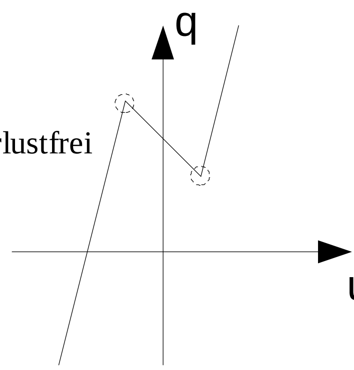
ST2-Tutorübung – Lösung zu Blatt 1

1. Kennlinien reaktiver Eintore

a) stromgesteuert, flussgesteuert, streng linear, linear, stückweise linear, verlustfrei
Relaxationspunkte bei $i = \pm\infty$.

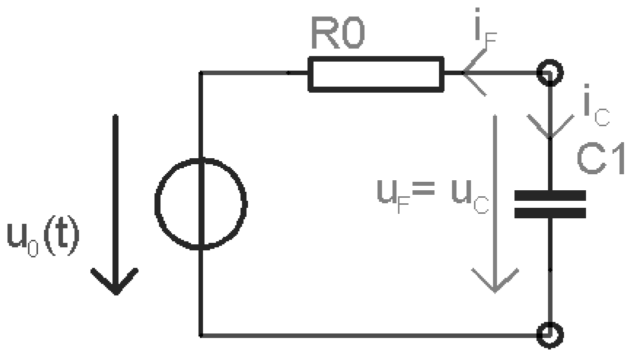
b) quellenbehaftet
keine Relaxationspunkte, da nicht verlustfrei

c) spannungsgesteuert, stückweise linear, quellenbehaftet, gepolt, verlustfrei
Relaxationspunkte siehe Skizze



2. Schaltung ersten Grades, konstante Erregung

a) Kapazität C, u_c ist stetig

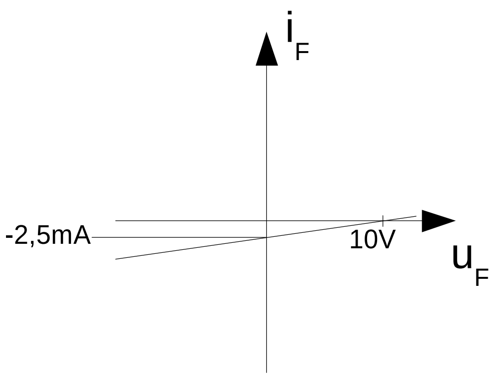


b)
$$-i_F = i_C = g\,u_C - i(t) - \frac{u_C}{R_1}$$
$$u_C\left(\frac{g\,R_1-1}{R_1}\right) = i(t) - i_F$$
$$u_C = -\frac{R_1}{g\,R_1-1}\,i_F + \frac{R_1}{g\,R_1-1}\,i(t)$$
$$\Rightarrow\ R_0 = -\frac{R_1}{g\,R_1-1}; \qquad u_0(t) = \frac{R_1}{g\,R_1-1}\,i(t)$$
$\Rightarrow$ Helmholtz-Thévenin-ESB

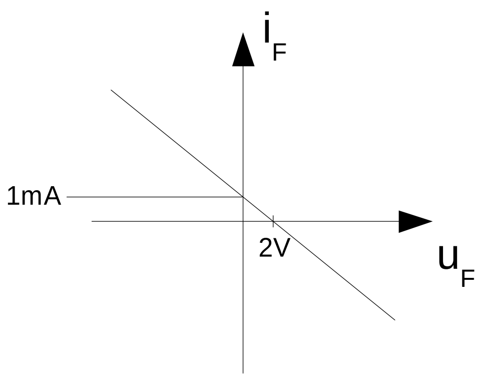
c)
$$C_1\,\dot{u}_C = i_C = u_C\left(g - \frac{1}{R_1}\right) - i(t)$$
$$\dot{u}_C = \frac{g\,R_1-1}{R_1\,C_1}\,u_C - \frac{1}{C_1}\,i(t)$$

allgemeine Lösung:
$$u_C(t) = u_{C,\infty} + \left(u_C(t_0) - u_{C,\infty}\right)\exp\left(-\frac{t-t_0}{\tau}\right)$$

d) 1)



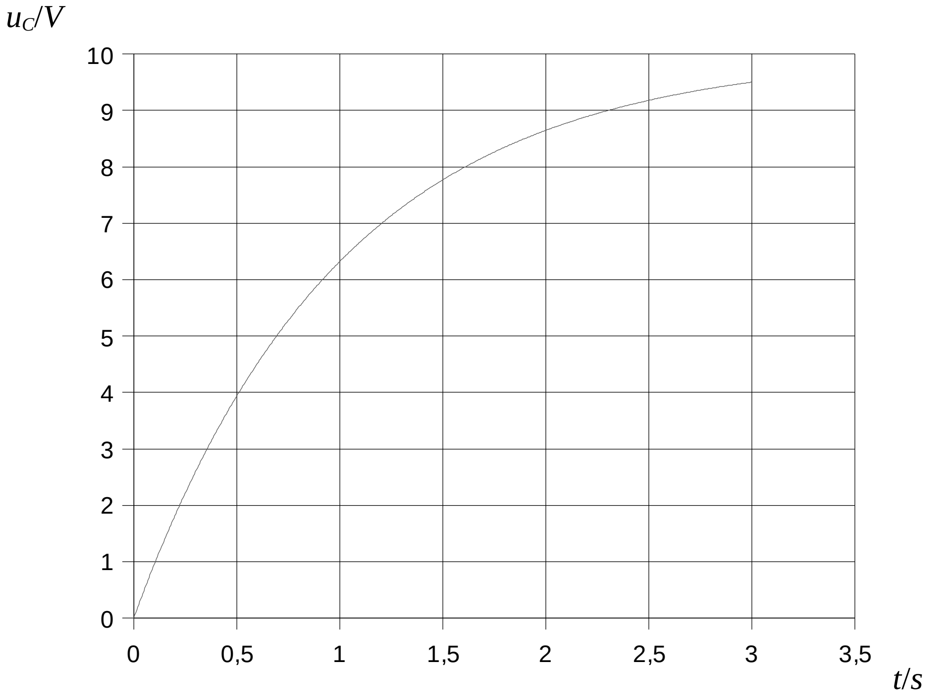
2)

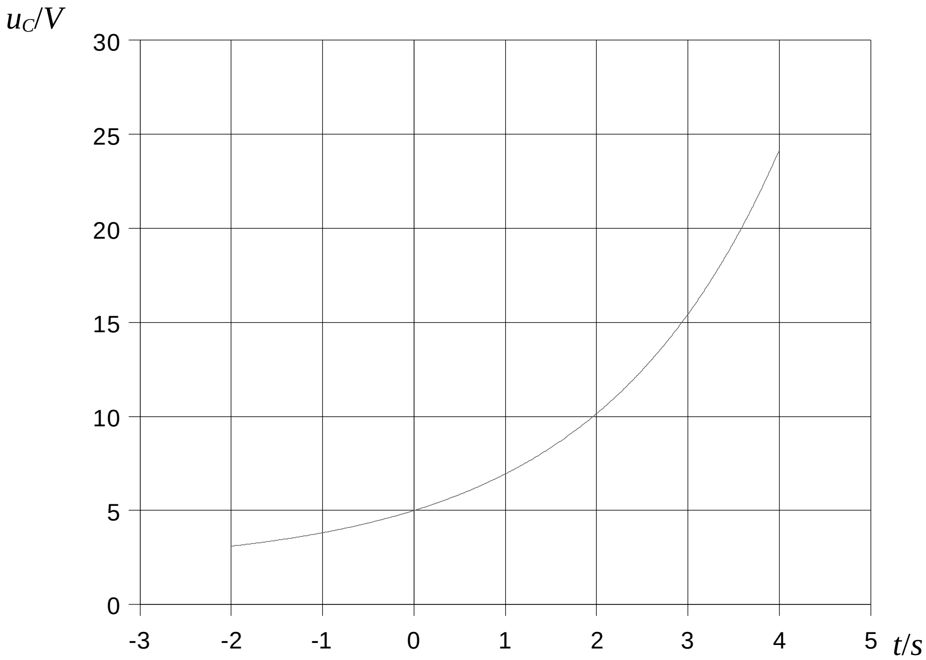


Fixpunkt ist jeweils der Schnittpunkt mit der u_F-Achse (i_F=0).
1) hat einen stabilen, 2) einen instabilen Fixpunkt!
(Rechnerisch führt $u_{c,\infty}=U_0=\frac{R_1}{g\,R_1-1}I_0$ zu den gleichen Fixpunkten.)

e) 1) $\tau=R_0C_1=-\frac{R_1}{g\,R_1-1}C_0=4\,k\,\Omega\cdot 0{,}25\,mF=1\,s$

2) $\tau=R_0C_1=-\frac{R_1}{g\,R_1-1}C_0=-2\,k\,\Omega\cdot 1\,mF=-2\,s$ (τ<0 ist instabil)





f) 1) $u_C(1\,s) = 10\,V + (0\,V - 10\,V)\exp\left(-\frac{1\,s}{1\,s}\right) = 10\,V \cdot 63\% = 6{,}3\,V$

2) $u_C(1\,s) = 2\,V + (5\,V - 2\,V)\exp\left(-\frac{1\,s}{-2\,s}\right) = 2\,V + 3\,V \cdot \sqrt{e} = 2\,V + 3\,V \cdot 1{,}65 = 6{,}95\,V$

g) 1) nach unendlicher Zeit (Asymptote bei 10V)

2) $10\,V = 2\,V + (5\,V - 2\,V)\exp\left(-\frac{t}{-2\,s}\right)$

$$\frac{8\,V}{3\,V} = \exp\left(\frac{t}{2\,s}\right)$$

$$\ln\left(\frac{8}{3}\right) = \frac{t}{2\,s}$$

$$t = 2\,s \cdot (\ln 8 - ln3) = 2\,s \cdot (2{,}1 - 1{,}1) = 2\,s$$

Bemerkung: Wäre die Anfangsspannung für den Fall 2) gleich dem Spannungswert des instabilen Fixpunkts, so würde die Schaltung im Fixpunkt verharren, bis sie durch äußere Störeinflüsse (Einstreuungen etc.) minimal von diesem abgelenkt würde. Diese Ablenkung würde dann immer weiter verstärkt werden, es entstünde eine ähnliche Kurve, wie oben gezeichnet. (Oben ist die ursprüngliche Ablenkung Δu_C=3V.)