



**Calcolatrice per Circuiti Stampati**

**6 novembre 2020**

Indice

|          |                                 |          |
|----------|---------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Introduzione</b>             | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Calcolatrici</b>             | <b>1</b> |
| 2.1      | Regolatori . . . . .            | 1        |
| 2.2      | Larghezza piste . . . . .       | 2        |
| 2.3      | Spaziature elettriche . . . . . | 3        |
| 2.4      | Linea di trasmissione . . . . . | 3        |
| 2.5      | Attenuatori RF . . . . .        | 5        |
| 2.6      | Codice colori . . . . .         | 5        |
| 2.7      | Classi schede . . . . .         | 6        |
| 2.7.1    | Performance Classes . . . . .   | 6        |
| 2.7.2    | PCB Types . . . . .             | 6        |

## Manuale di riferimento

### Copyright

Questo documento è coperto dal Copyright © 2019 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)>, 2019.

### Feedback

Si prega di inviare qualsiasi rapporto bug, suggerimento o nuova versione a:

- Sulla documentazione di KiCad: <https://gitlab.com/kicad/services/kicad-doc/issues>
- Sul software KiCad: <https://gitlab.com/kicad/code/kicad/issues>
- Sulla traduzione del software di KiCad: <https://gitlab.com/kicad/code/kicad-i18n/issues>

### Data di pubblicazione e versione del software

March 05 2020

## 1 Introduzione

The KiCad PCB Calculator is a set of utilities to help you find the values of components or other parameters of a layout. The Calculator has the following tools:

- 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

Regolatore:

File dati del regolatore:

Messaggio

Formula:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot (R1 + R2) / R2$$

For the *Standard Type*, the output voltage  $V_{out}$  as a function of the reference voltage  $V_{ref}$  and resistors  $R1$  and  $R2$  is given by:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right)$$

For the *3 terminal type*, there is a correction factor due to the quiescent current  $I_{adj}$  flowing from the adjust pin:

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left( \frac{R1 + R2}{R1} \right) + I_{adj} \cdot R2$$

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

To use this calculator, enter the parameters of the regulator *Type*,  $V_{ref}$  and, if needed,  $I_{adj}$ , select the field you want to calculate (one of the resistors or the output voltage) and enter the other two values.

## 2.2 Larghezza piste

The Track Width tool calculates the trace width for printed circuit board conductors for a given current and temperature rise. It uses formulas from IPC-2221 (formerly IPC-D-275).

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

Parametri:

Corrente: 0.744609 A
Incremento temperatura: 10.0 °C
Lunghezza conduttore: 20 mm
Resistività: 1.72e-8 Ohm-metri

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.  
  
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  

$$I = K * dT^{0.44} * (W*H)^{0.725}$$
dove:  
**I** = corrente massima in Ampere  
**dT** = incremento di temperatura oltre quella ambientale in C°  
**W,H** = larghezza e spessore in mils  
**K** = 0.024 per piste interne o 0.048 per piste esterne

Piste strati esterni:

Larghezza pista: 0,2 mm
Spessore pista: 0.035 mm

Area sezione trasversale: 0,007 mm x mm  
Resistenza: 0,0491429 Ohm  
Caduta di tensione: 0,0365922 Volt  
Perdita potenza: 0,0272469 Watt

Tracce strati interni:

Larghezza pista: 0,520288 mm
Spessore pista: 0.035 mm

Area sezione trasversale: 0,0182101 mm x mm  
Resistenza: 0,0188906 Ohm  
Caduta di tensione: 0,0140661 Volt  
Perdita potenza: 0,0104738 Watt

## 2.3 Spaziature elettriche

This table helps finding the minimum clearance between conductors.

Each line of the table has a minimum recommended distance between conductors for a given voltage (DC or AC peaks) range. If you need the values for voltages higher than 500V, enter the value in the box in the left corner and press *Update Values*.

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

mm

Tensione > 500V:  
500

Aggiorna valori

**Nota: i valori sono quelli minimi (da IPC 2221)**

|              | 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 - 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)

## 2.4 Linea di trasmissione

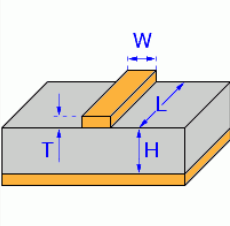
La teoria delle linee di trasmissione è una pietra miliare nell'insegnamento dell'ingegneria RF e delle microonde.

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](#).

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

- Microstrip line:
  - 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.
- Rectangular waveguide:
  - S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257.
- Linea coassiale.
- Coupled microstrip line:
  - 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:<br><input checked="" type="radio"/> Linea microstriscia<br><input type="radio"/> Guida d'onda coplanare<br><input type="radio"/> Guida d'onda coplanare con piano di massa<br><input type="radio"/> Guida d'onda rettangolare<br><input type="radio"/> Linea coassiale<br><input type="radio"/> Linea microstriscia accoppiata<br><input type="radio"/> Linea inglobata<br><input type="radio"/> Doppino intrecciato |                 |                       | <div>  </div>   |                |               |               |
| Parametri substrato<br>Er: 4,6<br>TanD: 0,02<br>Rho: 1,72e-08<br>H: 0,2 mm<br>H <sub>t</sub> : 1e+20 mm<br>T: 0,035 mm<br>Rugosità: 0 mm<br>mu Rel S: 1<br>mu Rel C: 1   |                 |                       | Parametri fisici:<br>W: 0,2 mm<br>L: 50 mm<br><div> <input type="button" value="Analizza"/> <input type="button" value="Sintetizza"/> </div> |                |               |               |
| Parametri elettrici:<br>Z0: 50 Ohm<br>Ang <sub>l</sub> : 0 Radianti  |                 |                       | Parametri componente<br>Frequenza: 1 GHz   |                |               |               |
| Risultato<br>ErEff:<br>Perdite conduttore:<br>Perdite dielettrico:<br>Profondità effetto pelle:  |                 |                       |  |                |               |               |

## 2.5 Attenuatori RF

With the RF Attenuator utility you can calculate the values of the resistors needed for different types of attenuators:

- Pigreco
- T
- T interconnesso
- Accoppiatore resistivo

To use this tool, first select the type of attenuator you need, then enter the desired attenuation (in dB) and input/output impedances (in Ohms).

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

Attenuatori:

- ☒  $\pi$
- ☐ T
- ☐ T interconnesso
- ☐ Accoppiatore resistivo

Parametri:

Attenuazione:  dB

Z ing:  Ohm

Z usc:  Ohm

Calcola

Valori:

R1:  Ohm

R2:  Ohm

R3:  Ohm

Messaggi:

Formula

$Z_{in}$  desired input impedance in  $\Omega$

$Z_{out}$  desired output impedance in  $\Omega$

a attenuation in dB

$L = 10^{a/10}$  (the loss)

$A = (L + 1)/(L - 1)$

**Pi attenuator**

$R2 = (L - 1)/2 * \sqrt{(Z_{in} * Z_{out})/L}$

$R1 = 1/(A/Z_{in} - 1/R2)$

$R3 = 1/(A/Z_{out} - 1/R2)$

## 2.6 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%

## 2.7 Classi schede

### 2.7.1 Performance Classes

In IPC-6011 have been three performance classes established

- Class 1 General Electronic Products Includes consumer products, some computer and computer peripherals suitable for applications where cosmetic imperfections are not important and the major requirement is function of the completed printed board.
- Class 2 Dedicated Service Electronic Products Includes communications equipment, sophisticated business machines, instruments where high performance and extended life is required and for which uninterrupted service is desired but not critical. Certain cosmetic imperfections are allowed.
- Class 3 High Reliability Electronic Products Includes the equipment and products where continued performance or performance on demand is critical. Equipment downtime cannot be tolerated and must function when required such as in life support items or flight control systems. Printed boards in this class are suitable for applications where high levels of assurance are required and service is essential.

### 2.7.2 PCB Types

In IPC-6012B there are also 6 Types of PCB defined:

- Printed Boards without plated through holes (1)
  - 1 Single-Sided Board
- And Boards with plated through holes (2-6)
  - 2 Double-Sided Board
  - 3 Multilayer board without blind or buried vias
  - 4 Multilayer board with blind and/or buried vias
  - 5 Multilayer metal core board without blind or buried vias

– 6 Multilayer metal core board with blind and/orburied vias

Regolatori

Larghezza piste

Spaziature elettriche

Linea trasmissione

Attenuatori RF

Codice colori

Classi schede

mm

Nota: i valori sono quelli minimi

|                                | 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      | --       | --       | --       |