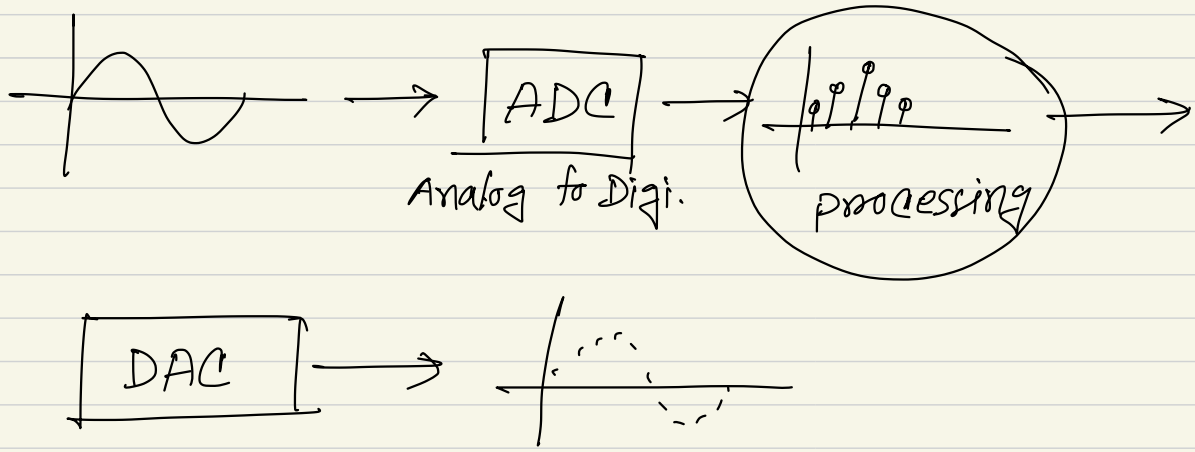
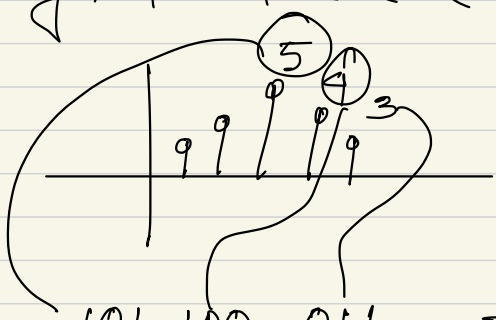
# Digital techniques

# Zahir sir

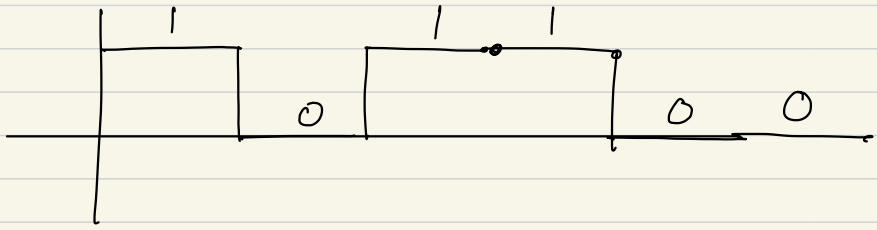
⊙ By nature Signal গুলো Analogue হয়।
But Digital Device Analogue বোঝে না।




⊙ Signal Value থেকে Bit string এ Convert করব:




101 100 011 → Bit string থেকে Graph:



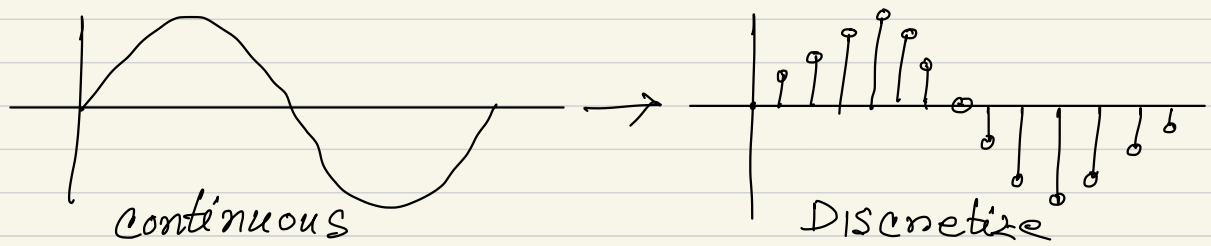

⊙ একটি text কে transmit এর সময় text থেকে ASCII তে Convert হবে then binary তে Convert করবে then Signal Create করে অন্য device এ transmit হবে।

⊙ Analogue Signal কেন device গুলো Process করে না? করলে কী Problem?

t Real Number, যদি 0-10 এর মধ্যে চিন্তা করি তাহলেও infinite সংখ্যক value আছে। এই t এর Respect এ infinite সংখ্যক y(t) পাব। এতো value Store করার জন্য memory পাওয়া Possible না।

যার জন্য Binary তে Convert করা হয়।

⊙ Sampling করা কাকে বলে?




Sampling করার অর্থ হলো time কে Discretize করা

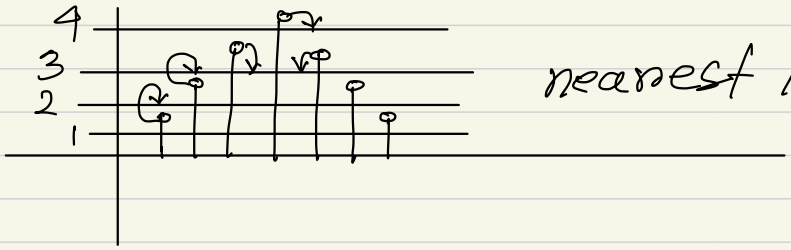
$t \in \mathbb{R}$ থেকে $t \in \mathbb{Z}$ হবে।

⊙ Continuous valued Signal কাকে বলে?

⊙ Analogue signal কাকে বলে Details এ জানব।

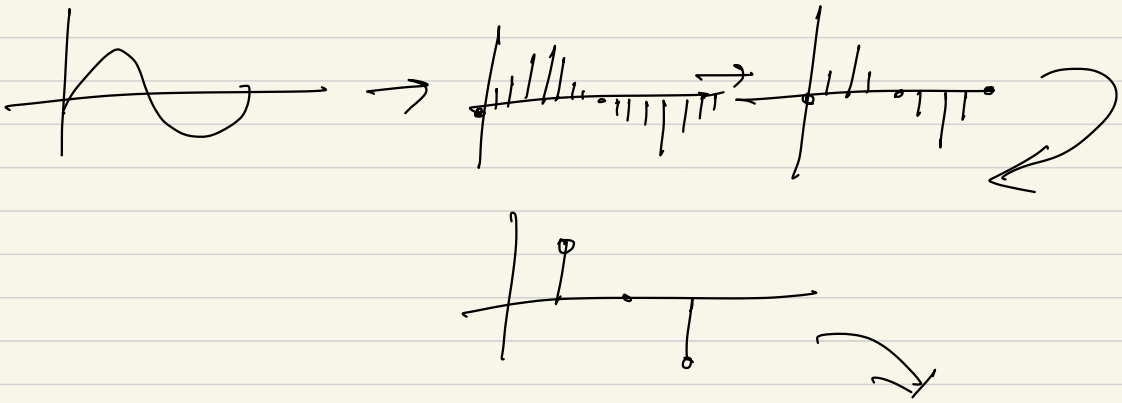
⊙ Discrete Value Signal কাকে বলে Details এ জানব।

⊙ Time এর Respect এ প্রাপ্ত value গুলোকে Discretize করাকে বলে Quantization.
অর্থাৎ y(t) কে finite করা।




nearest level এ জোরে

⊙ Sampling এর সময় একদম কমানো যাবে না। তাহলে main signal টাই হারায়ে যাবে।



এতো কমানো যাবে না

⊙ সর্বোচ্চ maximum frequency এর দ্বিগুণ পরিমাণ Sampling করতে হয়।

⊙ Digital device এ at most 5V দেই। সেগুলোতে 0V নেই।

⊙ Representing Binary Quantities:

(0-0.8)V কে logic 0 ধরা হয় (2-5)V → logic 1.

এই দুই Range এর বাইরের value Accepted না।

11 October 2022:

⊙ Common Number System:
Decimal, Binary, Octal, Hexa-decimal.

Binary → Base-2 (0,1) [Frequently used]
# of Symbols (Unique)

⊙ Complexity কম হলে Operate করা easy এবং Voltage কম লাগে।

⊙ Octal ও প্রয়োজন সাপেক্ষে Digital device এ use হয়।

⊙ Number বাড়লে bit সংখ্যা বাড়ে।
একাধিক বিট Represent করা সমস্যা হলে Octal / Hexadecimal এ Represent করা হয় আমাদের সুবিধার্থে। (3bit / 4bit করে নিয়ে)

1101 1100 1110 1111
→ XXXX

## ⊙ Decimal Counting Sequence:

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

single digit sesh

00
01

So বামে 0 রাখলে আসলে হচ্ছে না।

10
⋮
99

100
⋮
999

## ⊙ Binary

0
1
10
11
100
⋮
111 → 3 digit এর সর্বোচ্চ সংখ্যা

Octal:

0
1
2
3
4
5
6
7
10
⋮
17
20
⋮
77

Hexadecimal:

0
⋮
9
10 — A
B
C
D
E
15 — F

10
11
12
⋮
19
1A
1B
1C
1D
1E
1F

20
⋮
90
A0
⋮
FF

100

72FA1F এর পরের সংখ্যা → 72FA20

11 October, 2022

⊙ Base Conversion বাসায় দেখতে হবে।

⊙ Conversion এ কোন Base দ্বারা ভাগ করি?
→ যেন Remainder ঐ Base এর Symbol এ কয়টার সেই কয়টার মধ্যে থাকে। যেহেতু আমরা Remainder নিব Ultimately.
যেমন Octal এ নেওয়ার জন্য 8 দ্বারা ভাগ করি ফলে Remainder 0-7 আসবে এবং Octal এ এই 8টা Digit ই আছে।

⊙ Binary:

⊙ 4 bit এর maximum Number $(1111)_2$

$(b^n - 1)$ → কী এটা?

⊙ Custom Number System

→ Symbols → 0—9, α, β, γ

এটাকে, 9, 8, 7, .... 0, β, γ, α
↓
10 ই হবে

⊙ এমন Symbol দিয়ে Base কত বলা হবে।

⊙ Binary ⟶ Octal

$(1011\ 011)_2 \longrightarrow (?)_8$

1 3 3

→ বাম থেকে শুরু করতে হবে। কারণ যদি zero add করা লাগে 3 Bit fill করার জন্য তাহলে Number Change হবে না।

Question: কেন 3 Bit করেই নিচ্ছি Octal এর ক্ষেত্রে।

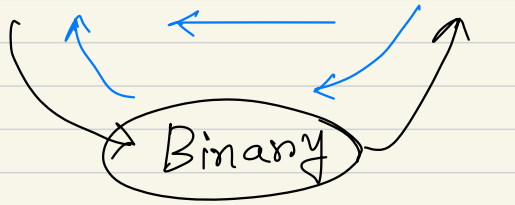
→ Octal এর Max-number হলো 7. 7 এর Binary 111. এটি 3 Bit এর। তাই 3 Bit করে করে নিতে হবে।

⊙ $2^{bit} = base$

$bit = \lceil \log_2 base \rceil$

$bit = \log_2 13 = 4$ bit করে নিতে হবে।

⊙ Octal ⟶ Hex



0 2 3 6

$6 \longrightarrow 6 \times 1 \longrightarrow 6 \times 10^0$

$30 \longrightarrow 3 \times 10 \longrightarrow 6 \times 10^1$

$200 \longrightarrow 2 \times 100 \longrightarrow 6 \times 10^2$

236

19 October 2022

Class missed
but collected

22 October 2022

## Binary Addition:

→ আমরা decimal ধরে নিয়ে যোগ করব, then তার Binary Representation লেখব।

## Binary Arithmetic using 2's Complement:

$a + b = ?$

| a | b |
|---|---|
| + | + |
| + | − |
| − | + |
| − | − |

i) Both are Positives

Ex: (+6) + (+9)

(কত Bit লাগবে সেটি বোঝার জন্য Range বুঝতে হবে। সেটি আগের Class এ করানো হইছে)

→ 00000110

→ 00001001

00001111

Case 2:

Ex: (+6) + (−9)

+6 → 0 0000110

−9 → 1 1110111

1 1111101

+9 → 0 0001001

1 1110110

+1

−9 = 1 1110111

* Subtraction can be done by addition using two's compliment.

→ কাকে two's Compliment ?

inverse: 0 0000010

Add 1: +1

0 0000011

this is plus 3.

Case 3:

(−6) + (+9)

−6 → 11111010

9 → 0 0001001

1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

→ 8 bit system এটা Resistor এ থাকবে না

Case 4:

$-6 \longrightarrow$

$-9 \longrightarrow$

$-15 \longrightarrow$ 1 11110001

(*) Subtract (−9) from +6

$\Rightarrow$ +6 − (−9)

+6 + (+9)

So +6 এর সাথে +9 যোগ করা

⊙ Result Given bit (Say 5 bit) এ Represent করা Possible কী না এসব Checking করা Xm এ আসতে পারে।

Exp: 5 bit এ 15+15 Represent করা যাবে কী না।

(*) Multiplication

1-15 এর Corresponding binary মাথায় রাখতেই হবে।

$+3 \longrightarrow 11$

$+2 \longrightarrow 10$

00

11x

$+6 \longrightarrow 110$

⊛ Multiplyer mainly adder দিয়ে কাজ করবে।

24 October 2022 Extra Class

## Division

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times\ 7 \\ \hline \end{array}$$

এদের Respect এর two's Complement Machine store করবে।

$q = a \div b$ , $r$

কত বার বিয়োগ করব?

→ যতক্ষণ না $a$ $b$ এর চেয়ে ছোট হচ্ছে।

$$\begin{array}{rl} +6 \longrightarrow & 00000110 \\ -2 \longrightarrow & 11111110 \\ \hline r \longrightarrow & 00000100 \end{array}$$

এটা ২ এর চেয়ে বড়

So এপরে যাবে এবং আবার বিয়োগ।

$q=0$ থাকবে first এ.

এভাবে যতবার বিয়োগ করব ততবার $q$ এর সাথে 1 যোগ করতে হবে।

$$\begin{array}{rl} q = & 00000000 \\ & +1 \\ \hline q = & 00000001 \end{array}$$

# CODE

⊙ BCD (Binary Coded Decimal):

maximum 4 bit নিতে হবে।

$\lceil \log_2 10 \rceil$ → Decimal এর Simbol সংখ্যা

1–15 Corresponding binary মুখস্থ রাখতে হবে।

$(2\ 6\ 7\ 9\ 1)_{10} = (?)_{BCD}$

0010 0110 0111 1001 0001

$(0010\ 0110\ \underline{0111}\ 1001\ 0001)_{BCD}$

এই number কী 1111 হতে পারবে?

⇒ না পারবে না 1111 আসলে Error.

কারন 1111 এর Decimal 9 কে exceed করবে

But আমরা জানি 0–9 পর্যন্তই Possible.

⊙ BCD use এর সুবিধা হলো Time Complexity কম।

Details এ জানব।

⊙ BCD দেখতে Binary এর মতো হলেও Totally binary নয়।

# The Gray Code

## Binary to Gray

$b_{n-1}\ b_{n-2} \ldots\ldots b_2\ b_1\ b_0 \longrightarrow n$ length

$g_{n-1}\ g_{n-1} \ldots\ldots g_2\ g_1\ g_0 \longrightarrow n$ length.

$$g_k = \begin{cases} b_k \oplus b_{k+1}, & 0 \le k \le n-2 \\ b_k, & k = n-1 \end{cases}$$

3 bit দেওয়া থাকলে ।

$b_2\ b_1\ b_0$

$g_2\ g_1\ g_0$

$g_0 = b_0 \oplus b_1$

$g_1 = b_1 \oplus b_2$

$g_2 = b_2$

| $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | $\longrightarrow$ | $g_2$ | $g_1$ | $g_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | | 0 | 1 | 1 |

Gray Code ক কেন transfer করব ?

→ আমাদের line Noisy হলে যে Signal pathabo সেগুলো Receiver পাবে না ।

So যেখান Signal Channel ক Value Rapidly Change হলে আমরা Gray Code Use করব । Receiver Side Gray Code use করবে Error detection এর জন্য ।

# Gray to Binary

$g_{n-1}$ ---------- $g_0$

$b_{n-1}$ ---------- $b_0$

$$b_k = \begin{cases} g_k \oplus b_{k+1} & , \quad 0 \le k \le n-2 \\ g_k & , \quad k = n-1 \end{cases}$$

মনে রাখতে হবে।

$g_2 \quad g_1 \quad g_0$

$b_2 \quad b_1 \quad b_0$

$b_0 = g_0 \oplus b_1$

$b_1 = g_1 \oplus b_2$

$b_2 = g_2$

⊙ The Byte, Nibble, Word.

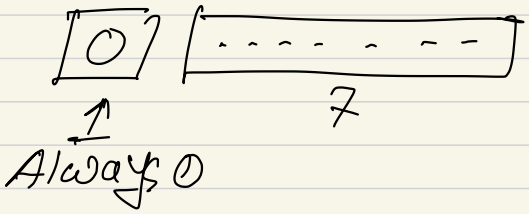
এরকম দেখবে

⊙ Alphanumeric Codes.

ASCII

ASCII-7

$2^7 = 128$

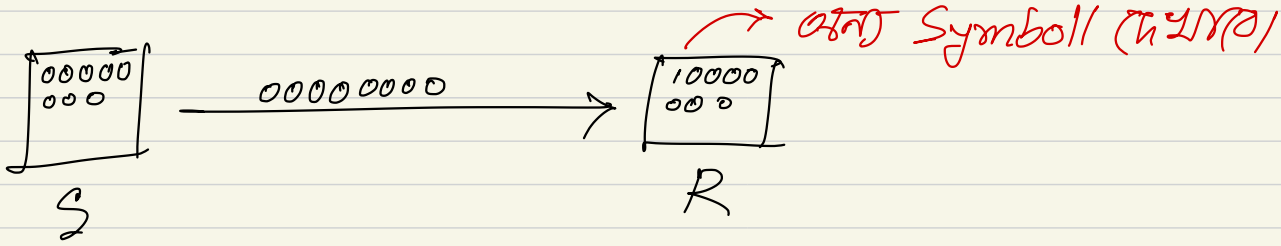



⊙ Keyboard এ Encoder থাকে।

⊙ A B C কে আলাদা ভাবে বুঝাবে কেমনে?
→ 8 bit করে করে Pack করে পাঠাব।

⊙ Parity method for error Detection:

→ Error হবে transmission line এ।



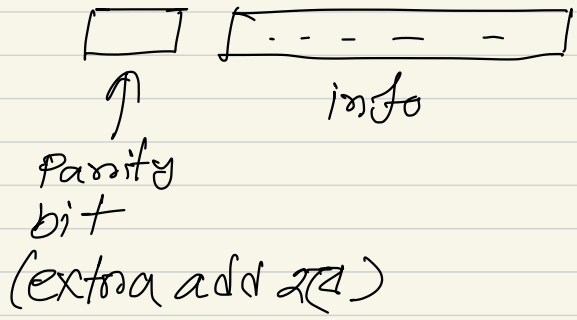

Error Detection:

Parity bit method

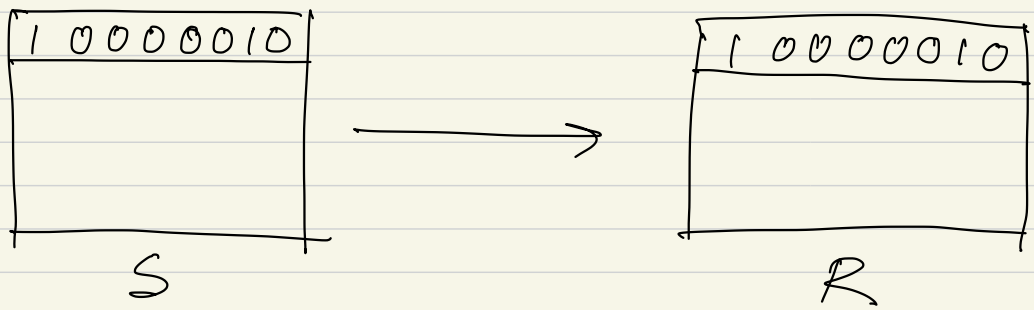
→ Even Parity

ODD Parity

Even Parity:




$$P\text{-bit} = \begin{cases} 1, & \text{Number of ones are even (including P bit)} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$




total num of 1 even তাই ধরব error নাই।

Single error ধরতে পারবে।

Fault:

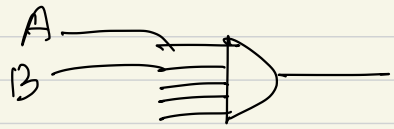
(i) Applicable for Single Rate Error detection.

(ii) Odd number of error detect করতে পারে।

3 January 2023

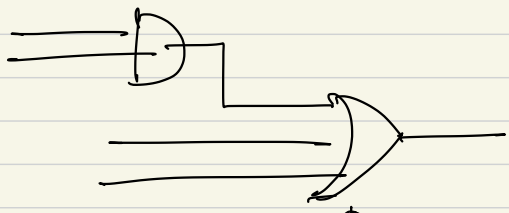
Some terminology:

FAN IN:

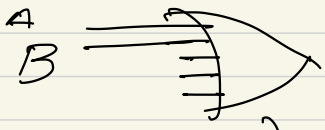



input সংখ্যা বেশি। So যেগুলো লাগবে না ওগুলো। কমে দিই।

→ fan in বলা হয় ঐ সংখ্যা maximum Number of input দিব But output কোন Change হবে না।

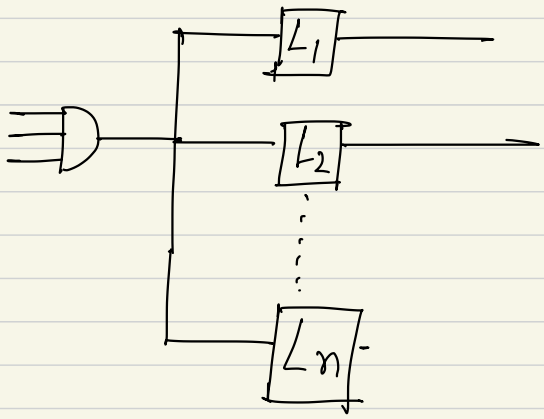


এই OR Gate এর FAN in 3 হবে। যেহেতু 3টা input দেওয়ার Port আছে।

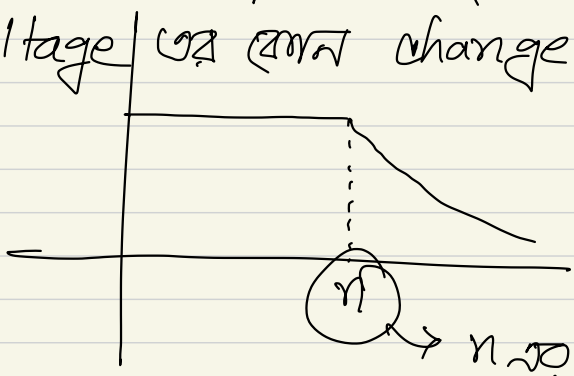



FAN IN → 5

FAN Out:




কোন Gate এর Output Maximul যতগুলো load এর সাথে Connected থাকতে পারে — FAN Out.
(Voltage এর কোন change হওয়া যাবে না।)




n এর বেশি load দিলেই Output degrate হওয়া শুরু করে So FAN Out হলো n।

Power:

একটি IC কতটুকু Power Consume করে এটি খোনা important কারন বেশি Consume করুক তা চাই না।

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

R vary করবে C2 load add করলে R বাড়বে।

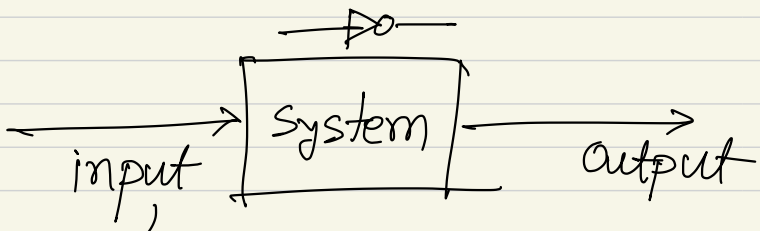
এটি use করব। C2 series Circuit এ current একই

$P = V_{CC} \cdot I_C$

$P = V_{DD} \cdot I_D \longrightarrow$ mosfet এর জন্য
?

⊙ ভালো মন্দ তুলনা করব → Existing কোন কিছুর সাথে।

Propagation delay:




⊙ at $t=0$

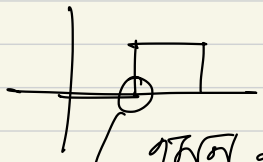
⊙ $t=0$ তে output পাব না
কেননা Processing এ টাইম লাগবে,
এই delay হলো Propagation delay.

⊙ System হওয়ার শর্ত হলো input এবং output কখনোই সমান হওয়া যাবে না।

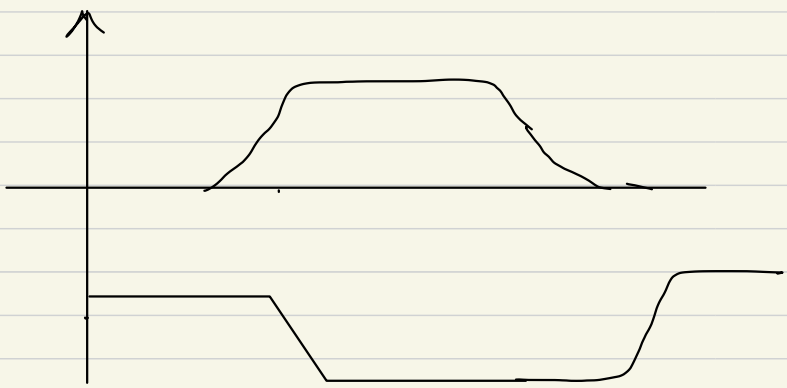
⊙ D-flip flop কে System বলা যাবে না?

⊙ $y = x$ ধ্রুবীয় function কে system function না

⊙



এমন হয় না
→ এই বিন্দুতে 2টা value define করা যায়,
অর্থাৎ 0-1. এত fast Real life এ Possible না।



⊙ Noise immunity: একটা circuit কী পরিমান Noise tollerate করতে পারে।

→ কোন device ছোট খাট noise এতে ঠিক output দেয় তাহলে বলব capacity র মধ্যে আছে।

High-state Noise Margin:

$$N_{NH} = V_{OH}(min) - V_{H(min)}$$

⊙ Measure matric কী?

→ পরিমাপের একটি মাধ্যম।

Noise margin হলো এমন একটি Noise Related Measure matric.

⊙ Above average হলো feature add এর ক্ষেত্রে।

↳ যত বেশি feature অনুযায়ী অন্যান্য cost বাড়বে।

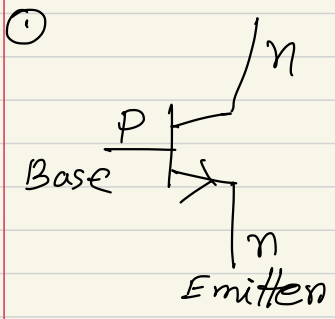
4 January 2022:

TTL logic - Transistor to transistor logic

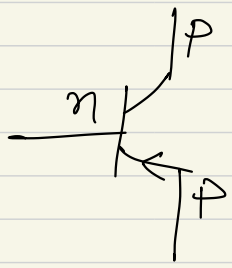
npn/pnp

⊙ Common base transistor use করব।

⊙




⊙



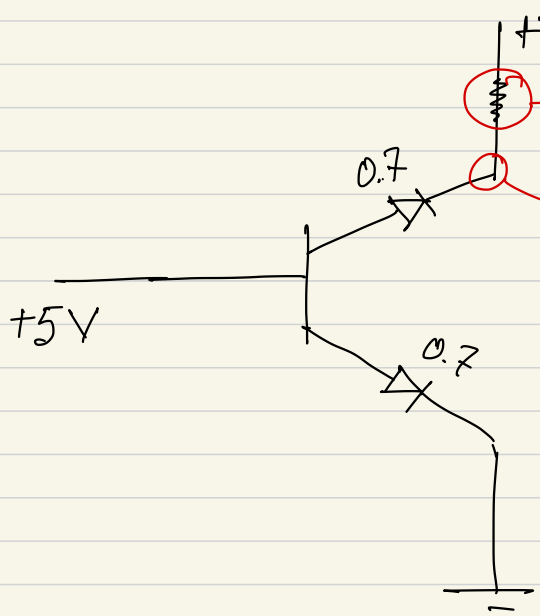

Base থেকে emitter এ current flow হচ্ছে

⊙ সব সময় P থেকে N এর দিকে diode এর মুখ থাকবে।

npn

Biasing করব কিভাবে?

→ Collector এ Always Vcc থাকবে। (Supply voltage) Emitter ground এ। এবং Base এ ইচ্ছামত current দিব এবং এর উপর ভিত্তি করে Transistor On/OFF হবে। যেহেতু Common base Architecture.



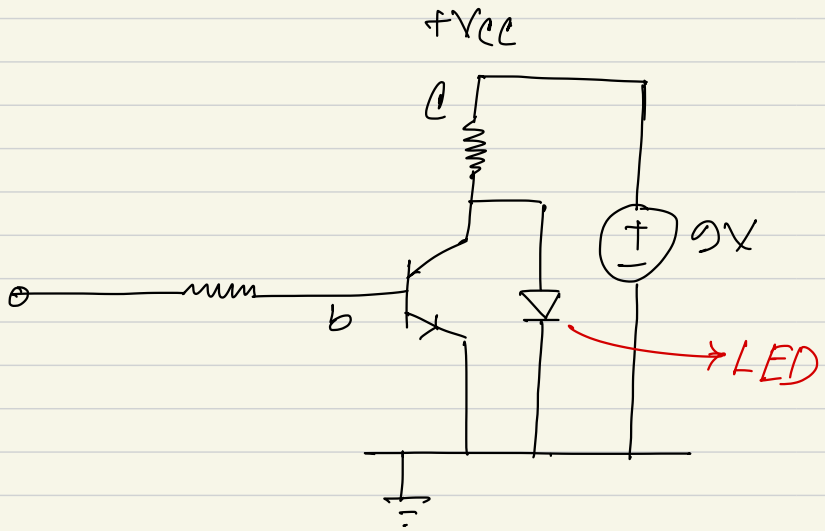

এই Resistance Vcc এর value কমাবে যেন এই point এর voltage এমন হবে যে diode forward bias এ থাকবে।

দুইটা diode ই forwan bias এ থাকবে +5 V apply করলে।

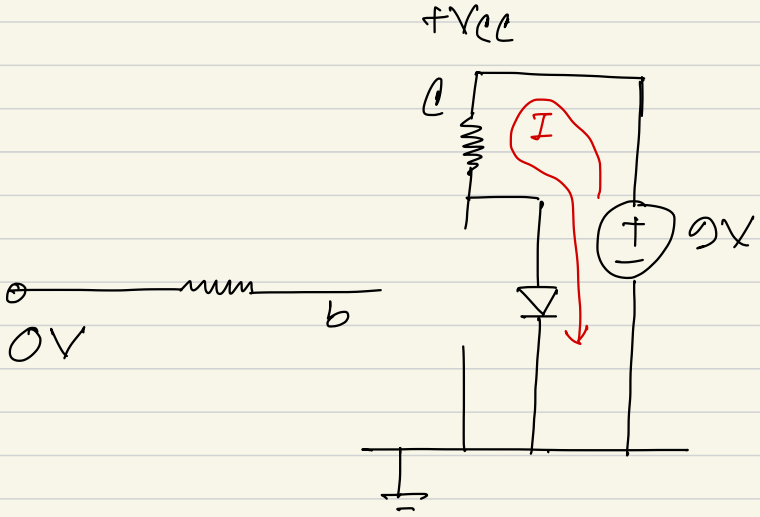
⊙ সরাসরি Base কে Voltage Source এর সাথে Connect করব না। Resistance দ্বারা Connect করব Transistor কে চালু রাখার জন্য

⊙ NOT gate:

যতগুলো Variable minimum ততগুলো transistor লাগাবে।

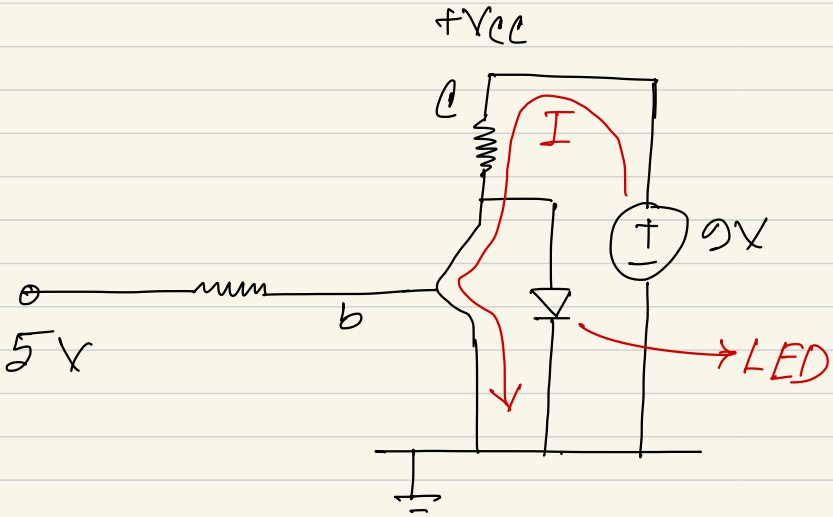


⊙ 0V দিলে LED জ্বলবে না (Transistor off)




Circuit open হয়ে LED জ্বলবে

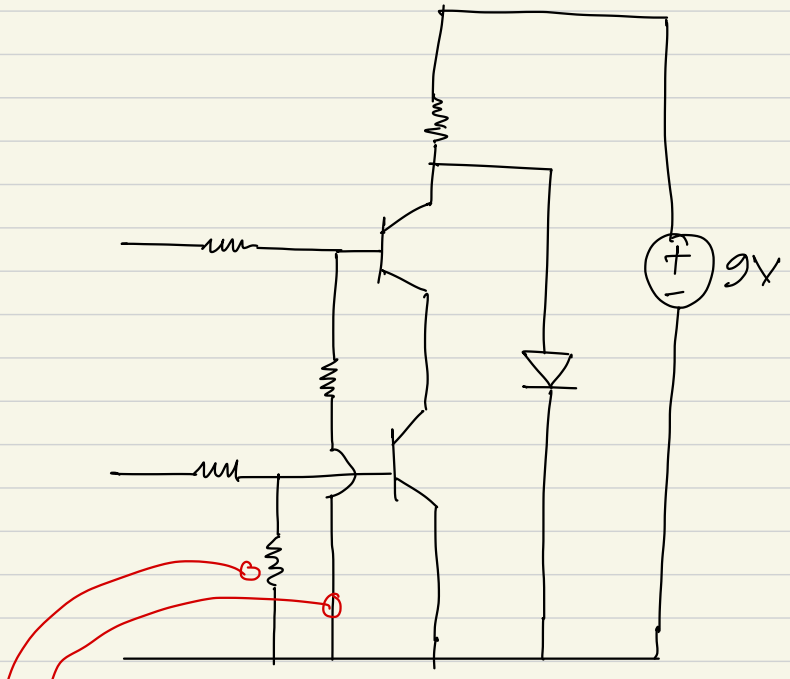
⊙ 5V দিলে LED OFF & transistor on :




⊙ যেহেতু Current Low Resistance Path follow করবে ।

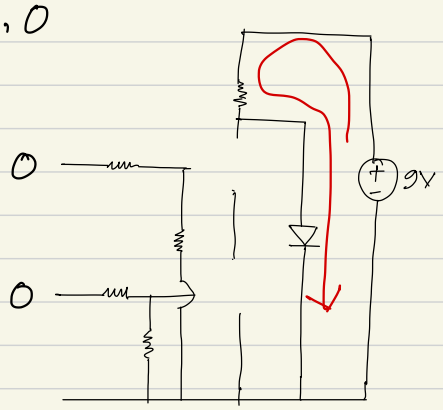
⊞ NAND Gate: 2 input বিশিষ্ট NAND এ minimum ২টা Transistor হবে

→ Transistor (AND Gate যেহেতু তাই) series এ লাগবে।

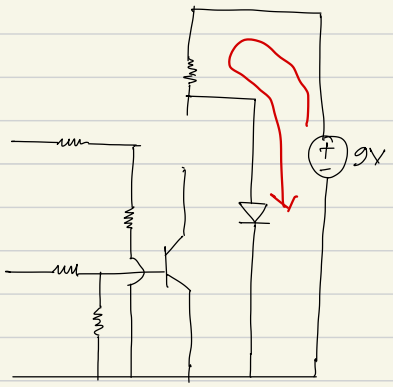



→ Ressistor এর কাজ হলো extra current flow Prevent করে Transistor কে Save করা।
এই দুইটা না দিলেও Problem নেই।

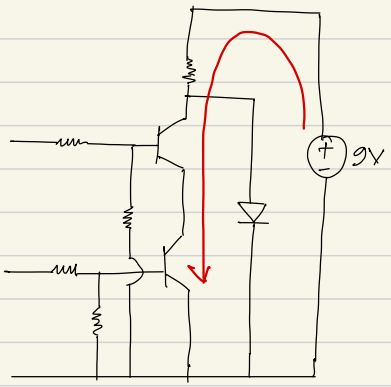
0 for 0, 0



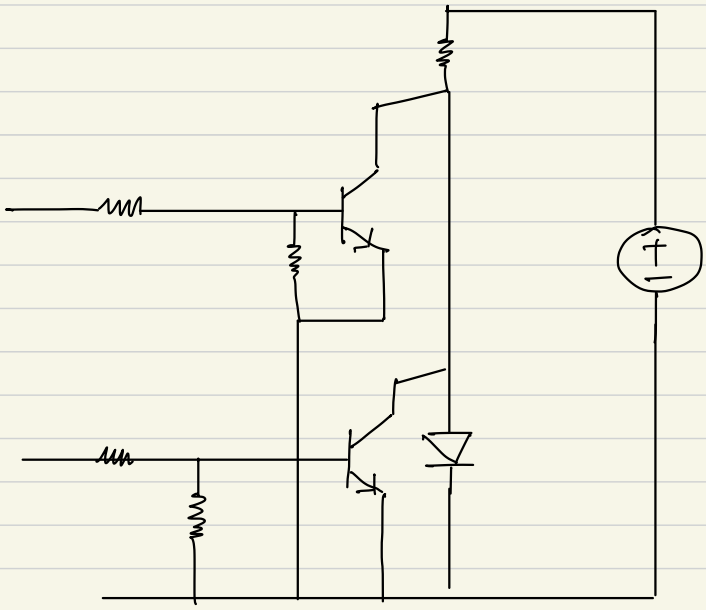
⊙ for 0, 1



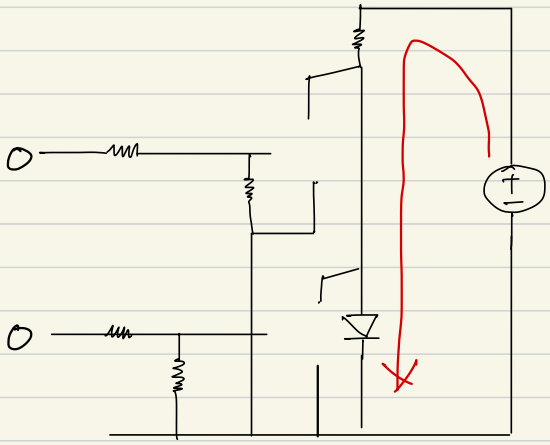

⊙ For 1, 1



⊙ NOR Gate 2 input: 2টি transistor Parallel এ.
OR gate এর

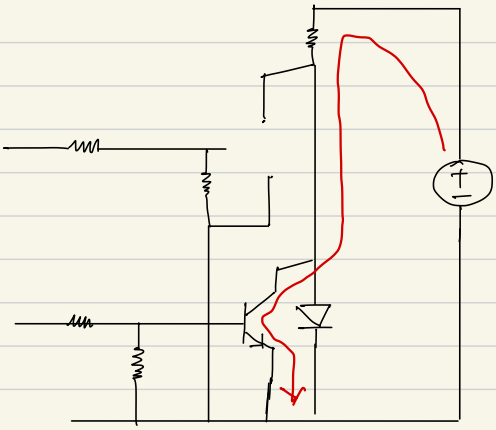


⊙ For 0 0:




on

⊙ For 0 1:



OF

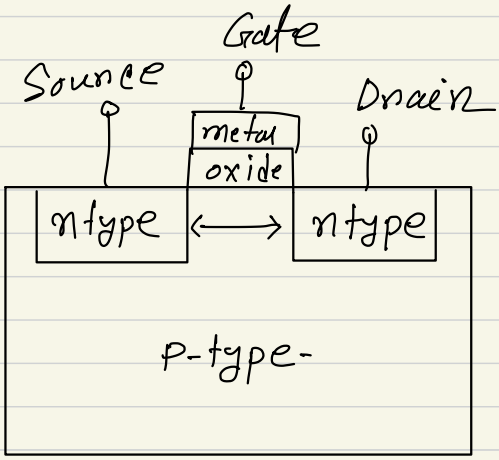
⊙ $f = \overline{AB + C}$ কিভাবে তৈরি করব ?

MOS Technology

→ Metal Oxide Semiconductor

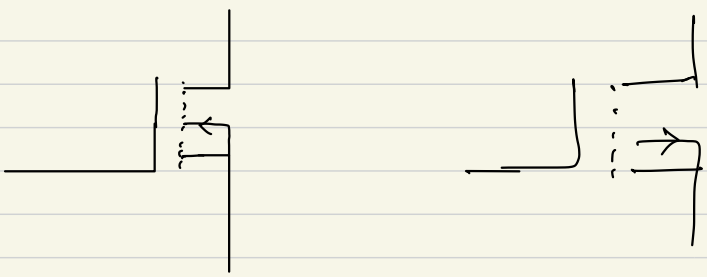
P type/P-mos  n type/n-mos

⊙ N-MOS:




Reverse Case এ P-MOS হবে।

Symbol:



N mos  P mos

⊙ Drain is alway biased positive relative to the Source.

① Drain কে Always Source থেকে বেশি Voltage দিতে হবে।

$V_{gs} > 0$ — ON

$V_{gs} \leq 0$ — OFF

N-mos

more general

$V_{gs} > V_{Th}$ — ON

$V_{gs} \leq V_{th}$ → OFF

$V_{gs} = V_g - V_s$ → যেহেতু ground করা তাই 0

$V_{gs} = V_g$

i) $V_g = 0$

$V_{gs} = 0$

So According to Condition N-MOS → OFF.

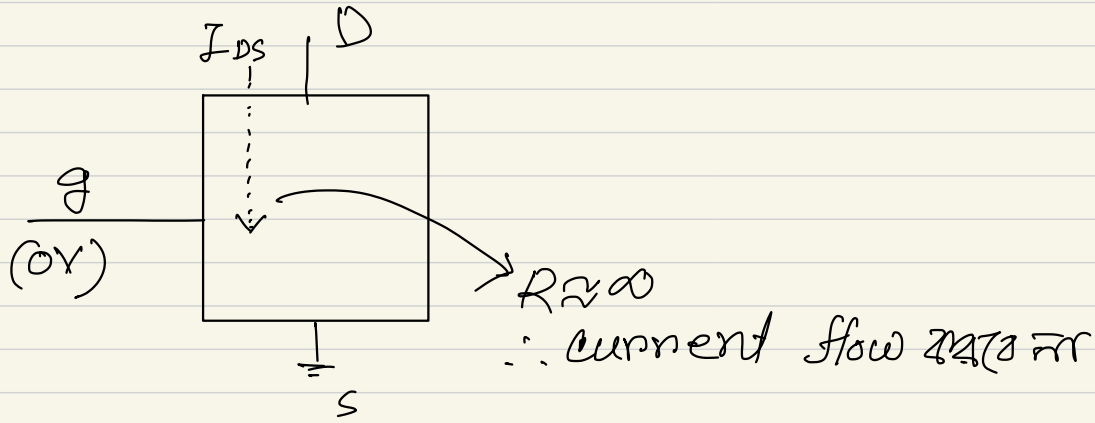
ii) $V_g = +5V$

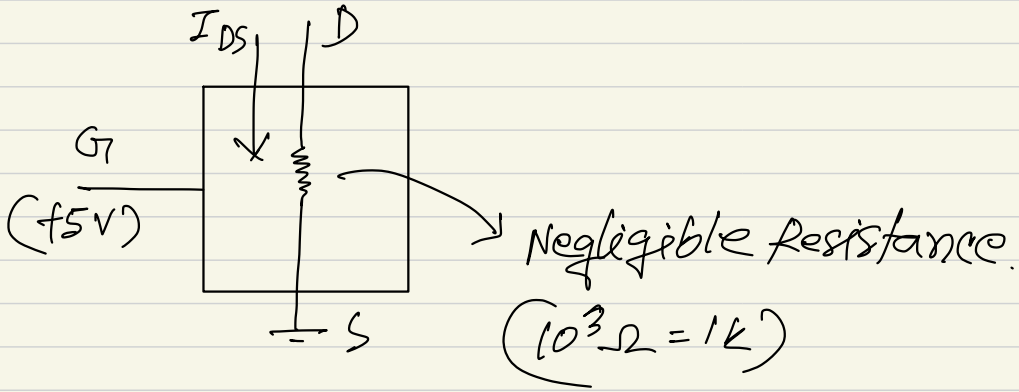
$\therefore V_{gs} = +5V$

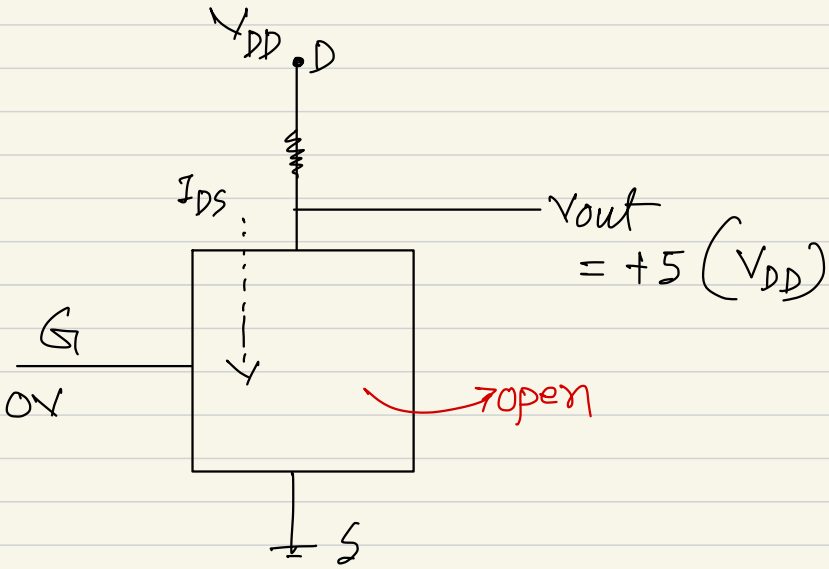
$\therefore$ N-MOS → ON

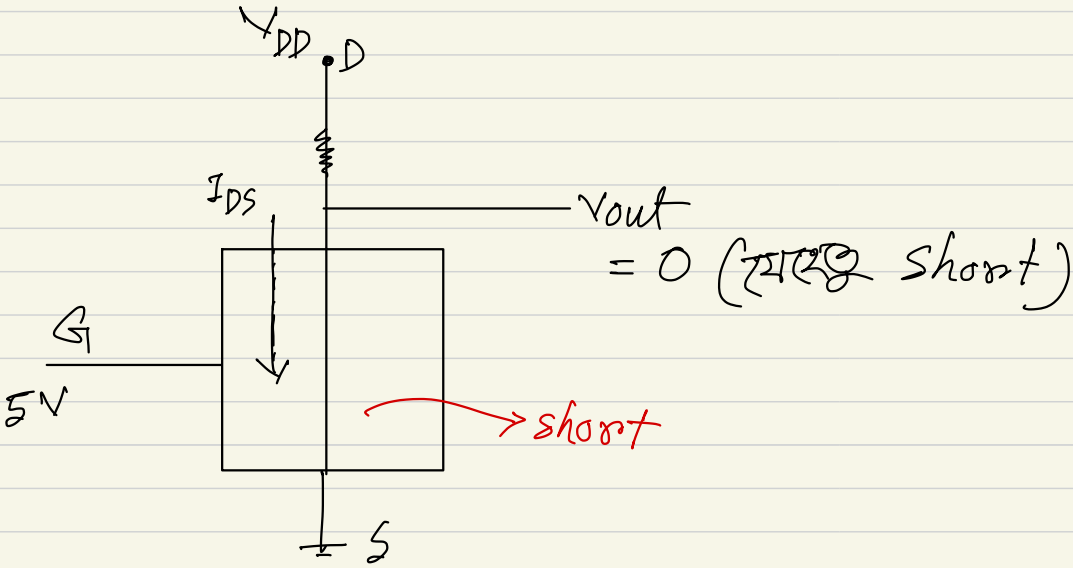
∴ Gate input 0V দিলে N-MOS OFF
5V দিলে ON.

⊙ OFF / ON হলে কী ঘটনাঃ
OFF হলে OPEN
ON হলে short





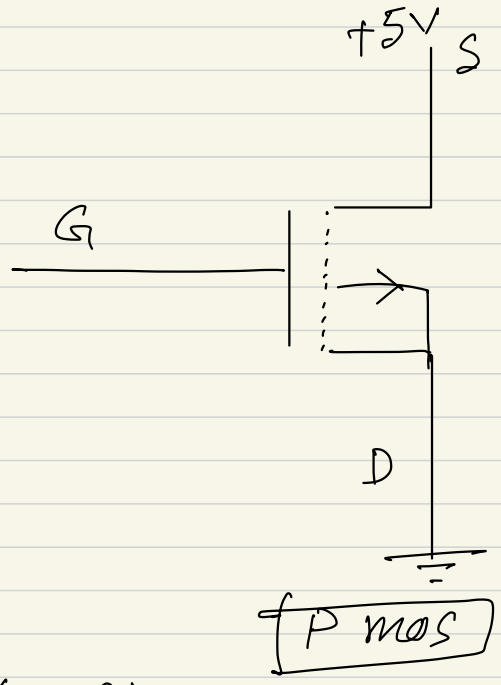




ON-MOS is A inverter itself.

যেহেতু 0V দিলে 5V পাচ্ছি

আবার 5V দিলে 0V পাচ্ছি

⊙ P MOS এর ক্ষেত্রে n MOS এর উল্টো :




$V_{gs} \geq 0$ — OFF

$V_{gs} < 0$ — ON

$V_{gs} = V_g - V_s$

$V_{gs} = V_g - 5$

i) $V_g = 0V$

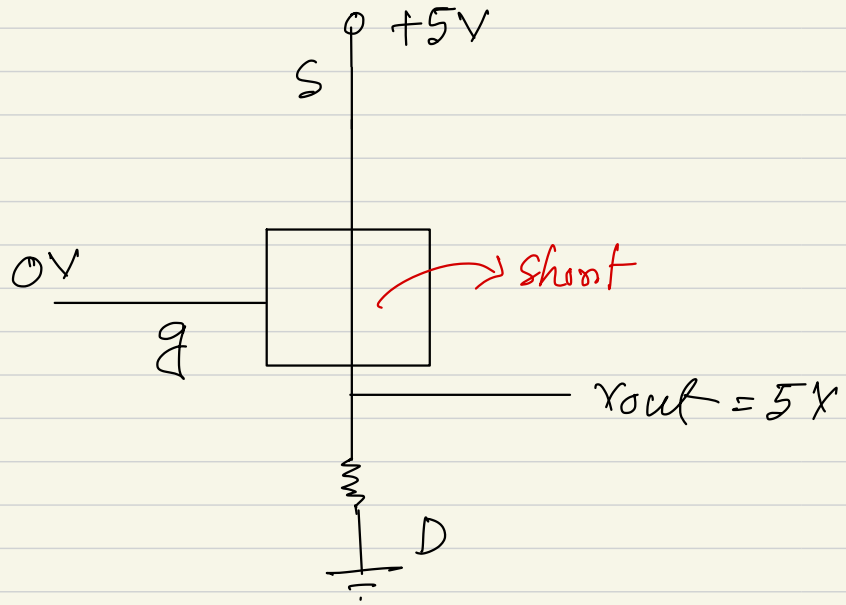
$V_{gs} = -5$

ON

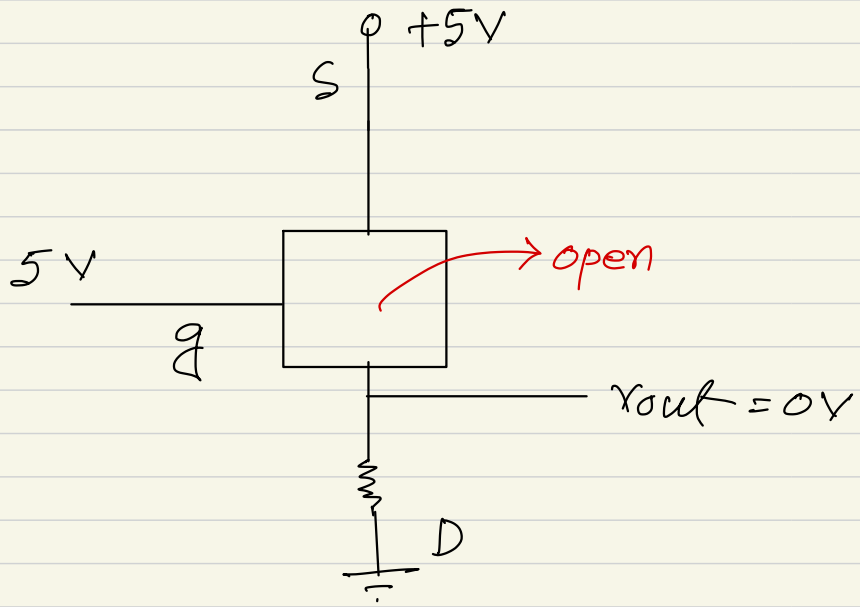
ii) $V_g = +5V$

$V_{gs} = 0$ (OFF)

⊙



⊙ 0 দিলাম 5 পেলাম




⊙ 5V দিলাম 0V পেলাম।

⊙ P-MOS is also a inverter itself.

⊙ 2 ধরনের Network আছে

→ pull up / pull down.

P MOS  N-MOS → মনে রাখতে হবে।

CMOS
↳ Complementary

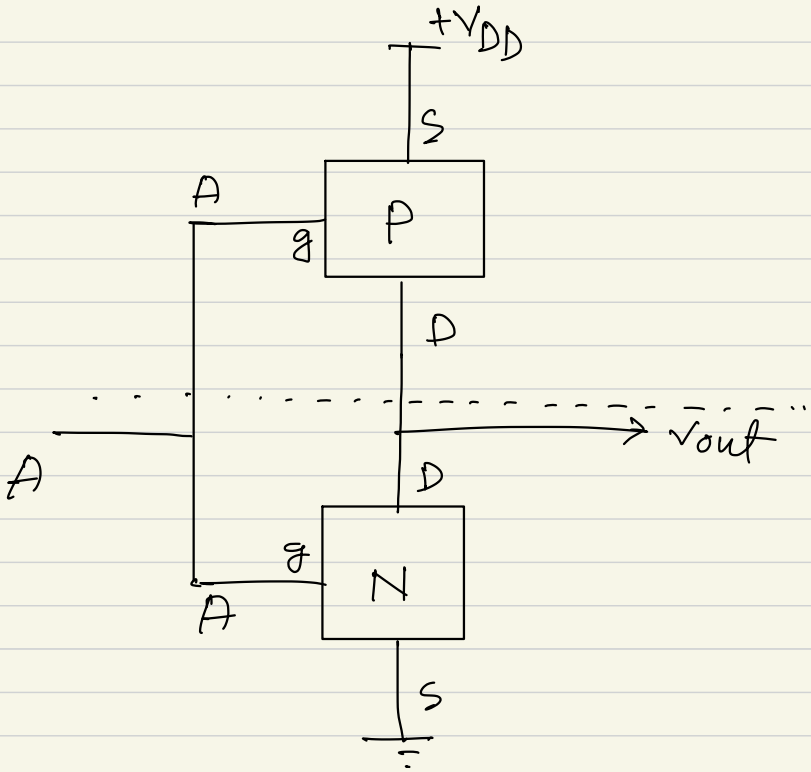
⊙ P mos N mos মিলিয়েও inverter বানানো যায়।

i) NOT gate: (এখানেও যতগুলো Variable ততগুলো লাগবে।)

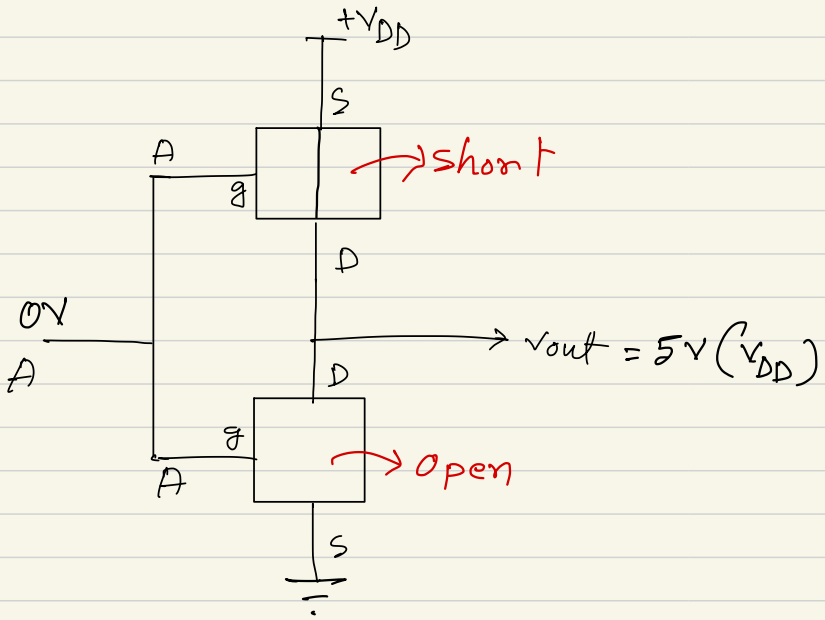
pull up $= \bar{A}$ (Pull up হলো যেটি বানাতে চাই)

pull down $= \overline{\text{pull up}}$

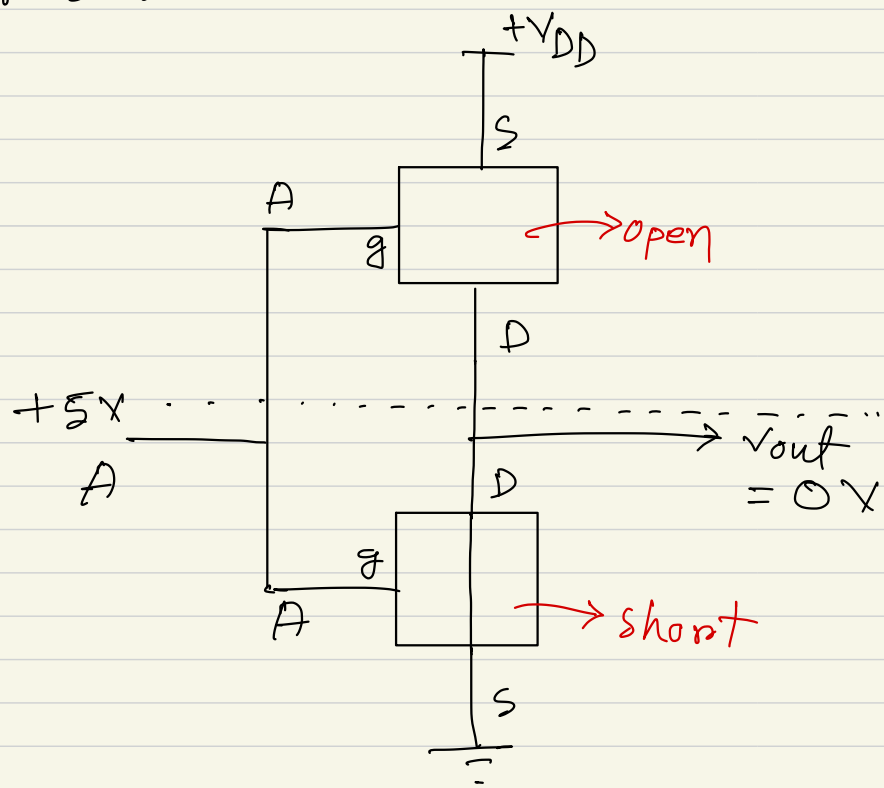
$= A$




① for 0V:



⊙ For 5V:

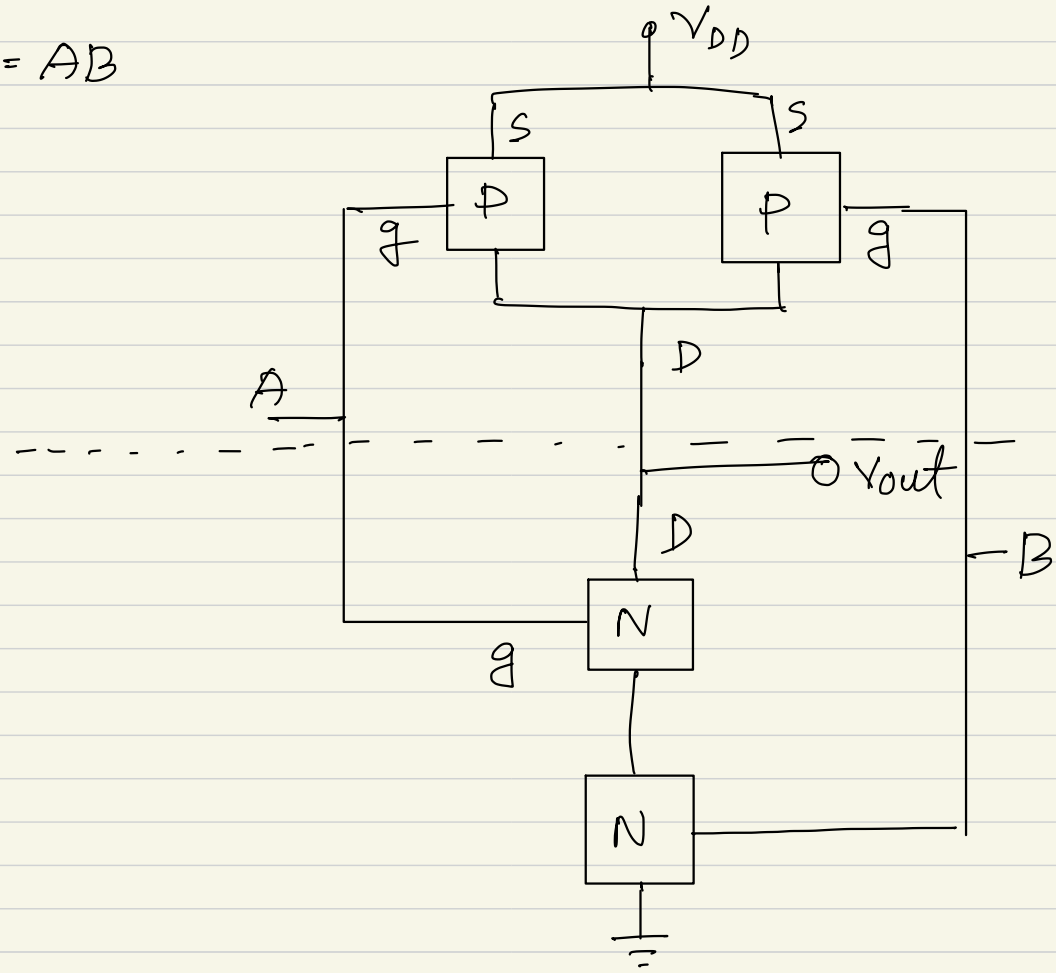



⊙ NAND Gate:

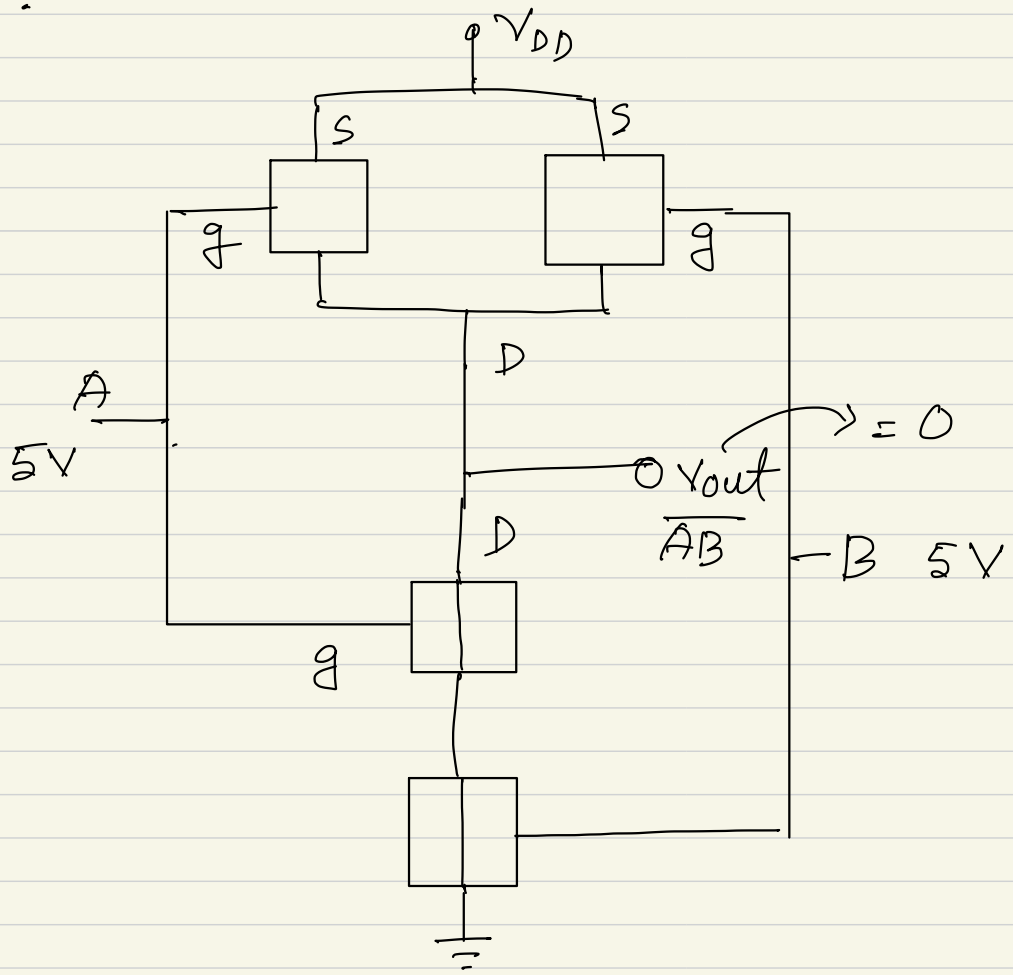
Sigle অবস্থায় আনতে হবে। So de morgan.

pull up $= \overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$

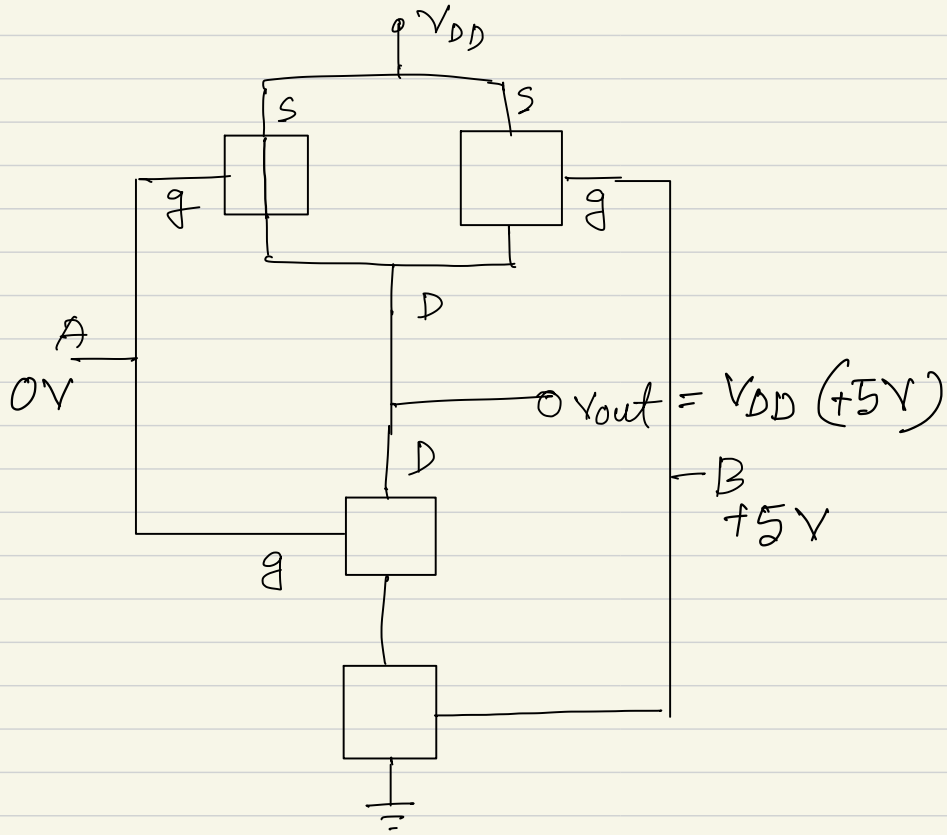
pull down $= AB$



For 1,1:


$V_{DD}$
S
S
g
g
D
A
5V
$V_{out}$
$= 0$
$\overline{AB}$
D
B
5V
g

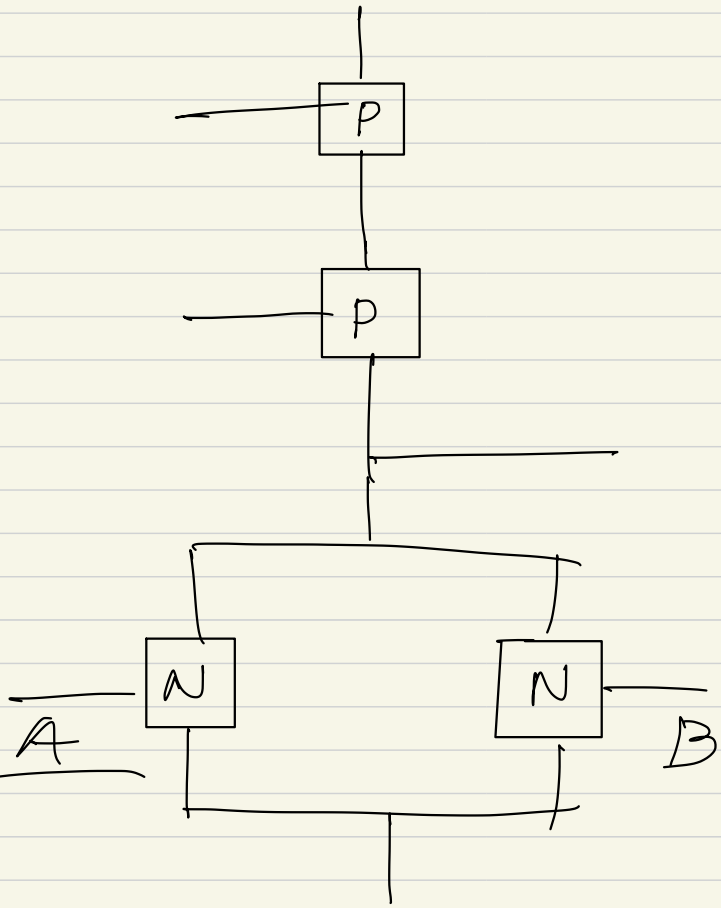
For 0,1


$V_{DD}$
S
S
g
g
D
A
0V
$V_{out} = V_{DD}$ (+5V)
D
B
+5V
g

⊙ NOR Gate:

Pull up $= \overline{A+B} = \bar{A}+\bar{B}$

pull down $= A+B$




slide থেকে দেখাবো

⊙ circuit দিয়ে কোন Gate detect করতে হবে।

$A+B$

যেহেতু pull down so বাদ দিব

$\overline{A+B}$

⊙ $f = \overline{A+B}$

$f = A+B = ?$

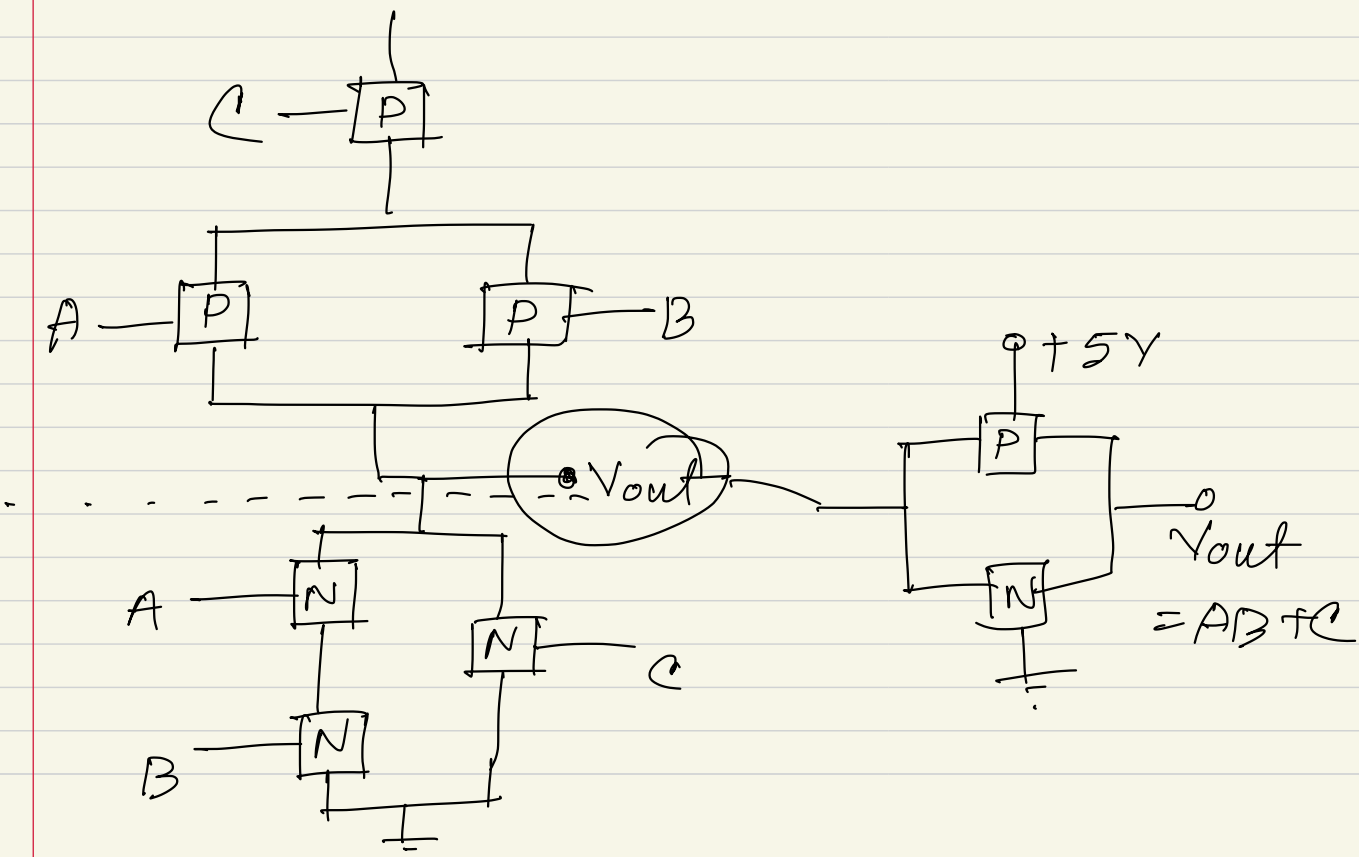
→ So first এ $\overline{A+B}$ বের করে then single inverter এ দিব।

⊙ $f = AB+C = ?$

first এ $\overline{AB+C}$ করব

pull up $= \overline{AB+C}$

$= \overline{AB} \cdot \overline{C}$

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

Pull down $= AB+C$