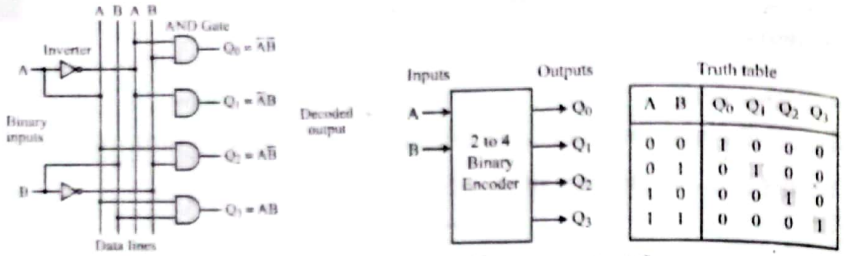
১১.২ 4/8 বিট ডিকোডারের লজিক ডায়াগ্রাম ও কার্যপ্রণালী (The logic diagram and operation of (4/8 bit) decoder) ঃ

❑ **2 টু 4 ডিকোডার ঃ** এই ডিকোডারে 2 টি ইনপুটের জন্য 4টি আউটপুট পাওয়া যায়। 4টি AND গেইট দ্বারা এই সার্কিট বাস্তবায়ন করা যায়। নিম্নে 2 × 4 ডিকোডারের লজিক ডায়াগ্রাম, ব্লক ডায়াগ্রাম ও ট্রুথ টেবিল দেখানো হলো–

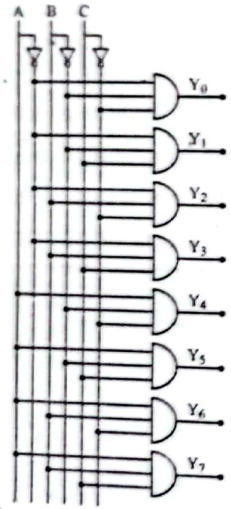


Truth table

A	B	Q_0	Q_1	Q_2	Q_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 ঃ ১১.২ 2 to 4 ডিকোডার্স সার্কিটের বর্তনী ব্লক ডায়াগ্রাম ট্রুথ টেবিল

❑ **3 হতে 8 ডেকোডার (3 to 8 Decoder) ঃ** এই ডিকোডারে 3টি ইনপুটের জন্য 8টি (= 2^3) কোড-শব্দকে 8টি আউটপুট রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট করা হয়। এই ডিকোডারকে বাইনারি হতে অক্টাল (Binary to Octal) ডিকোডারও বলা হয়। ১১.৩ নং চিত্রে এই ডিকোডারের বর্তনী দেখানো হলো। এখানে AND গেইট ব্যবহার করায় এক-একটি কোড-শব্দের জন্য সংশ্লিষ্ট আউটপুট রেখা লজিক 1 হয়। NAND গেইট ব্যবহার করলে সক্রিয় রেখার লজিক 0 এবং অন্যান্য রেখায় লজিক 1 হয়।



চিত্র ঃ ১১.৩ 3 to 8 ডিকোডার বর্তনী

এখানে A, B ও ইনপুট প্রদানের জন্য এবং Y_0, Y_1, Y_2 ..... Y_7 আউটপুট প্রদানের জন্য ব্যবহার করা হয়েছে। এই আউটপুটগুলো 7-segment display-তে প্রদান করা হয়।

কার্যপ্রণালি ঃ ইনপুট আগত বাইনারি ডাটা প্রকৃতি অনুযায়ী যথাযথ AND Gate-এর Output High হয় এবং তা 7-Segment display-এর সংশ্লিষ্ট সেগমেন্টগুলোকে Active করে। ফলে ইনপুটে প্রদত্ত বাইনারি ডাটার সমতুল্য ডাটা আউটপুটে পাওয়া যাবে।

ডিকোডার সার্কিটের ব্যবহার (Application to Decoder) ঃ

(ক) Machine to Man যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করে।
(খ) Binary to Decimal-এ রূপান্তর করে।
(গ) Output device-এ ব্যবহৃত হয়।
(ঘ) ইন্টারফেসিং ডিভাইস হিসেবে ব্যবহৃত হয়।
(ঙ) মেশিন কোডকে ফিজিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে।

১১.৩ কমন অ্যানোড/ক্যাথোড টাইপ সেভেন সেগমেন্ট ডিসপ্লের জন্য 4-বিট BCD ডিকোডার/ড্রাইভার-এর চিত্রসহ কার্যনীতি (Sketch the diagram of commonly used 4-bit BCD decoder/driver for seven segment display of common Anode/Cathode type) ঃ

7-অঙ্ক প্রদর্শক (7-segment display) ঃ

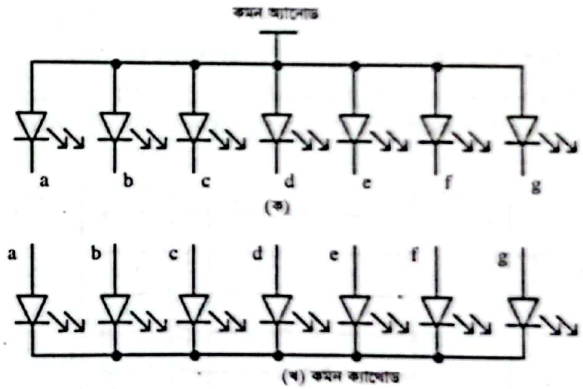
7-অঙ্ক প্রদর্শকে (7-segment display) 7টি অথবা 8টি LED থাকে; ১১.৪ (ক) নং চিত্রে এই অঙ্গগুলোর সমাবেশ দেখানো হলো। অঙ্গগুলোকে বিভিন্নভাবে প্রজ্বলিত করে বিভিন্ন অঙ্ক বা অক্ষর প্রদর্শন করা সম্ভব, যেমন– a, b এবং c অঙ্গগুলোকে প্রজ্বলিত করে 7 বুঝানো হয়।

চিত্র ঃ ১১.৪ (ক) 7-অঙ্গ প্রদর্শক, (খ) ০ হতে ৯ পর্যন্ত প্রদর্শন

১১.৪ (খ) নং চিত্রে ০ হতে ৯ পর্যন্ত অঙ্কগুলো প্রদর্শনের জন্য সংশ্লিষ্ট LED-সমূহ দেখানো হলো। এসব অঙ্ক ছাড়া কয়েকটি বিশেষ সংকেত (যেমন– [,]) এবং কয়েকটি অক্ষরও (যেমন– A, C, P) দেখানো সম্ভব। তবে সাধারণত শুধু অঙ্ক দেখানোর জন্য 7-অঙ্গ প্রদর্শক ব্যবহার করা হয়।

7-অঙ্গ প্রদর্শকের LED-গুলোর সংযোগের জন্য যে দুটি সংযোগ ব্যবস্থা ব্যবহার করা হয় তা হলো, (ক) সাধারণ অ্যানোড ও (খ) সাধারণ ক্যাথোড সংযোগ (চিত্র ঃ ১১.৫)। সাধারণ অ্যানোড সংযোগ প্রদর্শকের LED কে একটি রোধের মাধ্যমে ভূমিতে সংযুক্ত করতে হয়, আর সাধারণ ক্যাথোডের ক্ষেত্রে LED-কে রোধের মাধ্যমে সরবরাহে সংযুক্ত করতে হয়।

একটি 7-অঙ্গ প্রদর্শক দ্বারা একই সময়ে শুধু একটি অঙ্ক দেখানো সম্ভব। সুতরাং প্রদর্শনের জন্য যতটি অঙ্ক ততটি 7-অঙ্গ প্রদর্শক দরকার।



চিত্র ঃ ১১.৫ (ক) কমন অ্যানোড 7-segment সংযোগ, (খ) কমন ক্যাথোড 7-segment সংযোগ

১১.৬ অংশে একাধিক অঙ্ক প্রদর্শনের বিষয় আলোচনা করা হয়েছে। প্রদর্শনের জন্য 7-অঙ্গ প্রদর্শকের LED-সমূহকে DIP (Dual-In Lins) প্যাকেজে বসানো হয়। প্রতিটি অক্ষরের উচ্চতা 0.3 ইঞ্চি হয় এবং প্রায় 10 ফুট দূর হতে পরিষ্কার বুঝা যায়। 0.6 ইঞ্চি উচ্চতাবিশিষ্ট প্রদর্শকও পাওয়া যায়।

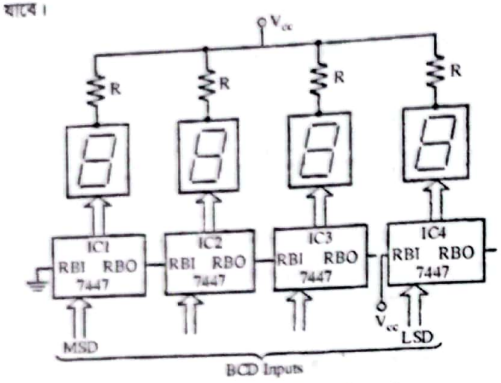
❑ **Seven segment ডিকোডার/ড্রাইভার (IC Seven segment decoder/driver for combined ckt) ঃ**

ডিজিটাল পদ্ধতিতে অভ্যন্তরীণ তথ্য বাইনারি প্রকৃতিতে থাকলেও প্রদর্শনের জন্য তা দশমিকে রূপান্তর করতে হয়। এজন্য বাইনারি (অথবা BCD) হতে দশমিকে ডিকোডার দরকার হয়। সাধারণ ডিকোডার দ্বারা খুব বেশি বিদ্যুৎপ্রবাহ (কয়েক মি.আ. এর বেশি) নেয়া সম্ভব হয় না। তাই ডিকোডারের সাথে ড্রাইভার বা চালকও দরকার হয়। এজন্য ডিকোডার ও ড্রাইভার সাধারণত একই একীভূত বর্তনী হিসেবে পাওয়া যায়।

CamScanner

4-বিট BCD ডিকোডার/ড্রাইভার (4-Bit BCD Decoder/Driver) ঃ 7-অঙ্গ প্রদর্শক দিয়ে চারটি অঙ্ক প্রদর্শনের ব্যবস্থা বাস্তবায়ন করতে হবে। বামদিকের অপ্রয়োজনীয় শূন্য থাকলে তা প্রদর্শন না করার ব্যবস্থা থাকা দরকার।

সমাধান ঃ চার অঙ্কের জন্য 0000 হতে 9999 পর্যন্ত সংখ্যা হতে পারে। তবে বামদিকের শূন্য প্রদর্শন করা হবে না। যেমন 0005 এর ক্ষেত্রে শুধু 5 প্রদর্শন করা হবে। নিম্নের চিত্রে এই প্রদর্শন পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। উল্লেখ, যে, 0000 প্রদর্শনের সময় ডানদিকের একটি শূন্য দেখা যাবে।

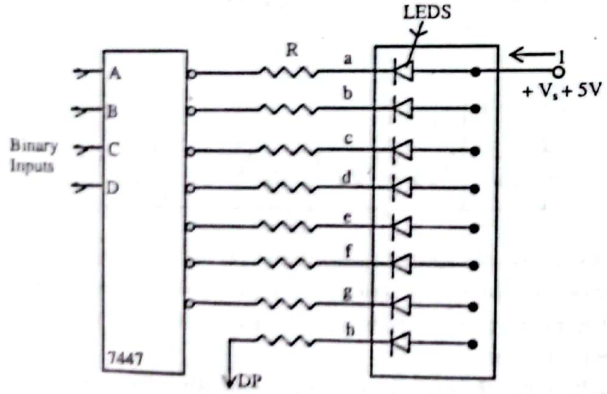


চিত্র ঃ ১১.৬ 7-অঙ্গ প্রদর্শক দিয়ে 4 টি প্রদর্শন

নিম্নে কয়েকটি উদাহরণের সাহায্যে তথ্য প্রদর্শনের জন্য একীভূত বর্তনী ডিকোডার/ড্রাইভারের ব্যবহার দেখানো হলো–

উদাহরণ-১। 7447 BCD হতে 7-অঙ্গ ডিকোডার/ড্রাইভারের সাথে একটি ৭-অঙ্গ প্রদর্শক সংযুক্ত করতে হবে।

সমাধান ঃ ১১.৭ নং চিত্রে একটি ডিকোডারের (TTL 7446, 7447) সাথে 7-অঙ্গ প্রদর্শকের সংযোগ দেখানো হয়েছে। এখানে প্রদর্শকের সাধারণ অ্যানোডে + 5 ভোল্ট সরবরাহ আছে। LED এর অন্য মাথাগুলো রোধের মাধ্যমে উপযুক্ত পিনের সাথে সংযুক্ত রয়েছে। ধরা যাক, BCD সংকেতের জন্য (DCBA) (0101)। এই অবস্থায় $\bar{a} = \bar{f} = \bar{g} = \bar{c} = \bar{d} = 0$ হওয়ায় সংশ্লিষ্ট LED এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎপ্রবাহ সৃষ্টি হয়ে গ্রহণমুখ সংকেতের সমকক্ষ ডেসিমেল 5 দেখা যাবে। $\bar{b} = \bar{c} = 1$ হওয়ায় b এবং c LED দুটি জ্বলবে না। সাধারণ অ্যানোডে 5 ভোল্ট এর বদলে 2 হতে 3 ভোল্ট সরবরাহ থাকলে প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ রোধের প্রয়োজন হয় না।



চিত্র ঃ ১১.৭ 7447 এর সাথে 7-অঙ্গ প্রদর্শকের সংযোগ

সাধারণত 7 অঙ্গ প্রদর্শকের LED-সমূহ 2.8 ভোল্ট ও 10 মি অ্যাম্পিয়ার এর জন্য হয়ে থাকে। সুতরাং 5 ভোল্ট সরবরাহের জন্য প্রবাহ নিয়ন্ত্রক রোধের মান $(5 - 2.8)/(10 \times 10^{-3}) = 220\ \Omega$ হয়। বাস্তব ক্ষেত্রে একটি (220–330)Ω রোধ ব্যবহার করা যেতে পারে।

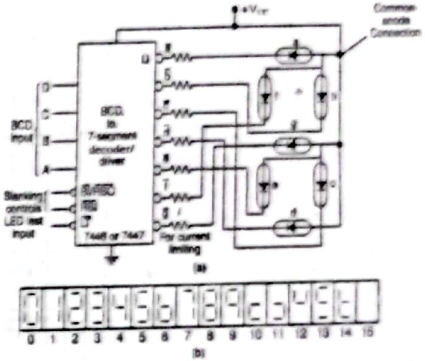
উদাহরণ-২। 7-অঙ্গ প্রদর্শক দিয়ে চারটি অঙ্ক প্রদর্শনের ব্যবস্থা বাস্তবায়ন করতে হবে। বামদিকের অপ্রয়োজনীয় শূন্য থাকলে তা প্রদর্শন না করার ব্যবস্থা থাকা দরকার।

সমাধান চার অঙ্কের জন্য 0000 হতে 9999 পর্যন্ত সংখ্যা হতে পারে, তবে বামদিকের শূন্য প্রদর্শন করা হবে না; যেমন 0005 এর ক্ষেত্রে শুধু 5 প্রদর্শন করা হবে। ১১.৮ নং চিত্রে এই প্রদর্শন পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। উল্লেখ্য যে, 0000 প্রদর্শনের সময় শুধু ডানদিকের একটি শূন্য দেখা যাবে।

*** BCD থেকে 7 সেগমেন্ট ডিকোডার/ড্রাইভার ঃ** এটি 4 বিটের BCD-কে ইনপুট হিসেবে গ্রহণ করে আর ডেসিমেল সংখ্যাকে ডিসপ্লে করার জন্য প্রয়োজনমতো LED এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহ করে। সাধারণ ডিকোডারের তুলনায় এটি বেশ জটিল। কারণ, একটি ডিজিট আউটপুট দেখার জন্য একাধিক ইনপুটের সমন্বয় ঘটাতে হয়। যেমন– 6 দেখার জন্য ইনপুট থাকে 0110।

পাশে একটি BCD থেকে 7-সেগমেন্ট ডিকোডারের চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ

এতে BCD ইনপুট প্রদানের জন্য A, B, C, D টার্মিনাল ব্যবহার করা হয়। প্রতিটি সেগমেন্টের জন্য একটি করে LED সংযুক্ত করা আছে, যাকে a থেকে g পর্যন্ত চিহ্নিত করা আছে। এতে মূল IC হিসেবে ব্যবহৃত হয় TTL 7446 বা 7447; এখানে প্রতিটি LED এর অ্যানোড $+V_{cc}$ এর মাধ্যমে সংযুক্ত আছে। আর প্রতিটি LED-এর ক্যাথোডগুলোর সাথে কারেন্ট লিমিটিং রেজিস্টার সংযুক্ত আছে।



চিত্র ঃ ১১.৮

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ডিকোডার কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৩]
অথবা, Decoder কী? [বাকাশিবো-২০২১]
উত্তর যে ইলেকট্রনিক বা লজিক সার্কিটের মাধ্যমে ইনপুটের বাইনারি সংখ্যা বা ডাটাকে আউটপুটে সমতুল্য ডেসিমেল সংখ্যায় প্রকাশ করে, তাকে ডিকোডার বলে।

২। **ডিকোডার এর কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ২০]
অথবা, Decoder-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯(পরি), ১২(পরি)]
উত্তর n বিট বাইনারি কোড শব্দকে m সংখ্যক নির্গমন সংকেতে রূপান্তর করে।

৩। **ডিকোডার শব্দের অর্থ কী?**
উত্তর এটি একটি কম্বিনেশনাল বর্তনী। এটি n বিট বাইনারি কোড শব্দকে m সংখ্যক নির্গমন সংকেতে রূপান্তর করে।

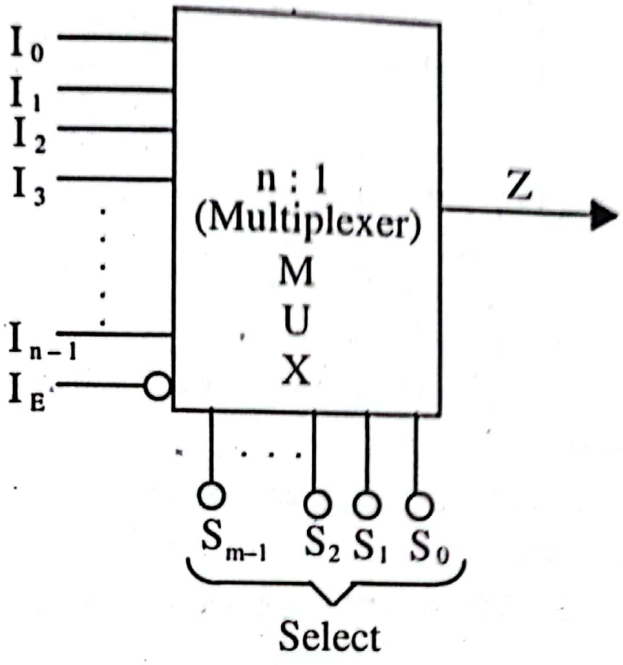
৪। **ডিকোডার/ড্রাইভার বলতে কী বুঝায়?**
উত্তর ডিকোডারকে পরিচালনা করার জন্য ব্যবহৃত বর্তনীকে ডিকোডার/ড্রাইভার বলা হয়।

৫। **ডিকোডার ড্রাইভারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।**
উত্তর ডিকোডার বর্তনীকে Active high ও Active low অবস্থায় পরিবর্তনশীল করার জন্য।

অধ্যায়-১২
মাল্টিপ্লেক্সার
(Multiplexer)

১২.১ মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) ঃ

মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) ঃ মাল্টিপ্লেক্সার দ্বারা অনেকগুলো ইনপুট সংকেতের যে কোনো একটিকে আউটপুটের সাথে যুক্ত করা যায়, এটিই মাল্টিপ্লেক্সারের মূলনীতি। নিম্নের চিত্রে মাল্টিপ্লেক্সারের সাধারণ গঠন দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ১২.১ মাল্টিপ্লেক্সারের রূপরেখা

এখানে $I_0, I_1, \ldots \ldots \ldots I_{n-1}$ এর মধ্যে যে কোন একটির ইনপুট সংকেতকে নিয়ন্ত্রণ সংকেতের (1) নির্দেশে আউটপুট (Z) সংযুক্ত করা হয়। n সংখ্যক গ্রহণমুখ হতে একটিমাত্র সংকেতকে আউটপুটের সাথে যুক্ত করার জন্য n সংখ্যক নিয়ন্ত্রণ বা সিলেক্ট (Control or select) সংকেতের দরকার। সুতরাং $n = 2^m$ হয়। এই Multiplexer কে আরও অনেক Data selector বলে।

একীভূত বর্তনী (IC) মাল্টিপ্লেক্সারের জন্য সাধারণত একটি সমর্থকারী বা স্ট্রোব (Strobe) সংকেত ব্যবহার করা হয়।

১২.২ ২ ঃ ১, ৪ ঃ ১ এবং ৮ ঃ ১ মাল্টিপ্লেক্সারের কার্যপ্রণালি (The operation of 2:1, 4:1 and 8:1 Multiplexers with logic diagram) ঃ

মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) ঃ

ডিজিটাল মাল্টিপ্লেক্সার এমন এক ধরনের কম্বিনেশনাল লজিক সার্কিট, যার সাহায্যে অনেকগুলো ইনপুট লাইন থেকে ইনপুটের বাছাই করে তা আউটপুট লাইনে পাঠায়।