

APPLICAZIONE PRATICA DI UN CIRCUITO COMBINATORIO

Con la seguente esperienza vediamo una semplice applicazione di un circuito combinatorio.

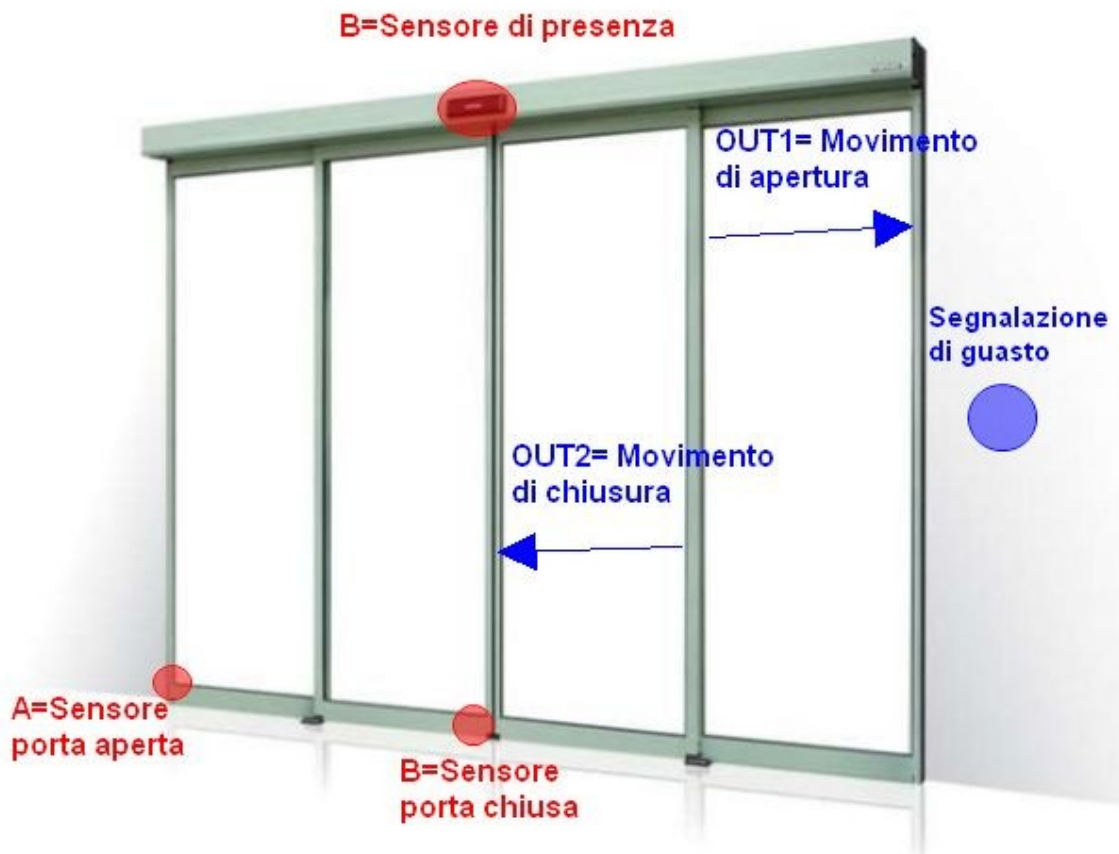
Supponiamo di voler realizzare un circuito con le porte logiche fondamentali, per controllare l'apertura e chiusura di una porta automatica.

Il sistema dovrà controllare 3 ingressi: sensore di presenza, sensore porta aperta e sensore porta chiusa e dovrà gestire 3 uscite: movimento di apertura, movimento di chiusura, e segnalazione di guasto.

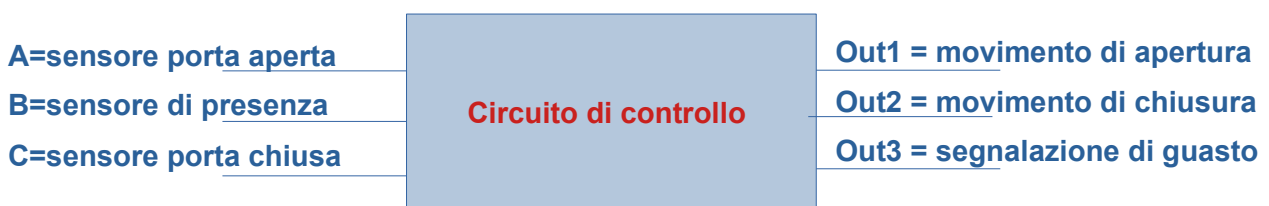
Tutti gli ingressi e tutte le uscite funzionano con la logica positiva, e cioè:

- sensore attivo=1
- uscita attiva=1.

La parte meccanica o elettrica non sono oggetto del nostro progetto, nel nostro caso intendiamo realizzare solamente il circuito logico di controllo, pertanto è influente sapere come funziona il movimento di apertura o di chiusura, come anche non ci interessa la tipologia dei sensori.



Inizialmente occorre identificare quali sono le variabili di ingresso e di uscita del sistema che possiamo riassumere con il seguente schema a blocchi.



1) Realizzare una tabella di verità per definire il legame tra le variabili indipendenti di ingresso e quelle dipendenti di uscita.

In questa fase vengono analizzate tutte le possibili combinazioni delle variabili di ingresso, e per ogni combinazione si decide lo stato delle uscite in modo da definire il funzionamento del circuito.

Ad esempio la prima situazione con A=0, B=0 e C=0, identifica il caso in cui la porta non è né aperta e né chiusa e non c'è la presenza della persona, pertanto è ipotizzabile che la porta si stava chiudendo dopo il passaggio di qualcuno, in questo caso decidiamo di attivare il movimento di chiusura.

Oppure il caso in cui A=1, B=0 e C=1 identifica il caso in cui il sensore di porta aperta e quello di porta chiusa sono attivi contemporaneamente, in questo caso decidiamo di non attivare alcun movimento ma di accendere la segnalazione di guasto.

INGRESSI			USCITE		
A Sensore porta aperta	B Sensore presenza	C Sensore porta chiusa	OUT1 Movimento di apertura	OUT2 Movimento di chiusura	OUT3 Segnalazione di guasto
0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

2) Scrivere e semplificare le funzioni logiche delle 3 uscite con la prima forma canonica.

In questa fase dobbiamo realizzare una funzione logica per ogni uscita, che soddisfi la tabella di verità.

Consideriamo ad esempio il caso dell'uscita OUT1. L'uscita va ad 1 nei due casi indicati di seguito:

A Sensore porta aperta	B Sensore presenza	C Sensore porta chiusa	OUT1 Movimento di apertura
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1

Perciò considerando la somma del prodotto delle variabili di ingresso si dovrà avere l'uscita ad 1 quando A=0, B=1 e C=0 oppure quando A=0 B=1 e C=1.

Per fare in modo che ciò avvenga dobbiamo considerare la variabile negata quando vale 0, pertanto la funzione relativa all'uscita 1 sarà la seguente: $OUT1 = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$ possiamo ragionare allo stesso modo con le altre uscite e successivamente raccogliere e semplificare le 3 funzioni ottenute.

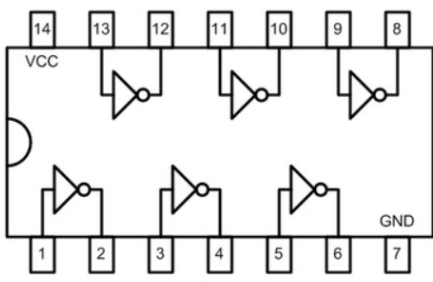
$$OUT1 = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C = \bar{A} \cdot B (\bar{C} + C) = \bar{A} \cdot B$$

$$OUT1 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = \bar{B} \cdot \bar{C} (\bar{A} + A) = \bar{B} \cdot \bar{C}$$

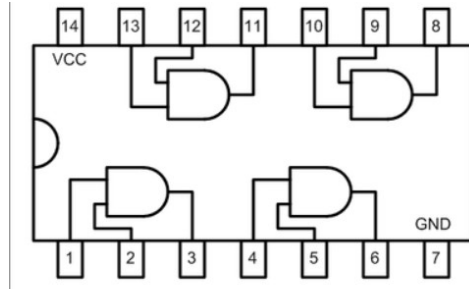
$$OUT1 = A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C = A \cdot C (\bar{B} + B) = A \cdot C$$

3) Disegnare il circuito con Multisim

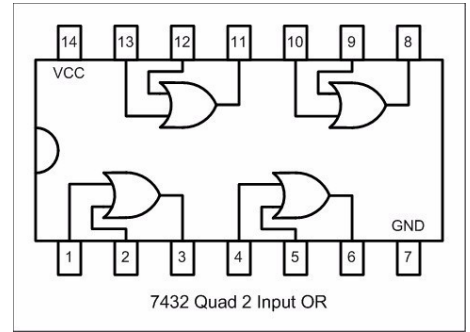
Prima di disegnare il circuito occorre ricordare la piedinatura (pinout) degli integrati che contengono le porte logiche.



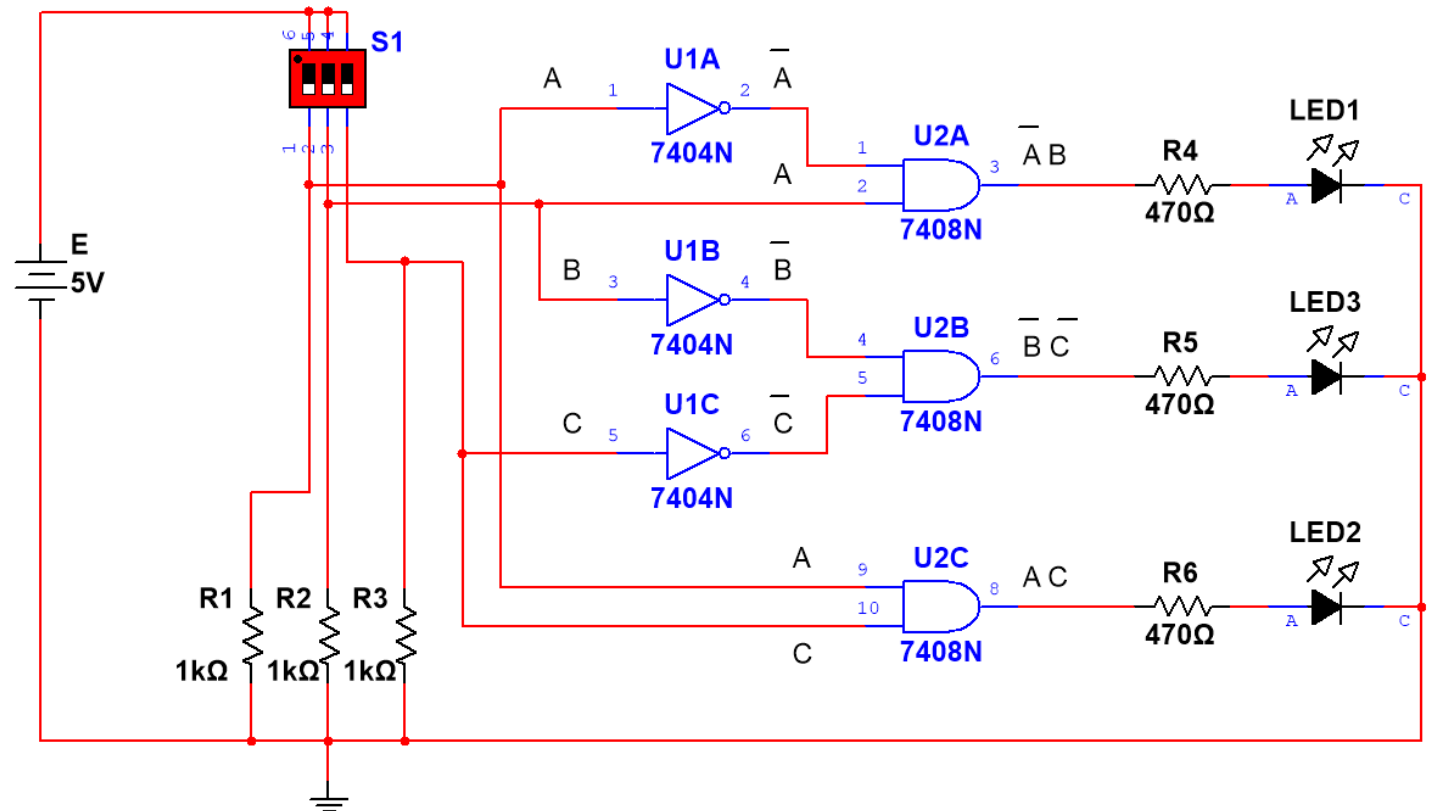
7404 Hex Inverter



7408 Quad 2 Input AND



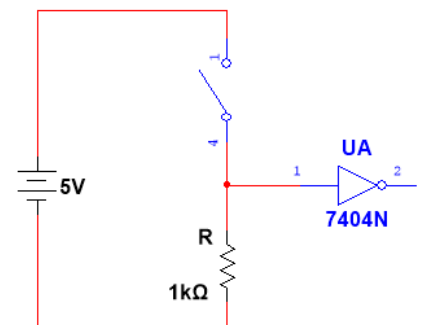
7432 Quad 2 Input OR



Sulle uscite vengono collegati 3 led con delle resistenze limitatrici di corrente, per visualizzare lo stato delle uscite durante la simulazione, sugli ingressi invece viene collegato un DIP-SWITCH con delle resistenze di pull-down.

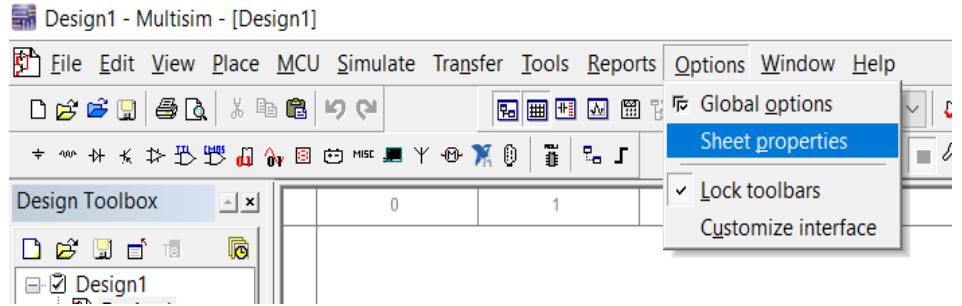
Il DIP-SWITCH è un componente che contiene più interruttori, ogni interruttore è collegato all'ingresso ed ad una resistenza chiamata di pull-down perché collegata verso massa.

A sinistra il collegamento di un ingresso, in pratica se lo switch è aperto l'ingresso è 0 perché collegato a massa tramite la resistenza. Se invece lo switch è chiuso l'ingresso è 5 Volt (1 logico) perché connesso al positivo del generatore (Vcc).

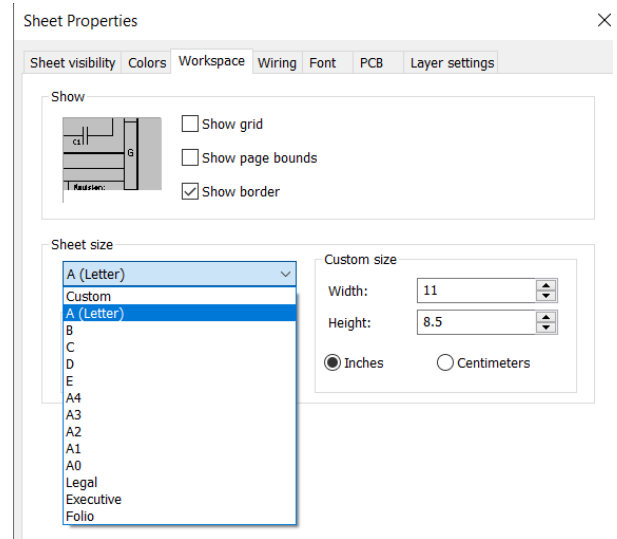


Per realizzare il circuito con Multisim, occorre innanzitutto aprire il programma e piazzare prima di tutto i componenti sul foglio.

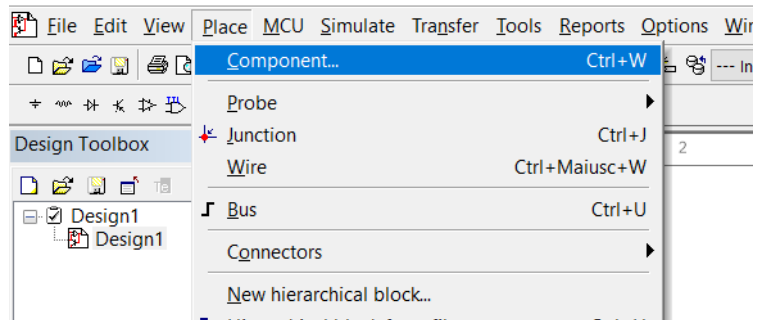
Se Le dimensioni del foglio non fossero sufficienti a contenere tutti i componenti, possono essere cambiate andando su OPTION – SHEET PROPERTIES



Successivamente sulla sezione WORKSPACE è possibile scegliere il tipo di foglio.



Sul menù PLACE – COMPONENT si possono trovare tutti i componenti.



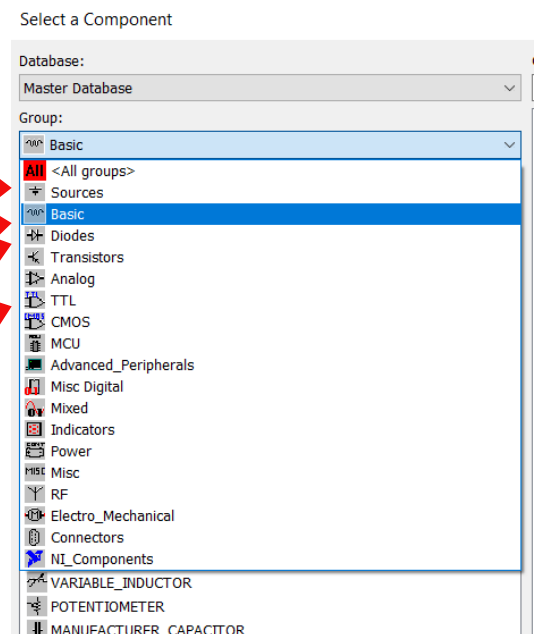
Vediamo ora dove trovare ogni componente usato nello schema realizzato sopra.

Sul menù SOURCES, generatori e simbolo di massa.

Sul menù BASIC troviamo i componenti più comuni come Resistenze, Condensatori, Switch ecc.

Sul menù DIODES i diodi LED.

Sul menù TTL le porte logiche.



RESISTENZA

Dal menù BASIC scegliere RESISTOR e selezionare il valore. Premendo OK, il componente verrà piazzato sul foglio.

Stesso discorso se servisse un condensatore, in questo caso si va su CAPACITOR.

La resistenza variabile si potrà invece trovare sotto RESISTOR VAR o POTENTIOMETER.

Select a Component

Database: Master Database
Group: Basic
Family: RESISTOR
Component: 1.0k

DIP-SWITCH

Nel gruppo SWITCH, troviamo il DIP-SWITCH, cioè un componente con più interruttori pilotati da una levetta, con un contenitore composto da due file di contatti (D.I.P. sta per Dual In Package).

Select a Component

Database: Master Database
Group: Basic
Family: SWITCH
Component: DSWPK_3

LED

Il LED si trova sotto DIODES, prendere sempre un LED Rosso, Verde o Giallo. Si sconsiglia di utilizzare il LED Blue perché ha una tensione diretta troppo alta.

Fare attenzione a non prendere i componenti il cui nome inizia con BAR, in quanto questi non sono LED singoli, ma una fila di LED.

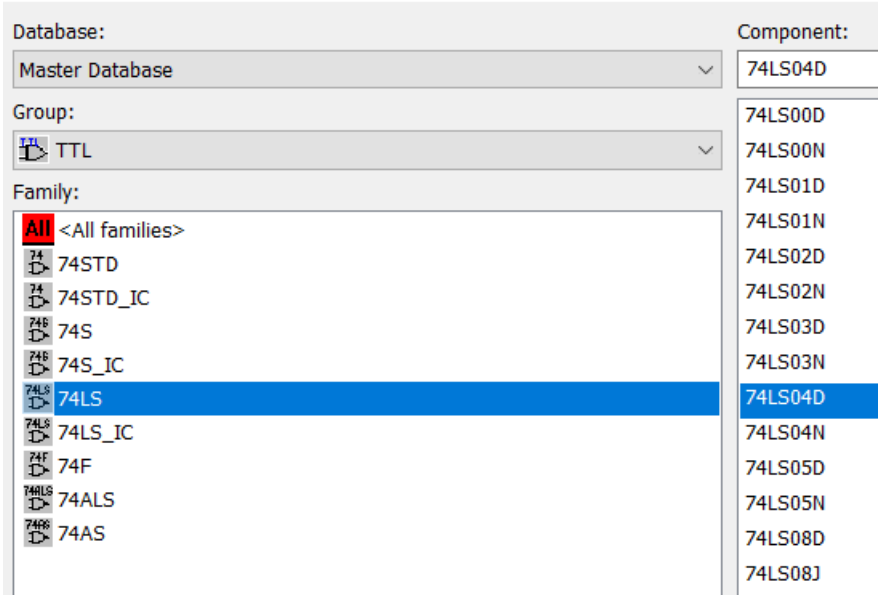
Select a Component

Database: Master Database
Group: Diodes
Family: LED
Component: LED_red

PORTE LOGICHE

Le porte logiche da utilizzare sono AND (7408) OR (7432) e NOT (7404) e come detto prima si trovano sotto al menù TTL famiglia 74LS.

Select a Component

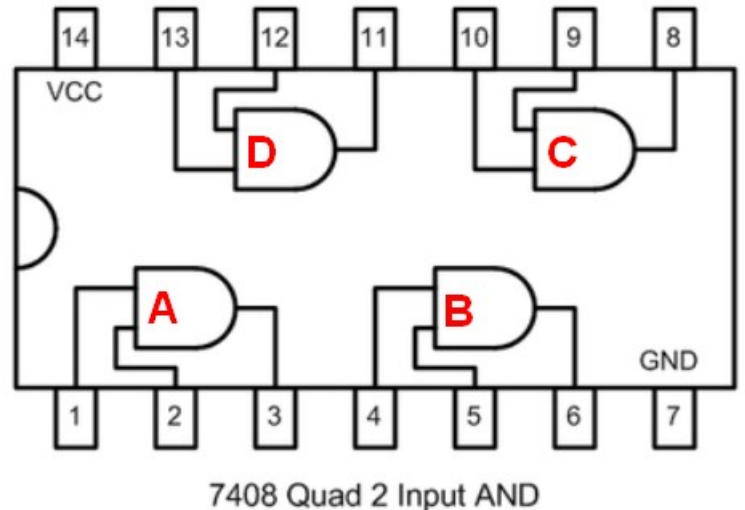
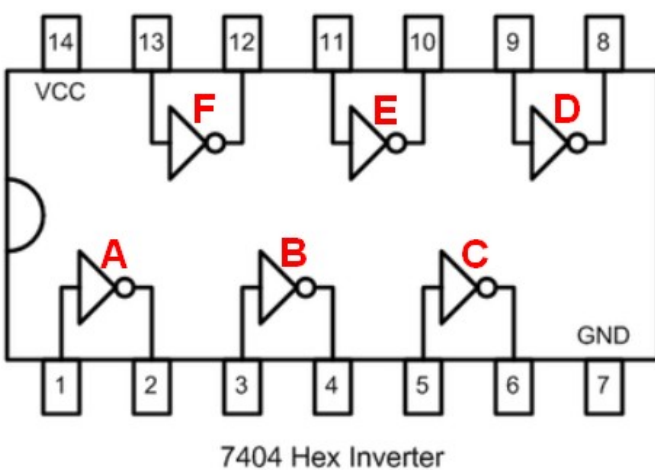
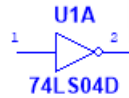
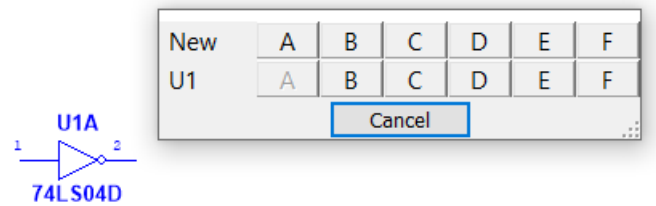


Quando si piazzano le porte logiche, dopo aver selezionato il codice dell'integrato, ad esempio 74LS04, appare la prima porta logica, poi una volta piazzata appare la seguente finestra.

In pratica è stata piazzata la porta A dell'integrato chiamato U1. Volendo piazzare un'altra porta dello stesso integrato, occorre prendere la porta B, poi C e così via.

Se si seleziona una porta dalla riga NEW, si va a

prendere una porta logica di un altro integrato che sarà chiamato automaticamente U2. Stesso discorso con l'integrato 74LS08 che contiene le porte AND.



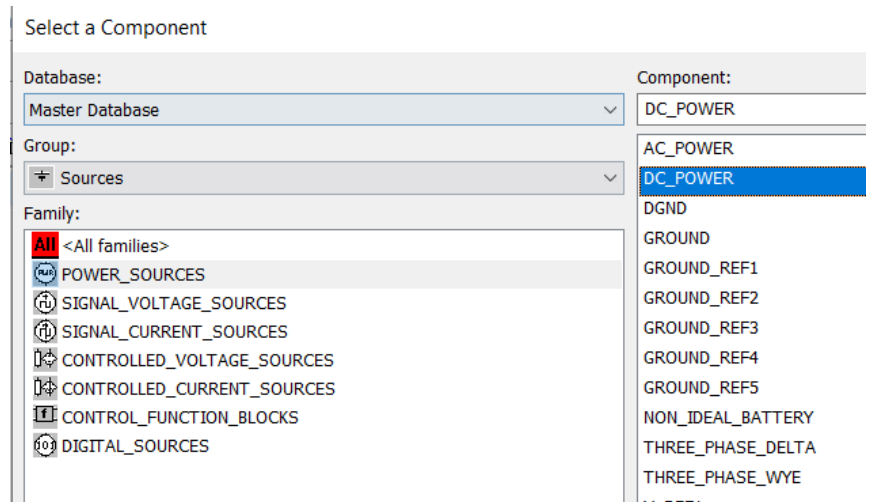
Tutti i componenti possono essere ruotati facendo click con il pulsante destro sopra al componente e scegliendo ROTATE 90° o in senso orario (Clockwise) o antiorario.

Per cancellare un componente è sufficiente selezionarlo e premere il tasto CANCEL;

ALIMENTAZIONE E MASSA

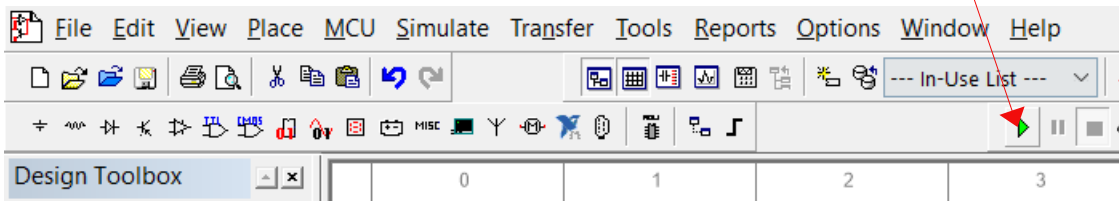
Dopo aver piazzato tutti i componenti, occorre sempre piazzare il simbolo di GND (per ogni circuito occorre piazzare almeno un simbolo GND) e poi l'alimentatore.

Sul menù SOURCES, scegliere DC_POWER sotto POWER SOURCES per l'alimentatore e GROUND sotto POWER SOURCES per la GND.



A questo punto è possibile realizzare il collegamento semplicemente cliccando su un terminale di un componente con il pulsante sinistro e spostandoci avremo il disegno del filo sempre con spostamenti che prevedono il solo angolo a 90°.

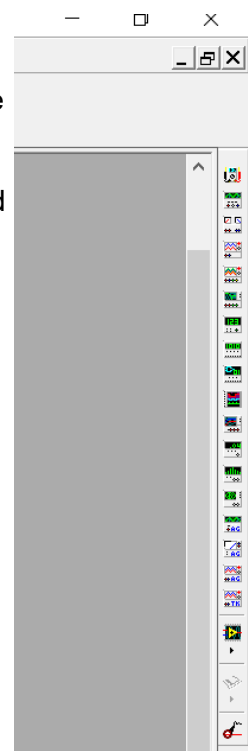
Al termine si può simulare il funzionamento del circuito cliccando sulla freccia verde al centro della barra in alto. E per fermare la simulazione basta cliccare sul quadrato rosso vicino alla freccia.



Sarà possibile ora modificare lo stato di ogni singolo interruttore del dip-switch, semplicemente cliccando con il sinistro sopra alla levetta nera e provando tutte le combinazioni, si può verificare lo stato dell'uscita che sarà 1 Se il Led è acceso o 0 se è spento.

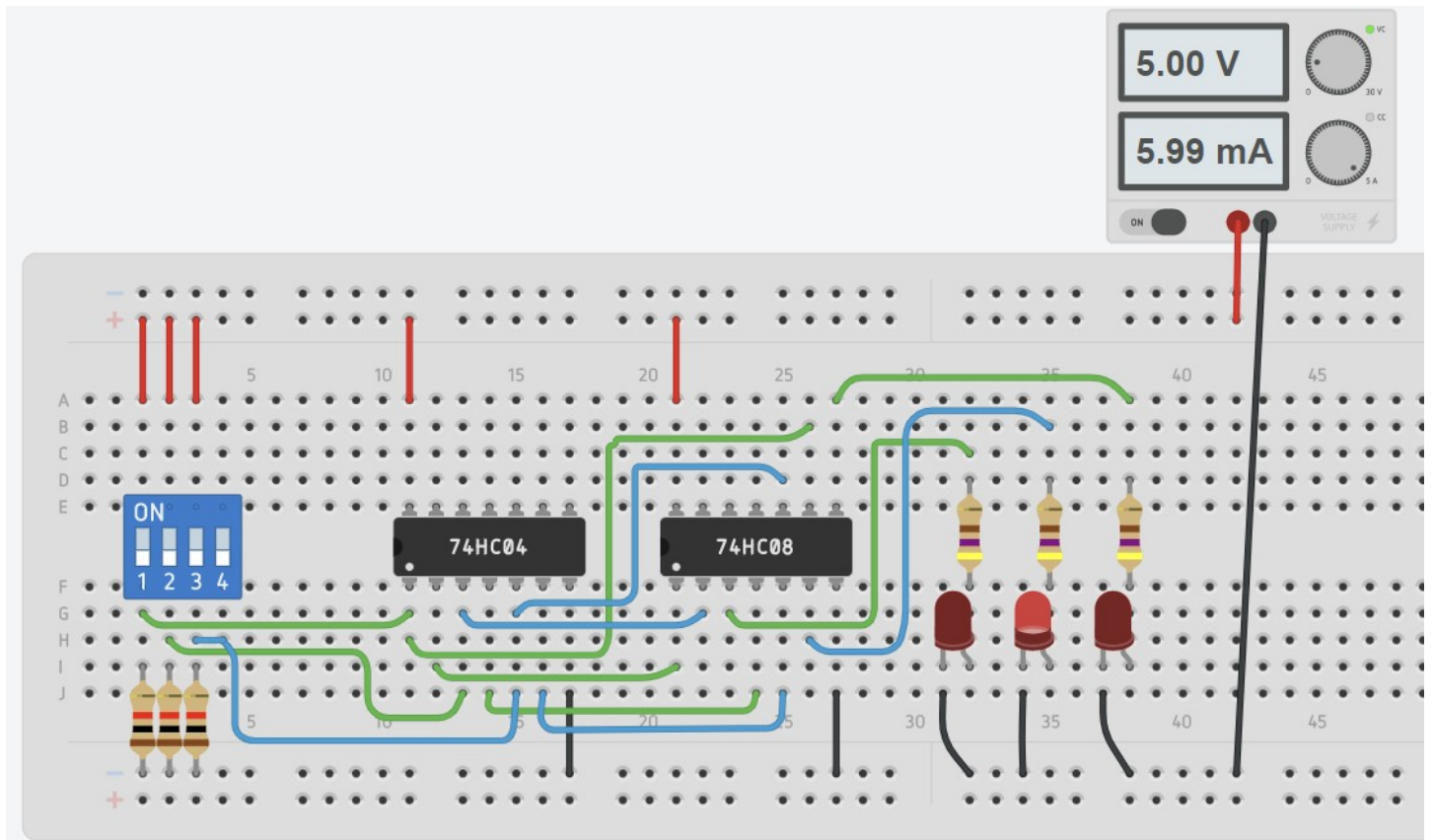
Sulla barra a destra ci sono inoltre gli strumenti di misura, che mi forniscono il valore elettrici del circuito (Multimetro) Corrente o Tensione in AC e DC.

Partendo dall'alto abbiamo il Multimetro, Generatore di Funzioni, Wattmetro ed Oscilloscopio.



4) Montaggio del circuito su breadboard.

In questa fase è importante controllare i collegamenti più volte prima di accendere l'alimentatore.



Successivamente provare le 8 combinazioni e verificare la tabella di verità.

Questa è ovviamente una soluzione didattica di un problema che in realtà presenta molte altre sfaccettature, lo scopo del tutorial è stato anche quello di descrivere una modalità operativa per affrontare la risoluzione di problemi anche con semplici circuiti digitali.