



## Modstande:

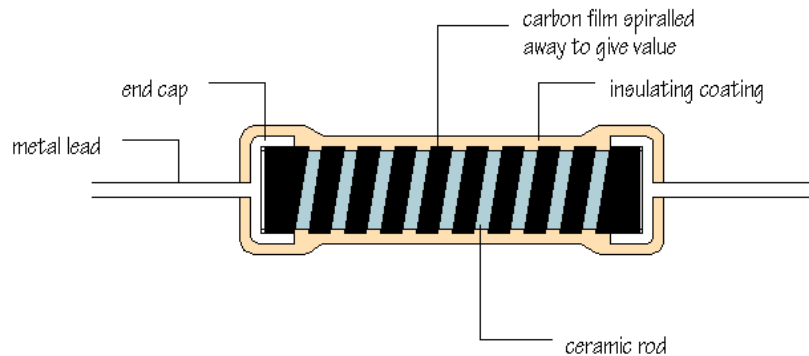
Næsten alle materialer yder et vist modstand imod elektronflow. Ledere har lav modstand, isolatorer stor modstand, midt imellem findes halvledere, fx silicium.

En halvleder skal ikke opfattes som kun ledende i den ene retning. Den er bare en dårlig leder i forhold til fx kobber.

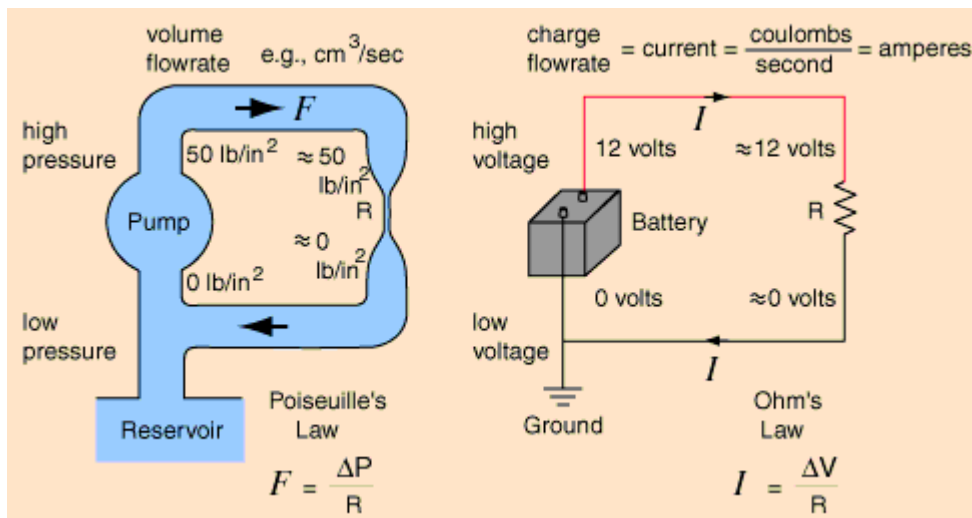
I elektronik bruges modstande opbygget af fx carbon. Modstande fremstilles fx ved at pådampe kulstøv på en lille keramik-stav.

Herefter brænder en laser noget af kul-laget væk, så den endelige modstand bliver som ønsket.

( inden for fx 5 % tolerance )



<http://www.doctrionics.co.uk/resistor.htm#fixed>



På skitsen her ses funktionen.

Pumpen her pumper vand, og indsnævringen på røret virker som modstand imod vandflowet.

I el-verdenen sker der nøjagtig det samme, blot er det elektroner, der

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/HBASE/electric/watcir.html>

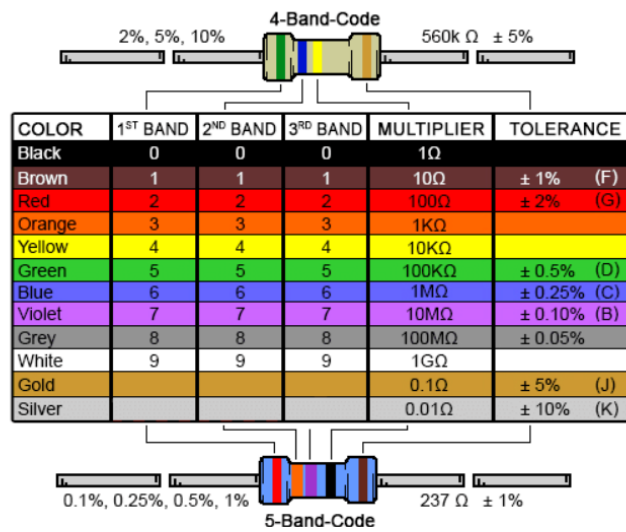
pumpes rundt af pumpen, af elektronpumpen, af batteriet.



## Farvekode for Modstande:

Modstande er mærket med farvekoder.

Øverst 4-bånds modstande, nederst 5-bånd:



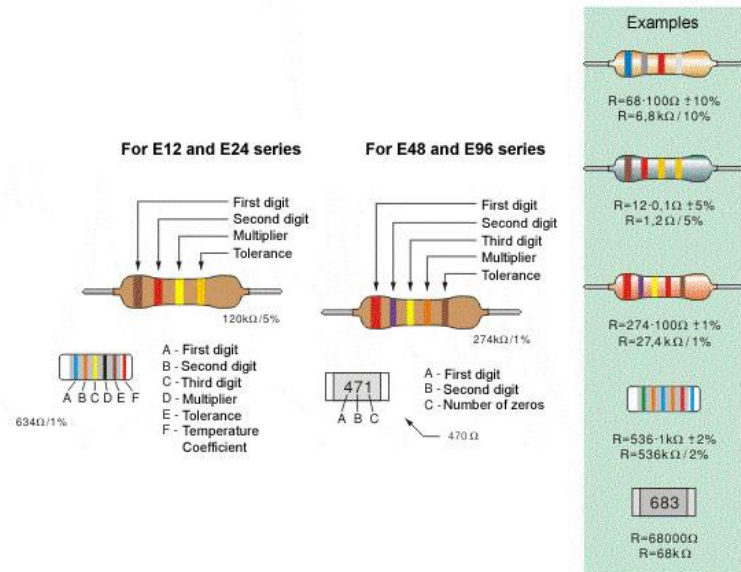
Følgende tabel viser farverne, der bruges til at indikere modstands-værdier:

COLOR	DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE
Sølv			±10%
Guld			±5%
Sort	0	x 1 Ω	
Brun	1	x 10 Ω	±1%
Rød	2	x 100 Ω	±2%
Orange	3	x 1 kΩ	
Gul	4	x 10 kΩ	
Grøn	5	x 100 kΩ	±0.5%
Blå	6	x 1 MΩ	±0.25%
Violet	7	x 10 MΩ	±0.1%
Grå	8	x 100 MΩ	
Hvid	9	x 1 GΩ	



Figuren viser en 4-bånds-farvekode – og en 5-bånds.

Og mærkning for SMD-modstande.



Oversigt over typiske modstandsværdier:

### Standard EIA Dekade Modstandsværdier:

**E12 series:** (10% tolerance)

10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82

**E24 series:** (5% tolerance)

10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91

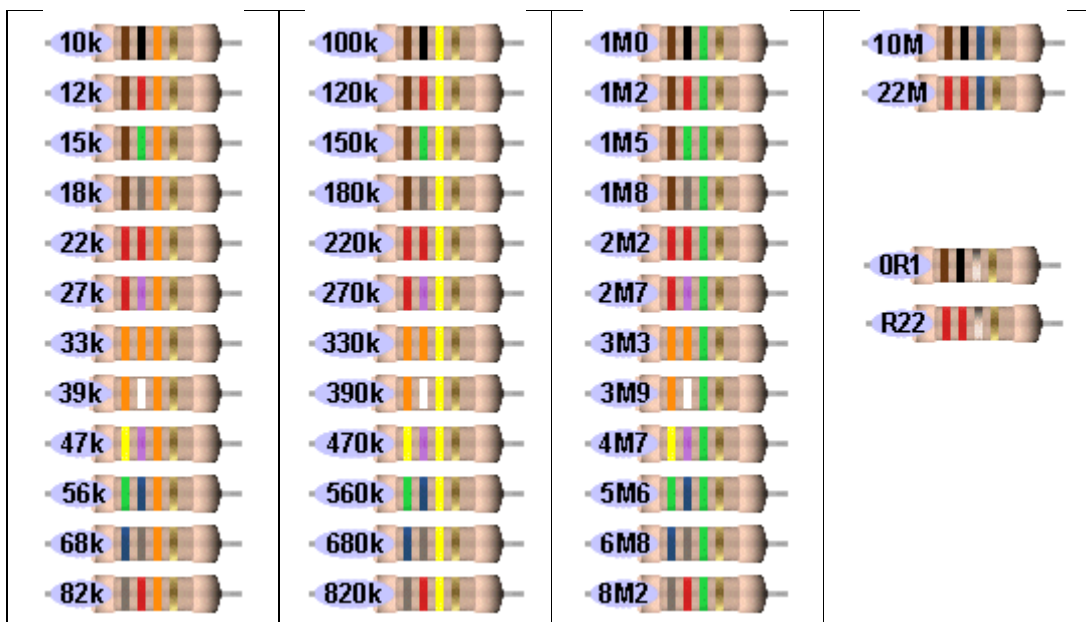
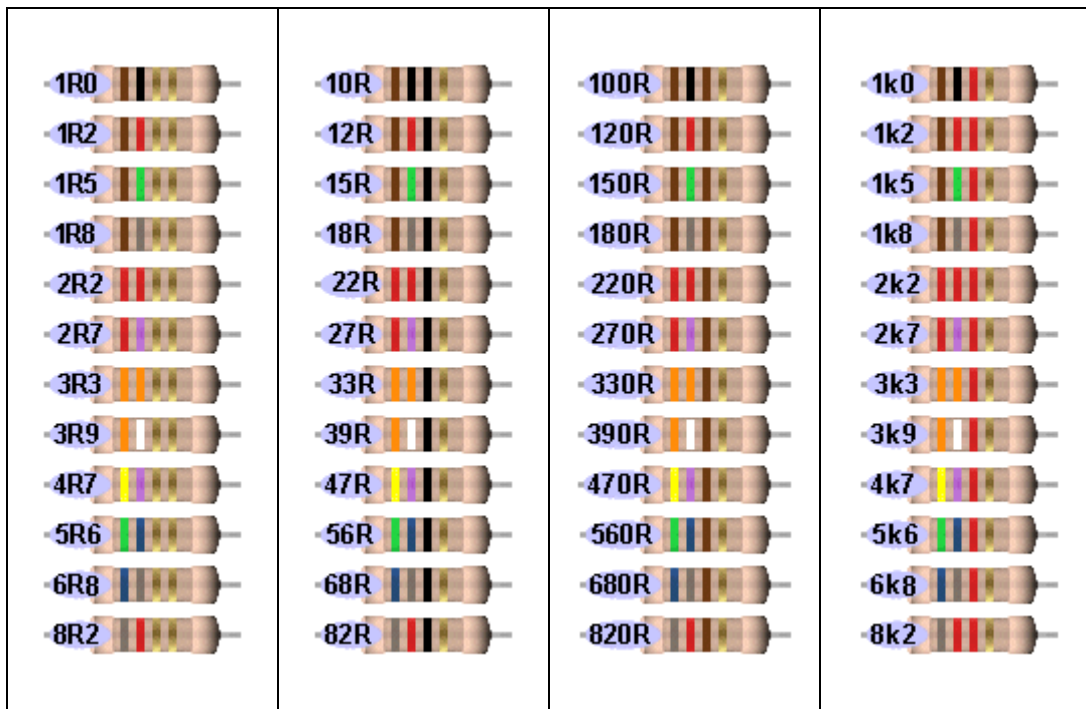
**E48 series:** (2% tolerance)

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

Kilde: <https://www.hobby-hour.com/electronics/resistorcalculator.php>



Følgende viser modstande og deres farvekoder fra 1 Ohm til 10 MOhm.



Ovenstående modstande er normale 4-bånds 5% typer. Det 4. bånd kaldes tolerance-båndet. Guld = 5 %, Sølv = 10 % . .

Vores modstande har værdier fra 10 Ohm til 1 MOhm.

5 bånd markering bruges til modstande med tolerancer på 2 % og 1 %. De første 3 bånd bestemmer de første 3 tal, det 4. er multiplier, og den 5. repræsenterer tolerancen.



## Tips til aflæsning af modstandsfarvekoder:

Nogle gange kan det være besværligt at tyde modstandes farvekode. Her er et par tips:

Først må man finde ud af i hvilken retning man skal vende modstanden. Og det er en 3-bånds eller 4-bånds kode.

Farvekoder skal altid aflæses fra venstre mod højre.

Første bånd er ofte tættest på den ene tilledning. Skal vendes mod venstre.

En guld – eller sølvfarvet bånd ( som angiver modstandens tolerance ) er altid sidste bånd.

Guld eller sølvbånd skal altid vende mod højre. De angiver tolerance, hhv. 5% eller 10%.

Nogle modstande har nogle af deres farvebånd grupperet ved den ene ende. Disse vendes mod venstre.

Da normale modstande har værdier fra 0,1 Ohm til 10 MegOhm, vil det 3. bånd ved 4 bånd-modstande ikke være større end blå, og tilsvarende for 5-bånds vil den 4. bånd ikke være større end grøn.

## Oversigt over hvordan skæve modstandsværdier kan laves:

Basis-modstands-værdier i E12 serien er 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, og 82.

Listen her viser, hvordan andre værdier kan laves ved at sætte to modstande fra E12-serien i serie eller parallel.

<b><u>10 .. 11 KΩ</u></b>		10,47	12 // 82			11,65	18 // 33
		10,56	10 + 0,56	11,0	10 + 1	11,8	10 + 1,8
		10,68	10 + 0,68		22 // 22	11,83	15 // 56
9,9	18//22	10,7	6,8 + 3,9	11,11	12//150		
10,0	10	10,71	12 // 100	11,2	5,6 + 5,6		
	8,8 + 1,8	10,8	18 // 27		10 + 1,2		
10,1	6,8 + 3,3	10,82	10 + 0,82	11,25	12 // 180		
10,2	12//68	10,83	15 // 39	11,37	15 // 47	<b><u>12 .. 13 KΩ</u></b>	
		10,9	8,2 + 2,7	11,38	12 // 220		
10,3	5,6 + 4,7	10,91	12 // 120	11,5	6,8 + 4,7	12,0	12
10,31	15//33				8,2 + 3,3	12,1	8,2 + 3,9
10,4	8,2 + 2,2	<b><u>11 .. 12 KΩ</u></b>			10 + 1,5	12,12	22 // 27



12,2	10 + 2,2	15,3	12 + 3,3	19,2	18 + 1,2	23,53	33 // 82
12,29	15 // 68	15,6	10 + 5,6	19,33	27 // 68	23,6	18 + 5,6
12,32	18 // 39	15,65	18 // 120	19,39	33 // 47	23,8	22 + 1,8
12,4	6,8 + 5,6	15,79	22 // 56	19,5	39 // 39		
12,56	12 + 0,56	15,82	15 + 0,82		18 + 1,5	24,0	12 + 12
12,68	15//82	15,95	27 // 39	19,6	22 // 180	24,05	27 // 220
	12 + 0,68			19,7	15 + 4,7	24,2	22 + 2,2
12,7	10 + 2,7	<b><u>16 .. 17 KΩ</u></b>		19,8	18 + 1,8	24,55	27 // 270
12,82	12 + 0,82	16,0	15 + 1	<b><u>20 .. 30 KΩ</u></b>			
12,9	8,2 + 4,7	16,07	18 // 150	20,0	22 // 220	24,7	22 + 2,7
<b><u>13 .. 14 KΩ</u></b>		16,2	15 + 1,2		10 + 10	24,79	29 // 68
13,0	12 + 1	16,36	18 // 180	20,2	12 + 8,2	24,8	18 + 6,8
13,02	18 // 47	16,4	8,2 + 8,2	20,31	18 + 2,2	24,81	22 // 100
13,04	15 // 100	16,5	15 + 1,5	20,34	27 // 82	24,96	27 // 330
13,2	12 + 1,2	16,62	22 // 68	20,6	15 + 5,6	25,0	15 + 10
13,3	10 + 3,3	16,64	18 // 220	20,63	22 // 330	25,25	27 // 390
13,33	15 // 120	16,7	12 + 4,7	20,7	18 + 2,7	25,3	22 + 3,3
13,5	12 + 1,5	16,8	10 + 6,8	20,76	33 // 56	25,53	27 // 470
13,6	6,8 + 6,8	16,88	18 // 270	20,83	22 // 390	25,55	47 // 56
13,62	18 // 56	<b><u>17 .. 18 KΩ</u></b>		21,02	22 // 470	25,88	33 // 120
13,64	15 // 150	17,07	18 // 330	21,17	22 // 560	25,9	22 + 3,9
13,8	8,2 + 5,6	17,15	27 // 47	21,26	27 // 100	26,2	18 + 8,2
	12 + 1,8	17,2	15 + 2,2	21,3	18 + 3,3	26,43	39 // 82
13,85	15 // 180	17,35	22 // 82	21,31	39 // 47	26,7	22 + 4,7
13,9	10 + 3,9	17,6	12 + 5,6	21,53	22 // 1000	27,0	27
<b><u>14 .. 15 KΩ</u></b>		17,7	15 + 2,7	21,6	22 // 1200	27,05	33 // 150
14,04	15 // 200	17,88	33 // 39	21,8	15 + 6,8	27,6	22 + 5,6
14,07	22 // 39	<b><u>18 .. 19 KΩ</u></b>		21,9	18 + 3,9	27,79	47 // 68
14,2	12 + 2,2	18,0	18	22,0	22	27,89	33 // 180
14,21	15 // 270	18,03	22 // 100		12 + 10	28,0	56 // 56
14,23	18 // 68	18,2	10 + 8,2	22,04	27 // 120		18 + 10
14,44	15 // 390	18,22	27 // 56	22,22	22 // 68	28,06	39 // 100
14,7	10 + 4,7	18,3	15 + 3,3	22,47	22 + 0,47	28,2	27 + 1,2
	12 + 2,7	18,59	22 // 120	22,7	18 + 4,7	28,5	27 + 1,5
14,76	18 // 82	18,8	12 + 6,8	22,88	27 // 150	28,7	33 // 220
14,85	27 // 33	18,9	15 + 3,9	22,99	39 // 56	28,8	22 + 6,8
14,99	22 // 47	<b><u>19 .. 20 KΩ</u></b>					27 + 1,8
<b><u>15 .. 16 KΩ</u></b>		19,0	18 + 1	23,0	22 + 1	29,2	27 + 2,2
15,0	15	19,19	22 // 150	23,2	15 + 8,2	29,41	33 // 270
	8,2 + 6,8				22 + 1,2	29,43	39 // 120
15,25	18 // 100			23,48	27 // 180	29,7	27 + 2,7
				23,5	47 // 47	29,88	47 // 82
					22 + 1,5	<b><u>30 .. 40 KΩ</u></b>	



30,0	33 // 330	37,17	27 + 10 68 // 82	46,38	56 // 270	57,0	39 + 18
30,2	22 + 8,2	37,27	47 // 180	46,79	68 // 150		47 + 10
30,3	27 + 3,3	37,7	33 + 4,7			57,9	68 // 390
30,43	33 // 390			47,0	47		
30,71	56 // 68	38,18	56 // 120	47,2	39 + 8,2	59,0	47 + 12
30,83	33 // 470	38,6	33 + 5,6	47,88	56 // 330	59,3	56 + 3,3
30,9	27 + 3,9	38,73	47 // 220			59,41	68 // 470
30,95	39 // 150			48,0	33 + 15	59,74	82 // 220
		39,0	39		47 + 1	59,9	56 + 3,9
31,16	33 // 560		27 + 12	48,71	82 // 120		
31,47	33 // 680	39,8	33 + 6,8	48,97	56 // 390	<b><u>60 .. 70 KΩ</u></b>	
31,7	27 + 4,7						
31,97	47 // 100	<b><u>40 .. 50 KΩ</u></b>		49,0	27 + 22	60,0	100 // 150
					39 + 10		33 + 27
32,0	22 + 10	40,0	22 + 18	49,35	68 // 180	60,64	68 // 560
32,05	39 // 180	40,03	47 // 270	49,7	47 + 2,7	60,7	56 + 4,7
32,6	27 + 5,6	40,48	68 // 100				
		40,78	56 // 150	<b><u>50 .. 60 KΩ</u></b>		61,0	39 + 22
33,0	33					61,6	56 + 5,6
	18 + 15	41,0	82 // 82	50,0	100 // 100	61,82	68 // 680
33,13	39 // 220	41,14	47 // 330	50,04	56 // 470		
33,28	56 // 82	41,2	38 + 8,2	50,3	47 + 3,3	62,0	47 + 15
33,77	47 // 120		39 + 2,2	50,9	47 + 3,9	62,79	68 // 820
33,8	27 + 6,8	41,7	39 + 2,7			62,8	56 + 6,8
		41,95	47 // 390	51,0	33 + 18	62,9	56 + 6,8
34,0	68 // 68				39 + 12	62,9	82 // 270
	22 + 12	42,0	27 + 15	51,7	47 + 4,7		
34,08	39 // 270	42,3	39 + 3,3	51,74	56 // 680	63,67	82 // 1000
34,5	33 + 1,5	42,71	56 // 180	51,94	68 // 220		
34,8	33 + 1,8	42,73	47 // 470			64,2	56 + 8,2
34,88	39 // 330	42,9	39 + 3,9	52,42	56 // 820	64,29	100 // 180
				52,6	47 + 5,6	64,35	68 // 1200
35,2	27 + 8,2	43	33 + 10				
	33 + 2,2	43,36	47 // 560	53,02	82 // 150	65,0	47 + 18
35,45	39 // 390	43,4	68 // 120	53,03	56 // 1000	65,68	82 // 330
35,7	33 + 2,7	43,7	39 + 4,7	53,8	47 + 6,8		
35,79	47 // 150	43,96	47 // 680	54,0	27 + 27	66,0	33 + 33
35,9	56 // 100				39 + 15		39 + 27
		44,0	22 + 22	54,32	68 // 270		56 + 10
36,0	18 + 18	44,45	47 // 820	54,55	100 // 120	66,67	120 // 150
36,01	39 // 470	44,6	39 + 5,6				
36,3	33 + 3,3	44,64	56 // 220	55,0	33 + 22	67,75	82 // 390
36,46	39 // 560			55,2	47 + 8,2		
36,88	39 // 680	45,0	27 + 18			68,0	68
36,9	33 + 3,9		33 + 12	56,0	56		56 + 12
		45,05	82 // 100	56,34	82 // 180	68,75	100 // 220
37,0	22 + 15	45,8	39 + 6,8	56,38	68 // 330		



69,0 47 + 22  
69,82 82 // 470

## 70 .. 80 KΩ

71,0 56 + 15  
71,53 82 // 560  
71,9 68 + 3,9  
  
72 120 // 180  
39 + 33  
72,7 68 + 4,7  
72,97 100 // 270

73,18 82 // 680  
73,6 68 + 5,6

74,0 47 + 27  
56 + 18  
74,55 82 // 820  
74,8 68 + 6,8

75,0 150 // 150  
75,79 82 // 1000

76,2 68 + 8,2  
76,74 100 // 330  
76,76 82 // 1200

77,65 120 // 220  
77,75 82 // 1500

78,0 39 + 39  
68 + 10  
79,59 100 // 390

## 80 .. 90 KΩ

80,0 47 + 33  
68 + 12  
80,82 82 // 5600  
81,82 150 // 180  
82,0 82  
82,46 100 // 470  
83,0 56 + 27  
68 + 15  
83,08 120 // 270

83,8 82 + 1,8  
84,2 82 + 2,2  
84,85 100 // 560  
86,0 47 + 39  
68 + 18

86,7 82 + 4,7  
87,18 100 // 680  
87,6 82 + 5,6  
88,0 120 // 330  
88,8 82 + 6,8  
89,0 56 + 33  
89,13 100 // 820  
89,19 150 // 220

## 90 .. 100 KΩ

90,0 180 // 180  
90,2 82 + 8,2  
90,91 100//1000  
91,76 120 // 390  
92,0 82 + 10  
92,31 100//1200

93,01 100//(1000+330)

93,75 100//1500  
94,0 47 + 47  
82 + 12  
94,74 100//1800  
95,0 56 + 39  
68 + 27

95,59 120 // 470  
96,43 150 // 270  
97,0 82 + 15

98,0 47+33+18  
98,82 120 // 560  
99,0 180 // 220

100,0 100  
82 + 18



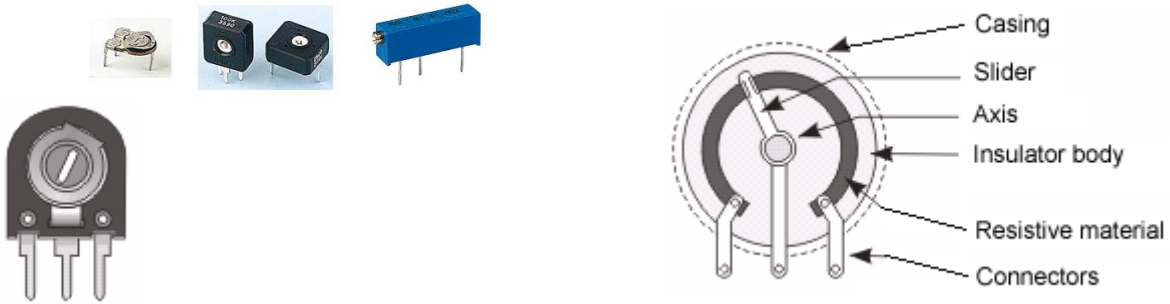


# MODSTANDE OG POTENTIOMETRE.

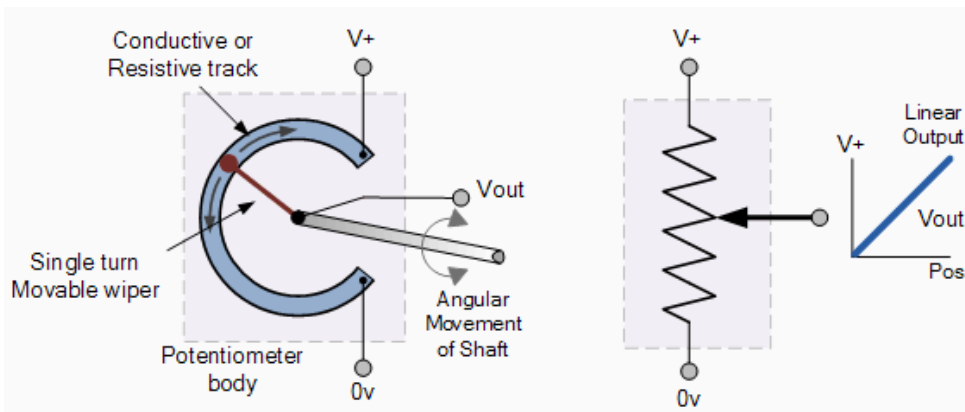
## Potentiometer:

Oftestruker man variable modstande. Udformningen er lidt anderledes. Igen bruges en stang af kulstof. Men stangen er udformet som en del af en cirkel. Og så der en glider, der kan drejes – og dermed flytte kontakt-punktet s kulstanges længde kan varieres.

Der er forskellige udformninger:



Oftestrukes en potentiometer, - eller blot pot-meter som spændingsdeler.



Påtrykkes en spænding over kulstangen som vist her vil spændingen falde ned igennem stangen.

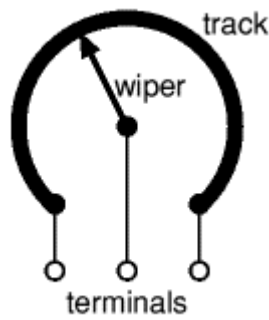
Dvs. at man på glideren kan måle spænding, der afhænger af

Fra: [http://www.electronics-tutorials.ws/io/io\\_2.html](http://www.electronics-tutorials.ws/io/io_2.html)

gliderens position. Spændingen kan varieres mellem 0 og den påtrykte spænding.

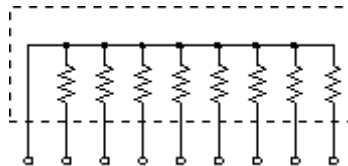


# MODSTANDE OG POTENTIOMETRE.

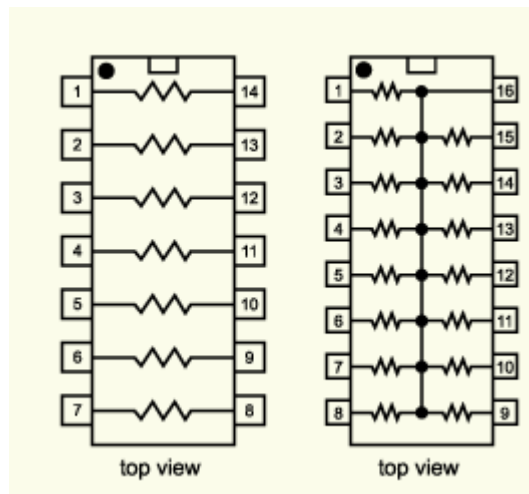


## Modstandsnetværk:

Modstande fås også indbygget som array. Enten som SIL eller DIL. ( Single in line, Dual in line )



Udformningen af DIL kan være forskellig. !



Mærkningen af modstandenes størrelse er her anderledes.

Der kan være stemplet direkte med modstandsværdien, eller med en kode

Fx står koden 104 for 10 + 4 nuller. Dvs. 100 kOhm.

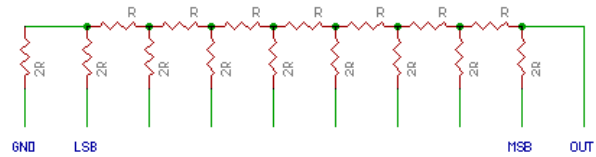
Se fx: <http://www.hobby-hour.com/electronics/smdcalc.php>

## R2R-network:

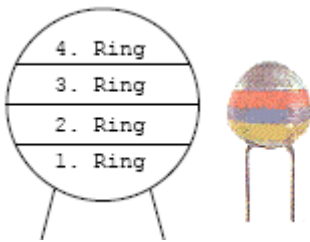


# MODSTANDE OG POTENTIOMETRE.

Kan bruges til D-til A-konvertering.



## NTC Modstande:



NTC-modstande er modstande, der ændrer deres modstandsværdi efter deres temperatur.

NTC betyder Negativ Temperatur Koefficient.

	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
Color	Value	Value	Multiplier	Tolerance
Silver			0,01	10 %
Gold			0,1	5 %
Black		0	1	
Brown	10	1	10	
Red	20	2	100	
Orange	30	3	1000	
Yellow	40	4	10000	
Green	50	5	100000	
Blue	60	6	1000000	
Violet	70	7	10000000	
Grey	80	8		
White	90	9		

Dvs. deres værdi bliver mindre ved stigende temperatur.

Der findes også PTC-modstande!

## LDR-modstande:

Fremstilles til både synligt lys ( Cadmiumsulfid, CdS ) og til IR-lys ( Blysulfit eller Blysele nit )

CdS leder strømmen dårligt i mørke. Sendes der lys mod stoffet, frigøres elektroner, og modstanden falder med 100 – 200 kOhm pr. sekund til den modstand, der svarer til lysstyrken.



# MODSTANDE OG POTENTIOMETRE.

Modstanden falder ved lysindfald, idet der da slås ladningsbærere fri.

Modstand ved mørke kan være fra 10 MegaOhm, og ved belysning nogle 100 ohm. Et fuldstændigt omslag kan tage et minut.

Bortset fra forsinkelsen ændrer resistansen sig næsten lineært med lysstyrken.

Spektralfølsomheden er størst for rødt lys.

En LDR modstand er ret træg, dvs. dens grænsefrekvens er nogle hertz.

Er rent resistive, og kan derfor anvendes både til jævn- og vekselspænding.



I de halvledere, LDR-modstanden er lavet af, kredser elektronerne om de enkelte atomer med en energi, der er lige under den størrelse, der er nødvendig for at de kan vandre fra det ene atom til det næste. Ved belysning forøges de kredsende elektroners energi til lige over den kritiske værdi, og kan vandre.

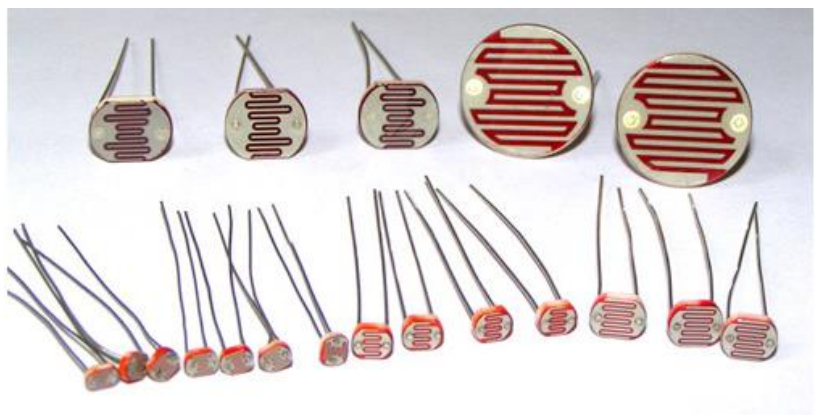
En ringe ydre spænding kan forskyde hele elektronskyen i halvlederen, og det opleves som om, modstanden er faldet.

LDR-modstande af Cadmiumsulfid har omtrent samme følsomhed som det menneskelige øje. Mens LDR af Cadmiumselenid er forskudt ind i det infrarøde område.

Reaktionstiden ligger fra få mS til nogle hundrede mS. Alt afhængig af det anvendte materiale. De hurtigste kan følge med op til 200 Khz.

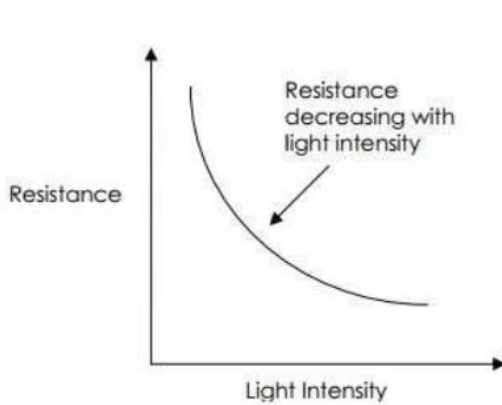
Link: <http://www.technologystudent.com/elec1/ldr1.htm>

Her ses forskellige LDR-modstande.



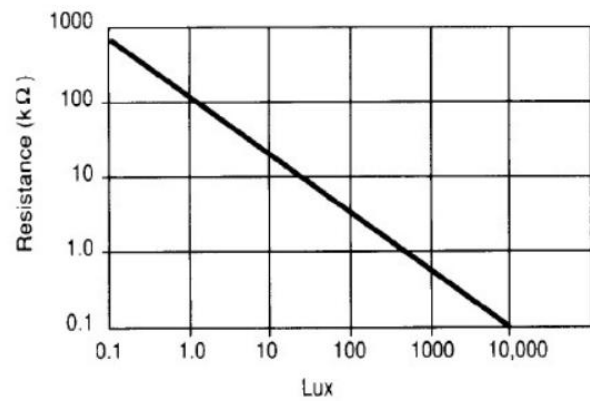


# MODSTANDE OG POTENTIOMETRE.



I et lineært afbildning ses modstanden at være ret ulineær.

Fx kan modstanden være ca 5 K  $\Omega$  i dagslys,  
Og flere Megaohm i mørke.



LDR-modstandens modstand er en ret linje afbildet i et dobbelt logaritmisk system.

For yderligere læsning:

Se fx: [http://www.electronics-tutorials.ws/resistor/res\\_1.html](http://www.electronics-tutorials.ws/resistor/res_1.html)