

Условные графические обозначения на принципиальных электрических схемах

1. Резисторы
2. Конденсаторы
3. Катушки индуктивности и трансформаторы
4. Диоды, стабилитроны, светодиоды
5. Транзисторы
6. Переключатели, реле, провода, соединители, антенны
7. Источники питания, лампы, электромоторы
8. Электроакустические устройства: микрофоны, громкоговорители
9. Микросхемы
10. Прочая электроника

Распространённые элементы

Fixed resistor
Резистор постоянный



Potentiometer (variable resistor)
Резистор переменный



Rheostat (variable resistor)
Реостат



Trimmer potentiometer
Резистор подстроечный



Preset (trimmer rheostat)
Реостат подстроечный



Fixed capacitor
Конденсатор постоянной ёмкости



Polarized electrolytic capacitor
Конденсатор электролитический поляризованный



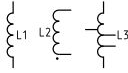
Trimmer capacitor
Конденсатор подстроечный



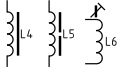
Variable capacitor
Конденсатор переменной ёмкости



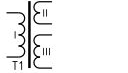
Inductor
Катушка индуктивности



Inductor with core
Катушка индуктивности с магнитопроводом



Transformer
Трансформатор



Diode
Диаод



Diode bridge
Диодный мост



Zener diode
Стабилитрон, стабилатор



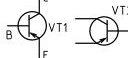
Thyristor, Silicon-controlled rectifier (SCR)
Тиристор, триистор



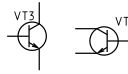
Light-emitting diode (LED)
Светодиод



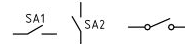
PNP transistor
Транзистор p-n-p



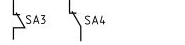
NPN transistor
Транзистор n-p-n



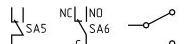
N.O. contact (SPST)
Контакт замыкающий (выключатель)



N.C. contact
Контакт размыкающий



Changeover contact (SPDT)
Контакт переключающий



Reed switch
Геркон



Switch 3P2T (3 pole, 2 throw)
Переключатель 2ПЗН (2 положения, 3 направления)



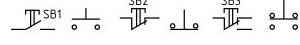
Switch 1P6T
Переключатель 6ПН



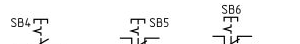
Switch 2P3T with neutral position
Переключатель 3ПЗН с нейтральным положением



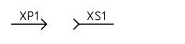
Push-button switches with self-reset
Выключатель и переключатель кнопочные без фиксации



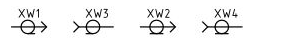
Push-button switches with self-reset
Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом повторным нажатием



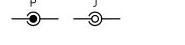
Male and female contacts
Штырь и гнездо разъёмного соединителя



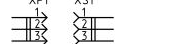
Coaxial cable with male and female contacts
Штырь и гнездо разъёмного соединителя коаксиального



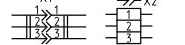
Plug and jack symbols
Обозначения штекера и гнезда



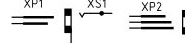
Plug and jack connectors
Вилка и розетка разъёмного соединителя



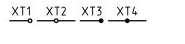
Plug/jack connector
Разъёмный соединитель



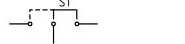
Telephone plug and jack (TS, TRS)
Штекер и гнездо телефонные



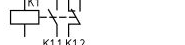
Detachable and permanent joint
Разборное и неразборное соединения



Jumper
Перемычка контактная



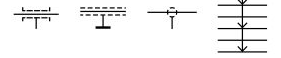
Relay
Реле электромагнитное



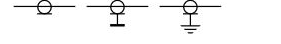
Wires joined
Соединение



Shielded transmission lines
Экранированные линии связи



Coaxial cable
Кабель коаксиальный



Twisted pair
Линия связи, выполненная скрученным проводом



Flexible cable
Линия связи, выполненная гибким проводом



Common wire
Соединение с общим проводом, корпусом



Ground
Заземление



Antenna
Электрическая антенна



Electrochemical cell / rechargeable cell
Элемент гальванический / аккумуляторный



Battery
Батарея элементов



Fuse
Предохранитель



Incandescent light bulb
Лампа накаливания осветительная



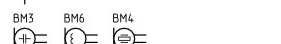
Incandescent signal lamp
Лампа накаливания сигнальная



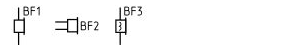
Microphone: 1-2. Common, 3. Condenser, 4. Piezoelectric, 6. Dynamic.



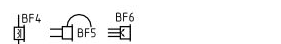
Микрофон: 1-2. Общий символ, 3. Конденсаторный, 4. Пьезоэлектрический, 6. Динамический.



Earphone: 1-2. Common, 3. Dynamic, 4. Magnetic, 5. Headphone, 6. Stereo



Телефон: 1-2. Общий символ, 3. Динамический, 4. Электромагнитный, 5. Головной телефон, 6. Стерео



Speaker
Головка громкоговорителя



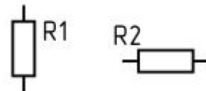
Integrated circuit voltage regulator
Микросхемный стабилизатор напряжения



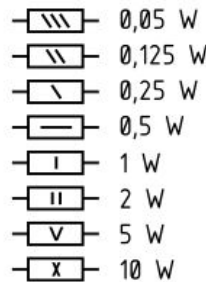
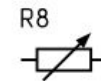
Резистор

- -

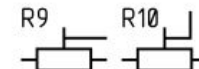
Fixed resistor
Резистор постоянный



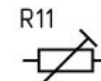
Rheostat (variable resistor)
Реостат



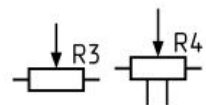
Trimmer potentiometer
Резистор подстроечный



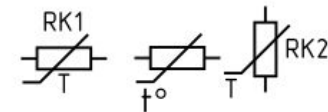
Preset (trimmer rheostat)
Реостат подстроечный



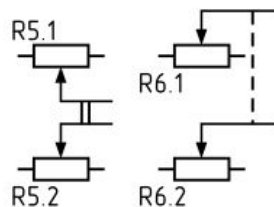
Potentiometer (variable resistor)
Резистор переменный



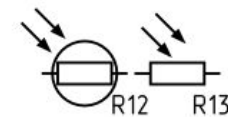
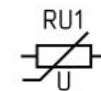
Varistor
Варистор



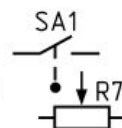
Ganged potentiometer
Резистор переменный сдвоенный



Photoresistor (Light-dependent resistor)
Фоторезистор



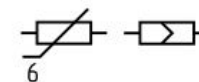
Potentiometer switch
Резистор переменный с замыкающим контактом



Linear resistor
Линейный резистор



Strain gauge
Тензорезистор



Memristor
Мемристор



ЦВЕТОВАЯ МАРКИРОВКА РЕЗИСТОРОВ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		ЧЕРНЫЙ							
1		КОРИЧНЕВЫЙ							
2		КРАСНЫЙ							
3		ОРАНЖЕВЫЙ							
4		ЖЕЛТЫЙ							
5		ЗЕЛЕНЫЙ							
6		СИНИЙ							
7		ФИОЛЕТОВЫЙ							
8		СЕРЫЙ							
9		БЕЛЫЙ							
±5%				ЗОЛОТОЙ					
±10%				СЕРЕБРЯН.					
Цветовой код									

Коричневый $\pm 1\%$
Красный $\pm 2\%$
Золотой $\pm 5\%$
Серебрянный $\pm 10\%$ *

27K пример

0	0	X1	
1	1	X10	
2	2	X100	
3	3	X1000	
4	4	X10000	
5	5	X100000	
6	6	X1000000	
7	7	$\div 10$	Золот.
8	8	$\div 100$	Сереб.
9	9		

4 полосы

Коричневый $\pm 1\%$
 Красный $\pm 2\%$
 Золотой $\pm 5\%$ *
 Серебрянный $\pm 10\%$ *

15K пример

0 0 x1

1	1	1	x10
2	2	2	x100
3	3	3	x1000
4	4	4	x10000
5	5	5	÷10 Золот.
6	6	6	÷100 Сереб.
7	7	7	
8	8	8	
9	9	9	

5 полос

Кодовая маркировка отечественных резисторов

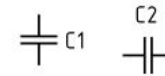
НОМИНАЛ [Ом]		ДОПУСК [%]	
Базовое значение из рядов			
E3		E = ±0.001	
E6		L = ±0.002	
E12		R = ±0.005	
E24		P = ±0.01	
E48		U = ±0.02	
E96		A = 0.05	
E192		B = ±0.1	
Множитель как десятичная запятая		C = ±0.25	
R(E) = 1		D = ±0.5	
K(K) = 10 ³		F = ±1	
M(M) = 10 ⁶		G = ±2	
G(Г) = 10 ⁹		J = ±5	
T(T) = 10 ¹²		K = ±10	
		M = ±20	
		N = ±30	



R33M	или	E33M	= 0.33 Ом ±20%
4R7E	или	4E7E	= 4.7 Ом ±1%
330RG	или	K33G	= 330 Ом ±2%
110KD	или	M11D	= 110 кОм ±0.5%
220MN	или	G22N	= 220 МОм ±30%
1M1M			= 1.1 МОм ±30%
12GK			= 12 ГОм ±10%

Конденсатор

Fixed capacitor
Конденсатор постоянной ёмкости



Polarized electrolytic capacitor
Конденсатор электролитический поляризованный



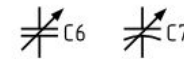
Non-polarized electrolytic capacitor
Конденсатор электролитический неполяризованный



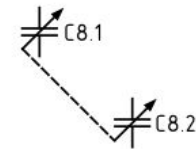
Trimmer capacitor
Конденсатор подстроечный



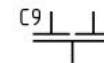
Variable capacitor
Конденсатор переменной ёмкости



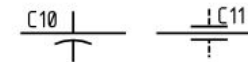
Ganged capacitors
Сдвоенный конденсатор переменной ёмкости



Multiple capacitor
Конденсатор двухсекционный



Feedthrough capacitor
Конденсатор проходной



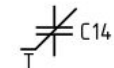
Reference capacitor
Конденсатор опорный



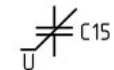
Differential capacitor
Конденсатор двухстаторный (дифференциальный)



Thermal capacitor
Термоконденсатор



Varicap
Варикап (вариконд, варактор)



Простейший конденсатор – это две металлических пластинки и воздух между ними. Вместо воздуха может быть фарфор, слюда или другой материал, который не проводит ток. Если резистор пропускает постоянный ток, то через конденсатор он не проходит. А переменный ток через конденсатор проходит. Благодаря такому свойству конденсатор ставят там, где надо отделить постоянный ток от переменного.



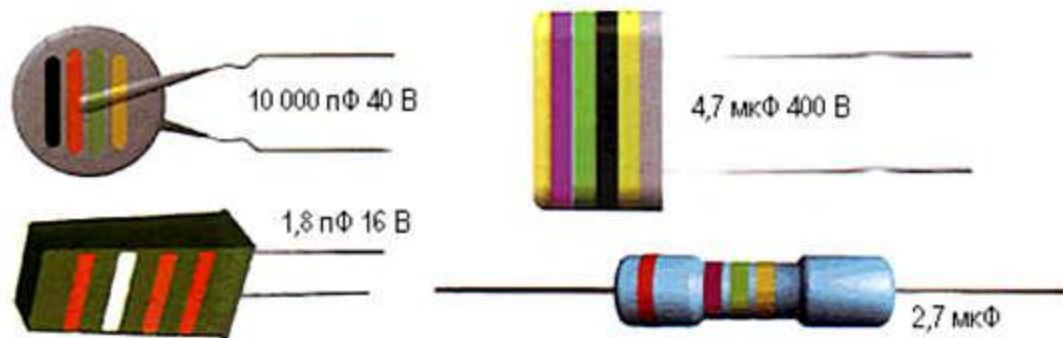
Определить емкость можно при помощи следующей таблицы.

Возможные варианты цветовой маркировки конденсаторов						
Метки	1	2	3	4	5	6
3 метки*	1-я цифра	2-я цифра	Множитель			
4 метки	1-я цифра	2-я цифра	Множитель	Допуск		
4 метки	1-я цифра	2-я цифра	Множитель	Напряжение		
4 метки	1 и 2-я цифры	Множитель	Допуск	Напряжение		
5 меток	1-я цифра	2-я цифра	Множитель	Допуск	Напряжение	
5 меток**	1-я цифра	2-я цифра	Множитель	Допуск	ТКЕ	
6 меток	1-я цифра	2-я цифра	3-я цифра	Множитель	Допуск	ТКЕ

* допуск 20%. возможно сочетание двух колец и точки, указывающей на множитель.

** цвет корпуса указывает на значение рабочего напряжения.

Некоторые примеры цветовой маркировки постоянных конденсаторов



Маркировка конденсаторов 3 цифрами

Код	Пикофарады (пФ; pF)	Нанофарады (нФ; nF)	Микрофарады (мкФ; μF)
109	1,0	0,001	0,000001
159	1,5	0,0015	0,000001
229	2,2	0,0022	0,000001
339	3,3	0,0033	0,000001
479	4,7	0,0047	0,000001
689	6,8	0,0068	0,000001
100*	10	0,01	0,000001
150	15	0,015	0,000015
220	22	0,022	0,000022
330	33	0,033	0,000033
470	47	0,047	0,000047
680	68	0,068	0,000068
101	100	0,1	0,0001
151	150	0,15	0,00015
221	220	0,22	0,00022
331	330	0,33	0,00033
471	470	0,47	0,00047
681	680	0,68	0,00068
102	1000	1,0	0,001

(в таблице ошибка, должно быть: 100 – 10
пикофарад – 0,01 нанофарада - 0,00001 мкф(!))

152	1500	1,5	0,0015
222	2200	2,2	0,0022
332	3300	3,3	0,0033
472	4700	4,7	0,0047
682	6800	6,8	0,0068
103	10000	10	0,01
153	15000	15	0,015
223	22000	22	0,022
333	33000	33	0,033
473	47000	47	0,047
683	68000	68	0,068
104	100000	100	0,1

154	150000	150	0,15
224	220000	220	0,22
334	330000	330	0,33
474	470000	470	0,47
684	680000	680	0,68
105	1000000	1000	1,0

* иногда последний ноль не указывают.

При кодировании четырехзначным числом последняя цифра так же указывает количество нулей, а первые три — емкость в пикофарадах (pF):

Маркировка конденсаторов 4 цифрами

Код	Пикофарады (пФ; pF)	Нанофарады (нФ; nF)	Микрофарады (мкФ; μF)
1622	16200	16,2	0,0162
4753	475000	475	0,475

Некоторые примеры цифровой маркировки конденсаторов

222	104	n22	μ47	15	68	4n7	1R5
2.2nF	100nF	220pF	470nF	15pF	68pF	4.7nF	1.5mF

.33	.1	103K	223M	220n	56p	4p7	682M
330nF	100nF	10nF ±%10	22nF ±%20	220nF	56pF	4.7pF	6.8nF ±%20

Электролитические конденсаторы.

Сегодня чаще всего можно услышать название **оксидные конденсаторы**, т.к. в них используется оксидный диэлектрик. Такие конденсаторы выпускают большой емкости – от 0,5 до 10000 мкф. **Оксидные конденсаторы полярны**, поэтому на принципиальных схемах для них указывают не только емкость, но и знак " + " (плюс), а на самом конденсаторе: в зарубежном варианте нанесен знак " - ", в отечественном устаревшем – " + " .





Расшифровка маркировки конденсаторов CBB60

Серия конденсатора

C – конденсатор
B – диэлектрик (неполярная органическая пленка)
B – материал диэлектрика (полипропилен)
60 – пластиковый корпус

Номинальная ёмкость

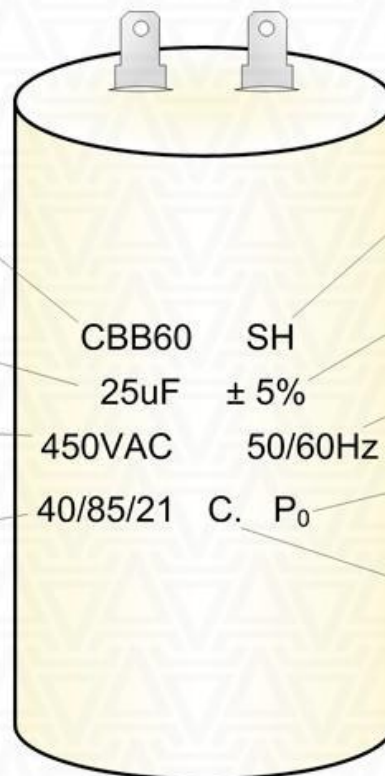
1 - 150 мкФ

Номинальное напряжение (~)

450VAC
630VAC

Климатическое исполнение

40 – Минимальная допустимая температура: -40°C
85 – Максимальная допустимая температура: +85°C
21 – Испытание нагреванием во влажной среде
на протяжении 21 дня



Самовосстанавливающийся

SH – Self-healing

Допустимое отклонение ёмкости

± 5%

Рабочая частота

50/60 Hz

Класс защиты

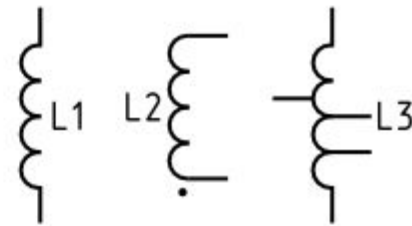
P₀ – без защиты
P₁ – безопасность обеспечивается внешними
средствами (предохранителем)
P₂ – со встроенными средствами безопасности

Ресурс

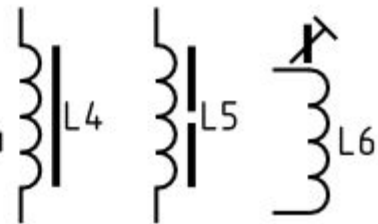
A. – 30 000 часов
B. – 10 000 часов
C. – 3 000 часов
D. – 1 000 часов

Катушки ИНДУКТИВНОСТИ

Inductor
Катушка индуктивности



Inductor with core
Катушка индуктивности с магнитопроводом

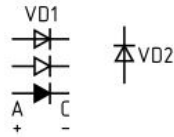


Transformer
Трансформатор

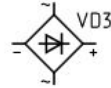


Диод

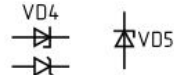
Diode
Диод



Diode bridge
Диодный мост



Zener diode
Стабилитрон, стабистор



Double-anode Zener diode
Стабилитрон двуханодный



Schottky diode
Диод Шоттки



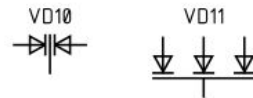
Suppressor diode
Диод ограничительный



Varicap
Варикап (вариконд, варактор)



Varicap matrix
Варикапная матрица



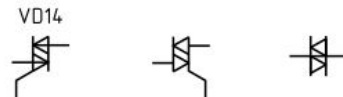
Shockley diode
Динистор



Thyristor, Silicon-controlled rectifier (SCR)
Тиристор, триностор



TRIAC
Симистор (триак)



Varistor, DIAC
Варистор



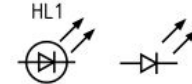
Backward diode
Диод обращенный



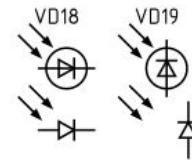
Tunnel diode
Диод туннельный



Light-emitting diode (LED)
Светодиод



Photodiode
Фотодиод



Step recovery diode
Диод с накоплением заряда



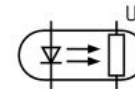
PIN diode
PIN-диод



SIDAC
Диод кремниевый переменного тока



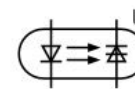
Resistive opto-isolator
Оптрон резисторный



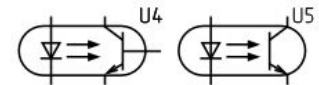
Diode opto-isolator
Оптрон диодный



SCR opto-isolator
Оптрон тиристорный

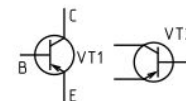


Transistor opto-isolator
Оптрон транзисторный

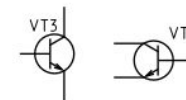


Транзисто

PNP transistor
Транзистор p-n-p



NPN transistor
Транзистор n-p-n



Unijunction transistor with "N" type base
Однопереходный транзистор с базой n-мупа



Unijunction transistor with "P" type base
Однопереходный транзистор с базой p-мупа



Unijunction transistor with "N" channel gate
Однопереходный транзистор с затвором n-мупа



Unijunction transistor with "P" channel gate
Однопереходный транзистор с затвором p-мупа



Field Effect Transistor (FET) with "N" channel
Транзистор полевой с n-каналом



Field Effect Transistor (FET) with "P" channel
Транзистор полевой с p-каналом



Field Effect Transistor (FET) with "N" channel insulated gate
Транзистор полевой с изолированным затвором и n-каналом



Field Effect Transistor (FET) with "P" channel insulated gate
Транзистор полевой с изолированным затвором и p-каналом



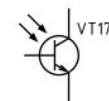
Field Effect Transistor (FET) with two "N" channel insulated gate
Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом



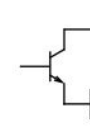
Field Effect Transistor (FET) with two "P" channel insulated gate
Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и p-каналом



Phototransistor
Фототранзистор

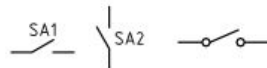


Darlington transistor
Составной транзистор

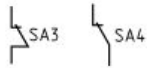


Переключатели, реле, провода, соединители, антенны

N.O. contact (SPST)
Контакт замыкающий (выключатель)



N.C. contact
Контакт размыкающий



Changeover contact (SPDT)
Контакт переключающий



Reed switch
Геркон



Switch 3P2T (3 pole, 2 throw)
Переключатель 2ПЗН (2 положения, 3 направления)



Switch 1P6T
Переключатель 6П1Н



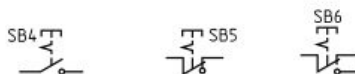
Switch 2P3T with neutral position
Переключатель 3П2Н с нейтральным положением



Push-button switches with self-reset
Выключатель и переключатель кнопочные без фиксации



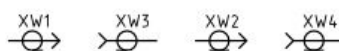
Push-button switches with self-reset
Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом повторным нажатием



Male and female contacts
Штырь и гнездо разъёмного соединителя



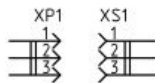
Coaxial cable with male and female contacts
Штырь и гнездо разъёмного соединителя коаксиального



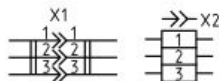
Plug and jack symbols
Обозначения штекера и гнезда



Plug and jack connectors
Вилка и розетка разъёмного соединителя



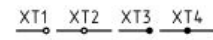
Plug/jack connector
Разъёмный соединитель



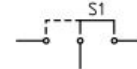
Telephone plug and jack (TS, TRS)
Штексель и гнездо телефонные



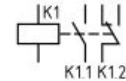
Detachable and permanent joint
Разборное и неразборное соединения



Jumper
Перемычка контактная



Relay
Реле электромагнитное



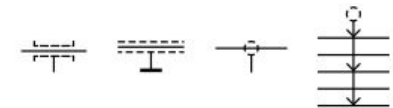
Polarized relay
Реле поляризованное



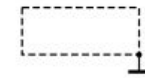
Wires joined
Соединение



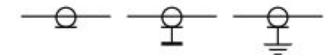
Shielded transmission lines
Экранированные линии связи



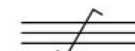
Shielded circuit
Экран группы элементов



Coaxial cable
Кабель коаксиальный



Twisted pair
Линия связи, выполненная скрученным проводом



Flexible cable
Линия связи, выполненная гибким проводом



Common wire
Соединение с общим проводом, корпусом



Ground
Заземление



Antenna
Электрическая антенна



Magnetic antenna
Магнитная антенна



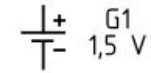
Loop antenna
Рамочная антенна



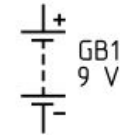
Источники и

потребители

Electrochemical cell / rechargeable cell
Элемент гальванический / аккумуляторный



Battery
Батарея элементов



Thermocouple
Термопара



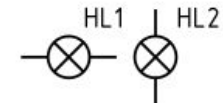
Fuse
Предохранитель



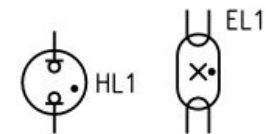
Incandescent light bulb
Лампа накаливания осветительная



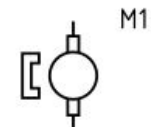
Incandescent signal lamp
Лампа накаливания сигнальная



Neon and gas-discharge lamp
Лампа тлеющего разряда и газоразрядная лампа



DC commutator motor
Коллекторный электродвигатель постоянного тока



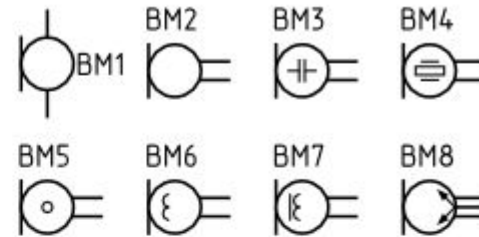
Induction motor
Электродвигатель асинхронный



Электроакустические устройства

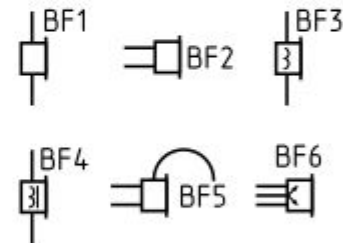
Microphone: 1-2. Common. 3. Condenser. 4. Piezoelectric.
5. Carbon. 6. Dynamic. 7. Magnetic. 8. Stereo

Микрофон: 1-2. Общий символ. 3. Конденсаторный.
4. Пьезоэлектрический. 5. Угольный. 6. Динамический.
7. Электромагнитный. 8. Стерео.

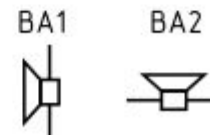


Earphone: 1-2. Common. 3. Dynamic.
4. Magnetic. 5. Headphone. 6. Stereo

Телефон: 1-2. Общий символ.
3. Динамический. 4. Электромагнитный.
5. Головной телефон. 6. Стерео

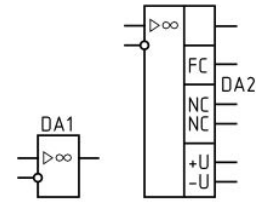


Speaker
Головка громкоговорителя

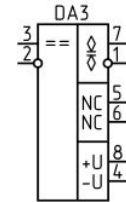


Микросхемы, логические элем

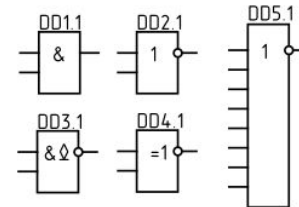
Operational amplifier
Усилитель операционный



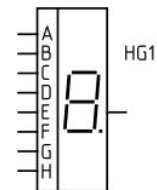
Comparator
Компаратор



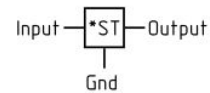
Logic gate
Элементы логические



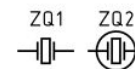
Seven-segment display
Индикатор цифровой



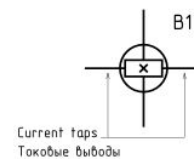
Integrated circuit voltage regulator
Микросхемный стабилизатор напряжения



Crystal oscillator
Кварцевый резонатор



Hall sensor
Датчик Холла



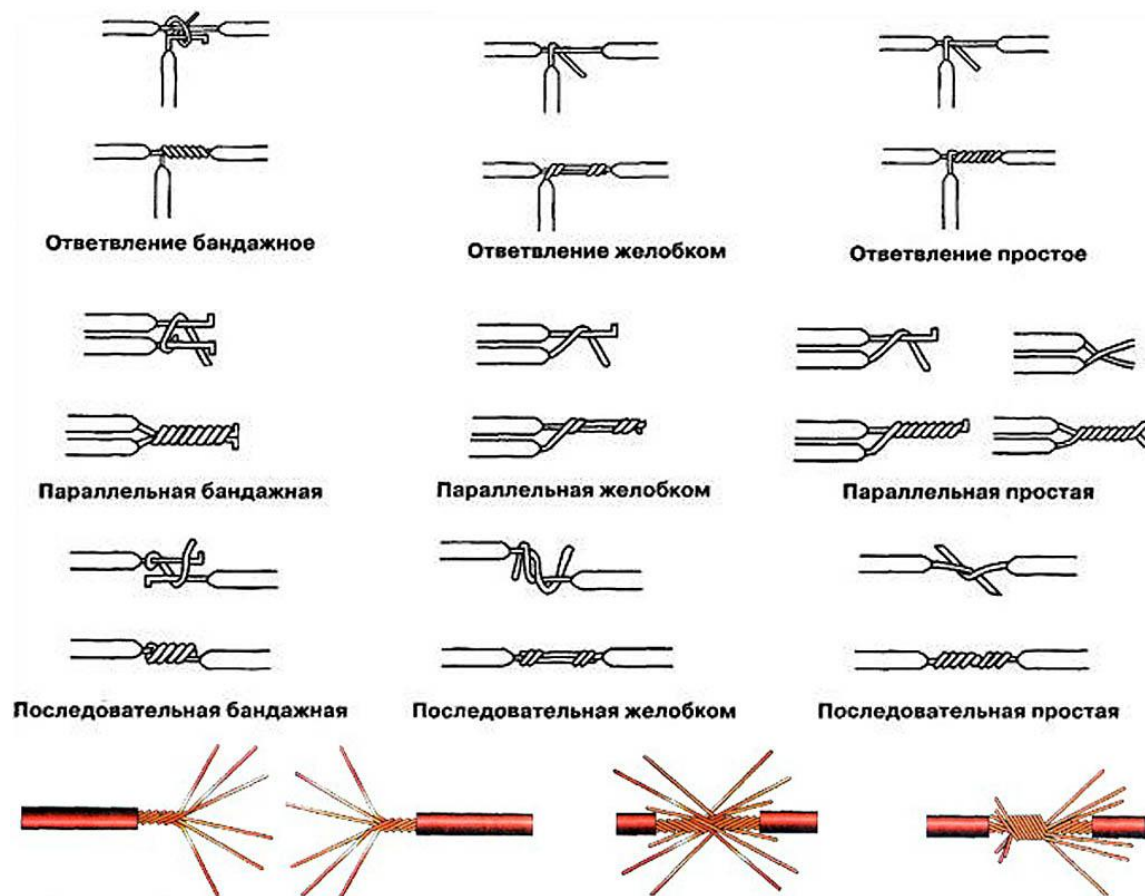
ОСНОВЫ ПАЙКИ

Чем и как лудить/паять?



Если не предполагается работ с микрочипами (телефоны, планшеты, компьютеры) и пайки стали толщиной более 0,5-0,6 мм, можно обойтись комплектом из паяльников на 25 Вт (поз. 3а) и 60-65 Вт, поз. 3 б. Вдруг возникнет необходимость паять металлопрофили с толщиной стенок до 3-4 мм и/или толстый стальной лист, потребуется радиаторный паяльник-«топор» на 300-400 Вт, поз. 4.

Особенности пайки проводов



Прежде чем паять провода, их нужно правильно скрутить. Основные виды скруток проводов для пайки показаны на рис. У каждого из них свое предназначение: Бандажными скрутками соединяют жесткие (толстые одножильные) токоведущие провода, т.е. по которым передается электрическая мощность. Особенно – провода наружные. Бандажное соединение обеспечивает достаточный электрический контакт даже при некропае или перегреве окислившегося спая. Желобковые скрутки делают на проводах в легкоплавкой изоляции (простой ПВХ, полиэтилен), когда необходимо полное растекание припоя при минимальном прогреве. Греют желобковые скрутки только по желобку. Простыми скрутками можно соединять как одножильные, так и многожильные только что зачищенные от изоляции (блестящие) провода. Простая последовательная скрутка, т. наз. прямая британская, или просто британка, применима для соединения токоведущих проводов гибких кабелей сечением до 1,4 кв. мм, не испытывающих регулярных больших механических нагрузок, напр. электрических удлинителей или времянок.

Марки мягких припоев и флюсов для пайки паяльником

Для пайки паяльником применяется припой, а чтобы припой хорошо растекался по поверхности соединяемых пайкой деталей, используют вещество, которое называется флюс.

Марки мягких припоев для пайки паяльником

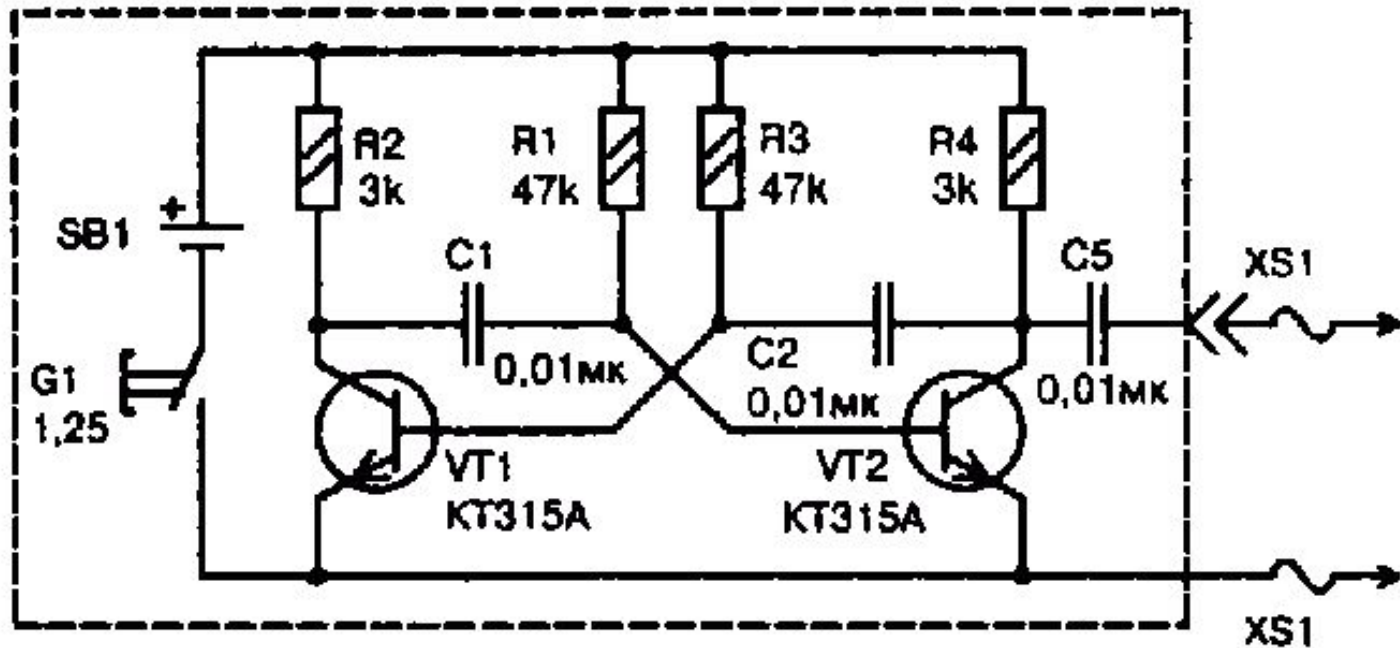
Основным компонентом при пайке электрическим паяльником является оловянно-свинцовый припой. Он выпускается в виде проволоки или трубки разных диаметров. Трубчатый припой внутри заполняется канифолью. Такой припой очень удобен при работе, так как не требует дополнительного брать на жало паяльника флюс.

Флюс для пайки паяльником

Флюс это вспомогательное вещество, необходимое для освобождения поверхностей спаиваемых деталей от окислов и лучшему растеканию припоя по поверхности металла при пайке. Без применения флюса выполнить паяльником качественную пайку практически не возможно.

При приготовлении наиболее популярных флюсов для пайки электрическим паяльником, применяется канифоль. Ее получают из древесины деревьев хвойных пород, в основном сосны. При температуре около 50°C канифоль размягчается, а при 250°C начинает кипеть.

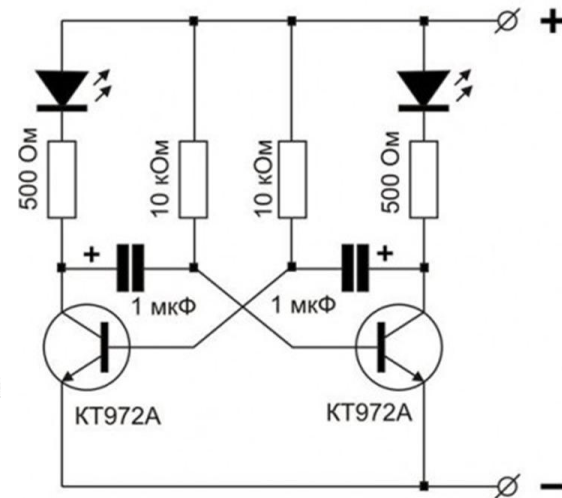
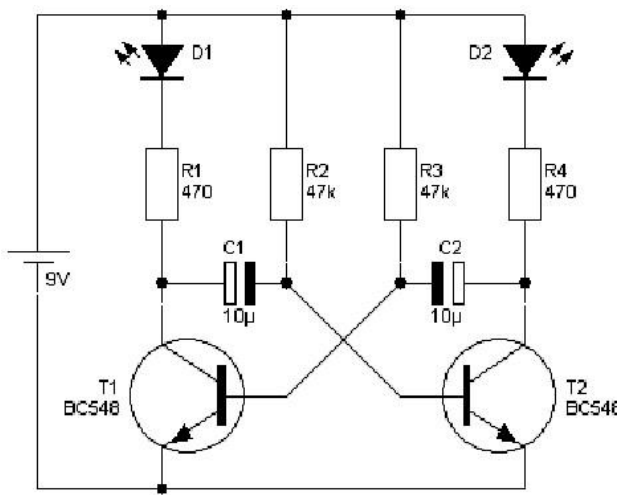
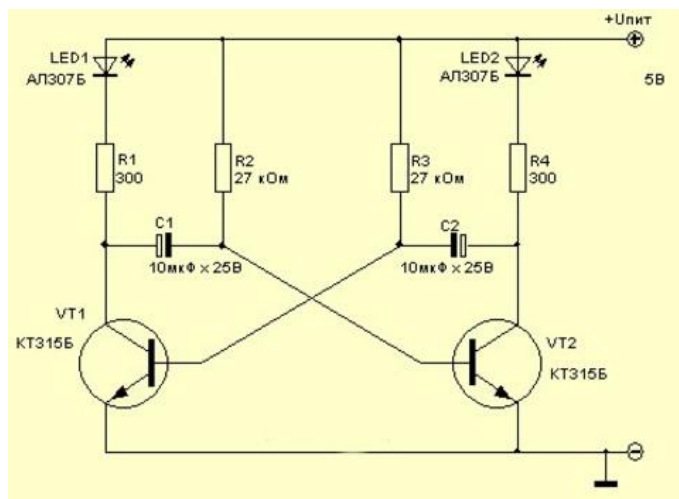
Принципиальная схема, принципиальная электрическая схема — графическое изображение (модель), служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм) связей между элементами **электрического** устройства

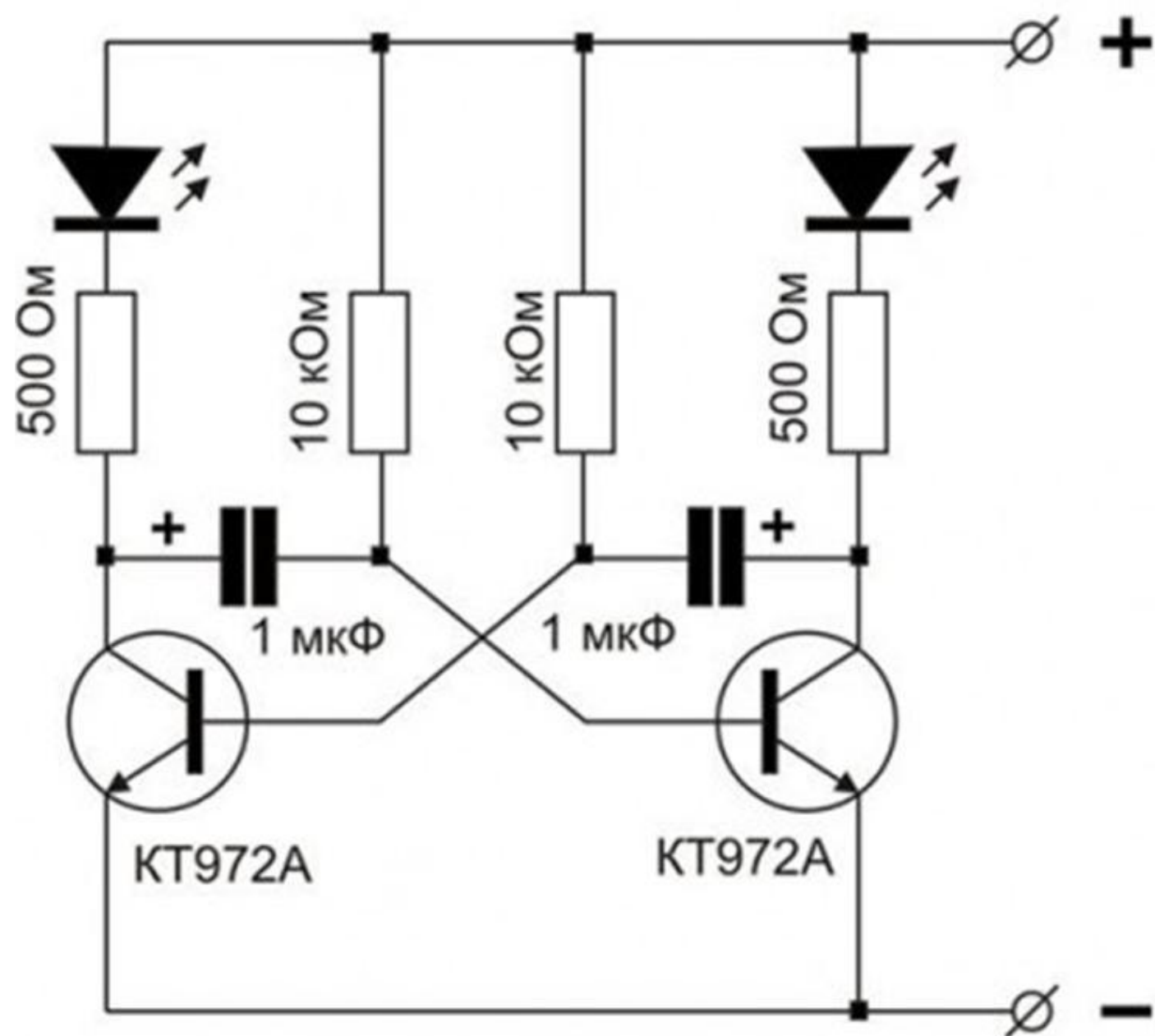


Мультивибраторы

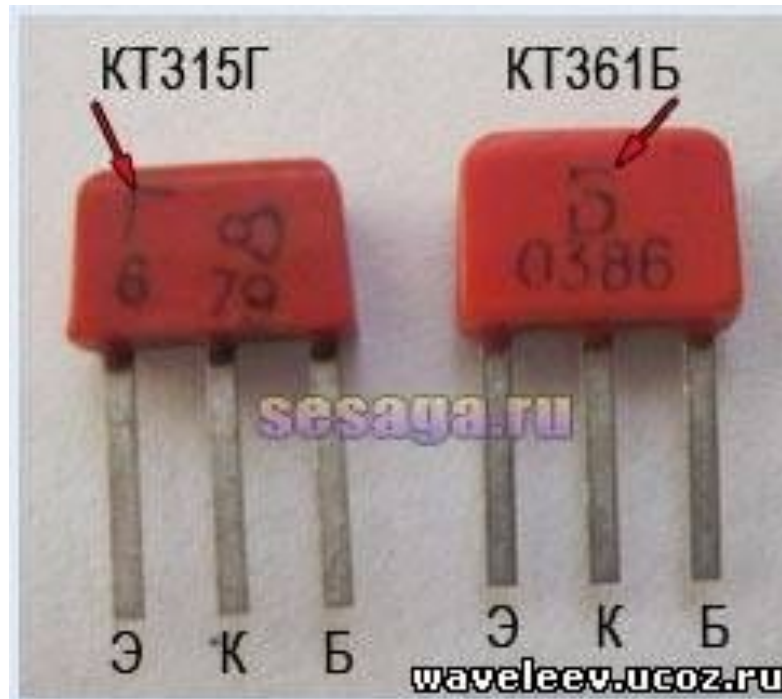
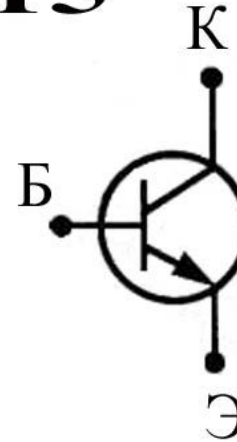
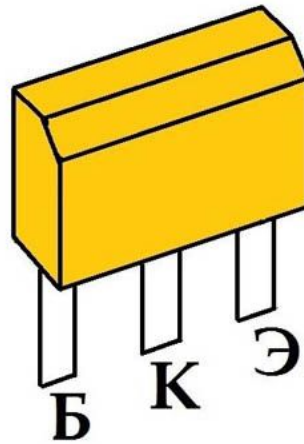
Мультивибратор — [релаксационный](#) — релаксационный [генератор](#) — релаксационный генератор электрических практически [прямоугольных колебаний](#) — релаксационный генератор электрических практически прямоугольных колебаний с короткими [фронтами](#). Название *мультивибратор* предложил голландский физик [ван дер Поль](#) предложил голландский физик ван дер Поль, и отражает тот факт, что в [спектре](#) предложил голландский физик ван дер Поль, и отражает тот факт, что в спектрепрямоугольных колебаний мультивибратора присутствует множество [высших гармоник](#) предложил голландский физик ван дер Поль, и отражает тот факт, что в спектрепрямоугольных колебаний мультивибратора присутствует множество высших гармоник — в отличие от генератора синусоидальных колебаний («моновибратора»). Впервые мультивибратор был описан [Икклзом](#) предложил голландский физик ван дер Поль, и отражает тот факт, что в спектрепрямоугольных колебаний мультивибратора присутствует множество высших гармоник — в отличие от генератора синусоидальных колебаний («моновибратора»). Впервые мультивибратор был описан Икклзом и [Джорданом](#) в 1918 году.

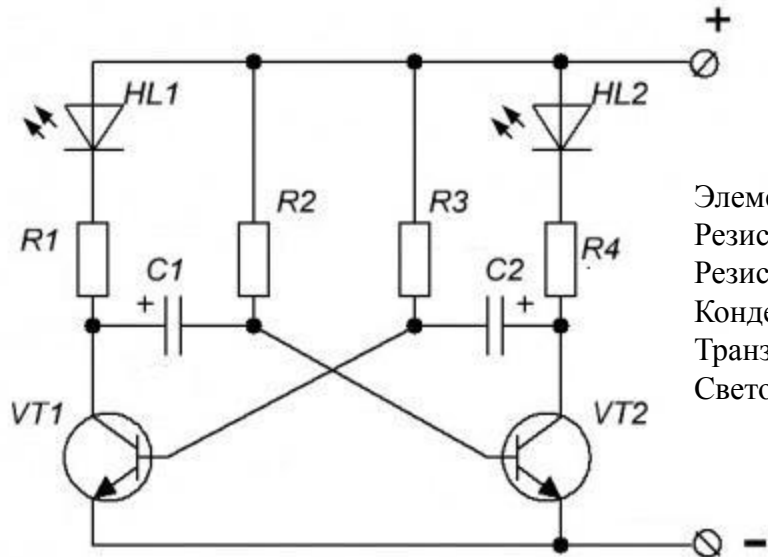
Мультивибратор является одним из самых распространённых генераторов импульсов прямоугольной формы, используемый в электронике и радиотехнике. Обычно представляет собой двухкаскадный резистивный [усилитель](#) Мультивибратор является одним из самых распространённых генераторов импульсов прямоугольной формы, используемый в электронике и радиотехнике. Обычно представляет собой двухкаскадный резистивный усилитель, охваченный глубокой [положительной обратной связью](#).





КТ315





Элементная база:

Резисторы R1, R4 – 500 Ом;

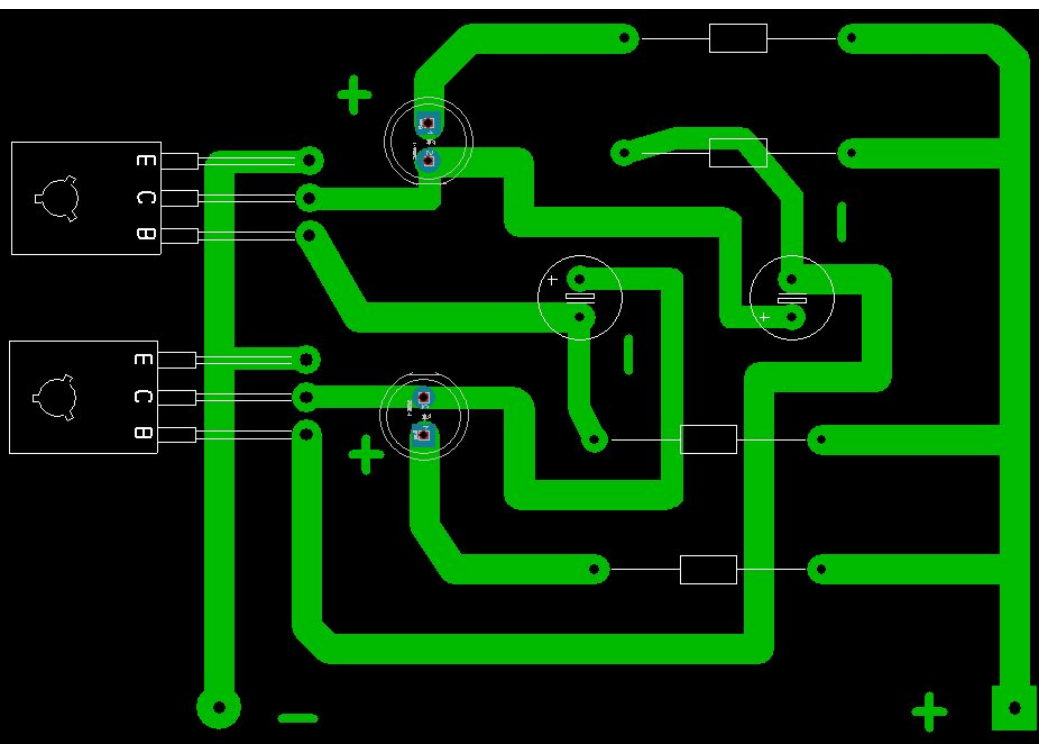
Резисторы R2, R3 – 10 кОм;

Конденсаторы C1, C2 – 47мкФ;

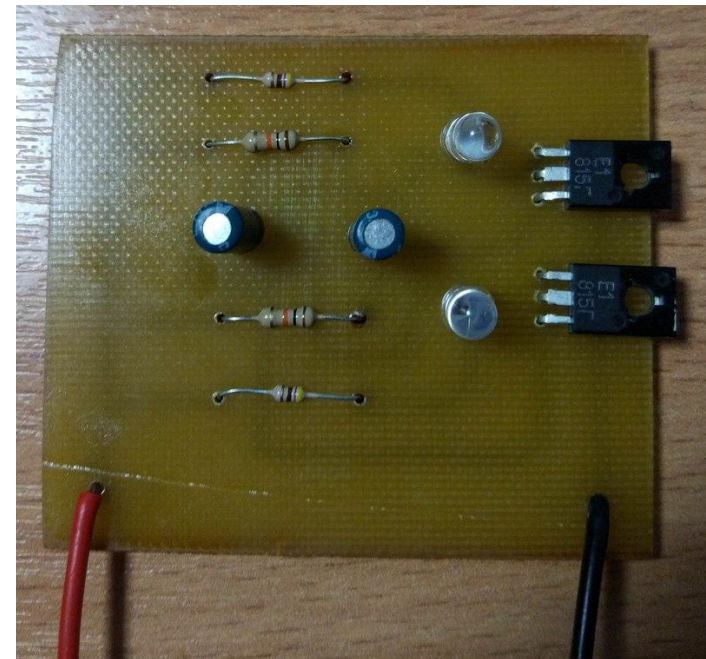
Транзисторы VT1, VT2 –КТ815;

Светодиоды HL1 и HL2.

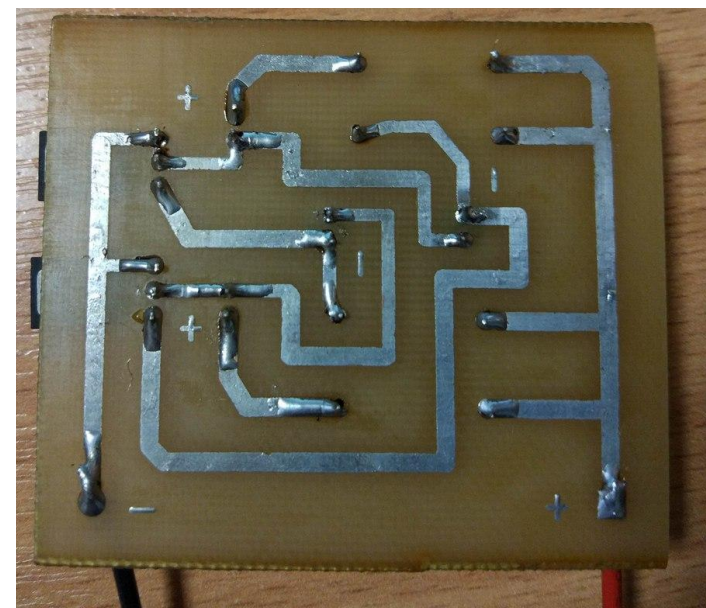
Печатная плата, выполненная в программе Sprint-Layout 5.0:



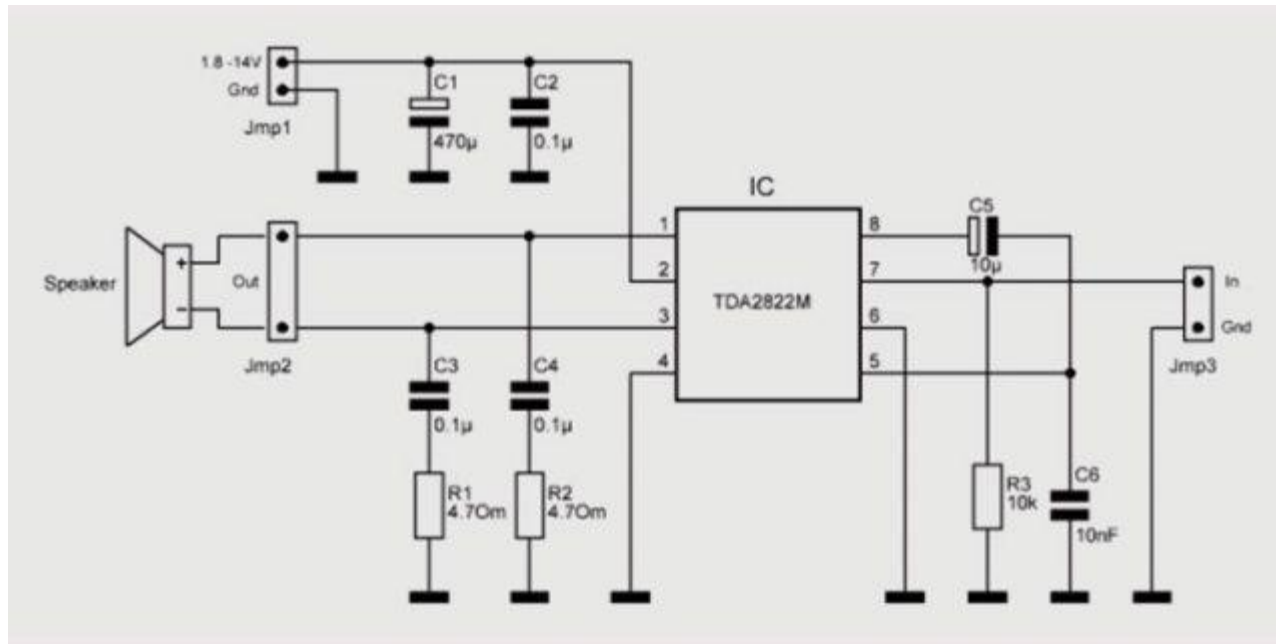
Фото, вид сверху:



Фото, вид снизу:



Усилитель звука для ноутбука



Для сборки усилителя вам потребуются:

Печатная плата.

Микросхема TDA 7231.

Блок питания на 9 вольт.

Корпус для размещения компонентов.

Конденсатор неполярный 0,1 мкФ — 2 штуки.

Конденсатор полярный 100 мкФ — 1 штука.

Конденсатор полярный 220 мкФ — 1 штука.

Конденсатор полярный 470 мкФ — 1 штука.

Резистор постоянный 10 Ком — 1 штука.

Резистор постоянный 4,7 Ом — 1 штука.

Выключатель двухпозиционный — 1 штука.

Гнездо для входа на громкоговоритель — 1 штука.

