



PCB Calculator

9 августа 2019 г.

Содержание

1	Введение	1
2	Калькуляторы	2
2.1	Регуляторы	2
2.2	Ширина дорожки	2
2.3	Электрический зазор	3
2.4	Линия передачи	3
2.5	СВЧ аттенюатор	4
2.6	Цветовой код	5
2.7	Классы плат	6

Справочное руководство

Авторские права

Авторские права © 2019 на данный документ принадлежит его разработчикам (соавторам), перечисленным ниже. Документ можно распространять и/или изменять в соответствии с правилами лицензии GNU General Public License (<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>), версии 3 или более поздней, или лицензии типа Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), версии 3.0 или более поздней.

Соавторы

Neitor de Bittencourt. Mathias Neumann

Перевод

Барановский Константин <baranovskiykonstantin@gmail.com>, 2019

Отзывы

Оставить свои комментарии или замечания можно на следующих ресурсах:

- О документации KiCad: <https://github.com/KiCad/kicad-doc/issues>
- О программном обеспечении KiCad: <https://bugs.launchpad.net/kicad>
- О переводе программного обеспечения KiCad: <https://github.com/KiCad/kicad-i18n/issues>

Дата публикации и версия ПО

17 июля 2019 года

1 Введение

KiCad PCB Calculator — это набор инструментов, помогающих определить параметры компонентов или прочих параметров печатной платы. Калькулятор имеет следующие инструменты:

- Регуляторы
 - Ширина дорожки
 - Электрический зазор
 - Линия передачи
 - СВЧ аттенюатор
 - Цветовой код
 - Классы плат
-

2 Калькуляторы

2.1 Регуляторы

Этот калькулятор помогает определить сопротивление резисторов, необходимых для линейных регуляторов напряжения и регуляторов с низким падением напряжения.

The screenshot shows the 'PCB Calculator' window with the 'Regulators' tab selected. On the left, a schematic diagram illustrates a voltage divider circuit. The input voltage is labeled V_{in} , the reference voltage is V_{ref} , and the output voltage is V_{out} . Two resistors, R_1 and R_2 , are connected in a voltage divider configuration. The software interface on the right contains several input fields: R_1 (10 кОм), R_2 (10 кОм), V_{out} (12 В), V_{ref} (3 В), and I_{adj} (0 мкА). A 'Calculate' button is present. At the bottom, the formula $V_{out} = V_{ref} \cdot (R_1 + R_2) / R_2$ is displayed.

Для стандартного типа регуляторов, выходное напряжение V_{out} является функцией от опорного напряжения V_{ref} и сопротивления резисторов R_1 и R_2 , и вычисляется по формуле:

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

В случае с 3-х выводным типом регуляторов, коэффициент понижения напряжения основывается на величине стабильного тока I_{adj} , выходящего из вывода Adj :

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

Опорный ток, обычно, не превышает 100 мкА и им можно пренебречь, если не требуется высокой точности.

Чтобы выполнить расчёт, введите параметры регулятора V_{in} , V_{ref} и, если потребуется, I_{adj} . Выберите поле, которое требуется рассчитать (один из резисторов или выходное напряжение) и укажите оставшиеся два значения.

2.2 Ширина дорожки

Калькулятор ширины дорожки вычисляет ширину проводника на печатной плате для заданного тока и прироста температуры. Используются формулы из стандарта IPC-2221 (ранее IPC-D-275).

PCB Calculator

Регуляторы | Ширина дорожки | **Электрический зазор** | Линия передачи | СВЧ аттенуатор | Цветовой код | Классы плат

Параметры:

Ток: А

Превышение температуры: °C

Длина проводника: мм

Удельное сопротивление: Ом/м

Внешний слой трассировки:

Ширина трассировки: мм

Толщина трассировки: мм

Площадь поперечного сечения: 0,0105135 мм x мм

Сопротивление: 0,0327197 Ом

Падение напряжения: 0,0327197 В

Потери мощности: 0,0327197 Ватт

Внутренний слой трассировки:

Ширина трассировки: мм

Толщина трассировки: мм

Площадь поперечного сечения: 0,0273503 мм x мм

Сопротивление: 0,0125776 Ом

Падение напряжения: 0,0125776 В

Потери мощности: 0,0125776 Ватт

Если указать максимальный ток, то будет рассчитана соответствующая ширина трассировки.
 Если указать одну трассировочную ширину, то будет рассчитан допустимый максимальный ток. Также будет рассчитана ширина других трассировок, допускающих данный ток.
 Контрольные значения выделены жирным.

Вычисления справедливы для токов до 35 А (внешний) или 17,5 А (внутренний), повышение температуры до 100 °C и ширина до 10 мм (400 мил).
 Формула из IPC 2221

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

где:
I = максимальный ток в А
dT = превышение температуры выше окружающей среды в °C
W, H = ширина и толщина в мил

2.3 Электрический зазор

Эта таблица помогает определить минимальный зазор между проводниками.

В каждой строке таблицы указано рекомендуемое минимальное расстояние между проводниками для указанного диапазона напряжений (как для постоянного тока, так и для амплитуды переменного тока). Если нужно определить значения для напряжения больше 500В, введите значение в поле слева и нажмите кнопку *Обновить значения*.

PCB Calculator

Регуляторы | Ширина дорожки | **Электрический зазор** | Линия передачи | СВЧ аттенуатор | Цветовой код | Классы плат

мм

Напряжение > 500В:

Обновить значения

Примечание: минимальные значения (из IPC 2221)

	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0 ... 15В	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,13	0,13
16 ... 30В	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,25	0,13
31 ... 50В	0,1	0,6	0,6	0,13	0,13	0,4	0,13
51 ... 100В	0,1	0,6	1,5	0,13	0,13	0,5	0,13
101 ... 150В	0,2	0,6	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4
151 ... 170В	0,2	1,25	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4
171 ... 250В	0,2	1,25	6,4	0,4	0,4	0,8	0,4
251 ... 300В	0,2	1,25	12,5	0,4	0,4	0,8	0,8
301 ... 500В	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8
> 500В	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8

* B1 - Внутренние проводники
 * B2 - Внешний проводник, без изоляции, высота до 3050м над уровнем моря
 * B3 - Внешний проводник, без изоляции, высота выше 3050м над уровнем моря
 * B4 - Внешние проводники с постоянным полимерным покрытием (любая высота)
 * A5 - Внешние проводники с конформным покрытием поверх монтажа (любая высота)
 * A6 - Внешние компоненты пайка/выводы, без покрытия
 * A7 - Внешние компоненты пайка/выводы, с конформным покрытием (любая высота)

2.4 Линия передачи

Теория линии передачи является основой знаний об СВЧ и проектировании микроволновых устройств.

В этом калькуляторе можно выбрать один из различных типов линий передач и задать желаемые параметры. Реализованные модели частотно-зависимы, поэтому их результаты расходятся с результатами более простых моделей на *очень* высоких частотах.

Этот калькулятор в большей степени основан на [Transcalc](#).

Ниже указаны типы линий передач и источники, в которых описываются их математические модели:

Microstrip line: **H. A. Atwater**, “Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters”, **Microwave Journal**, pp. 109-115, November 1989. * Копланарный волновод. * Копланарный волновод с земляной плоскостью. **Rectangular waveguide**: S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, “Fields and Waves in Communication Electronics”, Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257. * Коаксиальная линия. 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. * Полосковая линия. * Витая пара.

The screenshot shows the PCB Calculator software interface with the following details:

- Navigation tabs:** Регуляторы, Ширина дорожки, Электрический зазор, **Линия передачи**, СВЧ аттенюатор, Цветовой код, Классы плат.
- Тип линии передачи:**
 - Микрополосковые линии
 - Копланарный волновод
 - Копланарный волновод с земляной плоскостью
 - Прямоугольный волновод
 - Коаксиальная линия
 - Связанная микрополосковая линия
 - Полосковая линия
 - Витая пара
- Параметры подложки:**
 - Eg: 4,6
 - TanD: 0,02
 - Rho: 1,72e-08
 - H: 0,2 мм
 - a: 0,2 мм
 - T: 0,035 мм
 - ми отн. пров.: 1
- Физические параметры:**
 - W: 0,2 мм
 - L: 50 мм
- Электрические параметры:**
 - Z0: 50 Ом
 - Ang I: 0 рад
- Параметры компонента:**
 - Частота: 1 ГГц
- Результаты:**
 - EgEff:
 - Потери в проводнике:
 - Потери в диэлектрике:
 - Глубина проникновения:

2.5 СВЧ аттенюатор

С помощью СВЧ калькулятора можно вычислить необходимое сопротивление резисторов для различных типов аттенюаторов:

- П-образный
- Т-образный
- Т-образный мост
- Резистивный разветвитель

Чтобы воспользоваться этим инструментом, сначала выберите тип аттенюатора, а затем введите желаемое ослабление (в дБ) и входной/выходной импеданс (в омах).

PCB Calculator

Регуляторы | Ширина дорожки | Электрический зазор | Линия передачи | СВЧ аттенуатор | Цветовой код | Классы плат

Аттенуаторы:

П-образный

Т-образный

Т-образный мост

Резистивный разветвитель

Параметры:

Ослабление: дБ

Z_{in}: Ом

Z_{out}: Ом

Рассчитать

Значения:

R1: Ом

R2: Ом

R3: Ом

Сообщения:

Формула

Z_{in} desired input impedance in Ω

Z_{out} desired output impedance in Ω

$Z_{in} = Z_{out}$

Attenuation is 6dB

Splitted attenuator

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

2.6 Цветовой код

Этот калькулятор поможет перевести цветовой код резисторов и определить их номинал. Чтобы воспользоваться им, сперва укажите *точность* резистора: 10%, 5%, равно или меньше 2%. Например:

- Жёлтый Фиолетовый Красный Золотой: $47 \times 100 \text{ } 5\% = 4700 \text{ Ом } \pm 5\%$
- 1кОм, точность 1%: Коричневый Чёрный Чёрный Коричневый Коричневый

PCB Calculator

Регуляторы | Ширина дорожки | Электрический зазор | Линия передачи | СВЧ аттенуатор | Цветовой код | Классы плат

	1-я полоска	2-я полоска	3-я полоска	4-я полоска	Множитель	Точность
Black	0	0	0	0	$\times 1$	
Brown	1	1	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Red	2	2	2	2	$\times 100$	$\pm 2\%$
Orange	3	3	3	3	$\times 1k$	
Yellow	4	4	4	4	$\times 10k$	
Green	5	5	5	5	$\times 100k$	$\pm 0.5\%$
Blue	6	6	6	6	$\times 1M$	$\pm 0.25\%$
Violet	7	7	7	7	$\times 10M$	$\pm 0.10\%$
Grey	8	8	8	8	$\times 100M$	$\pm 0.05\%$
White	9	9	9	9	$\times 1G$	
Gold					$\times 0.1$	$\pm 5\%$
Silver					$\times 0.01$	$\pm 10\%$

Точность

10% / 5%

$\leq 2\%$

2.7 Классы плат

PCB Calculator

Регуляторы | Ширина дорожки | Электрический зазор | Линия передачи | СВЧ аттенуатор | Цветовой код | Классы плат

мм

Примечание: минимальные значения

	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6
Ширина дорожек	0,8	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Мин. зазор	0,68	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Перех.отв.: (диаметр - сверло)	--	--	0,45	0,34	0,24	0,2
Метал. конт.пл.: (диаметр - сверло)	1,19	0,78	0,6	0,49	0,39	0,35
Неметал. конт.пл.: (диаметр - сверло)	1,57	1,13	0,9	--	--	--