

---

# Strumenti della calcolatrice

The KiCad Team

## Indice

1. Introduzione .....	1
2. Calcolatrici .....	2
2.1. Regolatori .....	2
2.2. Attenuatori RF .....	3
2.3. Serie-E .....	3
2.4. Codice colori .....	4
2.5. Linea di trasmissione .....	5
2.6. Dimensione via .....	6
2.7. Larghezza piste .....	7
2.8. Spaziature elettriche .....	7
2.9. Classi schede .....	8

*Manuale di riferimento*

## Copyright

Questo documento è coperto dal Copyright © 2019-2021 dei suoi autori come elencati in seguito. È possibile distribuirlo e/o modificarlo nei termini sia della GNU General Public License (<https://www.gnu.org/licenses/gpl.html>), versione 3 o successive, che della Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), versione 3.0 o successive.

## Contribuitori

Heitor de Bittencourt. Mathias Neumann

## Traduzione

Marco Ciampa <[ciampix@posteo.net](mailto:ciampix@posteo.net) [<mailto:ciampix@posteo.net>]>, 2019.

## Feedback

The KiCad project welcomes feedback, bug reports, and suggestions related to the software or its documentation. For more information on how to submit feedback or report an issue, please see the instructions at <https://www.kicad.org/help/report-an-issue/>

# 1. Introduzione

La calcolatrice C.S. KiCad è un insieme di strumenti utili per trovare i valori dei componenti o altri parametri di un progetto. La Calcolatrice dispone dei seguenti strumenti:

- Regolatori
- Larghezza piste

- Spaziature elettriche
- Linee di trasmissione
- Attenuatori RF
- Codice colori
- Classi schede

## 2. Calcolatrici

### 2.1. Regolatori

Questa calcolatrice serve ad aiutare a trovare i valori delle resistenze necessarie per i regolatori lineari, inclusi quelli a bassa caduta.

Regolatori | Larghezza piste | Spaziature elettriche | Linea trasmissione | Attenuatori RF | Codice colori | Classi schede

☒ R1: 30 KOhm

☐ R2: 10 KOhm

☐ Vout: 12 V

Vref: 3 V

Iadj: uA

Tipo: Tipo standard

Calcola

Regolatore:

File dati del regolatore:

Esplora

Modifica regolatore | Aggiungi regolatore | Elimina regolatore

Messaggio

Formula:

$V_{out} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2$

Per il *Tipo standard*, la tensione in uscita  $V_{out}$ , funzione della tensione di riferimento  $V_{ref}$  e delle resistenze  $R_1$  e  $R_2$ , è data da:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

Per il *Tipo a 3 terminali*, c'è un fattore di correzione dovuto alla corrente a riposo  $I_{adj}$  che scorre dal pin di regolazione:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \cdot \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) + I_{\text{adj}} \cdot R_2$$

Questa corrente solitamente è sotto i 100 uA e può essere ignorata con cautela.

Per usare questa calcolatrice, inserire i parametri del regolatore *Tipo*, *Vref* e, se serve, *Iadj*, selezionare il campo si desidera calcolare (una delle resistenze o la tensione d'uscita) e inserire gli altri due valori.

## 2.2. Attenuatori RF

Con l'utilità attenuatore RF è possibile calcolare i valori delle resistenze necessarie per diversi tipi di attenuatori:

- Pigreco
- T
- T interconnesso
- Accoppiatore resistivo

Per usare questo strumento, per primo selezionare il tipo di attenuatore, poi inserire l'attenuazione (in dB) e le impedenze di ingresso/uscita (in Ohms) desiderate.

Regolatori	Larghezza piste	Spaziature elettriche	Linea trasmissione	Attenuatori RF	Codice colori	Classi schede
<div> <div> <b>Attenuatori:</b>  <input checked="" type="radio"/> <math>\pi</math>  <input type="radio"/> T  <input type="radio"/> T interconnesso  <input type="radio"/> Accoppiatore resistivo </div> <div> <b>Parametri:</b>            Attenuazione <input type="text" value="6"/> dB            Z ing <input type="text" value="50"/> Ohm            Z usc <input type="text" value="50"/> Ohm  <div>Calcola </div> </div> <div> <b>Valori:</b>            R1 <input type="text"/> Ohm            R2 <input type="text"/> Ohm            R3 <input type="text"/> Ohm </div> <div> <b>Messaggi:</b>  <div></div> </div> </div> <div> <b>Formula</b>  <math>Z_{\text{in}}</math> desired input impedance in <math>\Omega</math>  <math>Z_{\text{out}}</math> desired output impedance in <math>\Omega</math>            a attenuation in dB  <math>L = 10^{a/10}</math> (the loss)  <math>A = (L + 1)/(L - 1)</math>  <b>Pi attenuator</b>  <math>R2 = (L - 1)/2 * \sqrt{(Z_{\text{in}} * Z_{\text{out}})/L}</math>  <math>R1 = 1/(A/Z_{\text{in}} - 1/R2)</math>  <math>R3 = 1/(A/Z_{\text{out}} - 1/R2)</math> </div>						

## 2.3. Serie-E

Questa calcolatrice aiuta ad identificare combinazioni di resistenze standard serie-E corrispondenti a un valore di resistenza richiesta, opzionalmente escludendo diversi valori di resistenze non disponibili.

**PCB Calculator**

Regulators RF Attenuators **E-Series** Color Code TransLine Via Size Track Width Electrical Spacing Board Classes

Inputs  
 Required resistance:  kΩ  
 Exclude value 1:  kΩ  
 Exclude value 2:  kΩ  
☐ E1 ☐ E3 ☒ E6 ☐ E12 ☐ E24

Solutions  
 Simple solution:  Error:  %  
 3R solution:  Error:  %  
 4R solution:  Error:  %

Help  
 E-series are defined in IEC 60063.  
 Available values are approximately equally spaced in a logarithmic scale.  
 E24 (5%): 1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1  
 E12 (10%): 1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2  
 E6 (20%): 1.0 - 1.5 - 2.2 - 3.3 - 4.7 - 6.8 -  
 E3 (50%): 1.0 - - - 2.2 - - - 4.7 - - -  
 E1 : 1.0 - - - - - - - - - - -

- This calculator finds combinations of standard E-series (between 10Ω and 1MΩ) to create arbitrary values.
- You can enter the required resistance from 0.0025 to 4000 kΩ.
- Solutions using up to 4 components are given.

The requested value is always excluded from the solution set.

## 2.4. Codice colori

Questa calcolatrice aiuta nella traduzione delle barre di colore presenti sulle resistenze nel loro valore. Per usarla, basta selezionare la *tolleranza* della resistenza: 10%, 5% o minore o uguale al 2%. Per esempio:

- Giallo viola rosso oro:  $47 \times 100 \pm 5\% = 4700 \text{ Ohm}$ , 5% di tolleranza
- 1kOhm, 1% tolleranza: marrone nero nero marrone marrone

Regolatori Larghezza piste Spaziature elettriche Linea trasmissione Attenuatori RF **Codice colori** Classi schede

Prima striscia Seconda striscia Terza striscia Quarta striscia Moltiplicatore Tolleranza

Black 0	0	0	0	x 1	
Brown 1	1	1	1	x 10	± 1%
Red 2	2	2	2	x 100	± 2%
Orange 3	3	3	3	x 1k	
Yellow 4	4	4	4	x 10k	
Green 5	5	5	5	x 100k	± 0.5%
Blue 6	6	6	6	x 1M	± 0.25%
Violet 7	7	7	7	x 10M	± 0.10%
Grey 8	8	8	8	x 100M	± 0.05%
White 9	9	9	9	x 1G	
Gold				x 0.1	± 5%
Silver				x 0.01	± 10%

Tolleranza  
☐ 10% / 5%  
☒ ≤ 2%

## 2.5. Linea di trasmissione

La teoria delle linee di trasmissione è una pietra miliare nell'insegnamento dell'ingegneria RF e delle microonde.

Nella calcolatrice si può scegliere tra diversi tipi di linee ed i loro parametri speciali. I modelli implementati dipendono dalle frequenze e quindi non corrispondono con i modelli più semplici a frequenze *abbastanza* alte.

Questa calcolatrice è fortemente basata su Transcalc [<http://transcalc.sourceforge.net/>].

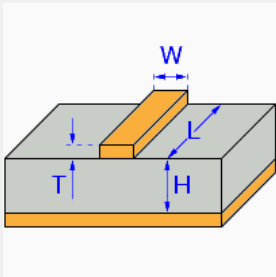
I tipi di linee di trasmissione ed i riferimenti dei loro modelli matematici sono elencati di seguito:

- Linea microstriscia:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", Microwave Journal, pp. 109-115, November 1989.
- Guida d'onda coplanare.
- Guida d'onda coplanare con piano di massa.
- Guida d'onda rettangolare:
  - S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257.
- Linea coassiale.
- Linea microstriscia accoppiata:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", Microwave Journal, pp. 109-115, November 1989.
  - M. Kirschning and R. H. Jansen, "Accurate Wide-Range Design Equations for the Frequency-Dependent Characteristic of Parallel Coupled Microstrip Lines," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 32, no. 1, pp. 83-90, Jan. 1984. doi: 10.1109/TMTT.1984.1132616.
  - Rolf Jansen, "High-Speed Computation of Single and Coupled Microstrip Parameters Including Dispersion, High-Order Modes, Loss and Finite Strip Thickness", IEEE Trans. MTT, vol. 26, no. 2, pp. 75-82, Feb. 1978.
  - S. March, "Microstrip Packaging: Watch the Last Step", Microwaves, vol. 20, no. 13, pp. 83-94, Dec. 1981.
- Stripline.
- Doppino ritorto.

Regolatori | Larghezza piste | Spaziature elettriche | **Linea trasmissione** | Attenuatori RF | Codice colori | Classi schede

Tipo linea di trasmissione:

- ☒ Linea microstriscia
- ☐ Guida d'onda coplanare
- ☐ Guida d'onda coplanare con piano di massa
- ☐ Guida d'onda rettangolare
- ☐ Linea coassiale
- ☐ Linea microstriscia accoppiata
- ☐ Linea inglobata
- ☐ Doppino intrecciato



Parametri substrato

Er: 4,6

TanD: 0,02

Rho: 1,72e-08

H: 0,2 mm

H\_t: 1e+20 mm

T: 0,035 mm

Rugosità: 0 mm

mu Rel S: 1

mu Rel C: 1

Parametri fisici:

W: 0,2 mm

L: 50 mm

Analizza Sintetizza

Parametri elettrici

Z0: 50 Ohm

Ang\_l: 0 Radianti

Parametri componente

Frequenza: 1 GHz

Risultato

ErEff:

Perdite conduttore:

Perdite dielettrico:

Profondità effetto pelle:

## 2.6. Dimensione via

Lo strumento Dimensione via calcola le proprietà elettriche e termiche di una data piazzola forata metallizzata o via.

PCB Calculator

Regulators | RF Attenuators | E-Series | Color Code | TransLine | **Via Size** | Track Width | Electrical Spacing | Board Classes

Parameters

Finished hole diameter (D): 0,4 mm

Plating thickness (T): 0,035 mm

Via length: 1,6 mm

Via pad diameter: 0,6 mm

Clearance hole diameter: 1,0 mm

Z0: 50  $\Omega$

Applied current: 1 A

Plating resistivity: 1,72e-8  $\Omega\cdot m$

Substrate relative permittivity: 4,5

Temperature rise: 10  $^{\circ}C$

Pulse rise time: 1 ns

Results

Resistance: 0.000575362  $\Omega$

Voltage drop: 0.000575362 V

Power loss: 0.000575362 W

Thermal resistance: 83.2937  $^{\circ}C/W$

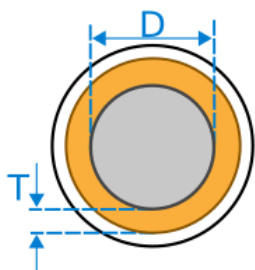
Estimated ampacity: 2.9993 A

Capacitance: 0.599508 pF

Rise time degradation: 32.9729 ps

Inductance: 1.20723 nH

Reactance: 3.79262  $\Omega$



Reset to Defaults

## 2.7. Larghezza piste

La calcolatrice della larghezza piste calcola la larghezza delle piste per i circuiti stampati che devono sopportare una data corrente e un dato incremento di temperatura. Essa usa le formule della specifica IPC-2221 (ex IPC-D-275).

Regolatori	Larghezza piste	Spaziature elettriche	Linea trasmissione	Attenuatori RF	Codice colori	Classi schede
<b>Parametri:</b> <div> <b>Corrente:</b> <input type="text" value="0.744609"/> A  <b>Incremento temperatura:</b> <input type="text" value="10.0"/> °C  <b>Lunghezza conduttore:</b> <input type="text" value="20"/> mm  <b>Resistività:</b> <input type="text" value="1.72e-8"/> Ohm-metri </div>						
<p>Se si specifica la corrente massima, la larghezza piste verrà calcolata di conseguenza.          Se si specifica uno degli spessori tracce, verrà calcolata la corrente massima che questo potrà gestire. Poi verrà calcolato anche lo spessore delle altre tracce per gestire questa corrente.          Il valore di controllo viene mostrato in grassetto.</p> <p>I calcoli sono validi per correnti fino a 35A (esterne) o 17.5A (interne), incrementi di temperatura fino a 100 gradi C, e larghezze fino a 400mil (10mm).          La formula, da IPC 2221, è</p> $I = K * dT^{0.44} * (W*H)^{0.725}$ <p>dove:  <b>I</b> = corrente massima in Ampere  <b>dT</b> = incremento di temperatura oltre quella ambientale in C°  <b>W,H</b> = larghezza e spessore in mils  <b>K</b> = 0.024 per piste interne o 0.048 per piste esterne</p>						
<b>Piste strati esterni:</b> <div> <b>Larghezza pista:</b> <input type="text" value="0,2"/> mm  <b>Spessore pista:</b> <input type="text" value="0.035"/> mm  <b>Area sezione trasversale:</b> 0,007 mm x mm  <b>Resistenza:</b> 0,0491429 Ohm  <b>Caduta di tensione:</b> 0,0365922 Volt  <b>Perdita potenza:</b> 0,0272469 Watt </div>						
<b>Tracce strati interni:</b> <div> <b>Larghezza pista:</b> <input type="text" value="0,520288"/> mm  <b>Spessore pista:</b> <input type="text" value="0.035"/> mm  <b>Area sezione trasversale:</b> 0,0182101 mm x mm  <b>Resistenza:</b> 0,0188906 Ohm  <b>Caduta di tensione:</b> 0,0140661 Volt  <b>Perdita potenza:</b> 0,0104738 Watt </div>						

## 2.8. Spaziature elettriche

Questa tabella aiuta a trovare la distanza minima tra conduttori.

Ogni riga della tabella ha una distanza minima raccomandata tra conduttori per un dato campo di tensione (DC o picchi AC). Se servono valori per tensioni maggiori di 500V, inserire il valore nel riquadro nell'angolo a sinistra e premere *Aggiorna valori*.

Regolatori	Larghezza piste	Spaziature elettriche	Linea trasmissione	Attenuatori RF	Codice colori	Classi schede																																																																																								
<div>mm</div> <div>Tensione &gt; 500V: 500</div> <div>Aggiorna valori</div>																																																																																														
<p><b>Nota: i valori sono quelli minimi (da IPC 2221)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> <th>B4</th> <th>A5</th> <th>A6</th> <th>A7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 ... 15V</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> <td>0,13</td> <td>0,13</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>16 ... 30V</td> <td>0,05</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> <td>0,13</td> <td>0,25</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>31 ... 50V</td> <td>0,1</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,13</td> <td>0,13</td> <td>0,4</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>51 ... 100V</td> <td>0,1</td> <td>0,6</td> <td>1,5</td> <td>0,13</td> <td>0,13</td> <td>0,5</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>101 ... 150V</td> <td>0,2</td> <td>0,6</td> <td>3,2</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>151 ... 170V</td> <td>0,2</td> <td>1,25</td> <td>3,2</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>171 ... 250V</td> <td>0,2</td> <td>1,25</td> <td>6,4</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>251 ... 300V</td> <td>0,2</td> <td>1,25</td> <td>12,5</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>301 ... 500V</td> <td>0,25</td> <td>2,5</td> <td>12,5</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>1,5</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>&gt; 500V</td> <td>0,25</td> <td>2,5</td> <td>12,5</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>1,5</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>           * B1 - Conduttori interni            * B2 - Conduttori esterni, non rivestiti, da 0 a 3050 m di altitudine            * B3 - Conduttori esterni, non rivestiti, oltre 3050 m di altitudine            * B4 - Conduttori esterni, con rivestimento permanente in polimeri (qualsiasi altitudine)            * A5 - Conduttori esterni, con rivestimento conforme sull'assemblaggio (qualsiasi altitudine)            * A6 - Componente esterno, piedino terminale non rivestito            * A7 - Componente esterno, piedino terminale con rivestimento conforme (qualsiasi altitudine)         </p>								B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7	0 ... 15V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,13	0,13	16 ... 30V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,25	0,13	31 ... 50V	0,1	0,6	0,6	0,13	0,13	0,4	0,13	51 ... 100V	0,1	0,6	1,5	0,13	0,13	0,5	0,13	101 ... 150V	0,2	0,6	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4	151 ... 170V	0,2	1,25	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4	171 ... 250V	0,2	1,25	6,4	0,4	0,4	0,8	0,4	251 ... 300V	0,2	1,25	12,5	0,4	0,4	0,8	0,8	301 ... 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8	> 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8
	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7																																																																																							
0 ... 15V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,13	0,13																																																																																							
16 ... 30V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,25	0,13																																																																																							
31 ... 50V	0,1	0,6	0,6	0,13	0,13	0,4	0,13																																																																																							
51 ... 100V	0,1	0,6	1,5	0,13	0,13	0,5	0,13																																																																																							
101 ... 150V	0,2	0,6	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4																																																																																							
151 ... 170V	0,2	1,25	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4																																																																																							
171 ... 250V	0,2	1,25	6,4	0,4	0,4	0,8	0,4																																																																																							
251 ... 300V	0,2	1,25	12,5	0,4	0,4	0,8	0,8																																																																																							
301 ... 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8																																																																																							
> 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8																																																																																							

## 2.9. Classi schede

### Classi di esecuzione

Nell'IPC-6011 sono state stabilite tre classi di prestazioni

- **Classe 1, prodotti elettronici generali:** Comprende prodotti di consumo, alcuni computer e periferiche per computer adatti per applicazioni in cui le imperfezioni estetiche non sono importanti e il requisito principale è la funzione della scheda stampata completata.
- **Classe 2, prodotti elettronici per servizi dedicati:** Comprende apparecchiature di comunicazione, sofisticate macchine aziendali, strumenti per i quali sono richieste prestazioni elevate e durata prolungata e per i quali è auspicabile, ma non fondamentale, un servizio ininterrotto. Sono consentite alcune imperfezioni estetiche.
- **Classe 3, prodotti elettronici ad alta affidabilità:** Include le apparecchiature e i prodotti in cui le prestazioni continue o le prestazioni su richiesta sono fondamentali. I tempi di fermo delle apparecchiature non possono essere tollerati e devono funzionare quando richiesto, ad esempio negli elementi di supporto vitale o nei sistemi di controllo di volo. I circuiti stampati di questa classe sono adatti per applicazioni in cui sono richiesti elevati livelli di garanzia di funzionamento il quale è di importanza fondamentale.

### Tipi di circuiti stampati

Nell'IPC-6012B ci sono anche definiti 6 tipi di circuiti stampati:

- Circuiti stampati senza fori passanti metallizzati (1)
  - 1 scheda singola faccia/strato



- E schede con fori passanti metallizzati (2-6)
  - 2 scheda a doppia faccia/strato
  - 3 scheda multistrato senza via ciechi o sepolti
  - 4 scheda multistrato con via ciechi e/o sepolti
  - 5 scheda multistrato a nucleo metallico senza via ciechi o sepolti
  - 6 scheda multistrato a nucleo metallico con via ciechi o sepolti

Regolatori	Larghezza piste	Spaziature elettriche	Linea trasmissione	Attenuatori RF	Codice colori	Classi schede
mm ▼	<b>Nota: i valori sono quelli minimi</b>					
	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4	Gruppo 5	Gruppo 6
Larghezza pista	0,8	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Tolleranza minima	0,68	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Via: (diam-foro)	–	–	0,45	0,34	0,24	0,2
Piazz. placc.: (diam-foro)	1,19	0,78	0,6	0,49	0,39	0,35
Piazz. non placc.: (diam-foro)	1,57	1,13	0,9	–	–	–