

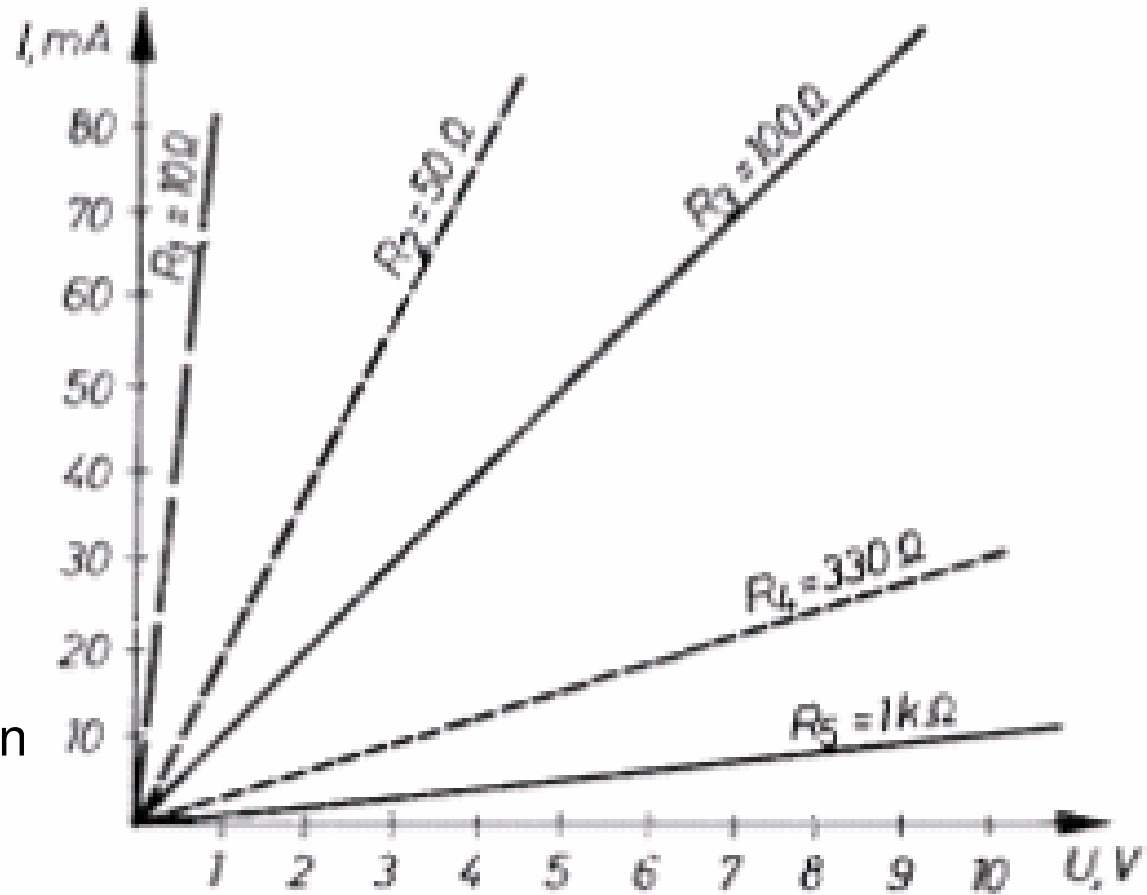
Bevezetés a mérés technikába és jelfeldolgozásba

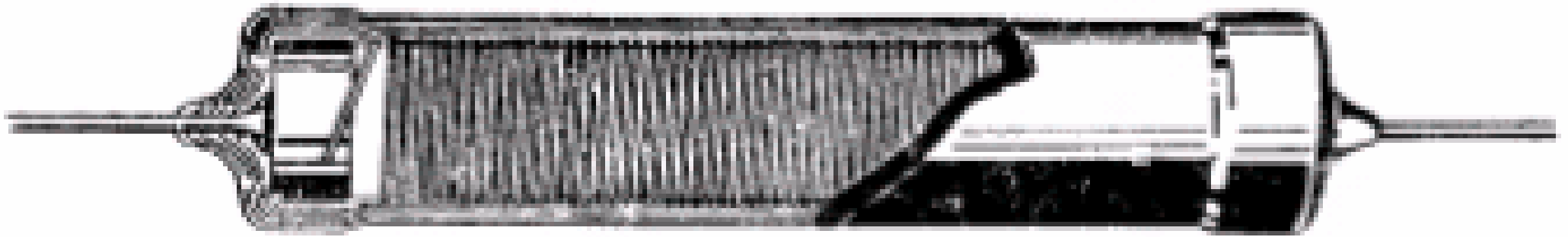
Tihanyi Attila
2007 március 27

Ellenállások

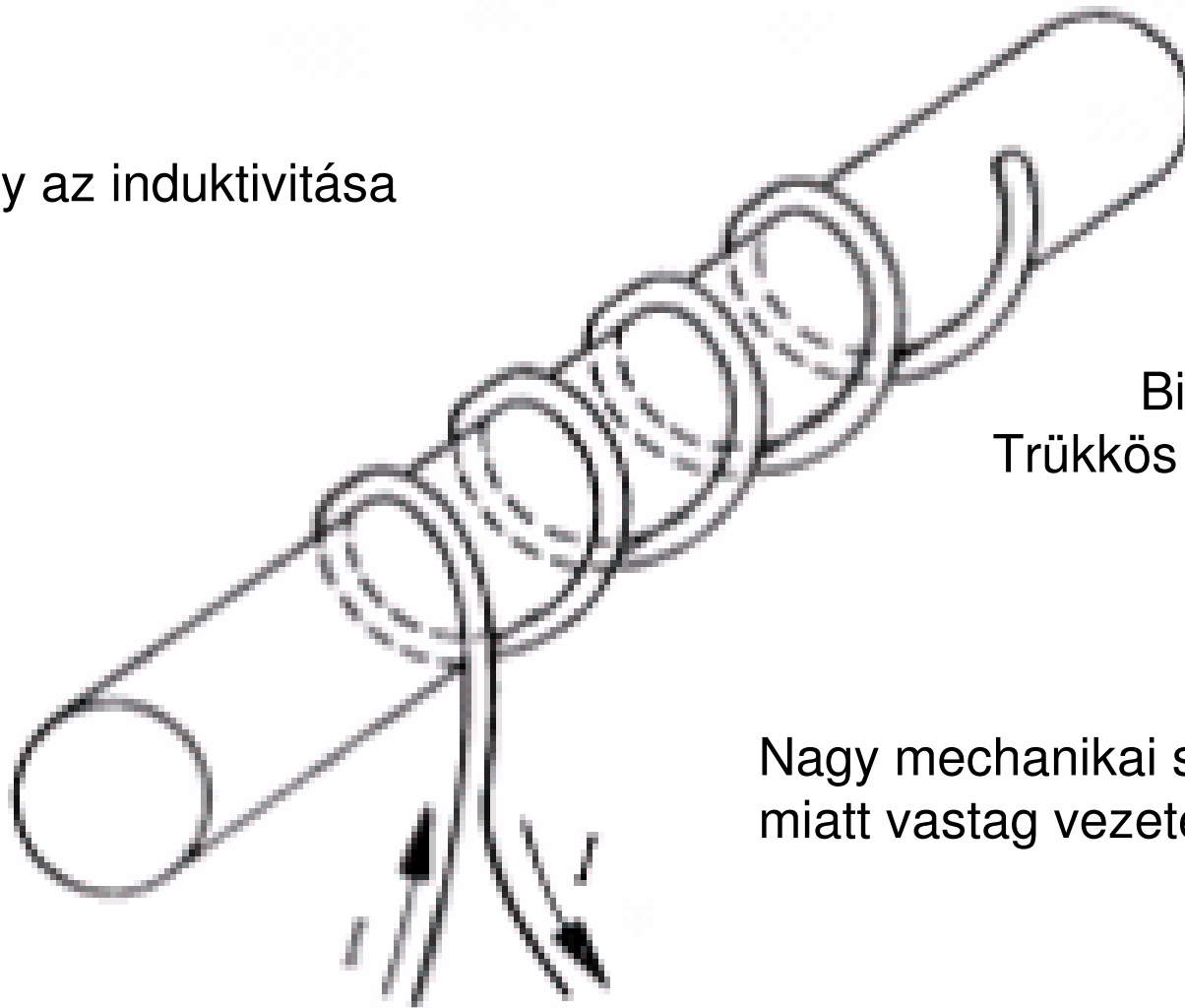
$$R = \frac{U}{I}$$

Fajlagos ellenállás alapján
hosszú vezeték





Nagy az induktivitása

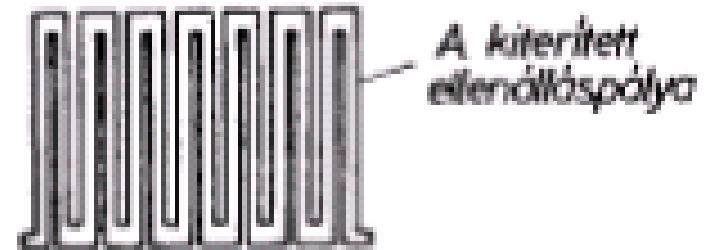
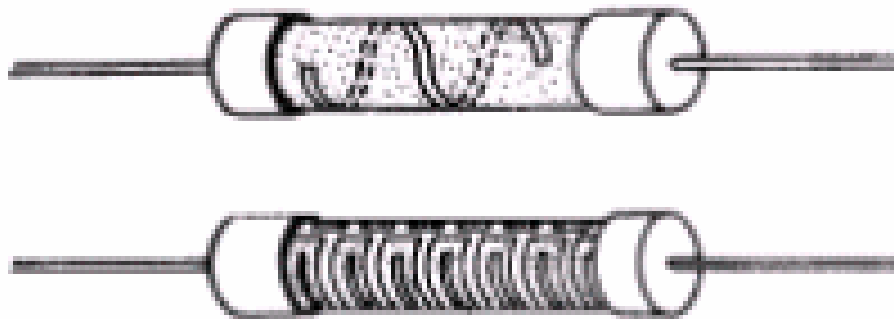


Bifiláris
Trükkös tekercselés

Nagy mechanikai szilárdsági követelmény
miatt vastag vezeték szükséges

Ellenállások mint gyártmány

Rétegellenállás

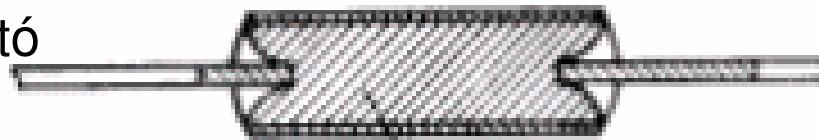


Szén v Fém



Kivezetési hibák

Hőmérséklet együttható
Negatív vagy pozitív



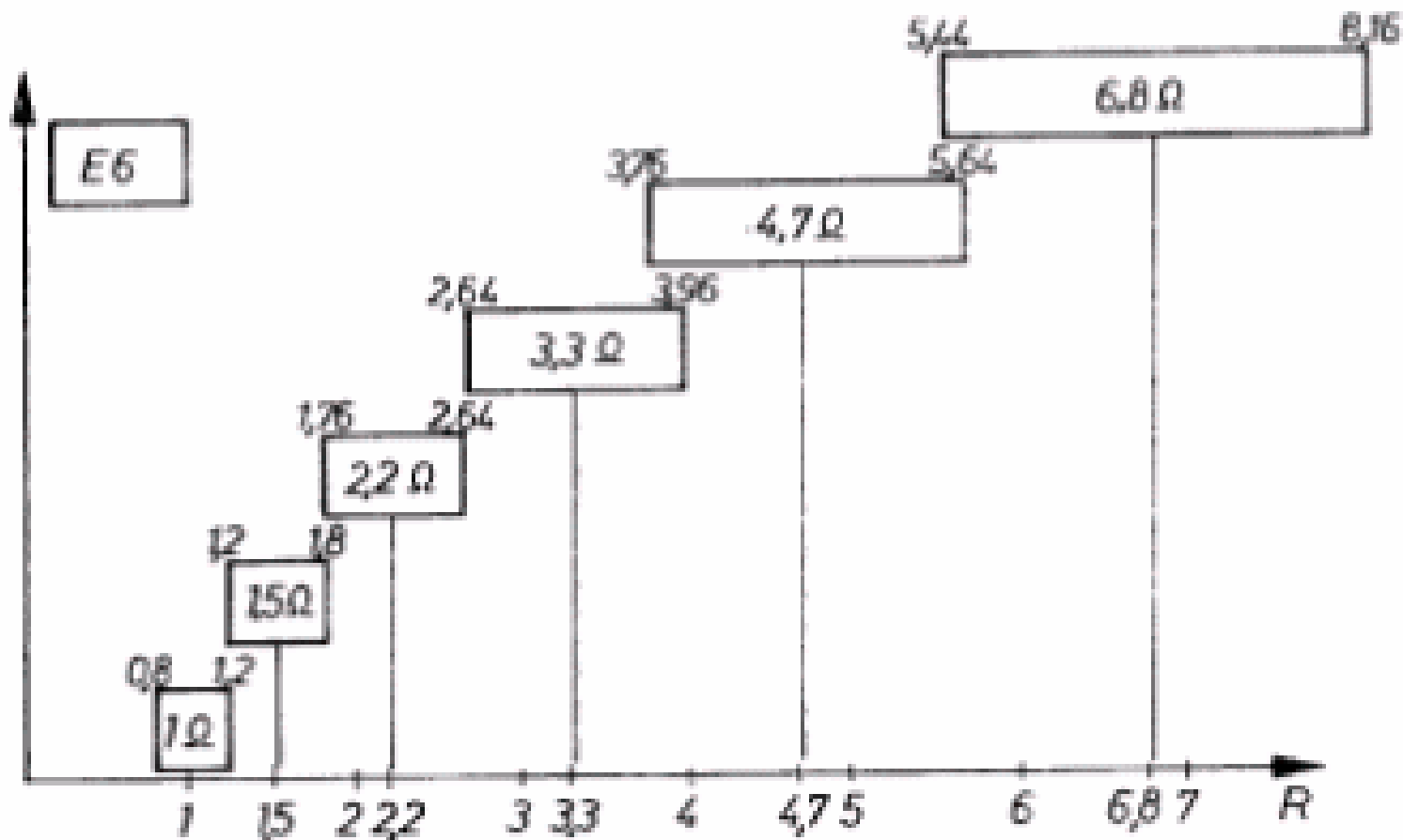
Sapka nélküli ellenállás

SMD technológia



Fémsapkával ellátott ellenállás

Ellenállás értéksorok



Minden elektronikus alkatrészre általánosítva

Ellenállás értéksorok

- E 6 ($\pm 20\%$ -os tűréshatár),
- E 12 ($\pm 10\%$ -os tűréshatár),
- E 24 ($\pm 5\%$ -os tűréshatár),
- E 48 ($\pm 2,5\%$ -os tűréshatár),
- E 96 ($\pm 1,0\%$ -os tűréshatár),
- E192 ($\pm 0,5\%$ -os tűréshatár).

$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 R$$

Teljesítmény adatok

0,1W 0,2W 0,5W

1W 2W 5W

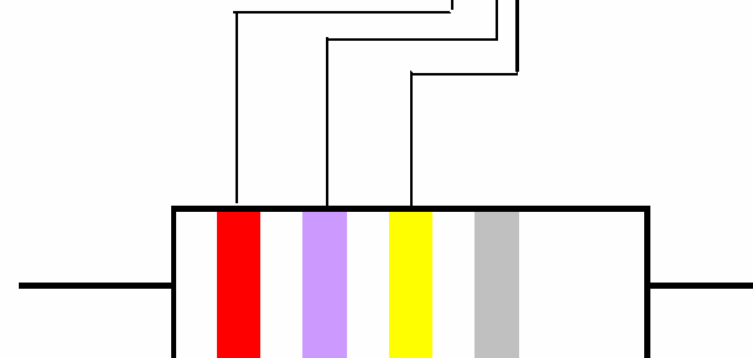
10W 20W 50W

Rétegellenállások megjelölése négysávos színjellel

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

E6			
E12			
E24			

		Ertéksáv		Szorzó	Tűrés
		1	2	4	5
Nincs jel					20%
	Ezüst			x10e-2	10%
	Arany			x10e-1	5%
	Fekete		0	x10e0	
	Barna	1	1	x10e1	
	Vörös	2	2	x10e2	2%
	Narancs	3	3	x10e3	
	Sárga	4	4	x10e4	
	Zöld	5	5	x10e5	
	Kék	6	6	x10e6	
	Ibolya	7	7	x10e7	
	Szürke	8	8	x10e8	
	Fehér	9	9	x10e9	



pl.: Vörös-Ibolya-Sárga-Ezüst

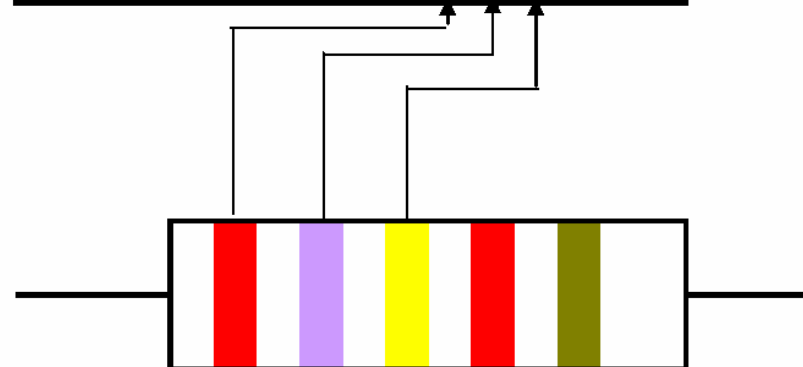
$$27 \text{ e}4 5 = 270000 = 270\text{Kohm} \pm 10\%$$

Rétegellenállások megjelölése ötsávos színjellel

100	147	215	316	464	681
101	149	218	320	470	690
102	150	221	324	475	698
104	152	223	328	481	706
105	154	226	332	487	715
106	156	229	336	493	723
107	158	232	340	499	732
109	160	234	344	505	741
110	162	237	348	511	750
111	164	240	352	517	759
113	165	243	357	523	768
114	167	246	361	530	777
115	169	249	365	536	787
117	172	252	370	542	796
118	174	255	374	549	806
120	176	258	379	556	816
121	178	261	383	562	825
123	180	264	388	569	835
124	182	267	392	576	845
126	184	271	397	583	856
127	187	274	402	590	866
129	189	277	407	597	876
130	191	280	412	604	887
132	193	284	417	612	898
133	196	287	422	619	909
135	198	291	427	626	920
137	200	294	432	634	931
138	203	298	437	643	942
140	205	301	442	649	953
142	208	305	448	657	965
143	210	309	453	665	976
145	213	312	459	673	988

E48	
E96	
E192	

		Értéksáv			Szorzó	Tűrés
		1	2	3		
	Ezüst				x10e-2	
	Arany				x10e-1	
	Fekete		0	0	x10e0	
	Barna	1	1	1	x10e1	1%
	Vörös	2	2	2	x10e2	2%
	Narancs	3	3	3	x10e3	
	Sárga	4	4	4	x10e4	
	Zöld	5	5	5	x10e5	0,50%
	Kék	6	6	6	x10e6	0,25%
	Ibolya	7	7	7	x10e7	0,10%
	Szürke	8	8	8	x10e8	
	Fehér	9	9	9	x10e9	



pl.: Vörös-Ibolya-Sárga-Vörös-Barna

274 e2 1 = 27400 = 27,4Kohm +/- 1%

Ellenállások alkalmazása

- Méréshatár kiterjesztés feszültségosztóval
- Műszerhiba követelmény
- Szokásos méréshatárok
- Hiba meghatározás
 - Vegyes hiba
 - Hibaszámítási módszerek

A feladat

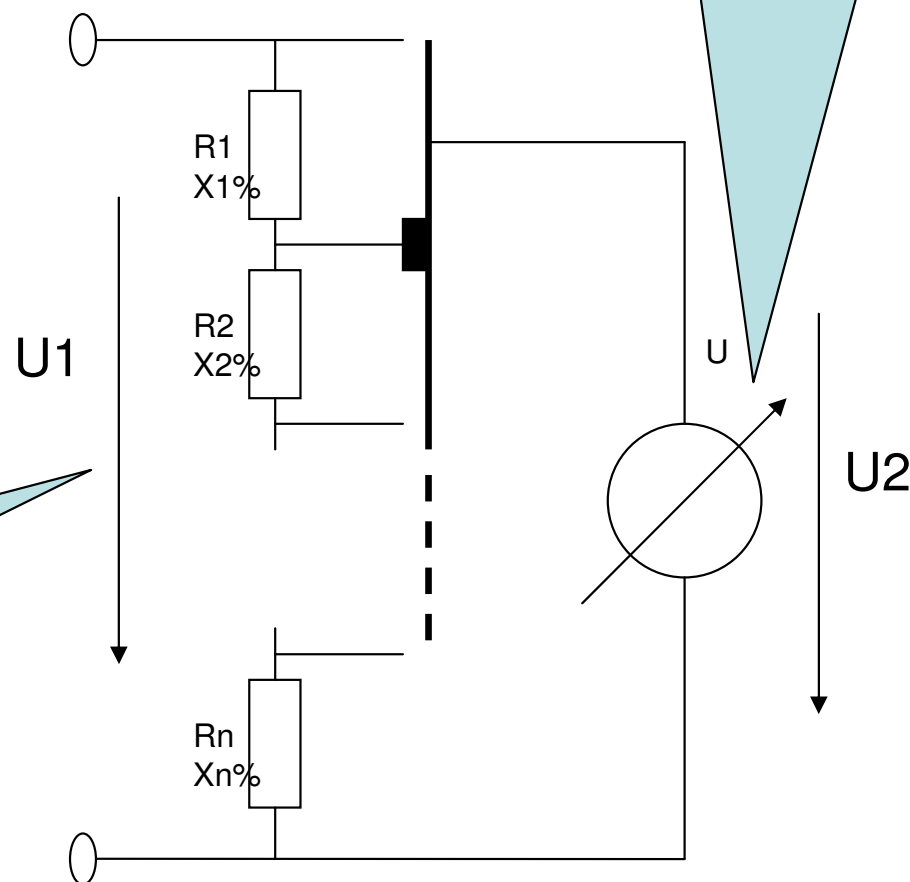
- U_2 azonos U_1 -el azaz
 $20 \cdot \log(U_2/U_1) \rightarrow 0\text{dB}$
- U_2 10 dB-el alacsonyabb U_1 -nél
 $-10\text{dB} = 20 \cdot \log(U_2/U_1) \rightarrow U_2/U_1 = 31,6\%$
- U_2 20 dB-el alacsonyabb U_1 -nél
 $-20\text{dB} = 20 \cdot \log(U_2/U_1) \rightarrow U_2/U_1 = 10,0\%$
- Méréshatárok:
100mV; 316mV; 1000mV
- A műszer hibája a használt tartományon 1%! \rightarrow 3db ellenállás kell

Méréshatár kiterjesztés

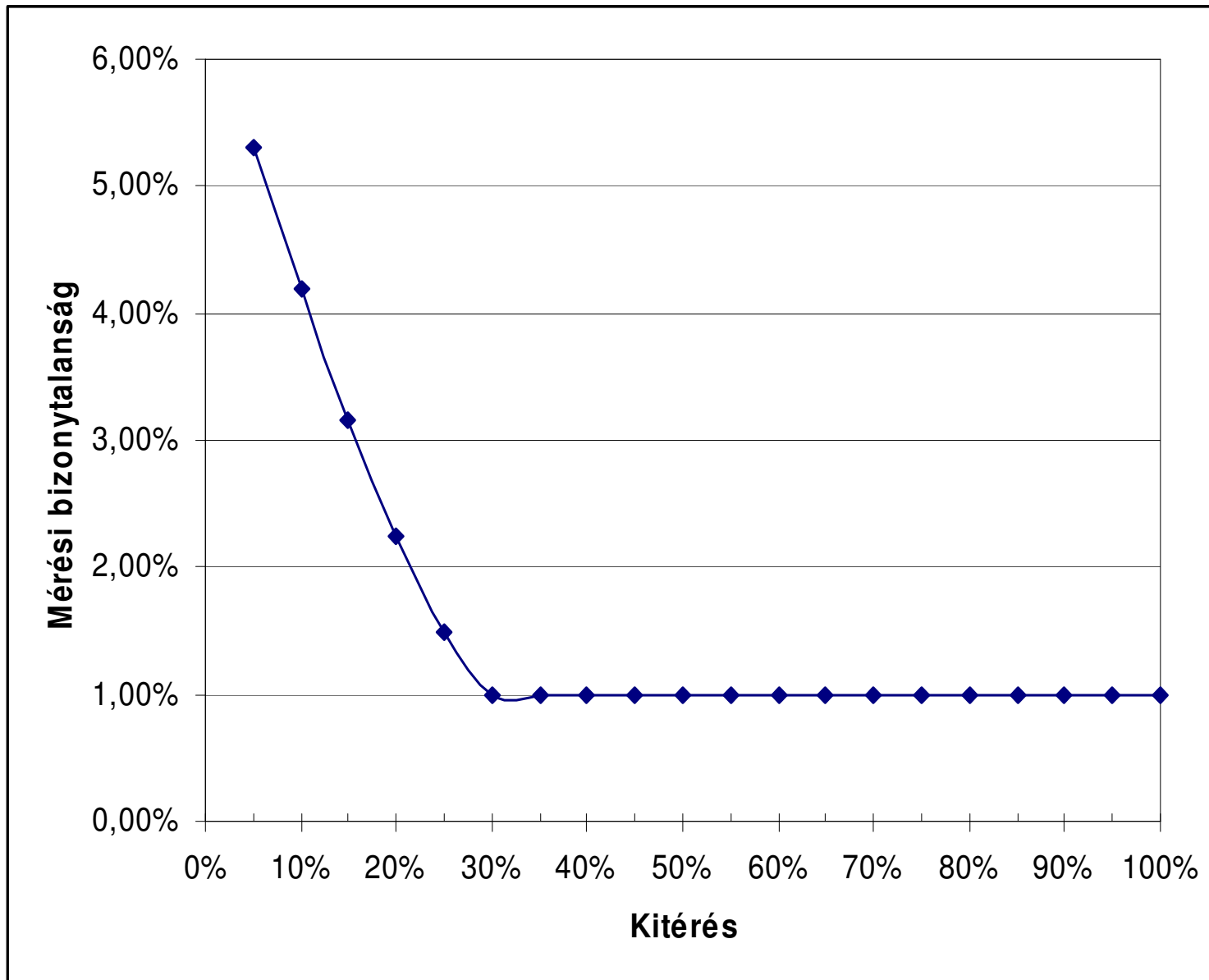
- 100mV –tól 1V-ig
- $R_{be} \geq 1\text{Kohm}$
- $H_{err} = H_{műszer} + H_{osztó}$
- $H_{err} \leq 2\%$

Műszer adatok

- 100mV végkitérés
- $R_b = 2\text{Kohm}$



A mérőeszköz hibája

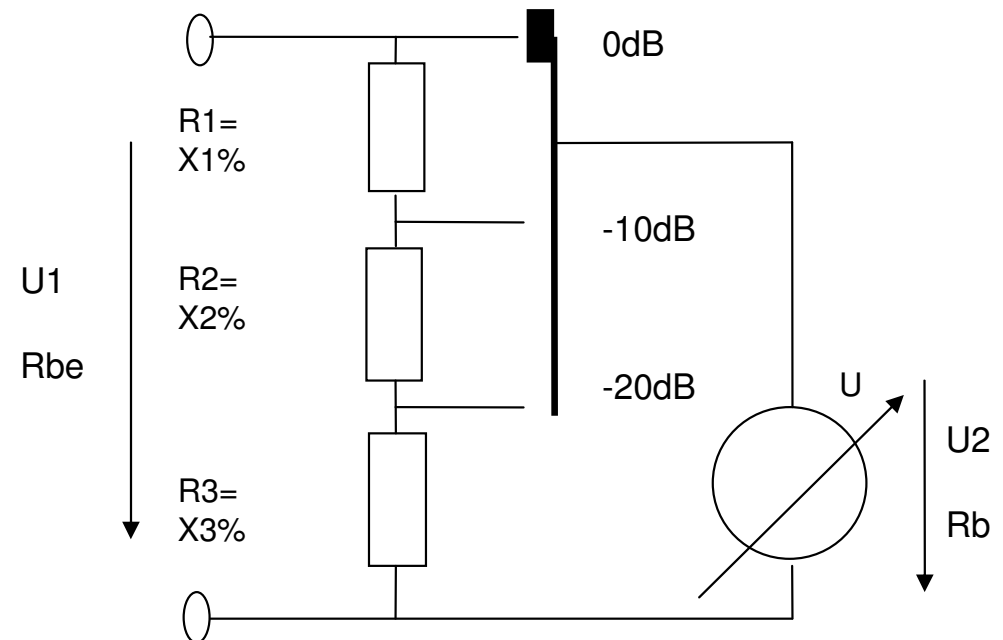


A megoldás

- 0 dB-en feszültség osztás nincs, megkötés csak $R_{be} \geq 1\text{Kohm}$ tehát

$$\frac{1}{R_{be}} = \frac{1}{R1 + R2 + R3} + \frac{1}{Rb}$$

$$R1 + R2 + R3 \geq 2\text{Kohm}$$



- -10dB-en feszült osztás 31.6% tehát az $((R2+R3) \times Rb)$ ellenálláson eső feszültség $R1$ ellenálláson 68,4% a feszültség esés

A megoldás

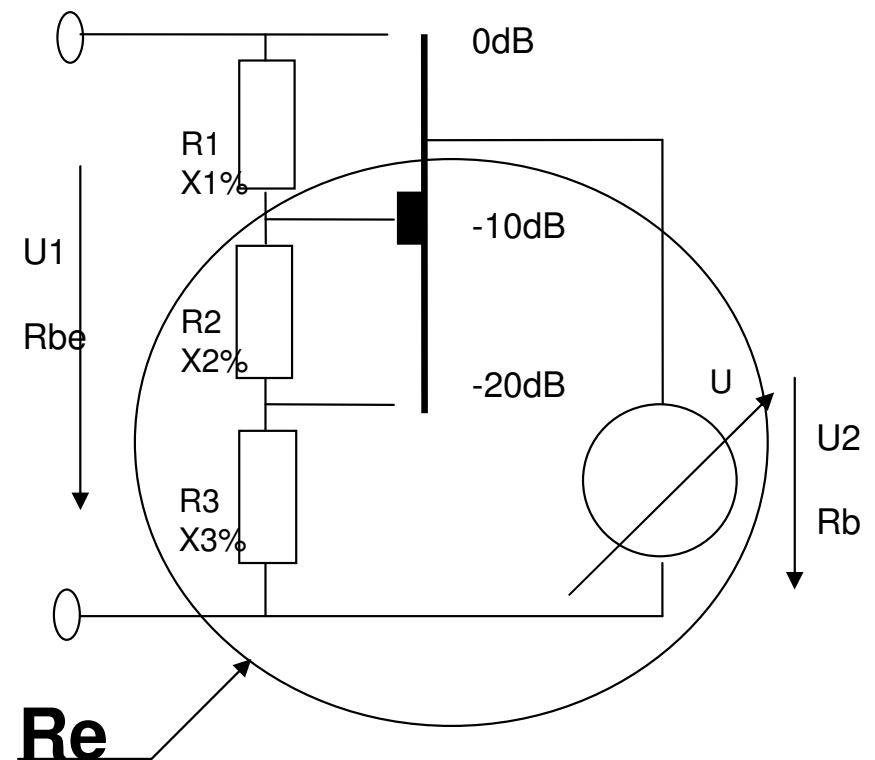
$$I = \frac{0,216V}{R1} \quad I = \frac{0,1V}{Re} \quad I = \frac{U1}{Rbe} = \frac{0,316V}{2000ohm}$$

$$R1 = \frac{2000 * 0,216}{0,316} = 1,368Kohm$$

$$Re = \frac{2000 * 0,1}{0,316} = 632ohm$$

$$\frac{1}{Re} = \frac{1}{R2 + R3} + \frac{1}{Rb}$$

$$R2+R3 = 924ohm$$



Az R3-al párhuzamosan van a műszer és ezen az ellenálláson esik a bemenő feszültség 10%-a. (-20dB)

Az R1 sorba van kötve az R2-vel és rajtuk esik a bemenő feszültség 90%-a.

A körben folyó áram

$$I = \frac{0,9V}{R1 + R2}$$

$$I_m = \frac{0,1V}{R_b}$$

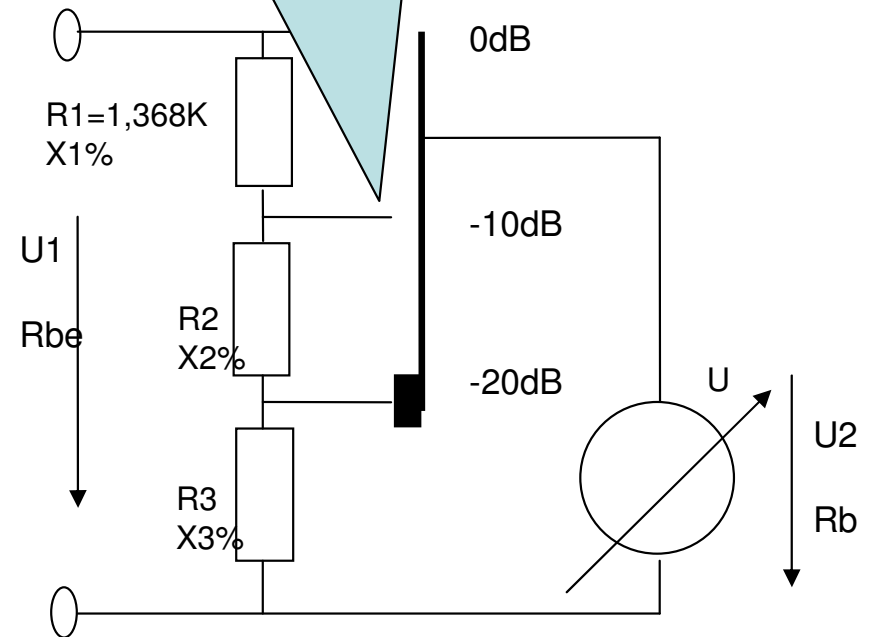
$$I' = \frac{0,1V}{R3}$$

$$I = I' + I_m$$

$$\frac{0,9V}{R1 + R2} = \frac{0,1V}{R_b} + \frac{0,1V}{R3}$$

A megoldás

Figyelem!
A feszültség ezen a ponton az átkapcsolás miatt megváltozott!



Számítási eredmények

$$\frac{0,9V}{R1 + R2} = \frac{0,1V}{Rb} + \frac{0,1V}{R3}$$

$$R2 + R3 = 924 \text{ohm}$$

$$\frac{0,9V}{1.368K + R2} = \frac{0,1V}{2000} + \frac{0,1V}{924 - R2}$$

$$\underline{\underline{R1 = 1,368 \text{ kohm}}}$$

$$\underline{\underline{R2 = 668,75 \text{ ohm}}}$$

$$\underline{\underline{R3 = 255,25 \text{ ohm}}}$$

Rétegellenállások megjelölése ötsávós színjellel

100	147	215	316	464	681
101	149	218	320	470	690
102	150	221	324	475	698
104	152	223	328	481	706
105	154	226	332	487	715
106	156	229	336	493	723
107	158	232	340	499	732
109	160	234	344	505	741
110	162	237	348	511	750
111	164	240	352	517	759
113	165	243	357	523	768
114	167	246	361	530	777
115	169	249	365	536	787
117	172	252	370	542	796
118	174	255	374	549	806
120	176	258	379	556	816
121	178	261	383	562	825
123	180	264	388	569	835
124	182	267	392	576	845
126	184	271	397	583	856
127	187	274	402	590	866
129	189	277	407	597	876
130	191	280	412	604	887
132	193	284	417	612	898
133	196	287	422	619	909
135	198	291	427	626	920
137	200	294	432	634	931
138	203	298	437	643	942
140	205	301	442	649	953
142	208	305	448	657	965
143	210	309	453	665	976
145	213	312	459	673	988

E48	
E96	
E192	

		Értéksáv			Szorzó	Tűrés
		1	2	3		
	Ezüst				x10e-2	
	Arany				x10e-1	
	Fekete		0	0	x10e0	
	Barna	1	1	1	x10e1	1%
	Vörös	2	2	2	x10e2	2%
	Narancs	3	3	3	x10e3	
	Sárga	4	4	4	x10e4	
	Zöld	5	5	5	x10e5	0,50%
	Kék	6	6	6	x10e6	0,25%
	Ibolya	7	7	7	x10e7	0,10%
	Szürke	8	8	8	x10e8	
	Fehér	9	9	9	x10e9	

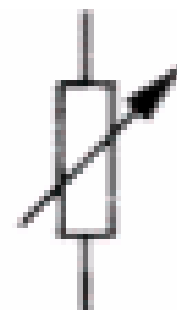
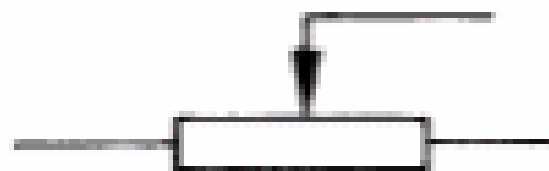
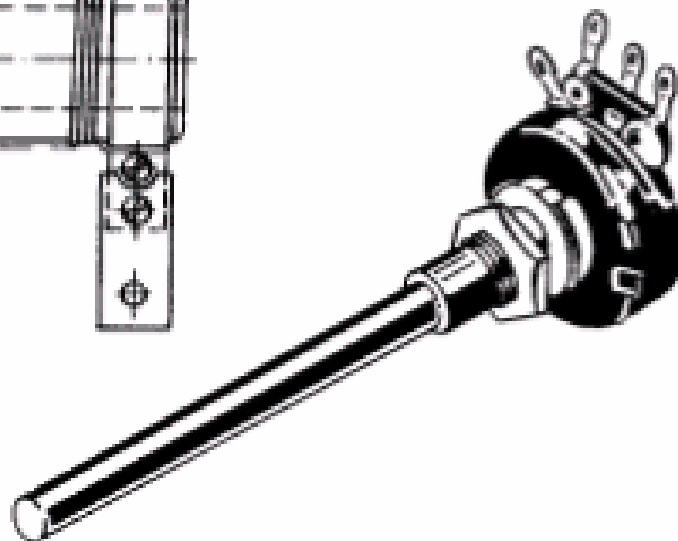
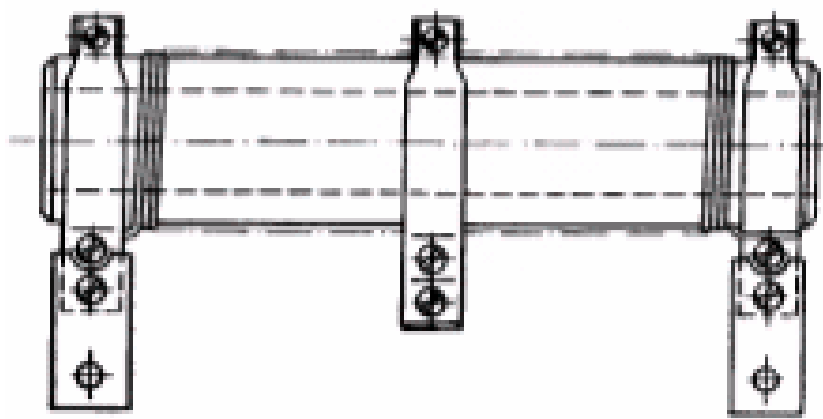
R1 = 1,368 kohm

R2 = 668,75 ohm

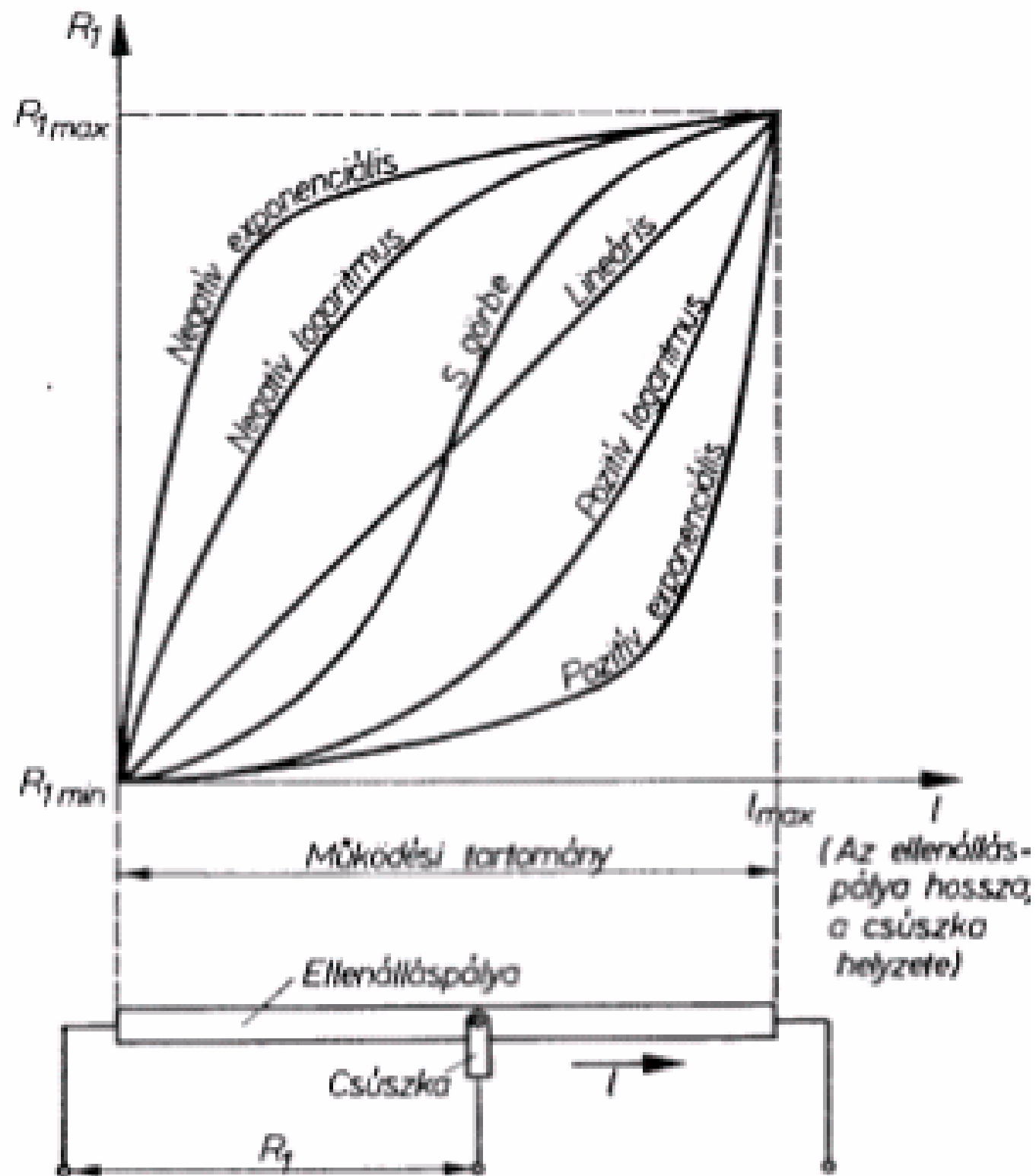
R3 = 255,25 ohm

274 e2 1 = 27400 = 27,4Kohm +/- 1%

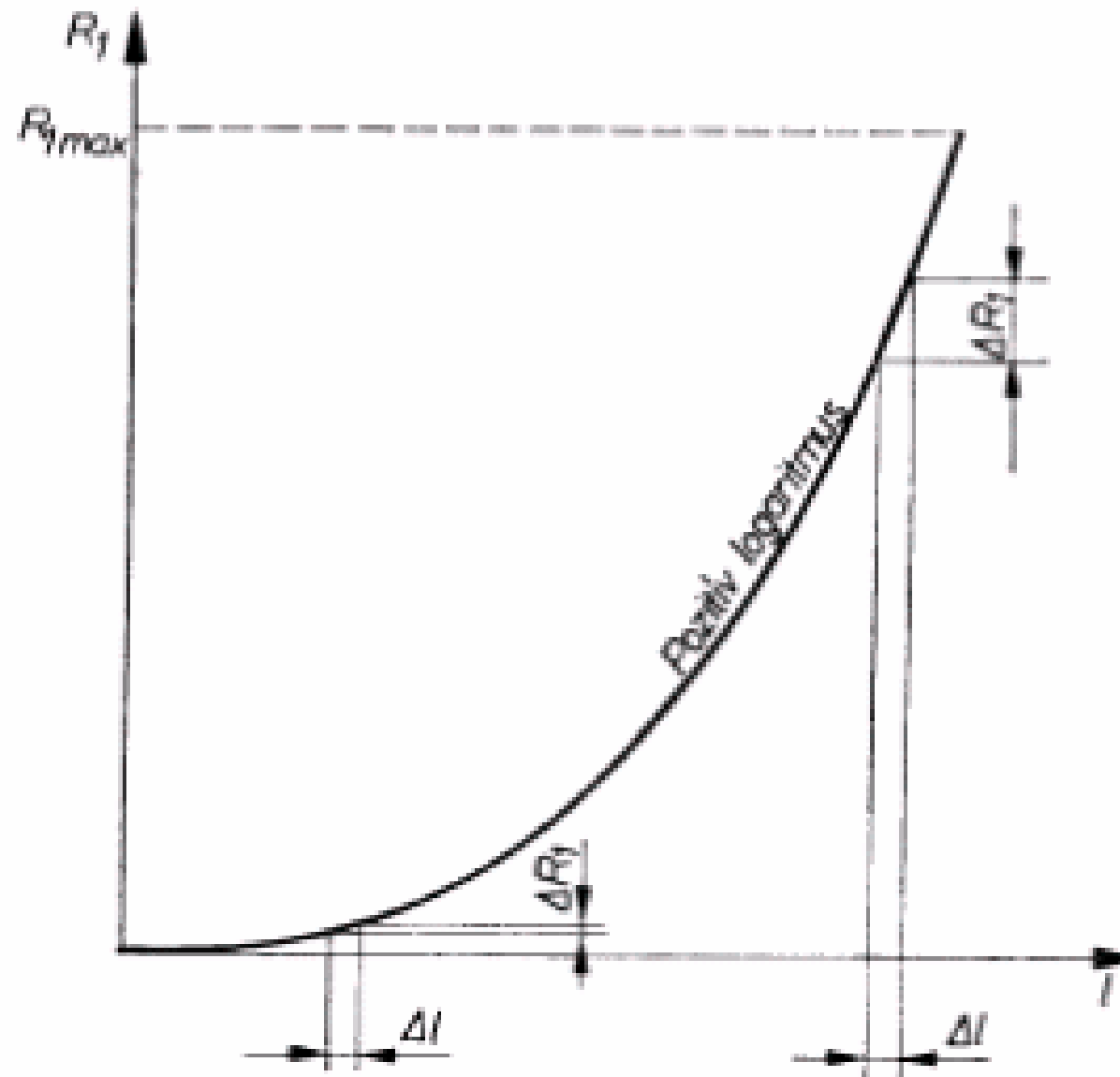
Változtatható ellenállások



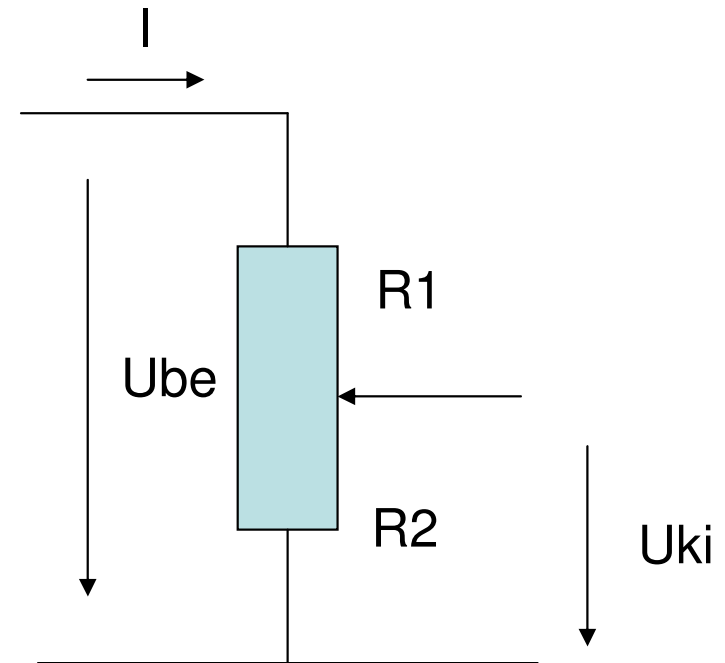
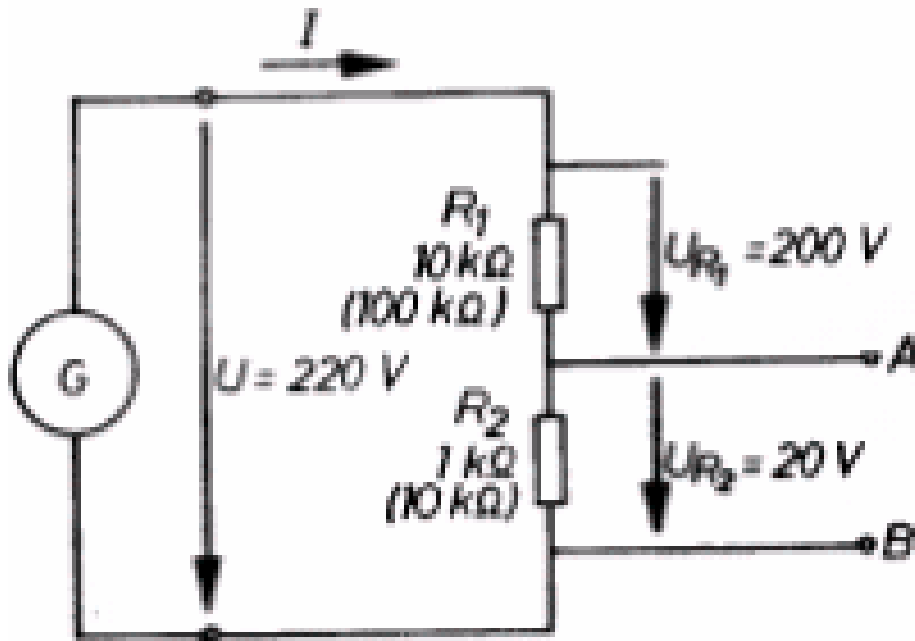
Rajzjel



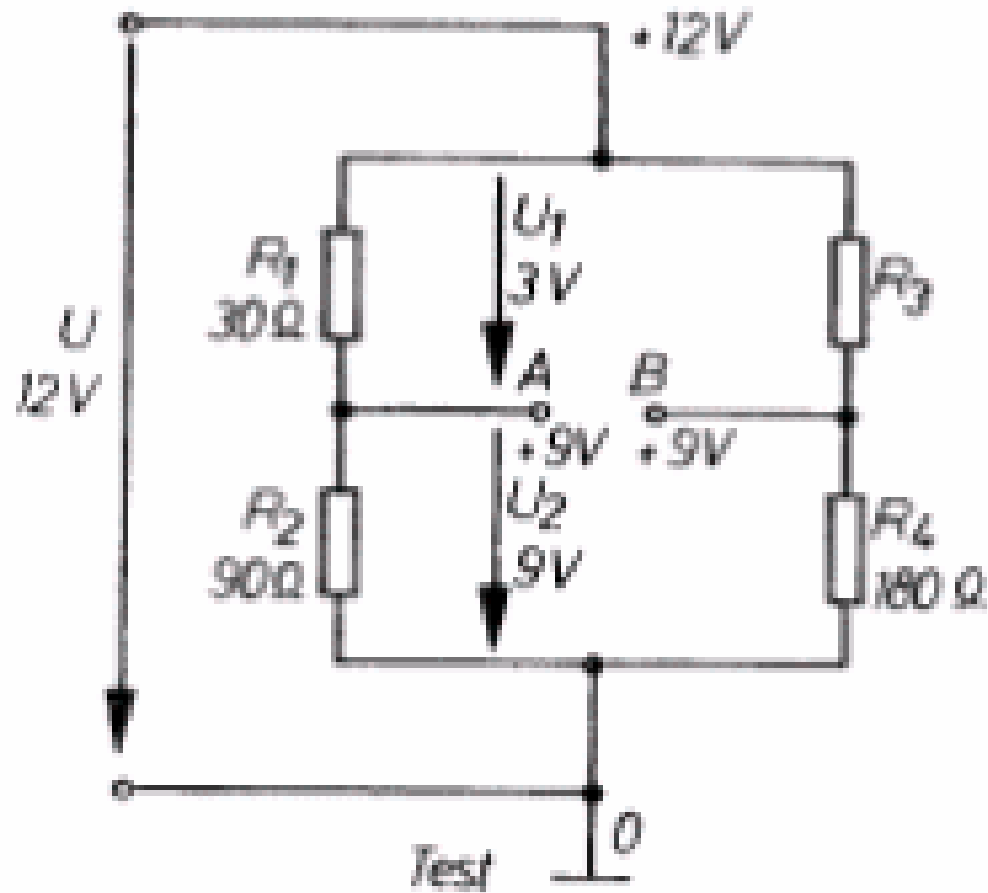
Az ellenállás-pálya és -érték kapcsolat



Feszültségosztó



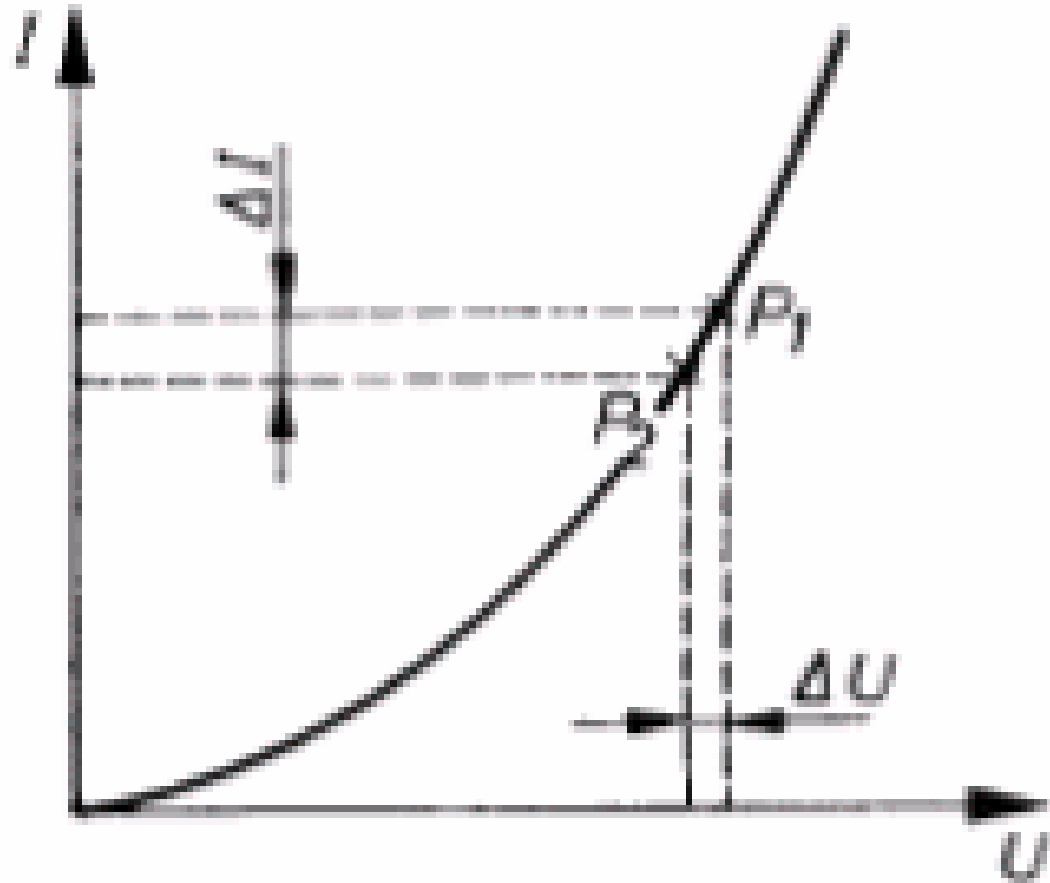
Híd kapcsolás



Nem lineáris ellenállások

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

r = differenciális ellenállás



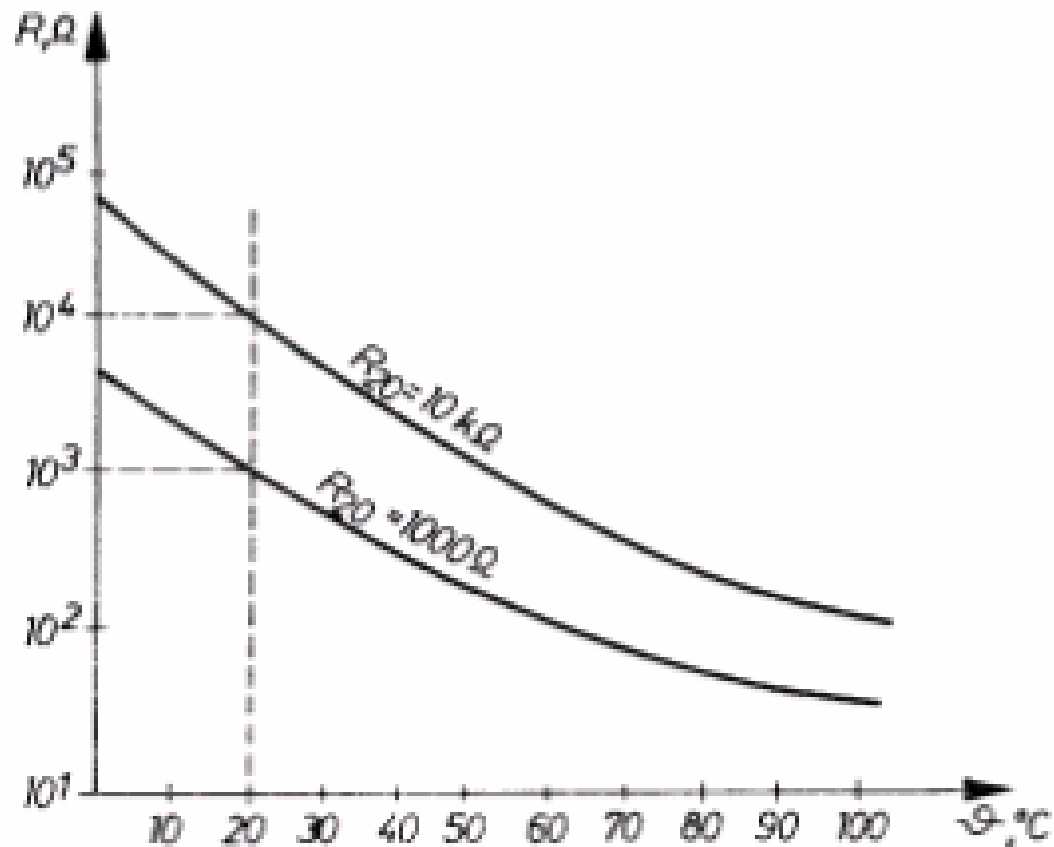
NTK

PTK

VDR

NTK

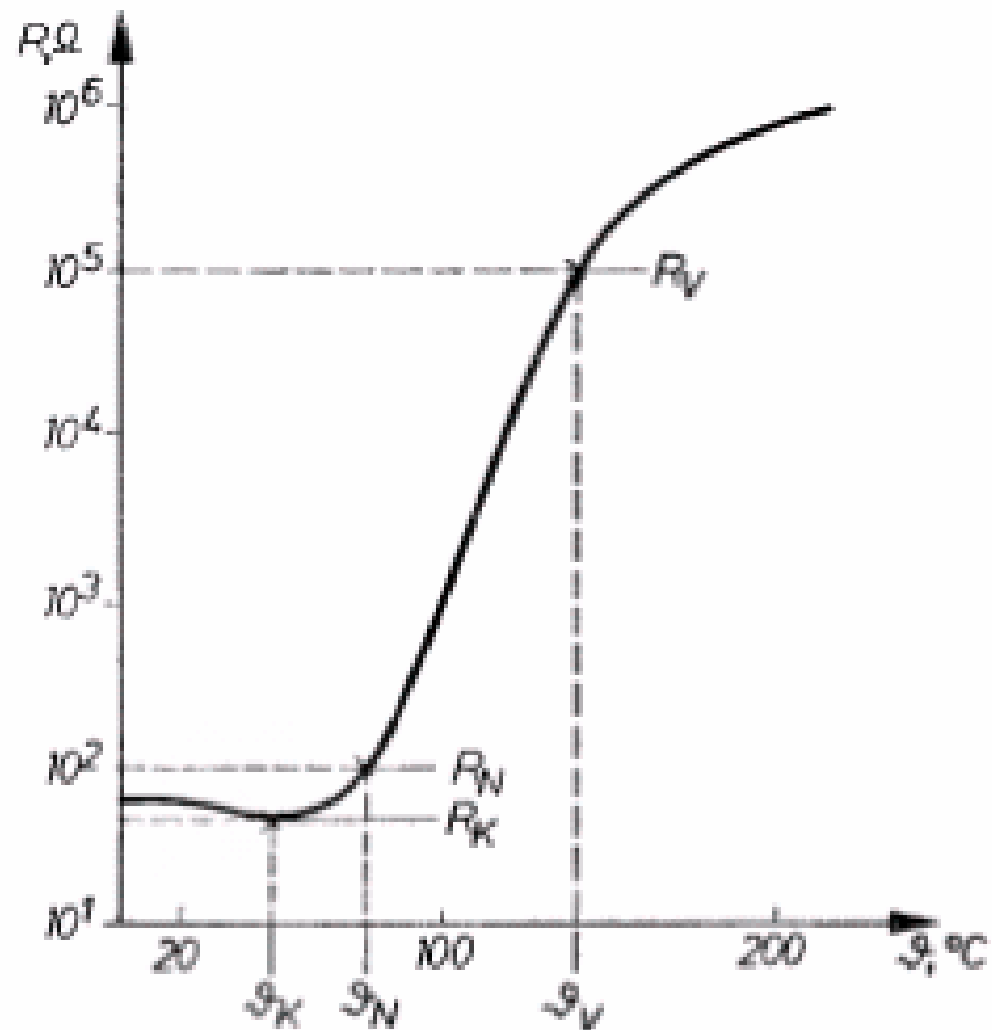
- Melegén nem vezető ellenállások



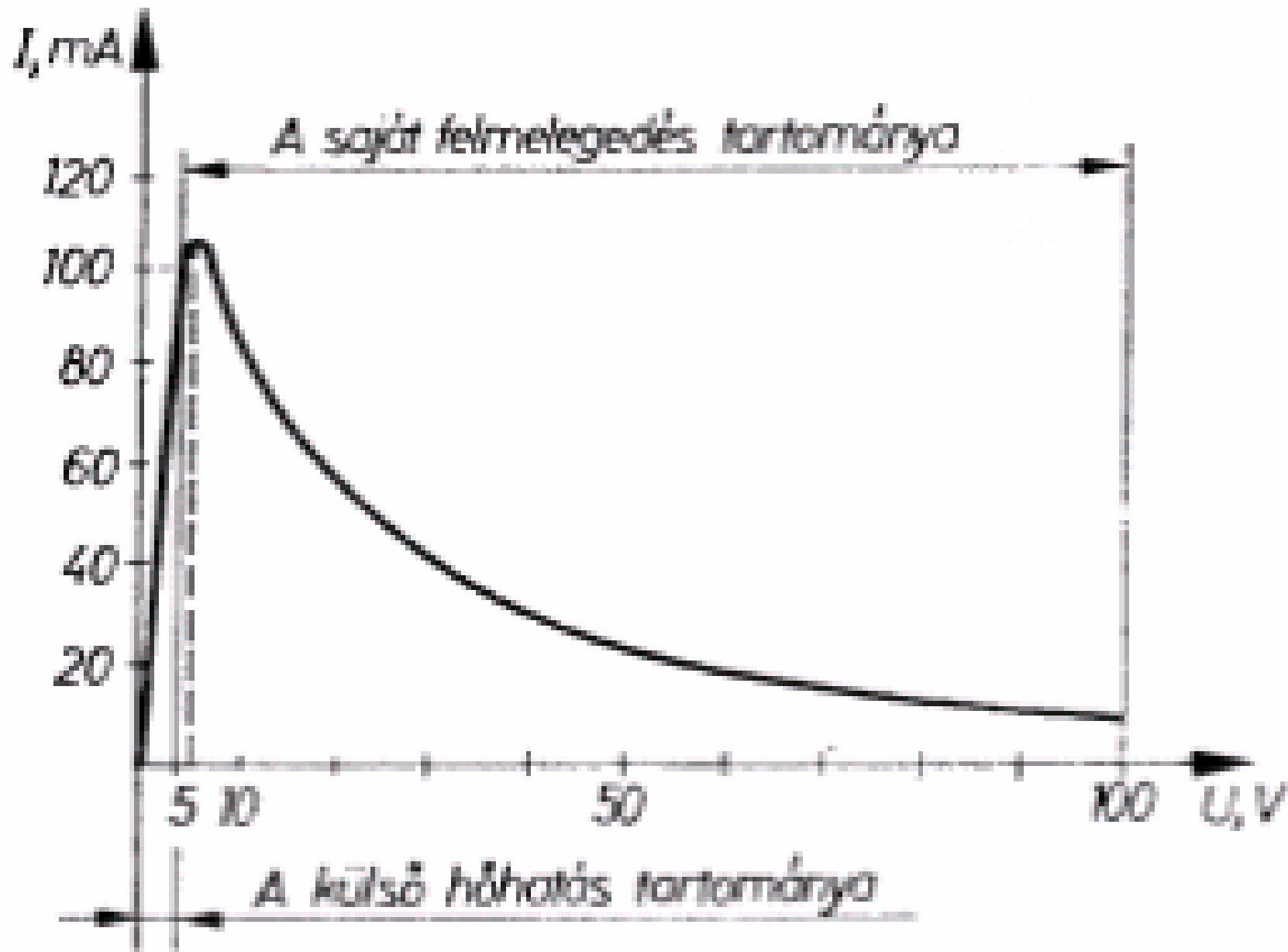
-2%/°C -7%/°C

PTK

- Hidegen vezető ellenállások

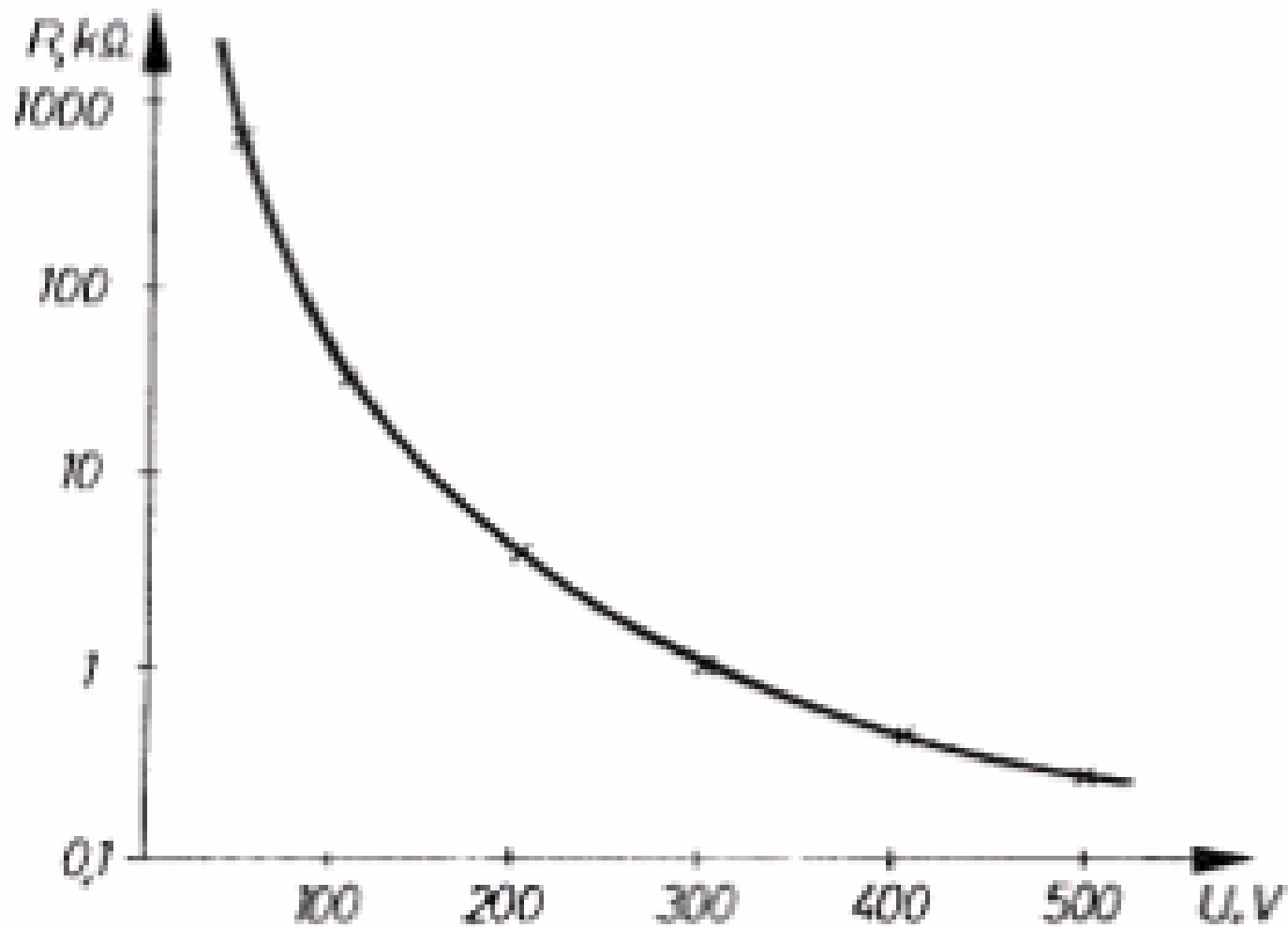


PTK feszültség áram karakterisztikája

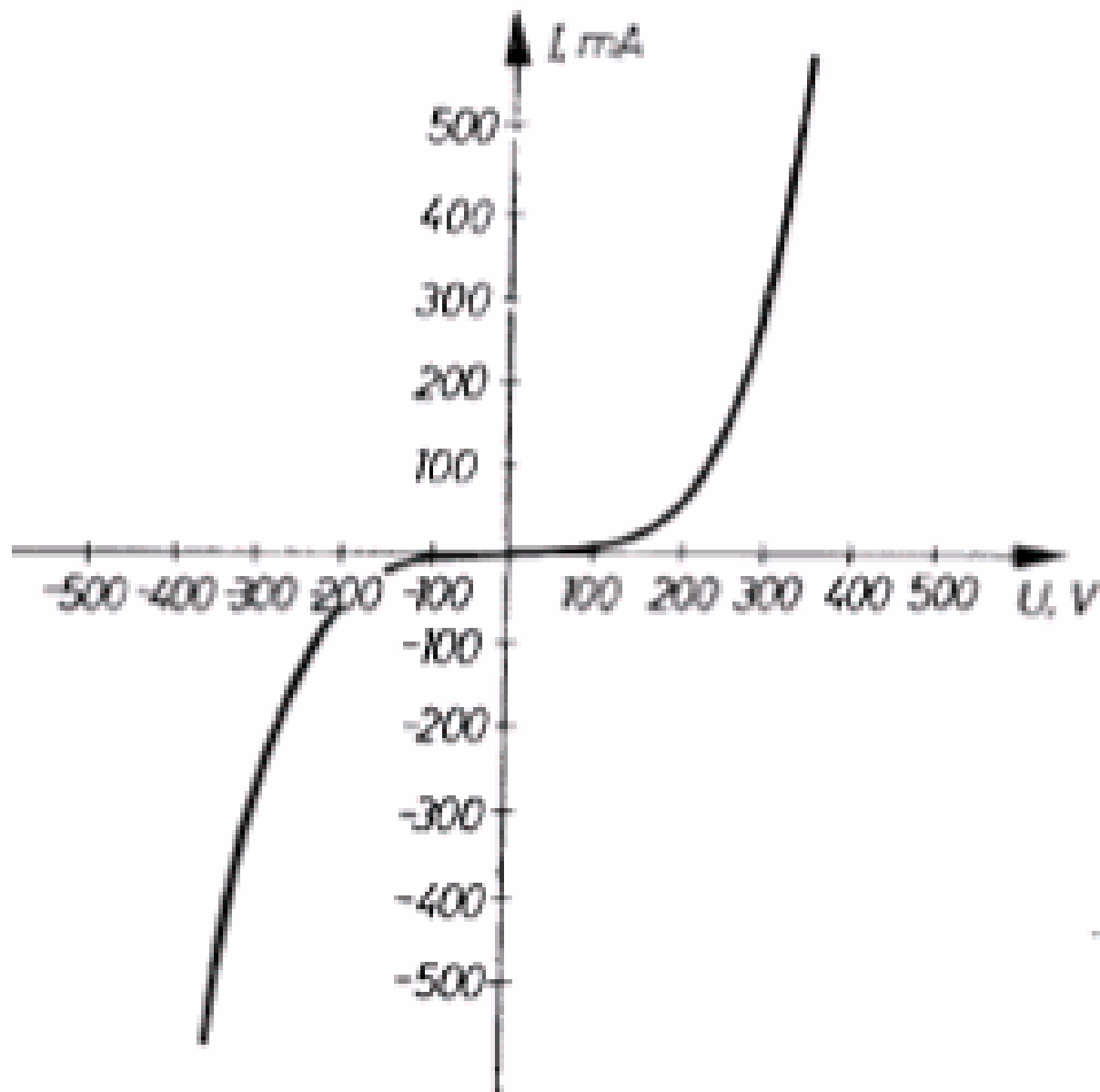


VDR

- Feszültségfüggő ellenállások



VDR feszültség áram karakterisztikája



1A-hoz tartozó
feszültség

$$U = C \cdot I^{\beta}$$

Szabályozási tényező
A jelleggörbe
meredeksége

$$I = \left(\frac{U}{C} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

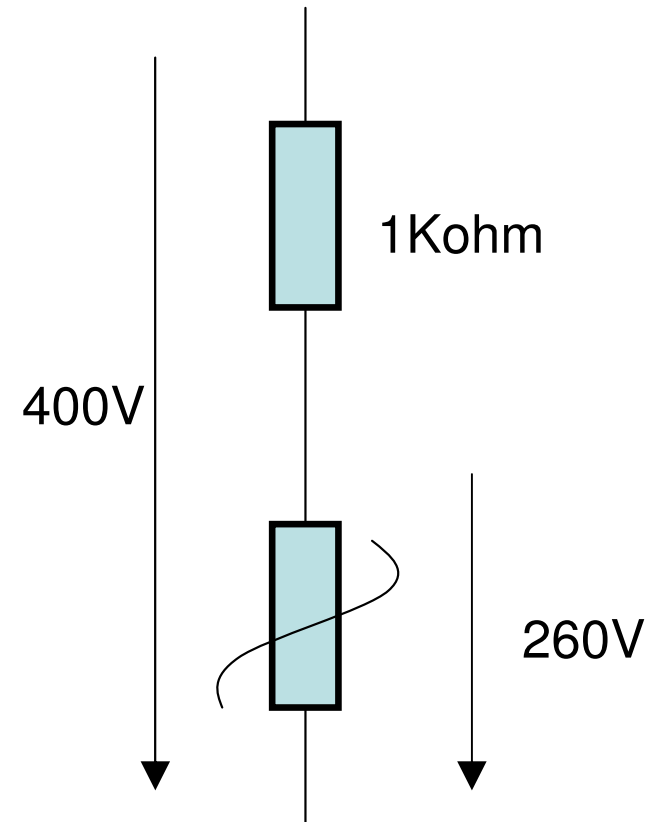
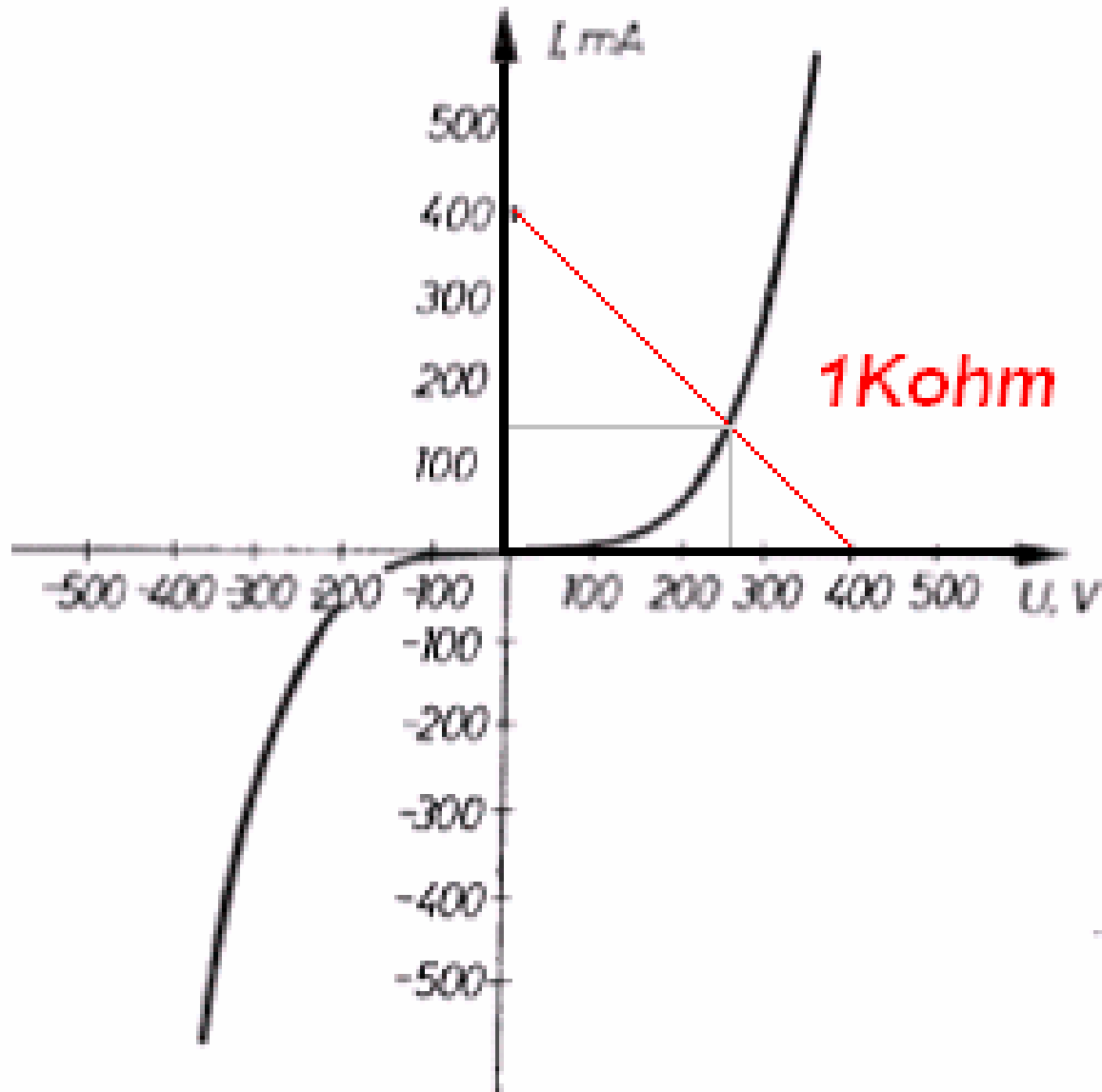
VDR számítások

$$C = 100; \beta = 0,2; U = 10V$$

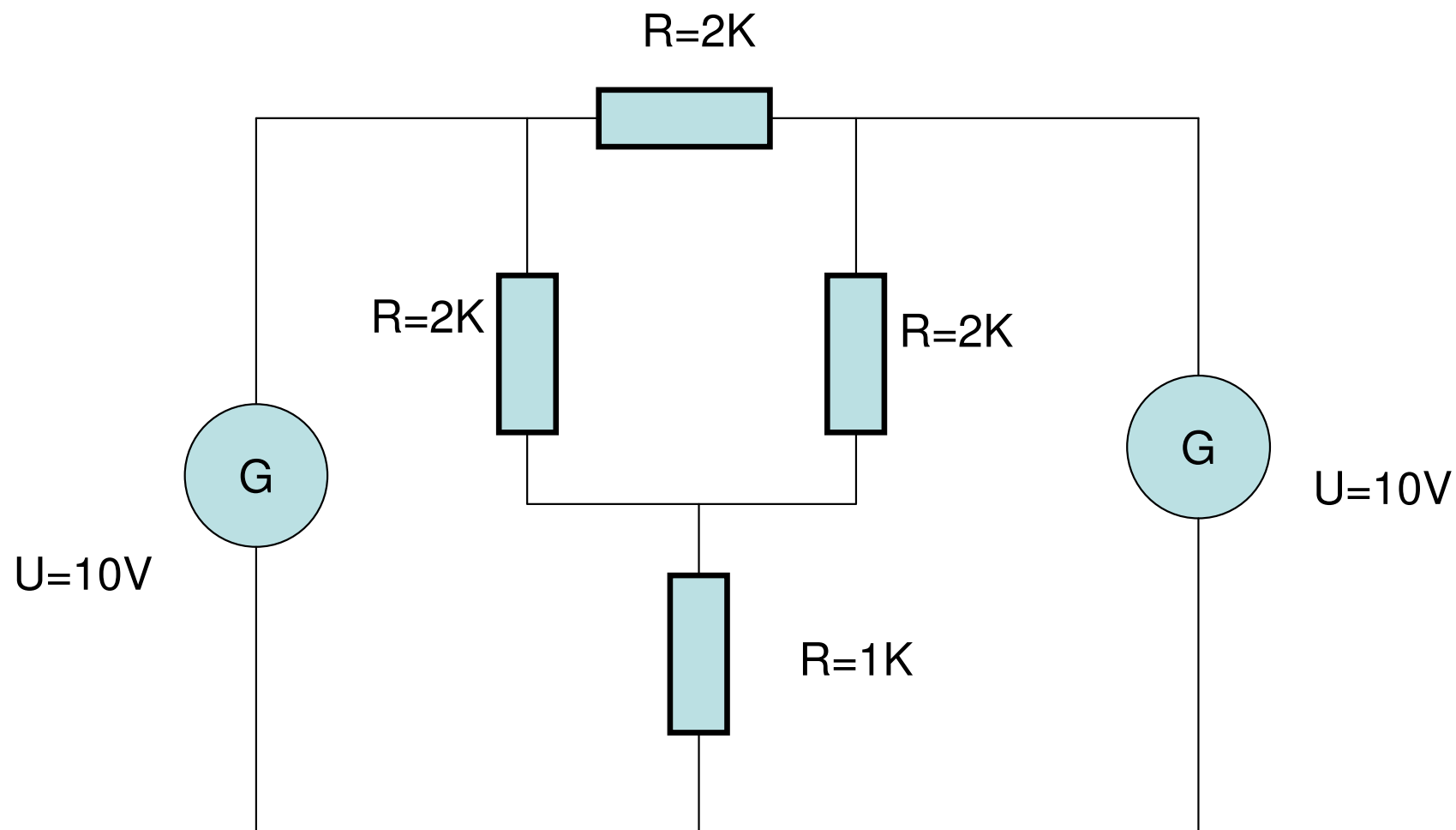
$$I = \left(\frac{U}{C} \right)^{\frac{1}{\beta}} = \left(\frac{10}{100} \right)^{\frac{1}{0,2}} = 0,1^5 = 10\mu A$$

$$R_{VDR} = \frac{10V}{10\mu A} = 1M\Omega$$

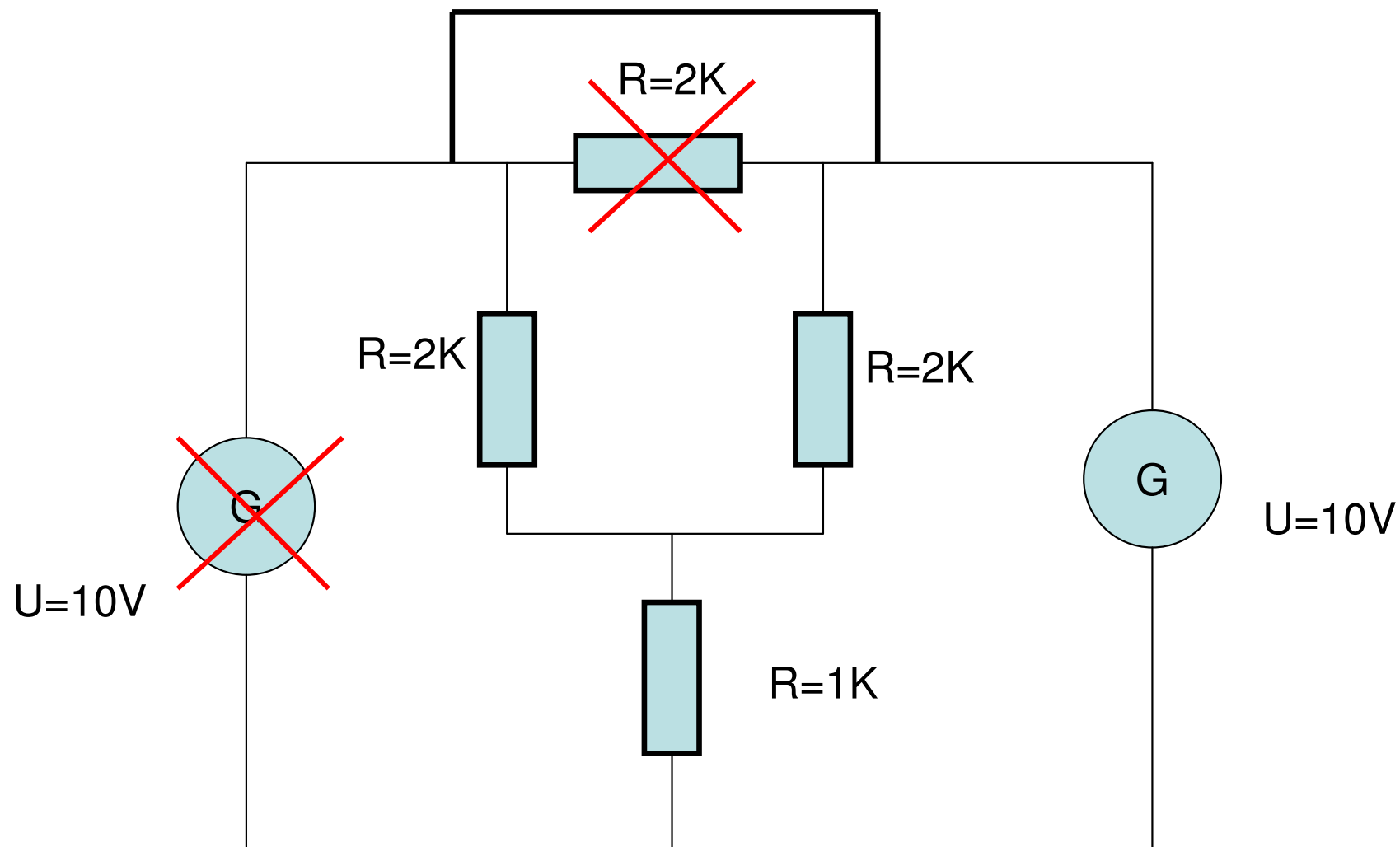
Munkapont



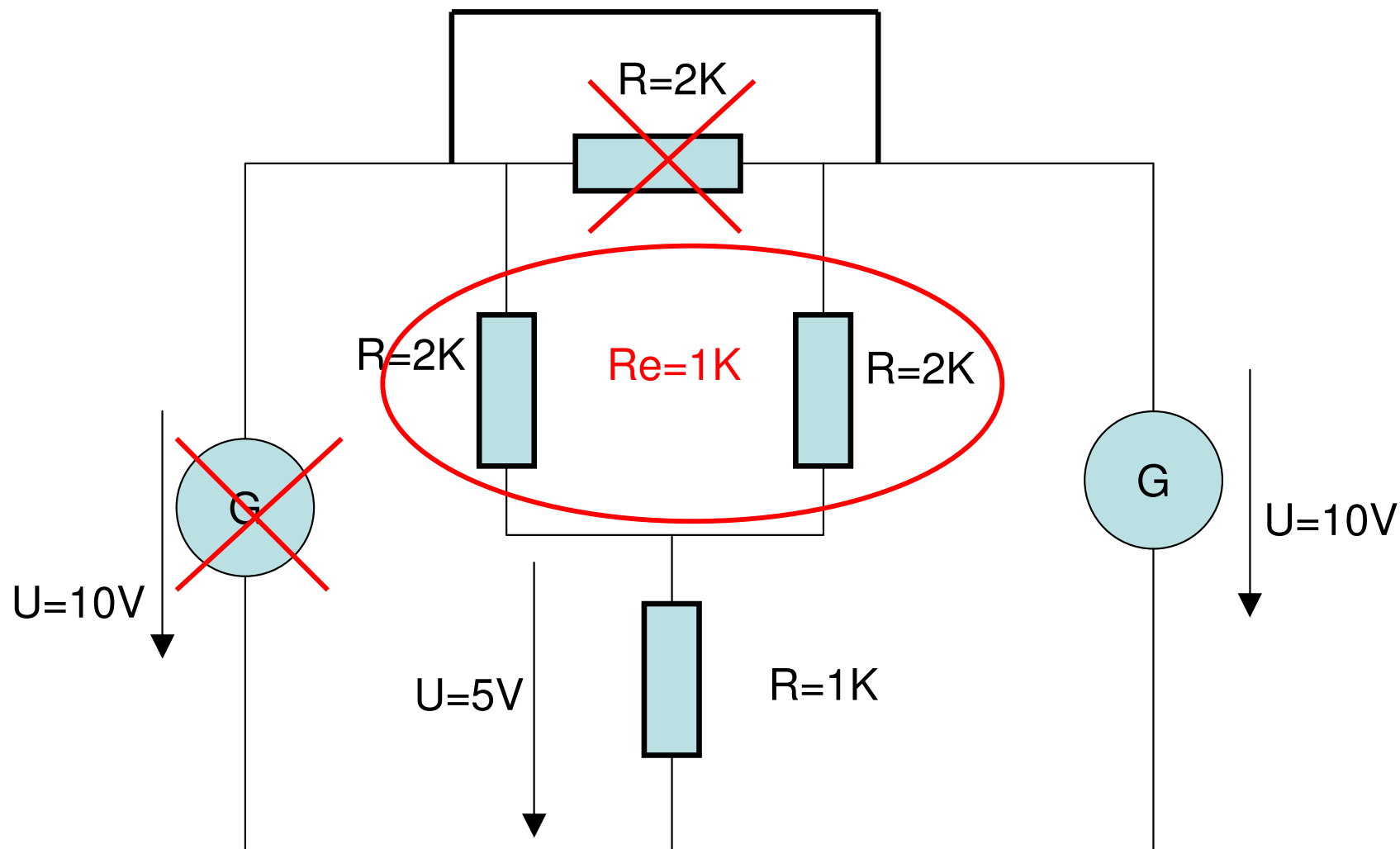
Számítási példák



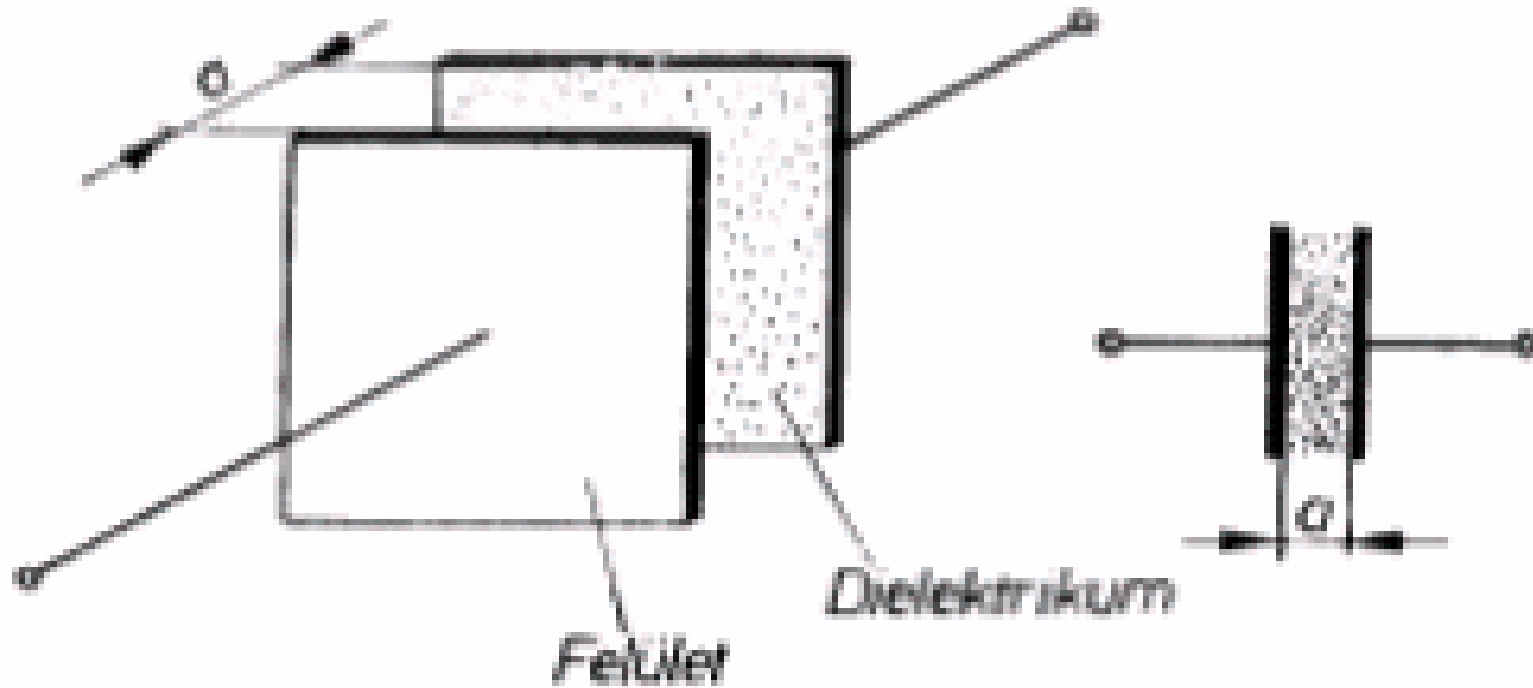
Számítási példák



Számítási példák



Kapacitás



$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As} \cdot 0,02 \text{ m}^2}{\text{Vm} \cdot 0,002 \text{ m}} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{V}} = 8,85 \text{ pF}$$

Kapacitás feszültsége

Színskála azonos az
ellenállásokkal

1-2 gyűrű érték

3 gyűrű nagyságrend

4 gyűrű tűrés

5 gyűrű feszültség

Arany = 1000V

Ezüst = 2000V

Színtelen = 5000V

$$C = \frac{Q}{U}$$

Kapacitások kapcsolásai

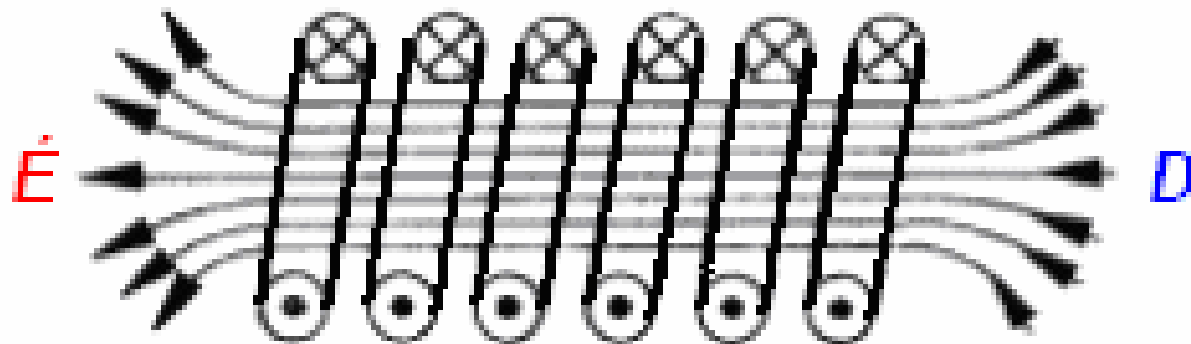
- Kapacitások soros kapcsolása

$$C_e = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$$

- Kapacitások párhuzamos kapcsolása

$$C_e = C_1 + C_2 + \dots$$

Induktivitás



$$R_m = \frac{l_m}{\mu_0 \mu_r A}$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

$$\Theta = \Phi \cdot R_m$$

Induktivitások kapcsolásai

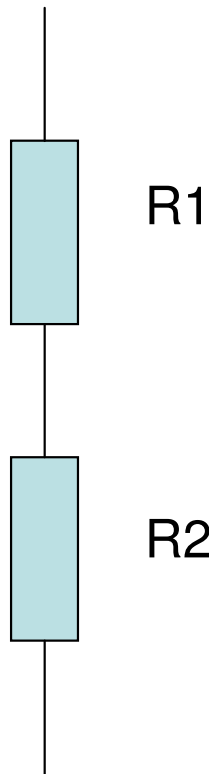
- Induktivitások soros kapcsolása

$$L_e = L_1 + L_2 + \dots$$

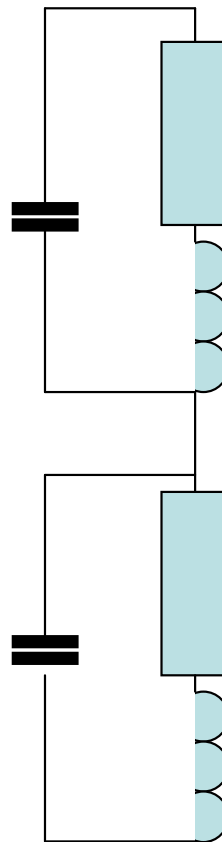
- Induktivitások párhuzamos kapcsolása

$$L_e = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots}$$

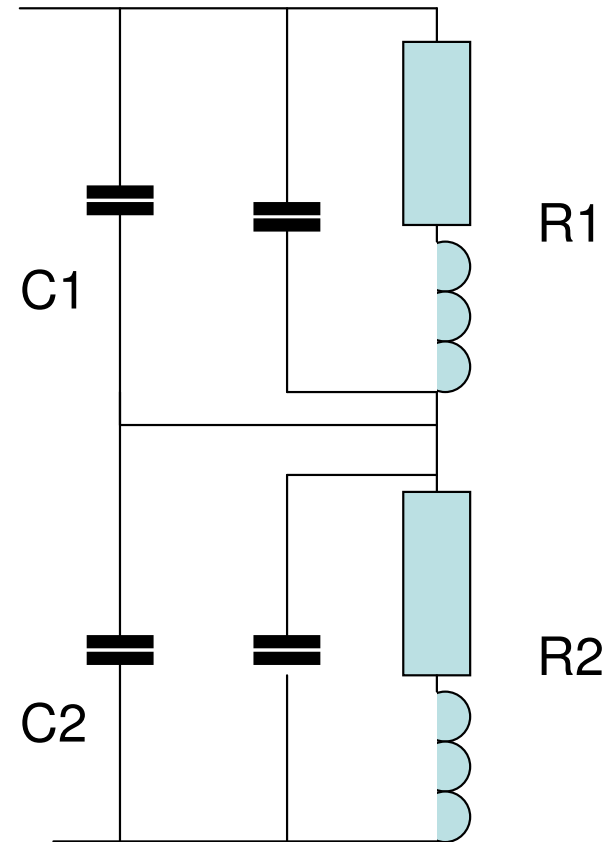
Alkalmazás példa



Idealizált eset



Valóságghű modell



Kompenzálás

Meggondolások

$$U_{ki} = U_{be} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

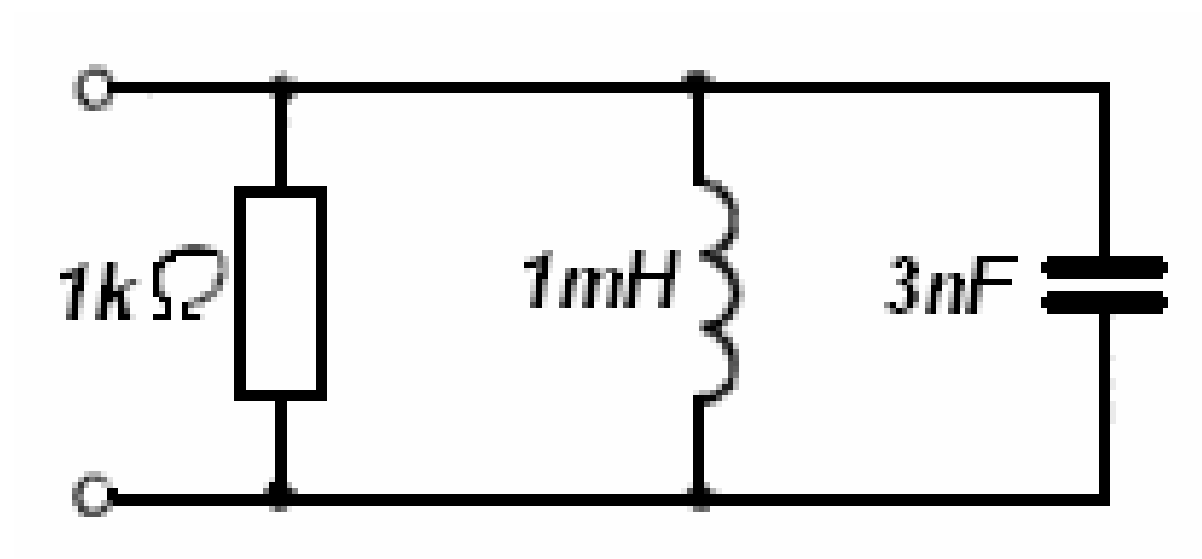
$$U_{ki} = U_{be} \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$U_{ki} = U_{be} \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

!!! Frekvenciafüggetlen !!!

$$R_1 \cdot C_2 = R_2 \cdot C_1$$

Egyszerű RLC tagok



$$R_e; L_e; C_e; \omega_e$$

Összefüggések

Két egység szabadon választható
Legyen

$$R_e = \omega_e \cdot L_e$$

$$R_e = 1K\Omega$$

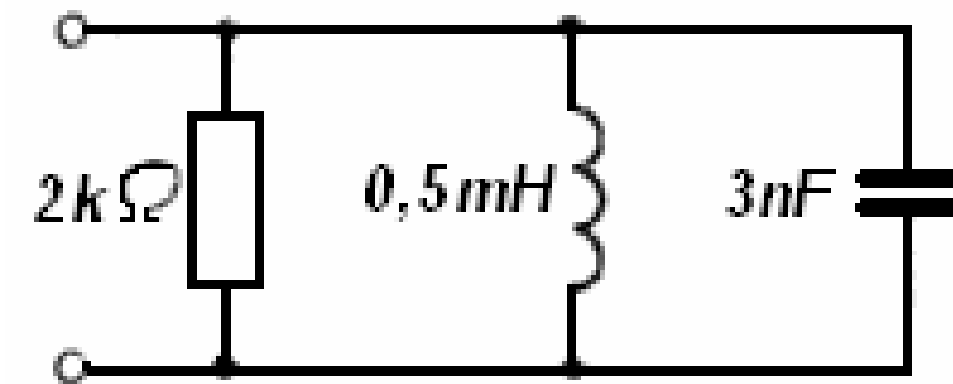
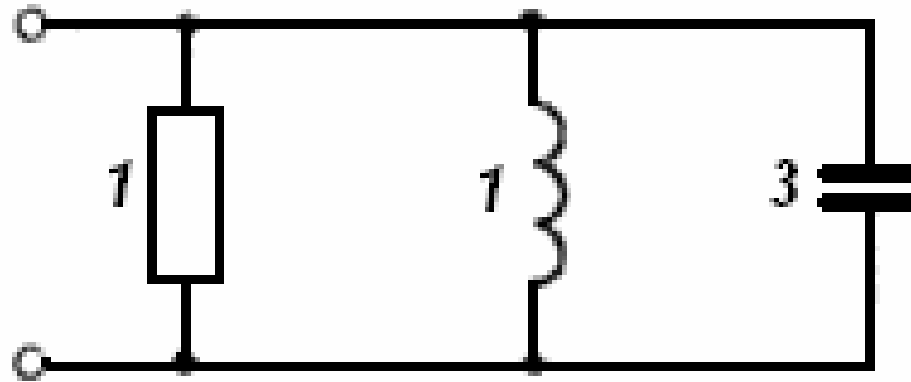
$$L_e = 1mH$$

$$R_e = \frac{1}{\omega_e \cdot C_e}$$

$$\omega_e = \frac{R_e}{L_e} = 1Mrad / s$$

$$C_e = \frac{1}{\omega_e R_e} = 1nF$$

Választott egységekben



$$R_e = 2K\Omega$$

$$L_e = 0,5mH$$

$$\omega_e = 1Mrad / s$$

Logaritmiķus egységeķ

$$a = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_0} \quad \text{Decibel}$$

$$a = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_0} = 10 \cdot \lg \frac{U_1^2}{U_0^2} \cdot \frac{R_0}{R_1} = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_0} + 10 \cdot \lg \frac{R_0}{R_1}$$

$$a = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_0} \quad \text{Ha } R_1 = R_0$$

Gyakorlati értékek

$$s = 10 \cdot \lg P_1 \quad \begin{array}{l} \text{dBW} \\ \text{dBm} \end{array} \quad \text{Abszolút teljesítmény szint}$$

$$a = 20 \cdot \lg \frac{U_1}{775mV} \longleftarrow 600\Omega$$

Logaritmikus frekvencia egységek

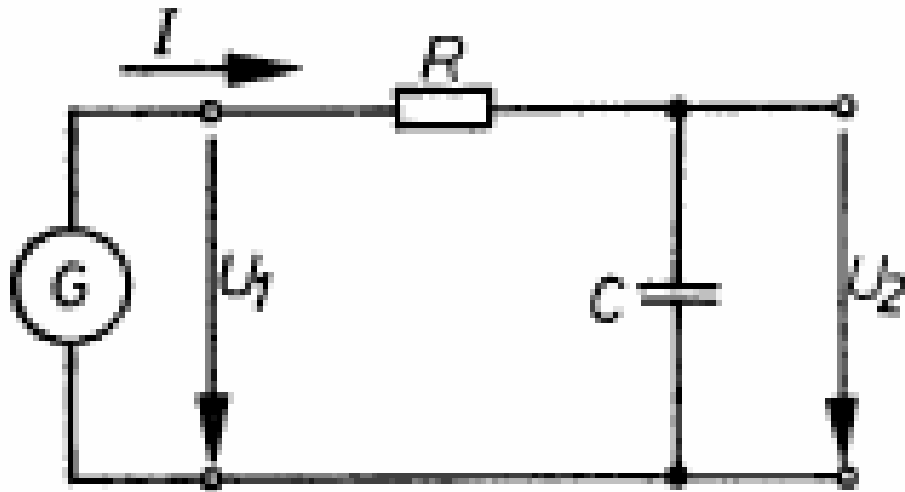
$$\nu = \lg \frac{\omega_1}{\omega_0}$$

Dekád

$$\nu = \log_2 \frac{\omega_1}{\omega_0}$$

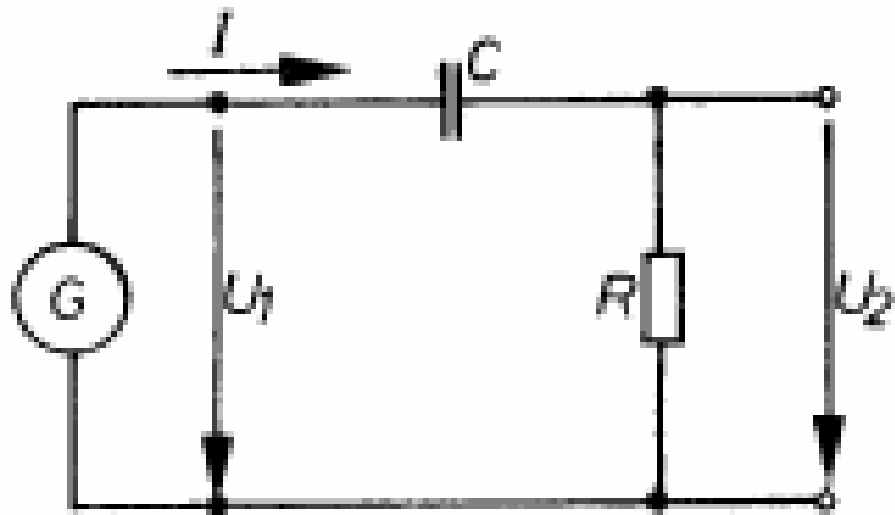
Oktáv

RC tag



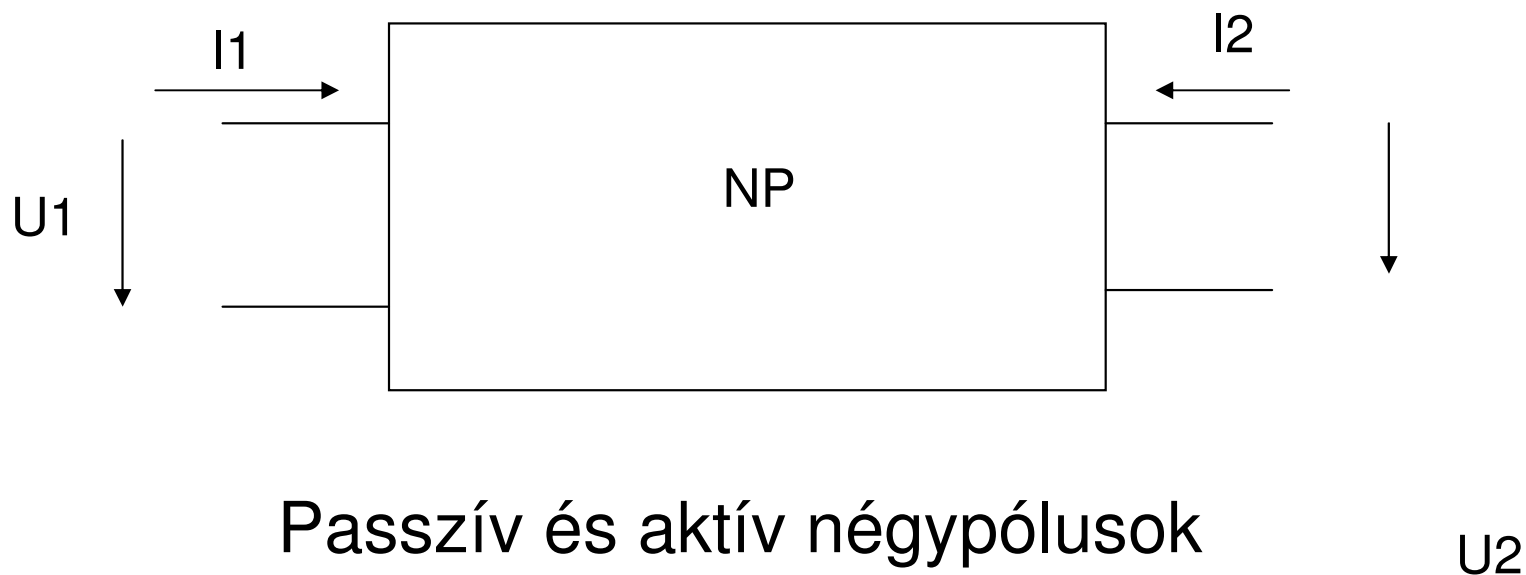
$$\tau = RC.$$

RC tag

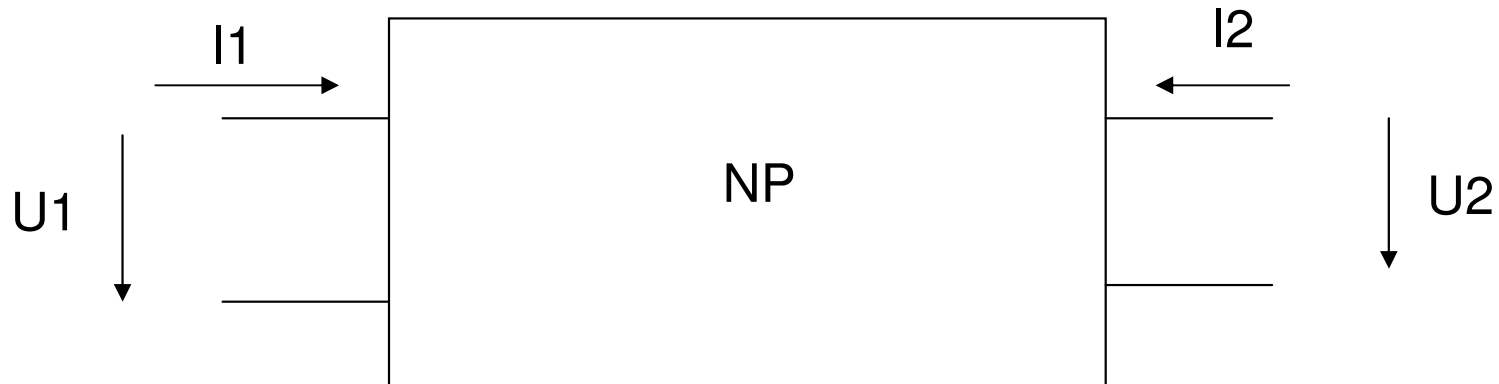


$$\tau = RC.$$

Négypólusok



Négypólusok



Passzív és aktív négypólusok

Bemeneti impedancia $X_b = U_1 / I_1$

Kiemeneti impedancia $X_k = U_2 / I_2$

Meredekség $m = U_2 / U_1$

Áramerősítési tényező $\beta = I_2 / I_1$

Impedancia jellemzés

- $U_1 = Z_{11} \cdot I_1 + Z_{12} \cdot I_2$
- $U_2 = Z_{21} \cdot I_1 + Z_{22} \cdot I_2$

Figyelem!

- $I_1 = Y_{11} \cdot U_1 - Y_{12} \cdot U_2$
- $I_2 = -Y_{21} \cdot U_1 + Y_{22} \cdot U_2$

Figyelem!

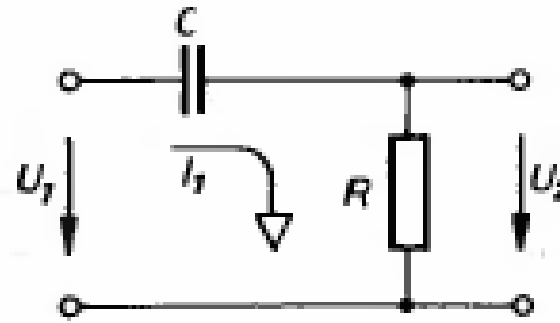
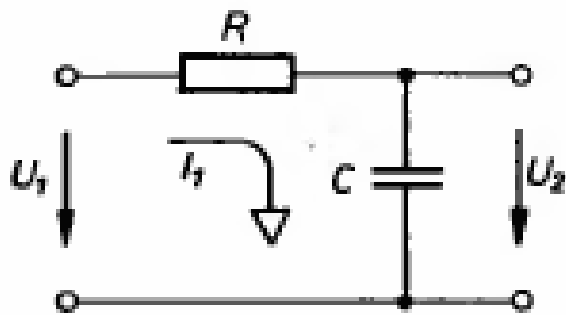
H paraméterek

Feszültség erősítés
 m

- $U_1 = H_{11} \cdot I_1 + H_{12} \cdot U_2$
- $I_2 = -H_{21} \cdot I_1 + H_{22} \cdot U_2$

Áramerősítési
tényező
 β

RC tag mint négyfólyus

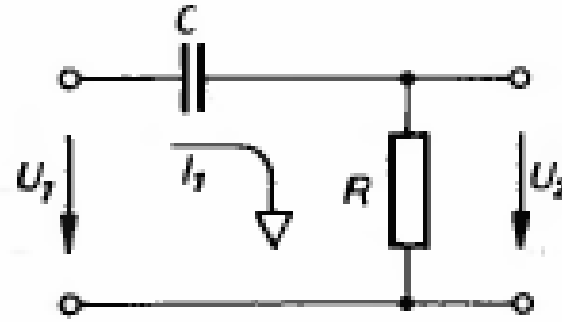
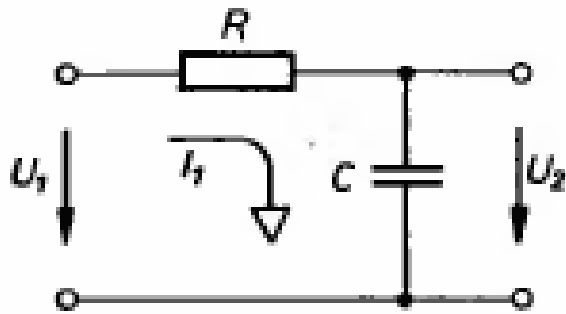


- Bemeneti áram abszolút értéke

$$|I_1| = \frac{U_1}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$|I_1| = \frac{U_1}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

RC tag mint négyfólyus

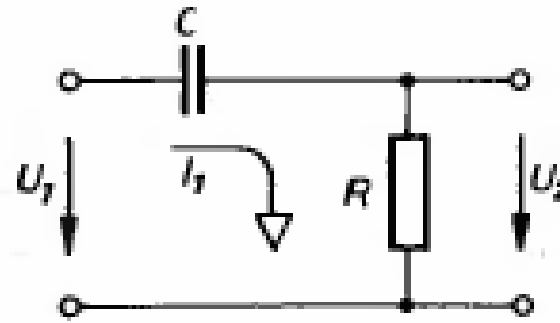
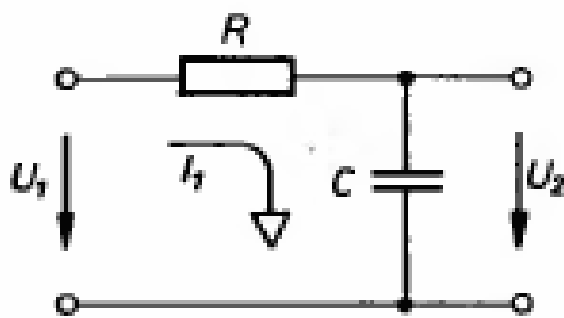


- Kimeneti feszültség abszolút értéke

$$|U_2| = \frac{U_1 X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$|U_2| = \frac{U R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

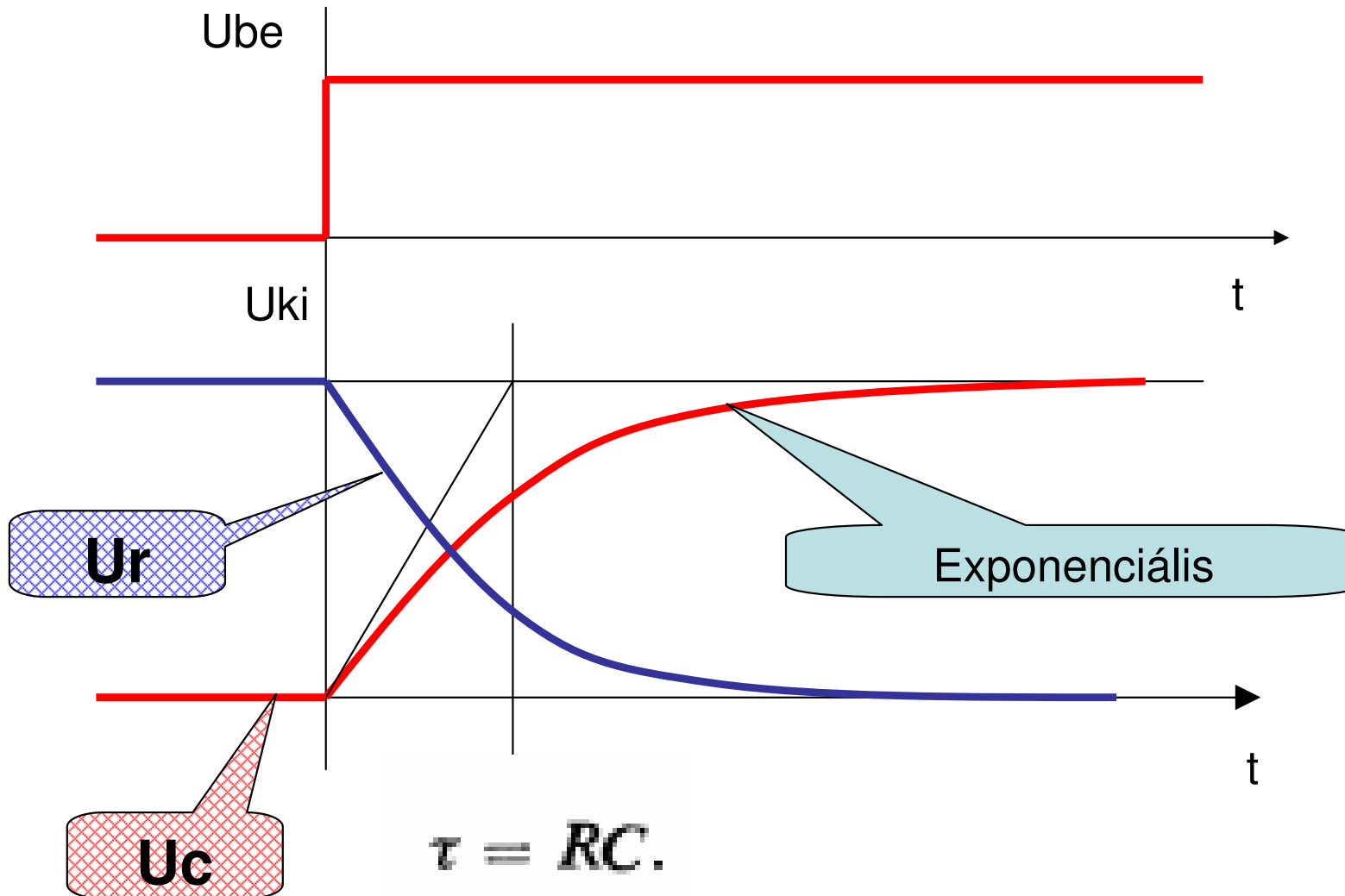
RC tag mint négypólus



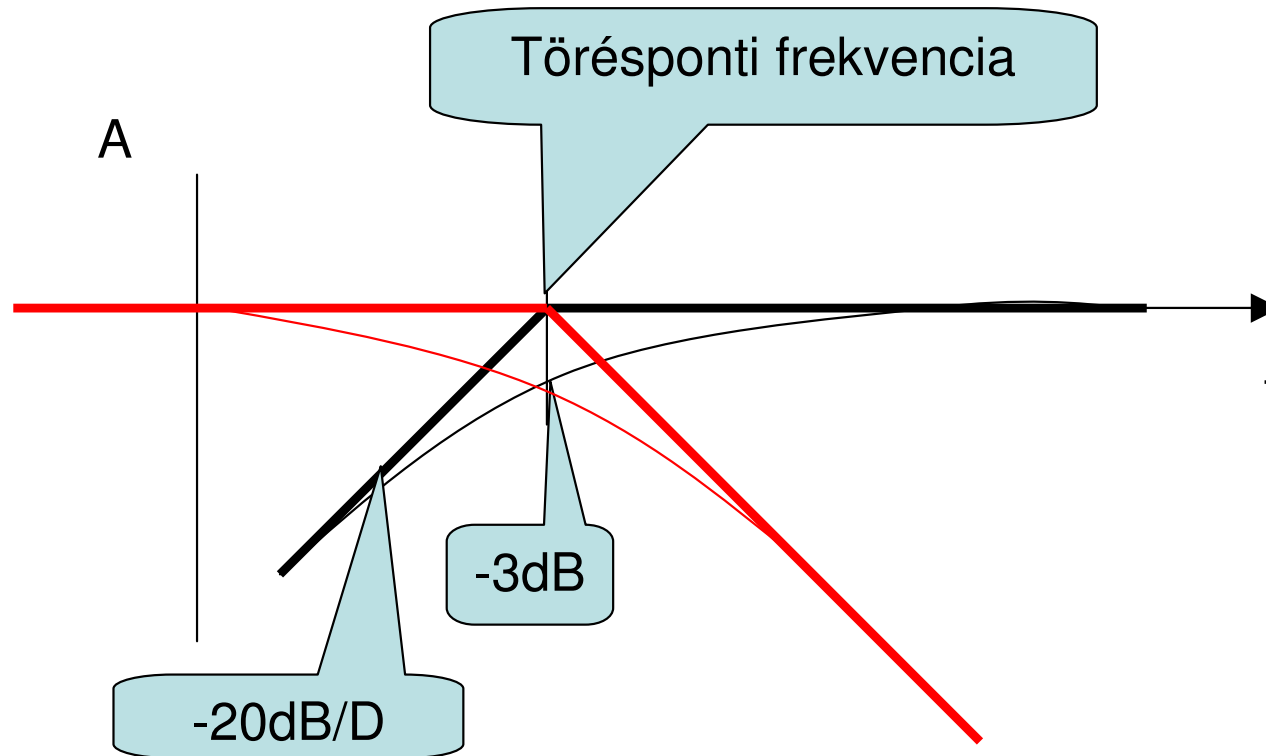
- Feszültségerősítés abszolút értéke

$$\left| A_u \right| = \frac{U_2}{U_1} = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \quad , \quad \left| A_u \right| = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

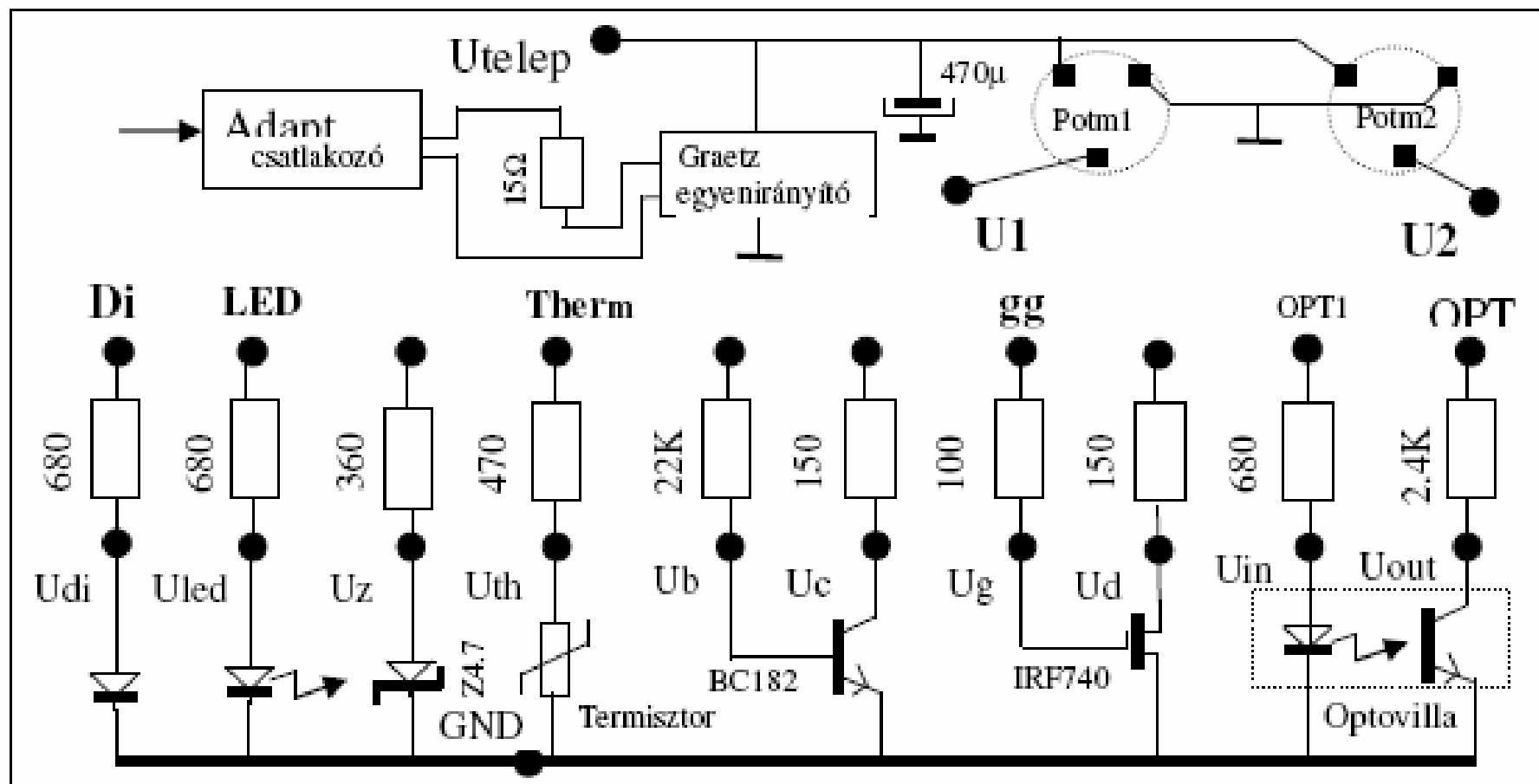
Időfüggvény



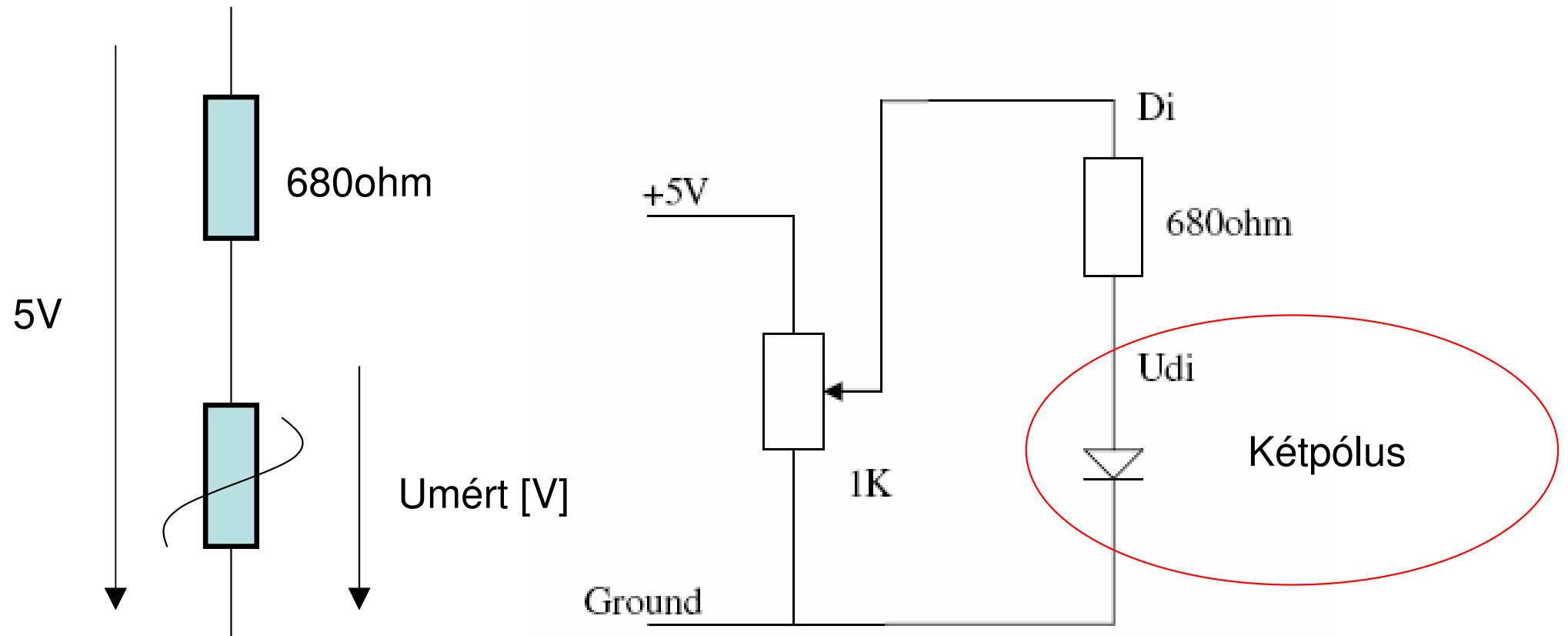
Boode 1. fokú



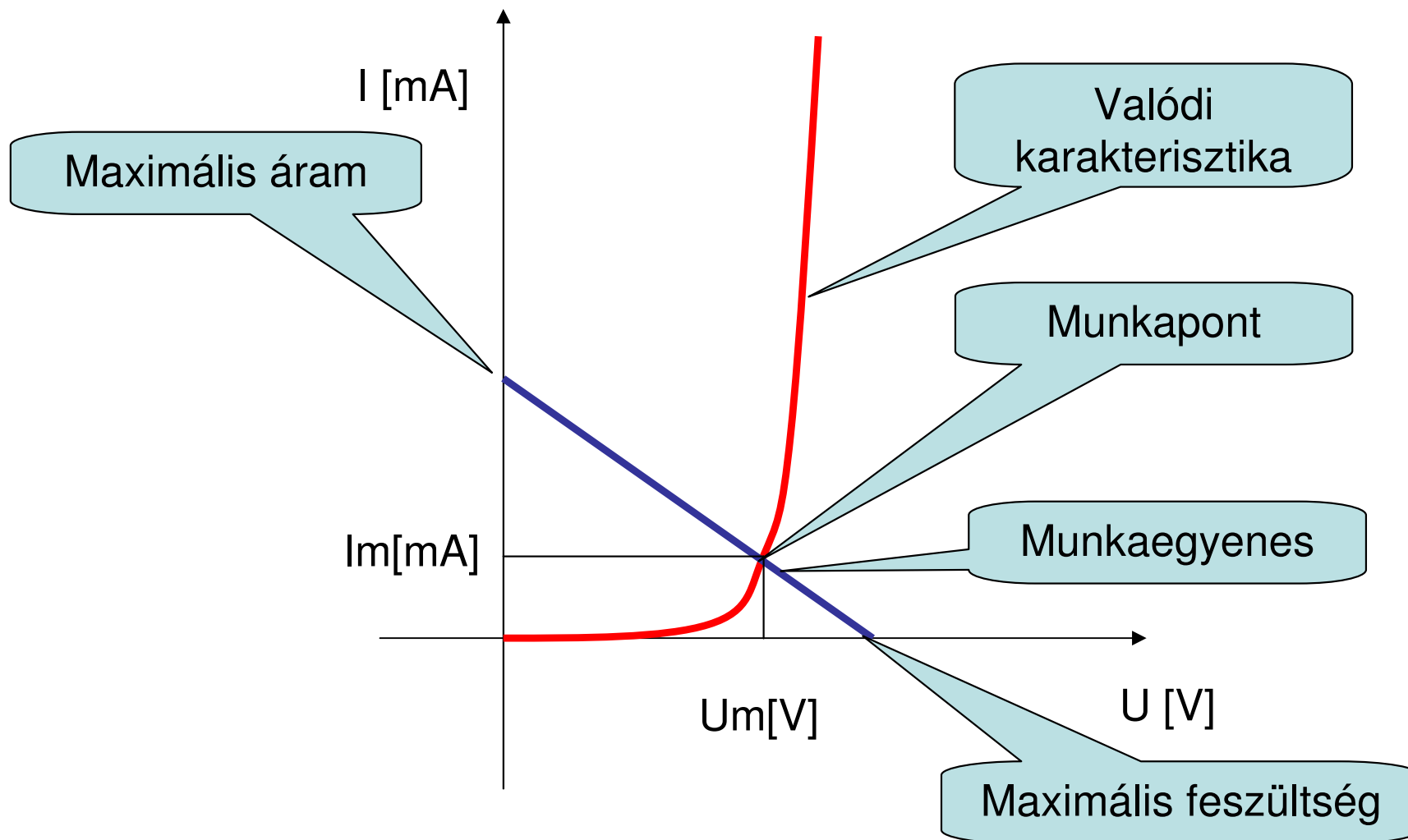
Statikus mérőpanel



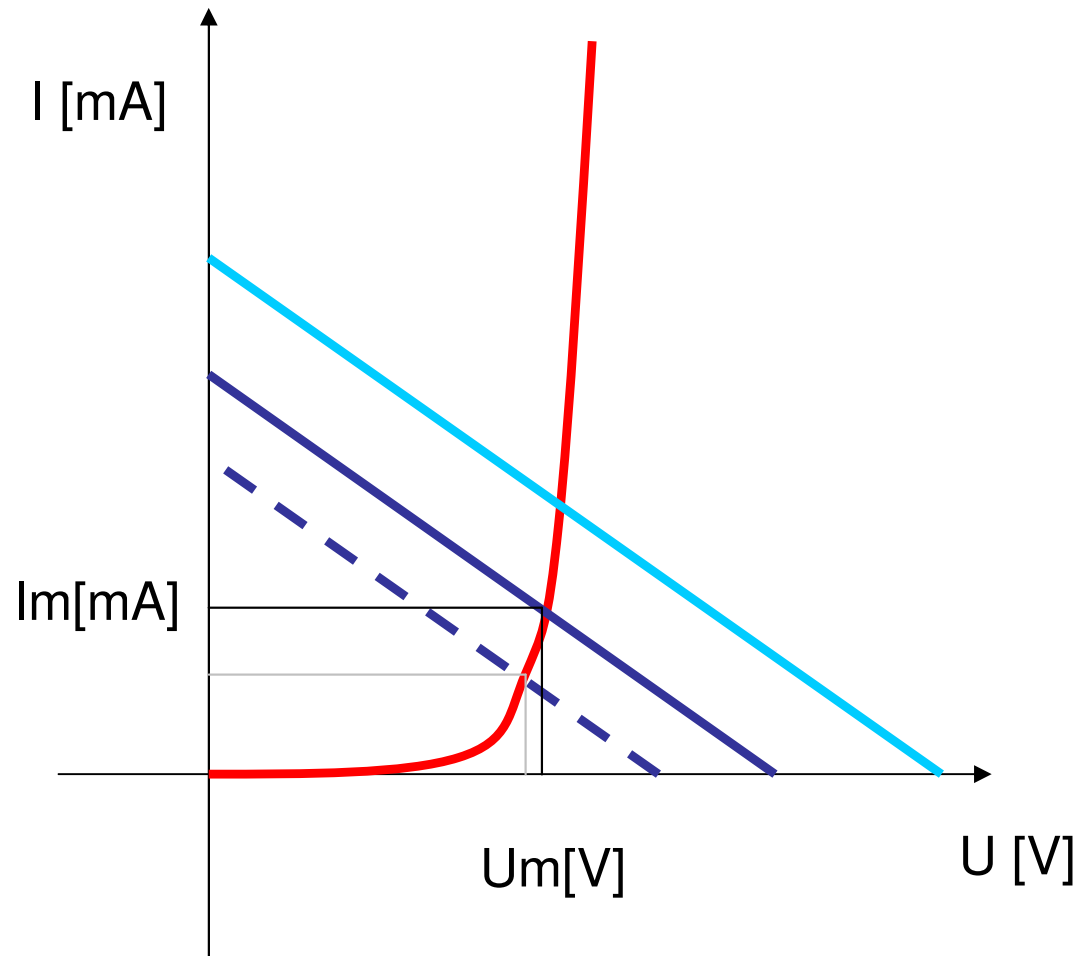
Dióda mérés



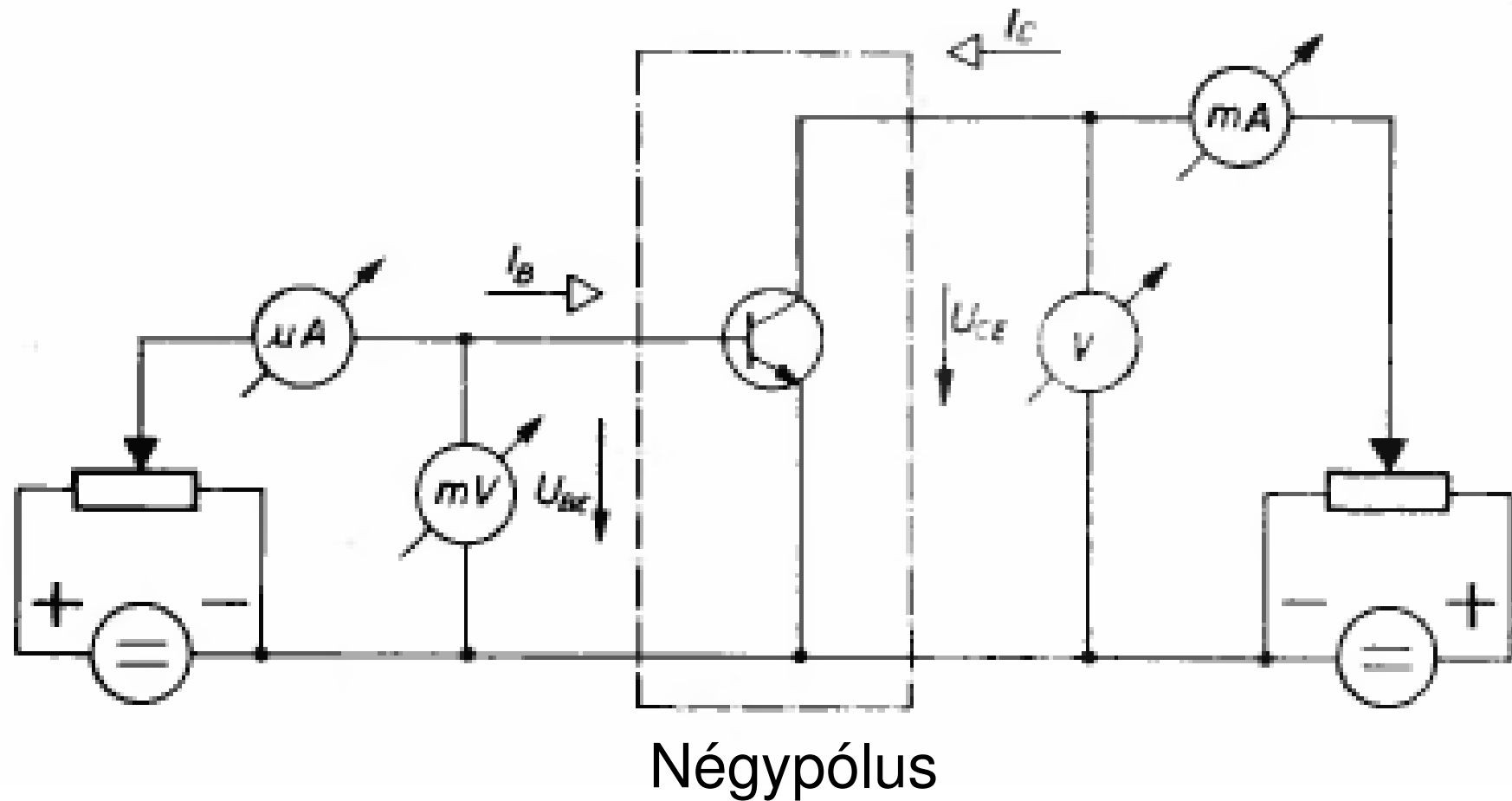
Karakterisztika



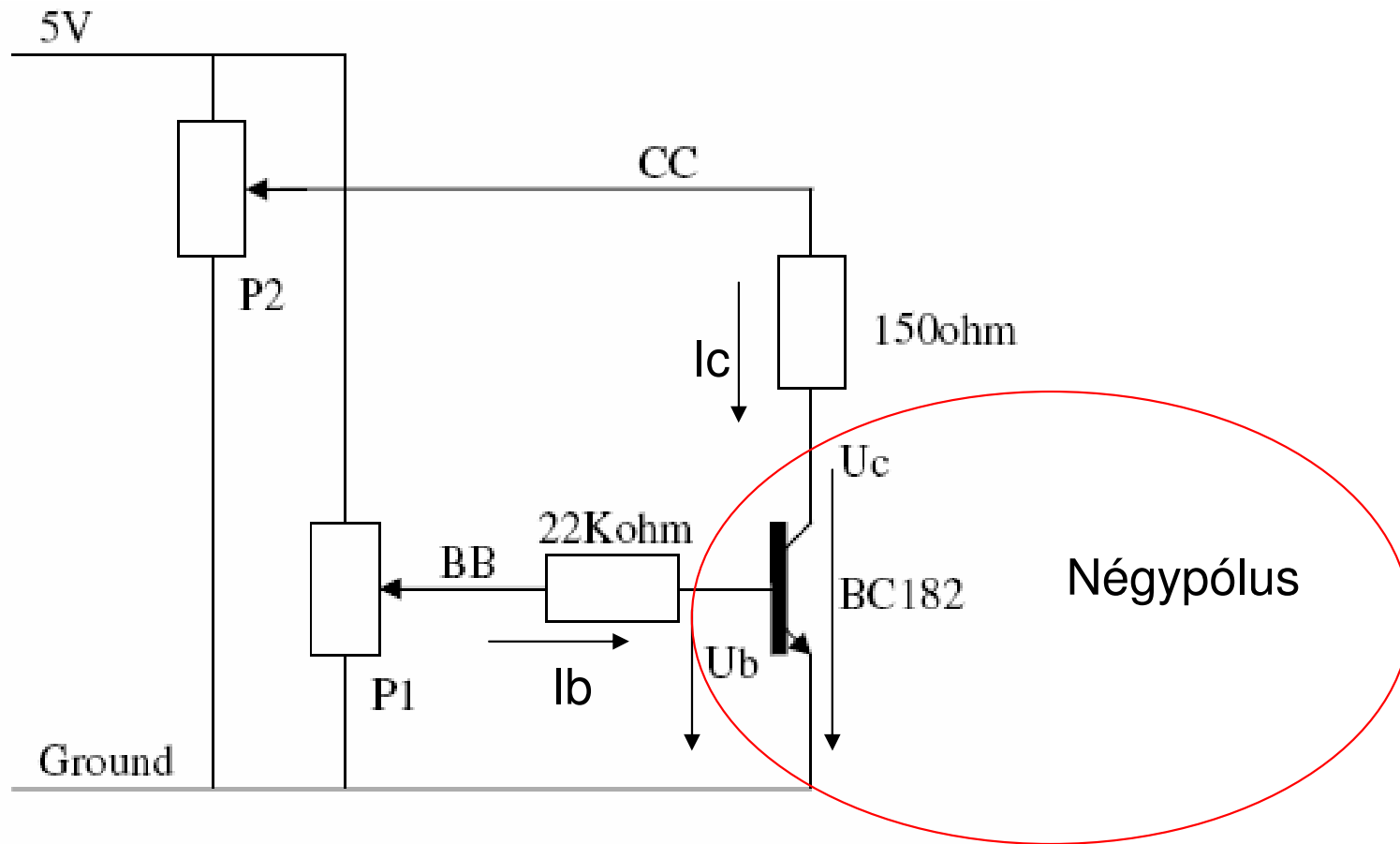
Karakterisztika



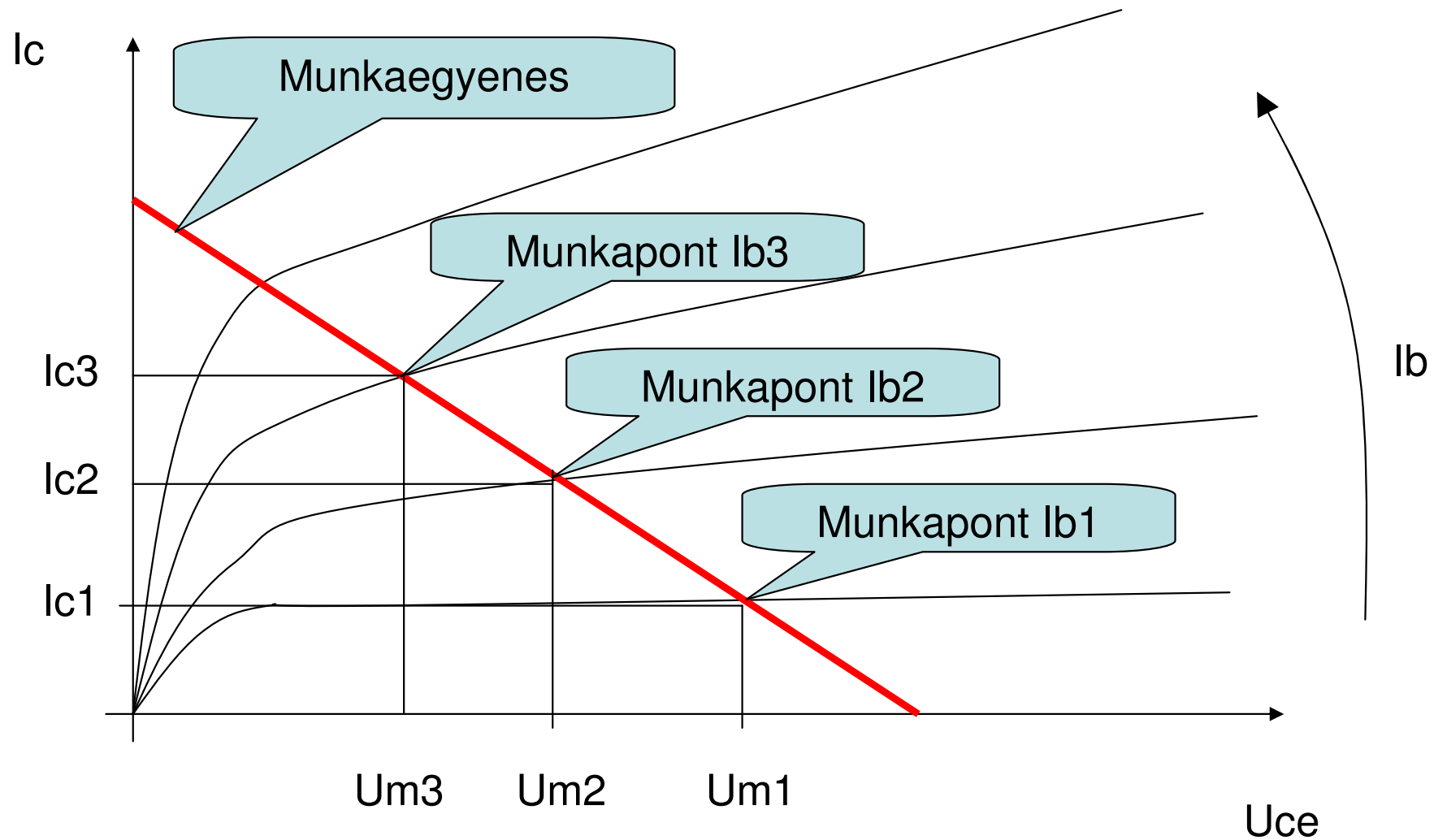
Földelt emitteres paraméterek



Tranzisztor mérés



Tranzisztor mérés



Tranzisztor mérés

