

# Резисторы

Единая структура условных обозначений резисторов за рубежом отсутствует. Она произвольно устанавливается фирмами-изготовителями. В основу обозначения постоянных резисторов положен буквенно-цифровой (или цифровой) код, которым обозначают тип, значения основных параметров (номинальная мощность, ТКС, номинальное сопротивление, допустимое отклонение) и вид упаковки.

Для примера рассмотрим условное обозначение постоянных резисторов фирмы **Stackpole Electronics, Inc. (SEI)** :

*RC 1/4 2.2K 10% A*

ПЕРВЫЙ ЭЛЕМЕНТ - тип (класс) резистора:

RC - Carbon Composition – композитные,

LVM - Ceramic Housed Vertical Mount, Low resistance - мощные керамические низкоомные,

CF, CFM, HDM -Carbon Film- -углеродистые пленочные,

MPR, RNF - Metal film precision Resistor -металлопленочные прецизионные,

MR - Current Sense, Wirewound – для датчиков тока,

KAL - Aluminum Housed Surface Mount Resistors - мощные проволочные в Al кожухе,

TR - TO-220 Power Resistors - мощные толстопленочные,

RMC, RMCF, RHC - Chip Resistor - бескорпусные (кристаллы),

ВТОРОЙ ЭЛЕМЕНТ – код, может указывать номинальную мощность и/или размер

Обозначение номинального сопротивления, в зависимости от типа резистора, может быть представлено:

- кодом из четырех (или трех) цифр, в котором первые три (или две) являются значащими, а последняя обозначает число последующих нулей;
- кодом в соответствии с Публикацией МЭК № 62;
- цветовым кодом в соответствии с Публикацией МЭК № 63.

## Краткое описание основных типов

*Carbon composite* - композитный - представляет собой углеродистый стержень или трубку с подпаянными выводами. Величину сопротивления углеродистого тела определяют композитные добавки. Достоинство - малая индуктивность, поэтому область применения композитных резисторов могут быть схемы подавления выбросов напряжения и импульсные источники питания.

Ценным является также их способность выдерживать кратковременные перегрузки без возгорания.

Главный недостаток - большая внутренняя емкость (порядка 0.2-1пФ), что не позволяет использовать их на частотах выше 5-10 МГц. Высокий ТКС (-200..-2000ppm/K), зависимость от прикладываемого напряжения (300-500ppm/V), большой шум и плохая долговременная стабильность.

*Carbon film* - углеродистый - представляет собой керамическую трубку, на которую напылен углеродистый резистивный слой. Алмазным резцом или лазером слой разделяется на отдельные спирали (до 10), обеспечивая точные значения сопротивления. Емкость около 0.2пФ, но по-прежнему высокий ТКС, нелинейность, шум и плохая стабильность. Популярен из-за дешевизны.

*Металлопленочные* - подобны углеродистым. ТКС ниже (5..100ppm/K), нелинейность порядка 1ppm/V, ниже шум, выше стабильность. Однако заменять углеродистые в импульсных схемах надо с осторожностью.

*Thick film* - толстопленочные - они же керметные (cermet).

Пленка, нанесенная на керамическую подложку, представляет собой смесь окиси металла и стекла (или керамики). Имеет высокие ВЧ характеристики при низких значениях сопротивления. Емкость примерно 0,1-0,3пФ, нелинейность <30ppm/V. Стабильны, выдерживают импульсные перегрузки и высокую температуру. По шумам сравнимы с углеродистыми. Обычно SMD-резисторы - толстопленочные.

*Thin film* - тонкопленочные - на стеклянной или керамической подложке.

Вытравливанием или лазерной подгонкой добиваются очень точного значения сопротивления. ТКС ниже 1ppm/K, нелинейность ниже 0,5ppm/V, высочайшая стабильность. Обычно используются для сверхточных делителей напряжения.

*Металлооксидные* - часто из оксида олова, со спиральной канавкой.

ВЧ характеристики средние, емкость порядка 0,4пФ. ТКС примерно 200ppm/K, нелинейность <10ppm/V, низкий шум. Выдерживают импульсные перегрузки и высокую температуру.

Могут заменять мощные проволочные резисторы, особенно высокоомные.

## Взаимозаменяемость чип-резисторов

	Yageo	Vitrohm	Phycomp	AVX	BC Comp	Kamaya	KOA	Panasonic	Rohm	Vishay dale
1	RC	RGC	RC	CR	DC.	RMC	RM73/ RK73	ERJ	MCR	CR/ CRC
2	0402	512-0	31	5	-	RMC	1E	2GE	1	0402
	0603	513-0	21/22H	10	DCT 0603	1/16	1J	3GS	3	0603
	0805	503-0	11/12H	21	DCU 0805	1/10	2A	6GE	10	0805
	0805	503-0	11/12H	-	DCU 0805	1/8	2A	-	-	0805
	1206	502-0	01/02H	32	DCA 1206	-	2B	8GE	18	1206
	1206	502-0	01/02H	-	DCA 1206	-	2B	8GC	-	1206
	1210	507-0	-	-	-	1/4	2E	14	25	1210
	2010	508-0	-	-	-	1/2	2H	12(1812)	50	2010
	2512	509-0	-	63	-	1	3A	1W	100	2512
3	K ±10%	J ±5%	G ±2%	F ±1%	Tolerance					
4	3-digit code				4-digit code				Nominal	
	103 = 10k, 471 = 470R				1002 = 10k, 1471 = 1k47					
Packing										
5	R	7A	Paper tape	T	PA	TP	TD	V	EZH	RT1
	K	7D	Plastic tape	H	-	TE	TE	U	JZH	RT2
	07	7A	7" Reel		PA	-	-	-	-	-
	10	-	10" Reel	D	-	-	-	-	FHZ	RT3
	13	7Q	13" Reel	S	-	-	-	-	QZH	-
	C	-	Cassette	-	-	-	-	-	PZHI	-
Company Sample P/N    Пример:    Chip resistor    603    1K47    1%										
Yageo RC0603FR-071K47		1	2	3	5	5	4			
Vitrohm 513-0 1K47 1% 7A		1	2	4	3	5				
AVX CR10-1471F-T		1	2	4	3	5				
KOA RK73H1JT1471F		1	-	2	5	4	3			
Panasonic ERJ3ENF1471V		1	2	6	3	4	5			
Rohm MCR3EZH1471		1	2	5	3	4				
Vishay D11 1K47 1% 7"		1	2	4	3	5				
Vishay Dale CRCW06031471FRT1		1	2	4	3	5				

## Взаимозаменяемость чип-резисторов

Series/ Type	Size(Inches)	Panasonic	KOA	ROHM	KAMAYA	YAGEO	VISHAY
Precision Thick Film Chip Resistors	0402	ERJ2RHD*	RK73G1ExxxxD RK73C1ExxxxD	MCR01MZPD*	RGC1/16SCxxxD*	N/ P	CRCW0402xxxxD50*
		ERJ2RKD*	RK73H1ExxxxD	N/E	RGC1/16SKxxxD*	RC0402D*	CRCW0402xxxD100*
		ERJRKF*	RK73H1ExxxxF	MCR01MZSF*	RGC1/16SKxxxF* RMC1/16SKxxxF*	RC0402F*	CRCW0402xxxxF*
	0603	ERJ3RBD* RJ3RED*	RK73G1JxxxxD RK73C1JxxxxD RK73H1JxxxxD	MCR03EZPD*	RGC1/16CxxxD*	RC0603D*	CRCW0603xxxxD50* CECW0603xxxxD100*
		ERJ3EKF*	RK73H1JxxxxF	MCR03EZPF*	RMC1/16KxxxF	RC0603F*	CRCW0603xxxxF*
	0805	ERJ6RBD* ERJ6RED*	RK73G2AxxxxD RK73C2AxxxxD RK73H2AxxxxD	N/E	RGC1/10CxxxD*	RC0805D*	CRCW0805xxxxD50* CRCW0805xxxxD100*
		ERJ6ENF*	RK73H2AxxxxF	MCR10EZHF*	RMC1/10KxxxF*	RC0805F*	CRCW0805xxxxF*
	1206	ERJ8ENF*	RK73H2BxxxxF	MCR18EZHF*	RMC1/8KxxxF*	RC1206F*	CRCW1206xxxxF*
	1210	ERJ14NF*	RK73H2ExxxxF	MCR25EZHF*	RMC1/4KxxxF*	N/	CRCW1210xxxxF*
2010	ERJ12SF*	RK73H2HxxxxF	MCR50EZHF*	RMC1/2KxxxF*	N/	CRCW2010xxxxF*	
Thick Film Chip Resistors	0201	ERJ1GE*	RK73K1H* RK73B1H* RM73B1H*	MCR006*	RMC1/20*	RC0201*	CRCW0201xxx*
	0402	ERJ2GE*	RK73K1E* RK73B1E* RM73B1E*	MCR01*	RMC1/16S*	RC0402*	CRCW0402xxx*
	0603	ERJ3GE*	RK73K1J* RK73B1J* RM73B1J*	MCR03*	RMC1/16*	RC0603*	CRCW0603xxx*
	0805	ERJ6GE*	RK73K2A* RK73B2A* RM73B2A*	MCR10*	RMC1/10*	RC0805*	CRCW0805xxx*
	1206	ERJ8GE*	RK73K2B* RK73B2B* RM73B2B*	MCR18*	RMC1/8*	RC1206*	CRCW1206xxx*
	1210	ERJ14Y*	RK73K2E* RK73B2E* RM73B2E*	MCR25*	RMC1/4*	RC1210*	CRCW1210xxx*
	2010	ERJ12Z*	RK73K2H* RK73B2H* RM73B2H*	MCR50*	RMC1/2*	RC2010*	CRCW2010xxx*
	2512	ERJ1T*	RK73K3A* RK73B3A* RM73B3A*	MCR100*	RMC1*	RC2512*	CRCW2512xxx*
Chip Resistors/ Low Resistance Type	0603	ERJ3BS* ERJ3BQ*	SR73K1J* SR73H1J* SR731J*	N/E	RLC16*	RL0603*	CRCW0603xxxJ*
		ERJ6BS* ERJ6BQ*	SR73K2A* SR73H2A* SR732A*	MCR10EZHJS* MCR10EZHJL*	RLC20*	RL0805*	CRCW0805xxxJ*
	1206	ERJ8BS* ERJ8BQ*	SR73K2B* SR73H2B* SR732B*	MCR18EZHJS* MCR18EZHJL*	RLC32*	RL1206*	CRCW1206xxxJ*
		ERJ14BS* ERJ14BQ*	SR73K2E* SR73H2E* SR732E*	MCR25JZHJS* MCR25JZHJL*	RLC35*	RL1218*	CRCW1210xxxJ*
	2512	ERJ1TS* ERJ1TQ*	SR73K3A* SR73H3A* SR733A*	MCR100JZHJS* MCR100JZHJL*	RLC63*	RC2512*	CRCW2512xxxJ*

## Резисторы фирмы SEI и их аналоги

Series	Description	Package Size	Resistance Range	Tolerance (%)	TCR (ppm/°C)	Vishay	KOA	Yageo	IRC	NIC
RN RNM 	Metal Film	1/8W – 1W	1Ω – 10MΩ	0.1 – 5	±10 to ±100	CMF CCF	MF RNS	MFR	GP RC	NMR
FRN 	Fusing Metal Film	1/4W – 2W	0.22Ω – 10KΩ	5	±350	CMF XX-39	N/A	FRM	WFF	N/A
RS RSM 	Metal Oxide	1/2W – 5W	0.1Ω – 1MΩ	1 – 5	±200	SXA CPF	MO MOS (RSS)	RSF	MO MOM	NMO
ASR SPR 	Anti-Surge	1/4W – 1W	100Ω – 33MΩ	5, 10	+0/-500 +0/-1800	N/A	RCR	N/A	N/A	N/A
RSPF RSPL 	Flameproof Power	1/2W – 3W	0.1Ω – 1MΩ	1, 5	-200/+350	FP	SPR	RSF	MO-S	N/A
MG MGM 	Metal Glaze	1/4W – 3W	100KΩ – 200MΩ	1, 5	±200	VR	N/A	HVR	GC MH	N/A
CF CFM 	Carbon Film	1/8W – 2W	1Ω – 22MΩ	2, 5	±400	N/A	CF	CFR	CF	NCF
HDM 	Moisture Resistant Carbon Film	1/4W – 1/2W	1Ω – 2.2MΩ	1 – 5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RC 	Carbon Composition	1/4W – 1W	1Ω – 20MΩ	5 – 10	N/A	N/A	RC	N/A	IBT	N/A
JW 	Jumper Wire	24 – 20 gauge	3A to 4A max current	N/A	N/A	N/A	JL	JPW	N/A	N/A
CD 	Zero Ohm	1/8W – 1/2W	0.01Ω or less	N/A	N/A	FRJ	Z J	ZOR	Zero ohm	NZO
LC 	Low Profile Thick Film Network	4 – 13 pin configuration	22Ω – 1MΩ	2	±100	CSC	RKL	N/A	CL	N/A
HVD 	High Voltage Ledged Divider	0.5W – 6W	1000:1 100:1	0.1 – 5	±25 to ±200	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
HVR 	High Voltage Ledged Resistor	0.5W – 6W	30MΩ – 100GΩ	0.1 – 20	±25 to ±100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Series	Description	Package Size	Resistance Range	Tolerance (%)	TCR (ppm/°C)	Vishay	KOA	Yageo	IRC	Panasonic
RMC 	General Purpose Thick Film	0201 – 2512	0.1Ω – 22MΩ	1, 5	±100 to ±350	CRCW	RK73B RM73 RK 73Z	9C RC	WCR	ERJ
RMCS 	Sulfur Resistant Thick Film	0201 – 2512	10Ω – 22MΩ	1, 5	±100 to ±200	RCA	N/A	N/A	N/A	ERJ-S
RMCG 	Gold Barrier Sulfur Imprevious	0603 – 1210	10Ω – 1MΩ	1 – 5	±200	N/A	N/A	AR	N/A	N/A
 HMC	High Value Thick Film	0603 – 1206	43MΩ – 10GΩ	5 – 20	±500 to ±1500	CRCW_HR	N/A	N/A	HR	N/A
RHC 	High Power Thick Film	2512 (2W)	0.1Ω – 1MΩ	1, 5	±100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FCR 	Trimmable Thick Film	0603 – 2010	10Ω – 1MΩ	5 – 15	±200	CRCW-TR	RK73N	TR	N/A	N/A
RGC 	Semi-Precision Thick Film	0402 – 1206	3.3Ω – 4.6MΩ	0.5, 1	±50, ±100	CRCW_P	RK73G	RJ	N/A	ERJ_D
RNC 	Precision Thin Film	0201 – 2512	1Ω – 2MΩ	0.01 – 1	±5 to ±200	TNPW PHR	RN73	TF 9T RT	PCF	ERA
RNCS 	Anti Corrosive Tantalum Nitride Replacement	0402 – 2512	25Ω – 1MΩ	0.1 – 0.5	±25 to ±50	PTN	N/A	N/A	PFC	N/A
RNCW 	Wire Bondable Thin Film	0201 – 0603	10Ω – 332KΩ	0.1 – 10	±25 to ±100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RAV 	Convex Resistor Arrays	1/16W – 1/4W	10Ω – 1MΩ	1 – 5	±200	CRA/S	CN_K/N CNZ	YC	WCA	EXB
RAC 	Concave Resistor Arrays	1/16W – 1/4W	10Ω – 1MΩ	1 – 5	±200	CRA/P	CN CNB CND_Y CNZ	TC	N/A	EXB
MAC 	Dual Value Resistor Arrays	1/32W – 1/16W	10Ω – 1MΩ	5	±200 to ±350	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
MLF 	Precision Melf	0204 – 0207	10Ω – 5.1MΩ	0.1 – 5	±25 to ±100	MMA MMB	RN41	MMF	CHP	N/A

## Wirewound Resistors

Series	Description	Package Size	Resistance Range	Tolerance (%)	TCR (ppm/°C)	Vishay	IRC	Ohmite	RCD	Riedon
WW 	Conformal Coated Precision	0.4W – 13W	0.1Ω – 150KΩ	0.1 – 5	±20 to ±90	RS/NS	AS SP20 SPH	40 80	100 RW	UT
WRF 	Conformal Coated	1W – 3W	0.1Ω – 1.2KΩ	5	±200	CW	SPP	N/A	100	UT
MR TMR 	Low Value Molded, MR 2 leads TMR 4 leads	1W – 10W	0.005Ω – 0.5Ω	1 – 5	±40 to ±400	LVR	LOB	10	N/A	MT
MPR 	Flameproof Rectangular Type Metal Plate	3W – 5W	0.005Ω – 0.8Ω	1 – 10	±100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
NSP 	Commercial Grade Ceramic Housed	2W – 25W	0.1Ω – 2KΩ	5	±200	N/A	CAW	N/A	N/A	UW
CB WCB MCB LCB 	Ceramic Housed	2W – 30W	0.005Ω – 20KΩ	0.5 – 10	±20 to ±800	CP CPW CPL	PW PPW LPW	TUW TUM	PW ULV LOR	UW
TCB 	Ceramic Housed - 4 leads	3W – 15W	0.005Ω – 0.2Ω	1, 5	±40	CPSL	4LPW	N/A	LVF	N/A
NSZ 	Specialty Lead Ceramic Housed	3W – 20W	0.1Ω – 50KΩ	5	N/A	CPR	N/A	TVM	PWLL	N/A
VM WVM MVM LVM 	Ceramic Housed Vertical Mount	2W – 10W	0.01Ω – 100KΩ	0.5 – 10	±20 to ±800	CPCG CPCF CPCL CPCP	PWR PWRG PWRL	TWM TWW	PV	UV
RWT 	Thermal Fusing Vertical Mount	2W	1.0Ω – 100Ω	5	±200	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
VER 	Vitreous Enamel	3W – 14W	0.1Ω – 100KΩ	1 – 5	±200	G200	W20	N/A	N/A	VT
HLD 	4 Terminal High Current Shunt/Sensing Resistor	to 5W	0.001Ω – 0.1Ω	1, 5	to ±20	N/A	N/A	N/A	CSL	N/A
KAL 	Aluminum Housed	10W – 250W	0.05Ω – 150KΩ	0.1 – 5	±20 to ±100	RH	AL	89 HS	600	UAL

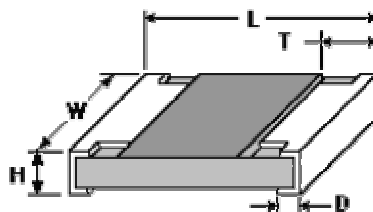
## Резисторы фирмы SEI и их аналоги

Series	Description	Package Size	Resistance Range	Tolerance (%)	TCR (ppm/°C)	Vishay	KOA	IRC	Ohmite	RCD
SM 	Wirewound Surface Mount	1W – 3W	0.01Ω – 3.01KΩ	0.1 – 5	±20 to ±100	WSC WSR	N/A	WSM	RW	MWM
HPC 	High Power Chip	5W, 10W, 12W	0.025Ω – 250KΩ	1, 5	±150	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RHC 	High Power Thick Film	2512	0.1Ω – 1MΩ	1, 5	±100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RPC 	Medium Voltage Pulse Chip	0805 – 2512	0.27Ω – 22MΩ	5, 10	±200	CRCW-IF	SG73	PWC	N/A	N/A
CSNL 	Metal Strip Current Sensing	1206 – 2512	0.001Ω – 0.007Ω	1, 5	±50	WSL	TLR	ULR	N/A	N/A
CSRF 	Foil on Ceramic Current Sensing	2512	0.001Ω – 0.5Ω	1, 5	±50	WSL	TLR	LRF	N/A	N/A
CSR CSRN 	Current Sensing	0402 – 2512 & 1225	0.005Ω – 1Ω	1, 5	±100 to ±300	CRCW/LR	SR73 UR73	LR PLR LRF3W	LVC	ML
RVC 	Medium Voltage Thick Film	0603 – 2512	47Ω – 51MΩ	1, 5	±100 to ±500	N/A	N/A	N/A	MMC	N/A
HVC 	High Voltage	0603 – 2512	1KΩ – 10GΩ	0.5 – 10	±25 to ±200	CRHV	HV73	HVC	HVF	SRH
SWT EWT CWT 	Edgewound Tubular Wirewound	12W – 1300W	0.1Ω – 1.3MΩ	5, 10	N/A	HL RJU	N/A	N/A	L 270	N/A
Series	Description	Package Size	Resistance Range	Tolerance (%)	TCR (ppm/°C)	Vishay	Caddock	IRC	Ohmite	RCD
STR 	D2PAK	35W	0.1Ω – 10KΩ	0.5 – 10	±50 to ±200	D2TO	MP725	SMHP	TDH35	MPD220
TR 	TO-220 Style Power	20W – 100W	0.05Ω – 10KΩ	0.5 – 10	±50 to ±200	RTO20F	MP800 MP900	MHP	TK20 TCH35	MP

Фирма изготовитель	Наименование	Спецификация изделия, Ссылки <a href="http://www.">http://www.</a>
ASJ	R-0805 820R 5% // CR21-821-JL	R-0805 820R 5% Pb-Free <a href="http://asj.com.sg/Thick-Films.pdf">asj.com.sg/Thick-Films.pdf</a>
ASJ	R-1206 120R//CR32-121-JL	Резистор 1206 120 Ом 5%
Panasonic	R-0603 1% 4.99K//ERJ-3EKF4991V	RES 4.99KOHM 1/10W 1% 0603 (1608 metric) <a href="http://panasonic.com/industrial/components/pdf/AOA0000CE2.pdf">panasonic.com/industrial/components/pdf/AOA0000CE2.pdf</a>
Rohm	R-1206 1% 15R8//MCR18EZPF15R8	Резисторы MCR18 (тип 1206 1/4 Вт); 15.8 OHM 1% 200V <a href="http://rohm.com/products/databook/r/pdf/mcr18.pdf">rohm.com/products/databook/r/pdf/mcr18.pdf</a>
SEI	R-1/4W 5.1K 5% //CF 1/4 5.1K 5% R	RES 5.1K OHM 1/4W 5% CARBON FILM AXIAL
Vishay	R-3W 1K //RWM* 4X10 1K 5%	RESISTOR WIREWOUND 1k OHM 5% 3W axial 5x12 <a href="http://vishay.com/doc?50008">vishay.com/doc?50008</a>
Yageo	YC164-JR-0710KL	сборка RES ARRAY 10K OHM 8TRM SMD (0603 x 4) <a href="http://yageo.com/pdf/yageo/Yu-YC_TC164_51_PbFree_L_2.pdf">yageo.com/pdf/yageo/Yu-YC_TC164_51_PbFree_L_2.pdf</a>

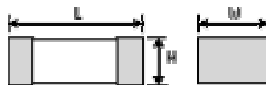
## Основные размеры SMD - компонентов

### Резисторы



Типоразмер EIA	Типоразмер метрический	L (mm)	W (mm)	H (mm)	D (mm)	T (mm)
0402	1005	1.0±0.1	0.5±0.05	0.35±0.05	0.25±0.1	0.2±0.1
0603	1608	1.6±0.1	0.85±0.1	0.45±0.05	0.3±0.2	0.3±0.2
0805	2012	2.1±0.1	1.3±0.1	0.5±0.05	0.4±0.2	0.4±0.2
1206	3216	3.1±0.1	1.6±0.1	0.55±0.05	0.5±0.25	0.5±0.25
1210	3225	3.1±0.1	2.6±0.1	0.55±0.05	0.4±0.2	0.5±0.25
2010	5025	5.0±0.1	2.5±0.1	0.55±0.05	0.4±0.2	0.6±0.25
2512	6332	6.35±0.1	3.2±0.1	0.55±0.05	0.4±0.2	0.6±0.25

### Керамические конденсаторы



Типоразмер EIA	Типоразмер метрический	L (mm)	W (mm)	H (mm)
0402	1005	1.0	0.5	0.55
0603	1608	1.6	0.8	0.9
0805	2012	2.0	1.25	1.3
1206	3216	3.2	1.6	1.5
1210	3225	3.2	2.5	1.7
1812	4532	4.5	3.2	1.7
1825	4564	4.5	6.4	1.7
2220	5650	5.6	5.0	1.8
2225	5664	5.6	6.3	2.0