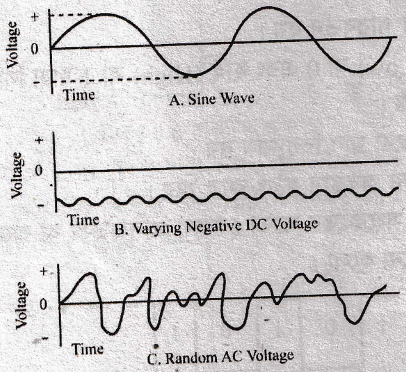
অধ্যায়-১

ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স এর মৌলিক ধারণা (Basic Concept's of Digital Electronics)

১.১ ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স ও ডিজিটাল সিগন্যালের সংজ্ঞা (Define digital electronics and digital signal) ঃ

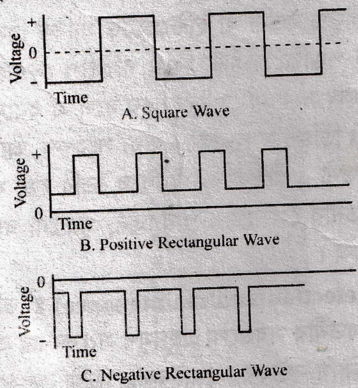
ইলেকট্রনিক্স সার্কিট ও সিস্টেমসমূহ দুটি প্রধান বিভাগে বিভক্ত, যথা– অ্যানালগ ইলেকট্রনিক্স ও ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স। ইলেকট্রনিক্স এর যে শাখায় অ্যানালগ সিগন্যাল, বিভিন্ন অ্যানালগ সার্কিট এবং অ্যানালগ ডিভাইসের গঠন, বৈশিষ্ট্য, কার্যপ্রণালি, ডিজাইন ও ব্যবহার সম্পর্কে বিস্তারিত বিশ্লেষণ ও আলোচনা করা হয়, তাকে অ্যানালগ ইলেকট্রনিক্স (Analog electronics) বলা হয়। যে সিগন্যাল সময়ের সাথে অবিরত পরিবর্তন হয়, তাকে অ্যানালগ সিগন্যাল বলে। অ্যানালগ সিগন্যাল এর সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন মানের মধ্যে যে-কোনো মান ধারণ করতে পারে। এ পরিবর্তনের জন্য কিছুটা সময় আবশ্যক তা যত ক্ষুদ্রই হোক না কেন। চিত্র ১.১-এ কয়েকটি অ্যানালগ সিগন্যাল দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.১ অ্যানালগ সিগন্যাল

যে ইলেকট্রনিক সার্কিট অ্যানালগ সিগন্যাল প্রক্রিয়াজাত করে (Processes), তাকে অ্যানালগ সার্কিট বলে। যে ইলেকট্রনিক সিস্টেম অ্যানালগ সার্কিট এবং/অথবা ডিভাইসের সমন্বয়ে গঠিত, তাকে অ্যানালগ ইলেকট্রনিক সিস্টেম বলা হয়।

ইলেকট্রনিক্স এর যে শাখায় ডিজিটাল সিগন্যাল, বিভিন্ন ডিজিটাল সার্কিট, ডিজিটাল ডিভাইস, ডিজিটাল সিস্টেমের গঠন, বৈশিষ্ট্য, কার্যপ্রণালি, ব্যবহার ডিজাইন সম্পর্কে বিস্তারিত বিশ্লেষণ ও আলোচনা করা হয়, তাকে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স বলা হয়। যে সিগন্যালের দুটি মাত্র স্বতন্ত্র অবস্থা (State) থাকে একটি হাই অবস্থা (High state) বা 1 এবং অন্যটি লো অবস্থা (Low state) বা 0 এবং এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থায় যেতে কোনো সময়ের প্রয়োজন হয় না, তাকে ডিজিটাল সিগন্যাল বলে। চিত্র ১.২-এ কয়েকটি ডিজিটাল সিগন্যালের নমুনা দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.২ কয়েকটি ডিজিটাল সিগন্যালের উদাহরণ

যে ইলেকট্রনিক সার্কিট ডিজিটাল সিগন্যাল প্রক্রিয়াজাত করে, তাকে ডিজিটাল সার্কিট বলে। যে ইলেকট্রনিক সিস্টেম ডিজিটাল সার্কিট এবং/অথবা ডিভাইসের সমন্বয়ে গঠিত, তাকে ডিজিটাল সিস্টেম বলা হয়।

নিম্নে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্সের কয়েকটি প্রয়োগ দেখানো হলো ঃ

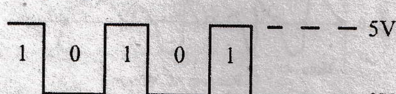
১। ডিজিটাল কম্পিউটার (Digital computer)
২। মোবাইল (Mobile)
৩। ডিজিটাল ঘড়ি (Digital watch)
৪। ক্যালকুলেটর (Calculator)
৫। ডিজিটাল টেলিভিশন (Digital television)
৬। ডিকোডার (Decoder)
৭। এনকোডার (Encoder)
৮। মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer)
৯। ডি-মাল্টিপ্লেক্সার (De-multiplexer)
১০। ফ্লিপ-ফ্লপ (Flip-flop), রেজিস্টার (Register) ইত্যাদি।

১.২ ডিজিটাল সিগন্যালের বৈশিষ্ট্য (Mention the characteristics of digital signal) ঃ

ডিজিটাল সিগন্যালের বৈশিষ্ট্য ঃ

১। ডিজিটাল সিগন্যাল দুটি স্বতন্ত্র স্তরে পরিবর্তন হয়।
২। এই সিগন্যালের স্তর দুটিকে লো (Low) বা 0 এবং হাই (High) বা 1 দ্বারা নির্দিষ্ট করা হয়।
৩। লো এবং হাই লেভেলের মান নির্দিষ্ট।
৪। হাই এবং লো লেভেলের মাঝে কোনো মান বিদ্যমান নয়।
৫। এই সিগন্যাল এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় হঠাৎ করে যায়।
৬। এই সংকেতের পরিমাপে অ্যানালগ সংকেতের মতো কোনো অনিশ্চয়তা বা অজানা অবস্থা থাকে না।

১.৩ নং চিত্রে ডিজিটাল সিগন্যাল দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.৩ ডিজিটাল সিগন্যাল

১.৩ ডিজিটাল মোডে কাজের সুবিধাসমূহ বর্ণনা (Describe the advantages of working in digital mode) ঃ

অ্যানালগ সিগন্যালের তুলনায় ডিজিটাল সিগন্যাল প্রসেসিং এর সুবিধাই বেশি। এ প্রসঙ্গে নিম্নলিখিত বিষয়গুলো তাৎপর্যপূর্ণ ঃ

১। বৈদ্যুতিক নয়েজ (Electrical noise) ঃ ইলেকট্রিক মোটর, বিদ্যুৎচুম্বকীয় তরঙ্গ, বজ্রপাত প্রভৃতির কারণে বর্তনীতে সৃ অপ্রত্যাশিত সংকেত দ্বারা আক্রান্ত অ্যানালগ সংকেতে ঈপ্সিত মানের পরিবর্তন হওয়া অসম্ভব নয়। কিন্তু দু'টি মান স্বীকৃত স্তরে থাকায় ডিজিটাল সংকেত অবাঞ্ছিত বৈদ্যুতিক নয়েজ (Noise) দ্বারা কম আক্রান্ত হয়।

২। খরচ (Cost) ঃ অ্যানালগ বর্তনীর যন্ত্রাংশ যেমন– অ্যামপ্লিফায়ার, ফিল্টার ইত্যাদি বেশ ব্যয়বহুল। অপরপক্ষে, ডিজিটাল বর্তনীর প্রকৃতি সরল এবং বাণিজ্যিক হারে একীভূত বর্তনী বা ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট হিসাবে অনেক বর্তনী তৈরি হয় বলে দামেও সস্তা।

৩। প্রদর্শন (Presentation) ঃ অ্যানালগ পদ্ধতিতে কাঁটা দিয়ে পরিমাপ দেখানো হয় বলে 5 ভোল্টকে 4.95 অথবা 5.05 পড়া অস্বাভাবিক নয় কিন্তু ডিজিটাল পদ্ধতিতে ফলাফল সংখ্যায় দেখানো হয় বলে এ ধরনের ভুলের সম্ভাবনা থাকে না।

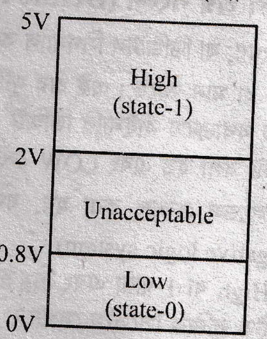
৪। তথ্য সংরক্ষণ (Data preservation) ঃ ডিজিটাল পদ্ধতিতে তথ্য সংরক্ষণ, অ্যানালগ পদ্ধতির চেয়ে সহজ ও কম ব্যয়বহুল।

৫। নির্ভরশীলতা ঃ অধিকাংশ ডিজিটাল বর্তনী একীভূত বর্তনী দিয়ে তৈরি হয়, ফলে সংযোগ খরচ কম হয় এবং পদ্ধতি দীর্ঘদিন ধরে নির্ভুলভাবে কাজ করে। সময়ের সাথে বর্তনীর বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন, পুরানো বা পুড়ে যাওয়া যন্ত্রাংশ এবং যন্ত্রাংশ গরম হওয়া প্রভৃতি কারণে অ্যানালগ বর্তনীর নির্ভরশীলতা কম।

৬। ভুল নির্ণয় ও রক্ষণাবেক্ষণ (Error detection and maintenance) ঃ ডিজিটাল বর্তনীতে সংকেতের 0 এবং 1 এই দুটি মাত্র অবস্থা থাকায় ভুল নির্ণয় সহজ। একীভূত বর্তনীর সবগুলো গ্রহণমুখ সংকেতের অবস্থা নির্ণয়ও সহজ। অ্যানালগ বর্তনীতে বিভিন্ন স্থানে সংকেতের মানের বিভিন্নতার জন্য ভুল নির্ণয় কষ্টকর। মোটকথা, ডিজিটাল প্রক্রিয়ায় তৈরি বর্তনীর মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ অ্যানালগ বর্তনীর তুলনায় অনেক সহজ।

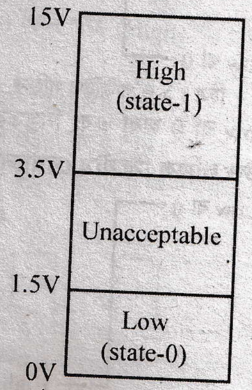
৭। আইসি ফেব্রিকেশন (IC Fabrication) ঃ সম আকৃতির IC-তে অ্যানালগের তুলনায় বহুগুণে বেশি পরিমাণ Digital fabricate করা যায়।

চিত্র ১.৭-এ TTL বর্তনীর পজিটিভ লজিক ভোল্টেজ রেঞ্জ দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ১.৭ TTL বর্তনীর পজিটিভ লজিক ভোল্টেজ রেঞ্জ

আবার, CMOS সার্কিটের পজিটিভ লজিক সিস্টেমে OV থেকে 1.5V পর্যন্ত Low level বা Stat 0 এবং 3.5V থেকে 15V পর্যন্ত High level বা State 1 প্রকাশ করে। 1.5V থেকে 3.5V এর মধ্যবর্তী ভোল্টেজ লজিক লেভেল প্রকাশের জন্য ব্যবহার কর হয় না। চিত্র ১.৮-এ CMOS বর্তনীর পজিটিভ লজিক লেভেল ভোল্টেজ রেঞ্জ দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.৮ CMOS বর্তনীর পজিটিভি লজিক ভোল্টেজ রেঞ্জ

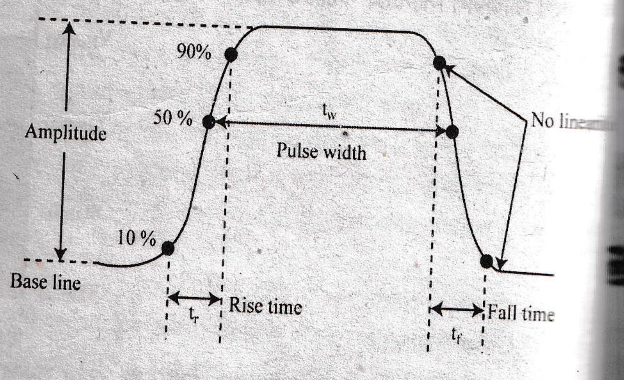
১.৬ পালস ওয়েভের বিভিন্ন প্যারামিটার যেমন– রাইজিং টাইম, ফল টাইম, পালস ওয়াইডথ এবং ডিউ সাইকেল (Describe parameters of a digital pulse waveform such as rise time, fall time, puls width and duty cycle.) ঃ

নিম্নে সংকেতের বিভিন্ন অবস্থা নিয়ে বিশদ ব্যাখ্যা দেয়া হলো ঃ

রাইজিং টাইম (Rising time or Rise time) ঃ কোনো ডিজিটাল সিগন্যাল বা পালসের Low level থেকে High level-এ পৌঁছতে যে সময় লাগে, তাকে রাইজিং টাইম বা রাইজ টাইম বলে। ১.৮ নং চিত্রে একে t_r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একটি পালস ওয়েভের অ্যামপ্লিচুডের 90% থেকে 10% সময় পর্যন্ত রাইজ টাইম সম্পন্ন হয়।

ফলিং টাইম (Falling time or Fall time) ঃ কোনো পালস ওয়েভের High state (1) থেকে Low state (0)-এ পৌঁছতে যে সময় লাগে, তাকে ফলিং টাইম বা ফল টাইম বলে। একে t_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। Falling time পালস ওয়েভ অ্যামপ্লিচুডের 90% থেকে 10% সময় পর্যন্ত হয়ে থাকে, যা ১.৮ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১.৯ Non ideal pulse characteristics

- **স্পন্দনের বিস্তার (Pulse width) ঃ** স্পন্দনের উঠতি মাথার অর্ধমান (অর্থাৎ 50%) ও পড়তি মাথার অর্ধমান স্থান সময় ব্যবধানকে (t_w) স্পন্দনের বিস্তার বা Pulse width বলা হয়। চিত্র ১.৯-এ t_w দ্বারা Pulse width বুঝানো হয়েছে।