

Lernzettel

Quellen und Lasten: Spannungsquellen,
Stromquellen, gesteuerte Quellen sowie
Ersatzquellen

Universität: Technische Universität Berlin
Kurs/Modul: Elektrische Netzwerke
Erstellungsdatum: September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Elektrische Netzwerke

(1) Spannungsquellen.

Eine Spannungsquelle liefert eine festgelegte Spannung unabhängig von der Last. Sie kann als ideales Modell auftreten oder real mit einem Innenwiderstand.

Typische Modellierung:

$$V_T = V_s \frac{R_L}{R_s + R_L}, \quad I_L = \frac{V_s}{R_s + R_L}.$$

Wichtige Punkte: - Ideale Spannungsquelle: V_s konstant, unabhängig von der Last.

- Innenwiderstand R_s modelliert Verluste bzw. Begrenzung der Quelle.
- Offene Lastspannung ($R_L \rightarrow \infty$) ergibt $V_T \rightarrow V_s$.
- Kurzschlussstrom ($R_L \rightarrow 0$) ergibt $I_L \rightarrow V_s/R_s$.

(2) Stromquellen.

Eine Stromquelle liefert einen festgelegten Strom unabhängig von der Last.

Typische Modellierung: - Ideale Stromquelle: I_s konstant, hoher Impedanz.

- Real mit internem Widerstand R_p in Parallelschaltung.
- Ersatz durch Thevenin- oder Norton-Formen:

$$V_{OC} = I_s R_p, \quad R_{th} = R_p.$$

Norton-Äquivalent: - Eine Stromquelle I_s in Parallelschaltung mit R_p ist äquivalent zu einem Thevenin-Quellenpaar mit

$$V_{th} = I_s R_p, \quad R_{th} = R_p.$$

(3) Gesteuerte Quellen.

Gesteuerte Quellen liefern oder ziehen Leistung abhängig von einer externen Größe.

Typen (ideal, mit Kontrollgröße k): - VCVS (Voltage-Controlled Voltage Source): $V_{out} = a V_{ctrl}$.

- CCVS (Current-Controlled Voltage Source): $V_{out} = c I_{ctrl}$.
- VCCS (Voltage-Controlled Current Source): $I_{out} = b V_{ctrl}$.
- CCCS (Current-Controlled Current Source): $I_{out} = d I_{ctrl}$.

Hinweise: - Die Kontrollgröße stammt aus einem anderen Teil des Netzwerks.

- Ideale Modelle haben ggf. Null- bzw. Unendlich-Widerstände am Ausgang, je nach Typ.

(4) Ersatzquellen (Thevenin/Norton).

Jedes lineare Zwei-Port-Netzwerk kann aus Sicht zweier Klemmen durch äquivalente Spannungs- bzw. Stromquellen ersetzt werden.

Thevenin-Äquivalent: - V_{th} in Serie mit R_{th} .

$$V_{th} = V_{OC}, \quad R_{th} = R_{eq} \text{ (Quelle ausgeschaltet)}.$$

Norton-Äquivalent: - I_N in Parallel mit R_{th} .

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}}, \quad R_{th} = R_{eq}.$$

Quelltransformationen: - Spannungsquelle V_s in Serie mit $R_s \leftrightarrow$ Stromquelle I_s in Parallelschaltung mit R_s mit

$$I_s = \frac{V_s}{R_s}, \quad R_{\text{Par}} = R_s.$$

- Umgekehrt: Norton zu Thevenin mit denselben Werten.

Vorgehen zur Thevenin-Bestimmung: 1) Offene Schaltung messen: Bestimme $V_{\text{OC}} = V_{\text{th}}$.
2) Kurzschluss oder Quelle ausmachen: Bestimme R_{th} durch Auslöschung der unabhängigen Quellen und Messung des Widerstands.
3) Optional: Norton-Äquivalent: $I_N = V_{\text{th}}/R_{\text{th}}$.

Beispiel: - Eine Spannungsquelle 12 V in Serie mit 4Ω ist äquivalent zu Norton mit

$$I_N = \frac{12}{4} = 3\text{ A}, \quad R_{\text{th}} = 4\Omega.$$

Zusammenfassung (Schlüsselempfehlungen): - Spannungsquellen liefern eine definierte Spannung, oft mit Innenwiderstand.

- Stromquellen liefern einen definierten Strom, oft mit Parallelimpedanz.
- Gesteuerte Quellen erweitern das Netz durch Abhängigkeiten von Signalen aus dem Netz.
- Ersatzquellen ermöglichen vereinfachte Analysen durch Thevenin/Norton-Modelle.
- Transformationsregeln gelten auch bei zwei-terminalen Netzen; prüfe, ob unabhängige Quellen deaktiviert werden müssen, um R_{th} zu bestimmen.