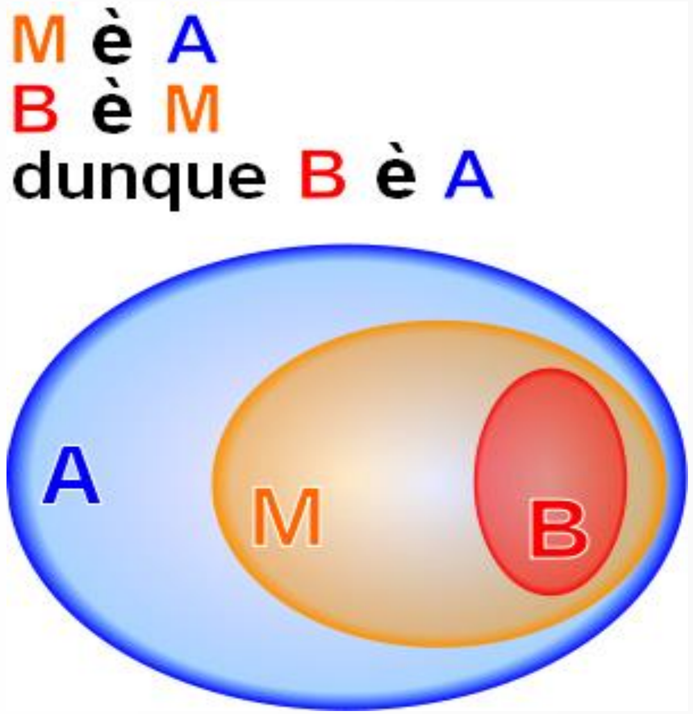
Anno Accademico 2020/2021
Docente Prof. Paolo MALERBA

CORSO DI LOGICA

PARTE SECONDA:

- Le proposizioni semplici
- Le proposizioni composte
- Porte logiche e circuiti integrati

La Logica proposizionale



- La logica aristotelica fonda la validità delle argomentazioni (correttezza) sul rapporto di inclusione tra i predicati che compongono le proposizioni che formano le premesse e la conclusione. Per questo motivo è detta **logica dei predicati**.

- La logica stoica si definisce **logica proposizionale** perché si fonda sull'idea che la verità delle proposizioni complesse derivi dalla verità delle proposizioni semplici o atomiche che la compongono e che basti un esiguo numero di connettori per collegare tra di loro le proposizioni semplici.

Le proposizioni semplici

- **Definizione 1** *Si definisce **proposizione** ogni espressione linguistica che può dirsi vera o falsa.*

- **Definizione 2** *SI definisce **proposizione semplice o atomica** ogni proposizione che non contiene al suo interno una parte che sia a sua volta una proposizione, in caso contrario la proposizione si definisce **complessa o composta**.*

Le proposizioni semplici possono essere di due tipi:

Nelle **proposizioni semplici del primo tipo** si predica una determinata proprietà ad un soggetto o si afferma che tra due individui sussiste una relazione binaria.

Esempio 1° caso

- *Arianna è siciliana;*
- *Giovanni sta passeggiando;*

Esempio 2° caso

- *Giovanna ama Roberto;*
- *Monza ha più abitanti di Roma;*

3

Proposizioni n-arie e del secondo tipo

- Esistono proposizioni del primo tipo che coinvolgono più individui ovvero **proposizioni n-arie** queste sono vere se l'individuo ha la proprietà che gli viene attribuita oppure se tra gli individui sussiste la relazione che gli viene attribuita.

Esempi:

- *Paolo è figlio di Nicola e Lucia*

- *Anna va a Levanto con Enrico*

- Le **proposizioni di secondo tipo** sono quelle proposizioni in cui figurano espressioni come *''Tutti'', ''Vi è'', ''Ogni'', ''Esiste un'', ''Almeno un''*, dette **quantificatori.**

Il termine **quantificatori** deriva dal fatto che si tratta di espressioni relative alla quantità di individui che hanno una proprietà o entrano in relazione con altri.

I quantificatori

Esempi	
Tutti *gli uomini sono mortali;*	Tutti gli individui che hanno la proprietà di *essere un uomo* hanno anche la proprietà di *essere mortale*
Vi è *un genovese alto più di due metri;*	Esiste almeno un individuo che ha la proprietà di *essere genovese* e di *essere alto più di due metri*
Ogni *inglese è tifoso della Nazionale*	Ogni individuo che ha la proprietà di *essere inglese* ha anche quella e di *essere tifoso della Nazionale*
Esiste un lago salato	Vi è un individuo con entrambe le proprietà di *essere un lago* e di *essere salato*
Ogni studente universitario frequenta almeno un corso di logica	Per ogni individuo che ha la proprietà di *essere studente universitario* esiste almeno *un corso di logica* che frequenta

Pur esistendo nel linguaggio naturale una grande mole di quantificatori (*quasi tutti, la maggior parte, pochi, più della metà, ecc.*) gran parte delle inferenze è riducibile ai soli quantificatori ***per ogni*** ed ***esiste***

I quantificatori universali e esistenziali

- **Definizione 3** *I due quantificatori 'Per ogni' ed 'Esiste' sono detti rispettivamente* ***quantificatore universale*** e ***quantificatore esistenziale***.

Più specificatamente:

- *'per ogni* x …' significa che **tutti** gli individui soddisfano una certa proprietà
- *Esiste* x…' significa che **vi è almeno** un individuo che soddisfi una certa proprietà.

'Tutti *gli uomini sono mortali'* significa che ***Per ogni x , se x è uomo allora x è mortale***

'Vi è *un genovese alto più di due metri'* significa che ***Esiste un y, tale che y è genovese e y è alto più di due metri***

'Ogni *inglese è tifoso della Nazionale'* significa che ***Per ogni z, se z è inglese allora fa il tifo per la Nazionale***

'Esiste *un lago salato'* significa che ***Esiste un x, tale che x è lago e x è salato***

'Ogni *studente universitario frequenta almeno un corso di logica'* significa che

Per ogni x, se x è studente universitario allora esiste y tale che y è un corso universitario e che x frequenta y

Estensibilità dei quantificatori

- L'espressione *Per ogni x, se x è uomo allora x è mortale* equivale a esplicitare la forma logica di varie proposizioni del linguaggio naturale, come ad esempio:

Tutti gli uomini sono mortali, Ogni uomo è mortale, Ciascun uomo è mortale, L'uomo è mortale, Se qualcuno è uomo allora è mortale, Chiunque sia uomo è mortale.

- L'espressione *Esiste x, tale che x è un pianeta del sistema solare e x ha un anello* equivale a esplicitare la forma logica di varie proposizioni del linguaggio naturale , come ad esempio:

Esiste un pianeta solare che ha un anello, Vi è un pianeta del sistema solare che ha un anello, Almeno un pianeta solare ha un anello, Un pianeta del sistema solare ha un anello.

- **Definizione 4**

Le proposizioni semplici che iniziano 'per ogni' si dicono ***quantificate universalmente,*** *quelle che iniziano con 'esiste' si dicono* ***quantificate esistenzialmente***

- **Definizione 5**

Le ***proposizioni semplici del secondo tipo*** *sono le proposizioni quantificate universalmente ed esistenzialmente*

Le variabili libere e i predicati

- L'espressione ***Paolo e Tonino vanno al cinema*** è una proposizione in quanto è suscettibile di essere vera o falsa.

L'espressione ***x e Tonino vanno al cinema*** non è una proposizione in quanto non ha senso chiedersi se l'espressione sia vera o falsa, ma esprime la **proprietà** di andare con Tonino al cinema.

L'espressione ***Paolo e y vanno al cinema*** esprime la **proprietà** di andare con Paolo al cinema.

L'espressione ***Paolo e Tonino vanno a z*** esprime la **proprietà** di essere un luogo in cui Paolo e Tonino vanno.

Le ultime tre espressioni si definiscono **funzioni proposizionali** (cfr. B. Russell) poiché sono passibili di diventare proposizioni qualora le variabili x, y e z vengano sostituite da nomi o da descrizioni definite (Es. Il Maestro di Platone, la figlia di Antonio, ecc.).

Poiché il ruolo delle variabili è di significare *posti vacanti* sono dette **variabili libere.**

Si definisce **predicato** una qualsiasi proprietà che possa o meno valere per una variabile o per un gruppo di variabili.

Descrizioni finite e termini aperti

- Nelle proposizioni semplici del primo tipo tutte le variabili libere sono occupate da nomi o da **descrizioni finite** di individui.

Esempio: *Paolo insegna filosofia – L'autore della Divina Commedia è fiorentino*
Dove '*l'autore della Divina Commedia*' è una descrizione finita

- Nelle proposizioni semplici del secondo tipo una o più variabili sono vincolate dal quantificatore esistenziale o universale.

Esempio: *Esiste x tale che x insegna filosofia; Esiste x tale che x è autore della divina commedia e x è fiorentino*

- Espressioni tipo, *l'autore di x, il figlio di x, il governatore di x,* non sono proposizioni (non ha senso chiedersi se sono vere o false) e non sono pertanto quantificabili.

Tali espressioni si definiscono **termini aperti**. I termini aperti sono suscettibili di diventare descrizioni finite nel momento in cui la variabile libera viene sostituita da un individuo.

9

I termini aperti

- Lo definizione dei termini aperti è utile ad esplicitare la forma logica di proposizioni più complicate di quelle fino ad ora esaminate. Si consideri l'espressione:

Vi è un'opera lirica il cui autore è sordo

Questa è traducibile nella sua forma logica in:

Esiste x tale che x è un'opera lirica e **l'autore di x** è sordo

*dove **autore di x*** è un termine aperto

I termini aperti vengono frequentemente utilizzati in matematica Esempio: $x - 1$; $x + y$; $x^2 + y$.

In linea di principio è possibile non ricorrere all'utilizzo dei termini aperti trasformandoli in predicati

Esempio: *Vi è un'opera lirica il cui autore è sordo* è formalizzabile in:

Esiste x tale che x è opera lirica ed esiste y tale che y è autore di x e y è sordo

Un analogo procedimento può utilizzarsi per le *descrizioni definite*
Esempio: *L'autore della Divina Commedia* è fiorentino diventa

Esiste x tale che x è autore della Divina Commedia e x è fiorentino

10 La forma logica di una proposizione

Si consideri la proposizione *Elisa ama Massimo*
Tale proposizione può essere resa in forma logica nei seguenti modi:

Elisa ha la proprietà di amare Massimo – Massimo ha la proprietà di essere amato da Elisa – Elisa ha con Massimo la proprietà di amare

La trasposizione di una proposizione del linguaggio naturale nella sua forma logica richiede **un'attenta analisi** che non può prescindere

- dalla eventuale **disambiguazione** dei termini in gioco,
- dalla **scelta dei termini** logicamente rilevanti
- dagli **scopi** che si vogliono raggiungere,
- da quali **inferenze** si intendono privilegiare

➨ Da ciò si deduce che ***non è possibile individuare meccanicamente e univocamente la forma logica di una proposizione.***

Logica dei predicati

- Consideriamo la proposizione: *Giulia è italiana* Se sostituiamo al nome *Giulia* una variabile libera otterremo: x è *italiana*

Quest'ultima espressione è un **predicato ad un argomento** (dove x è l'argomento del predicato)

Analogamente è possibile sostituire nella proposizione precedente una variabile al predicato, per esempio il predicato *H*. La proposizione diventa VERA qualora Giulia goda della proprietà H, viceversa FALSA. Tale variabile è detta **variabile predicativa**

Si può scrivere quindi *Esiste* x, *tale che* x *ha la proprietà H* oppure, anteponendo il quantificatore esistenziale alla variabile predicativa, *Esiste H tale che Giulia ha la proprietà H*

- Esistono **predicati che stanno per relazioni binarie simmetriche** tipo: x è *coetaneo di y* o x è parente di y. Si noti che x *ama y* non è una relazione simmetrica poiché x pur amando y potrebbe non essere corrisposto.
- Esistono inoltre **proprietà di proprietà** si consideri la proposizione *Luigi legge ad alta voce* la proprietà ad *alta voce* è una proprietà del leggere, non di Luigi.

Si definisce **logica dei predicati del primo ordine** la logica in cui si introducono nomi per individui e predicati e le variabili sono solo individuali . Nel caso che si introducano nomi e variabili per predicati di predicati la logica è del **secondo ordine**

Le proposizioni composte

- **Definizione 6** *Una proposizione si dice* ***composta*** *se contiene almeno una parte che, a sua volta, è una proposizione.*

Paolo è ligure e Sara è sarda

Si tratta di una proposizione composta da *Paolo è ligure* e *Sara è sarda* (ha senso chiedersi se *Paolo è ligure sia* una proposizione vera o falsa analogamente accade per la proposizione *Sara è Sarda).*

Caterina non è ligure

Anche questa è una proposizione composta in quanto *Caterina è ligure* è una proposizione.

Se Paolo è genovese allora Paolo è ligure

è composta in quanto le sue parti *Paolo è genovese* e *Paolo è ligure* sono proposizioni.

- **Definizione 7** *Si definisce* ***connettivo*** *una espressione del linguaggio con cui si ottiene una proposizione composta a partire da una o più proposizioni date.*

I connettivi si differenziano per il numero alle quali si applicano- Possono essere bi-argomentali se si applicano a due proposizioni e mono argomentali se si applicano a una sola proposizione.

I connettivi vero funzionali: la negazione

- **Definizione 8** *Si definiscono **connettivi vero funzionali** quei connettivi per i quali il valore di verità della proposizione composta ottenuta mediante il loro utilizzo dipende dal valore di verità delle proposizioni atomiche che lo compongono.*
- **Definizione 9** *La **negazione** è il connettivo vero funzionale mono argomentale che inverte il valore di verità di una proposizione.*

Il simbolo **¬** si legge 'non' e indica la negazione

Tavola di verità della negazione	
A	$\neg A$
V	F
F	V

Se *Giovanni è nipote di Antonio* è una proposizione vera allora *Giovanni non è nipote di Antonio* sarà falsa

Viceversa se *Giovanni è nipote di Antonio* è una proposizione falsa allora *Giovanni non è nipote di Antonio* sarà vera

L'equivalenza logica tra ¬ (¬ A) e A è detta **legge della doppia negazione**

Tavola di verità della doppia negazione		
A	$\neg A$	$\neg(\neg A)$
V	F	V
F	V	F

La congiunzione

- **Definizione 10** *Si definisce congiunzione quel connettivo vero funzionale bi argomentale che unendo due proposizioni A e B rende vera la proposizione risultante se entrambe le proposizioni A e B congiunte sono vere e la rende falsa in tutti gli altri casi.*

Il segno usato per la congiunzione è il seguente **∧**

Esempio: *Piera* è genovese **e** *Antonio è palermitano*

Con questa espressione nel *linguaggio naturale* si intende affermare che sia '*Piera è genovese*' sia '*Antonio è palermitano*' sono affermazioni vere, quindi si può formalizzare con $A \wedge B$ dove :
A = *Piera è genovese* e B = *Antonio è palermitano*.

Tavola di verità della congiunzione		
A	B	$A \wedge B$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Si noti come la definizione prescinda totalmente dagli aspetti semantici del connettivo (che pure sussistono) e si focalizzi invero sugli **aspetti sintattici** mostrati nella tavola della verità.

Più generalmente il **significato** di un connettivo vero funzionale si riferisce alla sua tavola della verità.

Il linguaggio naturale e la congiunzione

- Non sempre la congiunzione è resa nel linguaggio naturale dalla particella ‘e’, infatti dire:

Piera è genovese **e** *Antonio è palermitano* equivale a dire *Piera è genovese* ***ma*** *Antonio è palermitano*, oppure ancora *Piera è genovese* ***mentre*** *Antonio è palermitano*

Altre volte le due proposizioni congiunte sono separate da una virgola o da un punto.

- **ATTENZIONE** Talvolta nel linguaggio naturale particella ‘e’ **non indica** una congiunzione, esempio:

Maria e Filippo sono cugini.

Infatti la proposizione non è trasponibile in ‘*Maria è cugina* e *Filippo è cugino*’ in quanto indica una **relazione.**

Si consideri ora la proposizione vera: *La maglia del Genoa è rossa e blu*

Le proposizioni che la formano ‘*la maglia del Genoa è rossa*’ e ‘*la maglia del Genoa è blu*’ sono entrambe false e poiché due proposizioni false congiunte **non** danno luogo ad una proposizione complessa vera, la particella ‘e’ non esprime una congiunzione, ma rende esplicita la compresenza dei due colori

La disgiunzione inclusiva

- **Definizione 11** *La disgiunzione inclusiva di due proposizioni A e B è la proposizione che è vera se almeno una delle proposizioni è vera e falsa se entrambe sono false.*

Il connettivo è bi argomentale; il segno usato per la disgiunzione inclusiva è **v**

Esempio: *Al concorso sono ammessi i laureati in matematica o in fisica*

Tavola di verità della disgiunzione inclusiva

A	*B*	*A* **v** *B*
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Ciò significa che sono ammessi alla partecipazione al concorso sia i laureati in fisica, sia i laureati in matematica e anche coloro che hanno conseguito entrambi i titoli universitari.

La disgiunzione esclusiva

Nel linguaggio naturale la disgiunzione viene usata non solo con il significato del *vel*, ma anche nel senso *dell'aut* latino, il quale implica che due proposizioni disgiunte esclusivamente non possono essere entrambe vere, ma neanche entrambe false.

- **Definizione 12** *La disgiunzione esclusiva di due proposizioni A e B è la proposizione che è vera se solo una delle proposizioni che la compongono è vera e falsa in tutti gli altri casi.*

Tavola di verità della disgiunzione esclusiva

A	***B***	***A*** $\underline{\mathbf{v}}$ ***B***
V	V	F
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Si tratta anche in questo caso di un connettivo bi argomentale; il segno usato per la disgiunzione esclusiva è il seguente $\underline{\mathbf{v}}$ e si legge ***aut***

Esempio: *o mangi questa minestra o ti butti dalla finestra*

o Antonio è a casa o è al lavoro

In quest'ultimo esempio la disgiunzione è esclusiva in quanto Antonio non può trovarsi in due posti nello stesso istante e contemporaneamente non può essere in nessun posto.

Il condizionale materiale

- **Definizione 13** *L'implicazione o connettivo condizionale (materiale)* è definito dalla tavola della verità a fianco nel testo.

Si tratta anche in questo caso di un connettivo bi argomentale; il segno usato per la disgiunzione esclusiva è il seguente $\rightarrow$ e si legge ***se A allora B***

Il condizionale ha il significato di '*non si da il caso che l'antecedente sia vero e il conseguente falso* ' equivalente a $\neg(A \wedge \neg B)$ Infatti si dimostra che:

Tavola di verità del condizionale materiale

A	B	$A \rightarrow B$
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

A	B	$\neg B$	$A \wedge \neg B$	$\neg(A \wedge \neg B)$
V	V	F	F	V
V	F	V	V	F
F	V	F	F	V
F	F	V	F	V

Il condizionale controfattuale

- in logica le **implicazioni controfattuali** enunciano condizionali corrispondenti ai periodi **ipotetici dell'irrealtà**. In tali condizionali l'antecedente enuncia un'ipotesi contraria a quanto è realmente accaduto, mentre il conseguente enuncia la conseguenza che sarebbe derivata da quell'ipotesi.

Si consideri ora la seguente implicazione controfattuale:

Se la Germania avesse vinto la guerra allora le galline volerebbero

Ma la Germania non ha vinto la guerra e quindi l'antecedente è falso, inoltre le galline non volano e quindi anche il conseguente è falso, pertanto riferendoci alla tavola della verità dovremmo concludere che l'implicazione sia vera, infatti: F → F = V, mentre risulta palesemente falsa.

Si consideri ora: *Se la Germania avesse vinto la guerra allora oggi parleremmo tedesco*

Questa implicazione controfattuale invece è vera nella misura in cui vi è un nesso tra i termini dell'implicazione e non unicamente per il valore di verità della tavola di verità del condizionale.

Si deve quindi conclude che i condizionali controfattuali non hanno un comportamento sintetizzabile nella tavola di verità del condizionale materiale perché **il condizionale controfattuale non è un connettivo vero funzionale.**

Il connettivo bicondizionale

- Si consideri il condizionale: ***Se il Genoa gioca in casa allora gioca a Marassi***

si tratta di una proposizione vera così come pure l'implicazione inversa:

Se il Genoa gioca a Marassi allora gioca in casa.

Una tale doppia implicazione si può formalizzare con la proposizione vera

$$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

Calcoliamo ora la tavola di verità del connettivo bicondizionale

A	B	$A \rightarrow B$	$B \rightarrow A$	$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$
V	V	V	V	V
V	F	F	V	F
F	V	V	F	F
F	F	F	F	V

Definizione 14 *Si dice **bicondizionale** e si indica con ↔ il connettivo avente la tavola di verità seguente e si legge A se e solo se B .*

Quindi l'esempio precedente diventa: ***Il Genoa gioca in casa se e solo se gioca a Marassi***

A	B	$A \leftrightarrow B$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Il linguaggio naturale e il bicondizionale

Il bicondizionale è spesso reso in matematica con la formula :

A è condizione sufficiente e necessaria di B

Traducibile con i condizionali congiunti

A è condizione necessaria per B $(B \rightarrow A)$ <u>**e**</u> ***A è condizione sufficiente per B*** $(A \rightarrow B)$

L'esempio può tradursi quindi in:

Condizione necessaria e sufficiente affinché il Genoa giochi in casa è che giochi a Marassi

Per il bicondizionale vale la proprietà commutativa ciò significa che se è vera l'espressione precedente è vera anche :

Condizione necessaria e sufficiente affinché il Genoa giochi a Marassi è che giochi in casa

Nel caso valga $(A \rightarrow B)$ ma <u>**non**</u> il condizionale inverso $(B \rightarrow A)$ per evidenziare l'asimmetria tra le proposizioni si dice:

A è condizione necessaria ma non sufficiente per B

Esempio: dato che vale la proposizione ***Se Giulia è nata a Genova allora è nata in Liguria***, ma non vale il suo contrario: ***Se Giulia è nata in Liguria allora è nata a Genova*** si può affermare che :

Per Giulia essere nata a Genova è condizione sufficiente ma non necessaria per essere nata in Liguria <u>oppure</u> ***Per Giulia essere nata in Liguria è condizione necessaria ma non sufficiente per essere nata a Genova***

Derivabilità dei connettivi verofunzionali

Tutti i connettivi verofunzionali sono definibili a partire dai connettivi fondamentali: ***congiunzione***, ***disgiunzione inclusiva*** e ***negazione***.

$A \rightarrow B$	$\neg(A \land \neg B)$
$A \leftrightarrow B$	$(A \rightarrow B) \land (B \rightarrow A)$
$A \underline{\vee} B$	$(A \land \neg B) \vee (\neg A \land B)$

L'ultimo si dimostra:

Tavola di verità della disgiunzione esclusiva			
A	B	$A \underline{\vee} B$	***Equivalenza***
V	V	F	$\neg(\neg(A \land \neg B))$
V	F	V	$A \land \neg B$
F	V	V	$\neg A \land B$
F	F	F	$\neg(\neg A \land B)$

Se $A \land \neg B$ [2° riga] è VERA allora sarà FALSA la sua negazione $\neg(\neg(A \land \neg B))$

$A \underline{\vee} B$ è vera quando è VERA $A \land \neg B$ oppure è VERA $\neg A \land B$
Quindi
$A \underline{\vee} B = (A \land \neg B) \vee (\neg A \land B)$

Se $\neg A \land B$ [3° riga] è VERA allora sarà FALSA la sua negazione $\neg(\neg A \land B)$

Il connettivo NAND

- Nel linguaggio naturale, ma soprattutto in informatica vi è un uso della disgiunzione che non è inclusiva e neppure esclusiva, si tratta della disgiunzione resa dall'***incompatibilità* tra due proposizioni**, impiegato per esempio quando si vuole sottolineare l'impossibilità che sussistano contemporaneamente due stati di cose:

Esempio: *Si mangia o si parla – Si sta attenti o si chiacchiera*

Con questo connettivo si intende affermare che i due disgiunti non possono essere contemporaneamente veri, ma possono essere completamente falsi e si indica con NAND espressione equivalente a NOT + AND. La tavola di NAND è complementare alla congiunzione.

Tavola di verità del NAND		
A B	A **NAND** B	***Equivalenza***
V V	F	$\neg(A \wedge B)$
V F	V	$A \wedge \neg B$
F V	V	$\neg A \wedge B$
F F	V	$\neg A \wedge \neg B$

A **NAND** B è FALSA per definizione quando sono vere sia A che B pertanto vale $\neg(A \wedge B)$

A **NAND** B è VERA quando è VERA $A \wedge \neg B$ o è VERA $\neg A \wedge B$ o è VERA $\neg A \wedge \neg B$

Quindi

$$A \text{ NAND } B = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)$$

Il connettivo NOR

- Nel linguaggio naturale, e come il precedente in informatica vi è un uso della disgiunzione che non è inclusiva né esclusiva, e neppure resa quella resa dall'***incompatibilità* tra due proposizioni**, Si tratta del connettivo **né A, né B**:

Esempio: *Oggi non è né sabato, né domenica*

Il quale esempio corrisponde a dire Oggi non è sabato e oggi non è domenica

Il connettivo è definito NOR espressione equivalente a NOT + OR. La tavola di NOR è complementare a NAND

Tavola di verità del NOR			
A	B	A NOR B	*Equivalenza*
V	V	F	$\neg(A \wedge B)$
V	F	F	$\neg(A \wedge \neg B)$
F	V	F	$\neg(\neg A \wedge B)$
F	F	V	$\neg A \wedge \neg B$

A NOR B è FALSA per definizione quando è vera $\neg(A \wedge B) \vee \neg(A \wedge \neg B) \vee \neg(\neg A \wedge B)$

A NOR B è VERA per definizione quando vale né A né B ovvero $\neg A \wedge \neg B$

Le porte logiche

- I **circuiti logici** possono essere considerati alla stregua di macchine che contengono uno o più apparati di ingresso (input)ed un singolo apparato d'uscita (output)

  Questi circuiti sono costruiti a partire da circuiti elementari e prendono il nome di **porte logiche** e sono in grado di implementare le tavole di verità dei connettivi verofunzionali fondamentali.

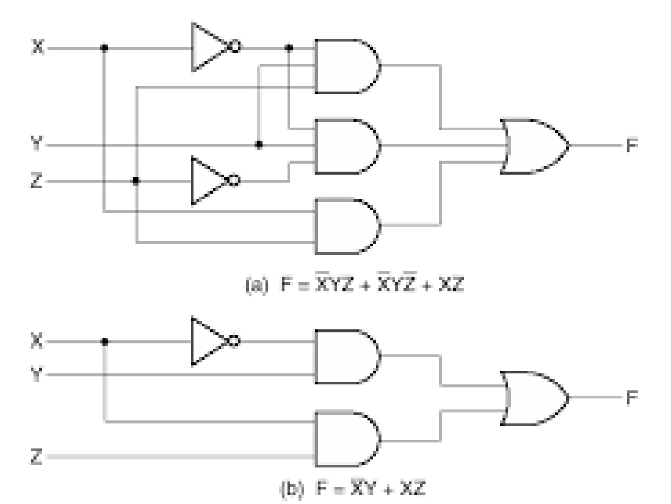


Fig. 2-4 Implementation of Boolean Function with Gates

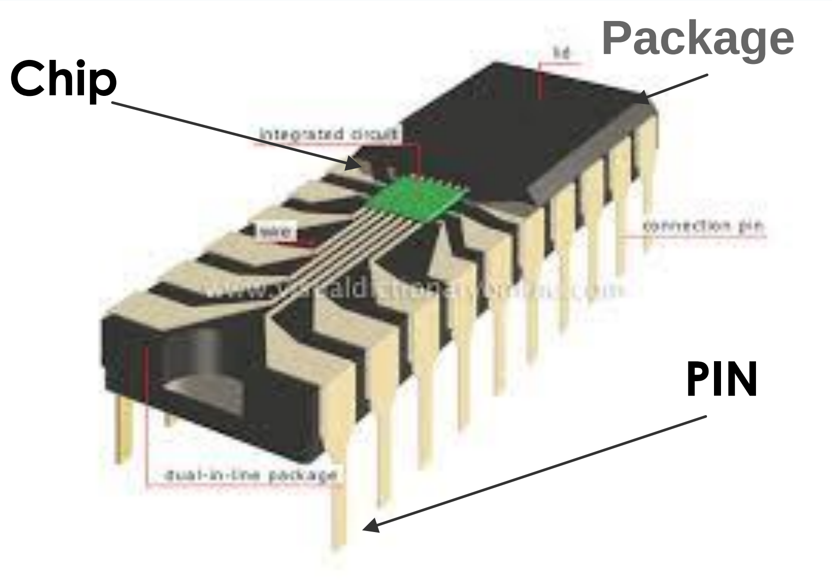
In informatica, l'unità di misura elementare dell'informazione è il **bit**, che viene rappresentata alternativamente con le cifre 0 e 1, in quanto corrisponde a una scelta tra due alternative egualmente possibili.

Applicando in ingresso ad una porta logica una tensione di input (1) o non applicandola affatto (0) si produrrà come effetto la presenza o l'assenza di una tensione in uscita (1 o 0) a seconda della tavola di verità del connettivo implementato logicamente.

I circuiti integrati

Le porte logiche non sono commercializzate come singoli componenti, ma sotto forma di **circuiti integrati**.

Un **circuito integrato** o **IC** (da Integrated Circuit) detto anche **chip**, è un dispositivo elettronico contenente spesso migliaia di componenti singoli, quali transistor, diodi, resistenze etc. contenuti all'interno di una singola piastrina di materiale semiconduttore, solitamente silicio.



il chip viene incapsulato in un contenitore, di solito di materiale plastico, detto **package**. Dal package spuntano i terminali metallici di connessione del circuito detti **piedini** o **pin**.

Il tipo di package più usato per le porte logiche è il **DIP** (Dual In-Line Package), il quale presenta 14 pin suddivisi in due file di 7 sui due lati del contenitore.

Le famiglie logiche

Una **famiglia logica** (logic family) è un gruppo di integrati digitali realizzati con le stesse tecnologie e compatibili elettricamente fra loro.

Tra le famiglie logiche più diffuse vi è la **TTL** (Transistor Transistor Logic), a sua volta suddivisa in diverse sottofamiglie.

Gli integrati della famiglia TTL sono contraddistinti dalla sigla 74 (o 54 per la serie militare) seguita da altre due cifre che identificano il tipo di integrato.

74LS08

L'IC implementa 4 porte logiche AND (quadruplo AND)

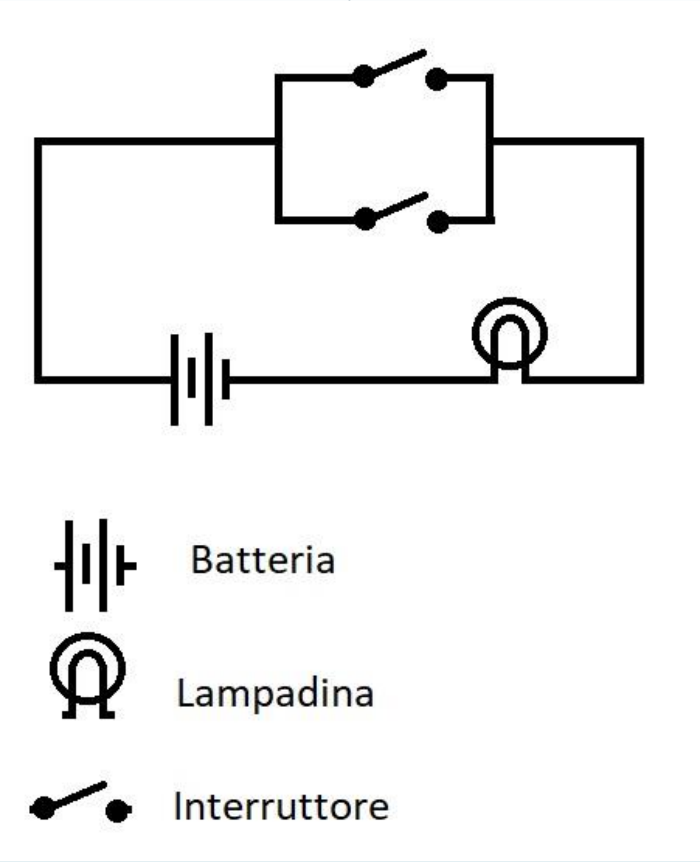
famiglia TTL

Low Power Schottky
TTL a bassa potenza e lenta velocità di commutazione

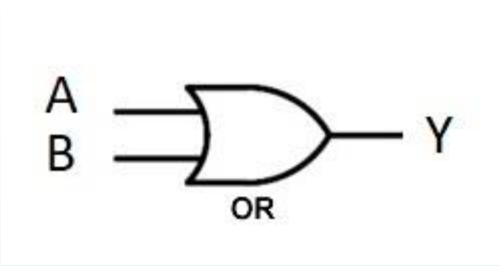
Sigla	Descrizione
7400	4 NAND a 2 ingressi
7402	4 NOR a 2 ingressi
7404	6 NOT
7408	4 AND a 2 ingressi
7432	4 OR a 2 ingressi
74386	4 XOR a 2 ingressi

Porta Or

- Si consideri il seguente circuito elettrico:

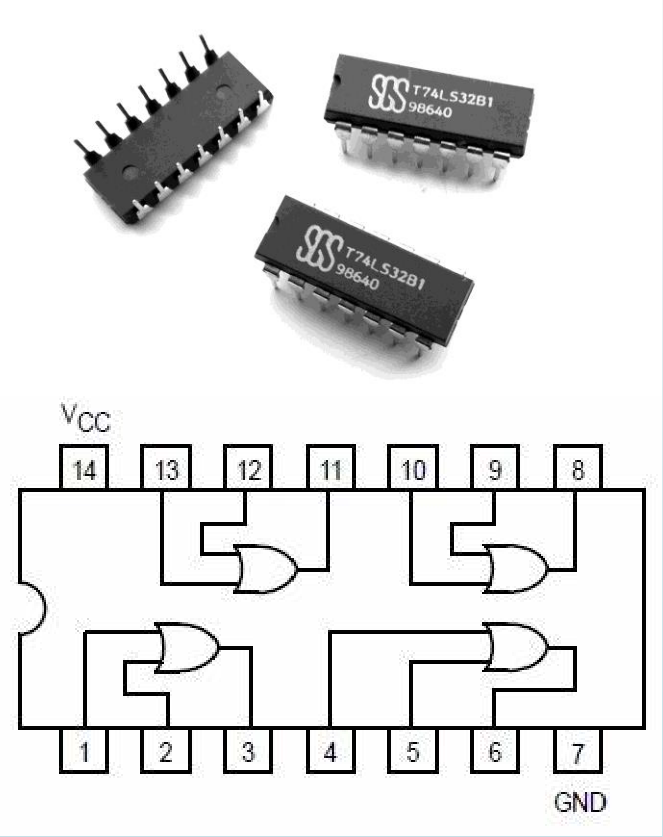


Simbolo Gate OR



A	B	A+B=Y
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

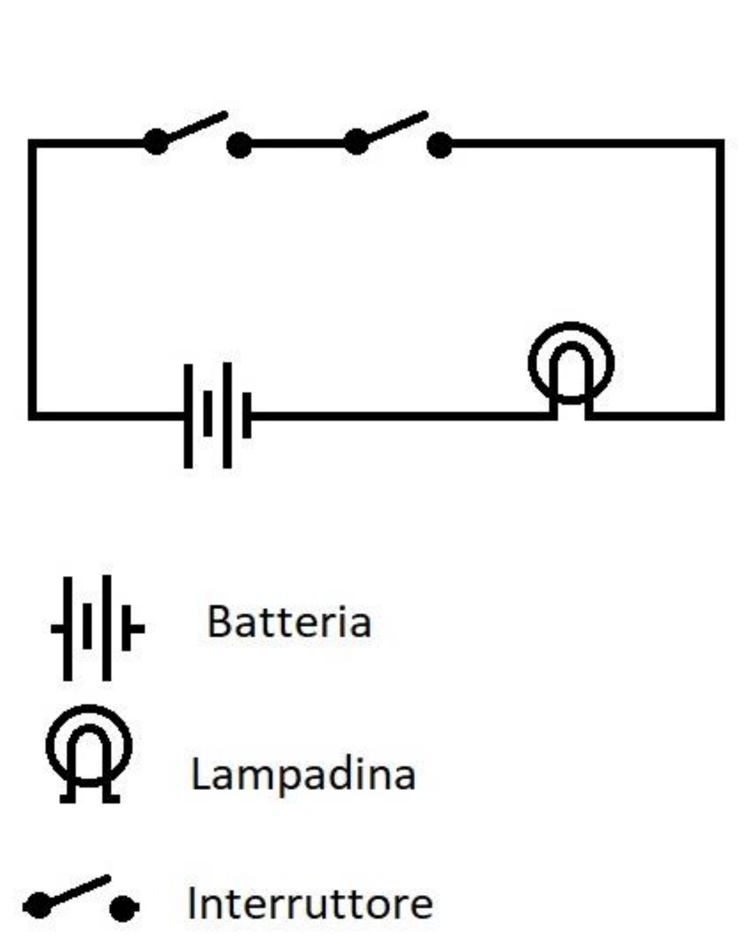
Circuito integrato
IC- 74LS32 OR GATE



La lampadina si accenderà solo quando uno dei due interruttori o entrambi saranno chiusi

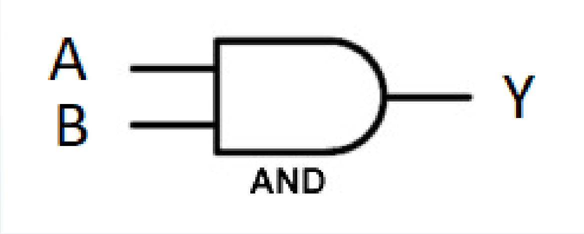
Porta AND

- Si consideri il seguente circuito elettrico:



La lampadina si accenderà solo quando entrambi gli interruttori saranno chiusi

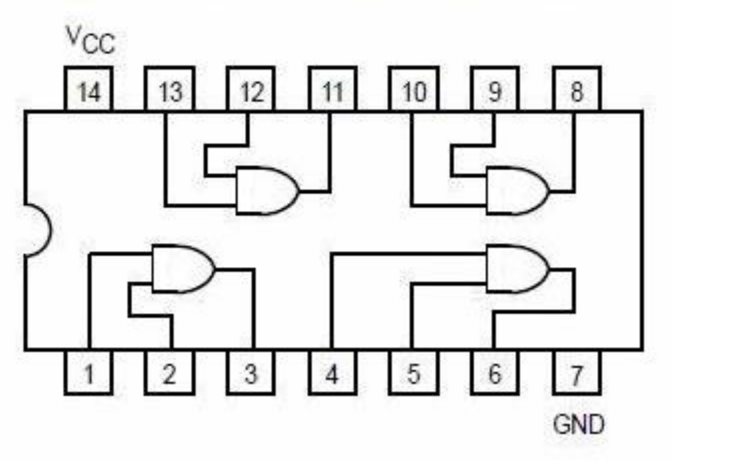
Simbolo Gate AND



A	B	A x B=Y
I	I	I
I	0	0
0	I	0
0	0	0

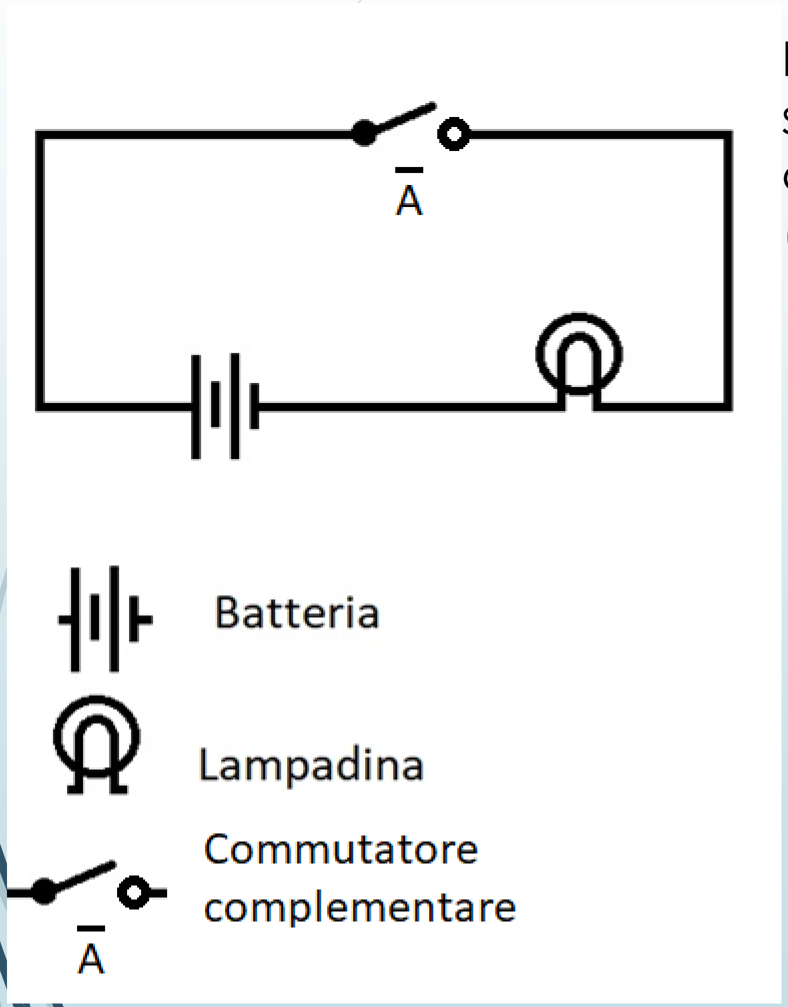
Circuito integrato

IC- 74LS09 QUAD 2-INPUT



Porta NOT

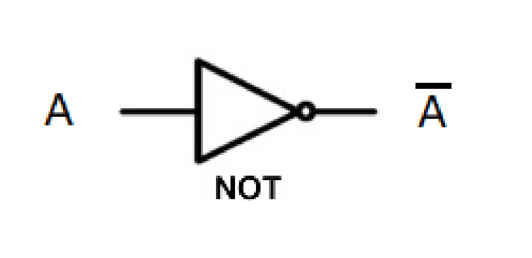
- Si consideri il seguente circuito elettrico:



La lampadina si accenderà solo quando il commutatore complementare è aperto (circuito chiuso)

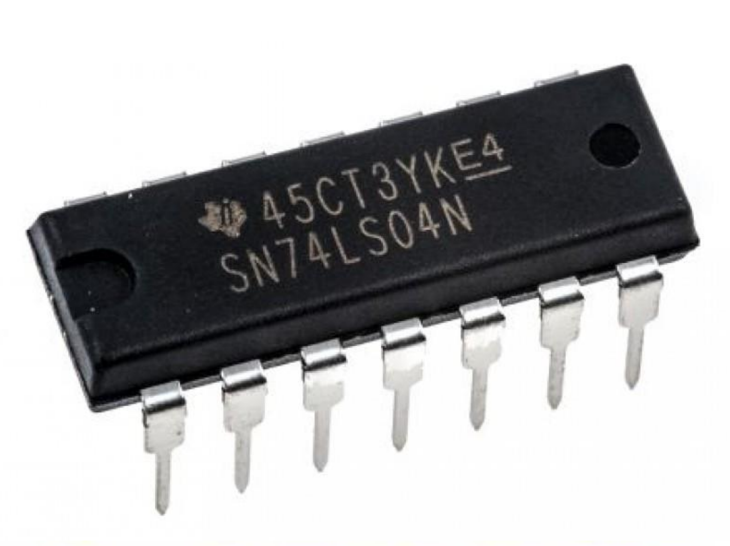
A	$\bar{A}$
I	0
0	I

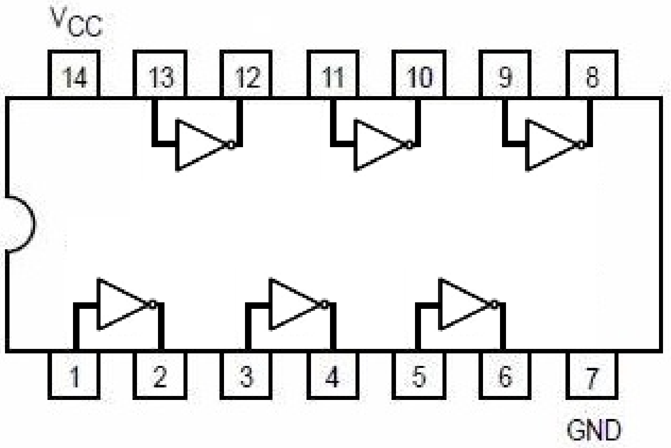
Simbolo Gate NOT



Circuito integrato

IC- 74LS04 QUAD 2-INPUT AND GATE





Credits

- http://www.elemania.altervista.org/digitale/circuiti/circ6.html
- A.A.V.V. *Il pensiero e la meraviglia,* Zanichelli, 2020
- Lipschutz Seymour, *Matematica di base per il calcolatore*, Fabbri- Bompiani - Sonzogno, 1984
- *Low Power Schottky TTL Ics, Databook, SGS - Thompson*, 1991
- Palladino Dario, *Corso di Logica*, Carocci Editore, 2020