

Seminaraufgaben

1.Semester - Wintersemester 1998/99

Abt. Technische Informatik
 Gerätebeauftragter
 Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske
 Tel.: [49]-0341-97 32213
 Zimmer: HG 05-22
 e-mail: lieske@informatik.uni-leipzig.de

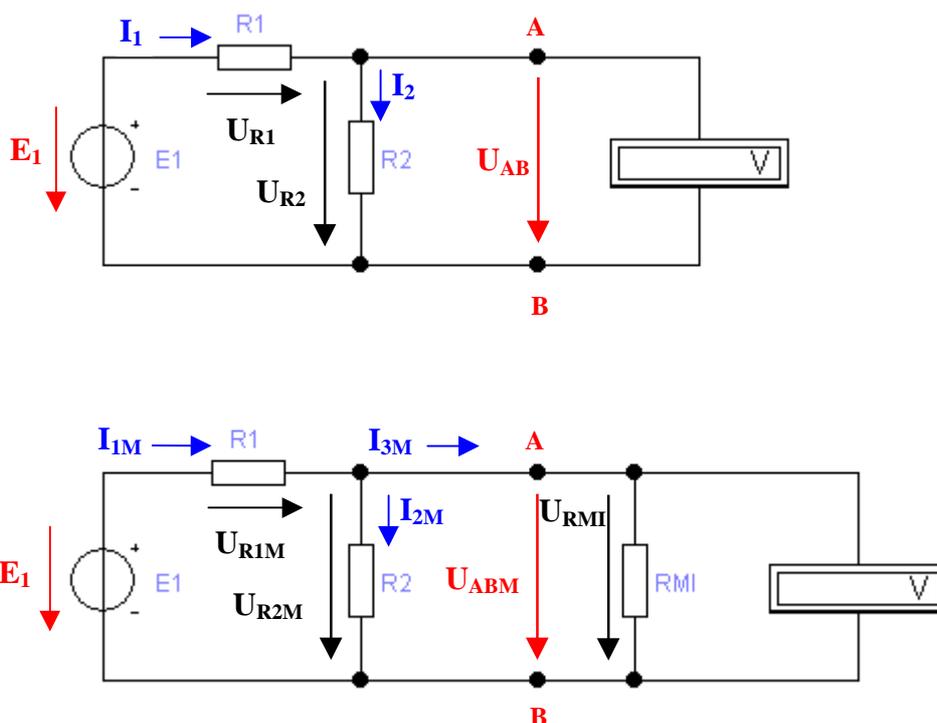
Aufgaben zur Übung Technische Informatik I - Elektrotechnische Grundlagen

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Belasteter Spannungsteiler

Bei der Spannungsmessung an elektrischen- und elektronischen Schaltungen kann es zu Verfälschungen des Meßergebnisses durch die Einwirkung des Innenwiderstandes des Meßgerätes kommen. Für die Aufgaben werden die Parameter des im Praktikum verwendeten Multitesters HC 1015 verwendet.

An der folgenden Schaltung soll die Spannung U_{AB} über R_2 mit einem Meßinstrument von $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$ (Meßwerk: $250 \text{ mV}/100\mu\text{A}$ - $R_i=2,5 \text{ k}\Omega$) im Meßbereich 50 V gemessen werden. Dabei ist der Innenwiderstand des Meßinstrumentes $R_{MI}=10\text{k}\Omega/\text{V} \cdot 50\text{V} = 500 \text{ k}\Omega$.



Wie hoch ist die Spannung U_{AB} am Widerstand R_2 ?

Werte: $E_1 = 100V$
 $R_1 = 1M\Omega$
 $R_2 = 500k\Omega$

1. Ohne das angeschlossene reale Meßgerät?
(mit idealen Voltmeter)
2. Welchen Wert mißt das Meßgerät?
3. Wieviel Prozent vom Normalwert werden gemessen?

Wie groß ist die prozentuale Abweichung des gemessenen Wertes gegenüber dem Normalwert (ohne eingeschaltetes Meßgerät)?

V = ideales Voltmeter (mit dem Widerstand ∞ zu betrachten)

Berechnung der Werte auf 4 Stellen genau.

4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe Spannungsabfall über einem Strommeßinstrument

Ebenso wie bei der Spannungsmessung kann es bei der Strommessung zu Verfälschungen des Meßergebnisses durch Einwirkung des Innenwiderstandes des Strommeßgerätes kommen.

An der folgenden Schaltung soll der Strom, der durch R_1 fließt mit einem Meßinstrument im Meßbereich 10 mA gemessen werden. Dabei ist der Innenwiderstand des Meßinstrumentes im verwendeten 10 mA Meßbereich $R_{MI} = 25 \Omega$ (Meßwerk: 250 mV/100 μ A - $R_i = 2,5 k\Omega$).

Wie hoch ist der Strom I über den Widerstand R_1 für die Fälle a) und b) ?

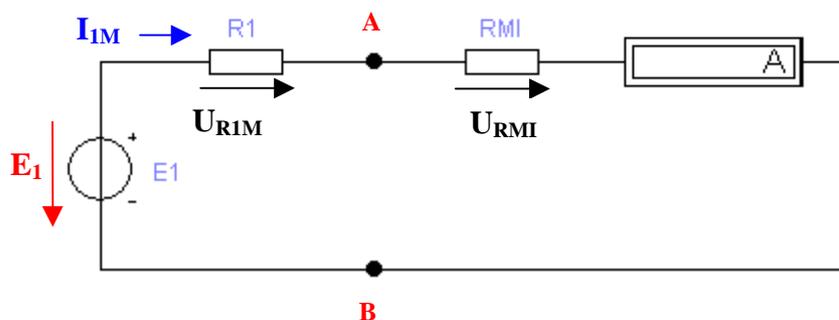
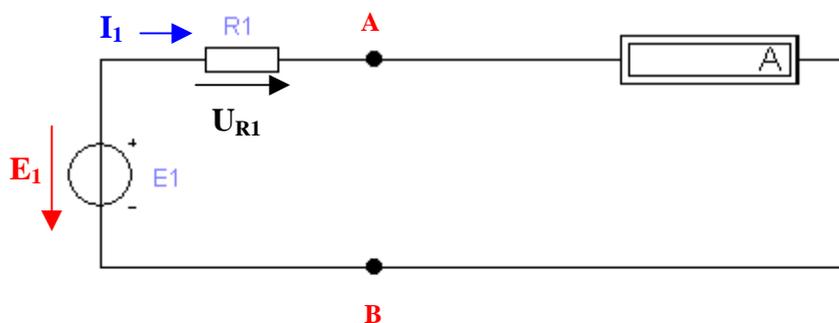
Werte: $E_1 = 500mV$

1. ohne das angeschlossene Meßgerät?

$R_1 = 50 \Omega$

(mit idealen Amperemeter)

2. Welchen Wert mißt das Meßgerät?
3. Wieviel Prozent vom Normalwert werden gemessen?



A = ideales Amperemeter (mit dem Widerstand = 0 [Kurzschluß] zu betrachten)

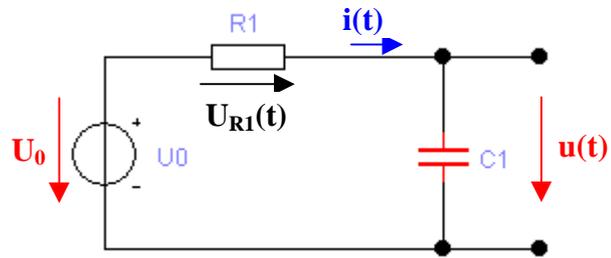
Berechnung der Werte auf 4 Stellen genau.

4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Schaltverhalten eines RC-Tiefpasses

Gegeben ist folgende Schaltung:

$u(t) = 19,6735\text{V}$ für $t=150\mu\text{s}$ $U_0 = 50\text{V}$ $C_1 = 200\text{nF}$



Im Anfangszustand ist der Kondensator entladen. Danach wird die Spannung U_0 eingeschaltet. Nach der Zeit t stellt sich die Spannung $u(t)$ ein.

Das Ziel der Aufgabe ist die Berechnung der Zeitkonstante τ und der Widerstand des RC Tiefpasses.

Aufgabe:

1. Wie lautet die mathematische Funktion für den Spannungsverlauf am Kondensator beim Laden?
2. Wie lautet die mathematische Funktion für den Stromverlauf am Kondensator beim Laden?
3. Welchen Wert hat die Zeitkonstante τ , wenn nach $150\mu\text{s}$ eine Spannung von $19,6735\text{V}$ am Kondensator anliegt?
4. Wie hoch ist der Wert des Widerstandes?
5. Wie hoch ist der Einschaltstrom $i(t)$ zum Zeitpunkt $t=0$ bei der obigen Schaltung?

Beachte: Zum Zeitpunkt des Einschaltens ist der Kondensator entladen, d.h er stellt einen Kurzschluß dar.

Berechnung der Werte auf 4 Stellen genau.

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)		
Zeichen	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta
Z	10^{21}	Zetta
E	10^{18}	Exa
P	10^{15}	Peta
T	10^{12}	Tera
G	10^9	Giga
M	10^6	Mega
k	10^3	Kilo
m	10^{-3}	Milli
μ	10^{-6}	Mikro
n	10^{-9}	Nano
p	10^{-12}	Pico
f	10^{-15}	Femto
a	10^{-18}	Atto
z	10^{-21}	Zepto
y	10^{-24}	Yocto
h	10^2	Hekto
da	10^1	Deka
d	10^{-1}	Dezi
c	10^{-2}	Zenti

Tabelle 3

Bitte benutzen Sie bei den End- und Zwischenergebnissen die Präfixe. Nichtbeachtung wird als Fehler geahndet. Bei den Berechnungen ist Ihnen die Benutzung freigestellt.

Lösung

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

1. Bestimmung der Spannung U_{AB} ohne das angeschlossene reale Meßgerät.

$$\frac{U_{AB}}{E_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{AB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E_1$$

$$U_{AB} = \frac{500k\Omega}{1M\Omega + 500k\Omega} \cdot 100V = \frac{500k\Omega}{1,5M\Omega} \cdot 100V = 33,33V$$

2. Bestimmung der Spannung U_{ABM} mit angeschlossenen realen Meßgerät.

$$\frac{U_{ABM}}{E_1} = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{ABM} = \frac{R_{2ers}}{R_1 + R_{2ers}} \cdot E_1$$

$$\frac{1}{R_{2ers}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{MI}} \quad \text{daraus folgt} \quad R_{2ers} = \frac{R_2 \cdot R_{MI}}{R_2 + R_{MI}}$$

$$R_{2ers} = \frac{500k\Omega \cdot 500k\Omega}{500k\Omega + 500k\Omega} = \frac{250000M\Omega^2}{1M\Omega} = 250k\Omega$$

$$U_{ABM} = \frac{250k\Omega}{1M\Omega + 250k\Omega} \cdot 100V = \frac{250k\Omega}{1,25M\Omega} \cdot 100V = 20V$$

3. Wieviel Prozent vom Normalwert werden gemessen?

$$\frac{U_{ABM}}{U_{AB}} = \frac{U_{ABM[\%]}}{100\%} \quad \text{daraus folgt} \quad U_{ABM[\%]} = \frac{U_{ABM}}{U_{AB}} \cdot 100\%$$

$$U_{ABM[\%]} = \frac{20V}{33,33} \cdot 100\% = 60,00\% = 60\%$$

Wie groß ist die prozentuale Abweichung des gemessenen Wertes gegenüber dem Normalwert (ohne eingeschaltetes Meßgerät)?

$$\Delta U_{AB[\%]} = \frac{|U_{AB} - U_{ABM}|}{U_{AB}} \cdot 100\% = \frac{|33,33V - 20V|}{33,33V} \cdot 100\% = \frac{13,33V}{33,33V} \cdot 100\% = 0,39999 \cdot 100\% = 40\%$$

4. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

1. Bestimmung des Stromes I_1 ohne das angeschlossene reale Meßgerät.

$$E_1 = I_1 \cdot R_1 = U_{R1} \quad \text{daraus folgt} \quad I_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{500mV}{50\Omega} = \frac{500mV}{50 \frac{V}{A}} = 10mA$$

2. Bestimmung des Stromes I_{1M} mit angeschlossenen realen Meßgerät.

$$E_1 = I_{1M} \cdot R_{1ers} \quad \text{daraus folgt} \quad I_{1M} = \frac{E_1}{R_{1ers}}$$

$$R_{1ers} = R_1 + R_{MI}$$

$$R_{1ers} = 50\Omega + 25\Omega = 75\Omega$$

$$I_{1M} = \frac{500mV}{75\Omega} = \frac{500mV}{75 \frac{V}{A}} = 6,667mA$$

3. Wieviel Prozent vom Normalwert werden gemessen?

$$\frac{I_{1M}}{I_1} = \frac{I_{1M[\%]}}{100\%} \quad \text{daraus folgt} \quad I_{1M[\%]} = \frac{I_{1M}}{I_1} \cdot 100\%$$

$$U_{ABM[\%]} = \frac{6,667mA}{10mA} \cdot 100\% = 66,67\%$$

4. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Aufgabe:

1. Wie lautet die mathematische Funktion für den Spannungsverlauf am Kondensator beim Laden?

$$u(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{mit} \quad \tau = R_1 \cdot C_1$$

2. Wie lautet die mathematische Funktion für den Stromverlauf am Kondensator beim Laden?

$$i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_1} \quad \text{und} \quad \tau = R_1 \cdot C_1$$

Herleitung:

$$U_0 + u_{R1}(t) + u(t) = 0 \quad \text{mit} \quad i(t) = \frac{u_{R1}(t)}{R_1} \quad \text{und} \quad u(t) = u_{C1}(t)$$

$$U_0 + i(t) \cdot R_1 + u(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{U_0 - u(t)}{R_1} \quad \text{und} \quad u(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$i(t) = \frac{U_0 - U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{R_1}$$

$$i(t) = \frac{U_0}{R_1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_1}$$

3. Welchen Wert hat die Zeitkonstante τ , wenn nach $150\mu\text{s}$ eine Spannung von $19,6735\text{V}$ am Kondensator anliegt?

$$u(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{daraus folgt} \quad \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{u(t)}{U_0}$$

$$\left(-e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{u(t)}{U_0} - 1 \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - \frac{u(t)}{U_0} \Rightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln\left(1 - \frac{u(t)}{U_0}\right) \Rightarrow \tau = -\frac{t}{\ln\left(1 - \frac{u(t)}{U_0}\right)}$$

$$\tau = -\frac{150\mu s}{\ln\left(1 - \frac{19,6735V}{50V}\right)} = -\frac{150\mu s}{\ln(1 - 0,3935)} = -\frac{150\mu s}{\ln(0,6065)} = -\frac{150\mu s}{-0,500} = 300\mu s$$

4. Wie hoch ist der Wert des Widerstandes?

$$\tau = R_1 \cdot C_1 \quad \text{daraus folgt} \quad R_1 = \frac{\tau}{C_1}$$

$$R_1 = \frac{300\mu s}{200nF} = \frac{300 \cdot 10^{-6} s}{200 \cdot 10^{-9} \frac{As}{V}} = 1,5 \cdot 10^3 \frac{V}{A} = 1,5k\Omega$$

5. Wie hoch ist der Einschaltstrom $i(t)$ zum Zeitpunkt $t=0$ bei der obigen Schaltung?

$$i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_1} \quad \text{daraus folgt} \quad i(t) = \frac{U_0}{R_1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Zum Zeitpunkt $t=0$ folgt:

$$i(t) = \frac{50V}{1,5k\Omega} \cdot e^{-\frac{0s}{300\mu s}} = \frac{50V}{1,5k\Omega} \cdot e^{-0} = \frac{50V}{1,5k\Omega} \cdot 1 = 33,33mA$$

Man bekommt den Wert für den Strom zum Zeitpunkt $t=0$ auch durch folgende logische Betrachtung heraus:

Für den Zeitpunkt $t=0$ gilt:

1. Zum Zeitpunkt Null ist der Kondensator entladen, d.h. seine Spannung ist gleich null.
2. Zum Zeitpunkt Null kann man daher den Kondensator als kurzgeschlossen betrachten.
3. Zu diesem Zeitpunkt liegt aber schon die Spannung U_0 an der Reihenschaltung R_1, C_1 an.
4. Deshalb fällt an dem Widerstand R_1 die volle Spannung U_0 ab.
5. Es fließt daher über den Widerstand der Strom $I_0=U_0/R_1$ der dem Strom über dem ganzen Zweig entspricht.

Danach wird der Kondensator aufgeladen, die Spannung $u(t)$ wird größer und der Strom $i(t)$ verringert sich.