

CMOS

(Relationship between Computer Architecture and
Electrical Engineering – Part II)

Nahin Ul Sadad

Lecturer

CSE, RUET

প্রশ্নঃ Transistorএৰ কাজ কি Computerএ?

উত্তরঃ Transistor switch হিসেবে কাজ করে।

এর মাঝে ON/OFF করে।

প্রশ্ন: IC কাকে বলে?

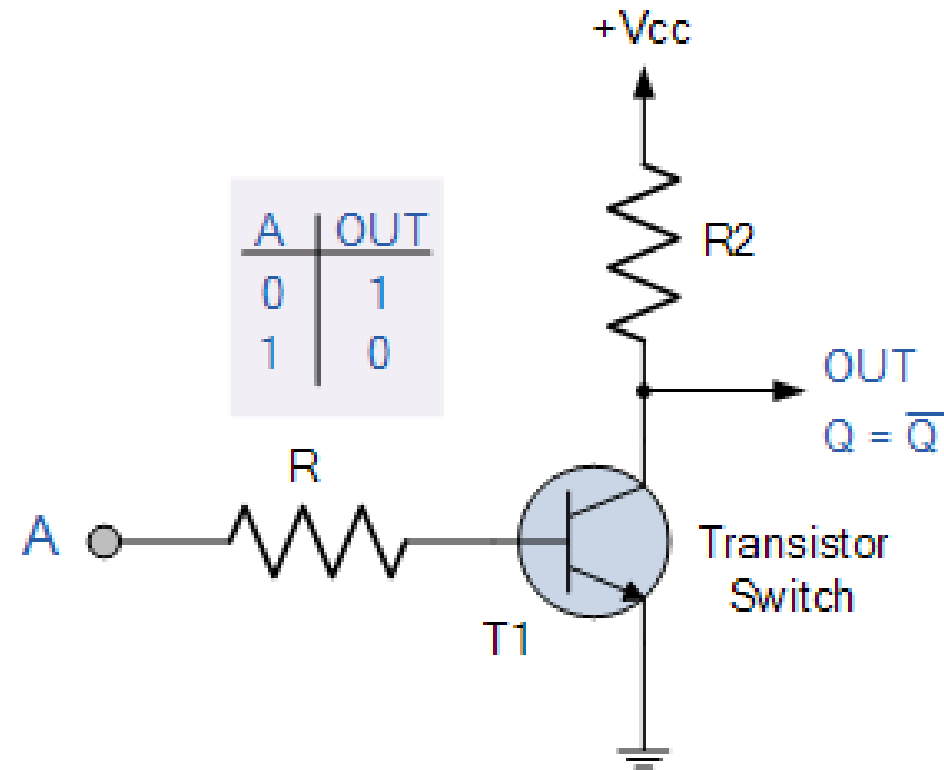
উত্তরঃ An integrated circuit (IC) is a set of electronic circuits on one small flat piece (chip) of semiconductor material (silicon).

প্রশ্ন: VLSI কাকে বলে?

উত্তরঃ Very large-scale integration (VLSI) is the process of creating an integrated circuit (IC) by combining millions of MOS transistors onto a single chip.

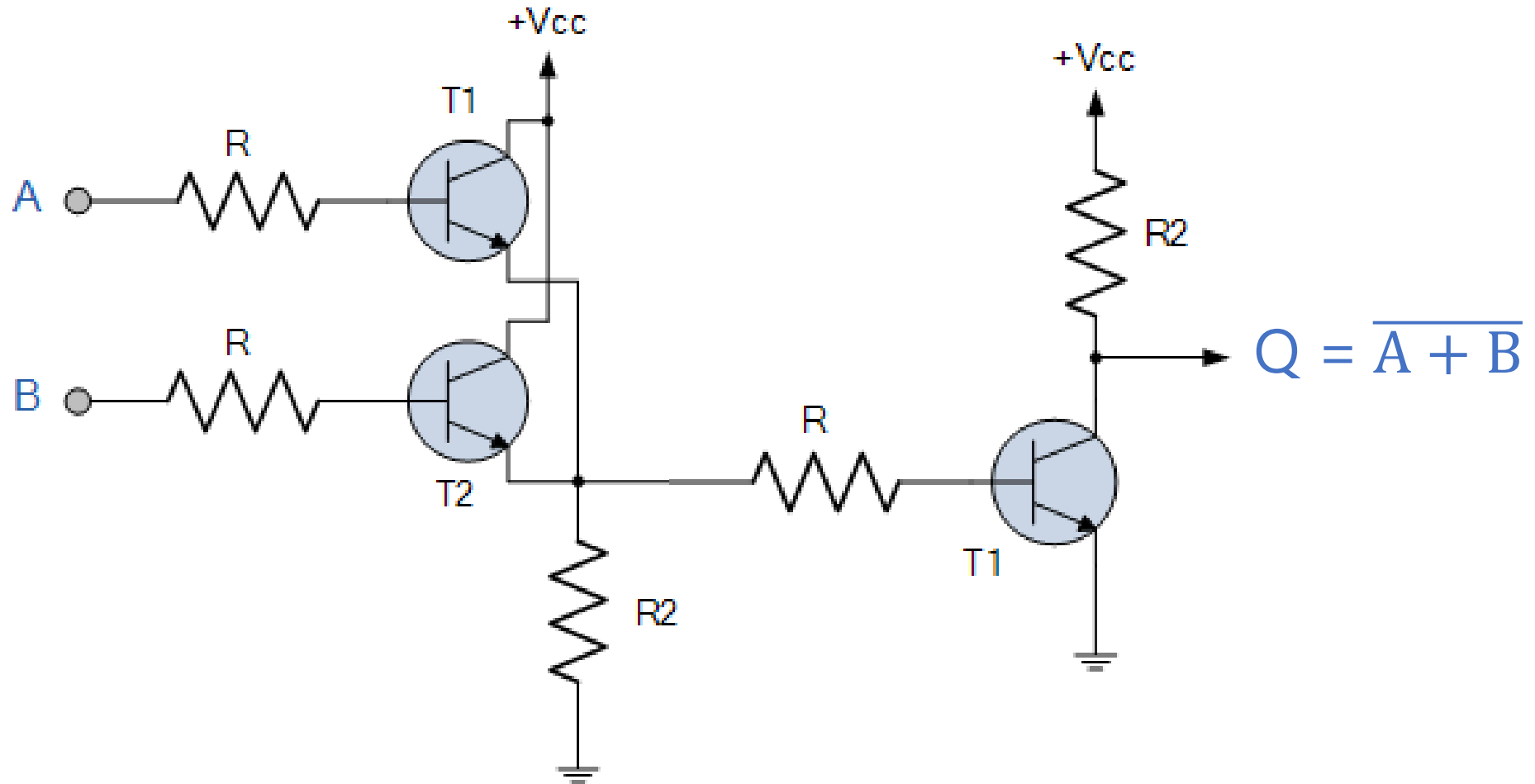
প্রশ্নঃ Implement NOR ($\overline{A + B}$) logic gate by using BJT transistor.

1-input Transistor NOT Gate (Inverter)

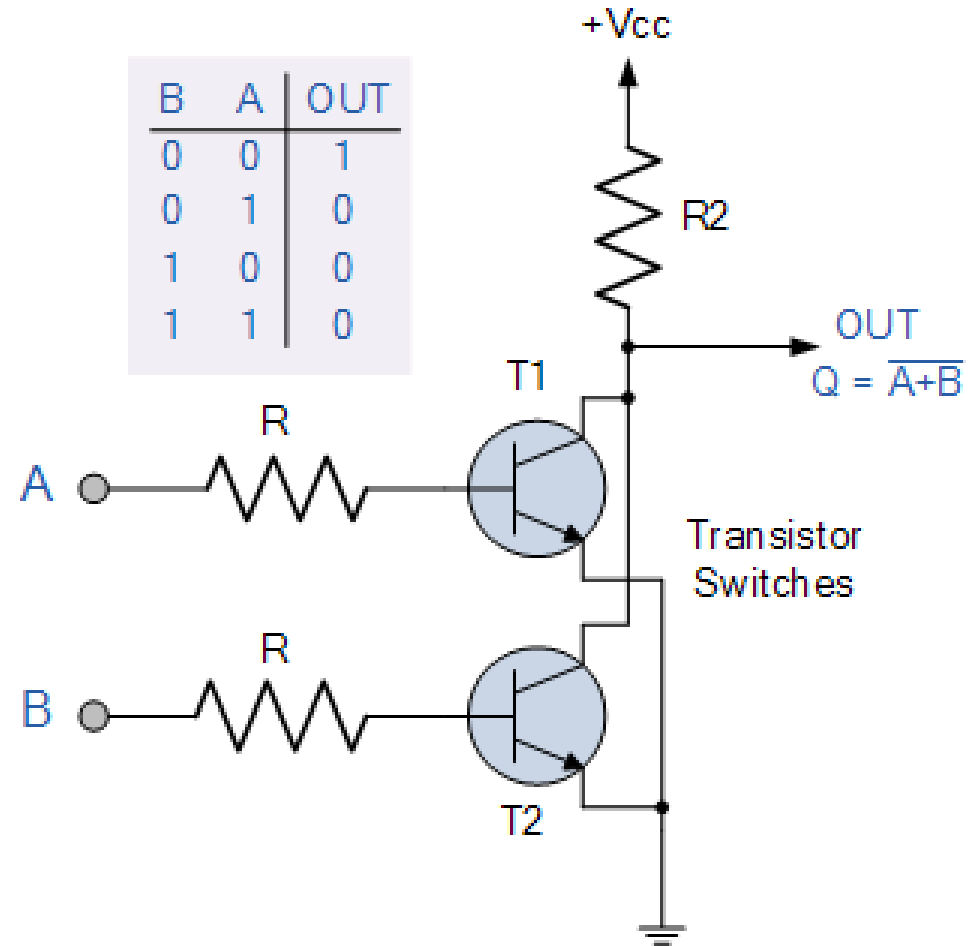


Link: https://www.electronics-tutorials.ws/logic/logic_4.html

উত্তর: 2-input NOR Gate



উত্তর: Equivalent 2-input NOR Gate



Link: https://www.electronics-tutorials.ws/logic/logic_6.html

প্রশ্নঃ IC তৈরির সময় কি কি বিষয় মাথায়
রাখতে হবে?

উত্তরঃ

১। Space

২। Power Dissipation
(Heat Generation/Power Loss)

প্রশ্নঃ আমরা কেন BJT transistor ব্যবহার না
করে FET transistor ব্যবহার করি IC তে?

উত্তৰঃ ১। FETএৰ Space কম লাগে।

২। FET Power কম খৰচ কৰে।

প্রশ্নঃ BJT transistor এবং FET transistorএর
মধ্যে পার্থক্য কোথায়?

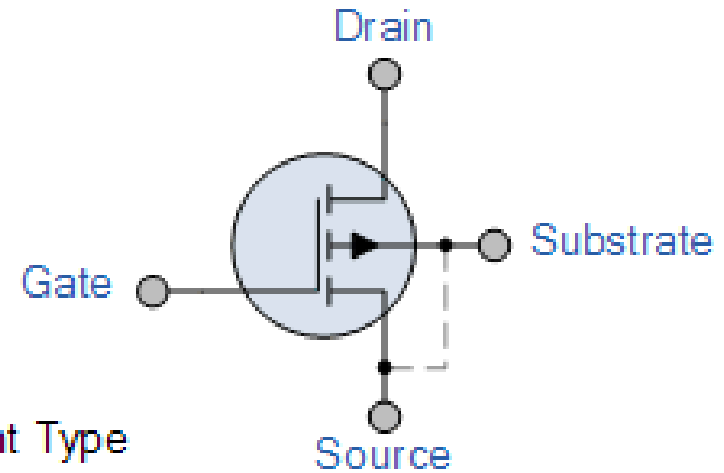
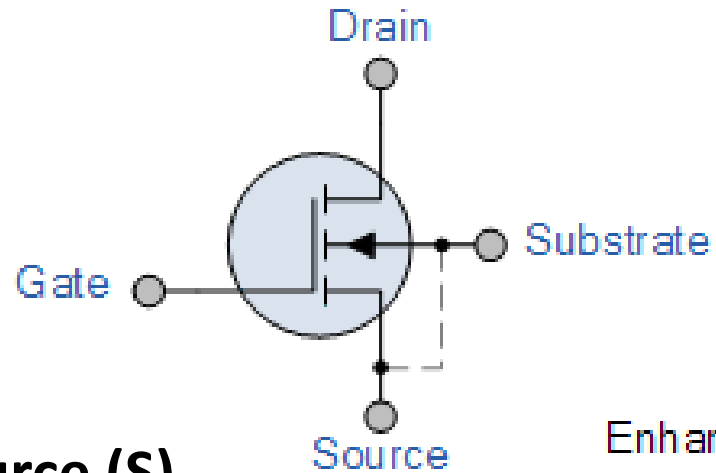
উত্তরঃ

| BJT | FET |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Bipolar (Hole and Electron). | 1. Unipolar (Hole/Electron). |
| 2. Current Controlled. | 2. Voltage Controlled. |
| 3. Size is bigger. | 3. Size is smaller. |
| 4. High Power Dissipation. | 4. Low Power Dissipation. |
| 5. Low input Impedance. | 5. High Input Impedance. |

প্রশ্ন: আমরা কোন FET transistor ব্যবহার করি?

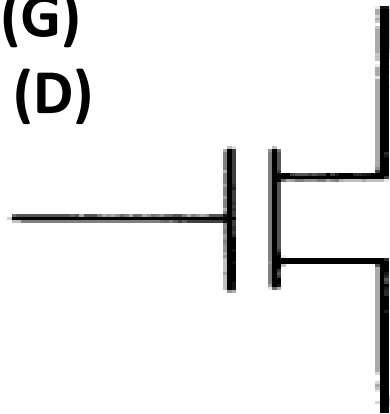
উত্তৰঃ MOSFET
(Metal Oxide Semiconductor FET) ব্যৱহাৰ কৰি।

MOSFET Symbol

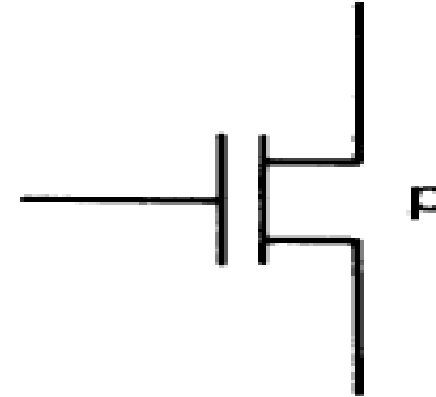


Enhancement Type
(normally-off)

Emitter (E) -> Source (S)
Base (B) -> Gate (G)
Collector (C) -> Drain (D)



NMOS transistor



PMOS transistor

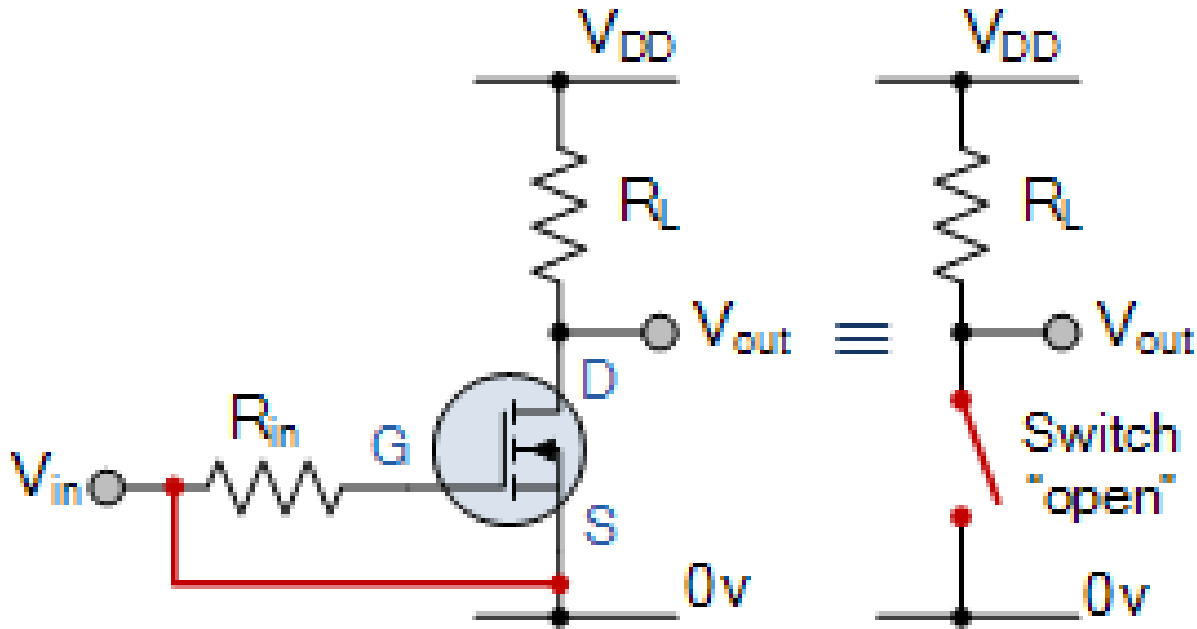
প্রশ্নঃ MOSFET কিভাবে switch হিসেবে কাজ
করে?

উত্তর: MOSFET as switch

| MOSFET Type | $V_{GS} \ll 0$ | $V_{GS} = 0$ | $V_{GS} \gg 0$ |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------|
| N-channel Enhancement | OFF | OFF | ON |
| P-channel Enhancement | ON | OFF | OFF |

Link: https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_7.html

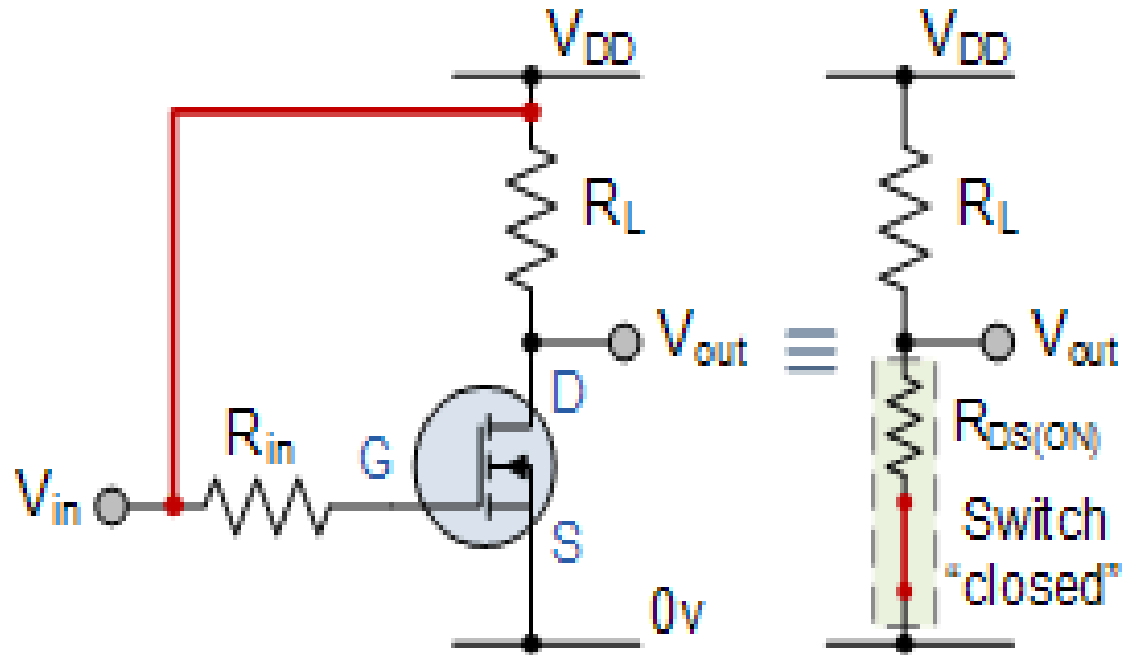
NMOS as switch



- The input and Gate are grounded (0V)
- $V_{GS} < V_{TH}$
- MOSFET is "OFF" (Open switch)

Link: https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_7.html

NMOS as switch



- The input and Gate are connected to V_{DD}
- $V_{GS} > V_{TH}$
- MOSFET is "ON" (Closed switch)

Link: https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_7.html

প্রশ্নঃ NMOS এবং PMOS এর মধ্যে IC (Integrated Circuit) তৈরিতে কোনটা preferred?

উত্তরঃ NMOS preferred

কারণ Size of NMOS < Size of PMOS

**আরেকটা কারণ NMOS এর Carrier হল electron
কিন্তু PMOS এর Carrier হল hole।
এর মানে NMOS is faster than PMOS।**

প্রশ্ন: Implement NOT gate (Inverter) using NMOS.

উত্তরঃ

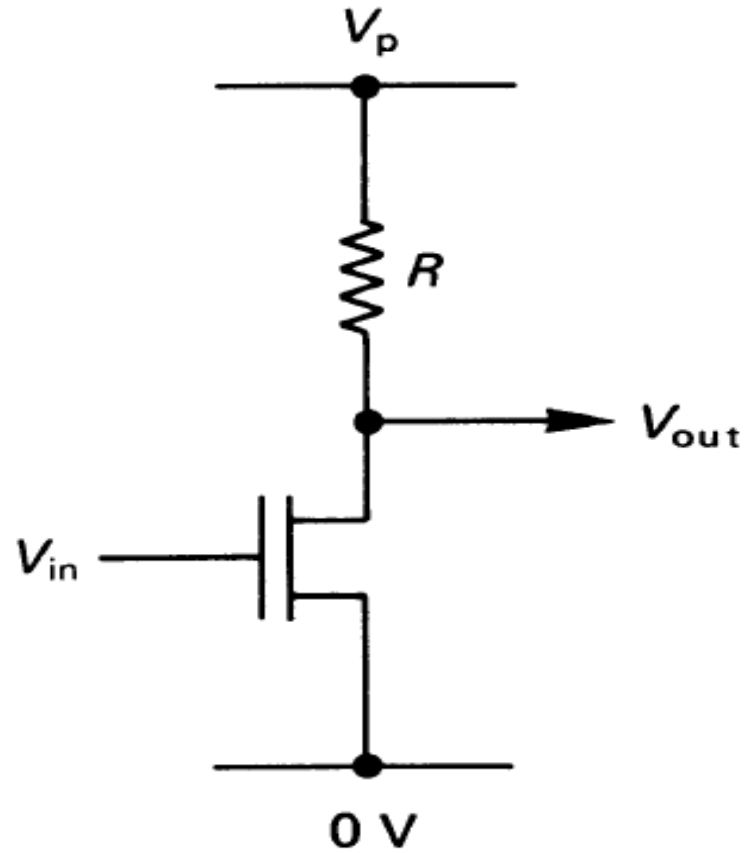


Fig: NMOS NOT gate (Inverter) with resistor load.

প্রশ্ন: আগের Circuitটা IC (Integrated Circuit) তে
implement করা কতোটা practical?

উত্তরঃ বেশি practical না।

কারণ Resistor হচ্ছে সবচেয়ে expensive জিনিস ICতে।

Resistor সবচেয়ে বেশি space নেয় ICতে।

Size of 1 Resistor = Size of 300 MOS transistors!

প্রশ্নঃ তাহলে solution কি?

উত্তরঃ MOS transistor এর High Impedance Property ব্যবহার করা।

এর মানে আমরা চাইলে MOS transistor কে resistor হিসেবে use করতে পারি!

Solution হল CMOS!

CMOS = PMOS (act as Resistor) + NMOS (act as transistor)

উত্তরঃ

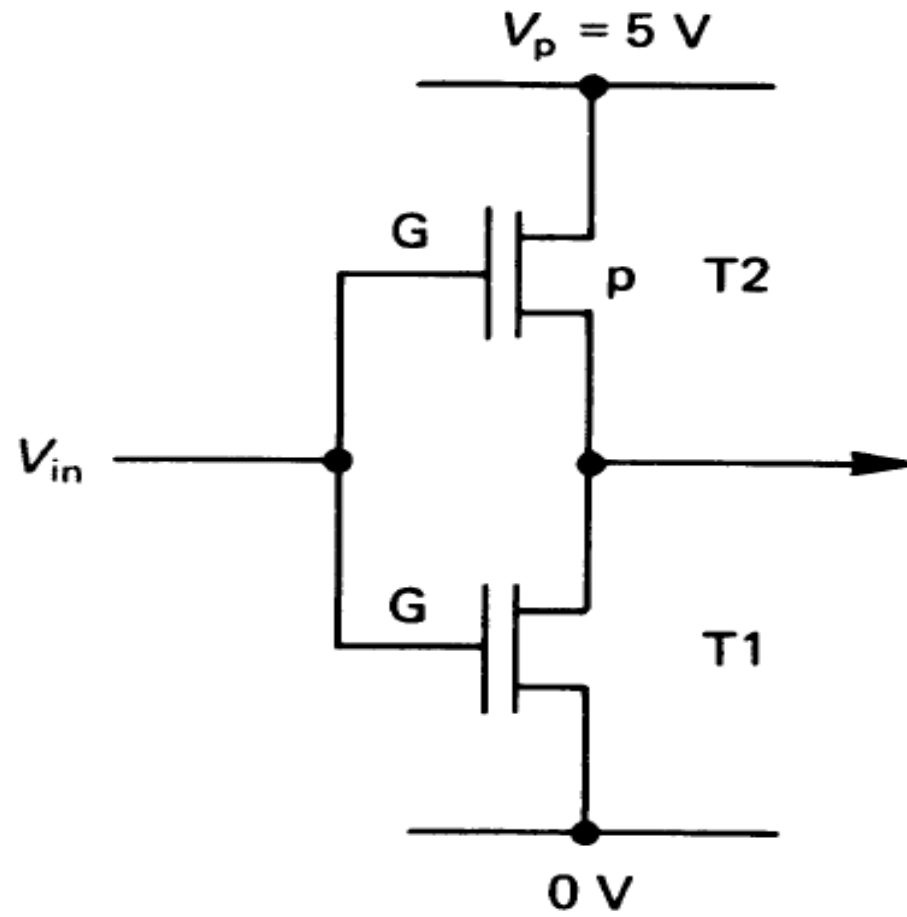


Fig: CMOS Inverter

প্রশ্নঃ Implement NOR using NMOS and CMOS.

উত্তরঃ

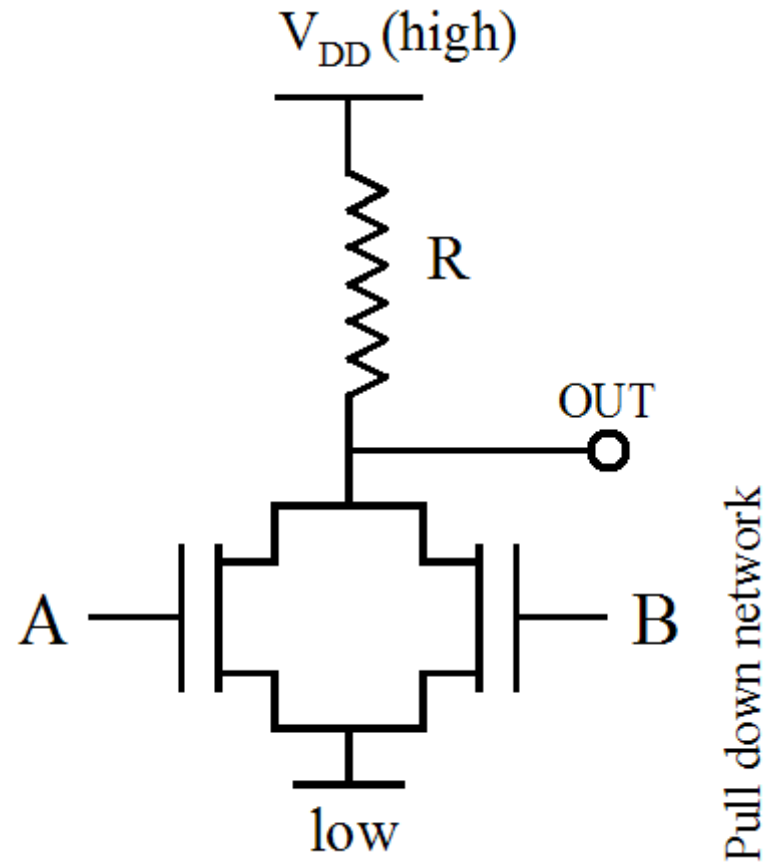


Fig: NMOS NOR gate with resistor load.

উত্তরঃ

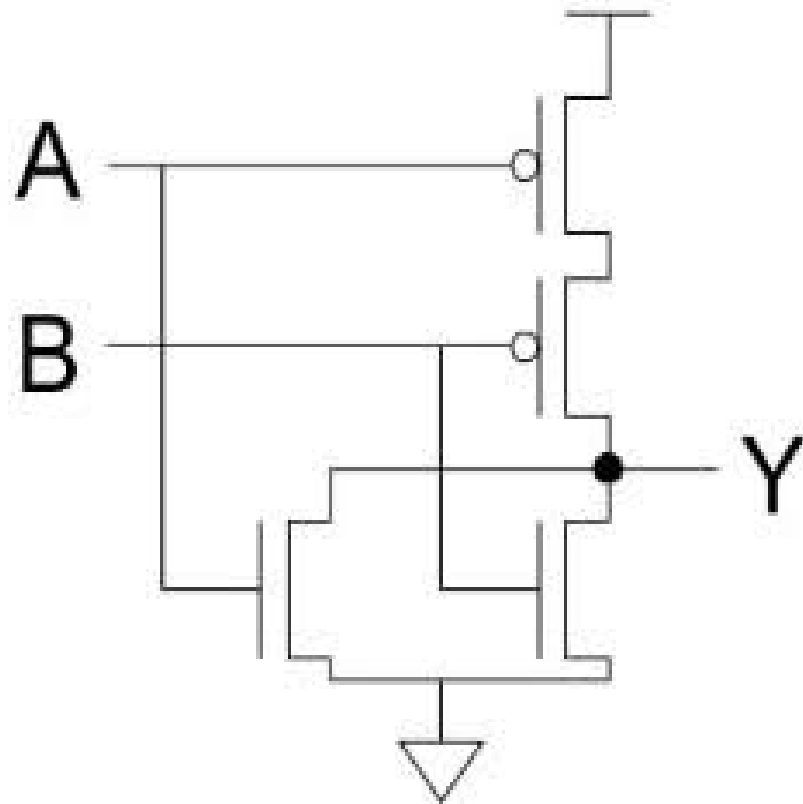
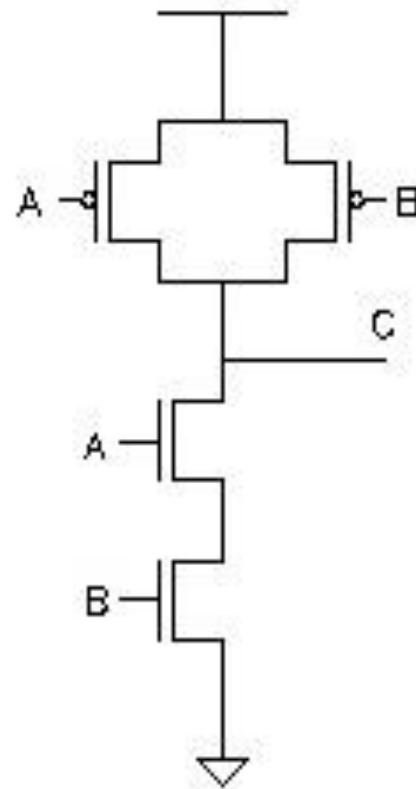
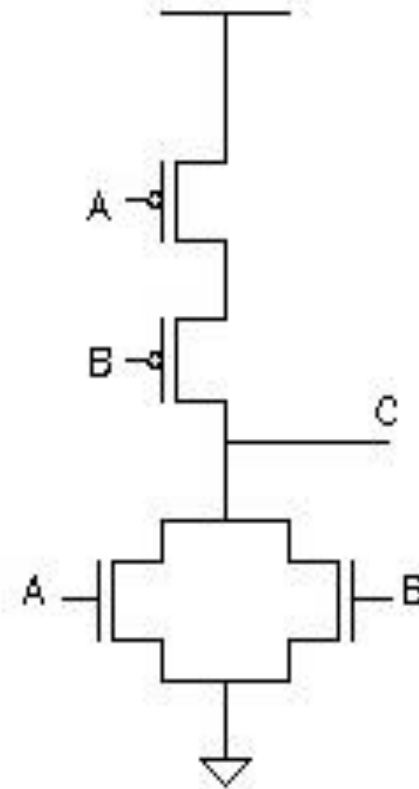


Fig: CMOS NOR gate.

CMOS NOR and NAND gate



NAND



NOR

আরেকটা Important Observation হল
Output is always inverted.

এর মানে যেকোনো Logic ফাংশন
NAND/NOR দিয়ে implement করা বেশি
practical/efficient AND/OR দিয়ে
implement করার চাইতে।

Next Day:
Digital Electronics using
Breadboard

Summary:

1. IC (Integrated Circuit) হচ্ছে যে কোন circuit যেটা Silicon Wafer এর উপর doping এর মাধ্যমে transistor দিয়ে তৈরি।
2. VLSI (Very Large Scale Integration) একটা process যার মাধ্যমে million/billion MOSFET transistor দিয়ে IC তৈরি করা হয়।
3. IC তৈরির সময় দুইটা জিনিস খুব important factor: Space এবং Power Dissipation (Power Loss)।
4. Size of BJT > Size of MOSFET && Power Loss of BJT > Power Loss of MOSFET। So, MOSFET > BJT.
5. BJT -> Low input impedance but FET -> High input impedance। এর মানে FET কে Resistor হিসেবে use করা যাবে IC তৈরির সময়।
6. In Integrated Circuit, ১টা Resistor এর Size ৩০০টা Transistor Size এর সমান। Say no to Resistor in IC design. USE PMOS instead.
7. CMOS = PMOS (act as resistor) + NMOS (act as transistor).

Thank You 😊