



Teknik Digital

W4 - Reza Diharja, S.Si., M.T.

Outlines

4.1 Ide Awal Gerbang Logika Boolean

4.2 Gerbang Logika

4.2.1 Operator Aljabar Boolean

4.2.2 Gerbang OR

4.2.3 Gerbang AND

4.2.4 Gerbang NOT

4.2.5 Gerbang Ex-OR

4.2.6 Gerbang NAND dan NOR

4.2.7 Gerbang Ex-NOR

4.3 Mosfet's Characteristics

4.3.1 7400 QUAD NAND GATES IC

4.3.2 7408 QUAD AND GATES IC

4.3.3 7432 QUAD OR GATES IC

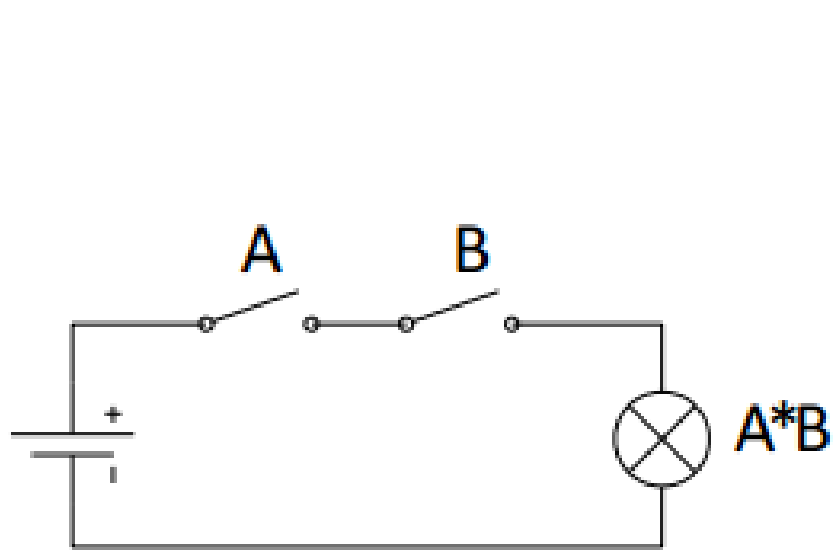
4.3.4 7402 QUAD NOR GATES IC

4.3.5 7404 QUAD NOT/INVERTER GATES IC

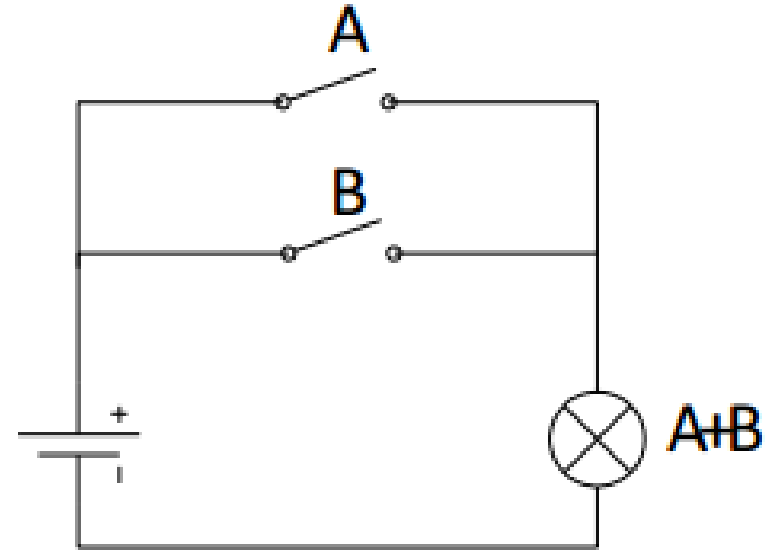
4.3.6 7486 QUAD XOR GATES IC

4.3.7 Simulasi

Ide Awal Gerbang Logika Boolean



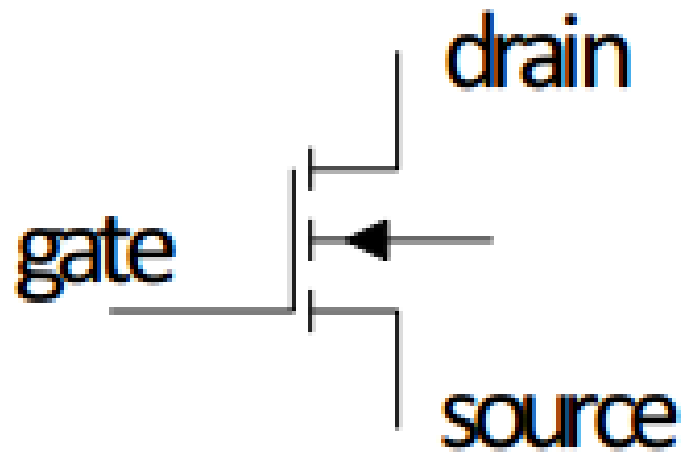
AND function:
The lamp will light when A and B are both on.



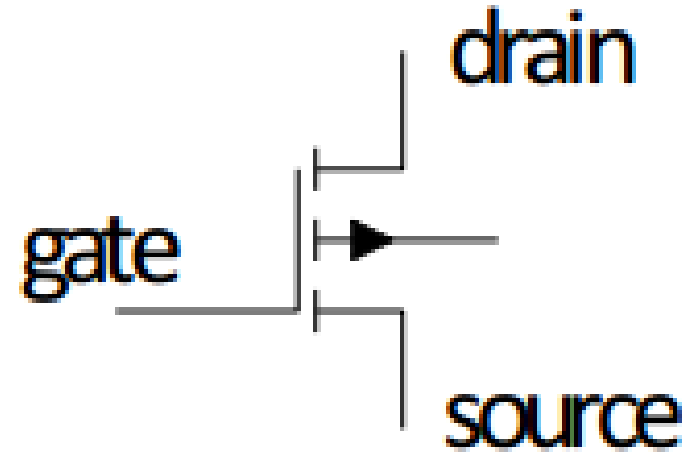
OR function:
The lamp will light when at least one of A and B is on.

- Two switches connected in series will produce the AND function. Two switches connected in parallel will produce the OR function

- Switch principle is used in digital circuits, where the switches are replaced by transistors. For this purpose, mostly use MOSFET transistors. The symbols for two kinds of MOSFET transistors are shown here:

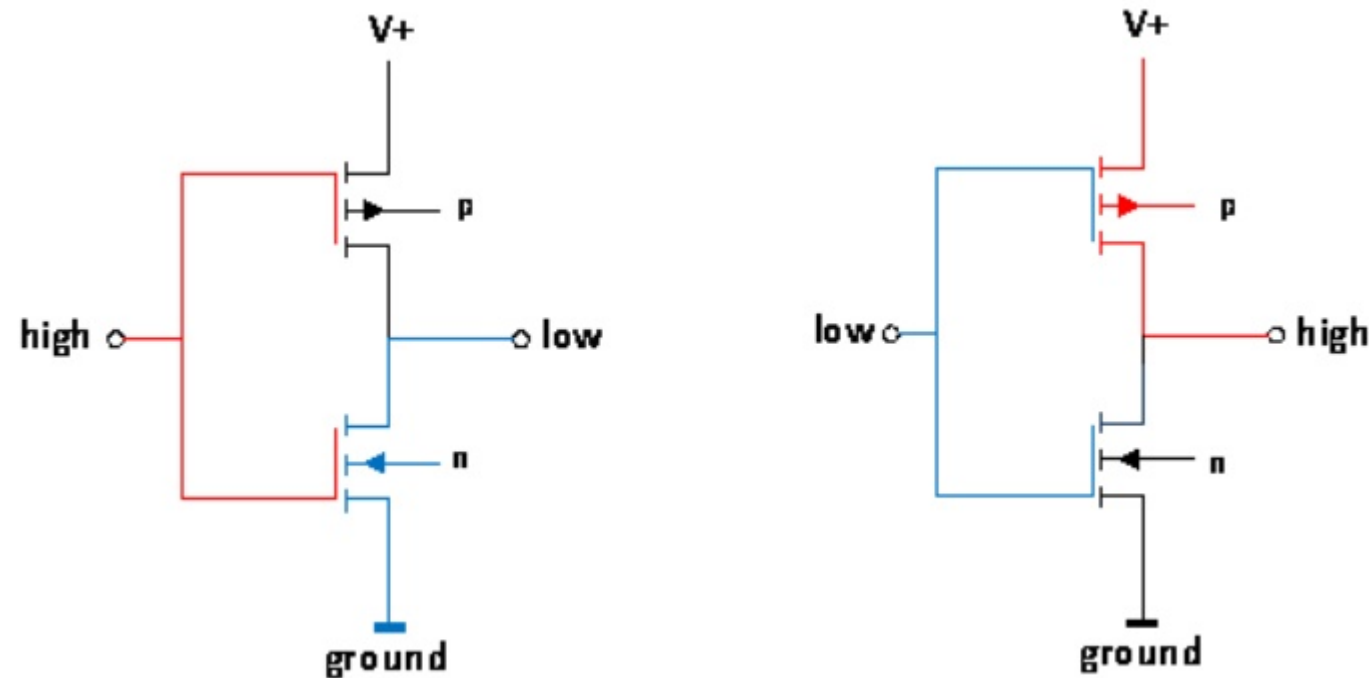


N-channel MOSFET



P-channel MOSFET

CONTOH: The simplest digital circuit we can make of MOSFET transistors is an inverter. Our inverter is made of a p-channel and an n-channel MOSFET

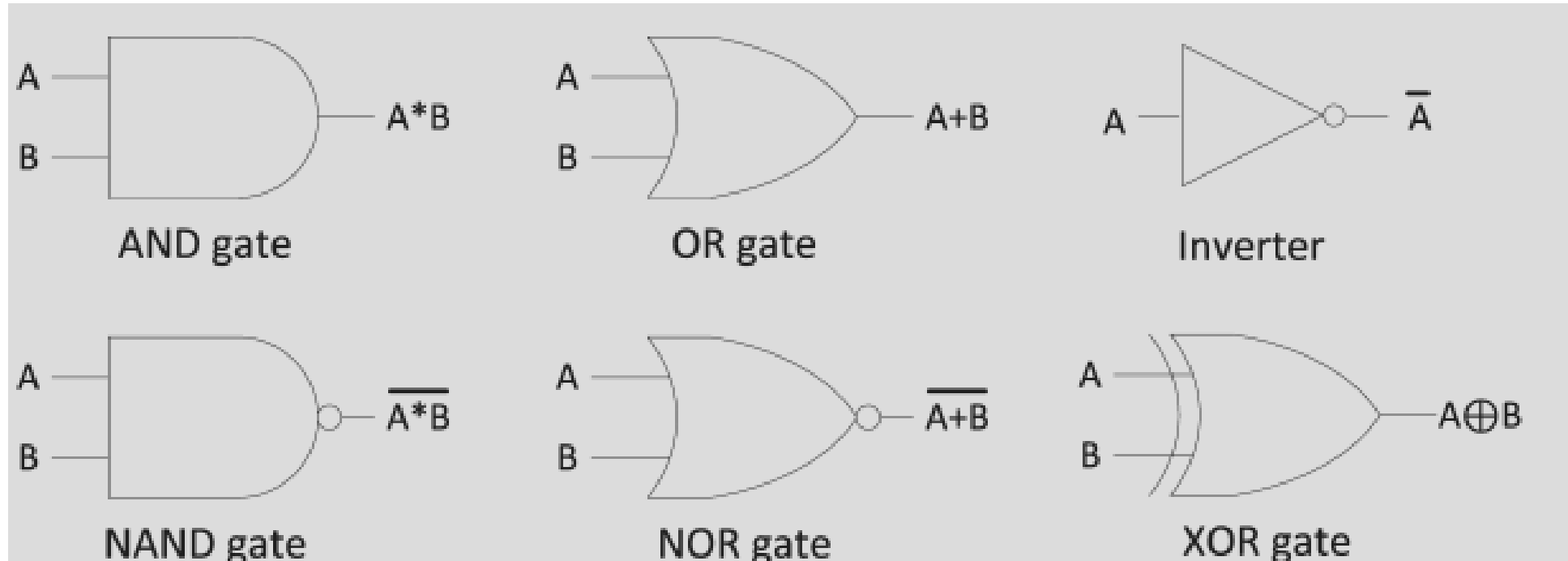


- If the input is high (for example 5V) then the p-channel MOSFET is off and the n-channel MOSFET is on. The n-channel MOSFET connects the output to ground to make it low.
- If the input is low (0V) then the p-channel MOSFET is on and the n-channel MOSFET is off. The p-channel MOSFET connects the output to the positive supply (5V) to make it high.

Gerbang Logika

- Merupakan suatu ‘bangunan paling dasar’ dari sistem digital termasuk komputer.
- Masing-masing gerbang logika dasar adalah bagian dari perangkat keras atau rangkaian elektronik yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan beberapa ekspresi logika dasar.
- Sementara hukum aljabar Boolean dapat digunakan untuk melakukan manipulasi **dengan variabel biner dan menyederhanakan ekspresi logika**, yang diimplementasikan dalam sistem digital menggunakan rangkaian elektronik yang disebut **gerbang logika**.
- Tiga dasar gerbang logika antara lain gerbang OR, AND, dan NOT.

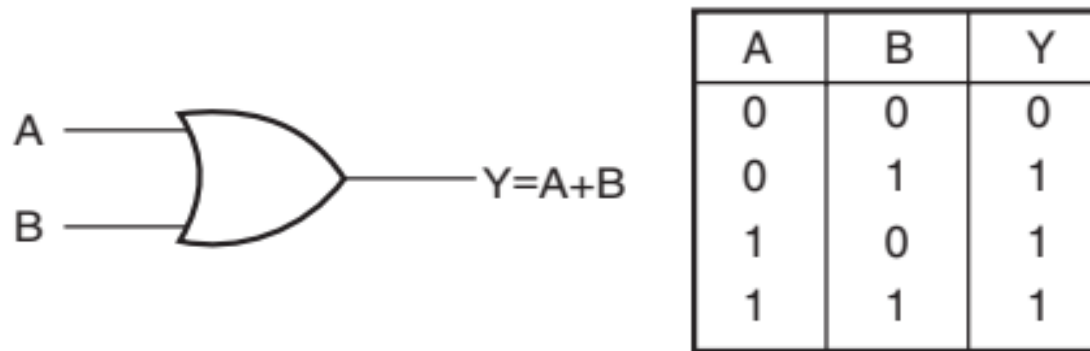
Operator Aljabar Boolean



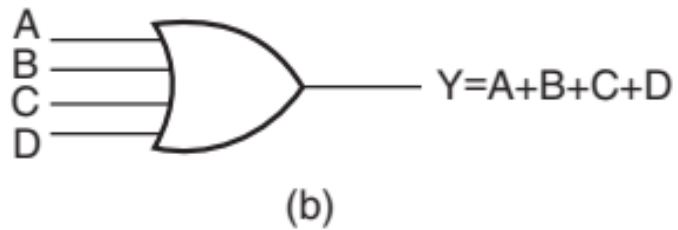
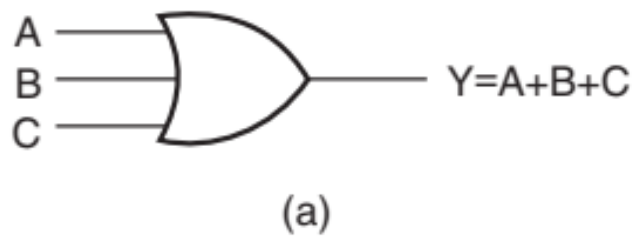
A	B	$A * B$	$A + B$	$\overline{A * B}$	$\overline{A + B}$	$A \oplus B$
0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

Gerbang OR

- Suatu gerbang OR melakukan operasi OR-ing pada dua atau lebih variabel logika. Operasi OR pada dua variabel independen **A** dan **B** dapat ditulis sebagai $Y = A + B$ dan dibaca sebagai Y sama dengan **A OR B** dan bukan A plus B.
- Gerbang OR merupakan gerbang logika dengan dua masukan (input) dan satu luaran (output).
- Luaran gerbang OR akan LOW (atau 0) hanya jika 2 masukannya berada pada level LOW. Sedangkan untuk masukan dengan minimal 1 dengan level HIGH (atau 1), maka luarannya akan HIGH.



Gambar 4.1 Gerbang logika OR dengan 2 masukan beserta tabelnya



A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(c)

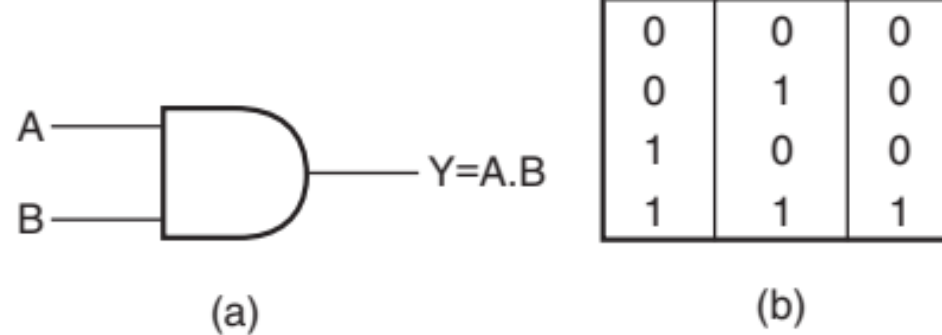
Gambar 4.2 (a) Gerbang logika OR dengan 3 masukan
(b) dengan 4 masukan (c) tabel kebenaran dari gerbang logika OR 3 masukan

Ekspresi logika dari gerbang logika 3 input adalah $Y = A + B + C$

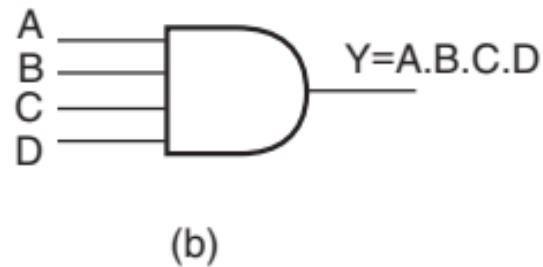
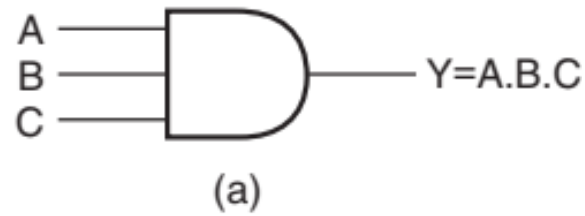
Dan untuk 4 input adalah $Y = A + B + C + D$

Gerbang AND

- Suatu gerbang AND melakukan operasi AND-ing pada dua atau lebih variabel logika. Operasi AND pada dua variabel independen **A** dan **B** dapat ditulis sebagai $(Y = A \cdot B)$ dan dibaca sebagai **Y sama dengan A AND B** dan bukan A (point) B.
- Gerbang AND merupakan gerbang logika dengan dua masukan (input) dan satu luaran (output).
- Luarannya gerbang AND akan LOW (atau 0) jika salah satu masukannya berada pada level LOW. Sedangkan untuk masukan dengan dua nilai 1 atau level HIGH, maka luarannya akan HIGH.



Gambar 4.3 Gerbang logika AND dengan 2 masukan beserta tabelnya



Gambar 4.2 (a) Gerbang logika AND dengan 3 masukan
 (b) dengan 4 masukan
 (c) tabel kebenaran dari gerbang logika AND 3 masukan

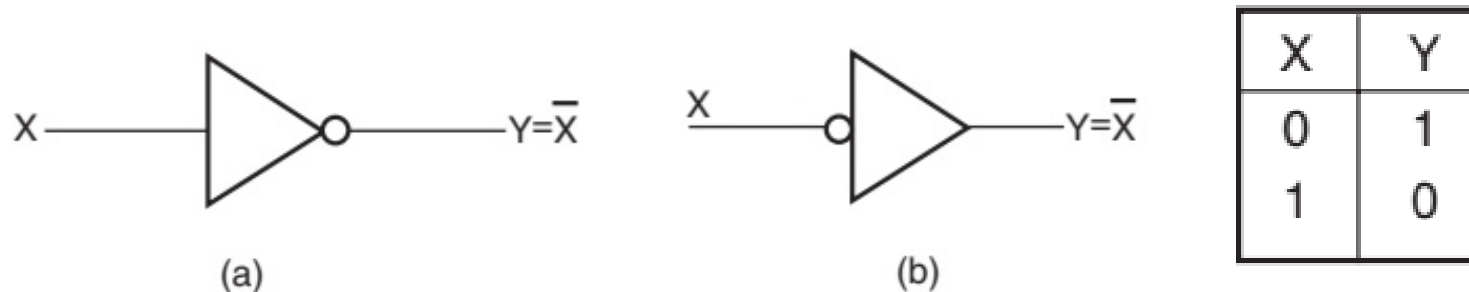
A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Ekspresi logika dari gerbang logika 3 input adalah $(Y = A \cdot B \cdot C)$
 Dan untuk 4 input adalah $(Y = A \cdot B \cdot C \cdot D)$

(c)

Gerbang NOT

- Merupakan gerbang dengan 1 masukan dan 1 keluaran. Nilai luarannya merupakan **komplemen** dari masukannya.
- Masukan LOW akan menghasilkan luaran HIGH dan sebaliknya. Atau jika ditulis dengan simbol, $0 \rightarrow 1$ dan $1 \rightarrow 0$.
- Gerbang NOT disebut juga sebagai rangkaian komplemen atau inverting/pembalik.
- Pada saat pengoperasiannya, gerbang NOT ditulis dengan X' atau \bar{X}
- Jika pada implementasinya, $X = 0, Y = 1$ dan $X = 1, Y = 0$

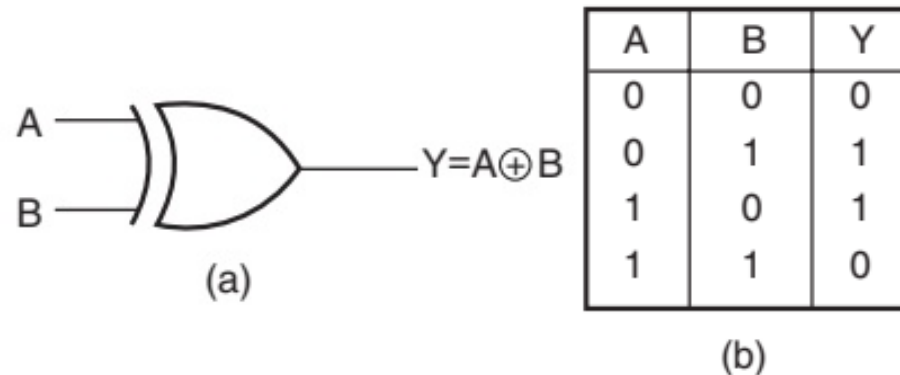


Gambar 4.4 (a) Simbol rangkaian gerbang logika NOT (b) tabel kebenarannya

Gerbang Exclusive-OR (XOR)

- Gerbang EX-OR atau Exclusive-OR, merupakan gerbang dengan dua masukan dan satu keluaran.
- Luaran gerbang EX-OR (dua masukan) adalah 1 jika dua masukannya tidak sama nilainya dan bernilai 0 jika sama nilainya.
- Gerbang EX-OR dapat diimplementasikan menggunakan lebih dari dua masukan.
- Ekspresi aljabar logika EX-OR adalah sbb:

$$Y = (A \oplus B) = \bar{A}B + A\bar{B}$$



Gambar 4.5 (a) Simbol rangkaian gerbang logika EX-OR (b) tabel kebenarannya

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

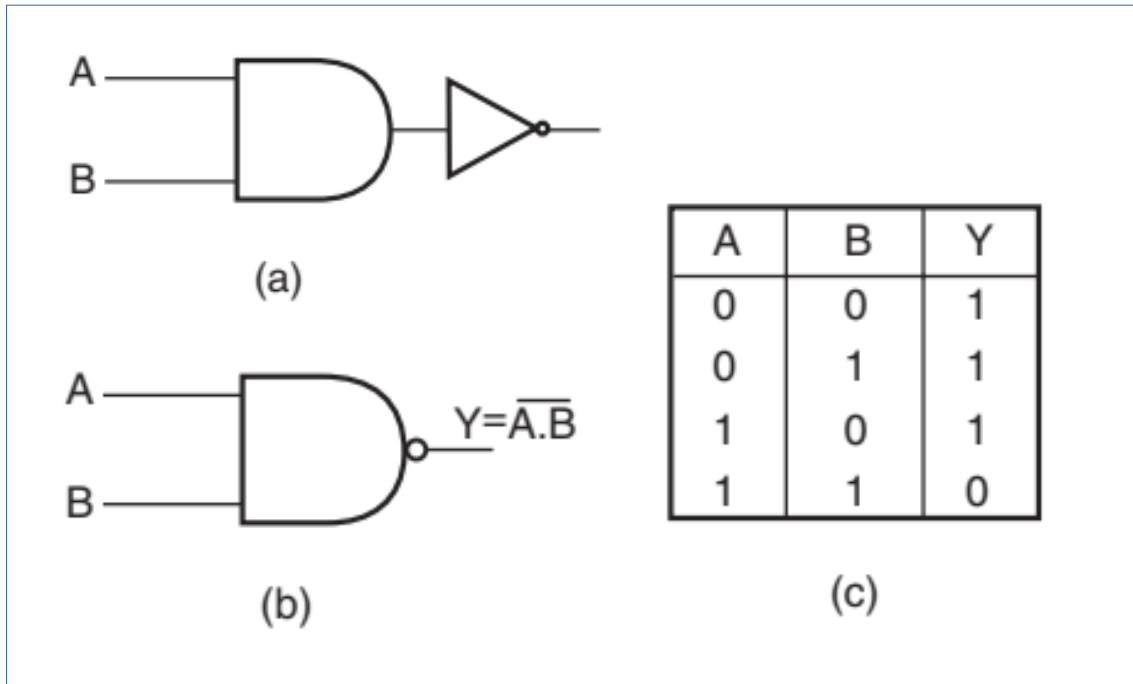
(c)

Gambar 4.5 (c) tabel kebenaran gerbang EX-OR dengan 4 masukan

Gerbang Logika NAND dan NOR

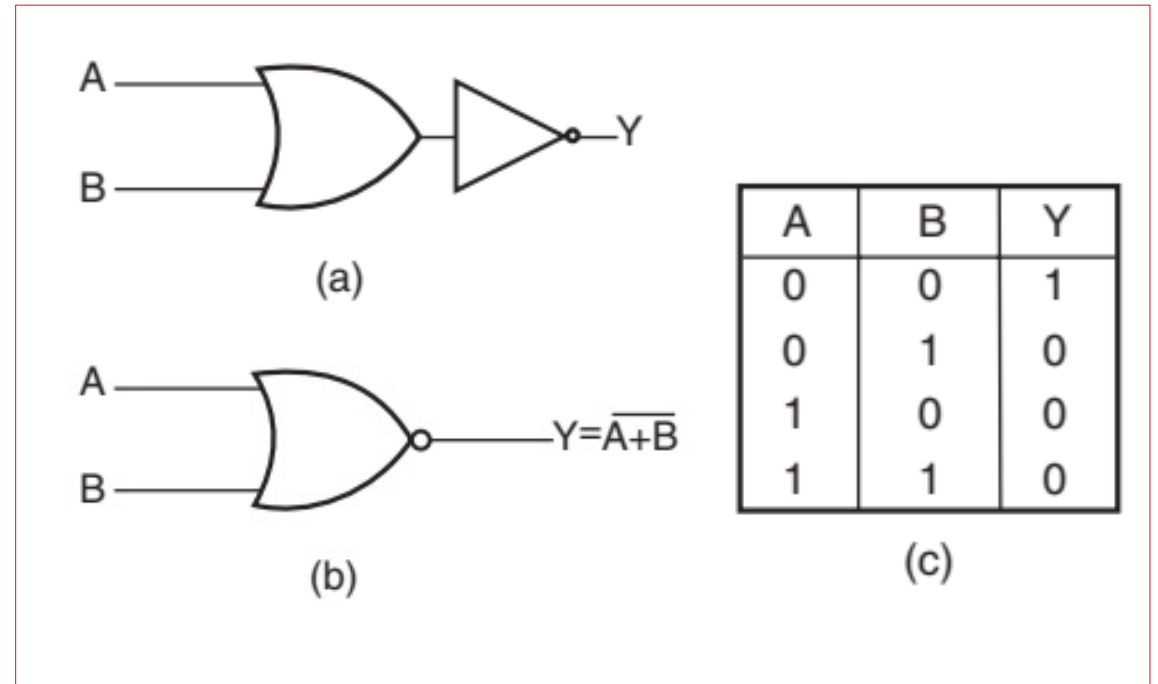
- Gerbang **NAND** merupakan kependekan dari **NOT AND**. Tabel kebenaran gerbang logika NAND berasal dari gerbang logika AND namun luarannya dibalik keadaannya.
- Luaran dari gerbang logika NAND adalah logika 0 ketika semua masukannya adalah logika 1 dan selain itu luarannya adalah 1.
- Ekspresi aljabar gerbang logika NAND adalah sbb: $Y = \overline{A.B}$ $Y = \overline{(A.B.C.D\dots)}$
- Gerbang **NOR** merupakan kependekan dari **NOT OR**. Tabel kebenaran gerbang logika NOR berasal dari gerbang logika OR namun luarannya dibalik keadaannya.
- Luaran dari gerbang logika NOR adalah logika 1 ketika semua masukannya adalah logika 0 dan selain masukannya itu, luarannya adalah 1.
- Ekspresi aljabar gerbang logika NOR adalah sbb:

$$Y = \overline{(A + B)} \quad Y = \overline{(A + B + C + D\dots)}$$



Gambar 4.6

- (a) Gerbang logika NAND 2 masukan kombinasi gerbang AND dan NOT
- (b) simbol rangkaian dari dua gerbang NAND
- (c) tabel kebenaran gerbang NAND dua masukan



Gambar 4.7

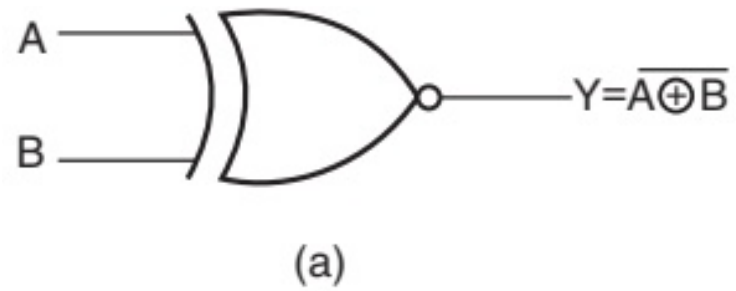
- (a) Gerbang logika NOR 2 masukan kombinasi gerbang OR dan NOT
- (b) simbol rangkaian dari dua gerbang NOR
- (c) tabel kebenaran gerbang NOR dua masukan

Gerbang Logika Ex-NOR

- Gerbang **Ex-NOR** merupakan kependekan dari **Exclusive-NOR**. Tabel kebenaran gerbang logika Ex-NOR berasal dari gerbang logika **Ex-OR** namun keadaan luarannya dibalik.
- Tabel kebenaran gerbang **Ex-NOR** didapatkan dari tabel kebenaran Ex-OR yang mana luarannya dibalik. Aljabar Ex-NOR diekspresikan sbb:

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

- Luaran dari gerbang logika Ex-NOR adalah logika 1 ketika semua masukannya adalah sama-sama berlogika 0 dan 1, selain itu, luarannya adalah 0.



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

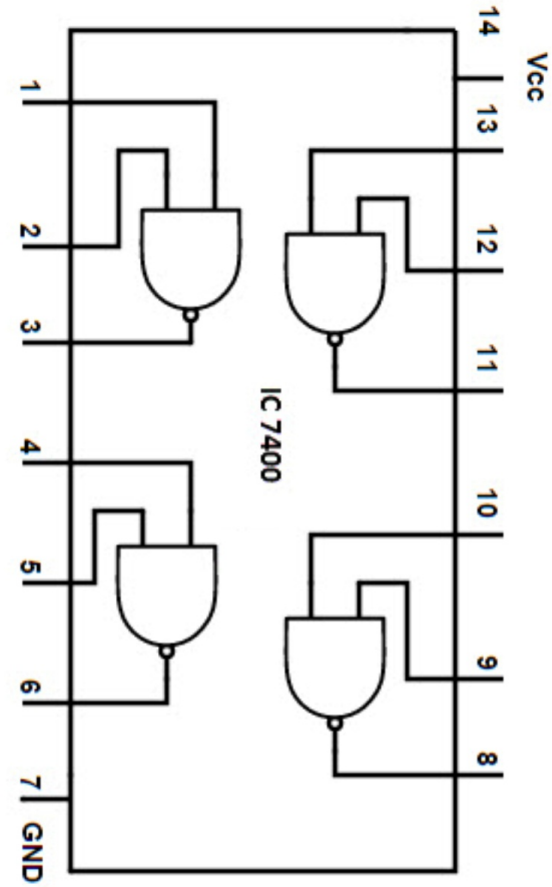
(b)

Gambar 4.8 (a) gerbang logika EX-NOR dengan 2 masukan (b) tabel kebenarannya

MOSFET's Characteristics

- A MOSFET has three connections named drain, source, and gate.
- There is no current going through the gate, but the voltage on the gate controls the current that can go between drain and source.
- We can use MOSFET as a switch that can be turned on and off by changing the voltage on the gate.
- The N-channel MOSFET is turned on by a positive voltage on the gate relative to the source.
- The P-channel MOSFET is turned on by a negative voltage on the gate relative to the source.

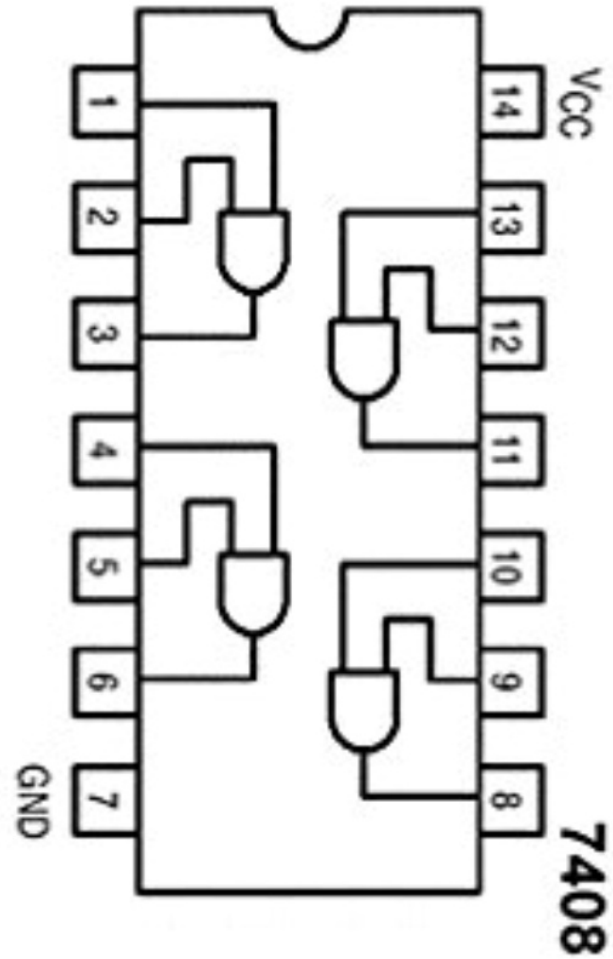
7400 QUAD NAND GATES IC



7408 QUAD AND GATES IC



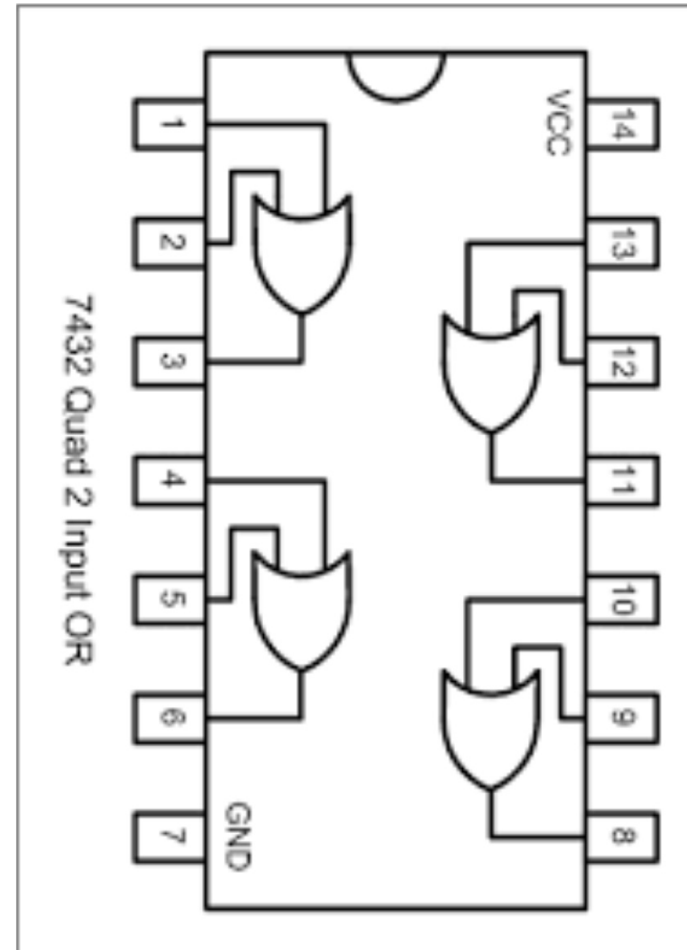
Carilah contoh-contoh rangkaian digital berbasis logika AND!?



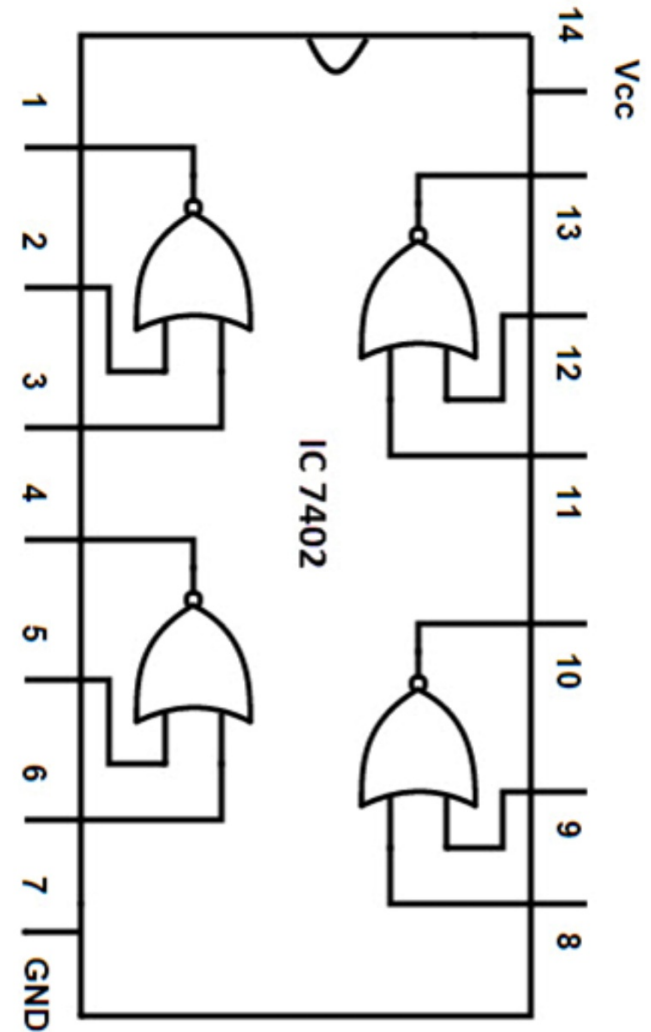
7432 QUAD OR GATES IC



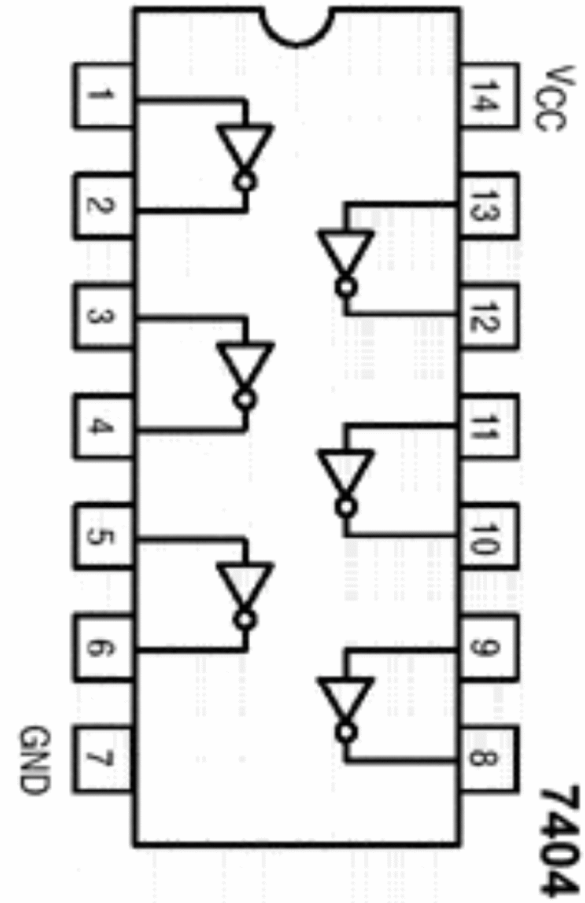
Carilah contoh-contoh rangkaian digital berbasis logika OR!?



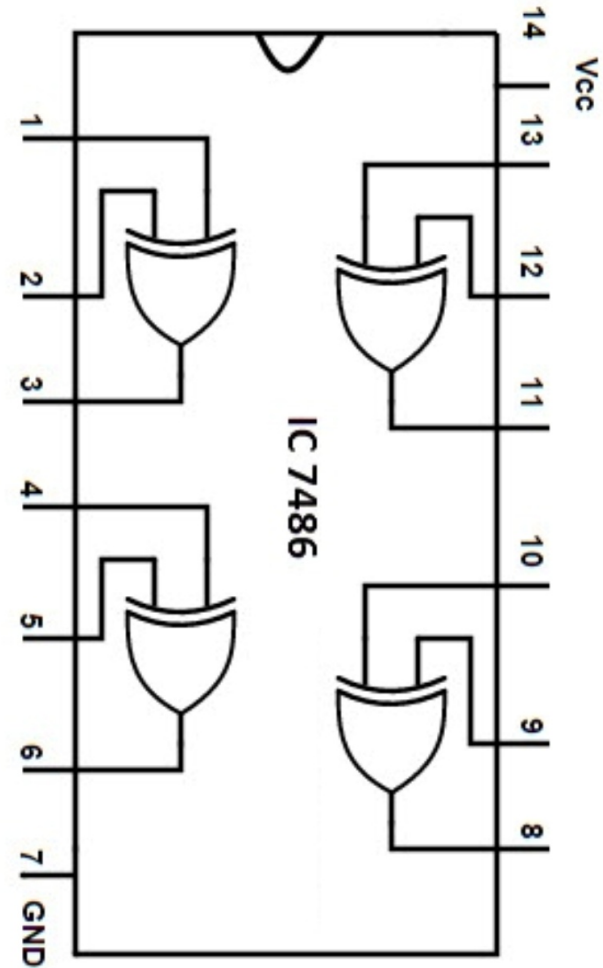
7402 QUAD NOR GATES IC



7404 QUAD NOT/INVERTER GATES IC

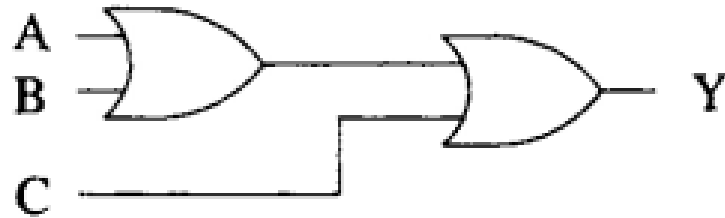


7486 QUAD XOR GATES IC



Simulasi-*next*

1. *Membuat rangkaian simulasi dengan menggunakan gerbang OR input 3:*

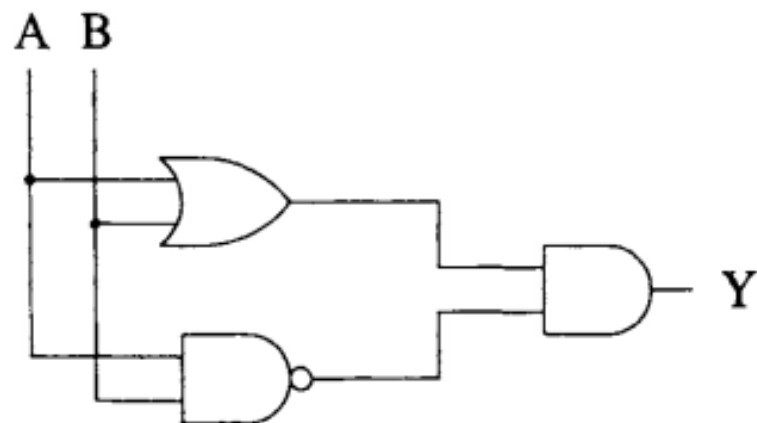


2. *Membuktikan bahwa: $A (+ B) = A B$ dengan menggunakan tabel kebenaran*

Draw the circuit, and write out the truth table, for the Boolean expression $Y=(A+B) \cdot (\overline{A \cdot B})$ stating what single gate it is functionally equivalent to. Then prove this equivalence using Boolean algebra.

The circuit and truth table are shown in Fig. 1.8. This complete circuit performs the function of an XOR gate.

$$\begin{aligned}
 (A+B) \cdot (\overline{A \cdot B}) &= (A+B) \cdot (\overline{A} + \overline{B}) && \text{De Morgan's theorem} \\
 &= A \cdot \overline{A} + A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{A} + B \cdot \overline{B} && \text{distributive law} \\
 &= A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B && \text{Equation 1.3}
 \end{aligned}$$



A	B	$A+B$	$(\overline{A \cdot B})$	Y
0	0	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	0	0