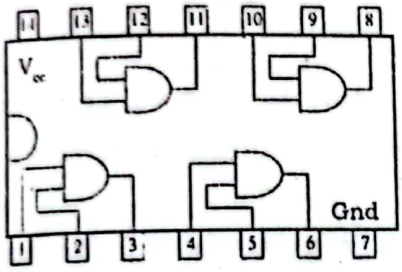
# অধ্যায়-৬
# ডিজিটাল আইসি
# (Digital IC's)

## ৬.১ ডিজিটাল আইসির সংজ্ঞা (Definition of Digital IC) ঃ

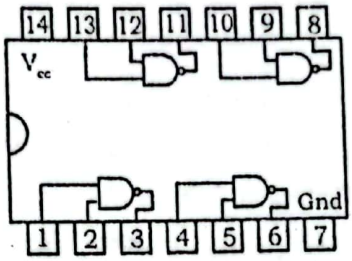
ডিজিটাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (Digital IC)-কে কখনও কখনও একটি সিঙ্গেল চিপ বা মাইক্রোচিপ বলা হয়ে থাকে। যার মধ্যে হাজার হাজার ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ক্যাপাসিটার, ডায়োড ও ট্রানজিস্টর দিয়ে তৈরি করা হয় সেমিকন্ডাকটর ওয়েফার। এটি একটি পরিবর্ধক অসিলেটর, টাইমার, কম্পিউটার মেমরি বা মাইক্রোপ্রসেসর হিসেবে কাজ করে। এই আইসিটি ডিজিটাল বা অ্যানালগ প্রযুক্তি ব্যবহার করে গণনা ও তথ্য সঞ্চালন করতে পারে। সাধারণত ডিসি ৩.৩ ভোল্ট থেকে ৫ ভোল্টেজে কাজ করে। পূর্বে এটি ডিসি ১২ ভোল্টেজে কাজ করত।

Digital IC-এর Input ও output voltage দুটি লেভেল (high এবং low)-এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে। সাধারণত ডিজিটাল Function পরিচালনার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

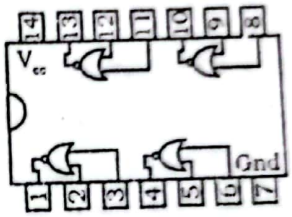
নিম্নে ডিজিটাল আইসিসমূহের পিন ডায়াগ্রাম দেয়া হলো–



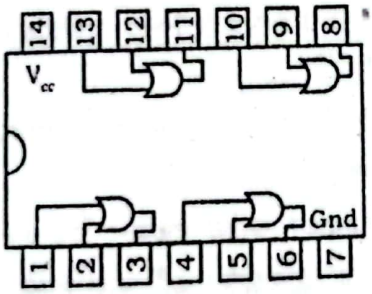

7408 Quad 2 Input AND Gates
7409



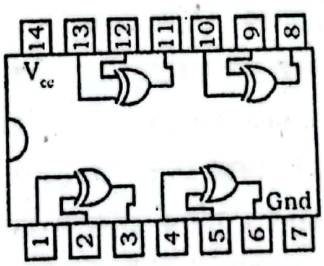

7400 Quad 2 Input NAND Gates
7403*/7426*/7437/7438*/74132



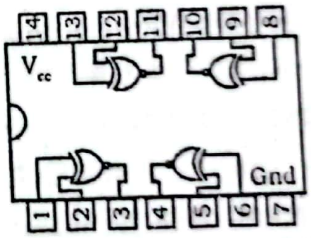

7402 Quad 2 Input NOR Gates
7428/7433*/74128



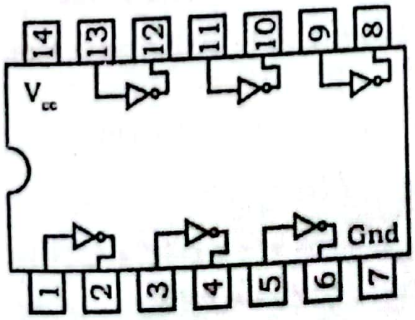

7432 Quad 2 Input OR Gates




7486 Quad 2 Input XOR Gates




747266 Quad 2 Input XNOR Gates




7404 Hex NOT Gates

চিত্র ঃ ৬.১ AND, NAND, NOR, OR, XOR, XNOR এবং NOT গেইটের পিন ডায়াগ্রাম

## ৬.২ ডিজিটাল আইসির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of digital ICs) ঃ

ডিজিটাল আইসির বৈশিষ্ট্য নিচে দেয়া হলো–

(ক) ফ্যান ইন (Fan in)
(খ) ফ্যান আউট (Fan out)
(গ) নয়েজ ইমিউনিটি/মার্জিন (Noise immunity/margin)
(ঘ) অপারেশন ফ্রিকুয়েন্সি (Operation frequency)
(ঙ) সাপ্লাই ভোল্টেজ (Supply voltage)
(চ) শক্তি অপচয় (Power dissipation)
(ছ) গ্রহণযোগ্য তাপমাত্রা (Temperature range)
(জ) প্রবাহ বিলম্ব (Propagation delay)
(ঝ) লজিক লেভেল (Logic level)
(ঞ) স্পিড (Speed)।

উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নে আলোচনা করা হলো–

(ক) **ফ্যান ইন (Fan-in) ঃ** একটি লজিক গেইট সর্বোচ্চ যতগুলো ইনপুট সুষ্ঠুভাবে চালাতে পারে, তাকে ফ্যান ইন বলে।

(খ) **ফ্যান আউট (Fan-out) ঃ** একটি লজিক গেইটের আউটপুট দ্বারা সর্বোচ্চ যতগুলো ইনপুট চালানো যায়, তাকে আউট বলে।

(গ) **নয়েজ ইমিউনিটি/মার্জিন (Noise immunity/margin) ঃ** একটি লজিক গেইটের ইনপুটে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ থাকলে ঐ লজিক গেইট সুষ্ঠুভাবে আউটপুট প্রদান করতে পারে, তাকে নয়েজ মার্জিন বা নয়েজ ইমিউনিটি বলে। ইমিউনিটি পরিমাপের একককে নয়েজ মার্জিন বলে।

(ঘ) **অপারেশন ফ্রিকুয়েন্সি (Operation frequency) ঃ** কোনো লজিক গেইট যে ফ্রিকুয়েন্সি পর্যন্ত এর বৈশিষ্ট্য অক্ষুণ্ন Operation করতে পারে, তাকে অপারেশন ফ্রিকুয়েন্সি বলে।

(ঙ) **সাপ্লাই ভোল্টেজ (Supply voltage) ঃ** লজিক গেইটের উপাদানসমূহ; যেমন– ট্রানজিস্টর, মসফেট ইত্যাদিকে করার জন্য যে DC ভোল্টেজ ব্যবহার করা হয়, তাকে সাপ্লাই ভোল্টেজ বলে।

(চ) **শক্তি অপচয় (Power dissipation) ঃ** লজিক গেইটের অ্যাকটিভ ও প্যাসিভ ডিভাইসসমূহে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে অপচয় ঘটে। এই শক্তির অপচয়ের পরিমাণ কম হওয়াই ভালো গেইটের বৈশিষ্ট্য।

(ছ) **গ্রহণযোগ্য তাপমাত্রা (Temperature range) ঃ** সাধারণত শিল্পকারখানার জন্য ব্যবহৃত IC এর জন্য তাপমাত্রার 0°C হতে 70°C এবং সামরিক প্রয়োজনের ক্ষেত্রে 55°C হতে +125°C পর্যন্ত।

(জ) **প্রপাগেশন ডিলে (Propagation delay) ঃ** লজিক গেইটের ইনপুট পরিবর্তন করার যতক্ষণ পর এর আ পরিবর্তিত হয় তাই গেইটের Propagation delay। এ Delay খুব কম হওয়া আবশ্যক। এটি দ্বারা সার্কিটের ম পরিবহনের গতি বুঝা যায়।

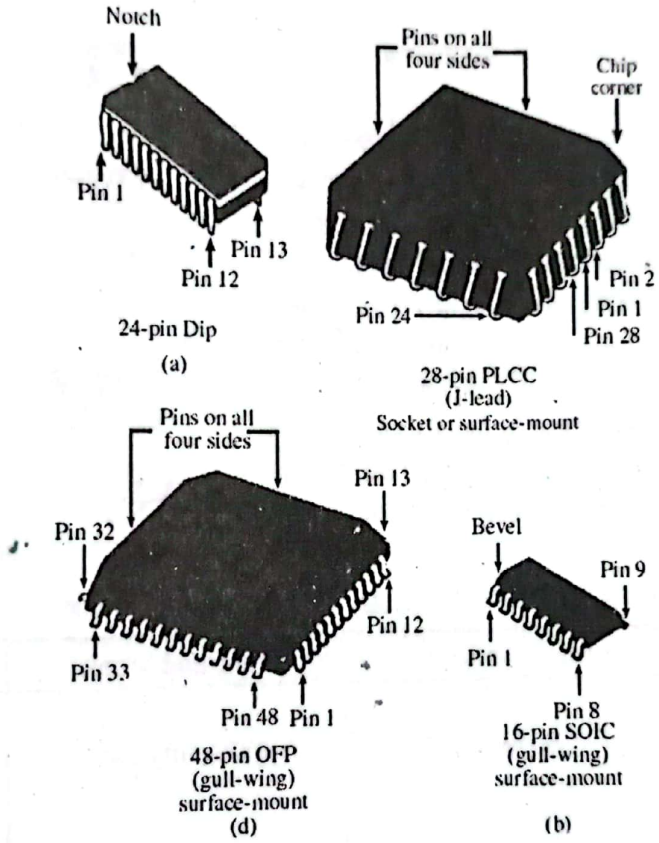
(ঝ) **লজিক লেভেল (Logic level) ঃ** লজিক সার্কিটের Voltage এর অবস্থানকে Logic level বলে। এটি দুই রকম; HIGH এবং LOW. ভোল্টেজের ভিত্তিতে এটি আবার দুই রকম; (i) Positive logic (ii) Negative logic.
পজিটিভ লজিকে, HIGH = 1 এবং LOW = 0
নেগেটিভ লজিকে, HIGH = 0 এবং LOW = 1 হয়।
Logic level এর Voltage রেঞ্জ 0 → 5V

(ঞ) **স্পিড (Speed) ঃ** Input টার্মিনালে Signal এর প্রয়োগ এবং Output টার্মিনালে লজিক স্টেটের পরিবর্তন আর এ দু মধ্যকার অতিক্রান্ত সময়কে লজিক গেইটের স্পিড বলা হয়। এটি মূলত ট্রানজিশন টাইম (Pulse এর Rise টাই Fall time) এর হিসাব এবং Propagation delay-কে বুঝায়। এ উভয় প্রকার সময় বৃদ্ধিতে Loading বৃদ্ধি পায়। Logic গেইটে ইনপুট আউটপুটের যত বেশি কাছে থাকবে, তত বেশি লোড আউটপুট কর্তৃক পরিচালিত হবে।

## ৬.৩ আইসি প্যাকেজ, কোড নাম্বার এবং মৌলিক গেইটসমূহের TTL/MOS বাণিজ্যিক আইসির গুরুত্বপূর্ণ স্পেসিফিকেশন (IC package, code numbers, and important specification of TTL/MOS commercial IC of basic logic gates) ঃ

### আইসি প্যাকেজ (IC package) ঃ

একটি ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC) বলতে এমন একটি মাইক্রো ইলেকট্রনিক সার্কিটকে বুঝায়, যাতে অনেকগুলো ট্রানজিস্টর, ডায়োড, রেজিস্টর, ক্যাপাসিটর ইত্যাদি ডিভাইসগুলো একটি সিলিকন খণ্ডের (Chip) উপর জোড়া লাগানো থাকে। IC এর মধ্যে প্রত্যেক কম্পোনেন্টই সিলিকন চিপের মধ্যেই আইসোলেশন ডিফিউশনের মাধ্যমে পৃথক করা থাকে এবং এক প্রকার অ্যালুমিনিয়াম তার (যা পরিবাহীর কাজ করে) দ্বারা প্রত্যেক কম্পোনেন্টের মধ্যে আন্তঃসংযোগ করে বাইরের অংশে অপরিবাহী দ্বারা আবৃত করা হয়, যাতে ভিতরের অংশে কোন রকম Short কিংবা আঁচড় লাগতে না পারে। এভাবে IC কে ফ্যাব্রিকেটিং করে বাইরের অংশকে আবৃত করার নাম (IC packaging) আইসি প্যাকেজ। প্যাকেজ এর উপর আইসি তৈরিকারী দেশের নাম, কোম্পানির নাম ও আইসি পরিচিতি, ক্রমিক সংখ্যা ইত্যাদি লেখা থাকে। আকার, বাহ্যিক পরিবেশ, শক্তি, খরচ বিভিন্ন দিক বিবেচনা করলে IC প্যাকেজ এর বিভিন্ন রূপ দেখা যায়। তন্মধ্যে নিম্নে বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি প্যাকেজ এর চিত্র দেখানো হলো–




চিত্র ঃ ৬.২ সাধারণ আইসি প্যাকেজ (Common IC package)

বহুল ব্যবহৃত আইসি প্যাকেজের স্পেসিফিকেশন সারণি (Table) আকারে নিচে দেয়া হলো–

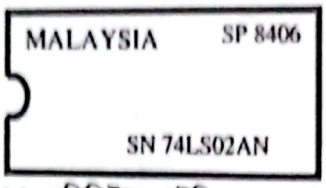
| Acronym | Package Name | Height | Lead Pitch |
|---|---|---|---|
| DIP | Dual Inline Package | 200 mils (5.1 mm) | 100 mils (2.54 mm) |
| SOIC | Small Outline Integrated Circuit | 2.65 mm | 50 mils (1.27 mm) |
| SSOP | Shrink Small Outline Package | 2.0 mm | 0.65 mm |
| TSSOP | Thin Shrink Small Outline Package | 1.1 mm | 0.65 mm |
| TVSOP | Thin Very Small Outline Package | 1.2 mm | 0.4 mm |
| PLCC | Plastic Leaded Chip Carrier | 4.5 mm | 1.27 mm |
| QFP | Quard Flat Pack | 4.5 mm | 0.635 mm |
| TQFP | Thin Quad Flat Pack | 1.6 mm | 0.5 mm |

CamScanner

### ৬.৩.১ কোড নাম্বার (Code number) ঃ

কোড নাম্বার দ্বারা ডিজিটাল আইসিগুলোর পরিচয় বহনকারী অক্ষর এবং চিহ্নগুলো বুঝায়।

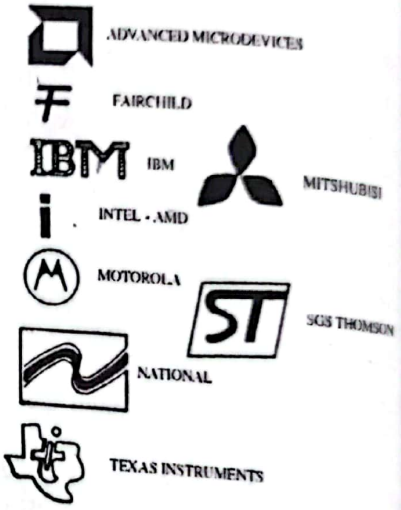
বাজার থেকে কেনা একটা আইসির ওপরের লেখাগুলো একটু খুঁটিয়ে দেখলে যে রকম দেখায়, সেটা নিচের এই উদাহ মাধ্যমে বুঝানো যেতে পারে–




চিত্র ঃ ৬.৩ ডিজিটাল আইসির ওপরের লেখা

এই আইসির ওপরে লেখা আছে MALAYSIA অর্থাৎ এটা ঐ দেশে তৈরি। এই জাতীয় আইসির ওপরে Malay সাধারণত দেখা যায় El-Salvador, Indonesia, Korea প্রভৃতি দেশের নাম, এরপর দেখা যাচ্ছে আইসিটির নিচের সারির একটা চিহ্ন, যেটা হলো যে কোম্পানি এই আইসি তৈরি করেছে তার LOGO। ওপরের আইসিটার LOGO হলো Instruments নামক সংস্থার।

কয়েকটা সংস্থার নাম এবং LOGO নিচে উদাহরণস্বরূপ দেখানো হলো–




চিত্র ঃ ৬.৪

এরপর দেখা যাচ্ছে SN 74LS02AN লেখাটি। এই লেখাটির Prefix অর্থাৎ SN অক্ষর দুটো দিয়ে আইসি প্রস্তুতকারী সংস্থাকে নির্দেশ করা হয়। এখানে SN অক্ষর দুটো নির্দেশ করছে Texas Instruments সংস্থাকে। অনুরূপভাবে যদি লেখা থাকে DM, তাহলে বুঝতে হবে আইসিটা National Semiconductor সংস্থার তৈরি। এর পরের অংশটি হলো 74LS02 অর্থাৎ আইসিটার নম্বর হলো 7402 (Quad–2 input NOR) এবং LS অর্থাৎ এটা Low power Schottky প্রযুক্তিতে তৈরি হয়েছে। অবশেষে AN অক্ষর দুটোর অর্থ হলো এই আইসিটি DIP অর্থাৎ Dual In line Package হিসেবে তৈরি হয়েছে। এরপর আসা যাক Sp8406 লেখা প্রসঙ্গে। এই সংখ্যাটি নির্দেশ করছে এই আইসিটি 1984 সালের 6th week এর কোনো একদিন তৈরি হয়েছিল।

নিচে আরও কিছু IC এর কোড নাম্বার পরিচিতি সারণি (Table) আকারে নিচে দেখানো হলো–

| IC | Manufacturer | Year and Week | IC No. |
|---|---|---|---|
| S7251<br>N74151 | Signetics | 1972, fifty-first | 74151 |
| SW<br>7493–N<br>7325 | Stewart Warner Corp. | 1973, twenty-fifth | 7493 |
| SPRAGUE 7110<br>US 7473A | Sprague | 1971, eighteenth | 7473 |
| NS 350<br>DM 74150N | National Semiconductor | 1973, fifteenth | 74150 |
| 7424 SN<br>7440N | Texas Instruments | 1974, twenty-fourth | 7440 |

TTL আইসির স্পেসিফিকেশনস সারণি আকারে নিচে দেয়া হলো–

| Parameter | 5400 7400 | 54H00 74H00 | 54L00 74L00 | 54S00 74S00 | 54LS00 74LS00 | Units |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{IH}$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 54 Series | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | V |
| $V_{IL}$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 74 Series | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | V |
| 54 Series | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | V |
| $V_{OH}$ | | | | | | |
| 74 Series | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | V |
| 54 Series | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | V |
| $V_{OL}$ | | | | | | |
| 74 Series | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | V |
| $I_{IL}$ | 40 | 50 | 10 | 50 | 20 | µA |
| $I_{IL}$ | –1.6 | –2.0 | –0.18 | –2.0 | –0.36 | –mA |
| $I_{OH}$ | –400 | –500 | –200 | –1000 | –400 | µA |
| 54 Series | 16 | 20 | 2 | 20 | 4 | mA |
| $I_{OL}$ | | | | | | |
| 74 Series | 16 | 20 | 3.6 | 20 | 8 | mA |
| $I_{CCH}$ | 8 | 16.8 | 0.8 | 16 | 1.6 | mA |
| $I_{CCL}$ | 22 | 40 | 2.04 | 36 | 4.4 | mA |
| $I_{PHL}$ | 15 | 10 | 60 | 5 | 15 | ns |
| $I_{PLH}$ | 22 | 10 | 60 | 4.5 | 15 | ns |

● MOS আইসির স্পেসিফিকেশনস সারণি আকারে নিচে দেয়া হলো–

| | CMOS | | | | | | | TTL | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parameter | 4000B | 74HC | 74HCT | 74AC | 74ACT | 74AHC | 74AHCT | 7474 | lS | 74AS | 74ALS |
| $V_{IH}$ (min) | 3.5 | 3.5 | 2.0 | 3.5 | 2.0 | 3.85 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| $V_{IL}$(max) | 1.5 | 1.0 | 0.8 | 1.5 | 0.8 | 1.65 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| $V_{OH}$(min) | 4.95 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.4 | 3.15 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 2.7 |
| $V_{OL}$ (max) | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.44 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.4 |
| $V_{NH}$ | 1.45 | 1.4 | 2.9 | 1.4 | 2.9 | 0.55 | 1,15 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| $V_{NL}$ | 1.45 | 0.9 | 0.7 | 1.4 | 0.7 | 1.21 | 0.7 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |

## ৬.৩.৩ বাণিজ্যিক আইসি গেইটস (Commercial IC gates) ঃ

**কিছু প্রয়োজনীয় TTL আইসি গেইটস ঃ**

| 74 XXTTL আইসি | কোন গেইটে কাজ করে |
|---|---|
| 7400 | Quad –2 input NAND |
| 7402 | Quad–2 input NOR |
| 7404 | Hex–NOT gate |
| 7408 | Quad–2 input AND gate |
| 7410 | Triple–3 Input NAND |
| 7420 | Dual–4 input NAND |
| 7427 | Triple–3 input NOR |
| 7430 | 8 input NAND |
| 7432 | Quad 2 input OR |
| 7486 | Quad 2 input Ex-OR |

বহুল ব্যবহৃত কতিপয় প্রয়োজনীয় বাণিজ্যিক MOS Logic gate আইসি এর তালিকা নিচে দেয়া হলো–

| C D40 XX–MOS আইসি | কী কাজ করে |
|---|---|
| CD 4011 | Quad 2 input NAND |
| CD 4001 | Quad 2 input NOR |
| CD 4069 | Hex–NOT gate |
| CD 4081 | Quad–2 input AND |
| CD 4023 | Triple–3 input NAND |
| CD 4012 | Dual 4 input NAND |
| CD 4025 | Triple 3 input NOR |
| CD 4078 | 8 input NOR |
| CD 4071 | Quad 2 input OR |
| CD 4070 | Quad 2 input Ex–OR |

CamScanner