

# EAGLE

Easily Applicable Graphical Layout Editor

## Introduzione al CAD

Credo che ormai nessuno possa fare a meno dei circuiti stampati nei propri progetti di elettronica, per realizzarli, però, sia che usiate la fotoincisione o il metodo casalingo del "ferro da stiro", è necessario uno schema.

La via più immediata è quella della carta, penna e squadretta ma essa comporta anche un dispendio di tempo, tenete conto inoltre che al minimo errore siamo costretti a gettare il foglio e ritentare, esiste però un modo molto più veloce ma anche più complesso, l'uso di programmi di CAD (Computer Aided Design, Progettazione Assistita da Elaboratore).

Essenzialmente questi programmi offrono all'utente funzioni di disegno, sbroglio e stampa, codesti strumenti, così efficaci, non possono essere spesi male, praticamente tutte queste applicazioni sono vendute a cifre spesso esorbitanti, chiaramente per i più vezzi all'uso di software dedicati, esistono anche le rispettive versioni demo e free ma che contengono in genere delle grossissime limitazioni.

L'applicazione in esame, denominata Eagle "aquila", viene molto spesso utilizzata per la progettazione dei PCB termine che indica appunto (Printed Circuit Board).

Per la sua grande affidabilità e la sua efficacia ho deciso di realizzare una guida illustrata, tenuto conto che già ne esistono diverse sulla rete, la mia non si pone come una antagonista, ma vuole umilmente evidenziare le funzioni più essenziali.

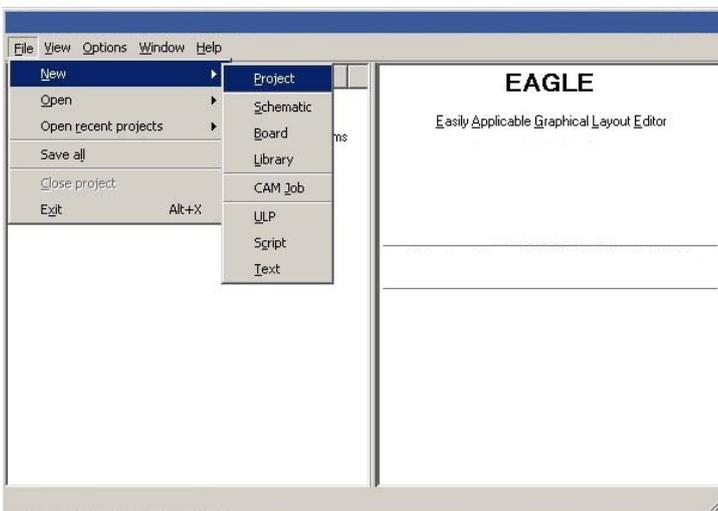
## Installazione

Eagle è scaricabile dal sito <http://www.cadsoft.de/download.htm> nella versione demo per tre differenti sistemi operativi: Windows, Linux e Macintosh, in questa guida verrà utilizzata la versione Windows che riporta queste limitazioni:

- Dimensione dello schema/PCB limitata a 100x80mm
- Massimo due strati per la basetta
- Un unico foglio di lavoro per progetto

Scarichiamo quindi il file che pesa all'incirca 25Mb. e avviamo l'installazione. Eagle sarà accessibile da Start --> Programmi --> Eagle Layout Editor 5.x.x --> Eagle 5.x.x

## Pannello di controllo (Control Panel)

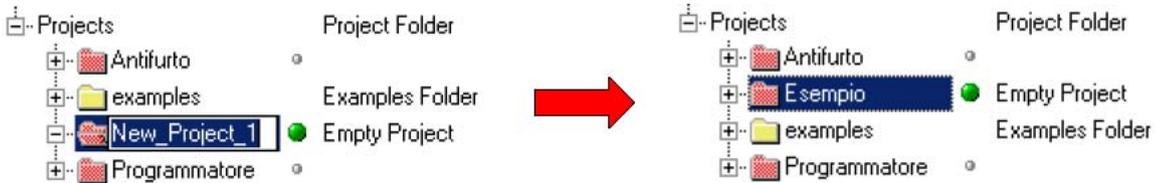
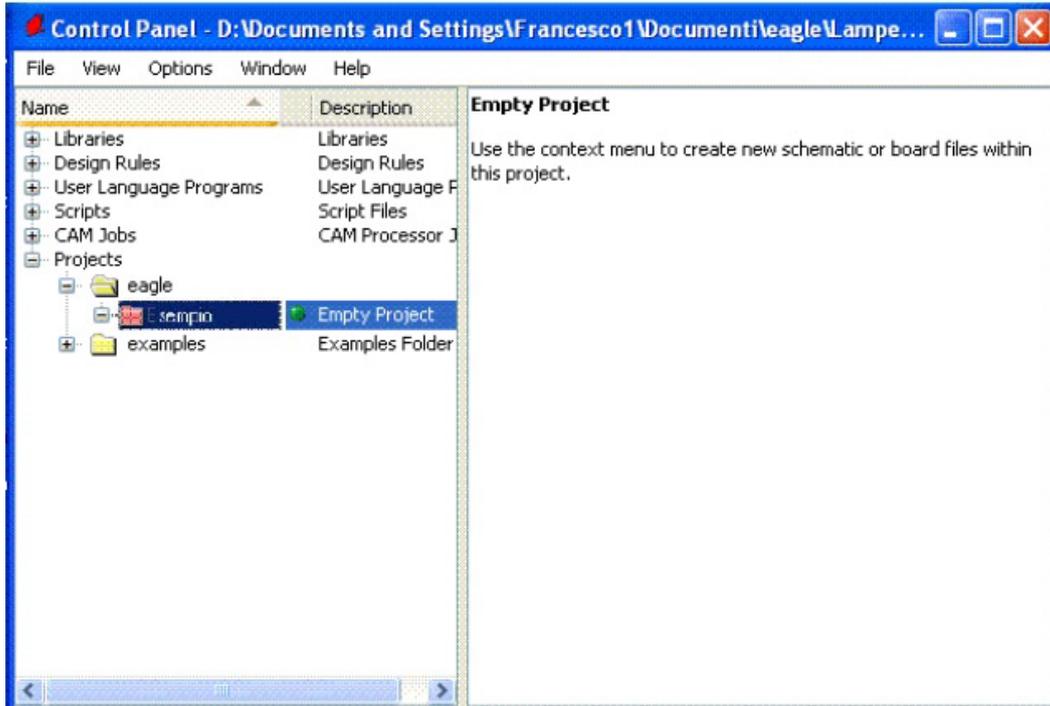


Questa finestra contiene gli strumenti per creare o aprire un progetto, uno schema, un PCB o una libreria

## Creazione del progetto

Dalla finestra “Control Panel”, creiamo un nuovo progetto:

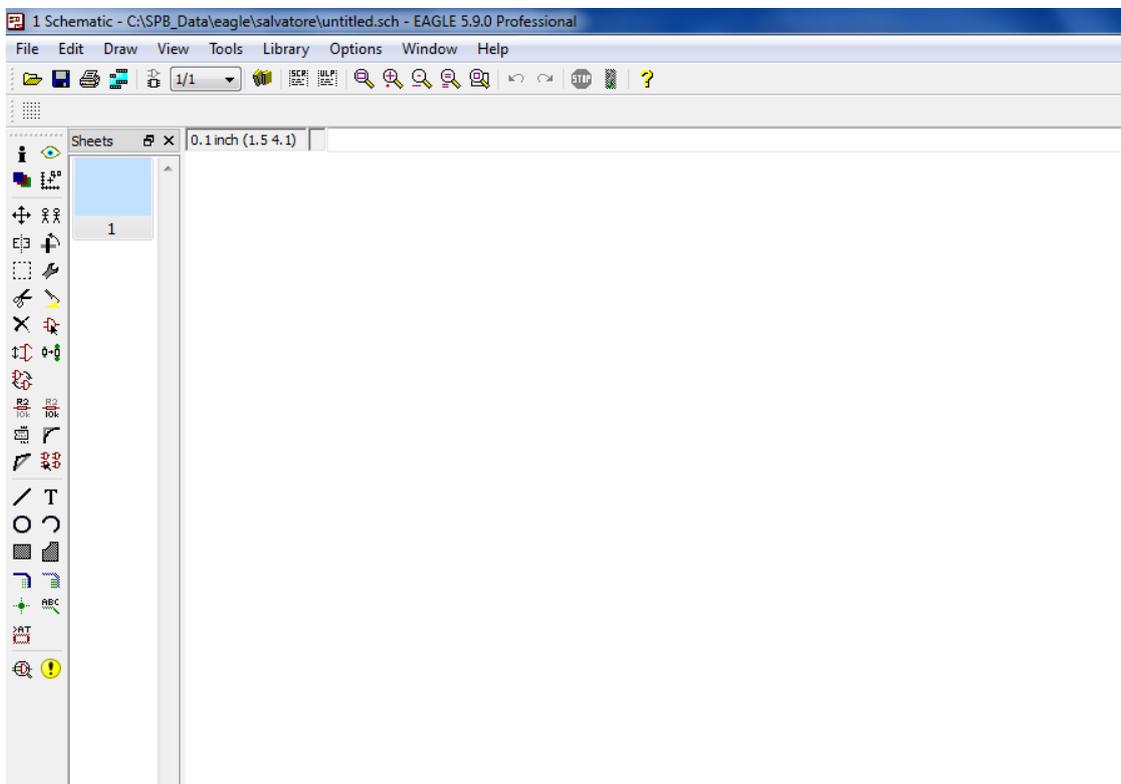
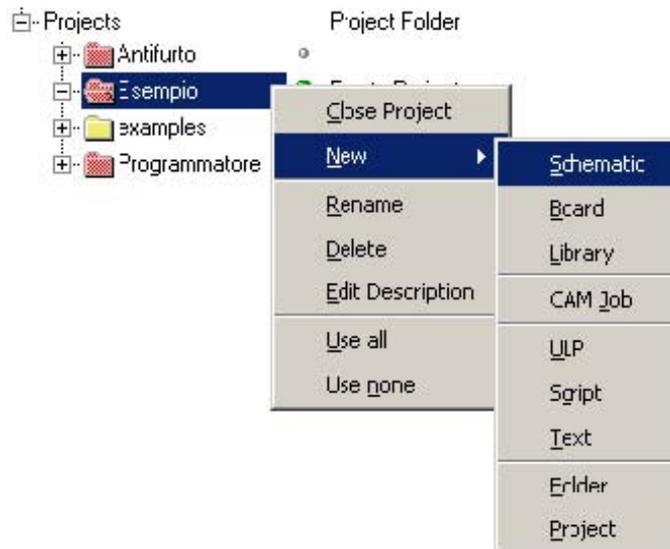
- Chiamare il progetto con un nome adeguato:



## Creazione dello schema elettrico

A questo punto possiamo creare il nostro schema elettrico, premendo con il tasto destro del mouse sul progetto creato (nel nostro esempio “Esempio”) :

Si apre la finestra “Schematic” per disegnare lo schema elettrico:

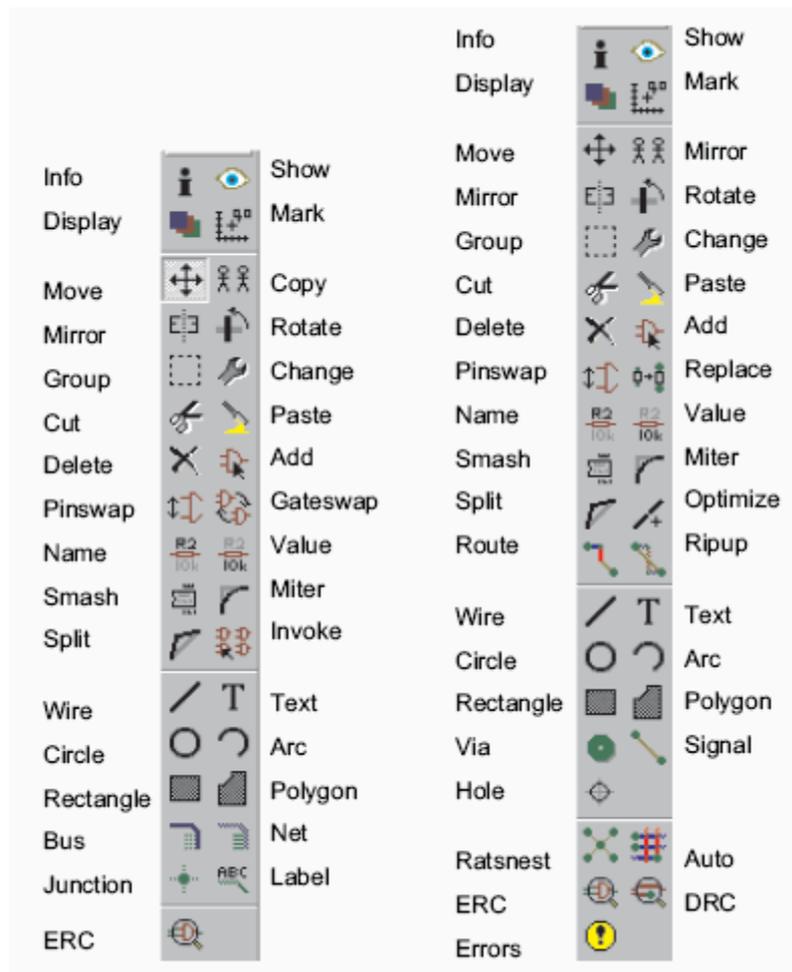


## Barre comandi del Schematic Editor (sinistra) e del Layout Editor (destra)

Dall'alto verso il basso :

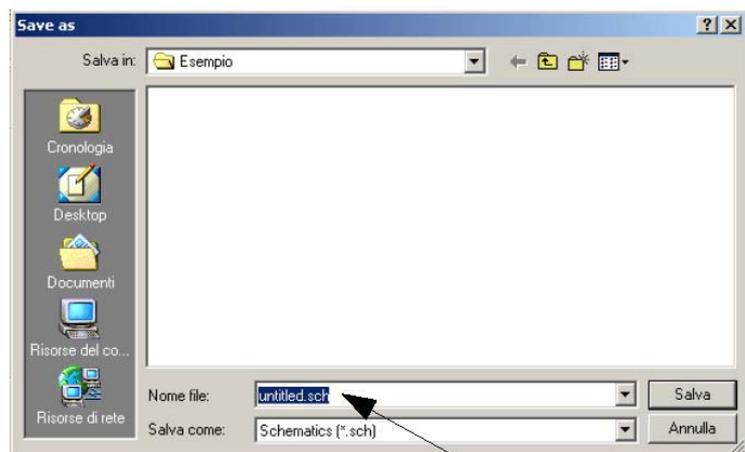
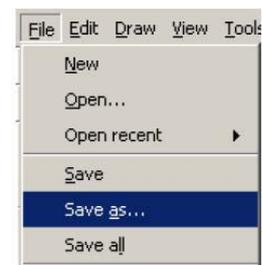
- Barra dei menù (menu bar)
- Barra delle azioni (action toolbar)
- Barra dinamica (parametri e coordinate) + linea di comando (command line)
- A sinistra barra dei comandi (command toolbar)
- barra di stato (status bar) : indica il comando corrente

Le barre possono essere mostrate e/o nascoste usando il menu *Options/User interface..*

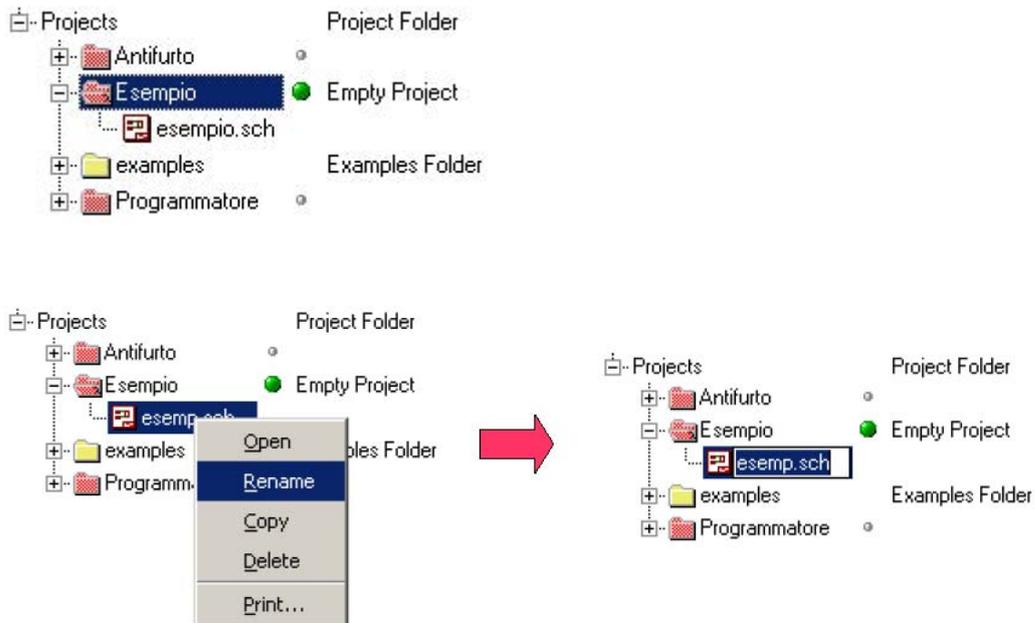


### Salvataggio schema elettrico

Prima di iniziare consiglieri di fare subito un salvataggio con il comando “salva con nome” senza modificare il percorso delle cartelle, altrimenti al primo salvataggio di default verrà chiamato “untitled.sch”, il nome del file è possibile cambiarlo anche in seguito:

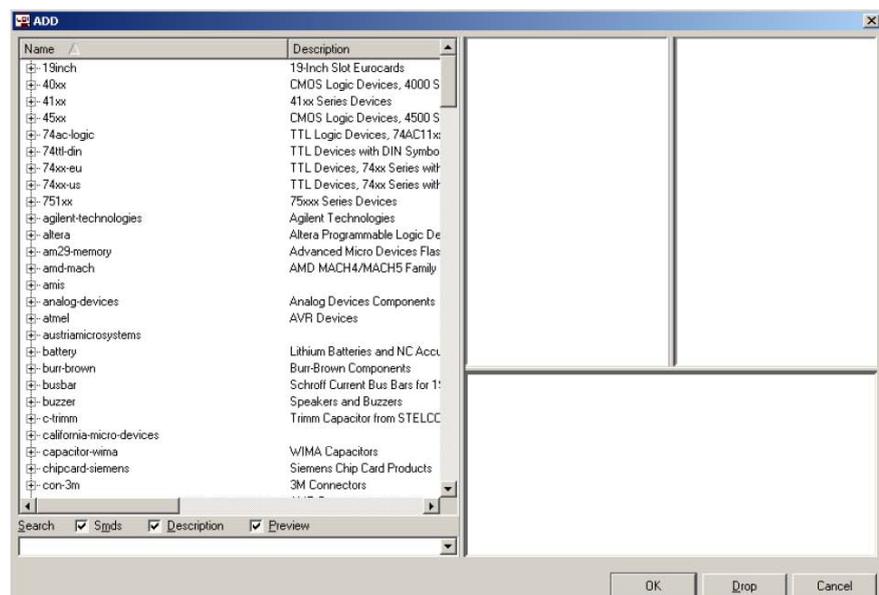


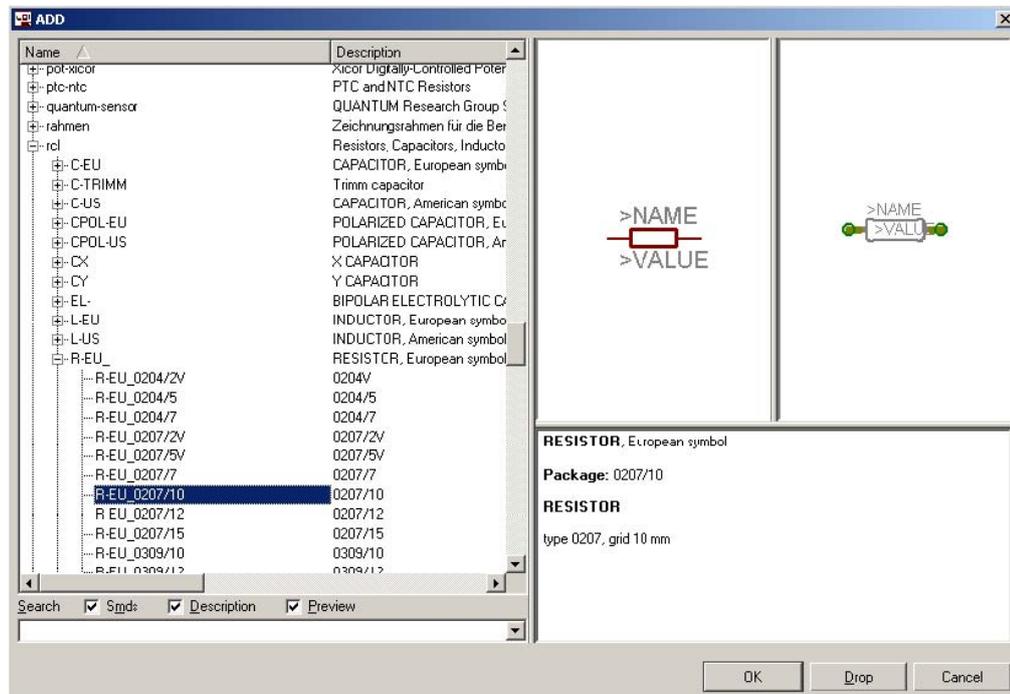
- Verifichiamo il corretto salvataggio sulla finestra "Control Panel":
- Nel caso dovesse essere sbagliato, chiudere la finestra "Schematic", premere con il tasto destro del mouse sul file \*.sch e selezionare rename:
- Per riaprire il disegno dello schema elettrico, premere due volte con il tasto sinistro del mouse sul file esempio.sch



## Disegnare lo schema elettrico

Per disegnare lo schema dobbiamo avvalerci del comando "Add" che si trova sul pannello a sinistra dove hanno sede anche tutti gli altri comandi che utilizzeremo.





Per prima cosa inseriamo tutti i componenti:

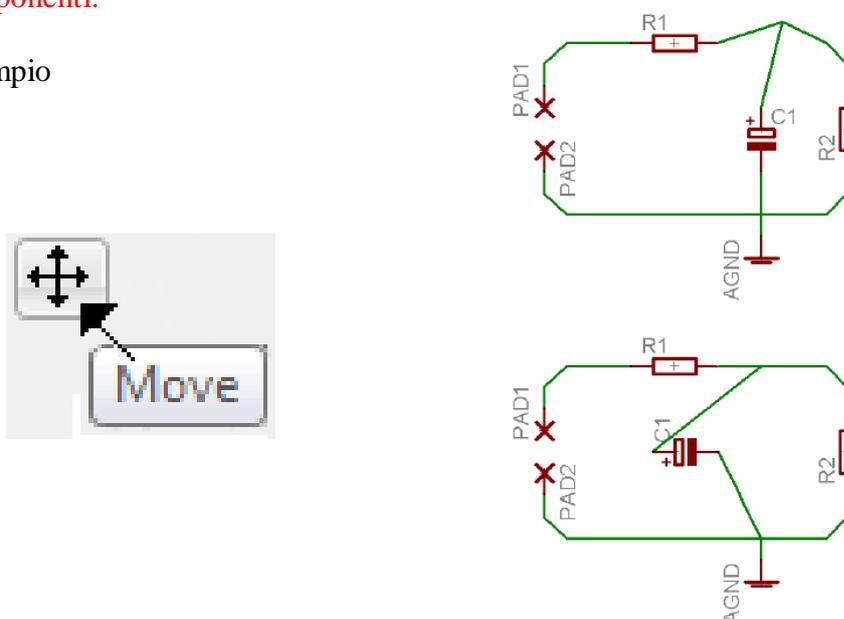
- Dalla barra dei comandi, premere il tasto “add”:
- Selezionare il componente necessario:

Premere “OK” e posizionare nella posizione desiderata, per ruotare il componente premere il tasto destro o centrale del mouse, per zommare usare la rotella del mouse.

Si possono inserire più componenti dello stesso tipo senza ogni volta riselezionarlo, se si vuole cambiare componente premere il pulsante “Esc” della tastiera e tornare alla finestra “Add”, se si vuole uscire del tutto dalla selezione dei componenti premere “Esc” della tastiera e “Cancel” della finestra “Add”; una volta posizionato tutti i componenti, possiamo incominciare a creare le piste con il pulsante “Wire”, per verificare i collegamenti, possiamo utilizzare due metodi:

1) Primo metodo utilizzato, pulsante “Move” e spostare temporaneamente i collegamenti e i componenti:

Esempio

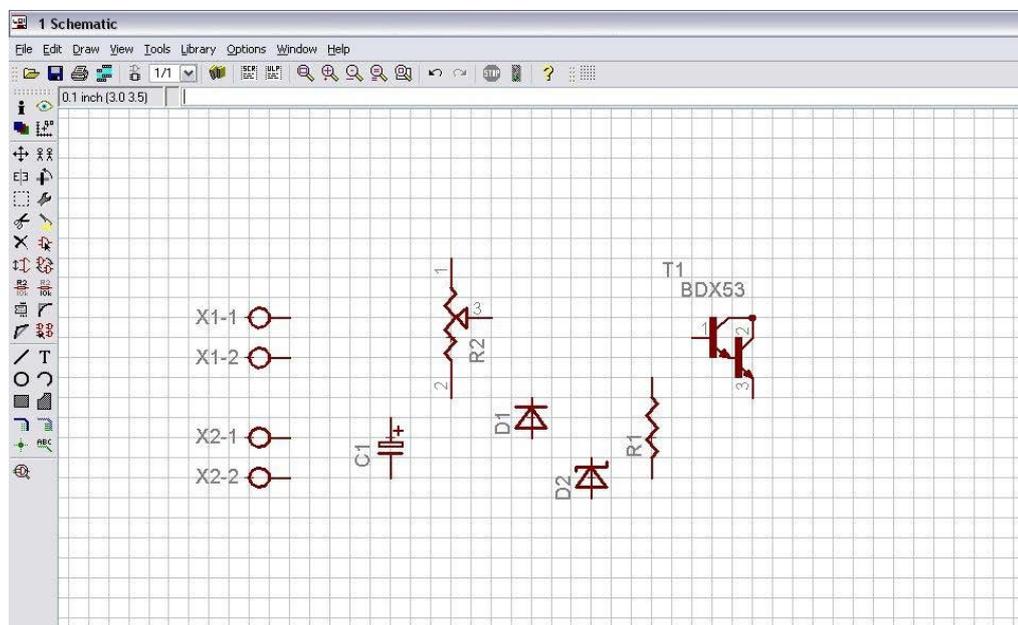


- Per modificare un componente già collegato, premere “Change” e selezionare “Package”:
- Per cambiare il nome del componente (Edit / Name / selezionare il componente):
- Per inserire il valore del componente (Edit / Value... / selezionare il componente):
- Per copiare e incollare un componente già presente nello schema elettrico (copy dalla barra dei comandi):
- Per inserire i nodi (junction dalla barra dei comandi):
- Aggiungere delle scritte (Text dalla barra dei comandi):

## Disegnare i collegamenti

Prima di collegare i componenti tra loro dobbiamo spostarli in una posizione più appropriata in modo da evitare più nodi possibili. Non serve fare lo sbroglio manualmente dato che Eagle ha la comodissima funzione di autoroute che ci permette di eseguire la "fatidica e noiosa operazione" (anche se, in verità, è bello fare lo sbroglio a mano, magari anche davanti ad una tazza di cioccolato caldo d'inverno...) con qualche click.

Spostiamo quindi gli oggetti dello schema attenendoci alla sorgente. Il risultato dovrebbe essere questo:

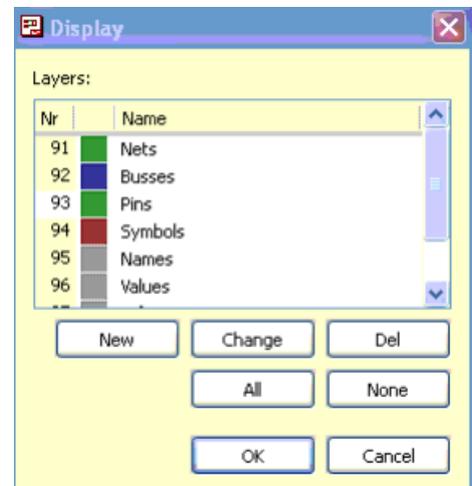


Per le morsettiere andate alla libreria con-ptr500, stanno tutti là dentro... ad esempio, potreste usare due AK500/2, a questo punto, dovremmo essere in questa situazione, Come esempio finale creeremo uno schema e un pcb per il regolatore .

Come potete vedere ora i componenti sono pronti ad essere collegati. Per farlo, però, dovremo evidenziare i pin di ogni componente in modo da rendere il lavoro più facile e immediato. Per farlo dovremo usare lo strumento "Display Layers"  appena sopra "Move".

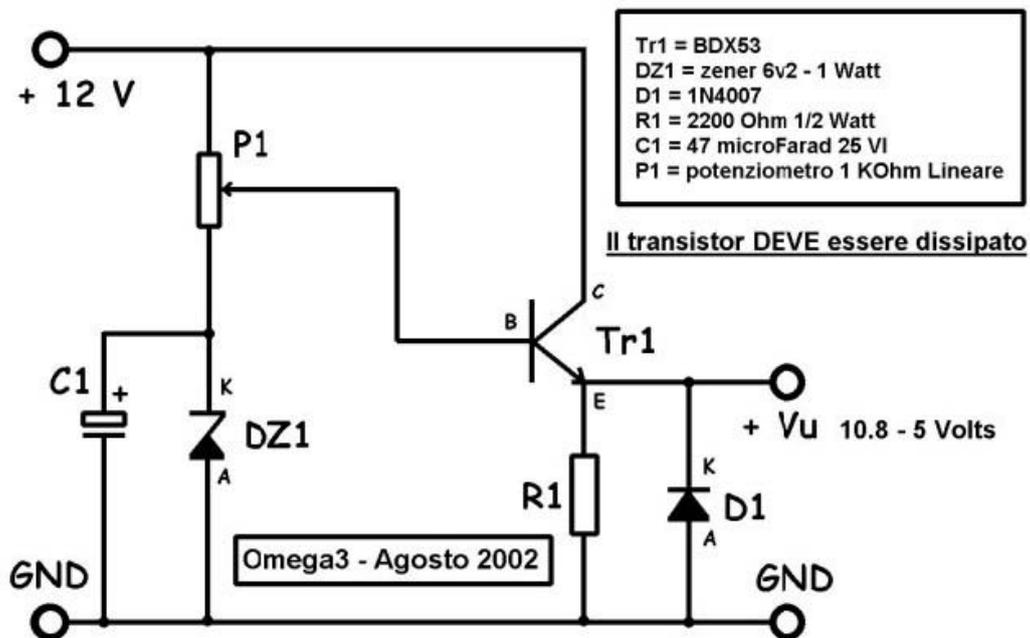
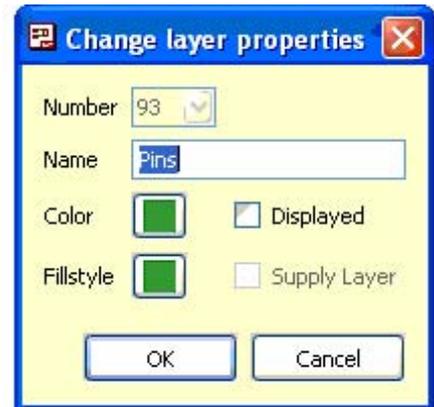
Premendolo apparirà una finestra simile a questa:

Il layer che ci interessa è quello denominato "Pins".

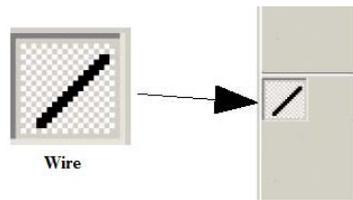


Facciamoci doppio click sopra e comparirà la finestra "Change layer properties".

Qui si possono cambiare attributi come il colore e il nome ma quello che ci interessa di più è "Displayed". La procedura per collegare due pin è la classica: si clicca sul primo pin la si lega e successivamente si clicca sul secondo. Per creare angoli si traccia una linea, si clicca e una nuova linea sarà creata accanto a quella vecchia.



definiamo le posizioni dei componenti con il comando "Move", Ora iniziamo i collegamenti, selezionate il comando "Wire" e controllate in alto a destra che sia selezionato il colore verde,

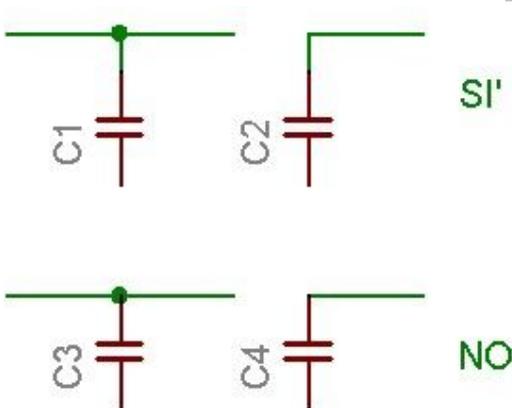
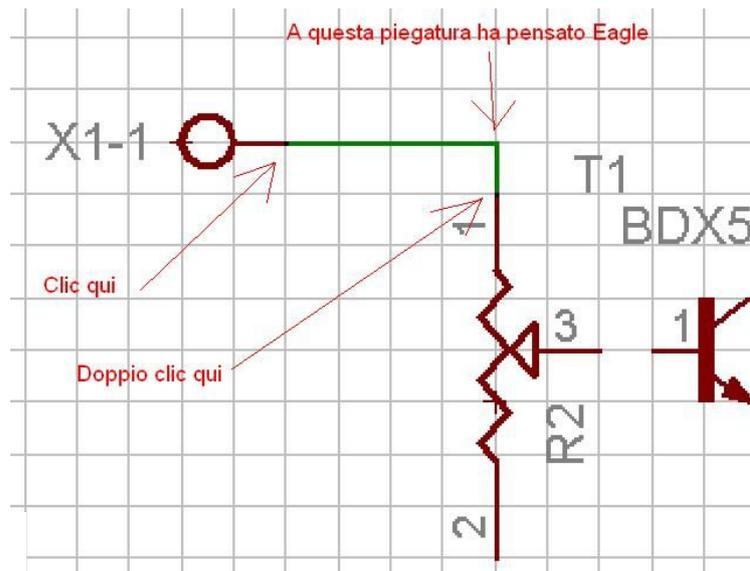


Selezionare che tipo di angolo deve fare la pista

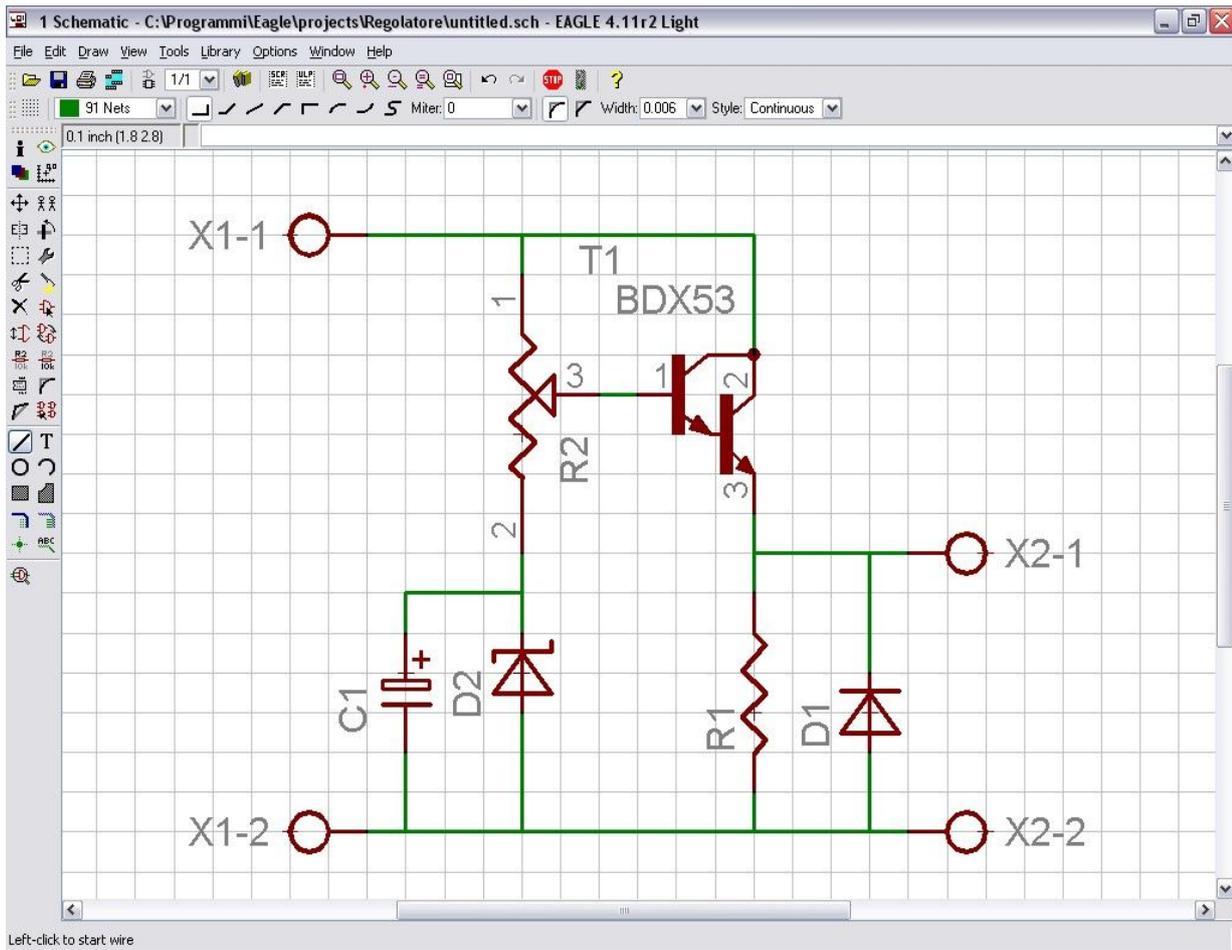
Dimensione del collegamento  
Tipo di tratto (continuo, tratteggiato, ecc...)

chiaramente il colore viene deciso dall'utente, come spiegato prima, clic sul punto d'inizio, clic per ogni piegatura (tranne quelle che il software può effettuare da solo), doppio clic sul punto finale.

Esempio:



N.B ; Per visualizzare la griglia su schematic andate in **View** ed impostate **Grid....**

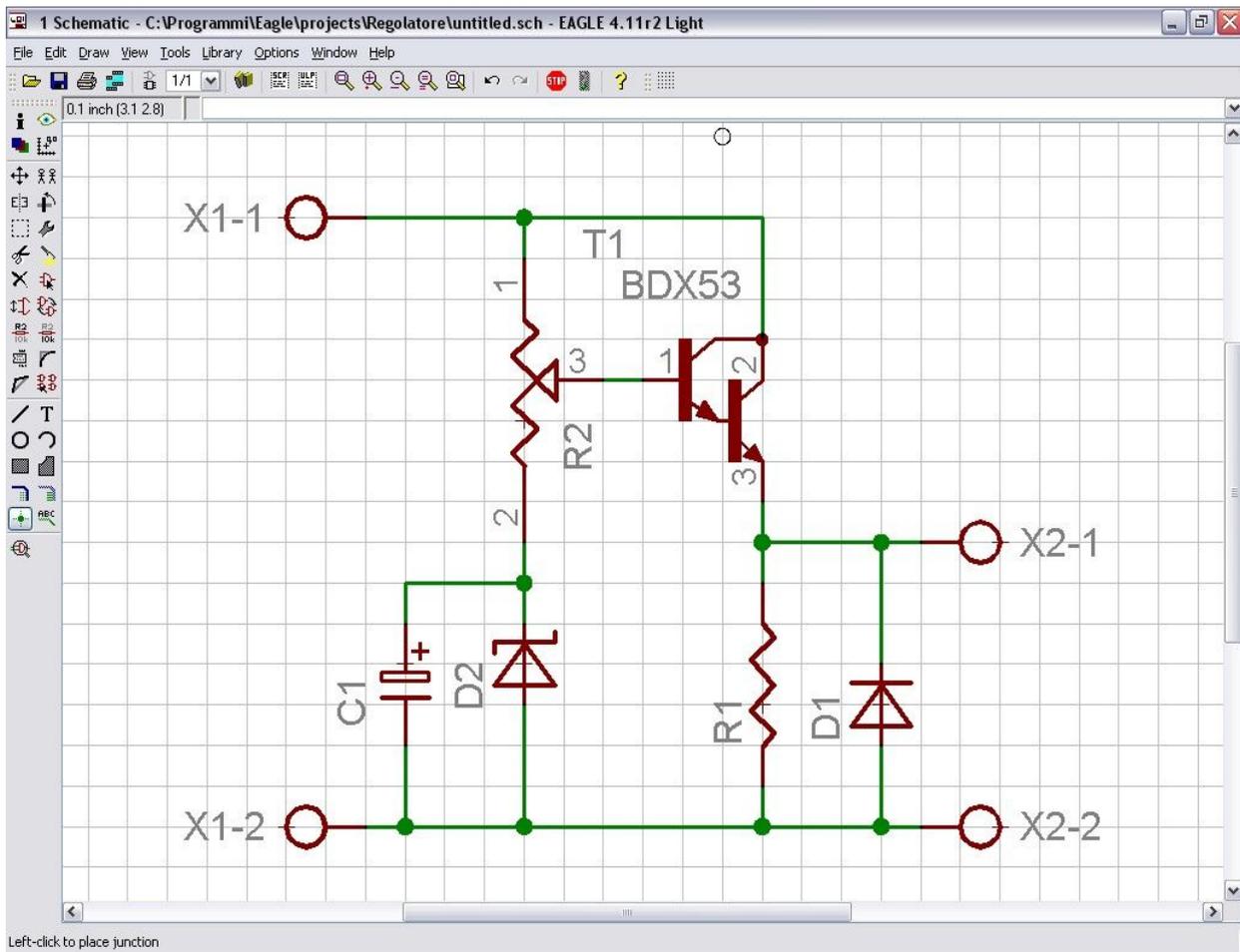


2) secondo metodo, premendo il pulsante **“Show”** e selezionare il collegamento da controllare:



Adesso, col comando **Junction**, inseriamo i nodi di collegamento tra le linee elettriche:





### Consigli utili.

Dopo la stesura del circuito, di solito è possibile ridurre le dimensioni dello schema, disponendo meglio i componenti.

Etichette di testo. Con il comando Text, aggiungiamo delle etichette di testo allo schema, per contrassegnare i connettori, mettere delle note, scrivere una piccola lista componenti, ecc

Eventualmente, col comando Value si possono inserire i valori dei componenti accanto ad essi, in modo da facilitare poi l'assemblaggio

Nel caso di schemi molto semplici, se si usano componenti particolari che non risultano presenti in libreria, è possibile usare un componente simile, per avere il simbolo a disposizione, però Eagle aggiunge anche il nome preciso del componente, che quindi sarà diverso rispetto al componente che si dovrà realmente usare. Col comando Display, deselegionando la voce Value, si può disabilitare la visualizzazione dei nomi particolari dei componenti. Per esempio: Per creare un pcb, possiamo:

## Disegnare lo sbrogliato con il comando "Board" (lato rame e componenti)

Il comando "Board" ci consente di esportare il nostro schema costruito con Schematic nel programma Board, facciamo click sul pulsante per attivare il trasferimento,  si aprirà a questo punto la nuova applicazione e caricherà il nostro schema:

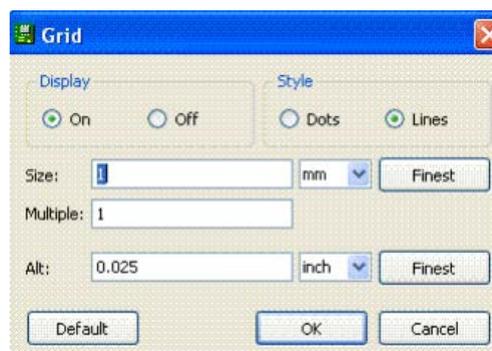


- ✓ Premere il pulsante "Board"
- ✓ Premere "Yes"
- ✓ Apertura della finestra "Board"
- ✓ Con il pulsante move, posizionare i componenti all'interno della basetta, per ruotarli premere il tasto destro o centrale del mouse
- ✓ Impostare le dimensioni e gli spazi delle piste per lo sbrogliato automatico (Edit / Design Rules...)

L'interfaccia di Board non cambia molto da quella di Schematic e le funzioni sono pressochè uguali tranne alcune che funzionano solo per la PCB.

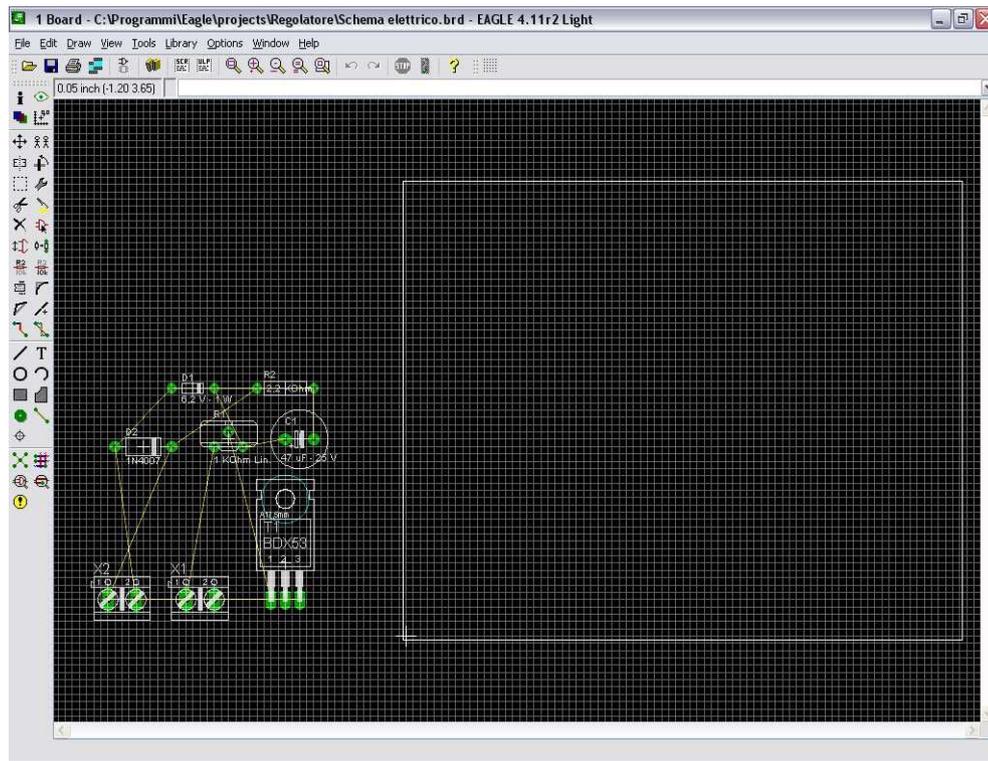
I nostri componenti compaiono di default a sinistra di una cornice che sarà la nostra area di lavoro. Le sue dimensioni sono limitate però dalla versione freeware che stiamo usando mentre con eagle acquistato si potrà anche ridimensionare il frame.

In questo programma è fondamentale l'uso della griglia, normalmente essa è disattivata, per attivarla basta fare click sul pulsante "Grid" che si trova nella barra in alto, spuntiamo la casella "On" e regoliamo la quadrettatura in modo che un quadretto dia uguale a 1mm come in questa immagine.

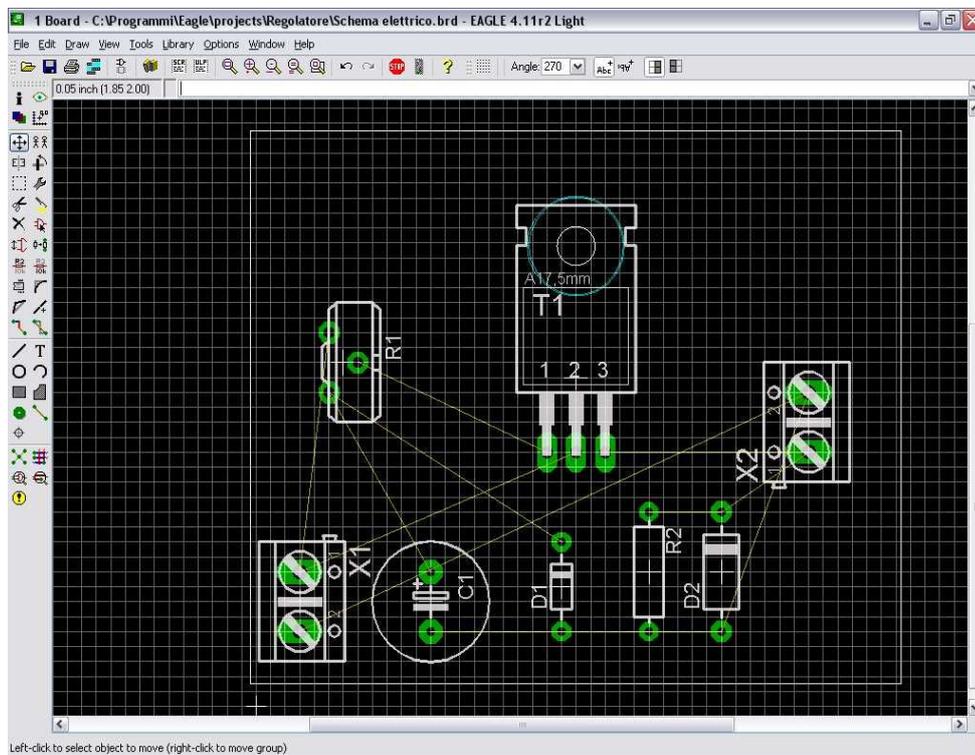


Ora dobbiamo spostare tutti i componenti nell'area di lavoro utilizzando il già visto pulsante "Move". La disposizione è un fattore personale: c'è chi punta tutto sull'estetica, chi fa uno sbrogliato manuale senza ricorrere all'autorouter (infatti un motto di alcuni esperti professionisti nel campo dice "Real PCB designers don't auto route!", un reale disegnatore di pcb non usa l'auto-route!) e infine chi mescola le due alternative e punta su qualcosa che richieda l'auto-router ma non faccia fare calcoli troppo complessi al computer... Comunque, lo ripeto, nulla è come un bel foglio di carta, una penna, una squadretta e la copia dello schema da sbrogliare davanti... poi l'auto router su un layer non è molto efficace, qui si vede la vera potenza della mente umana! In genere, per effettuare lo sbrogliato manuale si spostano i componenti in modo che i collegamenti non creino troppi intrecci, siano corti e distanziati.

Ecco come dovrebbe presentarsi lo schema adesso:



Adesso inizia la fase di posizionamento. Da questa fase dipendono i risultati finali. Sempre col comando Move, cominciate a spostare e ruotare i componenti all'interno della traccia del pcb, facendogli assumere le posizioni definitive; cercate di ridurre al minimo gli incroci tra le piste gialle.

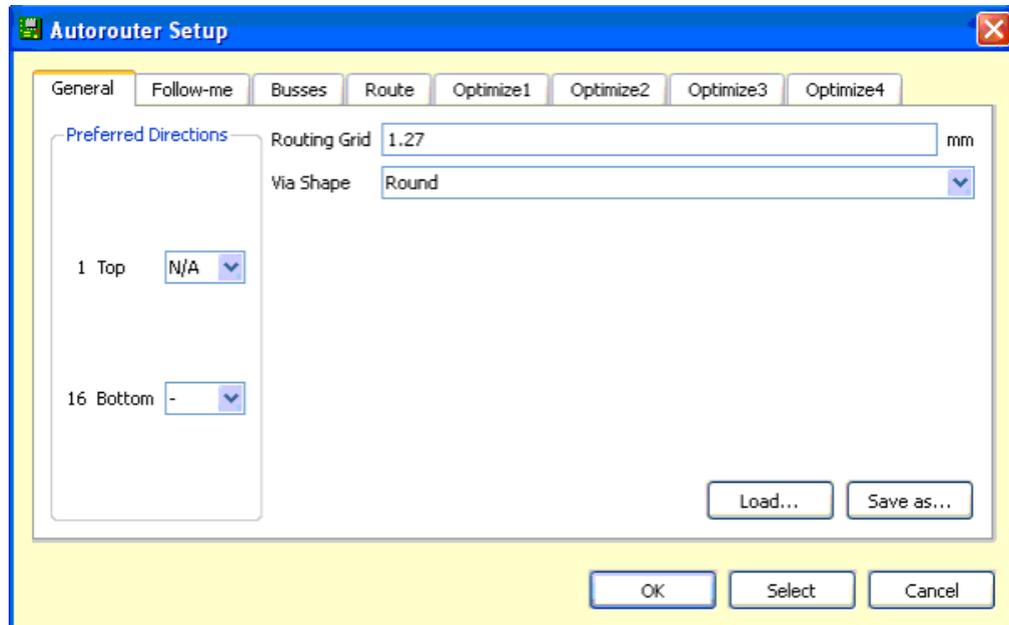


Dopo che Avete finito di posizionare i componenti si può attivare l'auto-route tramite il pulsante



"Auto" in fondo alla barra dei comandi.

Comparirà questa finestra:



Accanto a "Top", come si vede nell'immagine, bisogna impostare il valore "N/A". Facciamo click su OK e in pochi secondi avremo il lavoro finito davanti.

Analizziamo il risultato: Eagle ha fatto un buon lavoro? Controlliamo l'eventuale presenza di net rimasti ancora come prima. Se avete disposto bene i componenti non dovrete avere tanti problemi e il risultato sarà più o meno quello di finale.

Se invece è rimasto qualche net non ruotato dovrete rifare il route cambiando un po' la disposizione dei componenti, per cancellare le modifiche dell'auto route dobbiamo selezionare tutto il circuito con lo strumento "Group"  poi attivare il pulsante "Ripup"  e premere "Go"  nella barra in alto.

Facciamo click su "Yes" nel messaggio che compare per finire il lavoro, in questo modo tutte le tracce verranno sostituite dai net e si potrà rieseguire l'auto-route se necessario.

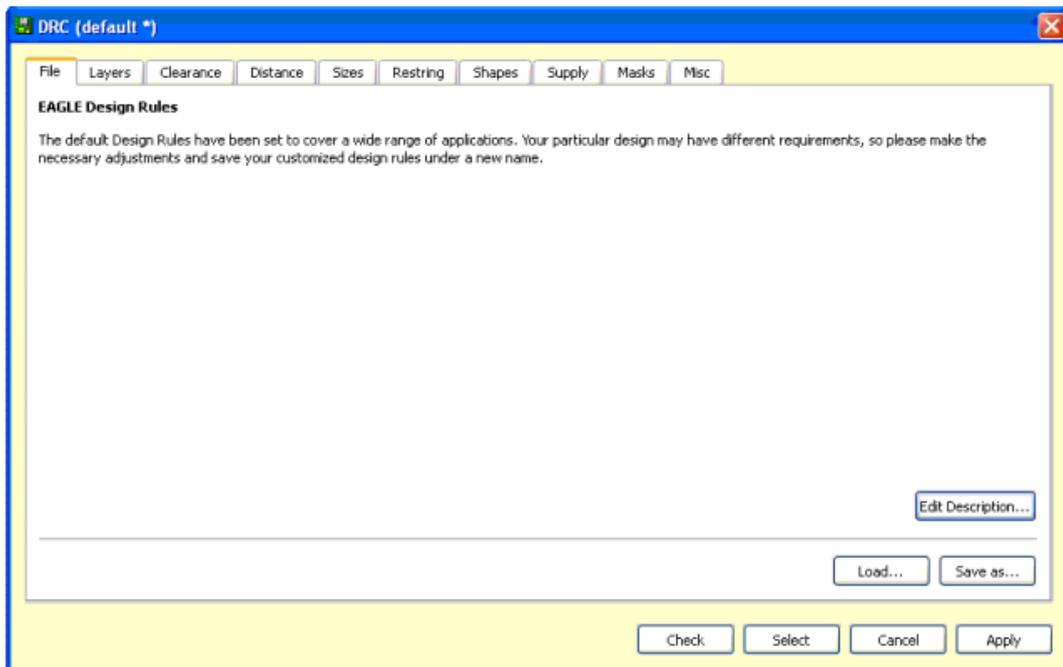
### Impostazioni dell'auto-route

L'auto-route è una procedura automatica ma che supporta qualche impostazione da parte dell'utente sulle dimensioni o sugli spazi che dovranno essere presenti tra pad, net e componenti.

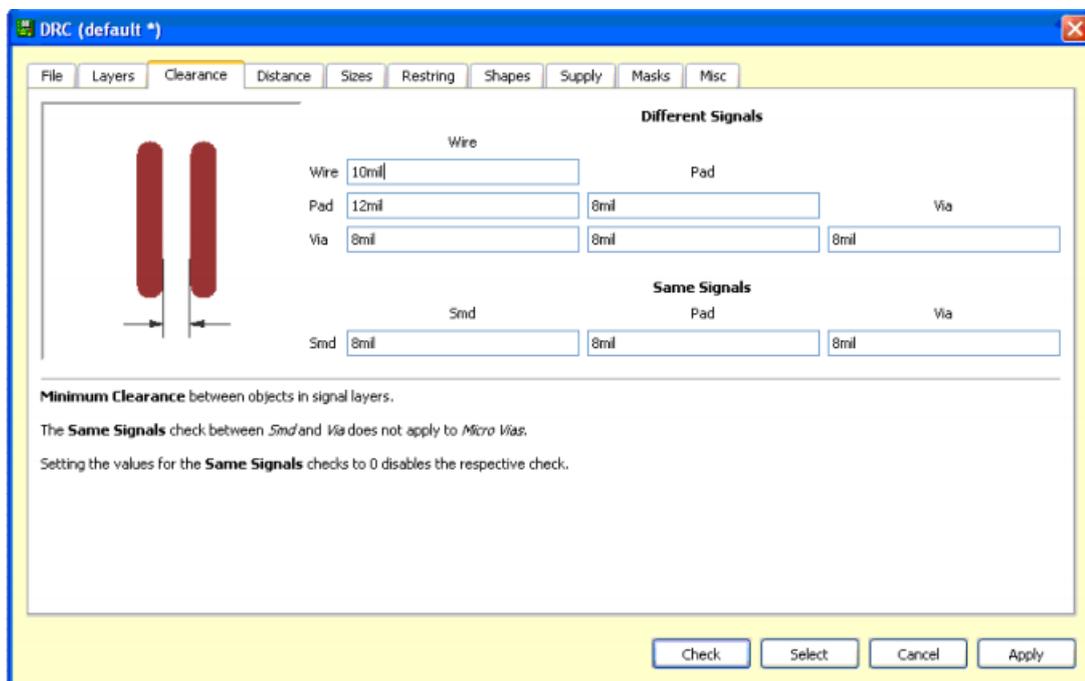
Per impostare l'auto-route apriamo la schermata del DRC (Default Design Rules) .

Come potete vedere la finestra mostra molte schede, a noi interessano Clearance e Sizes, Clearance (il dizionario dice che significa "sgombero, autorizzazione es. Clearance sale = svendita") serve per impostare alcune distanze. Le figure parlano chiaro e le modifiche sono facili quindi non spiegherò molto questa parte, comunque per chi non lo sapesse, i mil sono millesimi di inch e 8 mil equivalgono a 0,2mm.

Si aprirà questa schermata:

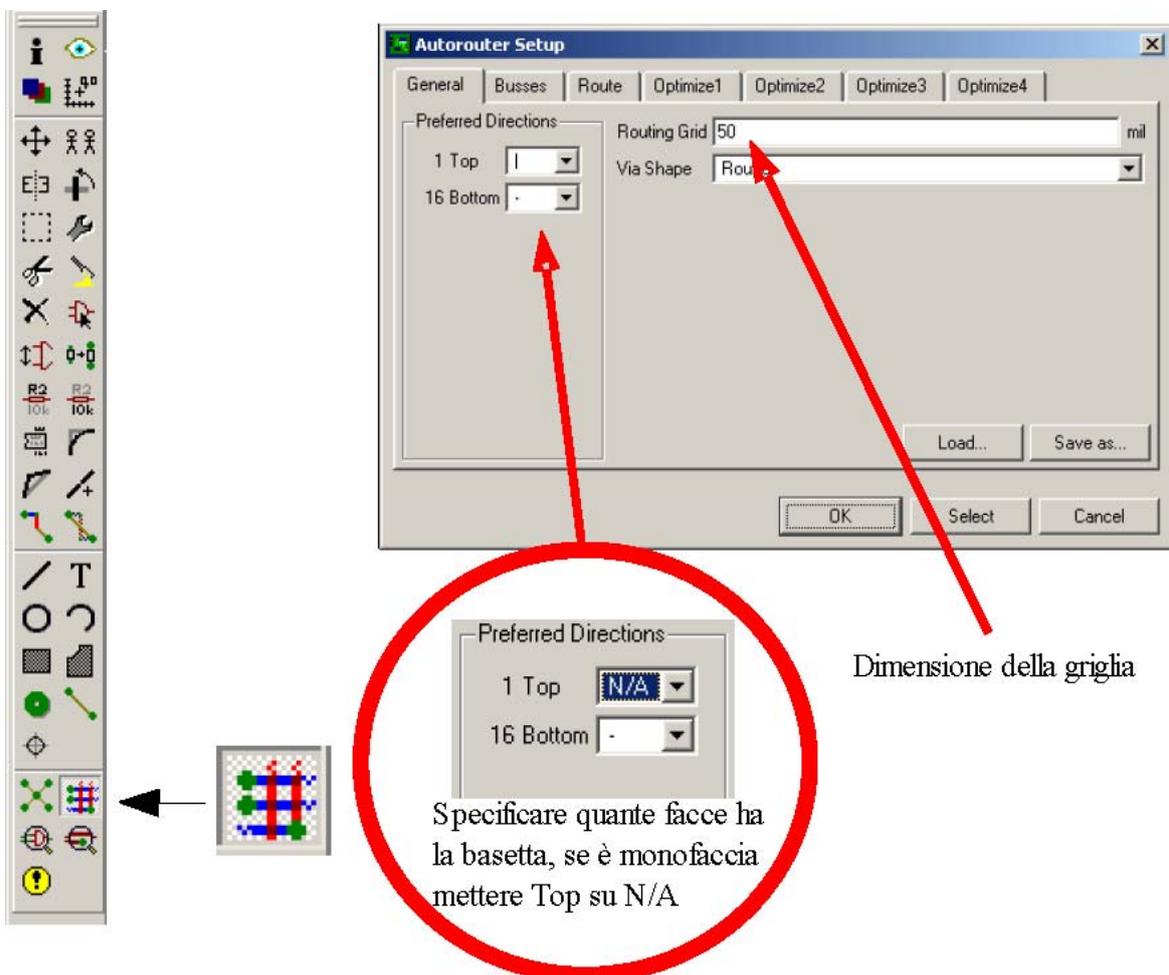
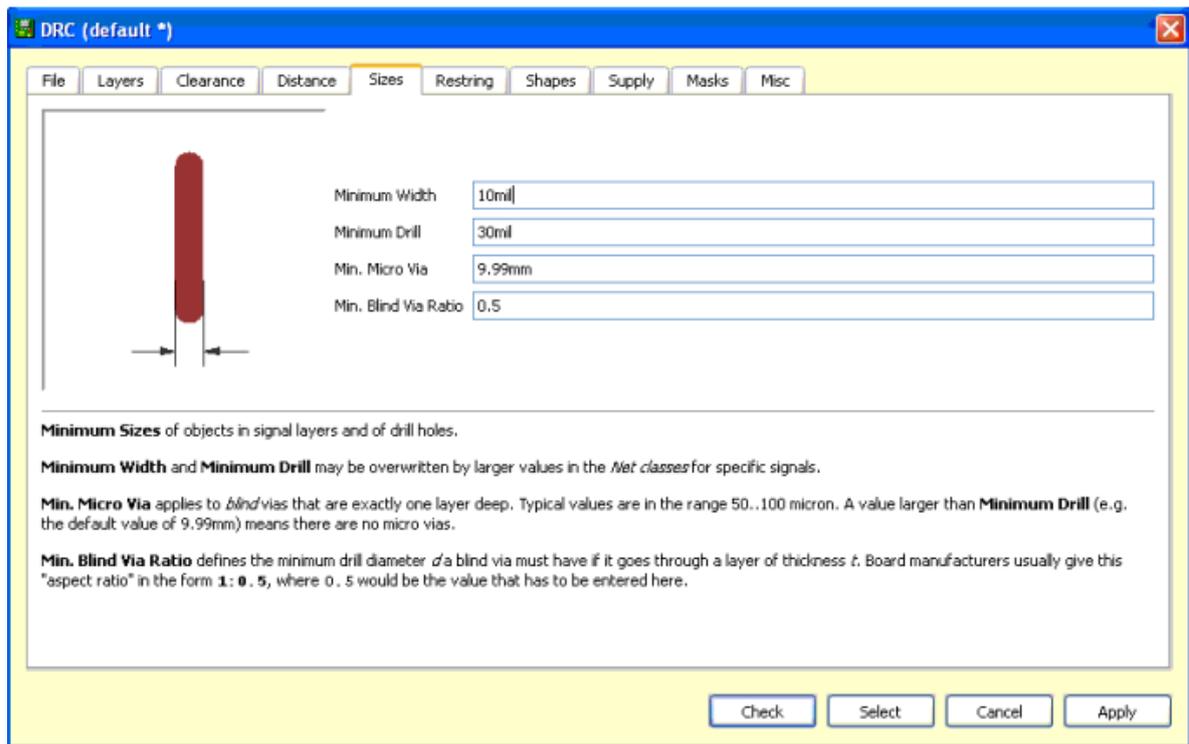


Ecco una figura della schermata di Clearance:



Sizes regola le dimensioni dei pad, net, vie. Anche questi dati sono espressi in mil.

Ecco un'immagine della schermata di sizes:



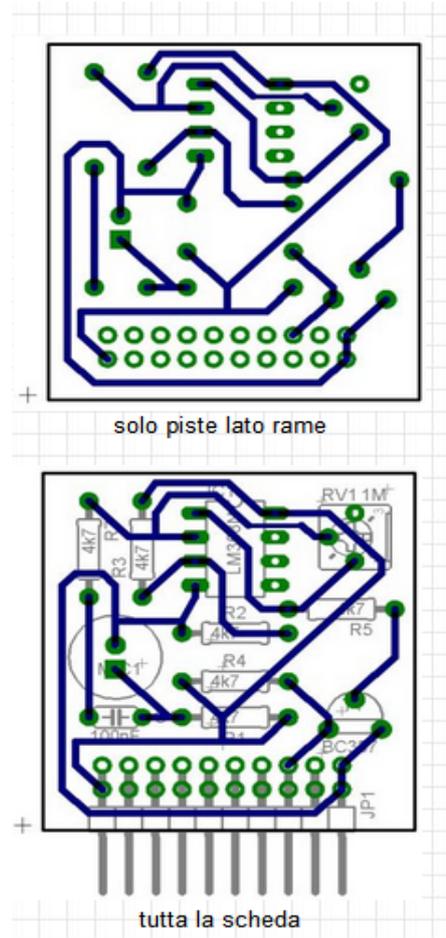
## La stampa

Ecco l'argomento finale della guida che ci ha portato dalla creazione di un semplice progetto fino allo sbroglio e, adesso, alla stampa.

Per stampare c'è l'apposita funzione, Print, ma essa non crea il master, per farlo dobbiamo rendere visibile solo il layer che ci interessa, apriamo il menu di Layer e rendiamo invisibili tutti i layer dal 21 in giù (in pratica rimangono visualizzati solo i layer 16,17,18,19,20). Perfetto, andiamo su File - > Print. La schermata è quella della figura qui sotto:

Ecco un'immagine della schermata:

Dato che lo sfondo (background) del circuito stampato è per default nero, nel menu Options – User interface si può scegliere di color white il layout background.



## Riepilogo comandi presenti nel programma Eagle, Disegnare ed editare il circuito

<b>ADD:</b>	comando per aggiungere componenti, senza cambiare la griglia di 100 mils. Occorre esplorare con attenzione le librerie. La difficoltà iniziale è proprio individuare l'esatto componente da usare (through hole o smd, orizzontale o verticale, con il passo desiderato tra i pin ecc.) usando le molte librerie disponibili che usano denominazioni industriali.
<b>MOVE:</b>	per spostare e posizionare i componenti (attivare MOVE e cliccare sul componente da spostare; cliccare col tasto destro per ruotare; spostare, premere Invio). Fare attenzione quando si sposta un componente sopra un altro se vengono creati automaticamente dei collegamenti errati. Quando ci si posiziona su due componenti vicini o sovrapposti, il cursore si trasforma in uno a 4 frecce, e bisogna fare una scelta: col clic sinistro si sceglie il componente evidenziato, col clic destro quello successivo.
<b>COPY :</b>	per duplicare i componenti, senza ricaricarli dalla libreria.
<b>CHANGE NAME e VALUE:</b>	per cambiare nome e valori dei componenti.

<b>DISPLAY:</b>	permette di disabilitare i componenti dello schema; normalmente è disabilitato il layer 93 (Pins).
<b>NET:</b>	dopo aver posizionato i componenti, per fare i collegamenti. ( <u>non usare il comando WIRE</u> , che serve invece a stabilire i margini del circuito stampato !). Facendo un clic destro, si alterna il modo ortogonale e diagonale di tracciare il collegamento. Se si termina il collegamento esattamente su un punto di connessione, come il piedino di un componente, il net è terminato, altrimenti spostando il mouse continua. Due punti collegati ad un net avente lo stesso nome sono elettricamente collegati, anche se non è disegnato un collegamento continuo. Per assicurarsi che i componenti siano effettivamente collegati, col comando DISPLAY - PIN si vedono come circoletti verdi i punti esatti da collegare.
<b>LABEL:</b>	serve per far apparire nello schema il nome di un collegamento (net oppure bus); il font usato si può cambiare con CHANGE
<b>DELETE :</b>	posizionarsi sul componente e cliccare; se si vuole cancellare un collegamento, verrà cancellato un segmento alla volta; per cancellare un intero collegamento premere anche il tasto Maiuscolo (Shift)
<b>UNDO, REDO:</b>	annulla / rifa l'ultima operazione
<b>GROUP:</b>	applica il comando ad un gruppo di oggetti
<b>JUNCTION:</b>	aggiunge una giunzione (nodo) in un collegamento. Normalmente non serve perchè di default è attivata la funzione Automatic set junction (vedi Options/Set/Misc), perciò se si traccia un collegamento sopra uno esistente si crea automaticamente un nodo. Il comando serve per aggiungere altri nodi a piacere.
<b>SHOW:</b>	mostra i dettagli degli oggetti presenti. E' un comando molto utile perchè se usato su un componente ne fornisce anche il package e la library, se usato su un collegamento evidenzia tutti i collegamenti che hanno lo stesso nome; si può digitare sulla linea di comando il nome di un collegamento da ricercare ed esso viene evidenziato. Per terminare il comando, cliccare su STOP e poi ridisegnare lo schema col tasto F2 (View/Redraw).
<b>SMASH:</b>	quando si ruota un componente, assieme ad esso ruotano anche la sigla (reference designator) e il valore. Il comando SMASH permette di girare e riposizionare sigla e valore, indipendentemente dalla posizione del componente. Si può anche usare Change/Size per variare a piacere l'aspetto delle scritte.  Per completare lo schema occorre aggiungere le alimentazioni , +5V, V+, GND, dalla libreria supply1.lbr.  I simboli di alimentazione sono i power signals; vengono controllati in modo particolare dal comando ERC (Electrical Rule Check) in fase di controllo dell'esattezza dello schema.
<b>ERC:</b>	il comando è usato per ricercare gli errori negli schemi circuitali. Vengono generati dei messaggi contenenti veri e propri errori ( errors) ed avvertimenti (warnings): i messaggi sono contenuti in un file che ha lo stesso nome dello schema ed estensione .erc. e sono visualizzati automaticamente.  Un esempio di avvertimento :  WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1 VSS connected to GND  WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1 VDD connected to +5V  avverte che i pin chiamati VSS e VDD sono stati collegati a GND e +5V. Il messaggio può essere ignorato se ciò è stato fatto intenzionalmente.  <i>Attenzione: ERC segnala i possibili errori !! Occorre poi saperli interpretare correttamente.</i>

<b>BUS:</b>	<p>serve per tracciare un collegamento multiplo usando un simbolo particolare: un collegamento più spesso da cui partono vari collegamenti verso singoli componenti .</p> <p>Come esempio, caricare il disegno <i>bus.sch</i> dalla cartella <i>/eagle/examples/tutorial</i> , dove esiste un bus che raggruppa 13 segnali. Il nome del bus determina i segnali in esso contenuti : il nome EN,VALVE[0..11] stabilito col comando NAME significa che contiene il segnale EN e i segnali da VALVE0 a VALVE11.</p> <p>Il bus è solo un elemento grafico : le connessioni sono stabilite col comando NET.</p> <p>Nello schema <i>bus.sch</i> sono ancora da fare dei collegamenti, ad esempio il segnale VALVE0 deve essere collegato al pin 16 di IC7. Per collegare : digitare il comando NET, posizionarsi sul bus nel punto da cui far partire il collegamento, fare clic sinistro, appare un menù a discesa con i nomi di tutti i segnali, scegliere VALVE0, scegliere la curvatura del collegamento (wire bend) ad angolo retto o inclinato , portare il collegamento sul pin 16 di IC7, uscire dal comando con Stop. Per far apparire il nome del collegamento usare il comando LABEL.</p>
<b>MOVE</b>	<p>Se si seleziona l'estremità di una pista , si muove quella; se si seleziona una pista nel mezzo la si sposta tutta parallelamente. Se si preme <i>Ctrl</i> la pista rettilinea diventa un arco.</p> <p>Mentre è attivo il comando MOVE, si può ruotare di 90 gradi l'oggetto facendo clic destro, o dell'angolo desiderato secondo il valore che appare nel parameter toolbar.</p>
<b>GROUP</b>	<p>Consente di selezionare diversi oggetti per cambiarne gli attributi o spostarli tutti insieme.</p> <p>Digitare GROUP poi con clic sinistri ripetuti , o spostando il mouse, tracciare un poligono attorno agli oggetti, terminando con clic destro: gli oggetti appaiono evidenziati. Il comando MOVE o CHANGE agisce su tutti. Uscire con clic destro.</p>
<b>SPLIT</b>	Aggiunge una curva in una pista.
<b>CHANGE</b>	si possono digitare le variazioni volute (width , layer) ma è molto più comodo usare il parameter toolbar.
<b>RIPUP</b>	<p>Se si vuole trasformare una pista relativa ad un segnale in un airwire, digitare il nome del segnale nella command toolbar .</p> <p>In particolare se si vuole rimuovere tutte le piste tranne quelle dell'alimentazione, si può attivare RIPUP e digitare .</p> <p>! GND VCC</p>
<b>SHOW</b>	serve per evidenziare airwires piste o componenti, perchè siano immediatamente visibili sullo schermo
<b>REDRAW oppure F2</b>	rinfresca la schermata.