

# Calculator Tools

## Table of Contents

Wprowadzenie .....	1
Regulatory napięć .....	2
Regulatory napięć .....	2
Tłumiki RF .....	3
E-Series .....	3
Kolory kodów .....	4
Linie transmisyjne .....	5
Via Size .....	6
Szerokości ścieżek .....	6
Prześwit .....	7
Klasy płytek .....	8

## *Podręcznik użytkownika*

### **Prawa autorskie**

This document is Copyright © 2019-2021 by its contributors as listed below. You may distribute it and/or modify it under the terms of either the GNU General Public License (<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>), version 3 or later, or the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), version 3.0 or later.

### **Współtwórcy**

Heitor de Bittencourt. Mathias Neumann

### **Tłumaczenie**

Kerusey Karyu <[keruseykaryu@o2.pl](mailto:keruseykaryu@o2.pl)>, 2014-2019.

### **Kontakt**

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/>

## Wprowadzenie

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:

- Regulatory napięć
- Szerokości ścieżek

Prześwit

- Linia transmisyjna
- Tłumiki RF
- Kolory kodów
- Klasy płytek

## Regulatory napięć

### Regulatory napięć

Ten panel kalkulatora pozwala dobrać wartości rezystorów potrzebnych w układach liniowych regulatorów napięć (klasycznych lub LDO) do ustalenia napięcia wyjściowego takiego regulatora.

Kalkulator PCB

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Prześwit Linia transmisyjna Tłumiki RF Kody kolorów Klasy płytek

☐ R1 10 kΩ

☐ R2 10 kΩ

☒ Vout 6 V

Vref 3 V

Iadj μA

Typ Standardowy

Oblicz

Regulatory napięcia

Plik danych o regulatorach:

Przeglądaj

Edytuj Dodaj Usuń

Wzór

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

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:

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

Ten prąd zwykle nie przekracza 100uA i może zostać pominięty, ale z zachowaniem pewnych środków ostrożności.

To use this calculator, enter the parameters of the regulator *Type*, *Vref* and, if needed, *Iadj*, select the field you want to calculate (one of the resistors or the output voltage) and enter the other two values.

## Tłumiki RF

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

- Typu Pi
- Typu T
- Mostkowy typu T
- Splitter rezystorowy

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).

**Kalkulator PCB**

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Przeświet Linia transmisyjna **Tłumiki RF** Kody kolorów Klasy płytek

etykieta

**Tłumiki:**

- ☐ Typu Pi
- ☐ Typu T
- ☐ Mostkowy typu T
- ☒ Splitter rezystorowy

**Parametry:**

Tłumienie: 6 dB

Zin: 50 Ω

Zout: 50 Ω

**Oblicz** ↓

**Wartości:**

R1: 16,6667 Ω

R2: 16,6667 Ω

R3: 16,6667 Ω

**Wzór:**

$Z_{in}$  desired input impedance in Ω

$Z_{out}$  desired output impedance in Ω

$Z_{in} = Z_{out}$

**Attenuation is 6dB**

**Splitted attenuator**

$R1 = R2 = R3 = Z_{out}/3$

## E-Series

This calculator helps to identify combinations of standard E-series resistors that meet a required resistance, optionally excluding several resistor values that are not available.

PCB Calculator

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

Inputs

Required resistance: 4.6 kΩ

Exclude value 1: kΩ

Exclude value 2: kΩ

☐ E1 ☐ E3 ☒ E6 ☐ E12 ☐ E24

Solutions

Simple solution: 4K7 | 220K0 Error: -0.04 %

3R solution: 4K7 | ( 68K + 150K ) Error: -0.02 %

4R solution: 100R + 100R + 2K2 + 2K2 Error: Exact %

Calculate

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.

## Kolory kodów

Ten panel jest pomocny przy ustalaniu wartości rezystancji rezystorów które zostały opisane kolorowymi paskami. Używając go należy najpierw określić *tolerancję* danego rezystora: 10%, 5% lub równą lub mniejszą niż 2%. Na przykład:

- Yellow Violet Red Gold:  $47 \times 100 \pm 5\% = 4700 \text{ Ohm}$ , 5% tolerance
- 1kOhm, 1% tolerance: Brown Black Black Brown Brown

Kalkulator PCB

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Prześwit Linia transmisyjna Tłumiki FR Kody kolorów Klasy płytek

Pierwszy pasek Drugi pasek Trzeci pasek Czwarty pasek Mnożnik Tolerancja

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

Tolerancja

☐ 10% ☐ 5% ☐ 2% ☒ 1% ☐ 0.5% ☐ 0.25% ☐ 0.1% ☐ 0.05%

# Linie transmisyjne

Teoria linii transmisyjnych jest kamieniem węgielnym w nauczaniu zjawisk radiowych i inżynierii mikrofalowej.

In the calculator you can choose different sorts of Line Types and their special parameters. The models implemented are frequency-dependent, so they disagree with simpler models at high *enough* frequencies.

This calculator is heavily based on [Transcalc](#).

The transmission line types and the reference of their mathematical models are listed below:

- Microstrip line:
  - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", Microwave Journal, pp. 109-115, November 1989.
- Coplanar wave guide.
- Coplanar wave guide with ground plane.
- Rectangular waveguide:
  - S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257.
- Coaxial line.
- 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.
- Twisted pair.

Kalkulator PCB

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Przeświet Linia transmisyjna Tłumiki FR Kody kolorów Klasy płytek

Typ linii transmisyjnej:

- ☒ Linia mikropaskowa
- ☐ Linia koplanarna
- ☐ Linia koplanarna z planem masy
- ☐ Falowód prostokątny
- ☐ Linia koncentryczna
- ☐ Linia mikropaskowa podwójna
- ☐ Linia paskowa
- ☐ Skrętka

Parametry podłoża

Er	4,6	...
TanD	0,02	...
Rho	1,72e-008	...
H	0,2	mm
H_t	1e+020	mm
T	0,035	mm
Chropowatość	0	mm
mu Rel S	1	
mu Rel C	1	

Parametry fizyczne

W	0,2	mm
L	50	mm

Analizuj Syntetyzuj

Parametry elektryczne:

Z0	50	Ω
Kąt	0	Radiany

Wyniki:

ErEff  
Straty łączeniowe  
Straty izolatora  
Naskórkowość

## Via Size

The Via Size tool calculates the electrical and thermal properties of a given plated through-hole pad or 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	Ω
Applied current:	1	A
Plating resistivity:	1.72e-8	Ω·m
Substrate relative permittivity:	4.5	
Temperature rise:	10	°C
Pulse rise time:	1	ns

Results

Resistance:	0.000575362 Ω
Voltage drop:	0.000575362 V
Power loss:	0.000575362 W
Thermal resistance:	83.2937 °C/W
Estimated ampacity:	2.9993 A
Capacitance:	0.599508 pF
Rise time degradation:	32.9729 ps
Inductance:	1.20723 nH
Reactance:	3.79262 Ω

Reset to Defaults

## Szerokości ścieżek

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).

Kalkulator PCB

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Przeświet Linia transmisyjna Tłumiki FR Kody kolorów Klasy płytek

Parametry

Prąd 1.0 A

Przyrost temperatury 10.0 st. C

Długość łącza 20 mm

Rezystywność 1.72e-8 Parametry

Jeśli podano maksymalny prąd, zostanie obliczona szerokość ścieżki, która będzie mogła przenieść taki prąd.

Jeśli podano szerokość ścieżki, zostanie obliczony maksymalny prąd jaki będzie ona mogła przenieść. Zostanie obliczona także właściwa szerokość ścieżki dla wyliczonego prądu.

Wartości sterujące są pokazywane jako pogrubione

Obliczenia są prawidłowe dla prądów do 35A (zewnętrzne warstwy) lub 17.5A (wewnętrzne warstwy), temperatury podniesionej do 100 st. C, oraz szerokości ścieżki do 400milsów (10mm).

Wzór na podstawie normy IPC 2221 to

$$I = K * dT^{0.44} * (W * H)^{0.725}$$

gdzie:

I = maksymalny prąd w Amperach

dT = przyrost temperatury wokół w stopniach Celcjusza

Zewnętrzne ścieżki

Szerokość ścieżki 0,300387 mm

Grubość ścieżki 0.035 mm

Powierzchnia przekroju 0,0105135 mm x mm

Rezystancja 0,0327197 Ω

Spadek napięcia 0,0327197 V

Straty 0,0327197 W

Wewnętrzne ścieżki

Szerokość ścieżki 0,781437 mm

Grubość ścieżki 0.035 mm

Powierzchnia przekroju 0,0273503 mm x mm

Rezystancja 0,0125776 Ω

Spadek napięcia 0,0125776 V

Straty 0,0125776 W

## Przeświet

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*.

Kalkulator PCB

Regulatory napięcia Szerokość ścieżki Przeświet Linia transmisyjna Tłumiki FR Kody kolorów Klasy płytek

mm

Napięcie > 500V: 500

Aktualizuj wartości

**Uwaga: Podawane wartości są wartościami minimalnymi (wg 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 - Połączenia wewnętrzne

\* B2 - Połączenia zewnętrzne, niepowlekana, do pracy na wysokości do 3050 m

\* B3 - Połączenia zewnętrzne, niepowlekana, do pracy ponad wysokość 3050 m

\* B4 - Połączenia zewnętrzne, ze stałą powłoką polimerową (na dowolnej wysokości)

\* A5 - Połączenia zewnętrzne, z powłoką ochronną na montaż (na dowolnej wysokości)

\* A6 - Zewnętrzny element wyprowadzenia/zakończenia, niepowlekana

\* A7 - Zewnętrzny element wyprowadzenia/zakończenia, z ochronną powłoką (na dowolnej wysokości)

# Klasy płytek

## 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.

## 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/or buried vias



Kalkulator PCB

Regulatory napięcia

Szerokość ścieżki

Prześwit

Linia transmisyjna

Tłumiki FR

Kody kolorów

Klasy płytek

mm

Uwaga: Podawane wartości są wartościami minimalnymi

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6
Szerokość ścieżek	0,8	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Prześwit min.	0,68	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Przelotka: (D - owiert)	--	--	0,45	0,34	0,24	0,2
Pad cynowany: (D - owiert)	1,19	0,78	0,6	0,49	0,39	0,35
Pad nie cynowany: (D - owiert)	1,57	1,13	0,9	--	--	--