

**Aufgabe 2** Zweitorbeschreibung (25 Punkte)



Gegeben ist ein Zweitor (Bild 2), dessen Kennfläche im Folgenden mit  $\mathcal{F}$  bezeichnet wird.

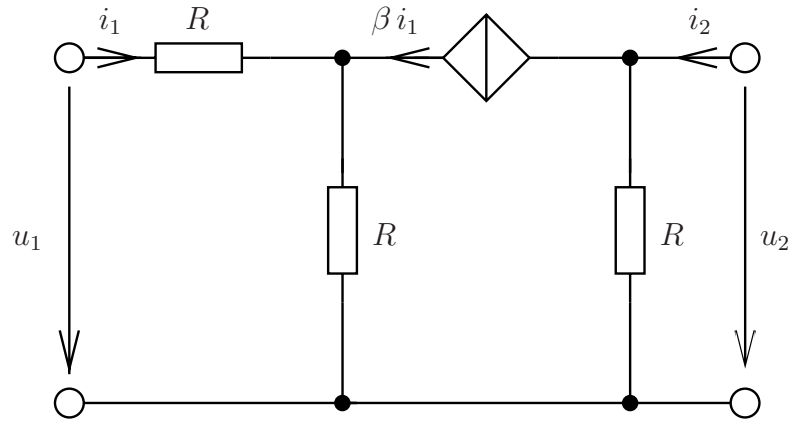


Bild 2. Zweitor

a)\* Wie lautet allgemein der Zusammenhang zwischen einem beliebigen Betriebsvektor  $\begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{i} \end{bmatrix} \in \mathcal{F}$  des Zweitors und der Betriebsmatrix  $\begin{bmatrix} \mathbf{U} \\ \mathbf{I} \end{bmatrix}$ ? ( $\mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$ ,  $\mathbf{i} = \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$ )



b)\* Welche Bedingung ist allgemein an ein Zweitor zu stellen, damit eine parametrische Beschreibung des Zweitors mit einer Betriebsmatrix möglich ist?

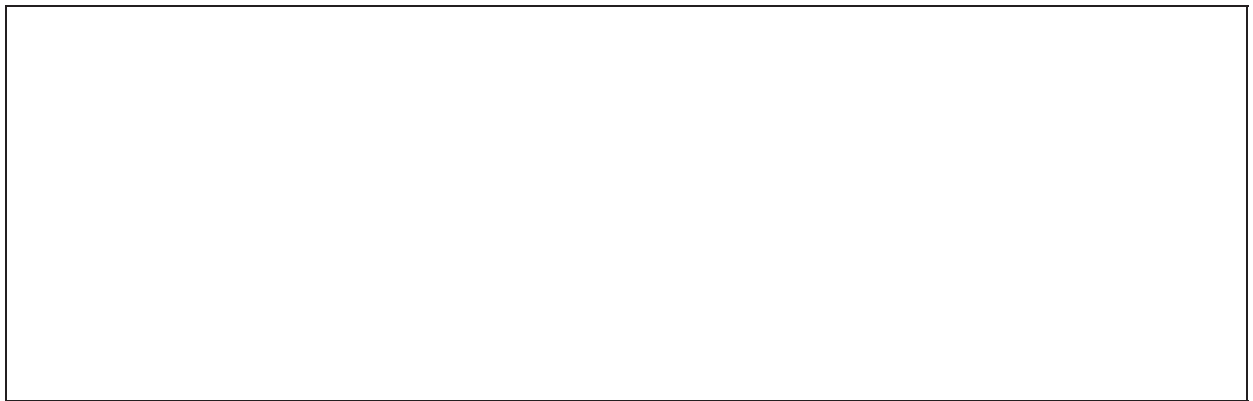
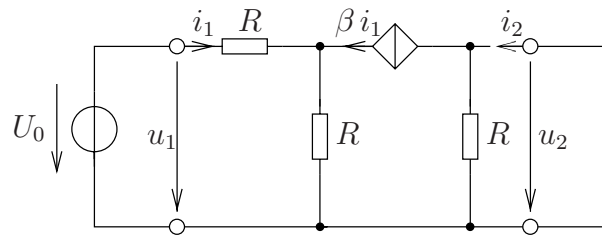


c)\* Wann existiert allgemein die Betriebsmatrix bei linearen Zweitoren?

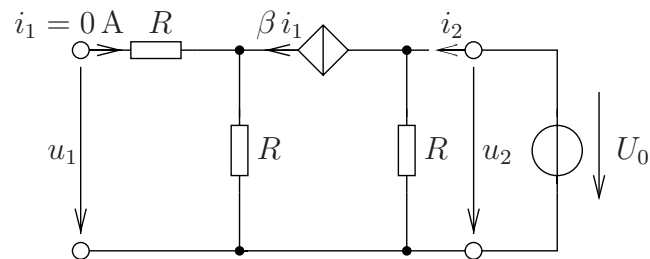




d)\* **Fall 1:** Bestimmen Sie alle Torströme und -spannungen, wenn das Zweitor in Bild 2 wie folgt beschaltet ist:



e)\* **Fall 2:** Bestimmen Sie alle Torströme und -spannungen, wenn das Zweitor in Bild 2 wie folgt beschaltet ist:



f) Geben Sie die Betriebsmatrix des Zweitors (Bild 2) unter Verwendung der Ergebnisse der Teilaufgaben d) und e) an, so dass  $\mathcal{F} = \text{Bild} \begin{bmatrix} \mathbf{U} \\ \mathbf{I} \end{bmatrix}$ .

g) Berechnen Sie aus der Betriebsmatrix von Teilaufgabe f) die Hybridmatrix des Zweitors?

**Hinweis:** Achten Sie darauf, dass der Rechenweg klar aus Ihrer Lösung hervorgeht.

h) Wann existiert die Hybridbeschreibung des Zweitors aus Teilaufgabe g)?

i) Begründen Sie mit Hilfe der Betriebsmatrix aus Teilaufgabe f), ob das Zweitor reziprok ist.

**Aufgabe 2** Nichtlineares Zweitor (14 Punkte)

Gegeben sei die Hybridbeschreibung eines nichtlinearen Zweitors  $\mathcal{Z}$ :

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_T \ln \left( \frac{i_1}{I_s} + 1 \right) \\ \frac{\beta}{\beta+2} i_1 \end{bmatrix}.$$

- a)\* Wie lautet allgemein die Widerstandsbeschreibung eines nichtlinearen Zweitors? Existiert die Widerstandsbeschreibung für das betrachtete Zweitor? Begründen Sie Ihre Antwort.

- b)\* Geben Sie eine implizite Beschreibung  $f(\mathbf{u}, \mathbf{i})$  des Zweitors an.

c)\* Die Parameterdarstellung des betrachteten Zweitorts kann unter Verwendung von Funktionen  $u_1(c_1)$ ,  $u_2(c_2)$ ,  $i_1(c_1)$  und  $i_2(c_1)$  wie folgt angegeben werden:



$$\mathcal{F} = \left\{ \left[ u_1(c_1) \quad u_2(c_2) \quad i_1(c_1) \quad i_2(c_1) \right]^T : c_1, c_2 \in \mathbb{R} \right\}$$

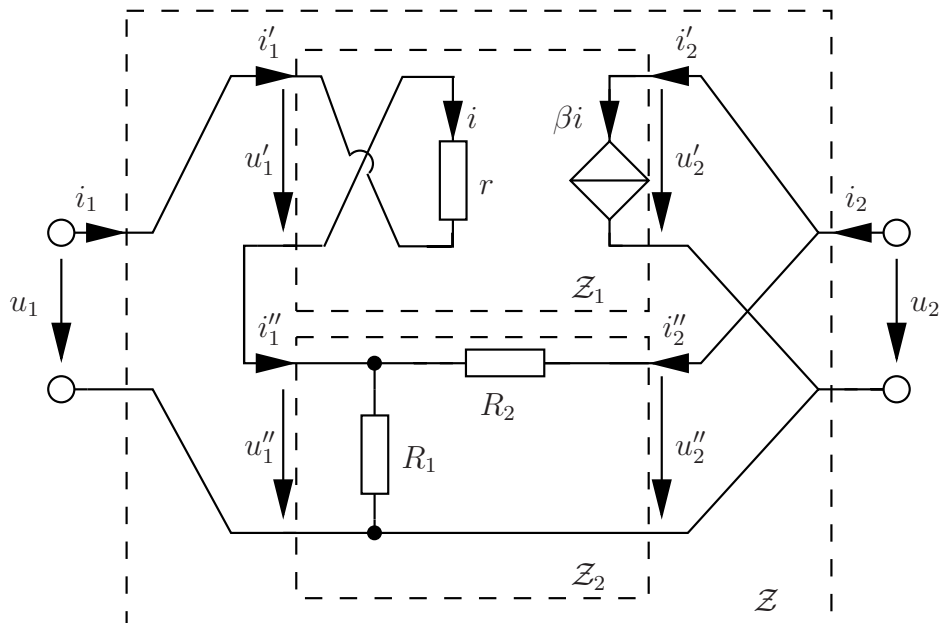
Vervollständigen Sie die Parameterbeschreibung. Geben Sie dazu je eine mögliche Funktion  $u_1(c_1)$ ,  $u_2(c_2)$ ,  $i_1(c_1)$  und  $i_2(c_1)$  an.

d)\* Geben Sie die um den Arbeitspunkt  $(\mathbf{u}_A, \mathbf{i}_A)$  linearisierte Hybridbeschreibung des Zweitorts an.



**Aufgabe 2** Zweitore (21 Punkte)

Die folgende Zweitoreverschaltung soll untersucht werden:


 a)\* Wie sind die beiden Zweitore  $Z_1$  und  $Z_2$  verschaltet?

 b)\* Sind die Torbedingungen erfüllt? Begründen Sie Ihre Antwort.

 c)\* Welche Zweitormatrizen von  $Z_1$  und  $Z_2$  müssen nun wie verküpft werden, um die Verschaltung zu beschreiben?

 d) Geben Sie die benötigte Zweitormatrix von  $Z_1$  an.

e) Geben Sie die benötigte Zweitormatrix von  $\mathcal{Z}_2$  an.

f) Geben Sie die resultierende Zweitorbeschreibung des gesamten Zweitores  $\mathcal{Z}$  an.

Die inverse hybride Beschreibung des Zweitores  $\mathcal{Z}$  hat folgende Form:

$$\mathbf{H}' = \frac{1}{R_1 || R_2 + r + \frac{R_1^2}{R_1 + R_2} + \beta R_1} \begin{bmatrix} 1 & -R_1 \\ \beta(R_1 + R_2) + R_1 & R_1 R_2 + r(R_1 + R_2) \end{bmatrix}.$$

g)\* Geben Sie die inverse hybride Beschreibung des Zweitores  $\mathcal{Z}$  für  $\beta \rightarrow \infty$  an.



h) Um welches Zweitor handelt es sich für  $\beta \rightarrow \infty$ ?

i) Zeichnen Sie eine Ihnen bekannte Schaltung mit Operationsverstärkern, die dieselbe inverse hybride Beschreibung für  $\beta \rightarrow \infty$  realisiert.