৭.৭ ডিজিটাল আইসির প্রপাগেশন ডিলে টাইম, স্পিড, নয়েজ ইমিউনিটি, শক্তি অপচয়, ফ্যান-ইন, ফ্যান আউট, কার্যকরী তাপমাত্রা এবং পাওয়ার রেটিং-এর বর্ণনা (State propagation delay time, speed, noise immunity, power dissipation, fan-in, fan-out, operating temperature and power rating of logic IC's) ঃ

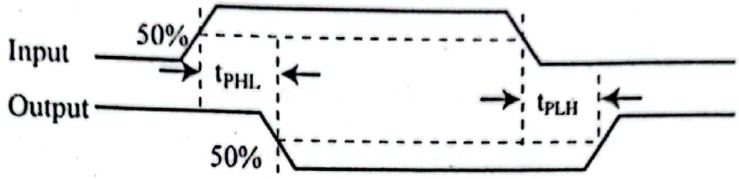
প্রবাহ বিলম্ব (Propagation delay) ঃ নির্গমন মুখের রোধের জন্য NMOS এর তুলনায় CMOS এর গতি কিছুটা বেশি। V_{DD} = +5 ভোল্ট হলে CMOS NAND গেইটের প্রবাহ বিলম্ব সাধারণত 50 ন্যানো সেকেন্ড হয়; V_{DD} = 10 ভোল্ট হলে এই মান 25 ন্যানো সেকেন্ড হয়।

বর্তনী দিয়ে সংকেত প্রবাহের জন্য কিছু সময় দরকার হয়। গেইটের সাড়া প্রদানের বিলম্বকে প্রবাহ বিলম্ব বলা হয়। দু' প্রকার প্রবাহ বিলম্ব হলো ঃ

t_{PLH} ঃ এটি লজিক 0 হতে লজিক 1 অবস্থার পরিবর্তনের সময়।

t_{PHL} ঃ এটি লজিক 1 হতে লজিক 0 অবস্থার পরিবর্তনের সময়।

নিম্নের ৭.১৫ নং চিত্রে এই দু'রকম প্রবাহ বিলম্ব দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৭.১৫ প্রবাহ বিলম্ব

সাধারণত t_{PLH} t_{PHL} সেজন্য অনেক সময় t_p দ্বারা দু' প্রকার বিলম্বের গড়কে নির্দিষ্ট করা হয়; অর্থাৎ $t_P = (t_{PLH} + t_{PHL})/2$ ধরা হয়।

● **শক্তিক্ষয় (Power dissipation) ঃ** স্থির অবস্থায় CMOS গোষ্ঠীর শক্তিক্ষয় অত্যন্ত কম। V_{DD} এবং ভূমির মধ্যে সবসময় অতি উচ্চ রোধ বর্তমান থাকায় প্রবাহ খুব কম থাকে; ফলে শক্তিক্ষয় অত্যন্ত কম হয়। V_{DD} = 5 ভোল্ট হলে প্রতি গেইটের শক্তিক্ষয় 2.5 ন্যানো ওয়াট হয়। তবে নির্গমন সংকেতের স্তর পরিবর্তনের হার বা কম্পাঙ্কের (Frequency) উপর নির্ভর করে এই ক্ষয়ের পরিমাণ।

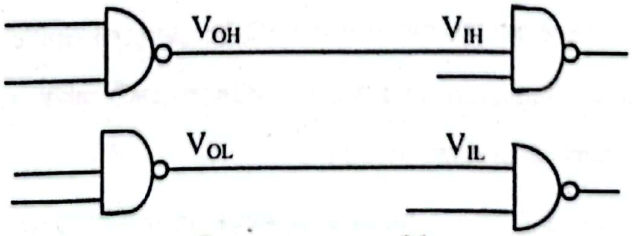
● **নয়েজ মার্জিন (Noise margin) ঃ** বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ অথবা চৌম্বক শক্তির প্রভাবে যুক্তি বর্তনীর সংযোগ তারে অপ্রত্যাশিতভাবে কিছু ভোল্টেজ আবেশিত হতে পারে। এই অপ্রত্যাশিত ভোল্টেজকে Noise বলে। নয়েজের প্রভাবে বর্তনীর গ্রহণমুখের ভোল্টেজ কমে V_{IH} এর কম অথবা বেড়ে V_{IL} এর বেশি হলে বর্তনীটি অনির্ভরশীল হয়। গ্রহণমুখে নয়েজ বা অবাঞ্ছিত ভোল্টেজ সহ্য করার ক্ষমতাকে বর্তনীর Noise immunity বলে। Noise immunity-এর পরিমাপক Noise margin দ্বারা বুঝানো হয়। ৭.১৬নং চিত্রে একটি গেইটের নির্গমন মুখের -1 অবস্থাকে অপর একটি গেইটের গ্রহণমুখে সংযোগ দেয়া হয়েছে। এক্ষেত্রে উঁচু স্তর নয়েজ মার্জিনের পরিমাপ V_{NH} হয়।

$$V_{NH} = V_{OH\ (min)} - V_{IH\ (min)}$$

এখানে V_{OH} ও V_{IH} এর সবচেয়ে সম্ভব কম মান ধরে V_{NH} নির্ণয় করা হয়। উঁচু লজিক অবস্থায় V_{NH} নয়েজ ভোল্টেজ পর্যন্ত বর্তনীটি নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করবে। ৭.১৬ নং চিত্রে 0 অবস্থা সংকেতকে অপর একটি গেইটে সরবরাহ করা হয়েছে। এই অবস্থায় নিচু অবস্থা নয়েজ মার্জিন V_{NL} এর মান হয়,

$$V_{NL} = V_{IL\ (max)} - V_{OL\ (max)}$$

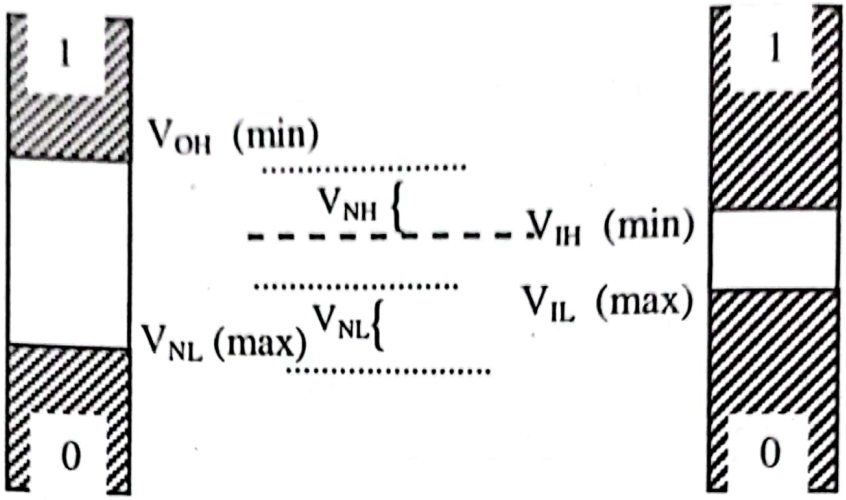
কিন্তু এখানে V_{OL} ও V_{IL} এর সবচেয়ে সম্ভব বেশি মান ধরতে হয়। নিচু লজিক অবস্থায় V_{NL} নয়েজ ভোল্টেজ পর্যন্ত বর্তনী নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে।



চিত্র ঃ ৭.১৬ নয়েজ মার্জিন

৭.১৬ নং চিত্রে উপরে আলোচিত নয়েজ মার্জিন চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো। সাধারণত V_{NH} ও V_{NL} এর মান সমান হয় না। প্রস্তুতকারকের তথ্যপত্রে নয়েজ মার্জিনের মান দেয়া থাকে।

আলোচিত নয়েজ মার্জিনকে সাধারণভাবে ডিসি নয়েজ মার্জিন বলা হয়। কিন্তু পরিবর্তনশীল বলে নয়েজকে সাধারণত হিসেবে ধরা হয়। বর্তনীর এসি নয়েজ সহ্য ক্ষমতা বা এসি নয়েজ মার্জিন ডিসি নয়েজ মার্জিনের তুলনায় অনেক বেশি।



চিত্র ঃ ৭.১৭ ডিসি নয়েজ মার্জিন

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

◐ **নয়েজ ইমিউনিটি (Noise immunity) ঃ** স্ট্রে (Stray) ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্রভাবে লজিক ট্র্যাক (Track) বা তারসমূহের মধ্যে অপ্রত্যাশিত কিছু ভোল্টেজ আবেশিত (Induced) হতে পারে। এ অপ্রত্যাশিত ভো নয়েজ (Noise) বলা হয়। নয়েজের প্রভাবে লজিক সার্কিটের ইনপুট ভোল্টেজ, হাই-লেভেল ইনপুট ভোল্টেজ (V_{IH}) এর বা লো লেভেল ইনপুট ভোল্টেজ (V_{IL}) এর চেয়ে বেশি হতে পারে। ফলে লজিক সার্কিটটির রেসপন্স (Response) ধারণা হতে পারে। লজিক গেইটের ইনপুটে অবাঞ্ছিত ভোল্টেজ সহ্য করার ক্ষমতাকে নয়েজ ইমিউনিটি (Noise immunity) বলা হ

● **ফ্যান ইন ও ফ্যান আউট (Fan-in and Fan-out) ঃ** Fan-in এবং Fan-out সাধারণত একটি গেইট হতে নির্গত স একসাথে এক বা একাধিক গেইটের গ্রহণমুখ সরবরাহ করতে হয়। এক্ষেত্রে গেইটের নির্গমন সংকেতটি সেই গোষ্ঠী গ্রহণমুখে নির্ভরযোগ্যভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে পারে, সেই সংখ্যাকে Fan-out (ফ্যান আউট) বলা হয়। যেমন– কোনো ফ্যান আউট 10 হলে সেই গেইটের নির্গমন সংকেতকে অনুরূপ গেইটের 10 গ্রহণমুখে সংযোগ করা যায়। 10 এর বেশি স জন্য গ্রহণমুখগুলোতে পর্যাপ্ত বিদ্যুৎ সরবরাহের নিশ্চয়তা থাকে না। গেইটের গ্রহণমুখের সংখ্যাকে Fan-in (ফ্যান ইন) বলা হ

কার্যকরী তাপমাত্রা (Operating temperature) ঃ লজিক সার্কিটগুলো একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা সীমার মধ্যে নির্ভরশী কাজ করে তাকে লজিক সার্কিটের কার্যকরী তাপমাত্রা বলা হয়।

পাওয়ার রেটিং (Power rating) ঃ ট্রানজিস্টর গেটের উপাদানসমূহ, যেমন– ট্রানজিস্টর, মসফেট ইত্যাদিকে একটি জন্য যে ডিসি ভোল্টেজ ব্যবহার করা হয় তা একটি পাওয়ার সাপ্লাই হতে দেয়া হয় বলে তাকে পাওয়ার সাপ্লাই বা পাওয়ার বলা হয়।

CamScanner

অধ্যায়-৮

লজিক সরলীকরণ এবং সার্কিট ডিজাইন
(Logic Simplification & Circuit Design)

৮.১ বুলিয়ান অ্যালজেবরার থিওরেম (Theorems of Boolean algebra) :

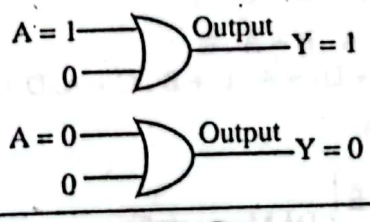
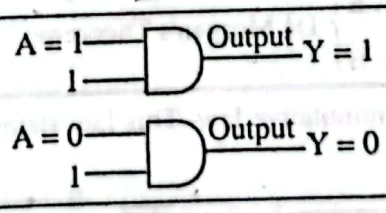
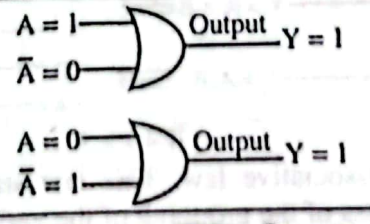
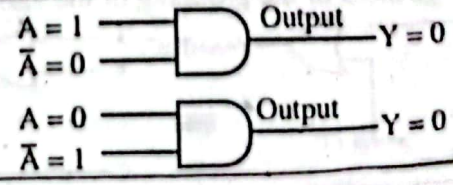
বুলিয়ান অ্যালজেবরা (Boolean algebra) : লজিক গেইট এবং লজিক সার্কিটের জন্য যে সকল বীজগণিত ব্যবহার করা হয়, তাকে বুলিয়ান বীজগণিত বা বুলিয়ান অ্যালজেবরা বলে।

❑ সিঙ্গেল ভেরিয়েবল (Single variable) :

লজিক গেইটের ইনপুটের একটিমাত্র ভেরিয়েবল (Variable) হলে এবং বর্তনী লজিক ফাংশনকে বুলিয়ান থিওরেমের মাধ্যমে প্রকাশ করা হলে, তাকে Single variable theorem বলে। নিচের টেবিলে Single variable theorem দেয়া হলো :

Theorem 1 :	$A + 0 = A$
Theorem 2 :	$A.1 = A$
Theorem 3 :	$A + \bar{A} = 1$
Theorem 4 :	$A . \bar{A} = 0$
Theorem 5 :	$A + A = A$
Theorem 6 :	$A. A = A$
Theorem 7 :	$A + 1 = 1$
Theorem 8 :	$A. 0 = 0$
Theorem 9 :	$\bar{\bar{A}} = A$

লজিক বর্তনীর সাহায্যে Single variable theorem-গুলোর প্রমাণ নিচে বিবৃত করা হলো–

Theorem 1 . (A + 0 = A)	
Theorem 2 . (A.1 = A)	
Theorem 3 . (A + $\bar{A}$ = 1)	
Theorem 4 . (A . $\bar{A}$ = 0)	
Theorem 5 . (A + A = A)