচ্চ মানটিকে বাইনারি ও অক্টালে পরিবর্তন করো।

৪. $(৪৬৯.৩৪৫)_{১০}$ কে বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যায় রূপান্তর করো।

৫. $(৪৬৯.৩৪৫)_{১৬}$ কে বাইনারি, ডেসিম্যাল ও অক্টাল সংখ্যায় রূপান্তর করো।

৬. বিসিডি কোড ও বাইনারি সংখ্যার মধ্যে পার্থক্য লিখো।

৭. ১৬ বিট বিশিষ্ট কোড বলা হয় কোনটিকে? এর সুবিধাসমূহ লিখো।

৮. বুলিয়ান অ্যালজেবরার বৈশিষ্ট্য লিখো।

৯. বুলিয়ান চলক, ধ্রুবক ও পূরক বলতে কী বোঝ?

১০. বুলিয়ান ও দশমিক অ্যালজেবরার মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য লিখো।

১১. বুলিয়ান অপারেশন সমূহ কী কী? সংক্ষেপে লিখো।

১২. মিনটার্ম ও ম্যাক্সটার্ম সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখো।

১৩. ডি-মরগানের উপপাদ্য সত্যক সারণির মাধ্যমে প্রমাণ করো।

১৪. নর (NOR) গেইটের মাধ্যমে মৌলিক গেইটসমূহ বাস্তবায়ন করো।

১৫. ন্যান্ড (NAND) গেইটের মাধ্যমে মৌলিক গেইটসমূহ বাস্তবায়ন করো।

১৬. বিশেষ গেইট (Special Gate) বলতে কী বোঝ? সংক্ষেপে লিখো।

১৭. হাফ-অ্যাডারের সাহায্যে ফুল-অ্যাডারের লজিক ডায়াগ্রাম দেখাও।

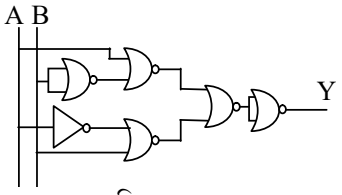
১৮. বাইনারি অ্যাডার বলতে কী বোঝ?

১৯. SR ফ্লিপ ফ্লপের বর্ণনা দাও।

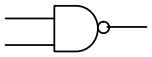
২০. রেজিস্টারের ব্যবহার লিখো।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন

১. উদ্দীপকটি পড় এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. নিবল কী?

খ. অর গেইটের তুলনায় এক্সঅর গেইট এর সুবিধা— ব্যাখ্যা কর।

গ. Y এর মান সত্যক সারণিতে দেখাও।

ঘ. চিত্র-২ দ্বারা প্রতিনিধিত্বকারী গেইট দিয়ে চিত্র-১ এর সমতুল্য সার্কিট বাস্তবায়ন করা সম্ভব কি-না উদাহরণসহ বিশ্লেষণ কর।

২. কম্পিউটারের ভিতরের সকল কর্মকান্ড বাইনারি পদ্ধতিতে পরিচালিত হয়, কিন্তু বিশেষ এক ধরনের সার্কিট তা স্বাভাবিক ভাষায় পরিবর্তন করে আউটপুট দিয়ে থাকে। তাছাড়া শুধুমাত্র এক ধরনের লজিক গেইট ব্যবহার করে অন্যান্য গেইটের কাজ করা যায়। ফারিয়া উক্ত লজিক গেইট ব্যবহার করে $F=\bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + ABC$ ফাংশনের চিত্র আঁকতে চায়।

ক. সর্বজনীন গেইট কী?

খ. ইউনিকোড বিশ্বের সকল ভাষা ভাষী মানুষের জন্য আশীর্বাদ—বুঝিয়ে লেখ।

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত বিশেষ সার্কিটটি কীভাবে কাজ করে- ব্যাখ্যা কর।

ঘ. ফারিয়ার কাজটি কি করা সম্ভব-বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

৩. 'রাজশাহী' কলেজের আইসিটি শিক্ষক বোর্ডে $(53.25)_{10}$, $(53.6)_8$, $(53.8)_{16}$ সংখ্যা গুলো লিখে যোগ করে দেখালেন। অতঃপর বললেন কম্পিউটারের অভ্যন্তরে সমস্ত গাণিতিক কাজ হয় একটি মাত্র অপারেশনের মাধ্যমে ।

ক. বুলিয়ান পূরক কী?

খ. 1+7=10 সম্ভব কি-না? ব্যাখ্যা কর।

গ. কম্পিউটারে ব্যবহৃত সংখ্যা পদ্ধতিতে শিক্ষকের কাজটি তুমি করে দেখাও।

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত অপারেশনের মাধ্যমে প্রথম ও দ্বিতীয় সংখ্যার শুধুমাত্র পূর্ণাংশের পার্থক্য নির্ণয় করা সম্ভব- বিশ্লেষণ করে দেখাও।

৪. ফরিদ সাহেবের মাসিক পত্রিকা বিল $(95)_{10}$। ফুয়াদ ল্যাপটপ কিনতে গিয়ে দেখল একটির গায়ে র‍্যাম $(3FF)_{16}$ GB এবং অন্যটির গায়ে $(1247)_8$ GB লেখা।

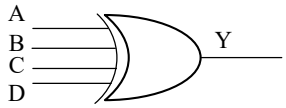
ক. সংখ্যা পদ্ধতি কী?

খ. অক্টাল তিন বিটের কোড- বুঝিয়ে লেখ।

গ. ফরিদ সাহেবের পত্রিকার বিল বাইনারিতে প্রকাশ করো।

ঘ. কোন ল্যাপটপটি ক্রয় করা ফুয়াদের জন্য বেশি যৌক্তিক হবে? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৫.



ক. এনকোডার কী?

খ. ইলেকট্রনিক ডিভাইসে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহারের কারণ ব্যাখ্যা করো।

গ. উদ্দীপকে প্রদর্শিত বর্তনীটির আউটপুটের সত্যক সারণি লেখো।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রটিকে মৌলিক গেইটের মাধ্যমে বাস্তবায়ন সম্ভব কী? বিশ্লেষণ কর।

৬. উদ্দীপকটি পড় এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

INPUT		OUTPUT
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

চিত্র-১

INPUT		OUTPUT
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

চিত্র-২

INPUT		OUTPUT
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

চিত্র-৩

[চা. বো. ১৯]

ক. এনকোডার কী?

খ. ইউনিকোড "বাংলা" ভাষা বুঝতে পারে– ব্যাখ্যা করো।

গ. চিত্র-১ কোন গেইটের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ? তার বর্ণনা দাও।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র-৩ এর গেইট দিয়ে চিত্র-২ এর গেইটকে বাস্তবায়ন করা সম্ভব কিনা? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৭. দৃশ্যকল্প ১: মিনা ক্লাসে নতুন ভর্তি হয়েছে। আইসিটি বিষয়ের শিক্ষক মিনার রোল নম্বর জানতে চাইলেন। মিনা তার রোল নম্বর শুধু 0,1 ব্যবহার করে 1010101 বললেন। শিক্ষার্থীরা মিনার রোল জানতে চাইলে স্যার সংখ্যা পদ্ধতির প্রকারভেদ ও রূপান্তর ব্যাখ্যা করলেন।

দৃশ্যকল্প ২:

কোরিয়ান ও চাইনিজ ভাষা	→	1	1	0	0	1	0	1	0

ক. ১৬ ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি কী?

খ. 1 + 1 = 1 ব্যাখ্যা করো।

গ. উদ্দীপকে ছাত্রের প্রাপ্ত নম্বর ডেসিম্যালে প্রকাশ করো।

ঘ. দৃশ্যকল্প ২-আধুনিক কম্পিউটারের সুবিধাজনক কোডিং ব্যবস্থা কেন? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো।

৮. সেতু কম্পিউটার ক্লাসে বিভিন্ন ধরনের সংখ্যা পদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করেছে। এই ধারণার ভিত্তিতে সে নিজের রোল নম্বর $(21)_8$ তার বন্ধুর রোল নম্বর $(1101)_2$ লিখে আরেক বন্ধু রাহাতকে দেখালো।

ক. বিশেষ গেইট কী?
খ. 3D কোন ধরনের সংখ্যা? ব্যাখ্যা করো।
গ. সেতু রোল নম্বর দশমিকে কত?
ঘ. উদ্দীপকের সংখ্যা দুটির মধ্যে কোন সংখ্যাটি ডিজিটাল ডিভাইসে ব্যবহার করলে মেমোরিতে কম জায়গা ধারণ করবে? বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও।

৯. ২০১৭ সালে প্রাকৃতিক দুর্যোগের কারণে সবজি চাষীদের ব্যাপক ক্ষতি হয়েছে। কৃষক আলীর $(42)_{10}$ হেক্টর জমির আলু, জামিলের $(253.2)_8$ হেক্টর জমির সরিষা, হাসিবের $(E3.2)_{16}$ হেক্টর জমির টমেটো এবং জলিলের $(110)_2$ হেক্টর জমির শসা নষ্ট হয়েছে। *[কু. বো. ১৭]*

ক. BCD কোড কী?
খ. 5D কোন ধরনের সংখ্যা? ব্যাখ্যা করো।
গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত আলীর জমি থেকে জলিলের জমির ফসল নষ্টের পরিমাণ ২ এর পরিপূরকে বিয়োগ করো।
ঘ. উদ্দীপকে জামিল ও হাসিবের মধ্যে কার ফসলের বেশি ক্ষতি হয়েছে এবং কত? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

১০. রানা ও সুমি আইসিটি পরীক্ষায় $(110010)_2$ এর মধ্যে $(62)_8$ এবং $(2F)_{16}$ নম্বর পেয়েছে। *[ঢা., দি., সি., য. বো. ১৮]*

ক. কোড কী?
খ. ৩-ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি ব্যাখ্যা করো।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত আইসিটির পূর্ণ নম্বর দশমিকে পরিবর্তন করো।
ঘ. যোগের মাধ্যমে রানা ও সুমির আইসিটিতে প্রাপ্ত নম্বরের পার্থক্য নির্ণয় করা সম্ভব– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

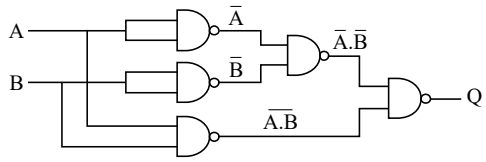
১১. $X = \overline{A}\ \overline{B} + BC$, $Y = \overline{AB}C + ABC + AB + B\overline{C}$ *[রা. বো. ১৬]*

ক. কোড কী?
খ. বিয়োগের কাজ যোগের মাধ্যমে সম্ভব ব্যাখ্যা কর।
গ. X-কে শুধু NOR গেটের মাধ্যমে বাস্তবায়ন করে দেখাও।
ঘ. "Y-কে বুলিয়ান অ্যালজেবরার সাহায্যে সরলীকরণ করার ফলে বর্তনী বাস্তবায়ন সহজ হয়েছে"–বিশ্লেষণপূর্বক উক্তিটির সত্যতাই কর।

১২. "X", "Y" ও "Z" তিন বন্ধু বাজারে গিয়ে "X" $(১১০১১০)_২$ টাকার, "Y" $(৩৬)_৮$ টাকার এবং "Z" $(A৯)_{১৬}$ টাকার বই কিনল। *[রা., কু., চ., ব. বো. ১৮]*

ক. কোড কী?
খ. ২-এর পরিপূরক গঠনের গুরুত্ব আলোচনা করো।
গ. উদ্দীপকের আলোকে "X" ও "Y" এর মধ্যে কার বইয়ের দাম বেশি এবং কত বেশি?
ঘ. উদ্দীপকে তিন জনের বইয়ের মোট দাম কত তা অষ্টালে প্রকাশ করো।

১৩.



[রা., কু., চ., ব. বো. ১৮]

ক. বুলিয়ান ধ্রুবক কী?
খ. এনকোডার ডিজিটাল ডিভাইসে ব্যাপক ভূমিকা রাখে– বুঝিয়ে লিখো।
গ. শুধু মৌলিক গেইট ব্যবহার করে উদ্দীপকের সার্কিটটির সমতুল্য লজিক চিত্রের বাস্তবায়ন দেখাও।
ঘ. উদ্দীপকে সার্কিটের Q এর সমীকরণের সরলীকরণ করো এবং শুধু NAND গেট ব্যবহার করে সরলীকরণের চিত্র আঁকো।

১৪. একটি কলেজের প্রধান গেইট তিনটি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। গেইটটি খুলতে গেলে অন্ততঃ পক্ষে দুইটি সুইচ অন করতে হয়। অন্যথায় গেইটটি খোলে না।

ক. বুলিয়ান অ্যালজেবরা কী?
খ. সত্যক সারণি ব্যবহৃত হয় কেন?
গ. গেইটটি খোলার লজিক ফাংশন NAND গেইটের মাধ্যমে দেখাও।
ঘ. নূন্যতম খরচে গেইটটি খোলার লজিক সার্কিট অংকন কর।

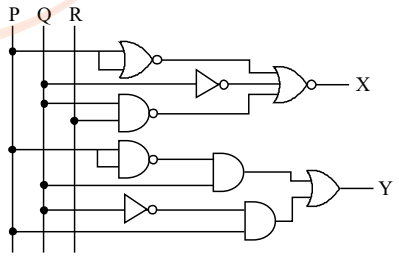
১৫.

$X = (36.75)_{10}$ $Y = (59.F)_{16}$	$P = (57)_8$ $Q = (30)_{10}$
দৃশ্যকল্প-ক	দৃশ্যকল্প-খ

[দি. বো. ১৯]

ক. ইউনিকোড কী?
খ. ডিজিটাল ডিভাইসে ব্যবহৃত সংখ্যা পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।
গ. দৃশ্যকল্প-ক এর X ও Y এর মানকে বাইনারিতে যোগ কর।
ঘ. দৃশ্যকল্প-খ এ উল্লিখিত P ও Q এর মধ্যে ব্যবধান ২ এর পরিপূরক পদ্ধতি ব্যবহার করে নির্ণয় কর।

১৬.



[ঢা., দি., সি., য. বো. ১৮]

ক. কাউন্টার কী?
খ. নর গেইটের সকল ইনপুট একই হলে গেইটটি মৌলিক গেইট হিসেবে কাজ করে– বুঝিয়ে লিখো।

গ. Y-এর মান সত্যক সারণিতে দেখাও।

ঘ. X-এর সরলীকৃত মান NOR গেইটের সাহায্যে বাস্তবায়ন করো।

১৭. স্নেহা ও মিতা টেস্টের ফলাফল নিয়ে আলোচনা করছিল। স্নেহা বলল, আমি পরীক্ষায় ICT-তে $(4C)_{16}$ পেয়েছি। মিতা বলল আমি ICT-তে $(103)_8$ নম্বর পেয়েছি। ৫ম শ্রেণিতে পড়ুয়া তাদের ভাই বুঝলো না কে বেশি নম্বর পেয়েছে। *[চ. বো. ১৭]*

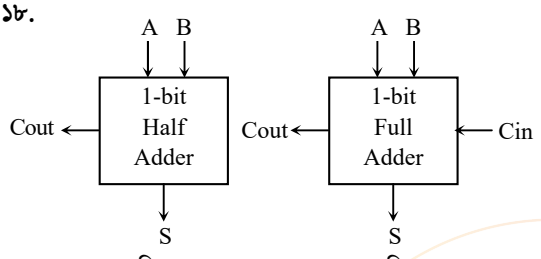
ক. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ কী?

খ. 3-5 = 10 কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের স্নেহা ও মিতা দশভিত্তিক কত নম্বর পেয়েছে– বিশ্লেষণ কর।

ঘ. ৮ বিট রেজিস্টার ব্যবহার করে ২-এর পরিপূরক পদ্ধতিতে উদ্দীপকের স্নেহা ও মিতার প্রাপ্ত নম্বরের পার্থক্য নির্ণয় কর।

১৮.



চিত্র-১ চিত্র-২

ক. ডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি কী?

খ. ১০১০১১ কোন ধরনের সংখ্যা– বুঝিয়ে লেখ।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্র-২ কে মৌলিক গেইটের সাহায্যে বাস্তবায়ন কর।

ঘ. চিত্র- ১ দ্বারা চিত্র-২ কে কীভাবে বাস্তবায়ন করবে ব্যাখ্যা কর।

১৯.

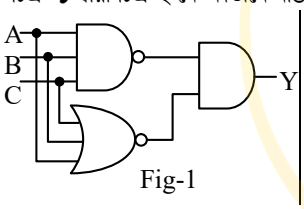


Fig-1

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

Fig-2

[সি. বো. ১৯]

ক. কাউন্টারের মোড কী?

খ. পাঁচ ইনপুটের অ্যান্ড গেইট বাস্তবায়নে কয়টি ন্যান্ড গেইট প্রয়োজন? বুঝিয়ে লেখ।

গ. Y এর সরলীকৃত মান নির্ণয় কর।

ঘ. "F-এর সরলীকৃত মানের গেইটটি বাইনারি যোগে ব্যবহৃত হয়"– বিশ্লেষণ কর।

২০.

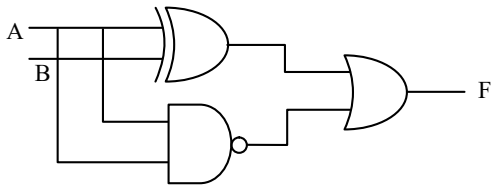
ক. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি কী?

খ. কম্পিউটার যোগের মাধ্যমে বিভিন্ন গাণিতিক কাজ সমাধান করে– বুঝিয়ে লেখ।

গ. উদ্দীপকের আউটপুট S এবং C_0 -এর বুলিয়ান সমীকরণ সরল কর।

ঘ. উদ্দীপকের আউটপুট S এবং C_0 বুলিয়ান সমীকরণের সরলকৃত মান সত্যক সারণির মাধ্যমে দেখাও।

২১.



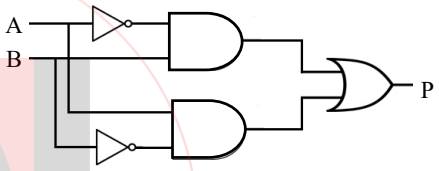
ক. সর্বজনীন লজিক গেইট কাকে বলে?

খ. ১ + ১ = ১০ ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত F এর মান সত্যক সারণিসহ– ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের NAND গেইটের পরিবর্তে AND গেইট ব্যবহার করা হলে এর F সমীকরণ বাস্তবায়ন কর।

২২.



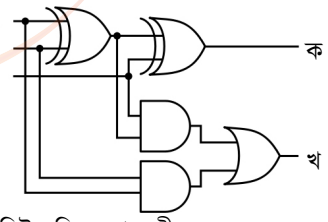
ক. ফুল-অ্যাডার কী?

খ. বাইনারি যোগ ও বুলিয়ান যোগ এক নয়– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের ব্যবহৃত গেইট সমূহ বর্ণনা কর।

ঘ. উদ্দীপকের P-এর সরলীকৃত মান বের করে তা NAND gate দ্বারা বাস্তবায়ন কর।

২৩.



ক. আলফানিউমেরিক কোড কী?

খ. সাধারণ অ্যালজেবরা ও বুলিয়ান অ্যালজেবরা এক নয়– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের ডিভাইসটির সত্যক সারণি লিখ।

ঘ. উদ্দীপকের ক ও খ অংশের রাশিমালা মৌলিক গেইটের সাহায্যে বাস্তবায়ন কর।

২৪.

সারণি-১		
ইনপুট		আউটপুট
P	Q	R
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

সারণি-২		
ইনপুট		আউটপুট
P	Q	R
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ক. হাফ-অ্যাডার কী?

খ. বিয়োগের কাজ যোগের মাধ্যমে করা সম্ভব– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের সত্যক সারণি-১ কোন লজিক গেইটকে নির্দেশ করে-ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের সত্যক সারণি-২ এর নির্দেশক লজিক গেইট দ্বারা $R = P + Q$ সমীকরণ বাস্তবায়ন সম্ভব-বিশ্লেষণ কর।

২৫. ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স-এ একেক ধরনের কাজের জন্য একেক ধরনের বর্তনী ব্যবহার হয়। কম্পিউটারে বিভিন্ন লজিক গেটের মাধ্যমে তৈরি যুক্তি বর্তনীর গঠন যেমন NOR ও NAND গেইট দিয়ে যেকোনো গেইট বাস্তবায়ন করা যায়। লজিক সমীকরণের উপর যুক্তি বর্তনীর আকার অনেকটা নির্ভর করে। সমীকরণ সরলীকরণের জন্য বুলিয়ানের উপপাদ্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

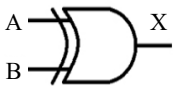
ক. EBCDIC কী?

খ. NOR গেইট দিয়ে XOR গেইট– ব্যাখ্যা কর।

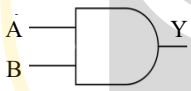
গ. উদ্দীপকের উপপাদ্য ব্যবহার করে দেখাও যে,
$$(X+Y)(\overline{X}+Z)(Y+Z)=(X+Y)(\overline{X}+Z)$$

ঘ. $\overline{A \oplus B}$ সমীকরণটিকে উদ্দীপকের উল্লিখিত গেইটদ্বয়ের মধ্যে কোনটির সাহায্যে বাস্তবায়ন করা যায় বিশ্লেষণ কর।

২৬.



চিত্র-১



চিত্র- ২

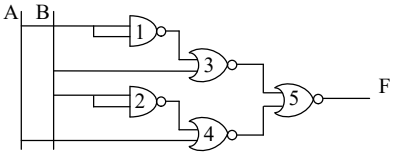
ক. ইউনিকোড কী?

খ. প্যারিট বিট বলতে কী বোঝ?

গ. চিত্র-১ ও চিত্র-২ লজিক গেইটের সাহায্যে কোন অ্যাডার তৈরি করা যায় তা চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

ঘ. চিত্র-১ এর আউটপুট X কে যদি চিত্র-২ এর ইনপুট A এর পরিবর্তন ব্যবহার করা হয় তাহলে প্রাপ্ত সমীকরণের সরলীকৃত মানকে NAND gate দ্বারা বাস্তবায়ন কর।

২৭.



ক. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ কী?

খ. কম্পিউটার ডিজাইনে বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহারের কারণ লেখ।

গ. উদ্দীপকের চিত্র অনুসারে F এর সরলীকৃত মান নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের সার্কিটটির সরলীকৃত মান যে গেইটকে প্রকাশ করে তার বিপরীত গেইট তৈরির জন্য ৩, ৪, ৫ নং গেইটে কী পরিবর্তন করতে হবে তা বিশ্লেষণ কর।

২৮.

A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0
0	0	0
1	1	1

খ

ক

ক. সার্কিট কী?

খ. XOR, XNOR গেইটদ্বয় কেন একটি সমন্বিত বর্তনী– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত 'ক' থেকে 'খ' কে বাইনারি সংখ্যা বিবেচনায় এর পরিপূরক পদ্ধতিতে বিয়োগ কর।

ঘ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত ইনপুট দ্বারা কোন ধরনের অ্যাডার তৈরি সম্ভব-বিশ্লেষণ কর।

২৯. মান্নান স্যারের মাসিক পত্রিকা বিল $(F6.C)_6$ ও মাসিক ইলেকট্রিক বিল $(7)_8$ তিনি ক্লাসে সোমা এবং মাধবীকে জিজ্ঞাসা করলেন তোমাদের গ্রামের বাড়ি কোথায়? সোমা বলল চট্টগ্রাম 89 কি.মি. উত্তরের এবং মাধবী বলল চট্টগ্রাম হতে 65 কি.মি. উত্তরে।

ক. বুলিয়ান ধ্রুবক কী?

খ. AND গেইটে যেকোনো একটি ইনপুট মিথ্যা হলে আউটপুট মিথ্যা হয়– ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের মান্নান স্যারের পত্রিকার বিল ও ইলেকট্রিক বিলের যোগফল হেক্সাডেসিম্যালে প্রকাশ কর।

ঘ. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতিতে সোমার বাড়ি হতে মাধবীর বাড়ির দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩০. $(৩৭৪.২৫৩)_৮$ ও $(৯A৭.০৫C)_{১৬}$

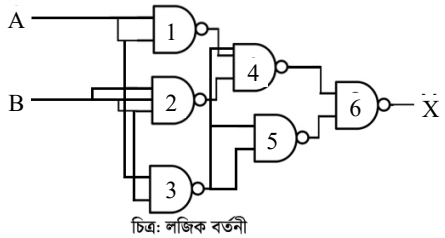
ক. সর্বজনীন গেইট কী?

খ. বাইনারি পদ্ধতিতে স্থানীয় মান বলতে কী বুঝায়?

গ. উদ্দীপকের ১ম সংখ্যাকে ২য় সংখ্যায় এবং ২য় সংখ্যাকে ১ম সংখ্যায় প্রকাশ কর।

ঘ. উদ্দীপকের সংখ্যা দুইটি হেক্সাডেসিম্যাল নিয়মে যোগ করে যোগফল ডেসিমেল সংখ্যায় প্রকাশ কর।

৩১.

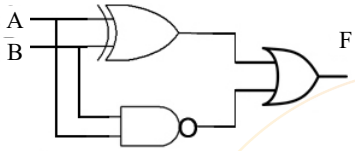


চিত্র: লজিক বর্তনী

ক. প্যারালাল লোড রেজিস্টার কী?
খ. কম্পিউটারে ঋণাত্মক সংখ্যা লেখার পদ্ধতি আলোচনা কর।
গ. প্রমাণ কর যে, উদ্দীপকের লজিক বর্তনীটি সামগ্রিকভাবে একটি ন্যান্ড গেইট হিসেবে আচরণ করে।
ঘ. ৬নং গেইট এর স্থলে কোন গেইট প্রতিস্থাপন করলে বর্তনীটি সামগ্রিকভাবে একটি নর গেইট হিসেবে বাস্তবায়িত হবে- বিশ্লেষণপূর্বক সত্যতা যাচাই কর।

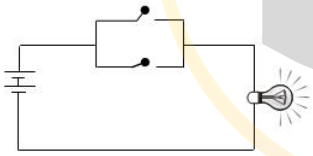
৩২. জনাব রায়হান একাদশ শ্রেণির ছাত্র-ছাত্রীদেরকে আইসিটি বিষয়ের সংখ্যা পদ্ধতি বুঝাচ্ছেন। তিনি বললেন কম্পিউটার তার অভ্যন্তরীণ কার্যাবলি 0 ও 1 এর সাহায্যে সম্পাদন করে থাকে। কম্পিউটার দশমিক সংখ্যা বুঝে না। তিনি ৭৩২.৬৭ সংখ্যাটিকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তর করে দেখালেন।
ক. ডিকোডার কী?
খ. NOR গেইটকে সর্বজনীন গেইট বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সংখ্যাটিকে কম্পিউটারের বোধগম্য সংখ্যায় রূপান্তর কর ও 10111এর সাথে যোগ কর।
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত রূপান্তরিত সংখ্যাটি কম্পিউটারের জন্য অত্যাবশ্যকীয়– বিশ্লেষণ কর।

৩৩.



ক. বিট কী?
খ. বাইনারিকে কেন বেজ ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি বলা হয়? ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত F এর মান সত্যক সারণিসহ ব্যাখ্যা কর।
ঘ. উদ্দীপকের NAND গেইটের পরিবর্তে AND গেইট ব্যবহার করা হলে এর F সমীকরণ বাস্তবায়ন কর।

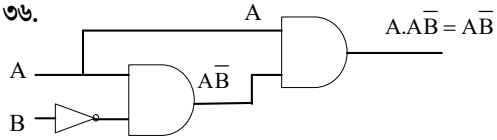
৩৪.



ক. শিফট রেজিস্টার কী?
খ. হাফ অ্যাডার কেন ব্যবহার করা হয়– আলোচনা কর।
গ. উদ্দীপকের বর্তনীটি যে গেইটকে নির্দেশ করে তার সত্যক সারণিসহ লজিক চিত্র আঁক।
ঘ. উদ্দীপকের যুক্তিটি তুমি কীভাবে ইলেক্ট্রিক সুইচিং সিস্টেমে প্রয়োগ করা যায় তা বিশ্লেষণ কর।

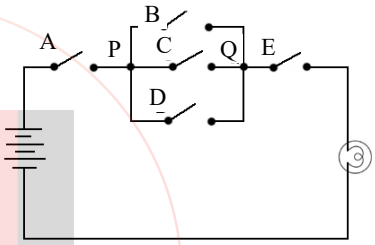
৩৫. বিজ্ঞান মেলায় উপস্থাপনের জন্য মিনা দুটি সুইচ, একটি ব্যাটারি ও একটি বাতি দিয়ে এমন একটি বর্তনী তৈরি করল যাতে দুটি সুইচ একত্রে অন বা অফ থাকলে বাতিটি জ্বলবে। অপরদিকে তার বন্ধু বাদল এর বিপরীত বর্তনীটি উপস্থাপন করল যেখানে বাতিটি জ্বলবে যেকোন একটি সুইচ অন ও অপরটি অফ রাখতে হয়। বর্তনী দুটি তাদের আইসিটি শিক্ষককে দেখালে তিনি তাদের বর্তনী দুটিকে অপর একটি মৌলিক গেইট দ্বারা যুক্ত করে এমন একটি বর্তনী তৈরি কর যেন বাতিটি সার্বক্ষণিক জ্বলে থাকবে।
ক. '২' এর পরিপূরক কী?
খ. ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স পদ্ধতিতে অভ্যন্তরীণ কাজে সরাসরি দশমিক পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় না কেন?
গ. বাদলের তৈরি বর্তনীর সত্যক সারণি তৈরি কর।
ঘ. উদ্দীপকে ICT শিক্ষকের নির্দেশনাটি লজিক সার্কিট অঙ্কন করে বিশ্লেষণ কর।

৩৬.



ক. ডি-মরগানের উপপাদ্য লিখ।
খ. $(69)_{10}$ সংখ্যাকে কম্পিউটার সরাসরি গ্রহণ করে না- ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকের বর্তনীটিতে সমীকরণ ও সত্যক সারণি লিখ।
ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীটিতে কী ধরনের পরিবর্তন আনলে আউটপুট $F = A + A\bar{B}$ পাওয়া যাবে?

৩৭.



ক. অ্যাসিনক্রোনাস কাউন্টার কী?
খ. সংখ্যা পদ্ধতির সাহায্যে যেকোনো পরিমাপকে প্রকাশ করা যায়? ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকের চিত্রে P ও Q-এর মধ্যবর্তী অংশটি কোন গেইট নির্দেশ করে? লজিক চিত্র এবং সত্যক সারণীসহ ব্যাখ্যা কর।
ঘ. উদ্দীপকের সম্পূর্ণ বর্তনীর কর্মপদ্ধতি এক বা একাধিক মৌলিক গেইটের সাহায্যে প্রকাশ করা সম্ভব-চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।

৩৮.

P	Q	R
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

সারণি-১

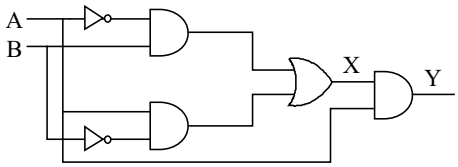
P	Q	R
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

সারণি-২

ক. স্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি কী?
খ. কম্পিউটার ASCII কোড ব্যবহার করা হয় কেন?
গ. উদ্দীপকের সারণি-১ কোন লজিক গেইটকে নির্দেশ করে–ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের সারণি-২ এর নির্দেশক লজিক গেইট দ্বারা R = P + Q সমীকরণ বাস্তবায়ন সম্ভব- বিশ্লেষণ কর।

৩৯.



ক. বুলিয়ান চলক কী?
খ. সর্বজনীন গেইট দ্বারা যেকোনো মৌলিক গেইট বাস্তবায়ন সম্ভব– ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকে 'X' এর সরলীকৃত মানের লজিক সার্কিট অঙ্কন কর।
ঘ. 'উদ্দীপক হতে প্রাপ্ত 'Y' এর মান শুধু 'NAND' গেইট দ্বারা বাস্তবায়ন সম্ভব'– বিশ্লেষণপূর্বক উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর।

ঙ. সমন্বিত অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রশ্ন

১. জামি তার বাসার নেটওয়ার্কে যে ক্যাবল ব্যবহার করে তাতে RJ-45 কানেক্টর ব্যবহার করে। অন্যদিকে সুমাইয়া তার বাসার নেটওয়ার্কে এমন মাধ্যম ব্যবহার করে যাতে RG-8 কানেক্টর ব্যবহার করা হয়। ◀২ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. ব্রিজ কী?
খ. 7 + 1 = 10 কেন? ব্যাখ্যা কর।
গ. রিপিটার ছাড়া ক্যাবল দুটির ন্যূনতম ট্রান্সমিশন পাল্লা বাইনারিতে যোগ কর।
ঘ. বাসা বাড়ীতে কম্পিউটার নেটওয়ার্ক স্থাপনের জন্য উদ্দীপকের কোন মাধ্যমটি অধিকতর সহজ? বিশ্লেষণ কর।

২. নিয়ামা কম্পিউটারে বসে একটি চিঠি টাইপ করে সেটি তার কানাডা প্রবাসী বড় ভাইয়ের কাছে মেইল করে দিল। তার বাবা বললো আমাদের সময় এমন সিস্টেম ব্যবহার করা হতো যেখানে শুধু টেক্সট ম্যাসেজ প্রদান করা যেতো। ◀২ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. রেজিস্টার কী?
খ. যে টপোলজিতে সবগুলো কম্পিউটারের সাথে সবগুলো কম্পিউটার সংযুক্ত তা ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকের কোন ক্ষেত্রে কোন ব্যান্ডউইডথ ব্যবহার করা হয়েছে তা বর্ণনা কর।
ঘ. উক্ত ব্যান্ডউইডথ গুলোর নিম্ন সীমা kbps এককে রূপান্তর কর এবং সর্বনিম্ন দুটির পার্থক্য যোগের মাধ্যমে নির্ণয় করা সম্ভব কিনা- যুক্তিসহ উপস্থাপন কর।

৩. ফারা কম্পিউটারে বসে একটি চিঠি টাইপ করে সেটি তার কানাডা প্রবাসী বড় ভাইয়ের কাছে মেইল করে দিল। উক্ত কাজটিতে যে মাধ্যম ব্যবহৃত হয়েছে তার ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ডউইডথ হলো 0.3 GHz থেকে 300 GHz । তার বাবা বললো উক্ত কাজে আমাদের অফিসে এমন একটি মাধ্যম ব্যবহার করা হয়েছে যাতে অপ্টো-ইলেকট্রনিক সার্কিট ব্যবহৃত হয়। ◀২ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. অ্যাডার কী?
খ. হাবের চেয়ে সুইচ উত্তম -ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপকের নিম্ন সীমাকে KHz এককে প্রকাশ করে তাকে হেক্সাডেসিম্যালে রূপান্তর কর।
ঘ. "ফারার বাবার অফিসে ব্যবহৃত মাধ্যমটি অপেক্ষাকৃত সুবিধাজনক"- যুক্তিসহ মূল্যায়ন কর।

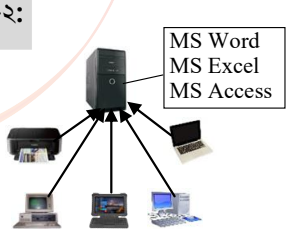
৪. সুমাইয়া স্মার্টফোনে Uber অ্যাপ ব্যবহার করে একটি গাড়ী ডাকলেন এবং অফিসে পৌছালেন। অফিসে তার বড় ভাই জামি তার সাথে দেখা করতে এসেছে। বড় ভাইকে আপ্যায়নের জন্য সুমাইয়া স্মার্টফোনের অন্য একটি অ্যাপ ব্যবহার করে হোটেলে খাবার অর্ডার দিলেন এবং কিছুক্ষণের মধ্যেই অফিসে খাবার পৌছে গেল। সুমাইয়া যে হোটেলে খাবার অর্ডার দিল তার নাম $(3068)_{10}$ এর হেক্সাডেসিম্যাল মানের সমান। ◀১ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. জিপিএস কী?
খ. প্রযুক্তি নির্ভর বিশ্বই বিশ্বগ্রাম— ব্যাখ্যা কর।
গ. হোটেলটির নাম কী তা দেখাও।
ঘ. বিশ্বগ্রাম তৈরিতে সুমাইয়ার ব্যবহৃত প্রযুক্তিটির ভূমিকা মূল্যায়ন কর।

৫. রহিম তার বন্ধু করিমের কাছে 5B, $(1011)_2$ এবং 3A সংখ্যা তিনটির যোগফল জানতে চাইল। করিম যোগফলটি কম্পিউটার থেকে প্রিন্টারের মাধ্যমে প্রিন্ট করল এবং ইন্টারনেট-এর মাধ্যমে রহিমের নিকট পাঠিয়ে দিল। ◀২ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. ডিকোডার কী?
খ. ২ এর পরিপূরক পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্দীপক অনুসারে সংখ্যা তিনটির বাইনারি যোগফল কত?
ঘ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত ট্রান্সমিশন মেথডদ্বয়ের মধ্যে কোনটি উত্তম? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৬. দৃশ্যকল্প-১: জয় ও বিজয় দুই বন্ধু। জয়কে বিজয় বয়স লিখতে বললে সে 10110 লিখে।
দৃশ্যকল্প-২:



◀২ ও ৩ অধ্যায়ের সমন্বয়ে

ক. কোড কাকে বলে?
খ. দশমিক ও বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির মূল পার্থক্য হলো ভিত্তিতে– ব্যাখ্যা কর।
গ. দৃশ্যকল্প-১ এর সংখ্যাটিকে চিহ্নিতপূর্বক দশমিকে প্রকাশ কর।
ঘ. দৃশ্যকল্প-২ এর চিত্রটি নেটওয়ার্ক স্থাপনের উদ্দেশ্যের সাথে কতটুকু সাদৃশ্যপূর্ণ? বিশ্লেষণ কর।

চ. সৃজনশীল জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন

▶ জ্ঞানমূলক

সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস ও সংখ্যা পদ্ধতি

১. ডিজিট বা অংক কী? *[মাদ্‌রাসা.বো. ১৭]*
২. সংখ্যা পদ্ধতি বলতে কী বুঝ? *[য.বো. ১৭,মাদ্‌রাসা.বো. ১৬]*
৩. স্থানীক সংখ্যা পদ্ধতি কী?
৪. অস্থানিক সংখ্যা পদ্ধতি কী?
৫. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ কী? *[ঢা.বো. ১৭; চ.বো. ১৭]*
৬. বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি কী? *[ঢা.বো. ১৯]*
৭. বিট কী?
৮. বাইট কী?
৯. নিবল কী?
১০. অক্টাল সংখ্যা পদ্ধতি কী?
১১. হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যা পদ্ধতি কী?

বাইনারি যোগ ও বিয়োগ,চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও ২-এর পরিপূরক

১২. বাইনারি গুণের নিয়ম চারটি কী?
১৩. ১-এর পরিপূরক কী?
১৪. ২-এর পরিপূরক কী? *[সি.বো. ১৭]*

কোড ও বিভিন্ন প্রকার কোডের ধারণা

১৫. কোড কী? *[দি.বো. ১৭, রা.বো. ১৬; ব.বো. ১৯]*
১৬. বিসিডি কোড কী? *[সি., য.বো. ১৯]*
১৭. আলফানিউমেরিক কোড কী?
১৮. ASCII কী? *[চ.বো. ১৬; রা.বো. ১৯]*
১৯. ইউনিকোড কী? *[রা.বো. ১৭;দি., কু., চ.বো. ১৯]*

বুলিয়ান অ্যালজেবরা ও ডিজিটাল ডিভাইস

২০. বুলিয়ান অ্যালজেবরা কী? *[য.বো. ১৭]*
২১. বুলিয়ান চলক কী?
২২. বুলিয়ান ধ্রুবক কী?
২৩. বুলিয়ান পূরক কী?
২৪. বুলিয়ান স্বতঃসিদ্ধ কী? *[ঢা.বো. ১৭]*
২৫. বুলিয়ান দ্বৈতনীতি কী?
২৬. বুলিয়ান উপপাদ্য কী?
২৭. সত্যক সারণি কী? *[দি.বো. ১৯]*
২৮. অর অপারেশন কী?
২৯. অ্যান্ড অপারেশন কী?
৩০. নট-অপারেশন কী?

ডি মরগানের উপপাদ্য

৩১. ডি-মরগানের উপপাদ্য কী?
৩২. ডি-মরগানের উপপাদ্য দুটি লেখ।
৩৩. ডি-মরগ্যানের প্রথম উপপাদ্য কী?
৩৪. ডি-মরগ্যানের দ্বিতীয় উপপাদ্য কী?

মৌলিক গেইট

৩৫. লজিক গেইট কী? *[চ.বো. ১৭; সি., ব. বো. ১৬]*
৩৬. মৌলিক গেইট কী? *[মাদ্‌রাসা.বো. ১৭]*
৩৭. OR Gate কী?
৩৮. AND Gate কী?
৩৯. NOT Gate কী?

সর্বজনীন গেইট ও বিশেষ গেইট

৪০. সর্বজনীন গেইট কী? *[চ., য.বো. ১৯]*
৪১. নর(NOR) গেইট কী?
৪২. ন্যান্ড গেইট (NAND) কী?
৪৩. এক্সঅর গেইট কী?
৪৪. এক্সনর গেইট কী?

এনকোডোর ও ডিকোডার

৪৫. এনকোডার কী? *[ব.বো. ১৭; য.বো. ১৬; ঢা.বো. ১৯]*
৪৬. ডিকোডার কী? *[সি.বো. ১৭]*

অ্যাডার

৪৭. অ্যাডার কী? *[কু., ব.বো. ১৯]*
৪৮. হাফ অ্যাডার কী?
৪৯. ফুল অ্যাডার কী?
৫০. বাইনারি অ্যাডার কী?

রেজিস্টার

৫১. রেজিস্টার কী? *[কু., ব.বো. ১৭; কু.বো. ১৬; রা.বো. ১৯]*
৫২. প্যারালাল লোড রেজিস্টার কী?
৫৩. শিফট রেজিস্টার কী?
৫৪. ক্লক পালস কী?

কাউন্টার

৫৫. কাউন্টার কী?
৫৬. কাউন্টারের মোড কী? *[সি.বো. ১৯]*
৫৭. সিনক্রোনাস কাউন্টার কী?
৫৮. অ্যাসিনক্রোনাস কী?

▶ অনুধাবনমূলক

সংখ্যা আবিষ্কারের ইতিহাস ও সংখ্যা পদ্ধতি

১. সংখ্যার গঠন তার ভিত্তিক উপর নির্ভর করে-ব্যাখ্যা কর।
২. "নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি বড় ধরনের সংখ্যা প্রকাশের উপযোগী নয়" ব্যাখ্যা কর।
৩. $(298)_8$ সংখ্যাটি সঠিক কিনা—ব্যাখ্যা কর। *[সি.বো. ১৬]*
৪. $(1011)_8$ সংখ্যাটি কোন ধরনের—ব্যাখ্যা কর।
৫. $(১১)_{১০}$ সংখ্যাটিকে পজিশনাল সংখ্যা বলা হয় কেন? *[য.বো. ১৭]*
৬. "অক্ট্যাল তিন বিটের কোড"–বুঝিয়ে লেখ। *[দি.বো. ১৬]*
৭. "হেক্সাডেসিম্যাল চার বিটের কোড" ব্যাখ্যা কর।

৮. বাইনারি পদ্ধতিতে স্থানীয় মান বলতে কী বুঝায়?
৯. ডিজিটাল ডিভাইসে ব্যবহৃত সংখ্যা পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। *[দি.বো. ১৯]*
১০. কম্পিউটারের ক্ষেত্রে ডিজিটাল সিগন্যাল উপযোগী কেন? ব্যাখ্যা কর। *[য.বো. ১৭]*
১১. $(269)_{10}$ সংখ্যাকে কম্পিউটার সরাসরি গ্রহণ করেনা- ব্যাখ্যা কর। *[চ.বো. ১৬]*
১২. ডিজিটাল ইলেকট্রনিক পদ্ধতিতে অভ্যন্তরীণ কাজে সরাসরি দশমিক পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় না কেন?
১৩. কম্পিউটার কেন ডিজিটাল সিগনাল ছাড়া কাজ করতে পারে না– ব্যাখ্যা কর।
১৪. '১-এর পরের সংখ্যাটি ১০ হতে পারে '- ব্যাখ্যা কর।
১৫. '১০ এর পূর্ববর্তী সংখ্যা ৭'-ব্যাখ্যা কর।
১৬. 3+5=10 কেন? ব্যাখ্যা কর। *[চ.বো. ১৭]*
১৭. 9+7=10 সম্ভব কি-না?? ব্যাখ্যা কর। *[কু.বো. ১৯]*
১৮. 6+5+3=1110 হতে পারে-ব্যাখ্যা কর। *[ঢা.বো. ১৯]*
১৯. 3D/5D কোন ধরনের সংখ্যা? ব্যাখ্যা কর। *[কু.বো. ১৭]*
২০. বিট ও বাইট একই নয়– কেন?
২১. কম্পিউটারের ডেসিম্যাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর করা প্রয়োজন কেন?
২২. 7 + 1 = 10 কেন? ব্যাখ্যা কর।

বাইনারি যোগ ও বিয়োগ, চিহ্নযুক্ত সংখ্যা ও ২ এর পরিপূরক

২৩. চিত্রযুক্ত সংখ্যা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা দাও। *[মাদ্‌রাসা.বো. ১৬]*
২৪. ২-এর পরিপূরক ডিজিটাল বর্তনীকে সরল করে-ব্যাখ্যা কর। *[রা.বো. ১৯]*
২৫. "২-এর পরিপূরক করলে সংখ্যার শুধুমাত্র চিহ্নের পরিবর্তন হয়"-বুঝিয়ে লেখ। *[সি.বো. ১৯]*
২৬. ২-এর পরিপূরক গঠনের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করা। *[দি.বো. ১৭]*
২৭. কম্পিউটার যোগের মাধ্যমে বিভিন্ন গাণিতিক কাজ সমাধান করে– বুঝিয়ে লেখ।
২৮. বিয়োগের কাজ যোগের মাধ্যমে করা সম্ভব– ব্যাখ্যা কর। *[রা.বো. ১৬]*

কোড ও বিভিন্ন প্রকার কোডের ধারণা

২৯. ইউনিকোডের পূর্বে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত আলফানিউমেরিক কোডটি ব্যাখ্যা কর। *[ঢা.বো. ১৭]*
৩০. ইউনিকোড 'বাংলা' ভাষা বুঝতে পারে-ব্যাখ্যা কর। *[ঢা.বো. ১৯]*
৩১. BCD কোনো সংখ্যা পদ্ধতি নয়-ব্যাখ্যা কর। *[মাদ্‌রাসা.বো. ১৭]*
৩২. $(১৫)_{১০}$ এর সমকক্ষ BCD কোড ও বাইনারি সংখ্যার মধ্যে কোনটিতে বেশি বিট লাগে? ব্যাখ্যা কর।
৩৩. বিশ্বের সকল ভাষাকে কোডভূক্ত করা সম্ভব হয়েছে-ব্যাখ্যা কর। *[য.বো. ১৯]*
৩৪. ইউনিকোড বিশ্বের সকল ভাষাভাষী মানুষের জন্য আশীর্বাদ— বুঝিয়ে লেখ। *[চ.বো. ১৭]*

বুলিয়ান অ্যালজেবরা

৩৫. সাধারণ অ্যালজেবরা ও বুলিয়ান অ্যালজেবরা এক নয়– ব্যাখ্যা কর।
৩৬. '1+1+1=1'- ব্যাখ্যা কর। *[চ.বো. ১৯]*
৩৭. M(M+N)=M ব্যাখ্যা কর। *[কু.বো. ১৯]*
৩৮. '1+1=1'- ব্যাখ্যা কর। *[ঢা.বো. ১৬]*
৩৯. বুলিয়ান যোগ ও গুণ-এর সাথে বীজগাণিতিক যোগ ও গুণ-এর সামঞ্জস্যতা ব্যাখ্যা কর।
৪০. 'বাইনারি ১+১ ও বুলিয়ান ১+১ এক নয়'— বুঝিয়ে বল। *[সি.বো. ১৭]*
৪১. কোন যুক্তিতে ১+১=১ ও ১+১=১০ হয়? ব্যাখ্যা কর। *[রা.বো. ১৭]*
৪২. সত্যক সারণি কেন ব্যবহার করা হয় লেখ।

মৌলিক গেইট

৪৩. আউটপুট ইনপুটের যৌক্তিক বিপরীত - ব্যাখ্যা কর। *[কু.বো. ১৭]*

সর্বজনীন গেইট ও বিশেষ গেইট

৪৪. NOR গেইটের প্রয়োজনীয়তা– ব্যাখ্যা কর।
৪৫. NOR গেইটকে সর্বজনীন গেইট বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। *[মাদ্‌রাসা.বো. ১৭]*
৪৬. কোন কোন গেইটকে সর্বজনীন গেইট বলা হয় এবং কেন?
৪৭. পাঁচ ইনপুটের অ্যান্ড গেইট বাস্তবায়নের জন্য কয়টি ন্যান্ড গেইট প্রয়োজন? বুঝিয়ে লেখ। *[সি.বো. ১৯]*
৪৮. NAND গেইট দিয়ে OR গেইট বাস্তবায়ন কর। *[দি.বো. ১৯]*
৪৯. অর গেইটের তুলনায় এক্সঅর গেইট এর সুবিধা-ব্যাখ্যা কর। *[ব.বো. ১৭]*
৫০. এক্সঅর গেইট মৌলিক গেইটের সমন্বিত লজিক গেইট- ব্যাখ্যা কর। *[ব.বো. ১৬]*
৫১. XOR, XNOR গেইটদ্বয় কেন একটি সমন্বিত বর্তনী– ব্যাখ্যা কর।
৫২. নর গেইটের সকল ইনপুট একই হলে গেইটটি মৌলিক গেইট হিসেবে কাজ করে-বুঝিয়ে লিখ। *[ঢা.,দি.,সি.,য.বো. ১৮]*

এনকোডার ও ডিকোডার

৫৩. এনকোডার ডিজিটাল ডিভাইসে কীভাবে ব্যাপক ভূমিকা রাখে? *[রা.,কু.,চ.,ব.বো. ১৮]*
৫৪. কোডেড ডেটাকে আনকোডেড ডেটায় রূপান্তরের ডিভাইসটি ব্যাখ্যা কর। *[য.বো. ১৯]*
৫৫. যান্ত্রিক ভাষাকে মানুষের ভায়ায় বোঝানোর উপযোগী লজিক সার্কিটটি ব্যাখ্যা কর। *[ঢা.বো. ১৭; চ.বো. ১৯]*

অ্যাডার

৫৬. হাফ অ্যাডার কেন ব্যবহার করা হয়– আলোচনা কর।

রেজিস্টার

৫৭. চারবিট রেজিস্টারে চারটি ফ্লিপফ্লপ থাকে- বুঝিয়ে লেখ। *[সি.বো. ১৭]*