

# 1 Vorgehen: Thévenin / Norton Äquivalent

1. Betrachte die Schaltung. Sind mehr Stromquellen vorhanden, so ist es häufig einfacher den Kurzschlussstrom zu berechnen. Bei mehr Spannungsquellen die Leerlaufspannung. Wiederhole folgendes für alle Quellen  $i$ :

2. Setze alle Strom / Spannungsquellen ausser einer zu 0. (Stromquelle  $\rightarrow$  Leerlauf, Spannungsquelle  $\rightarrow$  Kurzschluss)
3. Versuche die einzelne Quelle auf die linke Seite zu bekommen. (Siehe Skript "Flussverfahren")

## 4.a) Kurzschlussstrom

1. Schliesse die Klemmen kurz und bezeichne den Strom, welcher durch diese Klemmen fliesst als  $I_{ks}^{(i)}$ .
2. Versuche mittels Stromteilern den gesuchten Strom zu berechnen. Falls eine direkte Verbindung von Stromquelle über den Kurzschluss zur Quelle zurückführt, ist der Kurzschlussstrom gleich dem Strom der Quelle ( $=0$  bei Spannungsquelle). Ist die Quelle keine Stromquelle, so kann evt. ein serieller Widerstand verwendet werden, um die Quelle umzuformen.

## 4.b) Leerlaufspannung

1. Zeichnen einen Spannungspfeil zwischen den Klemmen und bezeichne die Spannung als  $U_{LL}^{(i)}$ .
2. Versuche mittels Spannungsteiler die gesuchte Spannung zu berechnen. Falls kein Strom von der Spannungsquelle fließen kann (Leerlauf unterbricht die komplette Schaltung), so ist die Leerlaufspannung gleich der Spannung der Spannungsquelle ( $=0$  bei Stromquelle). Ist die Quelle keine Spannungsquelle, so kann evt. ein paralleler Widerstand verwendet werden, um die Quelle umzuformen.

## 5 Innenwiderstand

1. Setze **alle** Quellen auf 0. Versuche nun die Widerstände solange umzuformen, bis nur noch ein Ersatzwiderstand vorhanden ist. (Ggf. "Flussverfahren" mit offener Klemme anwenden)
2. Bezeichne den Wert des Widerstandes als  $R_i$

6.a) **Thévenin Äquivalent** Spannungsquelle mit serielllem Innenwiderstand.

$$\text{Werte: } R = R_i, U_q = \sum_i U_{LL}^{(i)} = (\sum_i I_{ks}^{(i)}) \cdot R_i$$

6.b) **Norton Äquivalent** Spannungsquelle mit parallelem Innenwiderstand.

$$\text{Werte: } R = R_i, I_q = \sum_i I_{ks}^{(i)} = \frac{\sum_i U_{LL}^{(i)}}{R_i}$$

## 2 Vorgehen: Leistungsanpassung

### Falls möglich

1. Entferne Komponenten über denen die Leistung maximiert werden soll.
2. Berechne von den Klemmen den Innenwiderstand.
- 3.a **Realer Innenwiderstand**  $R_i \rightarrow R_L = R_i$
- 3.b **Komplexer Innenwiderstand**  $R_i + j \cdot Z_i \rightarrow R_L + Z_L = R_i - j \cdot Z_i$
- 4 Falls maximale Leistung gefragt: Berechne Leerlaufspannung oder den Kurzschlussstrom.  
$$P_{max} = \frac{U_{LL}^2}{4} \cdot R_i$$

### Sonst

1. Finde einen Ausdruck für  $\underline{U}_L$  und  $\underline{I}_L$
2. Berechne  $\underline{P} = \underline{U}_L \cdot \underline{I}_L^*$
3. Leite  $Re\{P_L\}$  nach  $Re\{Z_L\}$  und  $Im\{P_L\}$  nach  $Im\{Z_L\}$  ab und setze zu 0.

## 3 Vorgehen: Transiente bestimmen

### Spulen

1. Fasse alle Spulen zu einer zusammen.
2. Entferne die Spule und forme Netzwerk zu realer Stromquelle um.
3. Füge Spule wieder ein und wende die Formel aus der Zusammenfassung an.

### Kondensatoren

1. Fasse alle Kondensatoren zu einem zusammen (Achtung Formel für Parallel und Seriellschaltung vertauscht).
2. Entferne den Kondensator und forme Netzwerk zu realer Spannungsquelle um.
3. Füge den Kondensator wieder ein und wende die Formel auf der Zusammenfassung an.

## 4 Vorgehen: Resonanzfrequenz finden

1. Versuche alle Komponenten untereinander zu vereinfachen (Kondensatoren, Widerstände, Spulen). Denke daran, dass du Elemente in Serie vertauschen kannst.
- 2.a Hast du keine Zeit mehr oder handelt es sich um einen Standardkreis, so ist  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  ein guter Ansatz.
- 2.b Versuche den Schwingkreis zu kategorisieren: Sind Kapazität und Spule in Serie  $\rightarrow$  Serienschwingkreis, sonst  $\rightarrow$  Parallelschwingkreis.

### Serienschwingkreis

1. Berechne Impedanz der Serienschaltung.
2. Die Resonanzfrequenz ist dann erreicht, wenn der Imaginärteil der Impedanz verschwindet:  
 $Im\{Z_{serie}(\omega_x)\} = 0 \rightarrow \omega_0 = \omega_x$

### Parallelschwingkreis

1. Berechne die Admitanz der Parallelschaltung.
2. Die Resonanzfrequenz ist dann erreicht, wenn der Imaginärteil der Admitanz verschwindet:  
 $Im\{Y_{parallel}(\omega_x)\} = 0 \rightarrow \omega_0 = \omega_x$

### Keine Kategorie

1. Versuche eine Spannung über einer seriellen Kapazität/Spule  $\underline{U_{c/l}}$  oder den Strom  $\underline{I_{c/l}}$  durch eine parallele Kapazität/Spule zu finden.
2. Leite diese Größe nach Omega ab und setze sie zu 0.  $\frac{dU}{d\omega}(\omega_x) = 0 / \frac{dI}{d\omega}(\omega_x) = 0$