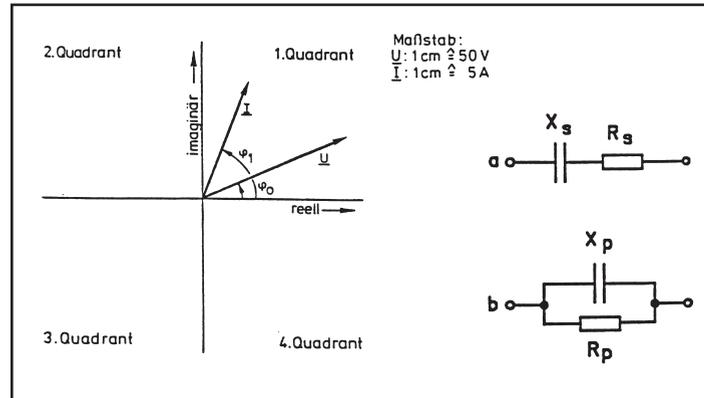


RECHENMETHODEN DER ELEKTROTECHNIK

**Aufgabe 1.1**

Ströme, Spannungen, Widerstände und Leistungen werden als Zeiger in der so genannten komplexen Zahlenebene dargestellt. Berechnen Sie anhand des nachstehenden Zeigerdiagramms Wirk- und Blindstrom sowie Wirk- und Blindwiderstand für Serienschaltung (a) und Parallelschaltung (b).



**Bild 1.1-1:** Zeigerdarstellung von Strom und Spannung \*)

**Aufgabe 1.2**

In einigen Fällen rechnet man gern mit der symbolischen Darstellung von Strömen und Spannungen als Zeiger, in anderen Fällen wendet man die Darstellung dieser Größen im Liniendiagramm an. Wie hängen die beiden Darstellungsarten für dieselben Größen zusammen?

**Aufgabe 1.3**

Was ist der Unterschied zwischen Zeigern und Zählpfeilen und was versteht man unter dem Begriff „Verbraucherzählpfeilsystem“?

**Aufgabe 1.4**

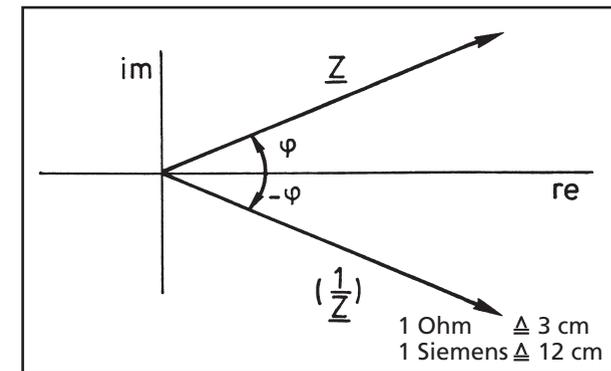
Was versteht man unter dem Begriff „Kirchhoffsche Regeln“ und wie wendet man diese Regeln an?

\*) Maßstäbliche Darstellung siehe Anhang A2

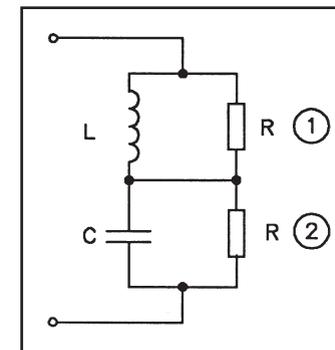
**Aufgabe 1.5**

Die Lösung dieser Aufgabe setzt voraus, dass Sie sich mit den Aufgaben 1.1 bis 1.4 eingehend beschäftigt haben und die dort aufgeführten Regeln beherrschen. Hier kommt eine neue Regel für die Kehrwertbildung von Zeigergrößen hinzu: der Winkel des Kehrwertzeigers ergibt sich durch Spiegelung des Zeigers an der reellen Achse, der Betrag des Kehrwertzeigers aus dem Kehrwert der Zeigerlänge.

Beispiel:



**Bild 1.5-1:** Kehrwertbildung eines Zeigers \*)



**Bild 1.5-2:** Schaltung mit komplexen Widerständen

Bestimmen Sie nun mit Hilfe von Zeigerdiagrammen (oder auch mit Hilfe der Kirchhoffschen Regeln) den Gesamtwiderstand der Schaltung nach Bild 1.5-2.

- $R = 1 \Omega$
- $X_L = 1,72 \Omega$
- $X_C = 0,58 \Omega$

**Hinweis:** Bilden Sie zuerst die Gesamtwiderstände der

\*) Maßstäbliche Darstellung siehe Anhang A2

RECHENMETHODEN DER ELEKTROTECHNIK

beiden Parallelschaltungen und, der Übersichtlichkeit wegen in getrenntem Diagramm, dann den Gesamtwiderstand der Serienschaltung.

Verwenden Sie folgende Maßstäbe:

1 Ohm  $\triangleq$  5 cm

1 Siemens  $\triangleq$  5 cm

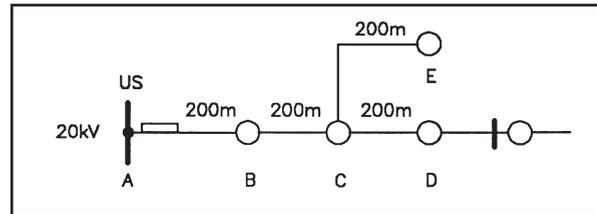
**Hinweis:** Bei Anwendung der Kirchhoffschen Regeln benutzen Sie 2 von den 4 Knoten und 3 Maschen (rechnerische Bestimmung).

**Aufgabe 1.6**

Warum genügt es, für den Normalbetrieb eines Netzes nur eine Phase zu berücksichtigen?

**Aufgabe 1.7**

Auf Bild 1.7-1 ist eine sehr vereinfachte strahlenförmig geschaltete Mittelspannungsleitung schematisch dargestellt. Die Angaben über die Belastung der Stationen finden Sie unter dem Bild. Bitte berechnen Sie die Ströme auf den Leitungstrecken A – B; B – C; C – D; C – E sowie die in A eingespeiste Wirk- und Blindleistung.



**Bild 1.7-1:** Lastverteilung auf einer Sticleitung

B : 400 kW;  $\cos \varphi = 0,8$  ind.

C : 300 kW;  $\cos \varphi = 0,9$  ind.

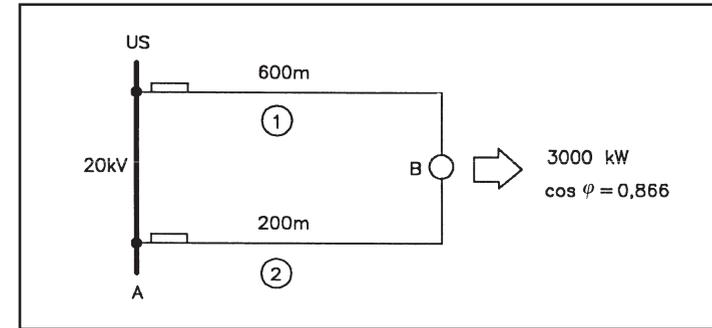
D : 500 kW;  $\cos \varphi = 0,8$  kap.

E : 500 kW;  $\cos \varphi = 0,8$  ind.

Alle Leitungen: Freileitung Cu 50 mm<sup>2</sup>, induktiver Widerstand  $X'_f = 0,4 \Omega/\text{km}$ .

**Aufgabe 1.8**

Auf Bild 1.8-1 ist eine Kundenstation B, welche mit 3 MW von einer 110/20-kV-Umspannungstation A eingespeist wird, dargestellt. Die beiden speisenden Leitungen NA2XSY 150 sind aus Gründen der Versorgungssicherheit auf zwei verschiedenen Wegen geführt. Berechnen Sie bitte die Stromaufteilung auf diese beiden Leitungen.



**Bild 1.8-1:** Lastverteilung im Ringnetz

Beide Leitungen NA2XSY 150 ( $X'_k = 0,1 \Omega/\text{km}$ )

**Aufgabe 1.9**

Kurzschlussstromberechnung im Strahlennetz mit Umrechnung der Impedanzen auf die kurzschlussbetreffene Seite:

Kurzschlussstromberechnungen werden grundsätzlich nach VDE 0102 durchgeführt; diese Norm unterscheidet generatornahe von generatorfernen Kurzschlüssen.

Der Grund für diese Unterscheidung lässt sich durch die Zeitverläufe der Kurzschlussströme erklären:

Bild 1.9-1 zeigt beispielsweise den Kurzschlussstrom im generatorfernen Fall in einem einzigen Leiter: Der Wechselstrom ist bei Kurzschlusseintritt mehr oder weniger um ein sogenanntes „Gleichstromglied“ verschoben. Der Gleichstrom ist kein echter Gleichstrom, sein Abklingen dauert aber sehr lange im Verhältnis zur Periodendauer des Netzes, sodass der Ausdruck Gleichstrom hier gerechtfertigt ist.

