



Istituto di Istruzione Superiore

Di Vittorio - Lattanzio

Roma

PORTE LOGICHE

Prof. Marco Cecconi

cecconi.mar@gmail.com

Versione 21/03/2020

Obiettivi

- Conoscere gli **operatori logici** fondamentali e le relative **porte logiche**.
- Sapere cosa sono i **circuiti integrati** e come si presentano le porte al loro interno.
- Saper **analizzare un circuito combinatorio**.

Argomenti

1. Introduzione agli operatori logici e all'algebra di Boole
2. Introduzione ai circuiti integrati
3. Porte logiche NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR
4. Tabelle di verità
5. Esempi

Circuiti logici combinatori

INTRODUZIONE

- L'elaborazione dei segnali digitali attraverso i circuiti combinatori permette di **realizzare delle funzioni logiche** semplici che trovano vari campi di utilizzo pratico.
 - *Esempio 1:* "sistema che accende la spia della benzina se il sensore rileva un livello basso".
 - *Esempio 2:* "sistema che permette l'avvio della metropolitana solo se tutte le porte sono chiuse".
 - *Esempio 3:* "sistema che apre le porte del negozio se passano persone".
..ecc ecc..
- Per farlo è necessario assemblare insieme una serie di **operatori logici che effettuano le operazioni di base**, come i mattoni di un Lego.
- Si studieranno **7 operatori logici**, di cui i primi 3 sono di fondamentale importanza.
- Queste operazioni si basano sull'**algebra di Boole** (si legge "Buul"). George Boole fu un matematico britannico che per primo studiò l'utilizzo degli operatori logici, oltre 100 anni prima che fosse inventata l'elettronica digitale.

Circuiti logici combinatori

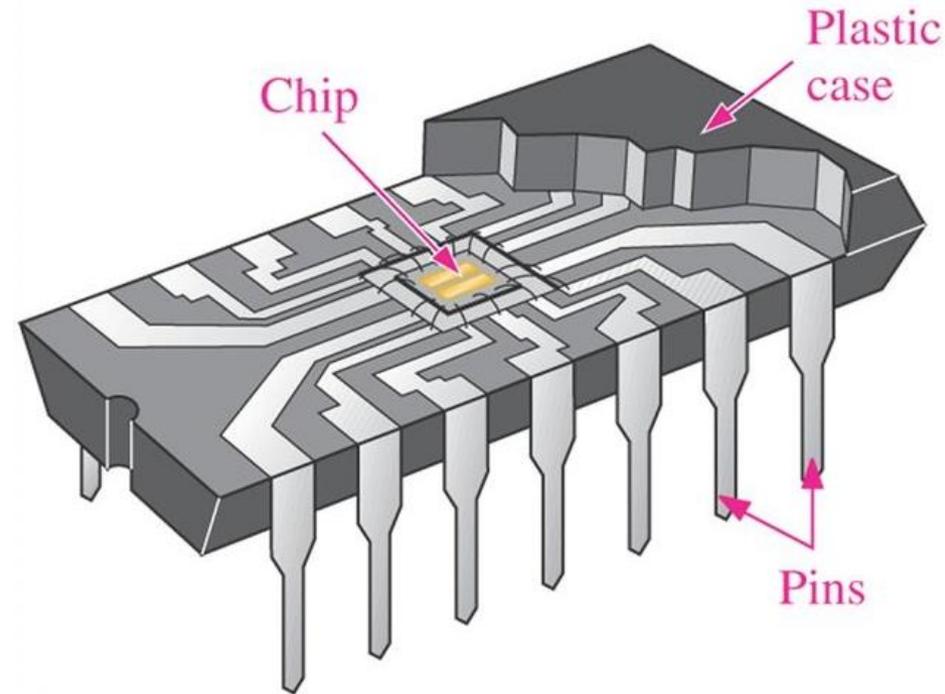
VARIABILI LOGICHE, OPERATORI LOGICI, SIMBOLI

- Per studiare i circuiti combinatori si utilizzano le **variabili logiche**.
- Si tratta di variabili simili a quelle matematiche (x, y, z, ecc) ma con **due particolarità**:
 - **sono binarie, quindi possono valere solo 0 o 1.**
 - **si indicano con le lettere maiuscole (A, B, C, D, ecc).**
- Ogni variabile può essere pensata come una moneta, che può uscire "testa" oppure "croce".
- Prendendo più variabili quante sono le possibilità?
 - 1 variabile = 2 possibilità (0, 1)
 - 2 variabili = 4 possibilità (00, 01, 10, 11)
 - 3 variabili = 8 possibilità (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111)
 - **n variabili = 2^n possibilità**
- **Ogni operatore logico è definito da un simbolo** (in modo simile alle operazioni matematiche +, -, x, :, ecc).

Circuiti logici combinatori

TABELLE DI VERITA', PORTE LOGICHE, CIRCUITI INTEGRATI

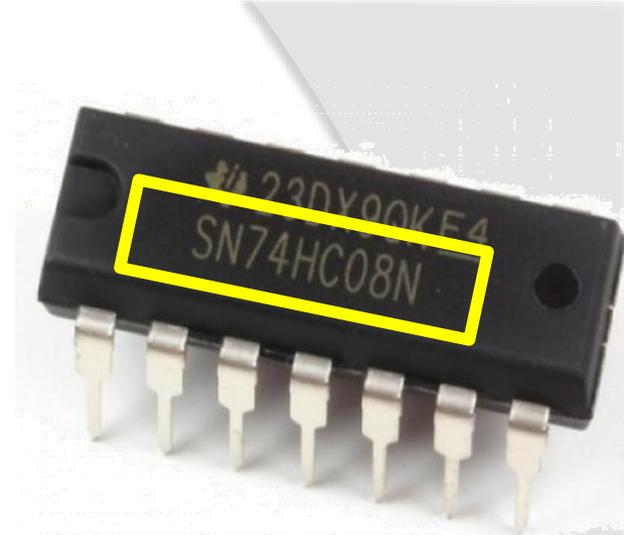
- Il funzionamento di un operatore è visualizzato dalla tabella di verità, dove a sinistra si riportano tutte le possibili combinazioni degli ingressi e a destra l'uscita.
- Il componente elettronico che realizza una certa operazione logica si chiama **PORTA LOGICA** e ha un suo simbolo circuitale.
- Le porte logiche reali non si trovano mai da sole, ma **sono accorpate a gruppi dentro un circuito integrato**, cioè un componente tipo quello in figura, nel quale è contenuto un **chip in silicio miniaturizzato** dove sono contenuti i circuiti elettronici (costituiti prevalentemente da **transistor**).
- Esternamente l'aspetto è di un rettangolino di plastica da cui spuntano una serie di piedini (PIN).



Circuiti logici combinatori

CODICI DEI CIRCUITI INTEGRATI

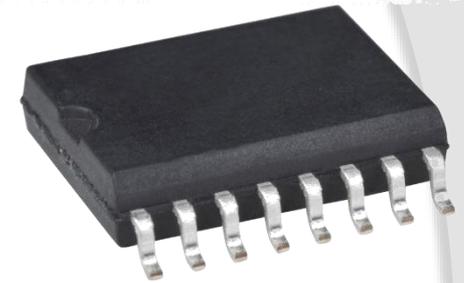
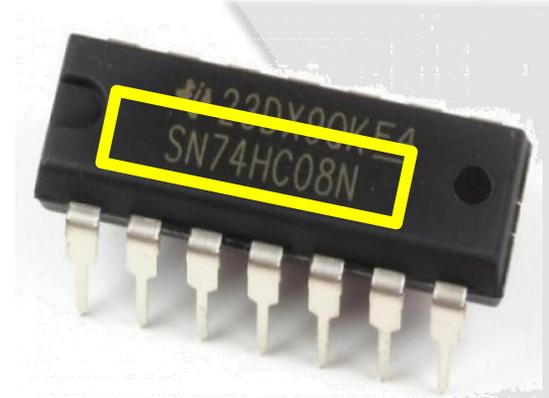
- Ogni integrato è caratterizzato da un codice.
- I primi due caratteri rappresentano il **costruttore**, in questo caso SN sta per "Texas Instruments".
- I 2-3 successivi rappresentano la **famiglia** di integrati. La **famiglia 74** racchiude tutti quelli realizzati in **tecnologia TTL** (*Transistor Transistor Logic*) mediante transistor di tipo BJT o compatibili. La **famiglia 40** è degli integrati in **tecnologia CMOS**. E' importante collegare insieme solo componenti compatibili.
- I 2-3 caratteri successivi indicano le **caratteristiche prestazionali** dell'integrato, ad esempio:
 - "LS" (Low Schottky - si legge "lou sciocchi") è di tipo a bassa velocità (10ns) e bassa potenza (2 mW).
 - "HC" è realizzato in tecnologia **CMOS** compatibile TTL.
- Le altre 2-3 cifre indicano la **funzione svolta** (vedi dopo).



Circuiti logici combinatori

CODICI DEI CIRCUITI INTEGRATI

- Gli ultimi caratteri indicano il "**package**", i codici più usati sono
 - "**N**": **tipo DIP** - Dual In Line Package, come figura sopra.
 - "**D**": **tipo SOIC** - a montaggio superficiale come in figura sotto.
- **Gli integrati vanno sempre guardati con la scritta dal verso dritto (cioè con la scanalatura a sinistra).**
- **Le porte logiche che più useremo saranno del tipo 74LSxxN con package tipo DIP da cui escono 14 PIN (detti anche piedini).**
- **I PIN sono numerati da 1 a 14 dal primo in basso a sinistra in verso antiorario fino al 14° in alto a sinistra.**
- **Il PIN 7 è sempre GND (Ground) = Alimentazione negativa (-) = 0V.**
- **Il PIN 14 è sempre VCC (Voltage Common Collector) = Alimentazione positiva (+) = 5V.**



1) Operatore logico "NOT"

L'operatore NOT inverte il valore del segnale in ingresso.

PORTA LOGICA

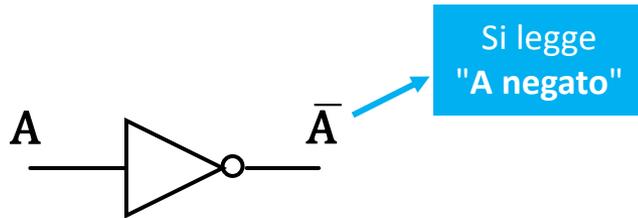
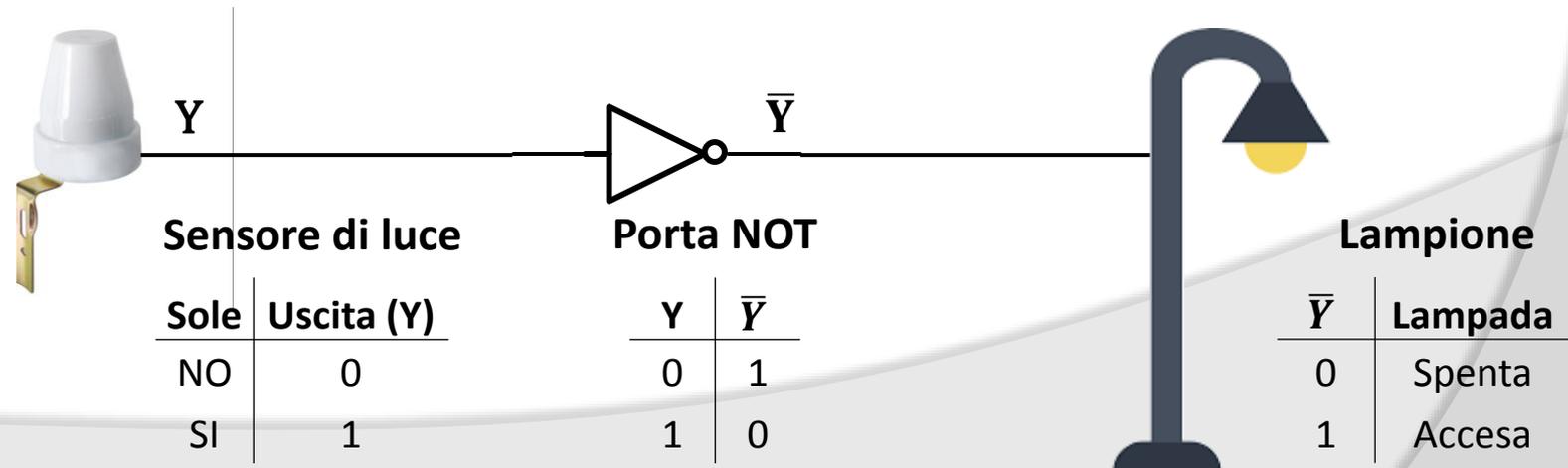


TABELLA DI VERITA'

1 INGRESSO	A	\bar{A}	1 USCITA
	0	1	
	1	0	

ESEMPIO

- Un esempio possibile è il **sistema di controllo dei lampioni stradali**. Questi devono accendersi (ingresso =1) quando non c'è il sole e spegnersi (ingresso =0) quando c'è. Si prende quindi un sensore di luce, che dà uscita 0 quando non c'è sole e 1 quando c'è. Se collegassimo direttamente sensore con lampada, questa si accenderebbe di giorno! Invece, inserendo una porta NOT, otteniamo il risultato voluto.



1) Operatore logico "NOT"

"xx" sono due lettere qualsiasi, di solito "LS"

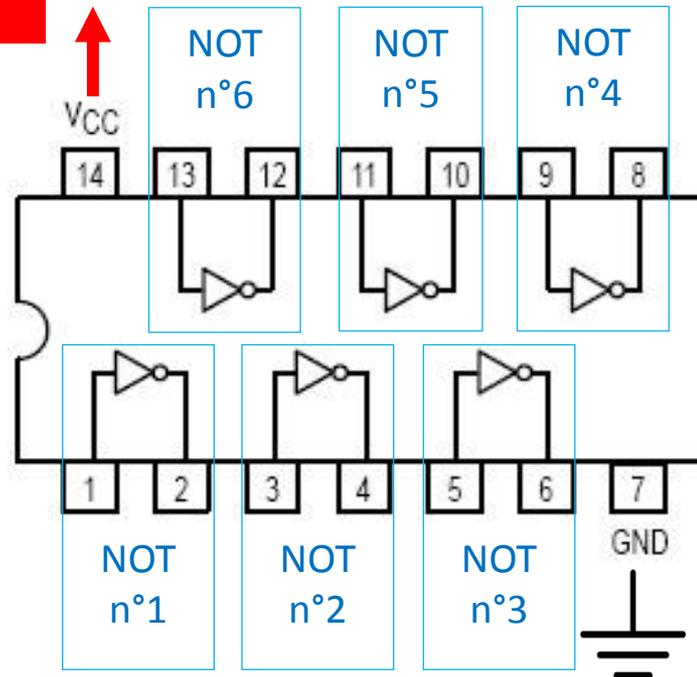
CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx04**.

Contiene **6 porte NOT** collegate come in figura.



V_{CC} = Alimentazione positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



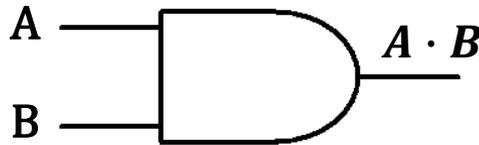
Collegamenti alle porte logiche, cavi di colore qualsiasi (no rossi, no neri)

GND (ground) = Alimentazione negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

2) Operatore logico "AND"

L'operatore AND dà in uscita 1 se tutti gli ingressi valgono 1.

PORTA LOGICA



Si legge
"A end B"

TABELLA DI VERITA'

2 INGRESSI

A	B	$A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

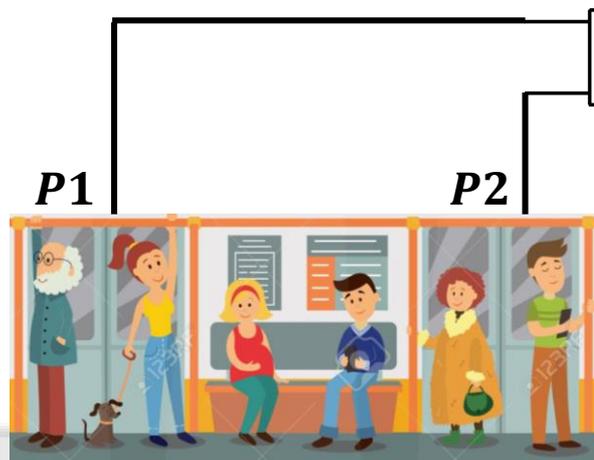
1 USCITA

ESEMPIO

- Un esempio possibile è il **sistema di avvio della metropolitana**. Il motore può avviarsi (ingresso=1) solo se tutte le porte sono chiuse, altrimenti sta fermo (ingresso =0). Ogni porta ha un sensore dà in uscita 1 se è chiusa e 0 se è aperta. Considerando di avere due porte, basta metterle in AND per azionare correttamente il motore.

Porte P1 e P2

Chiusa	Out
NO	0
SI	1



Porta AND

P1	P2	$P1 \cdot P2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Motore

$P1 \cdot P2$	Motore
0	Spento
1	Acceso

1) Operatore logico "AND"

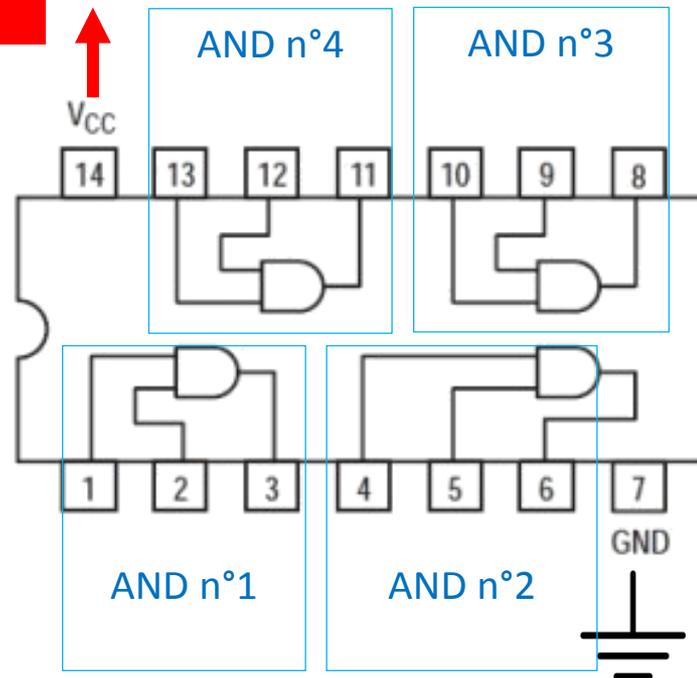
CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx08**.

Contiene **4 porte AND** collegate come in figura.



V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



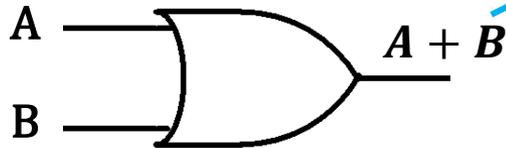
Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

3) Operatore logico "OR"

L'operatore OR dà in uscita 0 se tutti gli ingressi valgono 0.

PORTA LOGICA



Si legge
"A or B"

TABELLA DI VERITA'

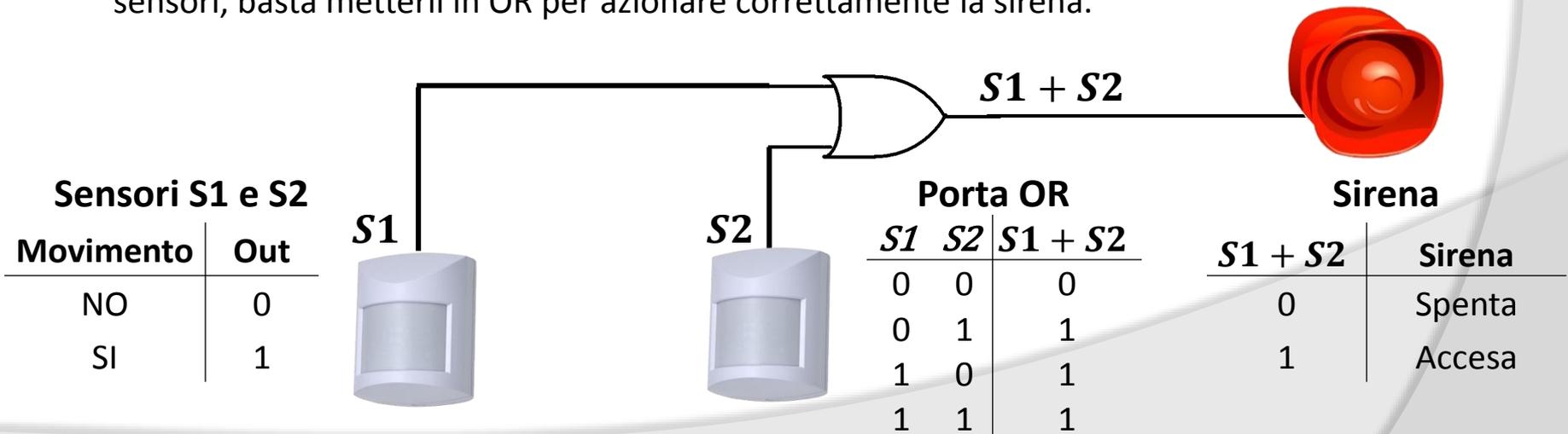
2 INGRESSI

A	B	A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

1 USCITA

ESEMPIO

- Un esempio possibile è il **sistema di allarme di un'abitazione**. La sirena suona (ingresso=1) se almeno un sensore di movimento indica la presenza di ladri, altrimenti non suona (ingresso=0). Ogni sensore dà in uscita 1 se vede movimento e 0 se non lo vede. Considerando di avere due sensori, basta metterli in OR per azionare correttamente la sirena.



1) Operatore logico "OR"

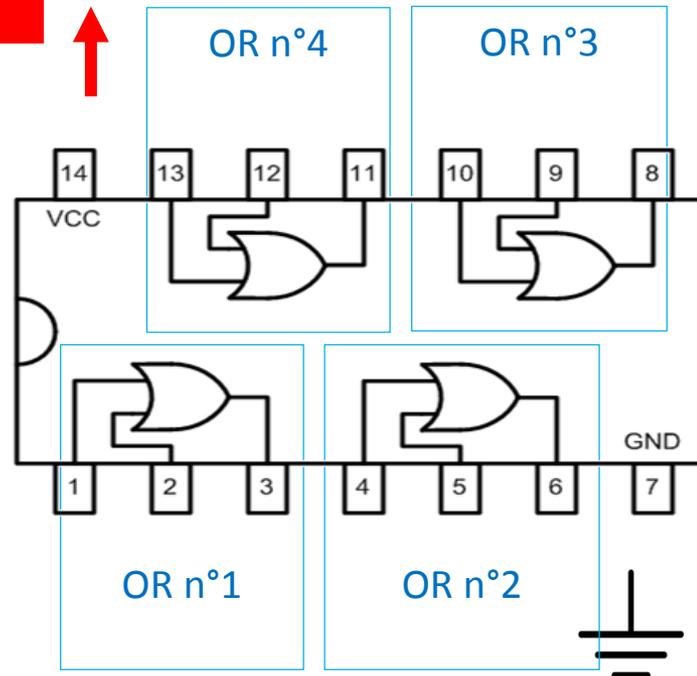
CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx32**.

Contiene **4 porte OR** collegate come in figura.



V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

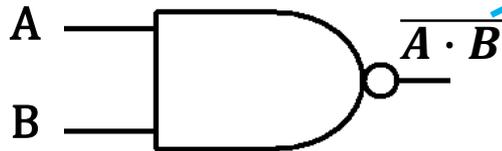
GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

2) Operatore logico "NAND"

L'operatore NAND è una AND con le uscite negate.

L'uscita è 0 solo se tutti gli ingressi sono 1.

PORTA LOGICA



Si legge
"A nend B"

2 INGRESSI

TABELLA DI VERITA'

A	B	$A \cdot B$	$\overline{A \cdot B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

1 USCITA

Con la NAND è conveniente fare 2 passaggi: prima una normale AND e poi una NOT.

ESEMPIO

- L'esempio per la NAND può essere lo stesso della OR se però si utilizzano dei sensori di movimento a logica inversa. Cioè che danno in uscita 0 se vedono movimento e 1 se non lo vedono. Potete provare voi stessi che il sistema funziona lo stesso.

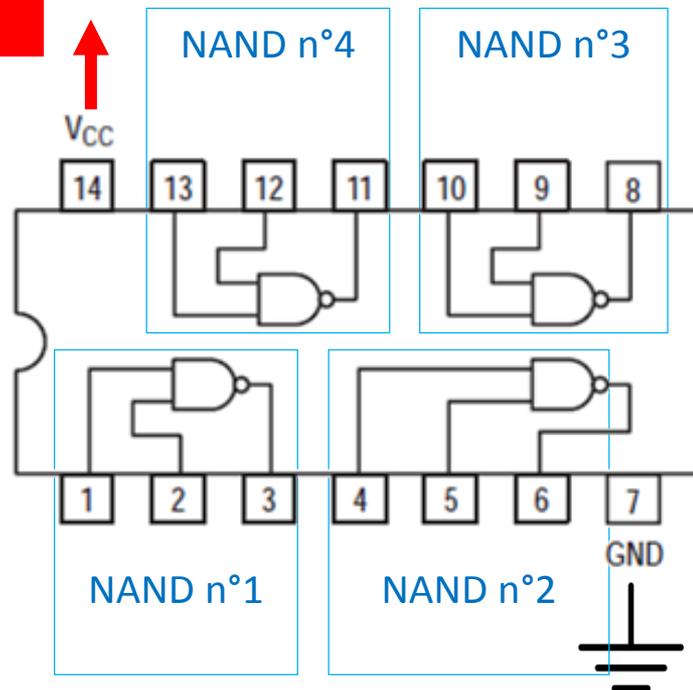
1) Operatore logico "NAND"

CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx00**.

Contiene **4 porte NAND** collegate come in figura.

V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

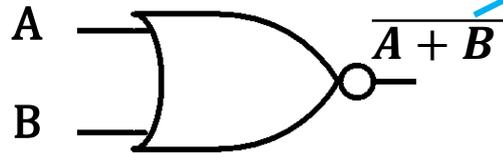
GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

2) Operatore logico "NOR"

L'operatore NOR è una OR con le uscite negate.

L'uscita è 1 solo se tutti gli ingressi sono 0.

PORTA LOGICA



Si legge
"A nor B"

2 INGRESSI

TABELLA DI VERITA'

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

1 USCITA

Con la NOR è conveniente
fare 2 passaggi: prima una
normale OR e poi una NOT.

ESEMPIO

- L'esempio per la NOR può essere lo stesso della AND se però si utilizzano dei sensori di chiusura porte a logica inversa. Cioè che danno in uscita 0 se sono chiuse e 1 se sono aperte. Potete provare voi stessi che il sistema funziona lo stesso.

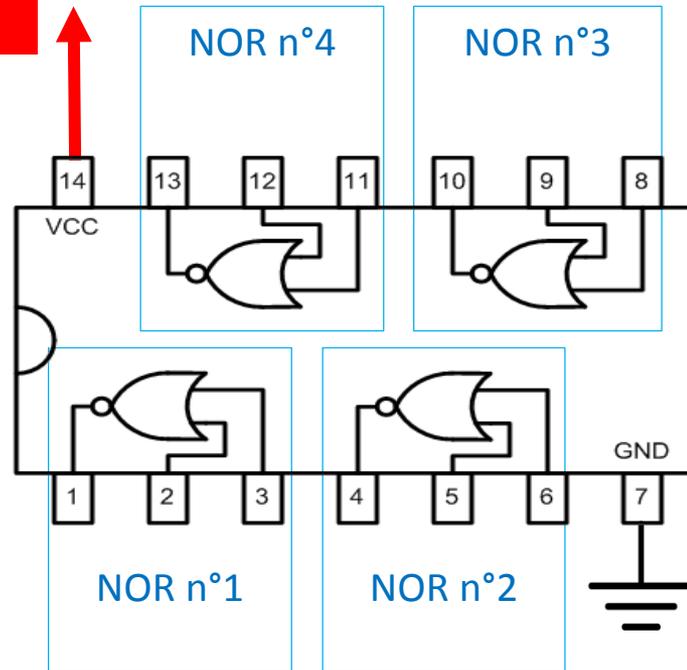
1) Operatore logico "NOR"

CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx02**.

Contiene **4 porte NOR** collegate come in figura.

V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

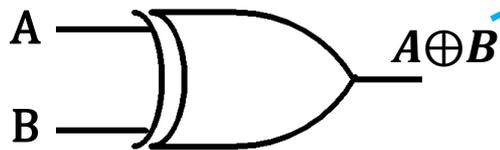
GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

3) Operatore logico "XOR"

L'operatore XOR dà in uscita 1 se gli ingressi hanno valori diversi.

Si chiama così perchè è un "OR esclusivo" (Exclusive Or).

PORTA LOGICA



Si legge
"A escluso B"

TABELLA DI VERITA'

2 INGRESSI

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1 USCITA

ESEMPIO

- La XOR può essere usata come **rivelatore di diversità** tra i due dati in ingresso. Ad esempio potrebbe essere utile per verificare la correttezza di un codice. Ogni bit del codice viene dato in ingresso ad una XOR insieme al valore corretto del codice. Se il codice è corretto i due valori sono uguali e non dà errori (uscita = 0) se sono diversi dà errore (uscita = 1).

1) Operatore logico "XOR"

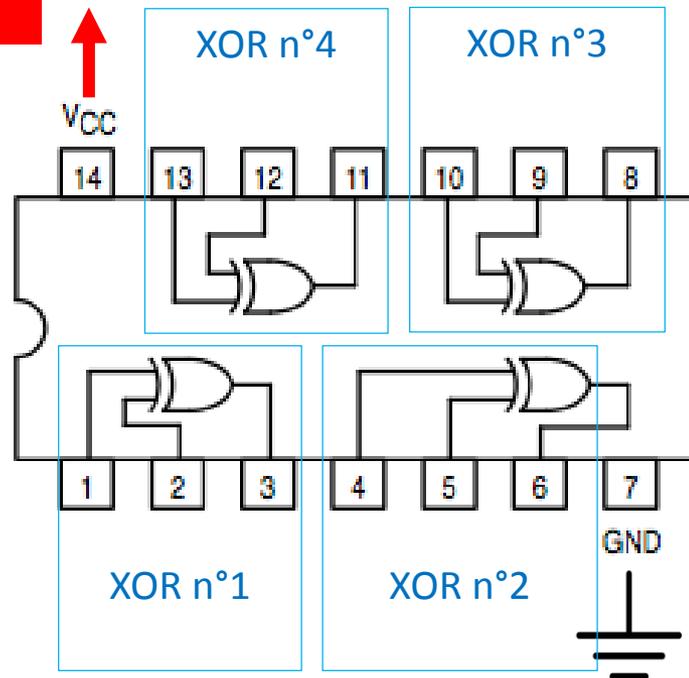
CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx86**.

Contiene **4 porte XOR** collegate come in figura.



V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



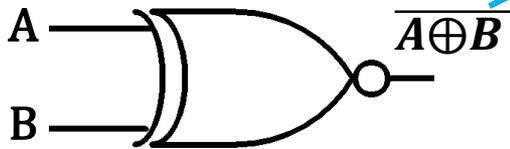
Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

2) Operatore logico "XNOR"

L'operatore XNOR è una XOR con le uscite negate.
L'uscita è 1 solo se tutti gli ingressi sono 0.

PORTA LOGICA



Si legge
"A escnor B"

2 INGRESSI

TABELLA DI VERITA'

1 USCITA

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

Con la XNOR è conveniente fare 2 passaggi: prima una normale XOR e poi una NOT.

ESEMPIO

- La XNOR può essere usata come **rivelatore di uguaglianza** tra i due dati in ingresso. L'esempio per la XNOR può essere lo stesso della XOR considerando l'uscita in logica inversa. Cioè il sistema dà in uscita 1 se i codici sono uguali e 0 se sono diversi.

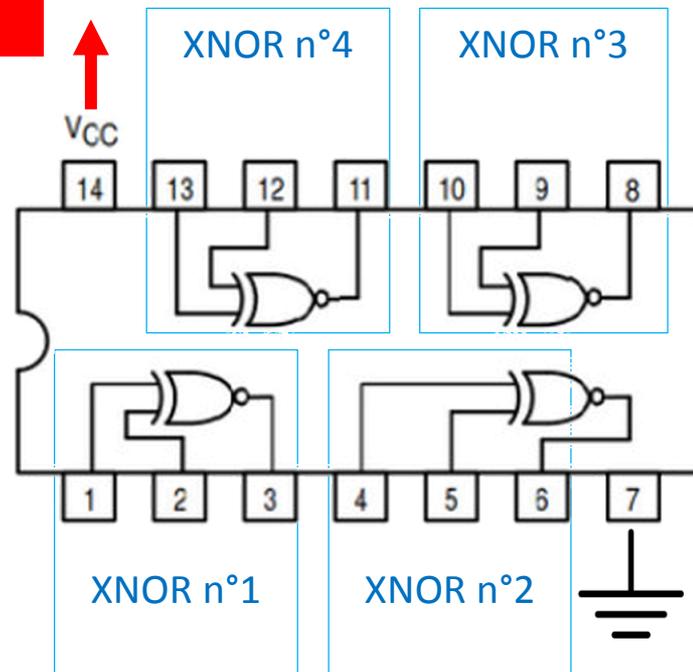
1) Operatore logico "XNOR"

CIRCUITO INTEGRATO

Il codice del circuito integrato è **74xx266**.

Contiene **4 porte XNOR** collegate come in figura.

V_{CC} = Alimentazione
positiva (+) = 5V
Cavi di colore rosso.



Collegamenti alle porte
logiche, cavi di colore
qualsiasi (no rossi, no neri)

GND (ground) = Alimentazione
negativa (-) = 0V
Cavi di colore nero.

GRAZIE DELL' ATTENZIONE

Prof. Marco Cecconi

cecconi.mar@gmail.com