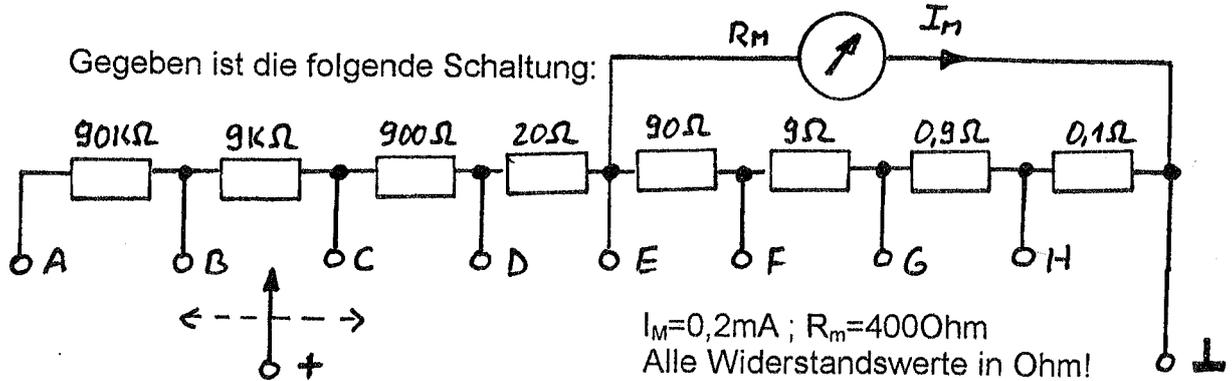


2. Meßbereichserweiterung

2.1 Aufgabe 1:



- a) Geben Sie die Schalterstellung für Strom- und Spannungmeßbereiche an!
- b) Ermitteln Sie für sämtliche Schalterstellungen die Meßbereiche!
- c) Geben Sie für alle Meßbereiche die Eingangswiderstände an!

(Hinweis: Lösung der Aufgabe in Tabellenform angeben)

zu a) SPANNUNGSMESSBEREICHE SIND : A, B, C, D (VORWIDERST. = VARIABLEL
NEBENWID. = KONSTANT
STROMMESSBEREICHE SIND : E, F, G, H (NEBENWIDERSTÄNDE = VARIABLEL

zu b) zu c) (E) : $R_p' = \frac{R_M \cdot (90\Omega + 9\Omega + 0,9\Omega + 0,1\Omega)}{R_M + 100\Omega} = \frac{400\Omega \cdot 100\Omega}{500\Omega} = 80\Omega$

$$\frac{I_p}{I_M} = \frac{R_M}{R_p} \Rightarrow I_p = \frac{R_M \cdot I_M}{R_p} = \frac{0,0002\text{A} \cdot 400\Omega}{100\Omega} = 0,8\text{mA}$$

$$I = I_M + I_p = 0,2\text{mA} + 0,8\text{mA} = 1\text{mA}$$

$$R_E = \frac{R_M \cdot R_p}{R_M + R_p} = \frac{400\Omega \cdot 100\Omega}{500\Omega} = 80\Omega \quad \boxed{R_E = R_p' = 80\Omega}$$

(F) $R_p' = \frac{(R_M + 90\Omega) \cdot (9\Omega + 0,9\Omega + 0,1\Omega)}{(R_M + 90\Omega) + (9\Omega + 0,9\Omega + 0,1\Omega)} = \frac{490\Omega \cdot 10\Omega}{500\Omega} = 9,8\Omega$

$$\frac{I_p}{I_M} = \frac{R_M + 90\Omega}{R_p} \Rightarrow I_p = \frac{I_M \cdot (R_M + 90\Omega)}{R_p} = \frac{0,2\text{mA} \cdot 490\Omega}{10\Omega} = 9,8\text{mA}$$

$$I = I_M + I_p = 0,2\text{mA} + 9,8\text{mA} = 10\text{mA}$$

$$R_E = \frac{R_M \cdot R_p}{R_M + R_p} = \frac{400\Omega \cdot 10\Omega}{410\Omega} = 9,8\Omega \Rightarrow \boxed{R_E = R_p' = 9,8\Omega}$$

$$\textcircled{G} \quad R_{P'} = \frac{(R_M + 90\Omega + 9\Omega) \cdot (0,9\Omega + 0,1\Omega)}{(R_M + 90\Omega + 9\Omega) + (0,9\Omega + 0,1\Omega)} = 0,998\Omega$$

$$\frac{I_P}{I_M} = \frac{R_M + 90\Omega + 9\Omega}{R_P} \Rightarrow I_P = \frac{I_M \cdot (499\Omega)}{1\Omega} = 99,8\text{mA}$$

$$\underline{I} = I_M + I_P = 0,2\text{mA} + 99,8\text{mA} = \underline{100\text{mA}}$$

$$\underline{R_E} = \frac{R_M \cdot R_P}{R_M + R_P} = \frac{400\Omega \cdot 1\Omega}{401\Omega} = \underline{0,998\Omega}$$

$$R_E = R_{P'} = 0,998\Omega$$

$$\textcircled{H} \quad R_{P'} = \frac{(R_M + 90\Omega + 9\Omega + 0,9\Omega) \cdot 0,1\Omega}{R_M + 100\Omega} = \frac{499,9\Omega \cdot 0,1\Omega}{500\Omega} = 0,09998\Omega$$

$$\frac{I_P}{I_M} = \frac{R_M + 90\Omega + 9\Omega + 0,9\Omega}{R_P} \Rightarrow I_P = \frac{I_M (R_M + 90\Omega + 9\Omega + 0,9\Omega)}{0,1\Omega} = 999,8\text{mA}$$

$$\underline{I} = I_M + I_P = 0,2\text{mA} + 999,8\text{mA} = \underline{1000\text{mA}}$$

$$\underline{R_E} = R_{P'} = \underline{0,09998\Omega}$$

$$\textcircled{A} \quad U_M = I_M \cdot R_M = 0,2\text{mA} \cdot 400\Omega = 80\text{mV}$$

$$\frac{U_V'}{U_M} = \frac{R_V'}{R_{MP}} \Rightarrow U_V' = \frac{R_V' \cdot U_M}{R_{MP}}$$

$$R_{MP} = \frac{R_M \cdot (90\Omega + 9\Omega + 0,9\Omega + 0,1\Omega)}{R_M + 100\Omega} = 80\Omega \quad (\text{SIEHE } \textcircled{E})$$

$$U_V' = \frac{(90\text{k}\Omega + 9\text{k}\Omega + 900\Omega + 20\Omega) \cdot 0,08\text{V}}{80\Omega} = 99,92\text{V}$$

$$\underline{U} = U_M + U_V' = 0,08\text{V} + 99,92\text{V} = \underline{100\text{V}}$$

$$\underline{R_E} = R_V + R_{MP} = 99920\Omega + 80\Omega = \underline{100\text{k}\Omega}$$

$$\textcircled{B} \quad U_V' = \frac{(9\text{k}\Omega + 900\Omega + 20\Omega) \cdot 0,08\text{V}}{80\Omega} = 9,92\text{V}$$

$$\underline{U} = U_M + U_V' = 0,08\text{V} + 9,92\text{V} = \underline{10\text{V}}$$

$$\underline{R_E} = R_V + R_{MP} = 9920\Omega + 80\Omega = \underline{10\text{k}\Omega}$$

$$\textcircled{C} \quad U_V' = \frac{(900\Omega + 20\Omega) \cdot 0,08V}{80\Omega} = 0,92V$$

$$\underline{U} = U_M + U_V' = 0,08V + 0,92V = \underline{1V}$$

$$\underline{R_E} = R_V + R_{MP} = 920\Omega + 80\Omega = \underline{1k\Omega}$$

$$\textcircled{D} \quad U_V' = \frac{20\Omega \cdot 0,08V}{80\Omega} = 0,02V$$

$$\underline{U} = U_M + U_V' = 0,08V + 0,02V = \underline{0,1V}$$

$$\underline{R_E} = R_V + R_{MP} = 20\Omega + 80\Omega = \underline{100\Omega}$$

SCHALTER- STELLUNG	MESSBEREICH	EINGANGS- WIDERSTÄNDE	$\frac{U}{mV}$	$\frac{I}{mA}$
SPANNUNGS- MESSBEREICHE	Ⓐ	100kΩ		1mA
	Ⓑ	10kΩ		"
	Ⓒ	1kΩ		"
	Ⓓ	0,1kΩ		"
STROM- MESSBEREICHE	Ⓔ	80Ω	80mV	
	Ⓕ	9,8Ω	"	
	Ⓖ	0,998Ω	"	
	Ⓗ	0,09998Ω	"	

$$R_V = \left(\frac{U}{U_M} - 1\right) \cdot R_M$$

$$= (n-1) \cdot R_M$$

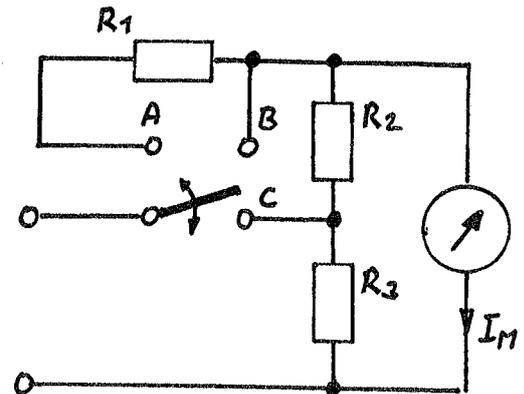
$$R_P = \frac{R_M}{\frac{I}{I_M} - 1}$$

$$= \frac{R_M}{n-1}$$

2.2 Aufgabe 2:

Das abgebildete Meßwerk besitzt einen Innenwiderstand von **800Ω** und einen Kennwiderstand von **50kΩ/V**. (BEZOGEN AUF DAS MESSGERÄT UND DEN MESSBEREICH)
Mit den eingezeichneten Widerständen sollen die Meßbereiche **100μA**, **600 μA** und **10V** eingerichtet werden.

- a) Geben Sie zu allen Schalterstellungen den Meßbereich an!
- b) Bestimmen Sie die Erweiterungswiderstände!
- c) Ermitteln Sie die Eingangswiderstände!



KENNWIDERSTAND: $R_K = \frac{R_E}{U_E} = \frac{R_V + R_M}{I_M (R_V + R_M)} = \frac{1}{I_M} \left[\frac{k\Omega}{V} \right]$

$R_K = 50k\Omega \Rightarrow \frac{I_M}{R_K} = \frac{1}{50k\Omega} = \frac{1V}{50k\Omega} = \underline{\underline{20\mu A}}$

$\underline{\underline{U_M}} = R_M \cdot I_M = 800\Omega \cdot 20\mu A = \underline{\underline{16mV}}$

- zu a) SCHALTERSTELLUNG
- (A) = 10V
 - (B) = 100μA
 - (C) = 600μA

zu b) (B) $n = \frac{I}{I_M} = \frac{100\mu A}{20\mu A} = 5$

$R_p = \frac{R_M}{n-1} = \frac{800\Omega}{5-1} = 200\Omega$

$R_p = R_2 + R_3$

$R_2 + R_3 = 200\Omega$

(C) $n = \frac{I}{I_M} = \frac{600\mu A}{20\mu A} = 30$

$R_3 = R_p = \frac{R_2 + R_M}{n-1}$

$$\textcircled{A} \quad R_V = (n-1) \cdot R_M \quad n = \frac{U}{U_M} = \frac{10V}{0,016V} = 625$$

$$R_2 + R_3 = 200 \Omega$$

↓

$$R_2 = 200 \Omega - R_3$$

$$R_3 = \frac{R_2 + R_M}{n-1} = \frac{200 \Omega - R_3 + R_M}{29}$$

$$29 \cdot R_3 = 200 \Omega + 800 \Omega - R_3$$

$$(29 \cdot R_3) + R_3 = 1000 \Omega$$

$$(29+1) \cdot R_3 = 1000 \Omega$$

$$\underline{\underline{R_3 = \frac{1000 \Omega}{30} = 33,33 \Omega}}$$

$$\underline{\underline{R_2 = 200 \Omega - 33,33 \Omega = 166,66 \Omega}}$$

$$R_V = \underline{\underline{R_1}} = (n-1) \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_M}{R_2 + R_3 + R_M} = \frac{(166,66 \Omega + 33,33 \Omega) \cdot 800 \Omega}{1000 \Omega}$$

$$\underline{\underline{R_1 = 624 \cdot 160 \Omega = 99840 \Omega}}$$

zu c) $\textcircled{B} \quad \underline{\underline{R_E}} = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_M}{R_2 + R_3 + R_M} = \underline{\underline{160 \Omega}} \quad \text{oder} \quad \frac{U_M}{I} = \frac{16 \text{ mV}}{100 \mu\text{A}} = 1$

$$\textcircled{C} \quad \underline{\underline{R_E}} = \frac{R_3 \cdot (R_M + R_2)}{R_3 + R_M + R_2} = \underline{\underline{33,22 \Omega}}$$

$$\textcircled{A} \quad \underline{\underline{R_E}} = R_1 + \frac{R_M \cdot (R_2 + R_3)}{R_M + R_2 + R_3} = \underline{\underline{100 \text{ k}\Omega}}$$

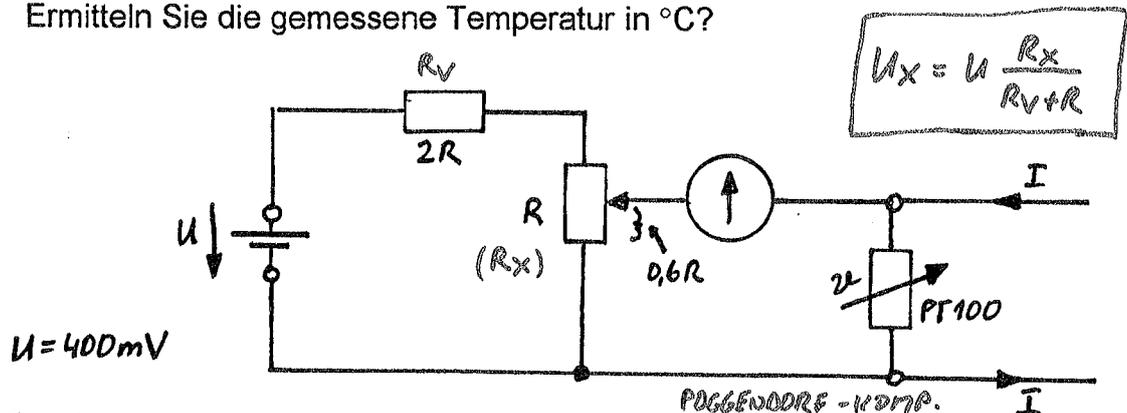
$$\text{oder} \quad \frac{U_{\text{max}}}{I_{\text{max}}} = \frac{10V}{100 \mu\text{A}} = 100 \text{ k}\Omega = R_E$$

3 Indirektes Messen von Strom und Spannung

3.1 Aufgabe 1:

Mit der abgebildeten Schaltung soll die Temperatur T gemessen werden. Durch den Meßfühler PT100 (100Ω bei 0°C ; $\alpha = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$) fließt ein Strom von $I = 0,5\text{mA}$.

- Welches Meßverfahren ist gewählt worden? Welchen Vorteil besitzt dieses Verfahren gegenüber einer direkten Widerstandsmessung?
- Welche Spannung liegt am Meßfühler an, wenn das Instrument bei $0,6 \cdot R$ stromlos wird?
- Welcher Widerstandswert liegt zwischen den Klemmen?
- Ermitteln Sie die gemessene Temperatur in $^\circ\text{C}$?



zu a) ES HANDELT SICH UM EINE KOMPENSATIONSSCHALTUNG. DER SPANNUNGSQUELLE WIRD KEINE LEISTUNG ENTOHMEN, WEIL SIE KEINEN STROM ABGIBT. WEIL DIE ZULEITUNG KEINEN STROM FÜHRT, BRAUCHT IHR R NICHT BE-RÜCKSICHTIGT ZU WERDEN EBENSOWENIG DER WIDERSTAND DER SPANNUNGS-QUELLE FÜR U_x . ES IST KEINE KORREKTURRECHNUNG NOTIG. SEHR GENAUES MESSVERFAHREN (VIERPOLMESSUNG)

$$\text{zu b) } \underline{U_{PT}} = U \cdot \frac{0,6 \cdot R}{2R + R} = 400\text{mV} \cdot \frac{0,6R}{3R} = 400\text{mV} \cdot 0,2 = \underline{\underline{80\text{mV}}}$$

$$\text{zu c) } \underline{R_{MF}} = \frac{U_{PT}}{I_{MF}} = \frac{80\text{mV}}{0,5\text{mA}} = \underline{\underline{160\Omega}}$$

$$\text{zu d) } R_W = R_{IK} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_W = R_{IK} + R_{IK} \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{R_W - R_{IK}}{R_{IK} \cdot \alpha} = \frac{\Delta R}{R_{IK} \cdot \alpha}$$

$$\underline{\underline{\Delta T}} = \frac{60\Omega}{100\Omega \cdot 3,9 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}} = \underline{\underline{153,85^\circ\text{C}}}$$

4 Thermoelementmessungen /-Schaltungen

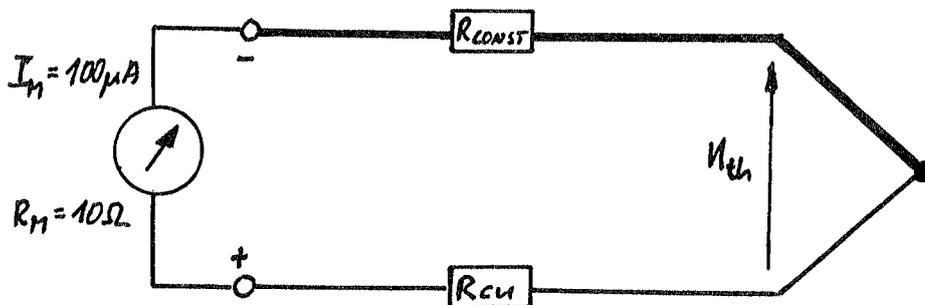
4.1 Aufgabe 1

Ein Cu-Konstantan Thermoelement besitzt eine Empfindlichkeit von $40\mu\text{V/K}$ bestehend aus den Drähten mit folgenden Daten:

	Spezifischer Widerstand	Länge	Drahtdicke
Cu	$1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$	3,95m	0,5mm
Konstantan	$48 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$	3,95m	0,5mm

- a) Skizzieren Sie den vollständigen Aufbau des Elementes.
- b) Berechnen Sie die dem Thermopaar pro Grad Temperaturdifferenz maximal entnehmbare Leistung.
- c) An die Klemmen wird ein Drehspulmeßinstrument angeschlossen: **100 teilige Skala, $I_M = 100 \mu\text{A}$, $R_{M(20\text{GradC})} = 10 \Omega$**
Bei welcher Temperaturdifferenz zeigt das Gerät Vollausschlag?
Geben Sie die Temperaturkalibrierung der Skala an.
- d) Wie ändert sich die Anzeige, wenn sich die Drehspule um 10K erwärmt?

zu a)



zu b)

$$A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{(0,0005\text{m})^2 \cdot \pi}{4} = A_{Cu} = A_{const} = 1,964 \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$R_L = \frac{l}{\alpha \cdot A} = \frac{S \cdot l}{A}$$

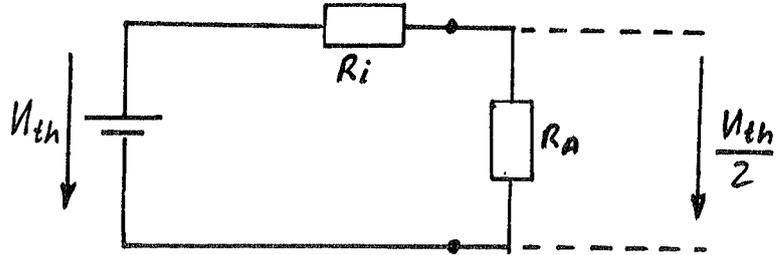
$$\underline{R_{Lconst}} = \frac{48 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 3,95\text{m}}{1,964 \cdot 10^{-7} \text{m}^2} = \underline{\underline{9,654 \Omega}}$$

$$\underline{R_{Lcu}} = \frac{1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 3,95\text{m}}{1,964 \cdot 10^{-7} \text{m}^2} = \underline{\underline{0,358 \Omega}}$$

LEISTUNGSANPASSUNG:

MAXIMALE LEISTUNG BEI

$R_A = R_i$



$$P_A = \frac{\left(\frac{U_{th}}{2}\right)^2}{R_A}$$

$$P_A = \frac{(20\mu V)^2}{9,654\Omega + 0,358\Omega} = \underline{\underline{40\mu W/K}}$$

$$\leftarrow U_{th_0} = E_{(T)} \cdot \Delta T$$

$$U_{th_0} = \frac{40\mu V}{1K} \cdot 1K$$

$$U_{th_0} = 40\mu V$$

zu c) $U_{th_0} = (R_i + R_A) \cdot \bar{I}_M$

$E \cdot \Delta T = (R_i \cdot R_A) \cdot \bar{I}_M$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{(R_i + R_A) \cdot \bar{I}_M}{E}$$

$$\underline{\underline{\Delta T}} = \frac{20\Omega \cdot 100 \cdot 10^{-6} A}{40 \cdot 10^{-6} V/K} = \underline{\underline{50K}}$$

VOLLAUSSCHLAG BEI $T = 50K$

0,5K PRO SKALENTEILUNG 0,5K/SKT

zu d) $R_W = R_{ik} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = 10\Omega \cdot (1 + 3,93 \cdot 10^{-3} K^{-1} \cdot 10K)$

$R_W = 10,393\Omega$

$$I = \frac{U_{th}}{R_{Mw} + R_{const} + R_{en}} = \frac{E \cdot \Delta T}{R_{Mw} + R_{const} + R_{en}} = \frac{40\frac{\mu V}{K} \cdot 50K}{20,405\Omega} = \frac{2000 \cdot 10^{-6} V}{20,405\Omega}$$

$I = 98,015\mu A$ = (A)

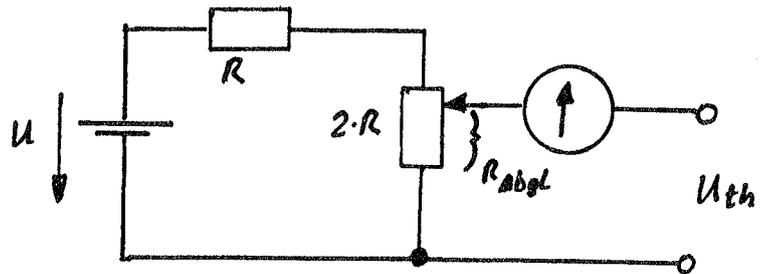
$$f\% = \frac{A-W}{W} \cdot 100\% = \frac{98,015\mu A - 100\mu A}{100\mu A} \cdot 100\% = -1,98\%$$

$f\% \approx -2\%$

4.2 Aufgabe 3

An die abgebildete Meßschaltung ($U=50\text{mV}$) ist ein Thermoelement zur Temperaturmessung in einem Ofen angeschlossen. In Abhängigkeit von der Ofentemperatur T (Sollwert) wurden folgende Abgleichwerte ($R_{\text{abgl.}}$) eingestellt:

$T / ^\circ\text{C}$	$R_{\text{abgl.}}$
80	$0,162 \cdot R$
200	$0,486 \cdot R$
600	$1,566 \cdot R$



- Bestimmen Sie allgemein U_{th} aus der Meßschaltung!
- Welche **physikalische Ursache** hat die Thermospannung?
- Skizzieren Sie die Kennlinie dieses Thermoelementes $U_{\text{th}} = f(T)$, wenn die Bezugsstelle sich auf 20°C befindet!
- Welche **Empfindlichkeit** besitzt dieses Element? *BEI 200°C*
- Warum wurde dieses **Meßverfahren** gewählt?

zu a)

$$\frac{U_{\text{th}}}{U} = \frac{R_{\text{abgl.}}}{3R} \quad \text{für } I_m = 0 \text{ folgt: } U_{\text{th}} = \frac{U \cdot R_{\text{abgl.}}}{3R}$$

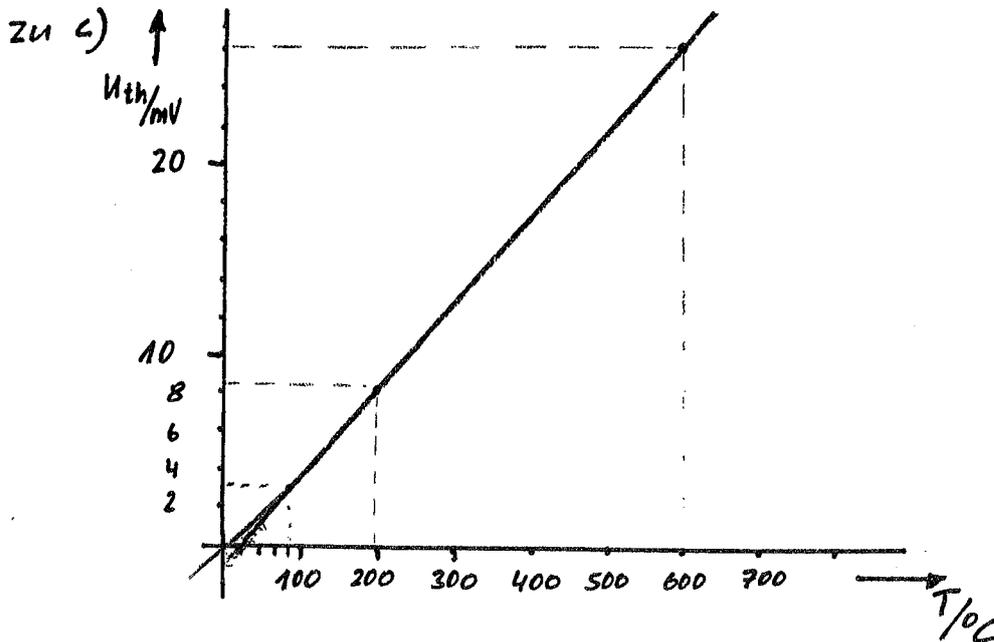
$$\underline{\underline{U_{\text{th}80}} = 50\text{mV} \cdot \frac{0,162 R}{3R} = \underline{\underline{2,7\text{mV}}}}$$

$$\underline{\underline{U_{\text{th}200}} = 50\text{mV} \cdot \frac{0,486 R}{3R} = \underline{\underline{8,1\text{mV}}}}$$

$$\underline{\underline{U_{\text{th}600}} = 50\text{mV} \cdot \frac{1,566 \cdot R}{3R} = \underline{\underline{26,1\text{mV}}}}$$

(POGGENDORF KOMPENSATOR)

zu b) DURCH DIE TEMPERATURÄNDERUNG (Z.B. ERHÖHUNG) BEGINNEN DIE ATOMGITTER ZU SCHWINGEN, (DAS EINE MATERIAL MEHR ALS DAS ANDERE). DIES BEDEUTET FÜR DIE FREIEN ELEKTROEN UNTERSCHIEDLICHE FREIE WEGLÄNGEN (UNTERSCHIEDLICHER PHYSIKAL. WIDERSTAND). DIE ELEKTROEN LANDEEN NUN DORT HIN, WO DIE FREIE WEGLÄNGE AM GRÖSSTEN IST, WODURCH ES ZU EINER LADUNGSVERSCHIEBUNG KOMMT = SPANNUNG DIE UMKEHRUNG IST DER SEEBECK EFFEKT



zu d)
$$E = \frac{U}{T} = \frac{8,1 \text{ mV}}{200 \text{ K}} = 40,5 \frac{\text{mV}}{\text{K}}$$

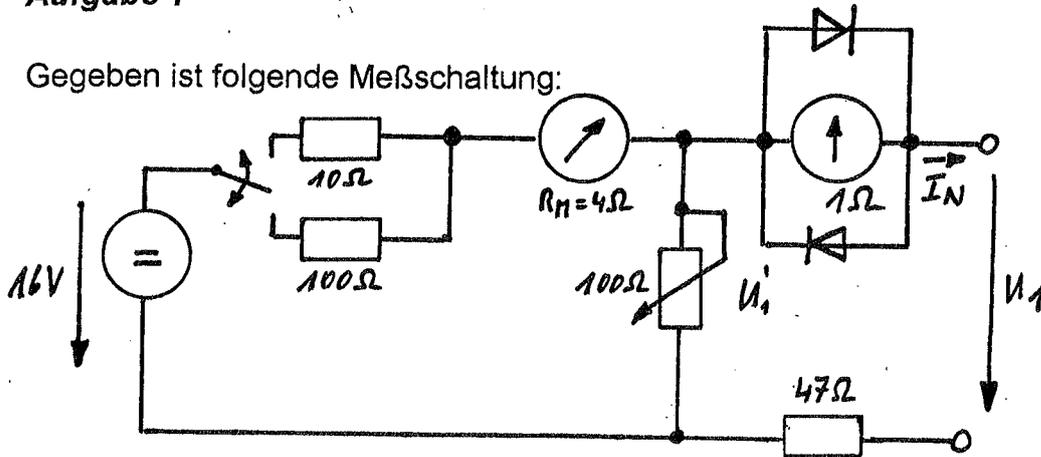
$E \approx 40 \frac{\text{mV}}{\text{K}} \Rightarrow$ ES HANDELT SICH UM EIN NiCr-Ni
THERMOELEMENT

- zu e) ○ EINE KOMPENSATIONSSCHALTUNG IST ZWAR AUFWENDIG, ABER DAFÜR ENTFÄLLT DER EINFLUSS DER LEITUNG.
- AUSSERDEM BRAUCHT MAN BEIM MESSGERÄT NICHT AUF GROSSE EMPFINDLICHKEIT ZU ACHTEN. DIE ERFORDERLICHE LEISTUNG LIEFERT DIE HILFSSPANNUNGSQUELLE.
- WILL MAN DEN MESSWERT NICHT NUR ANZEIGEN, SONDERN AUCH AUFZEICHNEN (KOMPENSATIONSSCHREIBER) IST DIE KOMPENSATIONSSCHALTUNG NOTWENDIG

5 Kompensation

5.1 Aufgabe 1

Gegeben ist folgende Meßschaltung:



- a) Geben Sie die Meßbereiche zur Bestimmung von U_1 an!
- b) Dem Meßinstrument sind im Eingangskreis zwei Silizium-Dioden ($U_s=0,7V$) parallel geschaltet worden. Erläutern Sie die Wirkungsweise dieser Schaltung und ihre Aufgabe!

Sei $U_1 = U_1$ $I_N = 0$

a) Schaltstellung a)
 $R = 10\Omega$

$$\frac{U_1'}{U} = \frac{R}{R_g}$$

$$U_1' = \frac{R' \cdot U}{R_g}$$

$$U_1 = \frac{100\Omega \cdot 16V}{10\Omega + 4\Omega + 100\Omega} = 14,035V$$

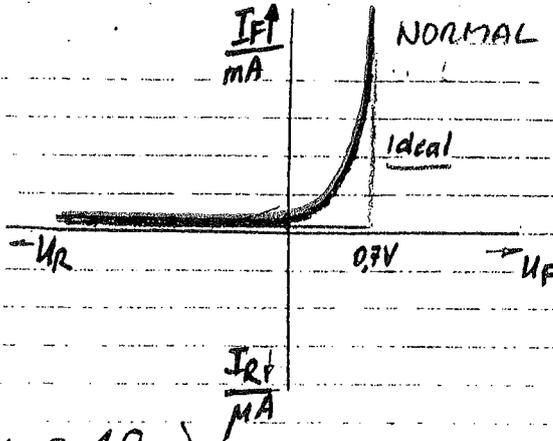
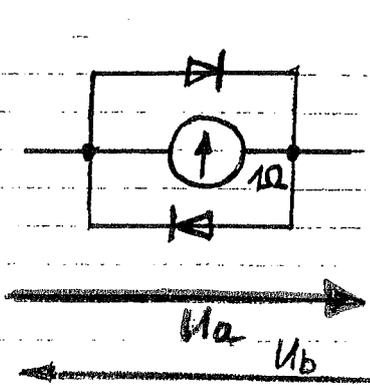
MB: $0 \dots 14,035V$

Schaltstellung b)
 $R = 100\Omega$

$$U_1' = \frac{100\Omega \cdot 16V}{100\Omega + 4 + 100\Omega} = 7,843V$$

b) $\lim_{R' \rightarrow 0} U_1 = \lim_{R' \rightarrow 0} \frac{R' \cdot U}{R_g} = 0 \Rightarrow$ MB: $0 \dots 7,843V$

Schutzschaltung für das Abgleichinstrument, mit antiparallelschalteten Dioden.



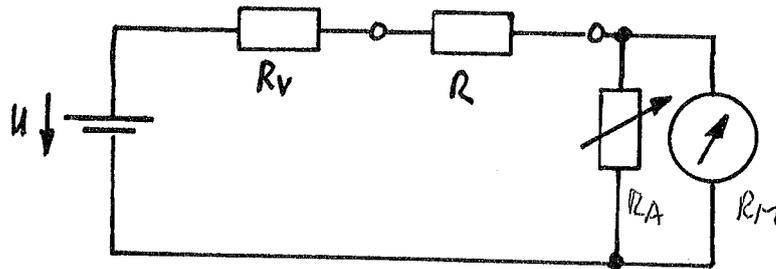
- a) bei $U_a < 0,7V$ $R_{ges} = 1\Omega$
 bei $U_a \geq 0,7V$ $R_{ges} \rightarrow 0$
- b) bei $U_b < 0,7V$ $R_{ges} = 1\Omega$
 bei $U_b \geq 0,7V$ $R_{ges} \rightarrow 0$

Um Linearität zu erhalten, muss für U (den Meßbereich) gelten
 $+0,7V \geq U \geq -0,7V$

6 Widerstandsmessung

6.1 Aufgabe 1

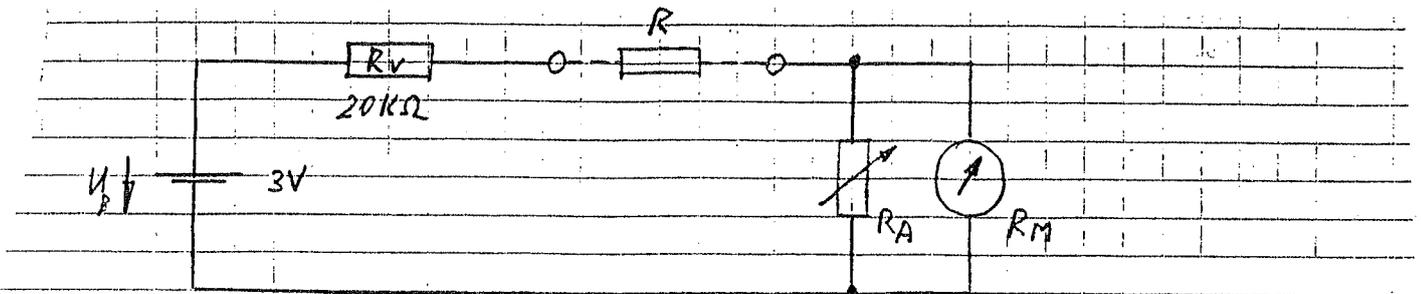
Für die Widerstandsmessung mit einem Ohmmeter stehen eine Batterie $U=3V$, ein Vorwiderstand $R_v=20\text{ KOhm}$ und ein Meßinstrument mit Abgleichwiderstand zur Verfügung.



- a) Bestimmen Sie den **Kurzschlußstrom** und erklären Sie, weshalb der Meßwerkwiderstand und der Abgleichwiderstand zu vernachlässigen sind!
- b) Welches Verhältnis **Betriebsstrom zu Kurzschlußstrom** erhalten Sie bei

$R/R_v = 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; \infty ?$

- c) Skizzieren Sie die **110°-Skala** des Ohmmeters mit dieser Widerstandskalibrierung!



zu a)
$$I_k = \frac{U_B}{R_v + \frac{R_A \cdot R_M}{R_A + R_M}}$$

Da das zu verwendende Meßgerät, niederohmig (also $R_M \ll R_v$) sein sollte, und der Abgleichwiderstand, um überhaupt die optimalste Wirkung zu erzielen, den gleichen Betrag wie R_M haben sollte, wird das Ergebnis aus beiden der Ersatzwiderstand noch kleiner, wodurch man ihn vernachlässigen kann. Woraus folgt:

$$I_k \approx \frac{U_B}{R_v} = \frac{3V}{200\text{ k}\Omega} = \underline{0,15\text{ mA}} \quad \text{gilt für } R_M \parallel R_A \ll R_v$$

zu b)

$$I = \frac{U_B}{R_V + R + \frac{R_A \cdot R_M}{R_A + R_M}} \Rightarrow I \approx \frac{U_B}{R_V + R}$$

$$\frac{R}{R_V} = 0,3 \Rightarrow R = 0,3 \cdot R_V = 6 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{R_V}{R_V + R}$$

$$I = \frac{3 \text{ V}}{20 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 0,0001154 \text{ A} = \underline{\underline{0,1154 \text{ mA}}}$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{26 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{0,769}}$$

$$\frac{R}{R_V} = 0,5 \Rightarrow R = 0,5 \cdot R_V = 10 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{30 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{0,666}}$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{40 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{0,5}}$$

Skalenmitte

$$\frac{R}{R_V} = 1 \Rightarrow R = R_V = 20 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{60 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{0,333}}$$

$$\frac{R}{R_V} = 2 \Rightarrow R = 2 \cdot R_V = 40 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{120 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{0,166}}$$

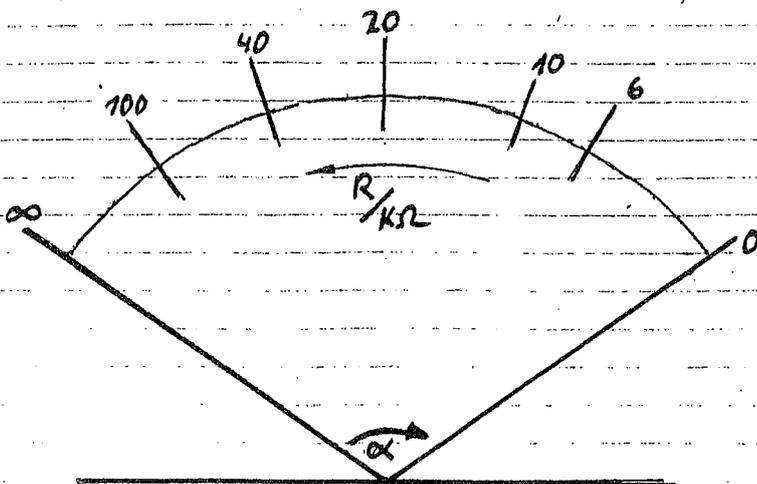
$$\frac{R}{R_V} = 5 \Rightarrow R = 5 \cdot R_V = 100 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{I}{I_K} = \frac{20 \text{ k}\Omega}{\infty} = \underline{\underline{0}}$$

$$\frac{R}{R_V} = \infty \Rightarrow R = \infty \cdot R_V = \infty$$

z.B. $\alpha^\circ = 110^\circ \cdot 0,769 = 84,58$

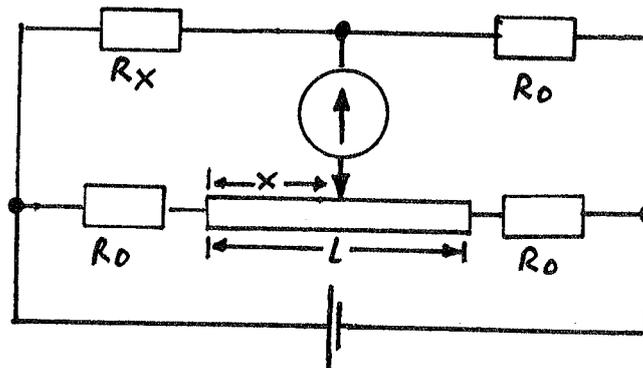
zu c)



$R / \text{k}\Omega$	$\frac{I}{I_K}$	α°
6	0,769	84,58
10	0,666	73,26
20	0,5	55
40	0,333	36,63
100	0,166	18,33
∞	0	0

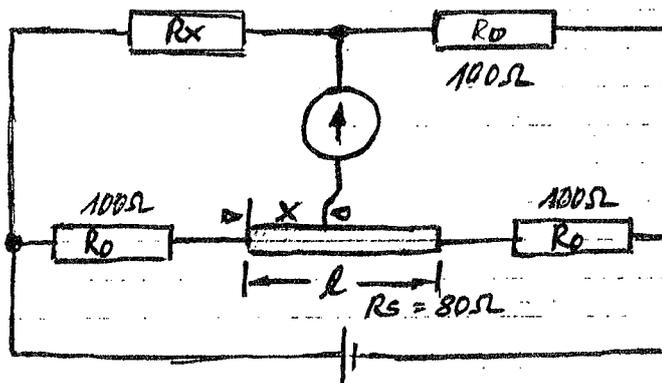
6.2 Aufgabe 2

Mit Hilfe einer Meßbrücke mit Schleifdraht, der einen Gesamtwiderstand $R_G = 80\Omega$ (entspricht der Länge l) hat, soll R_X ermittelt werden.



$R_0 = 100\Omega$

- a) Wie lautet die **allgemeine Abgleichbedingung**?
- b) Welcher **maximale** und **minimale** R_X -Wert kann mit der Brücke abgeglichen werden?
- c) Wovon hängt die Genauigkeit der R_X -Bestimmung ab?



zu a) $\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_0 + R_S \cdot x}{R_0 + R_S \cdot (l-x)}$

$\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_0 + R_S \cdot \frac{x}{l}}{R_0 + R_S \cdot \frac{l-x}{l}}$

Für $x = 0$ folgt:

zu b) $\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_0}{R_0 + R_S} \Rightarrow R_X = \frac{R_0}{R_0 + R_S} \cdot R_0 = \underline{\underline{55,55\Omega}}$
MIN:

Für $x = l$ folgt:

Max: $\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_0 + R_S}{R_0} \Rightarrow R_X = \frac{R_0 + R_S}{R_0} \cdot R_0 = \underline{\underline{180\Omega}}$

RFH Rheinische Fachhochschule Köln	Beispiele und Aufgaben Meßtechnik für Elektrotechnik	Fachbereich: Elektrotechnik Studiengang: Allgemeine E-Technik Dipl.-Ing.-M. Trier
--	--	--

zur c) Die Genauigkeit der Widerstandsbestimmung von R_x , hängt im wesentlichen von der Genauigkeit des verwendeten Leitfadertwiderstandes a_s , wobei sein Widerstands Wert keine wesentliche Rolle spielt. Er entscheidet nur über den Meßbereich (oder den Bereich von R_x). R_0 sind die sogenannten Einengungswiderstände sie begrenzen den Meßbereich. Denn eine Widerstandsmessung von $0 - \infty$ (ohne R_0) ist nicht erstrebenswert. Die Genauigkeit hängt auch im wesentlichen von ihnen a_s .