Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Elektronik und Schaltungstechnik

Grundlagen der Elektrotechnik 2, SS 2018

Zusatzübung 11

Aufgabe 1) *Schaltvorgänge.*

Gegeben sind die Schaltungen aus Abb. 1. Es sollen die Spannungsverläufe U_C, U_R und U_L beim Ein- bzw. Ausschalten der Spannungsquelle U_0 bestimmt werden.

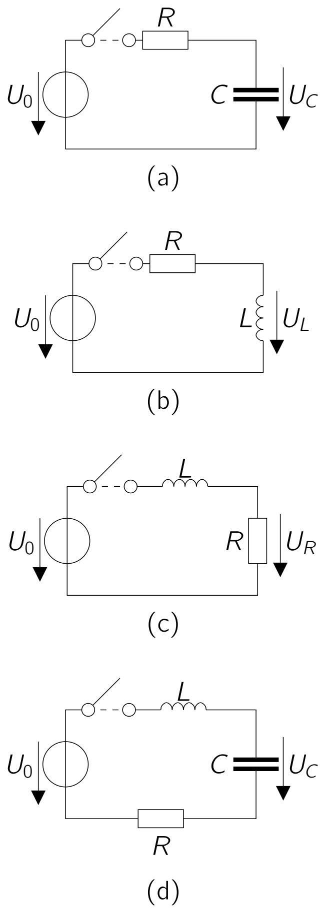

Abbildung 1: Schaltungen.

1. Stellen Sie die Differentialgleichungen für U_C, U_R und U_L auf, für den Fall, dass die Spannungsquelle U_0 eingeschaltet wird.

2. Bestimmen Sie die Spannungsverläufe von U_C, U_R und U_L für den Fall, dass die Spannungsquelle U_0 eingeschaltet wird. Stellen Sie die Verläufe qualitativ durch eine Skizze des zeitlichen Verlaufs der Spannungen dar.

3. Stellen Sie die Differentialgleichungen für U_C, U_R und U_L auf, für den Fall, dass die Spannungsquelle U_0 ausgeschaltet wird.
4. Bestimmen Sie die Spannungsverläufe von U_C, U_R und U_L für den Fall, dass die Spannungsquelle U_0 ausgeschaltet wird. Stellen Sie die Verläufe qualitativ durch eine Skizze des zeitlichen Verlaufs der Spannungen dar.

Lösungen:

(a) 1.

$$u_0(t) = u_C + RC\frac{du_C}{dt} \tag{1}$$

mit $u_0(t) = U_0 = \text{const.}$ für $t > 0$ und

$$I_R = i_C = C\frac{du_c}{dt} \tag{2}$$

2. mit $u_C(0) = 0$ gilt

$$u_c = U_0\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \tag{3}$$

3. $u_0(t) = 0$ für $t > 0$

$$\Rightarrow 0 = u_C + RC\frac{du_C}{dt} \tag{4}$$

4. mit $u_C(0) = U_0$ gilt

$$u_c = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} \tag{5}$$

(b) 1.

$$u_0(t) = Ri_L + u_L \tag{6}$$

mit

$$u_L = L\frac{di_L}{dt} \tag{7}$$

Mit $u_0(t) = U_0 = \text{const.}$ für $t > 0$

$$\Rightarrow U_0 = Ri_L + L\frac{di_L}{dt} \tag{8}$$

2. mit $i_L(0) = 0$ gilt

$$i_L = \frac{U_0}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right) \tag{9}$$

$$\Rightarrow u_L = U_0 - Ri_L = U_0 e^{-\frac{R}{L}t} \tag{10}$$

3. Mit $u_0(t) = 0$ für $t > 0$

$$0 = Ri_L + L\frac{di_L}{dt} \tag{11}$$

4. mit $i_L(0) = \frac{U_0}{R}$ gilt

$$i_L = \frac{U_0}{R}e^{-\frac{R}{L}t} \tag{12}$$

mit

$$u_L = L\frac{di_L}{dt} \tag{13}$$

$$u_L = -U_0 e^{-\frac{R}{L}t} \tag{14}$$

(c) 1.

$$u_R = U_0 - u_L \tag{15}$$

u_L wurde bereits in (b) besprochen und U_0 ist bekannt.

2.

$$u_R = U_0\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right) \tag{16}$$

3.

$$u_R = -u_L \tag{17}$$

4.

$$u_R = U_0 e^{-\frac{R}{L}t} \tag{18}$$

(d) 1.

$$u_0(t) = CL\frac{d^2u_c}{dt^2} + RC\frac{du_c}{dt} + u_c \tag{19}$$

2. falls $\frac{R^2}{4L^2} < \frac{1}{CL}$ gilt

$$u_c = U_0\left(1 - e^{-at}\left(c_1 sin(bt) + c_2 cos(bt)\right)\right) \tag{20}$$

mit

$$a = -\frac{R}{2L} \tag{21}$$

$$|b|^2 = \frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{CL} \tag{22}$$

3.

$$0 = CL\frac{d^2u_c}{dt^2} + RC\frac{du_c}{dt} + u_c \tag{23}$$

4.

$$u_c = U_0 e^{-at}\left(c_1 sin(bt) + c_2 cos(bt)\right) \tag{24}$$