

Calculator Tools

The KiCad Team

REVISION HISTORY			
NUMBER	DATE	DESCRIPTION	NAME

Contents

1 **Introduction** 1

2 **RF and E Fields** 1

 2.1 **RF Fields** 1

 2.2 **RF Fields** 2

 2.3 **E Fields** 3

 2.4 **E Fields** 3

 2.5 **E Fields** 4

 2.6 **E Fields** 5

 2.7 **E Fields** 5

 2.8 **E Fields** 6

 2.9 **E Fields** 6

 2.9.1 **E Fields** 6

 2.9.2 **PCB E Fields** 7

2;3;b;18c;

Copyright

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.

Contributors

Heitor de Bittencourt. Mathias Neumann

翻译人员

taotieren <admin@taotieren.com>, 2019, 2020, 2021.

Telegram 简体中文交流群: https://t.me/KiCad_zh_CN

Feedback

KiCad 项目欢迎与本软件或其文档相
关于如何提交反馈意见或报告项
<https://www.kicad.org/help/report-an-issue/> 的说明

1 介绍

KiCad PCB 计算器是一组实用程序，可&#x

- 稳压器
- 布线宽度
- 电气间距
- 传输线
- 射频衰减器
- 色环电阻
- 电路板类型

2 计算器

2.1 \mathbb{R}^n and \mathbb{C}^n

该计算器有助于找到线性和低

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

类型: 标准

计算结果:

$V_{out} = V_{ref} \cdot \frac{R1 + R2}{R2}$

稳压器

稳压器数据文件:

编辑稳压器 添加稳压器 移除稳压器

V_{in} V_{out} V_{ref} $R1$ $R2$

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

I_{adj}

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

100uA I_{adj} Type

2.2 RF

(RF)

- PI
- T
-
-

The screenshot shows the 'PCB 计算器' (PCB Calculator) window with the 'E 系列' (E Series) tab selected. The '衰减器' (Attenuator) section is active, showing a Pi network diagram with input impedance Z_{in} , output impedance Z_{out} , and three resistors $R1$, $R2$, and $R3$. The parameters are set to: 衰减 (a): 6 dB, 输入阻抗 (Z_{in}): 50 Ω , 输出阻抗 (Z_{out}): 50 Ω . The calculated values are: $R1$: 150.476 Ω , $R2$: 37.3519 Ω , $R3$: 150.476 Ω . The formulas for the Pi network are displayed on the right.

衰减器

☒ Pi
☐ T 型
☐ 桥 T 型
☐ 电阻分流器

参数

衰减 (a): 6 dB
 输入阻抗 (Z_{in}): 50 Ω
 输出阻抗 (Z_{out}): 50 Ω

计算

值

$R1$: 150.476 Ω
 $R2$: 37.3519 Ω
 $R3$: 150.476 Ω

计算公式

π 型衰减器

a 为衰减 (单位为 dB)
 Z_{in} 为期望的输入阻抗 (单位为 Ω)
 Z_{out} 为期望的输出阻抗 (单位为 Ω)

$L = 10^{a/20}$
 $A = (L+1) / (L-1)$
 $R2 = (L-1) / 2 \cdot \sqrt{(Z_{in} \cdot Z_{out} / L)}$
 $R1 = 1 / (A/Z_{in} - 1/R2)$
 $R3 = 1 / (A/Z_{out} - 1/R2)$

2.3 E 系列;

本计算器可以查找标准 E 系列 (在 10 Ω 和 1 Mn 之间) 的组合以创建任意的数值。

您可以输入 0.0025 到 4000 k Ω 之间的电阻。

给出了最多使用 4 个元件的解决方案。

所要求的值总是被排除在解决方案之外。

如果出现元件可用性问题的, 最多可以排除两个额外的值。

解决方案依照下列格式提供:

$R1 + R2 + \dots + Rn$ 串联电阻
 $R1 \parallel R2 \parallel \dots \parallel Rn$ 并联电阻
 $R1 + (R2 \parallel R3) \dots$ 以上任意组合

The screenshot shows the 'PCB 计算器' (PCB Calculator) window with the 'E 系列' (E Series) tab selected. The '输入' (Input) section shows: 所需电阻: 4.6 k Ω , 排除值 1: , 排除值 2: . The '解决方案' (Solutions) section shows three options: 简单的解决方案: 4K7 | 220K0 (误差: -0.04 %), 3R 解决方案: 4K7 | (68K + 150K) (误差: -0.02 %), 4R 解决方案: 100R + 100R + 2K2 + 2K2 (误差: 精确 %). The '帮助' (Help) section provides information about the E series and the calculator's capabilities.

输入

所需电阻: 4.6 k Ω
 排除值 1: k Ω
 排除值 2: k Ω

☐ E1 ☐ E3 ☒ E6 ☐ E12 ☐ E24

计算

解决方案

简单的解决方案: 4K7 | 220K0 误差: -0.04 %
 3R 解决方案: 4K7 | (68K + 150K) 误差: -0.02 %
 4R 解决方案: 100R + 100R + 2K2 + 2K2 误差: 精确 %

帮助

E 系列是在 IEC (国际电工委员会) 60063 中定义的。

可用值在对数刻度上近似等距。

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 - - - - - - - -

• 这个计算器可以查找标准 E 系列 (在 10 Ω 和 1 Mn 之间) 的组合以创建任意的数值。

• 您可以输入 0.0025 到 4000 k Ω 之间的电阻。

• 给出了最多使用 4 个元件的解决方案。

所要求的值总是被排除在解决方案之外。

如果出现元件可用性问题的, 最多可以排除两个额外的值。

解决方案依照下列格式提供:

$R1 + R2 + \dots + Rn$ 串联电阻
 $R1 \parallel R2 \parallel \dots \parallel Rn$ 并联电阻
 $R1 + (R2 \parallel R3) \dots$ 以上任意组合

2.4 10 系列;

本计算器可以查找标准 10 系列 (在 10 Ω 和 1 Mn 之间) 的组合以创建任意的数值。

您可以输入 0.0025 到 4000 k Ω 之间的电阻。

给出了最多使用 4 个元件的解决方案。

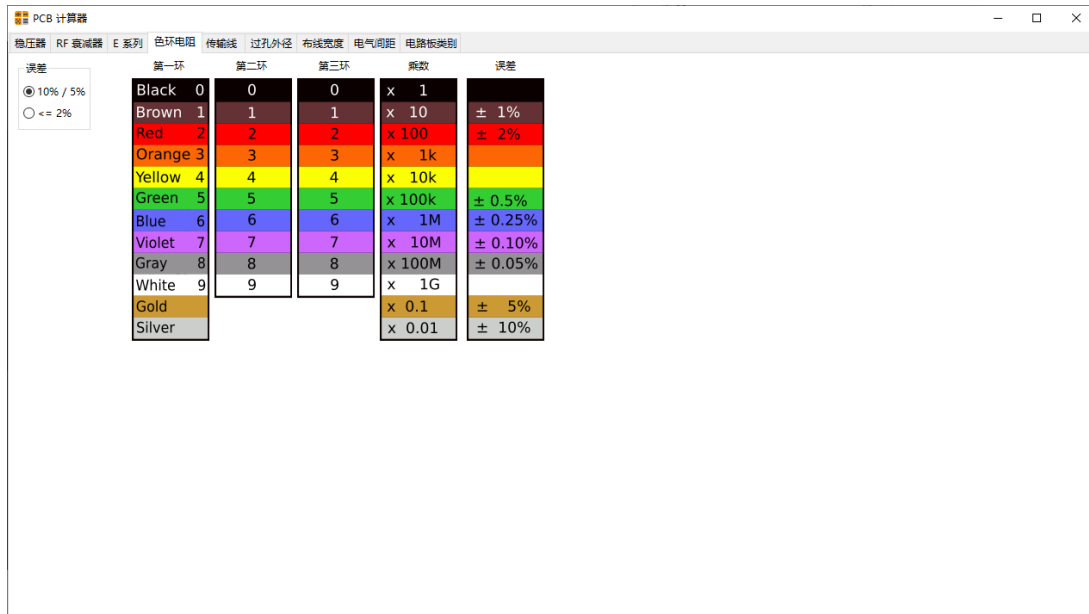
所要求的值总是被排除在解决方案之外。

如果出现元件可用性问题的, 最多可以排除两个额外的值。

解决方案依照下列格式提供:

$R1 + R2 + \dots + Rn$ 串联电阻
 $R1 \parallel R2 \parallel \dots \parallel Rn$ 并联电阻
 $R1 + (R2 \parallel R3) \dots$ 以上任意组合

- 4.7 \times 100 \pm 5% = 4700 Ω ± 5%;
- 1k Ω ± 5%;
- 1k Ω ± 5%;
- 1k Ω ± 5%;



2.5 色环电阻;

色环电阻; 7406; 8bba; 662f; 5c04; 9891; 548c; 5fae; 6ce2; 5de5; 7a0b; 655728; 8ba1; 7b97; 5668; 4e2d; ff0c; 60a8; 53ef; 4ee5; 9009; 62e9; 4e0d; 540c; 798fd9; 4e2a; 8ba1; 7b97; 5668; 5728; 5f88; 5927; 7a0b; 5ea6; 4e0a; 662f; 57fa; 4e0a; Transcalc; 3002;

色环电阻; 8def; 7c7b; 578b; 53ca; 5176; 6570; 5b66; 6a21; 578b; 7684; 5b66;

- 5fae; 5e26; 7ebf; ff1a;
- H. A. Atwater; ff0c; “Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters” (5fae; 5e26; 7ebf; 53c2; 6570; 109-115 9875; 1989 5e74; 11 6708; 3002;
- 5171; 9762; 6ce2; 5bfc; 3002;
- 5171; 9762; 6ce2; 5bfc; 4e0e; 63a5; 5730; 5c42; 3002;
- 77e9; 5f62; 6ce2; 5bfc;:
- S. Ramo, J. R. Whinnery & 548c; T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics" ff08; 901a; 4fe1; 6570; Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257 & 3002;
- 540c; 8f74; 7ebf; 3002;
- 8026; 5408; 5fae; 5e26; 7ebf;:
- H. A. Atwater; ff0c; “Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters” (5fae; 5e26; 7ebf; 53c2; 6570; 109-115 9875; 1989 5e74; 11 6708; 3002;
- M. Kirschning & 548c; R. H. Jansen, "Accurate Wide-Range Design Equations for the Frequency-Dependent Characteristic of Parallel Coupled Microstrip Lines," ff08; 5e73; 884c; 8026; 5408; 5fae; 5e26; 7ebf; 9891; 6570; IEEE 5fae; 6ce2; 7406; 8bba; 4e0e; 6280; 672f; 6c47; 520a; ff0c; 7b2c; 32 5377; 6570; 1 5377; ff0c; 7b2c; 83-90 9875; 1984 5e74; 1 6708; 3002; doi:10.1109/TMTT.1984.1132616 & 3002;
- Rolf Jansen, "High-Speed Computation of Single and Coupled Microstrip Parameters Including Dispersion, High-Order Modes, Loss and Finite Strip Thickness" ff08; 5355; 548c; 8026; 5408; 5fae; 5e26; 53c2; 6570; 6c47; 520a; 3002; MTT, 7b2c; 26 5377; 7b2c; 2 671f; 7b2c; 75-82 9875; 1978 5e74; 2 6708; 3002;

- S. March, "Microstrip Packaging: Watch the Last Step" 20 13 83.94 1981 12 3002;
- 3002;
 - 3002;

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

传输线类型

- ☒ 微带线
- ☐ 共面波导
- ☐ 共面波导与接地层
- ☐ 矩形波导
- ☐ 同轴线
- ☐ 耦合微带线
- ☐ 带状线
- ☐ 双绞线

基板参数

er: 4.6

tan δ: 0.02

ρ: 1.72e-08

H: 0.2 mm

H(top): 1e+20 mm

T: 0.035 mm

粗糙度: 0 mm

μ(基板): 1

μ(导体): 1

物理参数

W: 0.2 mm

L: 50 mm

电气参数

Z0: 50 Ω

Ang_t: 0 rad (拉德)

结果

有效 er:

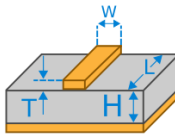
导体损耗:

介电损耗:

阻抗深度:

频率: 1 GHz

重置为默认值



2.6 过孔

过孔

PCB 计算器

稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别

参数

成品通孔直径 (D): 0.4 mm

镀层厚度 (T): 0.035 mm

过孔长度: 1.6 mm

过孔焊盘外径: 0.6 mm

间隙孔直径: 1.0 mm

Z0: 50 Ω

应用电流: 1 A

镀层电阻率: 1.72e-8 Ω m

基板相对介电常数: 4.5

温升: 10 °C

脉冲上升时间: 1 ns

结果

阻抗: 0.000575362 Ω

压降: 0.000575362 V

电源损耗: 0.000575362 W

热阻: 83.2937 °C/W

估计的载流量: 2.9993 A

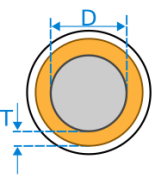
电容: 0.599508 pF

上升时间下降: 32.9729 ps

电感: 1.20723 nH

电阻: 3.79262 Ω

重置为默认值



2.7 过孔

过孔

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

参数

电流 (I):

1.0

A

温升 (ΔT):

10.0

°C

导线长度:

20

mm

铜电阻率:

1.72e-08

Ω·m

如果你指定最大电流，则会计算相应的布线宽度。

如果你指定其中一个布线宽度，则将计算它可以处理的最大电流。然后将计算另外的同样处理此电流的布线宽度。

控制值以粗体显示。

计算适用于最大 35A（外部）或 17.5A（内部）的电流、高达 100 °C 的温升和最多 400mil（10mm）的宽度。

来自 IPC 2221 的该公式，为

$$I = K D A T^{0.44} \left(\frac{W}{H} \right)^{0.725}$$

其中：I = 最大电流（单位：A 安培）ΔT = 环境温度温升（单位：°C 摄氏度）W = 布线的宽度（单位：mil 密耳）H = 布线的厚度（单位：mil 密耳）K = 0.024 用于内部布线，0.048 用于外部布线

外层布线

布线宽度 (W):

0.300387

mm

线路厚度 (H):

0.035

mm

截面积:

0.0105135

mm²

阻抗:

0.0327197

Ω

压降:

0.0327197

V

电源损耗:

0.0327197

W

内层布线

布线宽度 (W):

0.781437

mm

线路厚度 (H):

0.035

mm

截面积:

0.0273503

mm²

阻抗:

0.0125776

Ω

压降:

0.0125776

V

电源损耗:

0.0125776

W

重置为默认值

2.8 2.8.1

2.8.1 2.8.1.1

PCB 计算器

稳压器RF 衰减器E 系列色环电阻传输线过孔外径布线宽度电气间距电路板类别

mm

电压 > 500 V:

500

更新电压值

注意：表内数据最小值（来自《IPC-2221 印制板通用设计标准》）

	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0 ~ 15 V	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.13	0.13
16 ~ 30 V	0.05	0.1	0.1	0.05	0.13	0.25	0.13
31 ~ 50 V	0.1	0.6	0.6	0.13	0.13	0.4	0.13
51 ~ 100 V	0.1	0.6	1.5	0.13	0.13	0.5	0.13
101 ~ 150 V	0.2	0.6	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
151 ~ 170 V	0.2	1.25	3.2	0.4	0.4	0.8	0.4
171 ~ 250 V	0.2	1.25	6.4	0.4	0.4	0.8	0.4
251 ~ 300 V	0.2	1.25	12.5	0.4	0.4	0.8	0.8
301 ~ 500 V	0.25	2.5	12.5	0.8	0.8	1.5	0.8
> 500 V	0.25	2.5	12.5	0.8	0.8	1.5	0.8

* B1 - 内层导体

* B2 - 外层导体，无涂层，海拔高度 3050 米

* B3 - 外层导体，无涂层，海拔高度 3050 米 以上

* B4 - 外层导体，无涂层，永久性聚合物涂层（任何高度）

* A5 - 外层导体，装配上有保护涂层（任何高度）

* A6 - 外部元件引线/焊接，无涂层

* A7 - 外部元件引线/焊接，带保护涂层（任何高度）

2.9 2.9.1

2.9.1 2.9.1.1

2.9.1.1 2.9.1.1.1

- **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.

2.9.2 PCB

IPC-6012B 6 PCB

- (1)
 - 1
- 2-6
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6

PCB 计算器						
稳压器 RF 衰减器 E 系列 色环电阻 传输线 过孔外径 布线宽度 电气间距 电路板类别						
注意: 该值为最小值						
mm	类别 1	类别 2	类别 3	类别 4	类别 5	类别 6
线宽	0.8	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
最小间距	0.68	0.5	0.31	0.21	0.15	0.12
过孔: (外径 - 内径)	--	--	0.45	0.34	0.24	0.2
金属化焊盘: (外径 - 内径)	1.19	0.78	0.6	0.49	0.39	0.35
非金属化焊盘: (外径 - 内径)	1.57	1.13	0.9	--	--	--