

Rezistory (odpory)

Rezistor je elektrotechnická součástka, je lineární a symetrická (není závislá na kmitočtu a polaritě) napětí a proud jsou ve fázi. Základní vlastností rezistoru je elektrický odpor, který měříme v ohmech. Základní jednotkou je jeden ohm – Ω (odvozené jednotky - $m\Omega$, $k\Omega$, $M\Omega$, $T\Omega$)

Rezistory dělíme na pevné a proměnné (potenciometry, trimry). Základní údaje pro označení rezistoru jsou: Vlastní hodnota (Ω), Max. přípustné zatížení (W), Tolerance (%), Výrobce aj.

Rezistory (kondenzátory) jsou vyráběny a tříděny ve velkém rozsahu hodnot do několika řad – E3, E6, E12, E24, E48, E96, E192 tak aby každá dekáda byla rovnoměrně pokryta. Tomu nejlépe vyhovuje výběr z geometrické řady ($\sqrt[n]{10}$). Toto řazení zavedl do praxe francouzský technik *Charles Renard*

Každá následující řada obsahuje dvojnásobné množství hodnot než předchozí.

Př.: třetí prvek řady E24 - $10^{3/24} = 1,33$ (1,3)



Rozdělení:

Podle odporového materiálu:

- uhlíkové
- metalizované
- drátové (konstantan, nikelin, izotan, kanthal ap.)
- cermetové (keramicko-metalové)
- vrstevné

Podle provedení:

- pevné
- proměnné rezistory
 - potenciometry (regulační)
 - trimry (nastavovací)
- s odbočkami
- rezistorové sítě
- pro povrchovou montáž SMD (surface mount device)
SMT (surface mount technology)

Schématické značky:

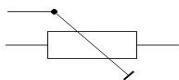
Rezistor



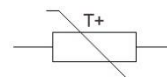
Potenciometr



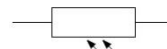
Trimr



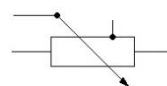
Termistor



Fotorezistor



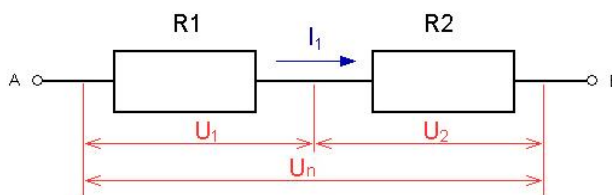
Potenciometr s odbočkou



Řazení rezistorů:

1. Sériové (za sebou)

$$R_v = R_1 + R_2$$



Výsledná hodnota sérově řazených odporů je vždy větší než je hodnota největšího rezistoru v obvodu. Obvodem protéká jeden proud I_1 a naměříme tři hodnoty napětí U_1 , U_2 , U_n

2. Paralelní (vedle sebe)

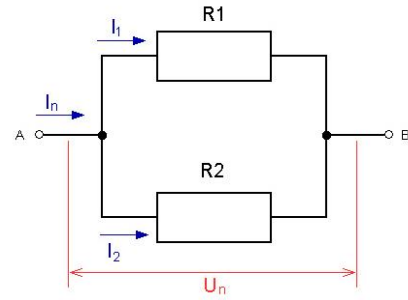
$$R_v = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

nebo:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

pro větší počet rezistorů :

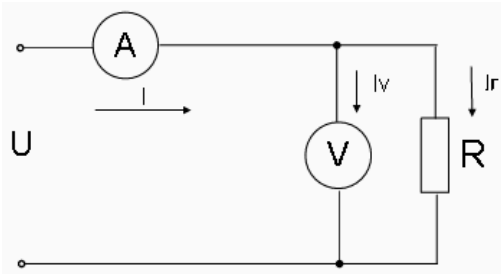
$$R_v = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{(R_1 \cdot R_2) + (R_2 \cdot R_3) + (R_1 \cdot R_3)}$$



V tomto případě sčítáme vodivosti G, což je převrácená hodnota odporu.

Výsledná hodnota paralelně řazených odporů je vždy menší než je hodnota nejmenšího rezistoru v obvodu. V obvodu naměříme pouze jedno napětí U_n a tři hodnoty proudu I_1 , I_2 a I_n .

Měření malých odporů (do 100 Ω)

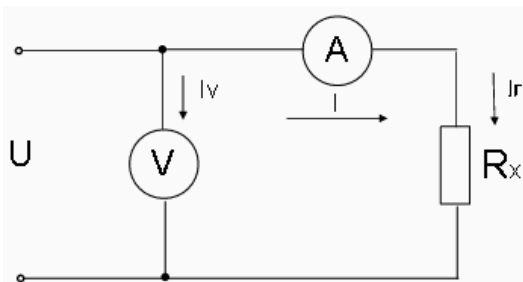


$$I = I_R + I_V, \quad R = \frac{U}{I} = \frac{U}{I - I_V} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$$

Metoda je vhodná pro malé odpory, značně menší než je vnitřní odpor voltmetru. Měříme s jistou chybou (ampérmetr měří i proud procházející voltmetrem). Aby chyba nebyla větší než 1%, musí být R_V 100x větší než R_X . Je-li třeba, provedeme opravu

$$R_x = \frac{U}{I - I_V} \quad I_V = \frac{U}{R_V}$$

Měření velkých odporů

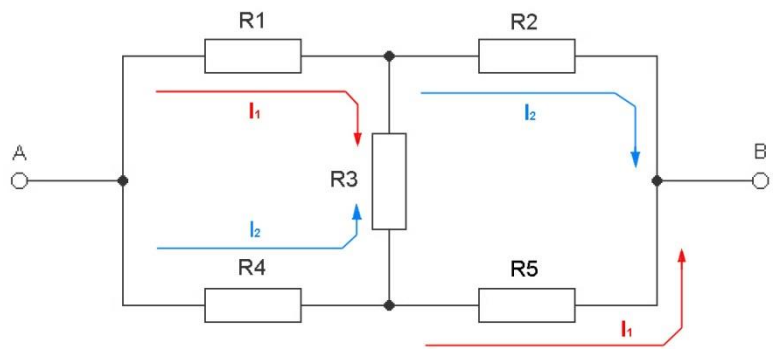


Měříme s chybou, voltmetr měří i úbytek napětí na ampérmetru. Bude-li R_X 100x větší než R_A , bude chyba do 1%. Je-li třeba provedeme opravu

$$R_x = \frac{U - U_A}{I}$$

Příklad 1 :

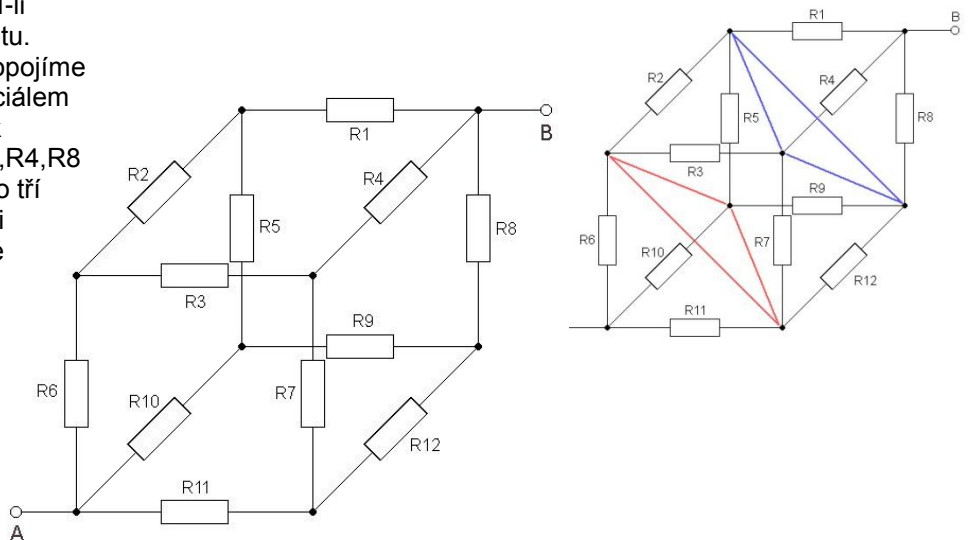
Vypočítejte výslednou hodnotu spojených rezistorů R1 – R5. Vzhledem k tomu, že všechny rezistory mají stejnou hodnotu, $I_1 = I_2$. Přes R3 neteče žádný proud, proto se jeho hodnota v obvodu neuplatní. Výsledná hodnota tedy bude 100Ω



$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 = 100 \Omega$
Výsledná hodnota $R_V = ?$

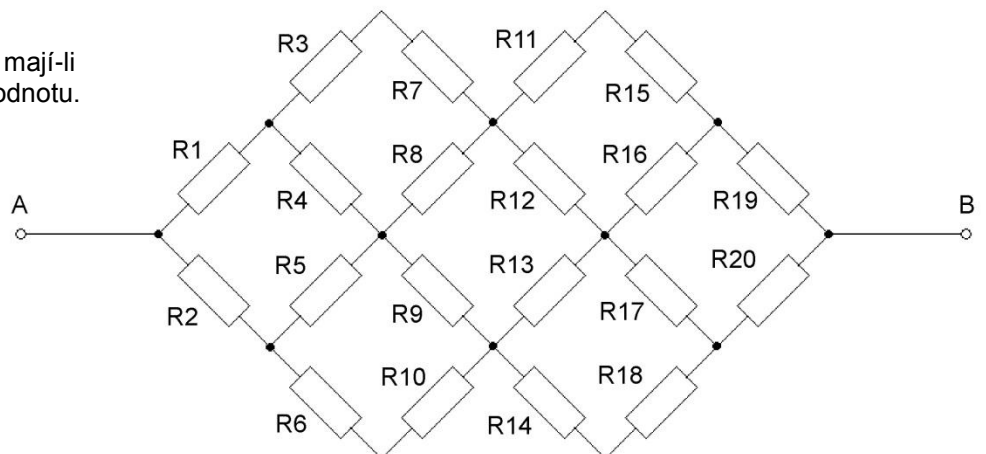
Příklad 2 :

Vypočítejte výsledný odpor, mají-li všechny rezistory stejnou hodnotu. Obvod zjednodušíme tím, že propojíme všechny body se stejným potenciálem (červené a modré). Dostaneme tak paralelně R6, R10, R11, dále R1, R4, R8 a R2, R3, R7, R12, R9, R5. Z těchto tří paralelních skupin dostaneme tři sériově zapojené rezistory, které ve výsledku sečteme.

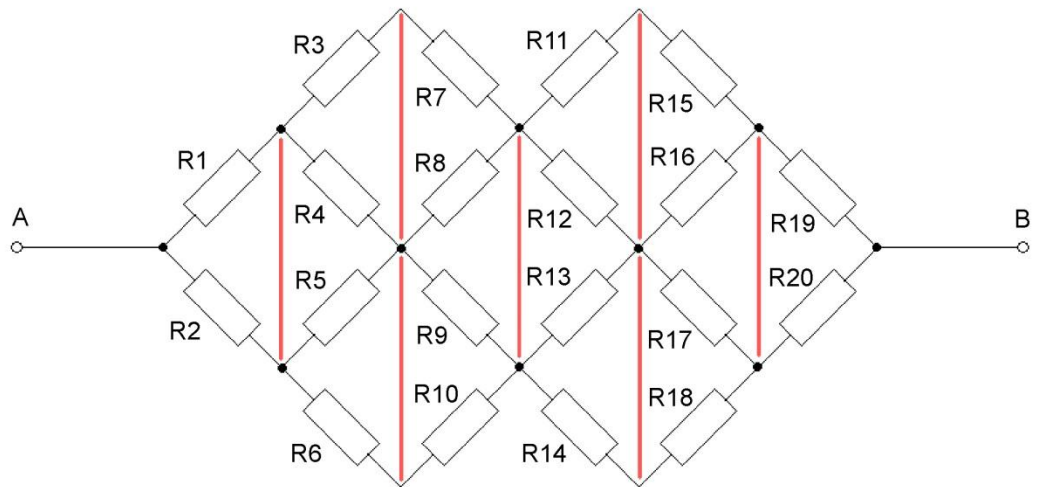


Příklad 3 :

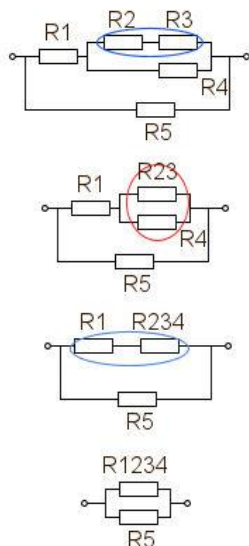
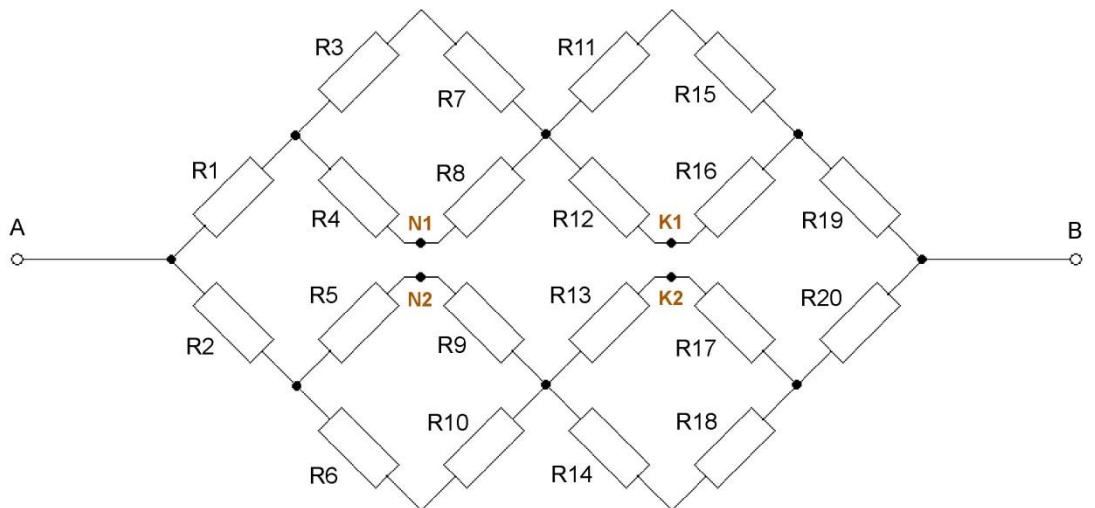
Vypočítejte výsledný odpor, mají-li všechny rezistory stejnou hodnotu.



Obvod zjednodušíme tím, že propojíme všechny body se stejným potenciálem....



V druhém případě rozdělíme rezistory v místech nulového proudu N1-N2 a K1- K2.

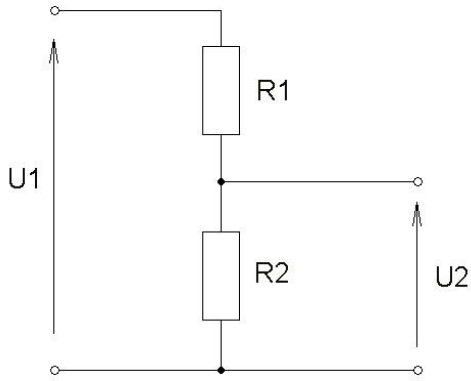


Pokud se dostaneme ke kombinovanému řazení, budeme používat postupné zjednodušování.

Děliče napětí

Nezatížený dělič napětí

Elektrické napětí je rozděleno stejným poměrem jako je poměr sériově zapojených odporů. Jedná se o typický čtyřpól. Jaká je velikost napětí U_2 ?

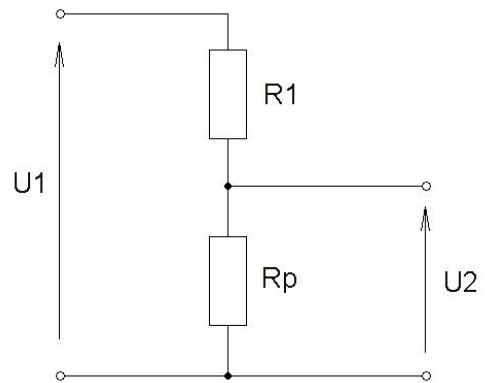
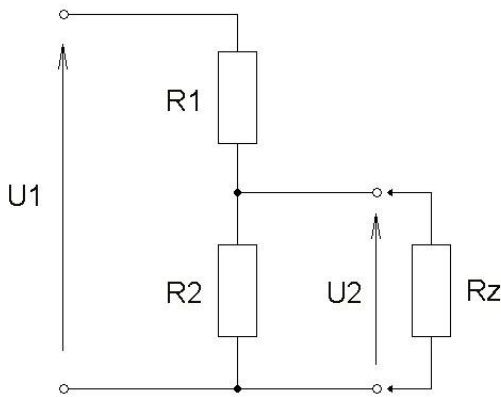


$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

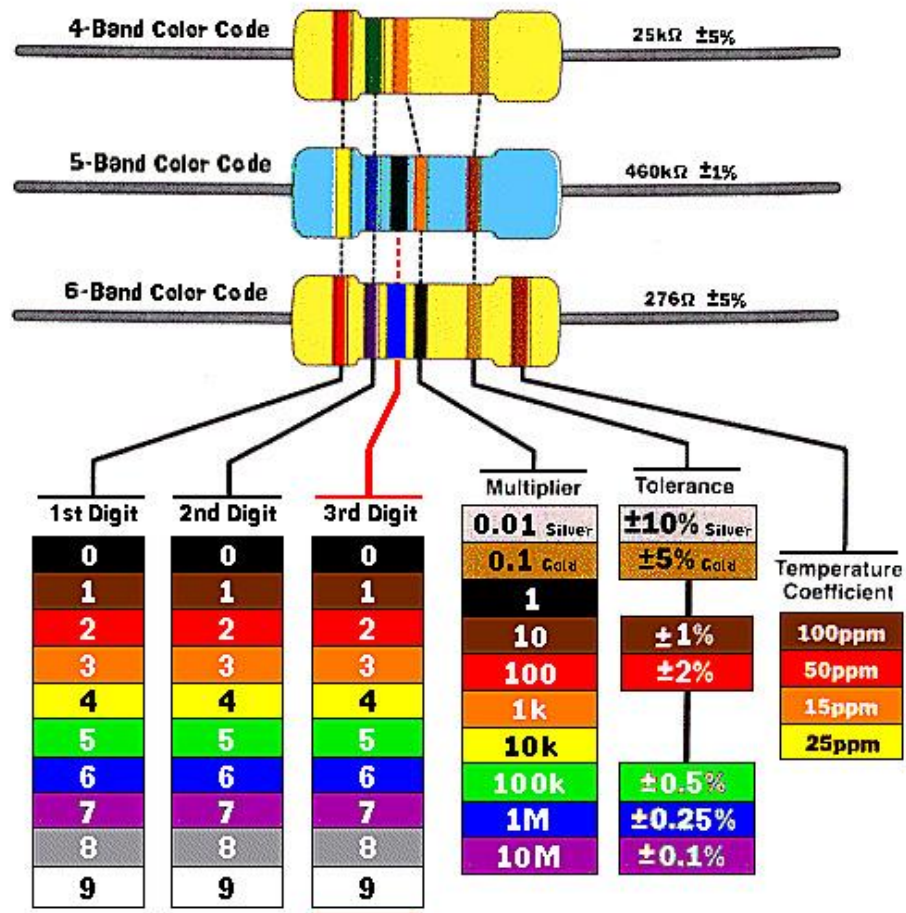
$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2}$$

Zatížený dělič napětí



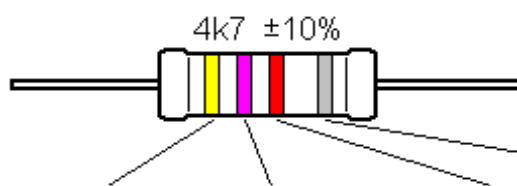
$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_z}{R_2 + R_z}$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_p}{R_1 + R_p}$$



Be Careful when reading 5 and 6 Band Resistors

Note: the 3rd Digit is not used when reading the 4 band resistor



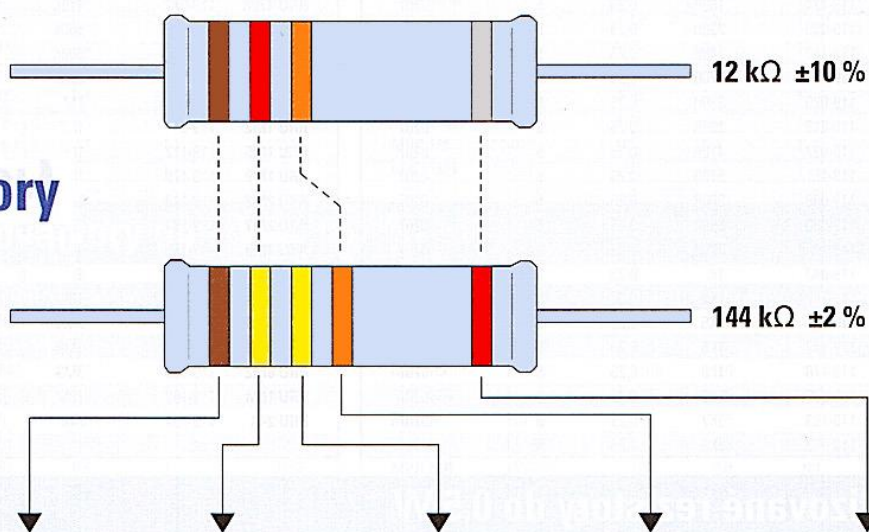
| BARVA | 1 číslice | 2 číslice | násobitel | úchylka |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| stříbrná | - | - | 0,01 | ±10% |
| zlatá | - | - | 0,1 | ± 5% |
| černá | - | 0 | 1 | - |
| hnědá | 1 | 1 | 10 | ± 1% |
| červená | 2 | 2 | 100 | ± 2% |
| oranžová | 3 | 3 | 1k | - |
| žlutá | 4 | 4 | 10k | - |
| zelená | 5 | 5 | 100k | ±0.5% |
| modrá | 6 | 6 | 1M | ±0.25% |
| fialová | 7 | 7 | 10M | ±0.1% |
| šedá | 8 | 8 | 100M | - |
| bílá | 9 | 9 | | - |
| žádná | - | - | | ±20% |

| Řada jmenovitých hodnot | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E3 | 1.0 | 2.2 | 4.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E6 | 1.0 | 1.5 | 2.2 | 3.3 | 4.7 | 6.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E12 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 3.3 | 3.9 | 4.7 | 5.6 | 6.8 | 8.2 | | | | | | | | | | | | |
| E24 | 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 |
| E48 | 100 | 105 | 110 | 115 | 121 | 127 | 133 | 140 | 147 | 154 | 162 | 169 | 178 | 187 | 196 | 205 | 215 | 226 | 237 | 249 | 261 | 274 | 287 | 301 |
| | 316 | 332 | 348 | 365 | 383 | 402 | 422 | 442 | 464 | 487 | 511 | 536 | 562 | 590 | 619 | 649 | 681 | 715 | 750 | 787 | 825 | 866 | 909 | 953 |
| E96 | 100 | 102 | 105 | 107 | 110 | 113 | 115 | 118 | 121 | 124 | 127 | 130 | 133 | 137 | 140 | 143 | 147 | 150 | 154 | 158 | 162 | 165 | 169 | 174 |
| | 178 | 182 | 187 | 191 | 196 | 200 | 205 | 210 | 215 | 221 | 226 | 232 | 237 | 243 | 249 | 255 | 261 | 267 | 274 | 280 | 287 | 294 | 301 | 309 |
| | 316 | 324 | 332 | 340 | 348 | 357 | 365 | 374 | 383 | 392 | 402 | 412 | 422 | 432 | 442 | 453 | 464 | 475 | 487 | 499 | 511 | 523 | 536 | 549 |
| | 562 | 576 | 590 | 604 | 619 | 634 | 649 | 665 | 681 | 698 | 715 | 732 | 750 | 768 | 787 | 806 | 825 | 845 | 866 | 887 | 909 | 931 | 953 | 976 |
| E192 | 100 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 109 | 110 | 111 | 113 | 114 | 115 | 117 | 118 | 120 | 121 | 123 | 124 | 126 | 127 | 129 | 130 | 132 |
| | 133 | 135 | 137 | 138 | 140 | 142 | 143 | 145 | 147 | 149 | 150 | 152 | 154 | 156 | 158 | 160 | 162 | 164 | 165 | 167 | 169 | 172 | 174 | 176 |
| | 178 | 180 | 182 | 184 | 187 | 189 | 191 | 193 | 196 | 198 | 200 | 203 | 205 | 208 | 210 | 213 | 215 | 218 | 221 | 223 | 226 | 229 | 232 | 234 |
| | 237 | 240 | 243 | 246 | 249 | 252 | 255 | 258 | 261 | 264 | 267 | 271 | 274 | 277 | 280 | 284 | 287 | 291 | 294 | 298 | 301 | 305 | 309 | 312 |
| | 316 | 320 | 324 | 328 | 332 | 336 | 340 | 344 | 348 | 352 | 357 | 361 | 365 | 370 | 374 | 379 | 383 | 388 | 392 | 397 | 402 | 407 | 412 | 417 |
| | 422 | 427 | 432 | 437 | 442 | 448 | 453 | 459 | 464 | 470 | 475 | 481 | 487 | 493 | 499 | 505 | 511 | 517 | 523 | 530 | 536 | 542 | 549 | 556 |
| | 562 | 569 | 576 | 583 | 590 | 597 | 604 | 612 | 619 | 626 | 634 | 642 | 649 | 657 | 665 | 673 | 681 | 690 | 698 | 706 | 715 | 723 | 732 | 741 |
| | 750 | 759 | 768 | 777 | 787 | 796 | 806 | 816 | 825 | 835 | 845 | 856 | 866 | 876 | 887 | 898 | 909 | 920 | 931 | 942 | 953 | 965 | 976 | 988 |



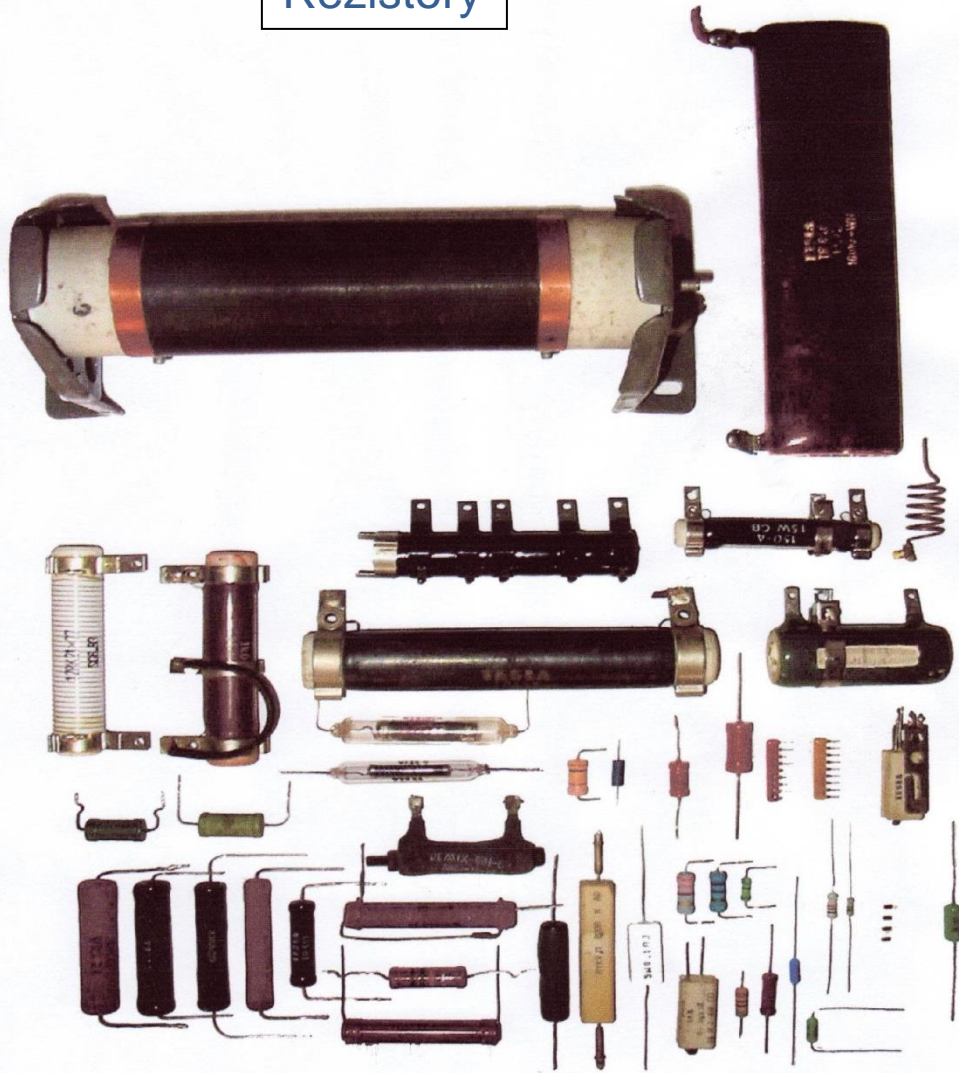
Barevné řazení rezistorů

Rezistory



| Barva | 1. číslice | 2. číslice | 3. číslice | Násobitel | Tolerance |
|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Stříbrná | - | | | 0,01 | ±10 % |
| Zlatá | - | | | 0,1 | ±5 % |
| Černá | - | 0 | 0 | 1 | - |
| Hnědá | 1 | 1 | 1 | 10 | ±1 % |
| Červená | 2 | 2 | 2 | 100 | ±2 % |
| Oranžová | 3 | 3 | 3 | 1k | - |
| Žlutá | 4 | 4 | 4 | 10k | - |
| Zelená | 5 | 5 | 5 | 100k | ±0,5 % |
| Modrá | 6 | 6 | 6 | 1M | ±0,25 % |
| Fialová | 7 | 7 | 7 | 10M | ±0,1 % |
| Šedá | 8 | 8 | 8 | 100M | - |
| Bílá | 9 | 9 | 9 | - | - |
| Bez barvy | - | - | - | - | ±20 % |

Rezistory



Potenciometry, trimry

