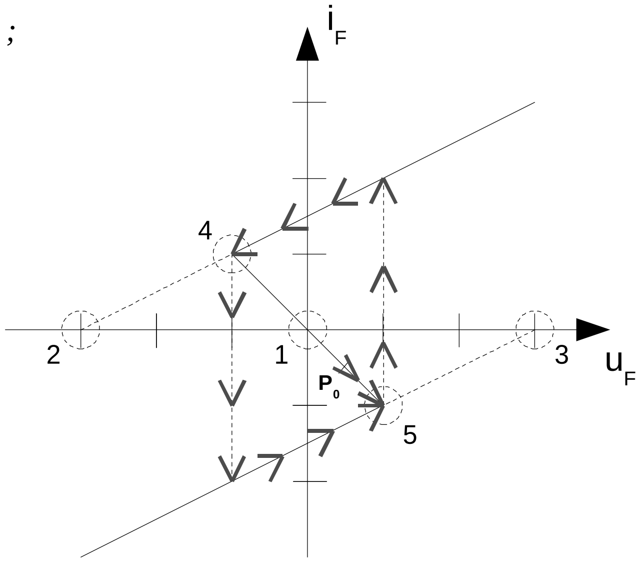
ST2-Tutorübung – Lösung zu Blatt 2

1. *Stückweise lineare Kennlinien und Sprungphänomene*

a) Schaltung entspricht NIK mit Widerstand R_B beschaltet. Im linearen Bereich (neg. Steigung) hat die Kennlinie die Steigung $-R_B$, im Sättigungsbereich die Steigung R_A.

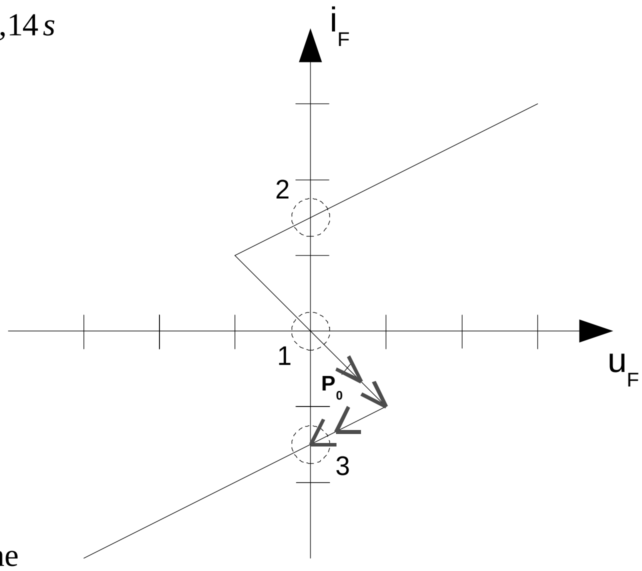
$$\Rightarrow \quad R_A = \frac{2\,V}{1\,mA} = 2\,k\,\Omega; \quad R_B = \frac{1\,V}{1\,mA} = 1\,k\,\Omega;$$



b) siehe Skizze
1) instabiler Fixpunkt
2) & 3) virtuelle stabile Fixpunkte
4) & 5) Totpunkte

c) siehe Skizze

d)
$$u_C(t) = u_{C\infty} + (u_{C0} - u_{C\infty})\, e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}$$
$$-1\,V = -3\,V + (1\,V - (-3\,V))\, e^{-\frac{t-0}{\tau}}$$
$$\frac{2\,V}{4\,V} = e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Rightarrow \quad -\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln 2$$
$$t = \tau \cdot \ln 2 = 2\,k\,\Omega \cdot 100\,\mu F \cdot \ln 2 = 0{,}2\,s \cdot 0{,}7 = 0{,}14\,s$$



e) In 0*s*, weil es sich dabei um einen Sprung (unstetige Stromänderung) handelt.

f)
$$T = 2 \cdot 0{,}14\,s + 2 \cdot 0\,s = 0{,}28\,s$$
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}28}\,Hz = \frac{25}{7}\,Hz \approx 3{,}6\,Hz$$

g) Bistabiler Multivibrator oder Flip-Flop

h) siehe Skizze
1) instabiler Fixpunkt
2) & 3) stabile Fixpunkte

i) vorübergehend eine Spannungsquelle in Reihe zur Induktivität L schalten, um die Kennlinie vorübergehend nach links zu verschieben

2. *Lineare Schaltung ersten Grades mit allgemeiner Erregung*

$$u_C(t) = u_{C0}\, e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} + \int_{t_0}^{t} \frac{1}{\tau} u_0(t')\, e^{-\frac{t-t'}{\tau}}\, dt' = 0\, e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} + \int_0^t \frac{1}{\tau} U_0\, e^{-\frac{t'}{T}} e^{-\frac{t}{\tau}} e^{\frac{t'}{\tau}}\, dt' = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot \int_0^t e^{t'\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)}\, dt'$$

$$= \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot \left[\frac{e^{t'\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)}}{\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)}\right]_0^t = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot \left(\frac{e^{t\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)} - e^0}{\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)}\right) = \frac{U_0\left(e^{-\frac{t}{\tau}+\frac{t}{\tau}-\frac{t}{T}} - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}{\tau\left(\frac{1}{\tau}-\frac{1}{T}\right)} = \frac{U_0}{1-\frac{\tau}{T}} \cdot \left(e^{-\frac{t}{T}} - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$