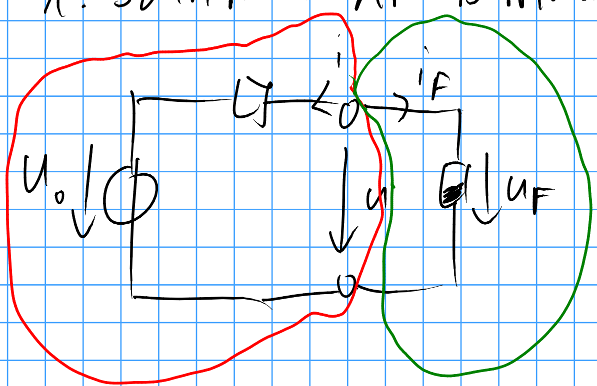
ST 1 - Tutorübung Blatt 3

Linearisierung von Eintoren

↳ VEREINFACHUNG

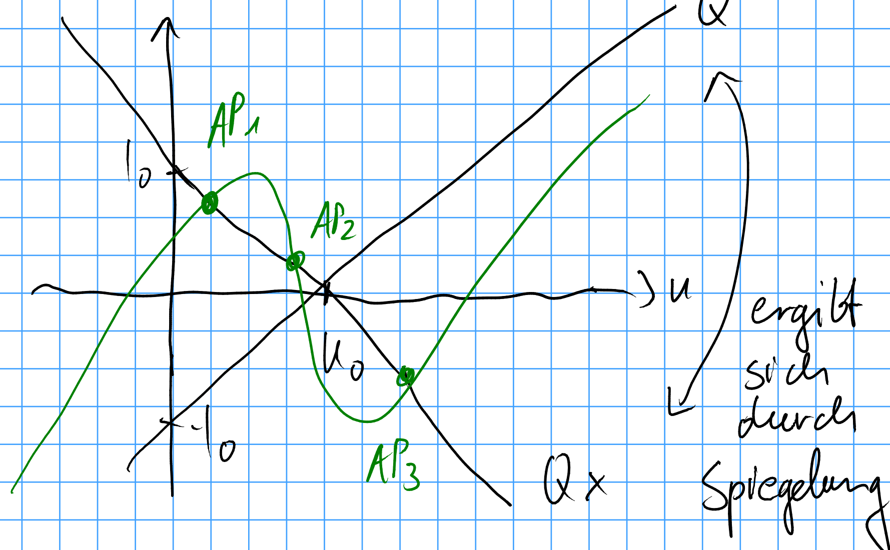
1. Schritt → AP-Bestimmung



Quelle Last

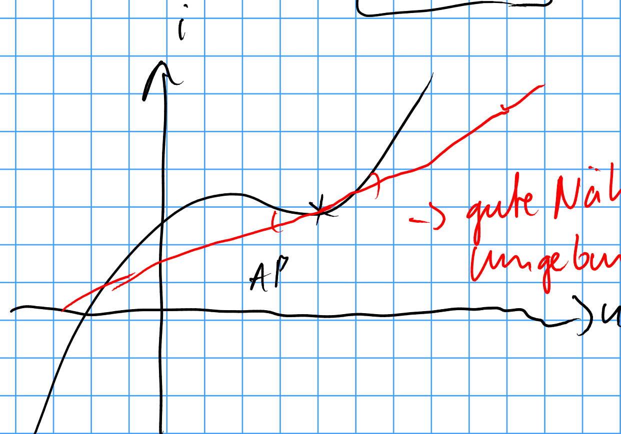
→ graphische Bestimmung

→ Einzeichnen der externen Quellenkennlinie u. Kennlinie der Last in ein gemeinsames Koordinatensystem



→ rechnerisch: $\boxed{i = -i_F}$

Linearisierung



→ gute Näherung in der Umgebung des Punktes (U_{AP}, I_{AP})

rechnerisch: $y = m(x - x_0) + y_0$ (Punkt-Steigungsform d. Geradengleichung)

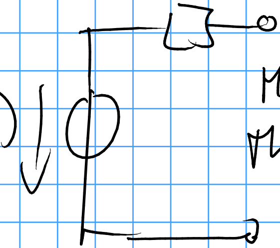
$\rightarrow (x_0; y_0)$

$\rightarrow$ Steigung m im Punkt (x_0, y_0)

$\Rightarrow (x_0, y_0) \hat{=} (U_{AP}, I_{AP})$

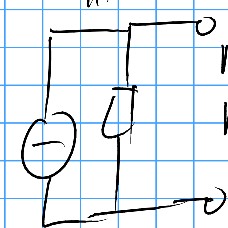
$$m = \left.\frac{di_F}{du_F}\right|_{AP} = g \quad \text{Kleinsignalleitwert}$$

$$\boxed{i_{F,lin} = \frac{di_F}{du_F}(u_F - U_{AP}) + I_{AP}} \rightarrow$$



Helmholtz-/Thévenin

$\parallel\!\parallel$



Mayer-/Norton

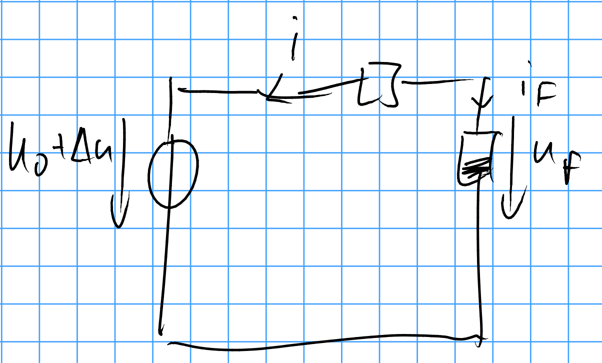
Kleinsignal-ESB

$U_0 + \Delta u$, $I_0 + \Delta i$

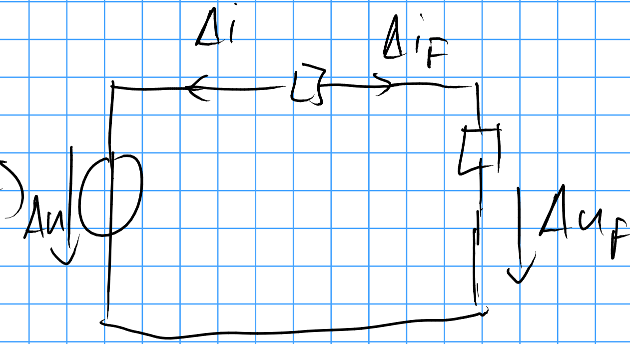
$\rightarrow$ Konstant-Spg.quelle $\rightarrow$ KS

$\rightarrow$ Konstant-Stromqu. $\rightarrow$ LL

$\rightarrow$ alle Beschreibungsgrößen bekommen ein Δ vorangestellt

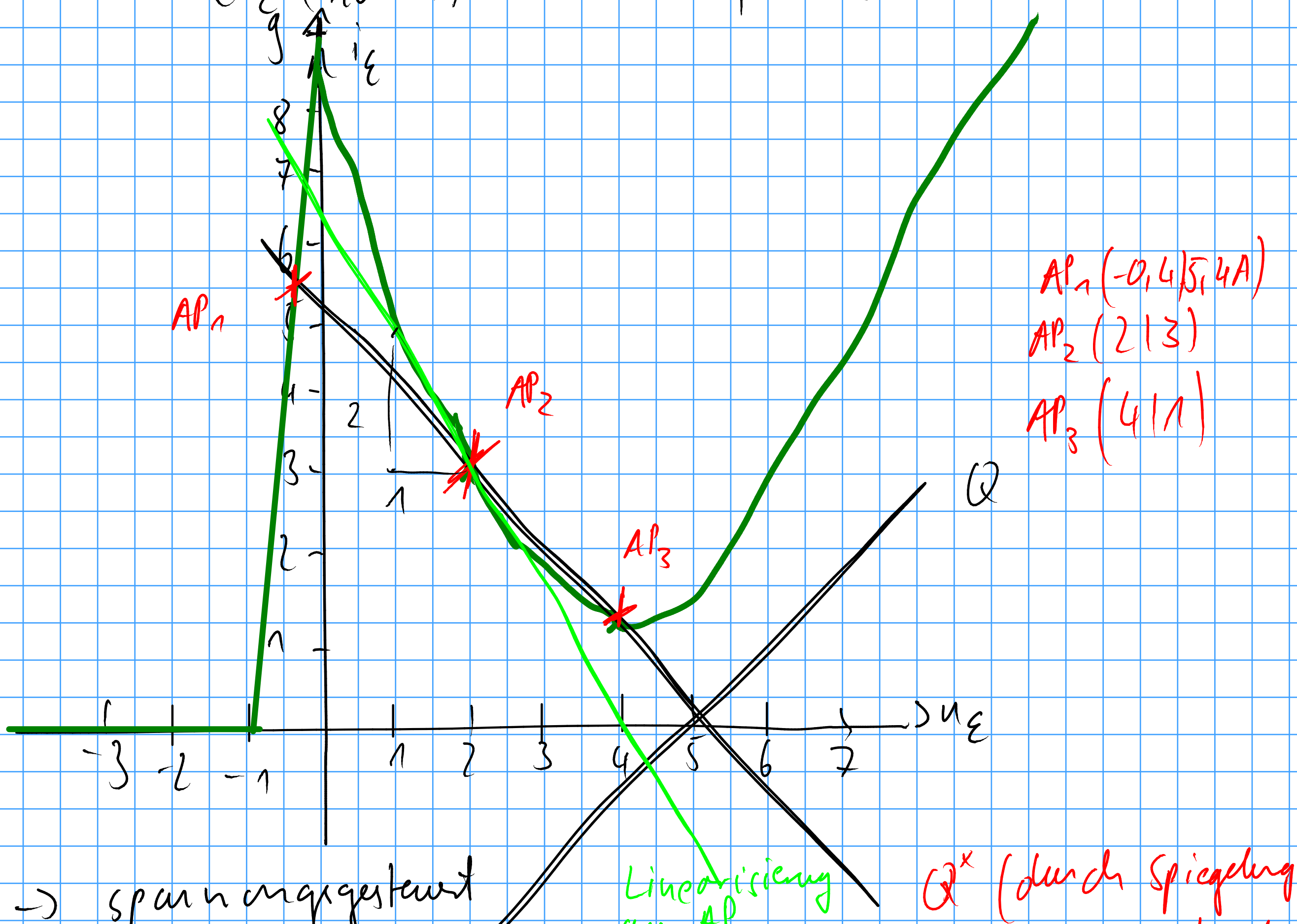


$\rightarrow$



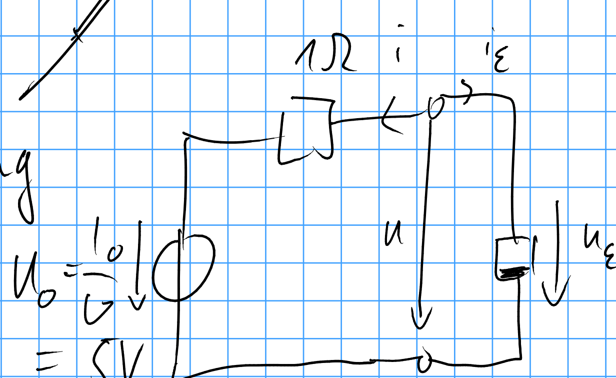
Aufgabe 1

$$i_\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{für } u_\varepsilon \leq -1V \\ 9\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} + 1\right) \cdot 1A & \text{für } -1V \leq u_\varepsilon \leq 0V \\ \frac{1}{2}\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} - 4\right)^2 \cdot 1A + 1A & \text{für } u_\varepsilon \geq 0V \end{cases}$$

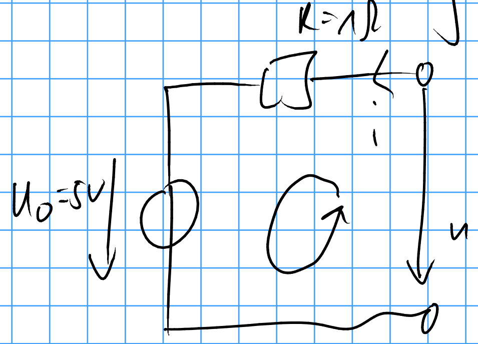


→ spannungsgesteuert
→ aktiv
→ gepolt $\quad \exists (u,i) \in F: \; u \cdot i < 0$

2. Quellenwandlung



3. AP-Bestimmung



KVL

$u = R \cdot i + U_0$

$\Rightarrow u - U_0 = R i$

$\Rightarrow i = \frac{u}{R} - \underbrace{\frac{U_0}{R}}_{I_0} = Gu - I_0 = 1S \cdot u - 5A$

rechnerisch

Ast 2 ①: $i = 1S \cdot u - 5A$

$i_\varepsilon = 9\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} + 1\right) \cdot 1A$

$= \frac{9A}{1V} u_\varepsilon + 9A$

$\boxed{i_\varepsilon = -i}$

$9S \cdot u + 9A = 5A - 1S \cdot u$

$10S \cdot u = -4A$

$u = -0{,}4V$

$i_\varepsilon(u_\varepsilon = -0{,}4V) = 9S \cdot (-0{,}4V) + 9A =$

$= -3{,}6A + 9A = +5{,}4A$

Ast 3

$\overbrace{\frac{1}{2}\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} - 4\right)^2 \cdot 1A + 1A}^{i_\varepsilon =} = -1S \cdot u_\varepsilon + 5A$

$u_\varepsilon = \frac{3 \pm \sqrt{9-8}}{1} V = 3 \pm 1V$ → $2V$: $i_\varepsilon(2V) = 3A$; $4V$: $i_\varepsilon(4V) = 1A$

→ NR folgt ! → siehe Ende

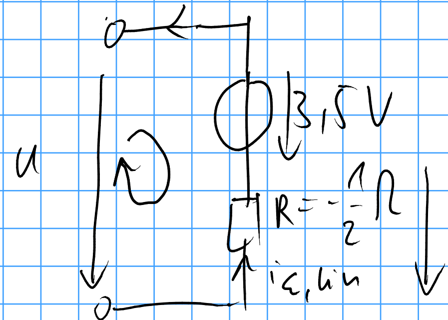
4. Linearisierung

$(u_\varepsilon = 2V,\ i_\varepsilon = 3A)$

$g = \left.\frac{d i_\varepsilon(u_\varepsilon)}{d u_\varepsilon}\right|_{AP} = \left.\frac{1}{2} \cdot 2\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} - 4\right) \cdot \underbrace{\frac{1A}{1V}}_{1S}\right|_{AP:\ u_\varepsilon = u_{\varepsilon,AP}} = 1S \cdot (-2) = -2S$

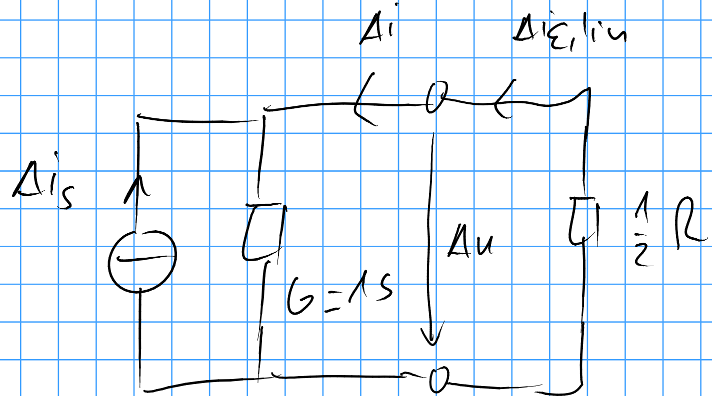
$$i_\varepsilon = \underbrace{\frac{d i_\varepsilon(u_\varepsilon)}{d u_\varepsilon}}_{g=-2S}\left(u_\varepsilon - U_{AP}\right) + I_{AP} = -2S\cdot u_{\varepsilon,lin} + 7A$$

Helmholtz-Thévenin: $u_{\varepsilon,lin} = 3{,}5V - \frac{i_{\varepsilon,lin}}{2S}$



$$u = 3{,}5V + (-i_\varepsilon)\cdot\frac{1}{2}\Omega$$

5.



Kleinsignal-ESB

NR zur AP-Bestimmung mit Art 2:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{u_\varepsilon}{1V} - 4\right)^2\cdot 1A + 1A = -1S\cdot u_\varepsilon + 5A$$

$$\frac{1}{2}A\left(\frac{u_\varepsilon^2}{1V^2} - \frac{8u_\varepsilon}{1V} + 16\right) + 1A = -1S\cdot u_\varepsilon + 5A$$

$$\frac{1}{2}u_\varepsilon^2\frac{S}{V} - 4S\cdot u_\varepsilon + 8A + 1A = -1S\cdot u_\varepsilon + 5V$$

$$\frac{1}{2}u_\varepsilon^2\frac{S}{V} - 4S\cdot u_\varepsilon + 9A = -1S\cdot u_\varepsilon + 5V$$

$$\frac{1}{2}u_\varepsilon^2\frac{S}{V} - 3S\cdot u_\varepsilon + 4A = 0 \Leftrightarrow u_\varepsilon = \frac{3\pm\sqrt{9-8}}{1}V = \frac{3\pm 1}{1}V = \begin{cases} 4V \\ 2V \end{cases}$$