

## Ersatzwiderstände

Best. - Nr. MD01495



## 1. Vorstellung

### 1.1. Pädagogische Ziele

4 Widerstände von 10, 20, 40 und 80 K $\Omega$  ermöglichen es, 96 unterschiedliche Werte zu erzielen. Voraussetzung dafür ist, dass man in Serie, Parallel oder Serie/Parallel schaltet. Hierzu siehe die 17 Basisschaltungen.

Das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf den Schülerversuchen, denn diese gestatten unseren Schülern, sich auf der einen Seite mit den unterschiedlichen Schaltungen vertraut zu machen, auf der anderen Seite mit dem Widerstandsmesser / Ohmmeter die Exaktheit der Schaltungen zu überprüfen, da der Wert im Voraus bekannt ist (siehe die unterschiedlichen Tabellen).

Die Schüler können die Exaktheit ihrer Berechnungen durch den Versuch kontrollieren, in dem Fall, wo man den Wert eines Ersatzwiderstandes herausfinden muss. Hier sind darüber hinaus noch mehrere Widerstände in den Stromkreis dazwischengeschaltet.

### 2.2. Zusammensetzung

16 Anschlussklemmen, die von 1 bis 16 nummeriert wurden; zwei Anschlussklemmen wurden mit A und B markiert. Über diesen beiden Klemmen befinden sich noch zwei weitere Klemmen. Diese beiden ermöglichen den Anschluss an das Ohmmeter oder den Anschluss an Bananenstecker mit Kabel für eine andere Verwendung.

## Bemerkung

Die 16 Anschlussklemmen werden von links nach rechts nummeriert. Angefangen wird mit der ersten die sich neben dem Widerstand  $10\text{ k}\Omega$  befindet. Von 1-4 für  $10\text{ k}\Omega$ , von 5-8 für  $20\text{ k}\Omega$ , von 9-12 für  $40\text{ k}\Omega$  und von 13-16 für  $80\text{ k}\Omega$ .

## 2. Gebrauchsanweisung

### 2.1. Theoretische Grundlagen

Die Widerstände, die in Serie geschaltet sind addieren sich, während der Ersatzwiderstand von 2 oder mehreren Widerständen, die parallel geschaltet sind, durch folgende Formel ausgerechnet werden muss:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \qquad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ etc ...}$$

### 2.2. Vorsicht

Wenn sie Widerstände gebrauchen, in dem sie einen Strom zuschalten, der einen unterschiedlichen Wert als der Ursprungsstrom besitzt, achten Sie darauf, dass die zulässige Leistung, die für den Widerstand oder die Widerstände vorgesehen ist/sind nicht überschreiten.

Beispiel: Es sei ein Widerstand von  $10\text{ k}\Omega$  (alle Widerstände des Schaumusters haben eine Leistung von  $0,5\text{ W}$ ), der zulässige Strom beträgt dann:

$$I = \sqrt{P/R} = \sqrt{0,5/10000} = 0,007\text{ A} = 7\text{ mA}$$

Or  $P=U \times I$ , wobei  $U=P/I = 0,5/0,007 = 71\text{ Volt}$

Im Unterricht, bei Versuchen, benutzen Sie – aus Sicherheitsgründen – allerdings nicht so eine hohe Spannung, deshalb sind die Widerstände nicht gefährdet.

### 2.3. Messung

Man kann die Berechnungen mit einem Taschenrechner durchführen, wenn er die Funktionen „Speichern“ und  $1/x$  besitzt.

Beispiel:  $R_1 = 820 \Omega$  und  $R_2 = 1500 \Omega$ . Man addiert in der Speicherung die Inversen von  $R_1$  und von  $R_2$ , von der Summe nimmt man den Kehrwert. Man zeigt an: 820; 1/x; M+; 1500; 1/x; M+; RM; 1/x. Man findet  $R = 530 \Omega$  in einigen Sekunden.

## 2.4. Betrieb - Wie wird geschaltet?

Wir benötigen einen Widerstand von  $130060 \Omega$ . Die Tabelle\*\* gibt uns den nächsten Wert an, der bei  $13000 \Omega$  liegt. Um diesen Wert zu erhalten, gibt man uns an, dass man die Widerstände 10, 40 und  $80K\Omega$  in Serie schalten muss. Dieses entspricht der 4. Figur der 17 Basisschaltungen/ Verzweigungen. Wir gebrauchen 4 Verbindungskabel, jedes mit 2 Steckern ausgestattet.

- A mit Anschlussklemme 1 verbinden
- 4 mit 12 verbinden
- 9 mit 13 verbinden
- 14 mit B verbinden

Überprüfung: Wir verbinden den – Pol vom Ohmmeter mit der Anschlussklemme über A, und das andere Kabel des Ohmmeters mit der Anschlussklemme über B. Der Widerstandsmesser gibt einen Wert von  $130000 \Omega$  an, wenn wir die richtige Stufe ausgewählt haben.

Weiteres Beispiel: Wir benötigen einen Widerstand von  $13300 \Omega$ . Die Tabelle\*\* gibt uns an, dass der nächste Wert bei  $13330 \Omega$  liegt und dass man einen Widerstand von  $20K\Omega$  und einen von  $40K\Omega$  parallel schalten muss. Dieses entspricht der 3. Figur der 17 Basisschaltungen\*.

- 6 mit 10 verbinden
- 7 mit 11 verbinden
- 5 (oder 9) mit A verbinden
- 16 mit B verbinden

\* 17 Grundanschlüsse: siehe Anlage 1

\*\* Tabelle („Montageblatt“): siehe Anlage 2

## 2.5. Technische Eigenschaften

Sockeldimension:	220 * 120 * 30 mm
Wert der 4 Basiswiderstände:	10-20-40-80 $K\Omega$
Leistung der Komponenten:	1/2 W
Elektrische Verbindung:	Durchmesser 4 mm
Masse:	300g

## 3. Pädagogische Verwendung

### 3.1. Zusätzliches Material

Ein Vielfachmessgerät mit der Funktion eines Widerstandsmessers MT02293  
8 Verbindungskabel mit Bananenstecker, Durchmesser: 4 mm  
Eine Tabelle mit Ersatzwiderständen - siehe Anlage 2  
Eine Blatt „Montageblatt“ – siehe Anlage 1

### 3.2. Praktische Arbeiten

#### 1. Übung

Das Üben einiger Schaltungen und Verzweigungen der 17 Basisschaltungen. Der Schüler verfügt über das Gerät, 8 Kabel mit Bananenstecker, ein Vielfachmessgerät und ein Blatt mit den 17 Basisschaltungen. Der Lehrer findet in diesem Heftchen ein Beispiel für jeden der 17 Figuren.

#### 2. Übung

Der Schüler verfügt über die Tabelle (siehe Anhang). Der Lehrer fragt den Schüler, der einen Widerstand von ungefähr  $5800 \Omega$  erhalten soll. Der Schüler sieht in der Tabelle nach und stellt fest, dass der nächste Wert bei  $5710 \Omega$  ist. Um diesen zu realisieren, muss er die Widerstände von  $10$ ,  $20$  und  $40 \text{ K}\Omega$  ( $10/20/40$ ) parallel schalten. Das Blatt mit den Basisschaltungen gibt an, dass die 7. Figur am nächsten mit der Schaltungen, die es zu realisieren gilt, korrespondiert. Das Ohmmeter gibt schließlich an, ob die Schaltung gut oder schlecht gewesen ist.

#### 3. Übung

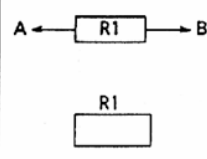
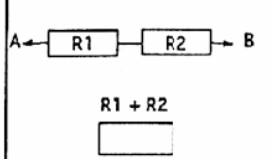
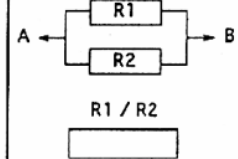
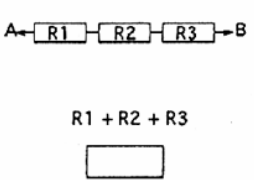
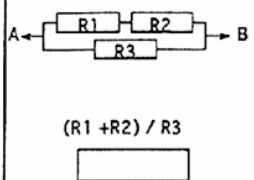
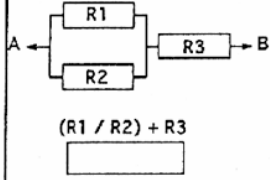
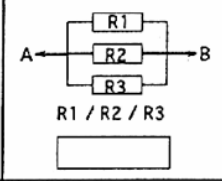
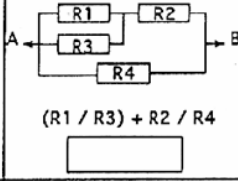
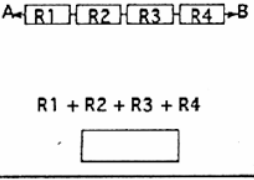
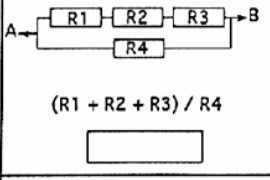
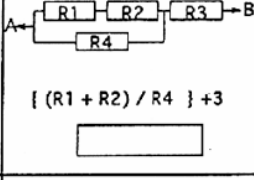
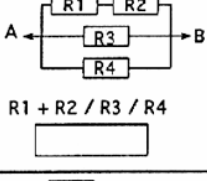
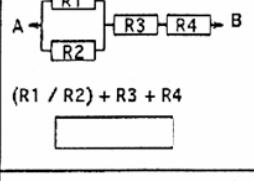
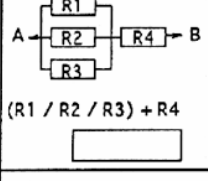
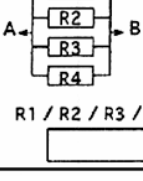
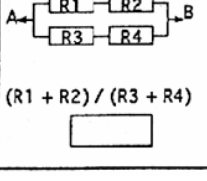
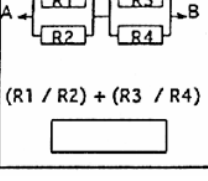
Der Lehrer lässt den Ersatzwiderstand von  $20 \text{ K}\Omega$  parallel mit einem Widerstand von  $40 \text{ K}\Omega$  berechnen. Das Ganze wird in Serie mit einem Widerstand von  $80 \text{ K}\Omega$  geschaltet. Sobald der Wert für den Ersatzwiderstand durch die Berechnung gefunden wurde, überprüft der Schüler sein Ergebnis, indem er den Apparat mit dem Ohmmeter verbindet. Wenn das Ohmmeter einen unterschiedlichen Wert anzeigt, muss der Schüler seine Berechnungen von vorn beginnen.

### Bemerkungen

Die Berechnungen und die Versuche differieren leicht was die Ergebnisse betrifft. Dies ist die passende Gelegenheit, um mit den Schülern das Thema „Toleranzen“ zu behandeln.

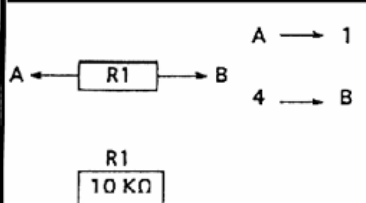
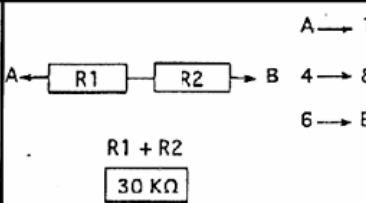
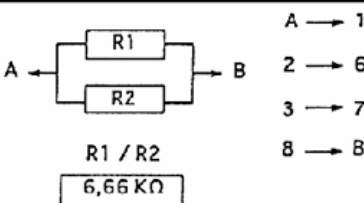
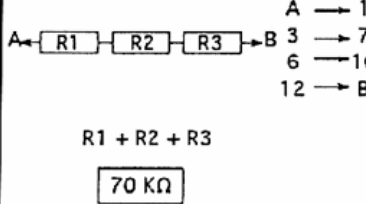
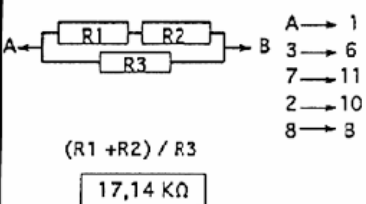
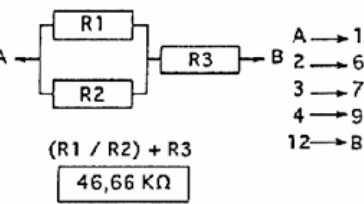
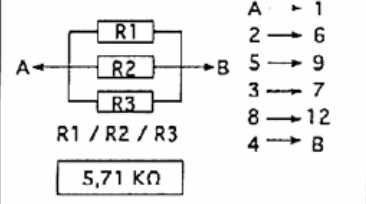
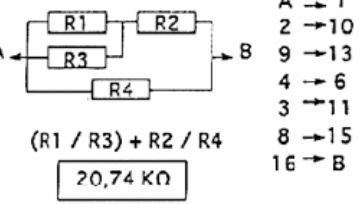
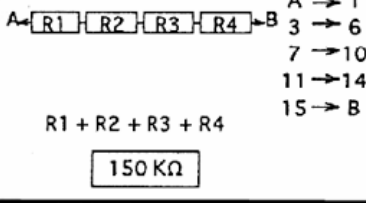
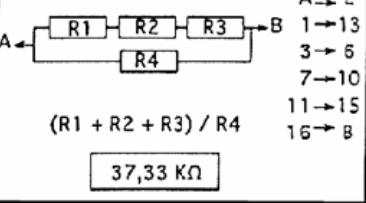
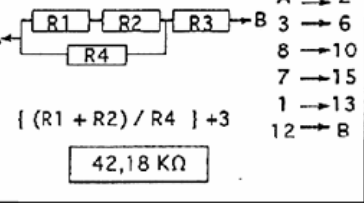
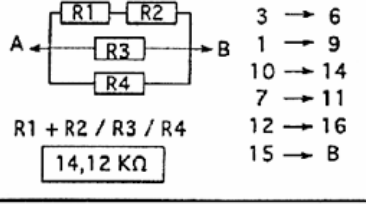
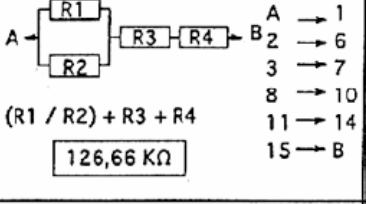
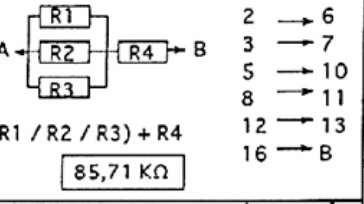
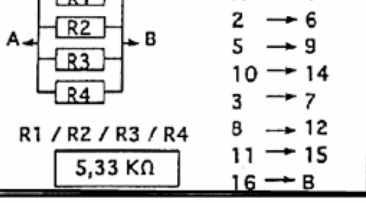
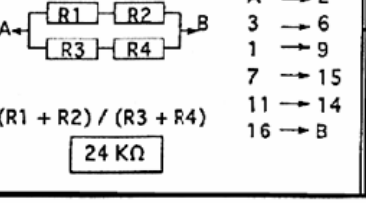
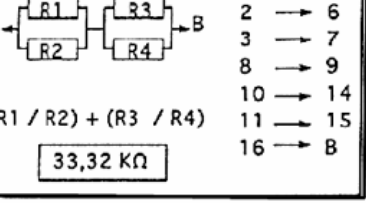
## ANLAGE 1

### 17 GRUNDANSCHLÜSSE

 <p style="text-align: center;"><math>R1</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>R1 + R2</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>R1 / R2</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>
 <p style="text-align: center;"><math>R1 + R2 + R3</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 + R2) / R3</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 / R2) + R3</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>
 <p style="text-align: center;"><math>R1 / R2 / R3</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 / R3) + R2 / R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	
 <p style="text-align: center;"><math>R1 + R2 + R3 + R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 + R2 + R3) / R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>\{ (R1 + R2) / R4 \} + R3</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>
 <p style="text-align: center;"><math>R1 + R2 / R3 / R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 / R2) + R3 + R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 / R2 / R3) + R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>
 <p style="text-align: center;"><math>R1 / R2 / R3 / R4</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 + R2) / (R3 + R4)</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>	 <p style="text-align: center;"><math>(R1 / R2) + (R3 / R4)</math></p> <p style="text-align: center;"><input type="text"/></p>

## ANLAGE 2 TABELLE ERRECHNETER ÄQUIVALENTER WERTE

Widerstand in Ohm	Formeln in Ohm	Widerstand in Ohm	Formeln in Ohm
5330	10/20/40/80	28570	(20+80)/40
5710	10/20/40	28880	(10/80)+20
6150	10/20/80	29230	((40+80)/10)+20
6310	(40+80)/10/20	29320	(10+20+80)/40
6660	10/20	29450	((10/20)+40)/80
7270	10/40/80	30000	10+20
7400	(20+80)/10/40	30760	(10+40)/80
7730	(20+40)/10/80	33330	(10+40)/(20+80)
8000	10/40	34280	(20+40)/80
8230	((40/80)+20)/10	36000	(10+80)/(20+40)
8480	((20/80)+40)/10	36660	(40/80)+10
8570	(20+40)/10	37320	(10+20+40)/80
8880	10/80	38570	((20+80)/40)+10
9020	((20/40)+80)/10	40000	40
9090	(20+80)/10	42350	((10+80)/40)+20
9230	(40+80)/10	44280	((20+40)/80)+10
9330	(20+40+80)/10	46140	(10/20/80)+40
10000	10	46660	(40/80)+20
11420	20/40/80	48880	(10/80)+40
11610	(10+80)/20/40	49090	((20+80)/10)+40
12120	(10+40)/20/80	50000	10+40
12940	((40/80)+10)/20	50760	((10+40)/80)+20
13330	20/40	56000	(20/80)+40
14120	(10+20)/40/80	56360	((10+80)/20)+40
14180	((10/80)+40)/20	56600	10+20+(40/80)
14280	(10+40)/20	60000	20+40
15750	((20/80)+10)/40	61810	((10+20)/80)+40
16000	20/80	66000	10+40+(20/80)
16290	((10/40)+80)/20	68880	20+40+(10/80)
16360	(10+80)/20	70000	10+20+40
16790	((10/80)+20)/40	80000	80
17140	(10+20)/40	85710	80+(10/20/40)
17340	(10+40+80)/20	86660	80+(10/20)
18060	((20/40)+10)/80	88000	80+(10/40)
20000	20	88570	((20+40)/10)+80
20730	((10/40)+20)/80	90000	10+80
21420	(20/40/80)+10	93330	(20/40)+80
21810	(10+20)/80	94280	((10+40)/20)+80
22220	(20/40)+(10/80)	97140	((10+20)/40)+80
23330	(20/40)+10	100000	20+80
24000	(10+20)/(40+80)	103330	(20/40)+10+80
26000	(20/80)/10	108000	(10/40)+20+80
26660	40/80	110000	10+20+80
27140	((40+80)/20)+10	120000	40+80
27270	(10/40/80)+20	126660	(10/20)+30+40
27360	((10/20)+80)/40	130000	10+40+80
27690	(10+80)/40	140000	20+40+80
28000	(10/40)+20	150000	10+20+40+80

 <p>A → 1 4 → B</p> <p><math>R1</math> 10 KΩ</p>	 <p>A → 1 4 → B 6 → B</p> <p><math>R1 + R2</math> 30 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → B 3 → 7 8 → B</p> <p><math>R1 / R2</math> 6,66 KΩ</p>
 <p>A → 1 3 → 7 6 → 10 12 → B</p> <p><math>R1 + R2 + R3</math> 70 KΩ</p>	 <p>A → 1 3 → 6 7 → 11 2 → 10 8 → B</p> <p><math>(R1 + R2) / R3</math> 17,14 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → 6 3 → 7 4 → 9 12 → B</p> <p><math>(R1 / R2) + R3</math> 46,66 KΩ</p>
	 <p>A → 1 2 → 6 5 → 9 3 → 7 8 → 12 4 → B</p> <p><math>R1 / R2 / R3</math> 5,71 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → 10 9 → 13 4 → 6 3 → 11 8 → 15 16 → B</p> <p><math>(R1 / R3) + R2 / R4</math> 20,74 KΩ</p>
 <p>A → 1 3 → 6 7 → 10 11 → 14 15 → B</p> <p><math>R1 + R2 + R3 + R4</math> 150 KΩ</p>	 <p>A → 2 1 → 13 3 → 6 7 → 10 11 → 15 16 → B</p> <p><math>(R1 + R2 + R3) / R4</math> 37,33 KΩ</p>	 <p>A → 2 3 → 6 8 → 10 7 → 15 1 → 13 12 → B</p> <p><math>\{ (R1 + R2) / R4 \} + 3</math> 42,18 KΩ</p>
 <p>A → 2 3 → 6 1 → 9 10 → 14 7 → 11 12 → 16 15 → B</p> <p><math>R1 + R2 / R3 / R4</math> 14,12 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → 6 3 → 7 8 → 10 11 → 14 15 → B</p> <p><math>(R1 / R2) + R3 + R4</math> 126,66 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → 6 3 → 7 5 → 10 8 → 11 12 → 13 16 → B</p> <p><math>(R1 / R2 / R3) + R4</math> 85,71 KΩ</p>
 <p>A → 1 2 → 6 5 → 9 10 → 14 3 → 7 8 → 12 11 → 15 16 → B</p> <p><math>R1 / R2 / R3 / R4</math> 5,33 KΩ</p>	 <p>A → 2 3 → 6 1 → 9 7 → 15 11 → 14 16 → B</p> <p><math>(R1 + R2) / (R3 + R4)</math> 24 KΩ</p>	 <p>A → 1 2 → 6 3 → 7 8 → 9 10 → 14 11 → 15 16 → B</p> <p><math>(R1 / R2) + (R3 / R4)</math> 33,32 KΩ</p>

Wenn Sie Änderungs- und/oder Verbesserungsvorschläge haben, teilen Sie es uns bitte mit.