

Nachname:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Aufgabepunkte:	von 70
Notenpunkte:	
Kommentar:	
Dauer:	90 min

### Formales

- Die Aufgabenblätter und Lösungsblätter NUR in der richtigen Reihenfolge getackert abgeben. Lose Blätter werden nicht gewertet
- Lösung leserlich nur in den vorgesehenen Bereich unter den Aufgaben eintragen (keine Wertung von Antworten außerhalb dieses Bereichs).
- Sollte der Platz unterhalb der Aufgaben nicht ausreichen erhalten Sie dafür markierte Blätter. Nutzen Sie NUR diese Blätter sowie für jede Aufgabe jeweils ein eigenes Blatt. Kennzeichnen Sie jedes Blatt mit der entsprechenden Aufgabe sowie Namen & Matrikelnummer.
- Ansätze und Lösungswege sind Teil der Wertung und müssen nachvollziehbar und eindeutig sein.
- Genaueste aus der Vorlesung bekannte Berechnungsweise verwenden, sofern nicht in der Aufgabenstellung weitere Näherungen erlaubt sind.
- Stichwortartige Antworten sind ausreichend.

### Zugelassene Hilfsmittel

#### a) zugelassen

- Papier, Lineal, Stift
- Formelsammlung, (drei beidseitig, 6 einseitig handgeschriebene DIN A4-Blätter)
- (programmierbarer) Taschenrechner

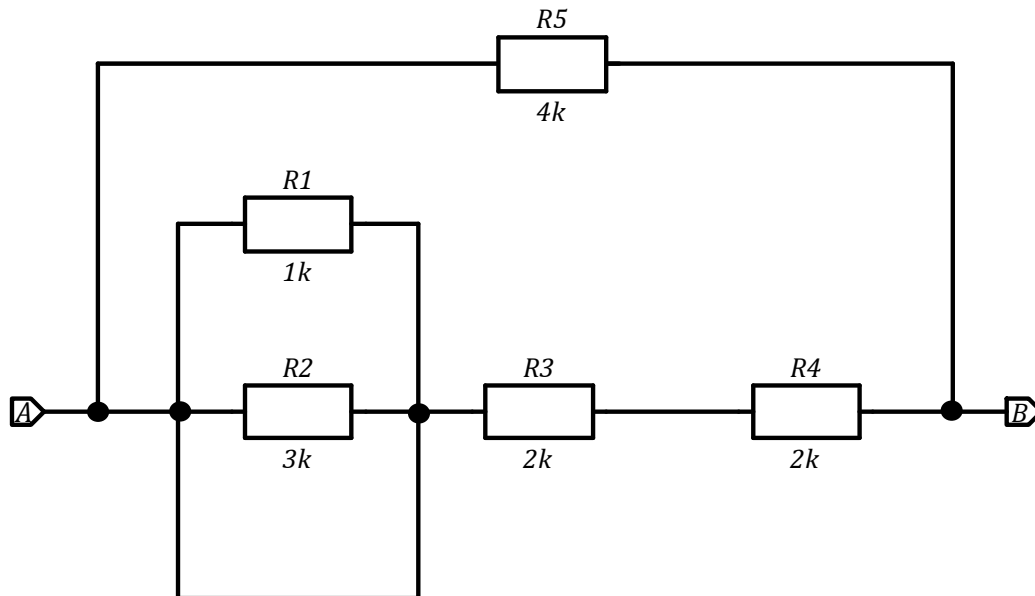
#### b) insbesondere sind nicht zugelassen:

- Computer, Laptops
- Mobiltelefone und andere kommunikationsfähige Geräte mit aktiviertem Funk
- Bücher und gedruckte Formelsammlungen
- Kommunikation mit anderen Studierenden

Viel Erfolg !

## 1. Grundbegriffe

### A) Gleichstrom



Es sei:  $R_1 = 1k\Omega$ ,  $R_2 = 3k\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 2k\Omega$ ,  $R_5 = 4k\Omega$

- a) Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand des nachfolgenden Netzwerkes bezüglich der Klemmen „A“ und „B“.

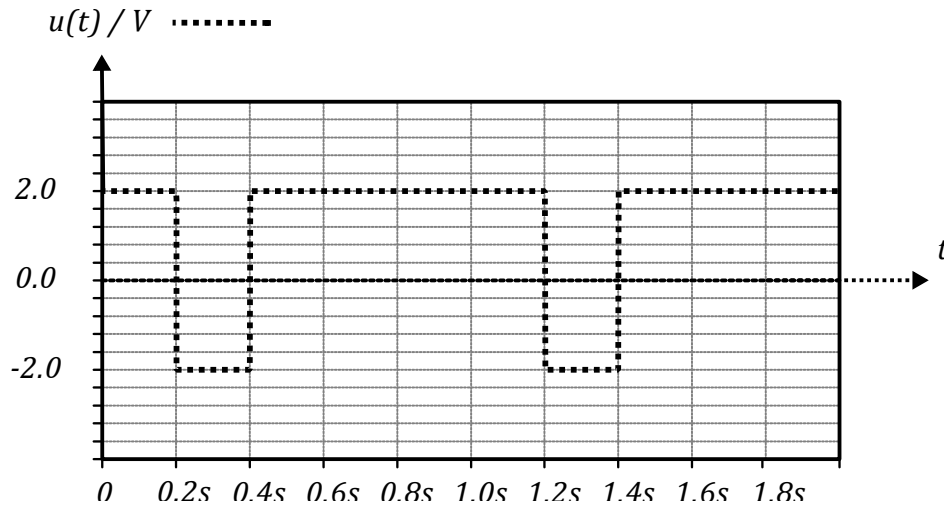
Rechnung oder stichwortartige Begründung:

4P



## B) Mittelwert und Effektivwert

Ermitteln Sie den Mittelwert und den Effektivwert des dargestellten Signals zahlenmäßig durch Rechnung oder Begründung.



a) Bestimmen Sie die Periodendauer  $T$

b) Ermitteln Sie den Mittelwert  $\bar{u}$ :

c) Ermitteln Sie den Effektivwert  $U$ :

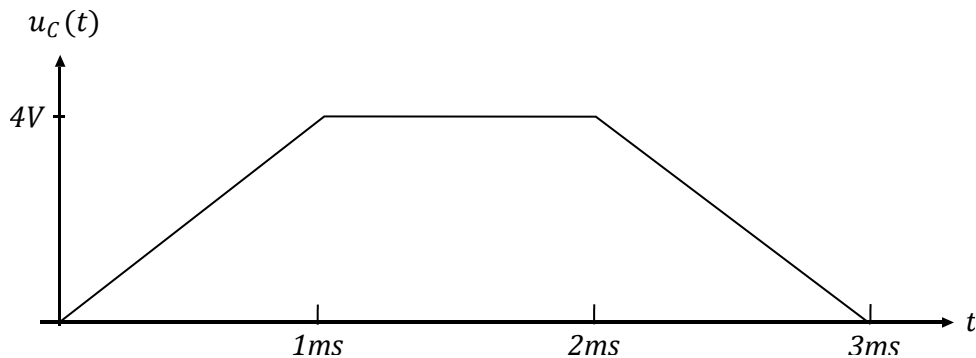
Ergebnis:

5P



## C) Strom- und Spannungsverlauf an Kondensator

Gegeben sei der folgende Spannungsverlauf an einem Kondensator.



- a) Beschreiben Sie den gegebenen Spannungsverlaufes  $u_C(t)$  mathematisch und ermitteln Sie aus dem oben gegebenen Spannungsverlauf den Stromverlauf  $i_C(t)$  durch einen Kondensator mit aus dem gegebenen Spannungsverlauf  $C = 1\text{ }\mu\text{F}$ .

- b) Stellen Sie den Verlauf graphisch mit entsprechender Skalierung des Diagramms dar.



Ergebnis:

6P



## D) Widerstandsmessung mit einem Digitalmultimeter

## Datenblattauszug Digital Multimeter DMM Model TECH

Messfunktion	Messbereich	Auflösung bei Messbereichsendwert		Eingangsimpedanz		Eigenunsicherheit bei Referenzbedingungen		
		11999	1199	$\overline{\overline{\Omega}}$	$\sim / \overline{\overline{\Omega}}$	$\pm(\dots \% \text{ v. MW} + \dots \text{ D})$	$\pm(\dots \% \text{ v. MW} + \dots \text{ D})$	$\pm(\dots \% \text{ v. MW} + \dots \text{ D})$
<b>V</b>	100 mV	10 $\mu\text{V}$		$\geq 9 \text{ M}\Omega$	$\geq 9 \text{ M}\Omega // < 50 \text{ pF}$	0,09 + 5 mit ZERO	1 + 30 (> 300 D) <sup>1)</sup>	1 + 30 (> 300 D) <sup>1)</sup>
	1 V	100 $\mu\text{V}$		$\geq 9 \text{ M}\Omega$	$\geq 9 \text{ M}\Omega // < 50 \text{ pF}$	0,05 + 3	0,5 + 9 (> 200 D)	1 + 30 (> 300 D)
	10 V	1 mV		$\geq 9 \text{ M}\Omega$	$\geq 9 \text{ M}\Omega // < 50 \text{ pF}$	0,05 + 3	0,5 + 9 (> 200 D)	1 + 30 (> 300 D)
	100 V	10 mV		$\geq 9 \text{ M}\Omega$	$\geq 9 \text{ M}\Omega // < 50 \text{ pF}$	0,05 + 3	0,5 + 9 (> 200 D)	1 + 30 (> 300 D)
	1000 V	100 mV		$\geq 9 \text{ M}\Omega$	$\geq 9 \text{ M}\Omega // < 50 \text{ pF}$	0,09 + 3	0,5 + 9 (> 200 D)	1 + 30 (> 300 D)
				Spannungsabfall ca. bei Endwert MB		$\overline{\overline{\Omega}}$	$\sim$ <sup>4)</sup>	$\overline{\overline{\Omega}}$ <sup>4)</sup>
<b>A</b> X-TRA OUTDOOR Pro	100 $\mu\text{A}$	10 nA		12 mV	12 mV	0,5 + 5	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	1 mA	100 nA		120 mV	120 mV	0,5 + 3	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	10 mA	1 $\mu\text{A}$		16 mV	16 mV	0,5 + 3	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	100 mA	10 $\mu\text{A}$		160 mV	160 mV	0,5 + 3	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	1 A	100 $\mu\text{A}$		40 mV	40 mV	0,9 + 10	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
<b>A</b> TECH	10 A	1 mA		600 mV	600 mV	0,9 + 10	1,5 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	10 mA	1 $\mu\text{A}$		16 mV	16 mV	0,1 + 5	1 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	100 mA	10 $\mu\text{A}$		160 mV	160 mV	0,1 + 5	1 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	1 A	100 $\mu\text{A}$		40 mV	40 mV	0,9 + 10	1 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
	10 A	1 mA		600 mV	600 mV	0,9 + 10	1 + 10 (> 200 D)	1,5 + 30 (> 200 D)
Faktor 1:1/10/100/1000				Eingangsimpedanz				
<b>A</b> TECH	0,1/1/10/100 A	100 mA		Strommesseingang (Buchse $\overline{\overline{\Omega}}$ A)		Spezifikation siehe Strommessbereiche A (TECH) zuzüglich Fehler Zangenstromwandler		
	1/10/100/1000 A	1 A						
	10/100/1000/10000 A	10 A						
<b>A</b> TECH BASE	0,1/1/10/100 A	100 mV		Spannungsmesseingang TECH: (Buchse V) $R_i = 1 \text{ M}\Omega / 9 \text{ M}\Omega$ BASE: (Buchse $\overline{\overline{\Omega}}$ V) $R_i \sim 1 \text{ M}\Omega$		$\pm(0,5 \% \text{ v. MW} + 10 \text{ D})$ $\pm(1 \% \text{ v. MW} + 30 \text{ D})$ $\pm(1 \% \text{ v. MW} + 30 \text{ D})$ zuzüglich Fehler Zangenstromsensor		
	1/10/100/1000 A	1 V						
	10/100/1000/10000 A	10 V						
<b><math>\Omega</math></b>	100 $\Omega$	10 m $\Omega$		Leerlaufspannung		$\pm(\dots \% \text{ v. MW} + \dots \text{ D})$		
	1 k $\Omega$	100 m $\Omega$		< 1,4 V	ca. 300 $\mu\text{A}$	0,2 + 5 mit Funktion ZERO aktiv		
	10 k $\Omega$	1 $\Omega$		< 1,4 V	ca. 250 $\mu\text{A}$	0,2 + 5		
	100 k $\Omega$	10 $\Omega$		< 1,4 V	ca. 100 $\mu\text{A}$	0,2 + 5		
	1 M $\Omega$	100 $\Omega$		< 1,4 V	ca. 12 $\mu\text{A}$	0,2 + 5		
	10 M $\Omega$	1 k $\Omega$		< 1,4 V	ca. 1,2 $\mu\text{A}$	0,2 + 5		
	40 M $\Omega$	10 k $\Omega$		< 1,4 V	ca. 125 nA	0,5 + 10		
	100 $\Omega$	—	0,1 $\Omega$	< 1,4 V	ca. 20 nA	2,0 + 10		
<b><math>\rightarrow</math></b>	100 $\Omega$	—	0,1 $\Omega$	ca. 8 V	ca. 1 mA konst.	3 + 5		
<b><math>\rightarrow</math></b>	5,1 V <sup>3)</sup>	—	1 mV	ca. 8 V	ca. 1 mA konst.	0,5 + 3		

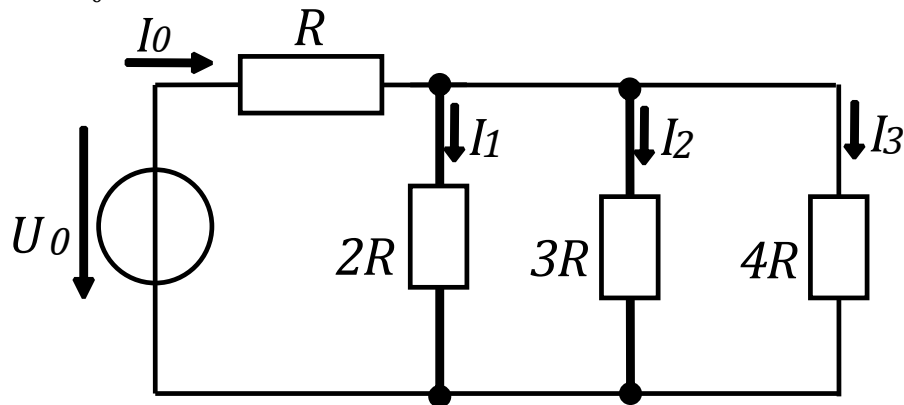
a) Geben Sie die Messunsicherheiten einer Widerstandsbestimmung mit dem 5-stelligen DMM Model TECH an, wenn der angezeigte Wert 0995,4  $\Omega$  beträgt.

Ergebnis:

4P



E) Stromteiler

Sei  $R = 10\ \Omega$  und  $U_0 = 20\text{ V}$ .a) Bestimmen Sie die Ströme  $I_0$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$ .

Ergebnis:

6P

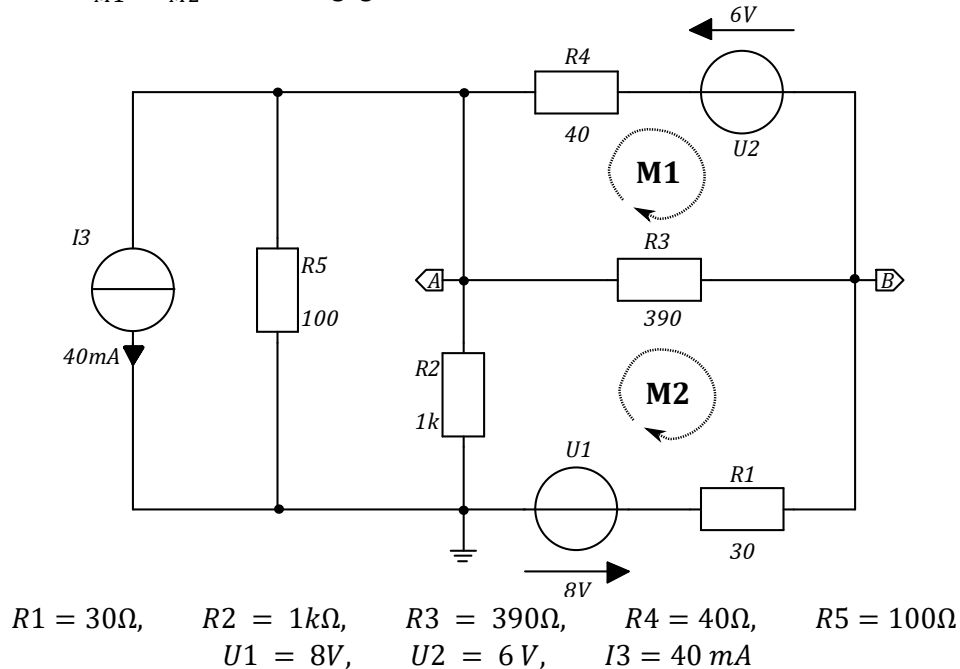


Summe (max. 25 P.)



## 2. Netzwerkanalyse

Analysieren Sie die folgende Schaltung mittels des **Maschenstromverfahrens**, um die Spannung bezüglich der Klemmen „A“ – „B“ zu bestimmen. Gehen Sie dazu in den nachfolgend dargestellten Schritten vor und verwenden Sie die vorgegebenen Maschen. Die Maschen und Richtungen für die maschenströme  $I_{M1}$  &  $I_{M2}$  seien vorgegeben.



Führen Sie die notwendige Quellenumwandlung durch. Zeichnen Sie die Schaltung nach der Quellenumwandlung und berechnen Sie den entsprechenden Wert der Quelle.

Schaltung:

Berechnung der Ersatzquelle:

Ergebnis:

4P



- b) Stellen Sie die Matrixgleichung nach dem Maschenstromverfahren oder Knotenpotentialverfahren auf. Verwenden Sie nur die in der Aufgabenstellung angegebenen Symbole ( $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, U_1, U_2$ , und  $I_3$  und die oben dargestellten Maschennummern – falls notwendig benennen Sie weitere Maschen).

Matrixgleichung:

Ergebnis:

6P



- c) Berechnen Sie die Spannung, die am Widerstand  $R_3$  abfällt, also die Spannung zwischen den Punkten „A“ und „B“ des Netzwerks.

Rechnung:

Ergebnis:

5P



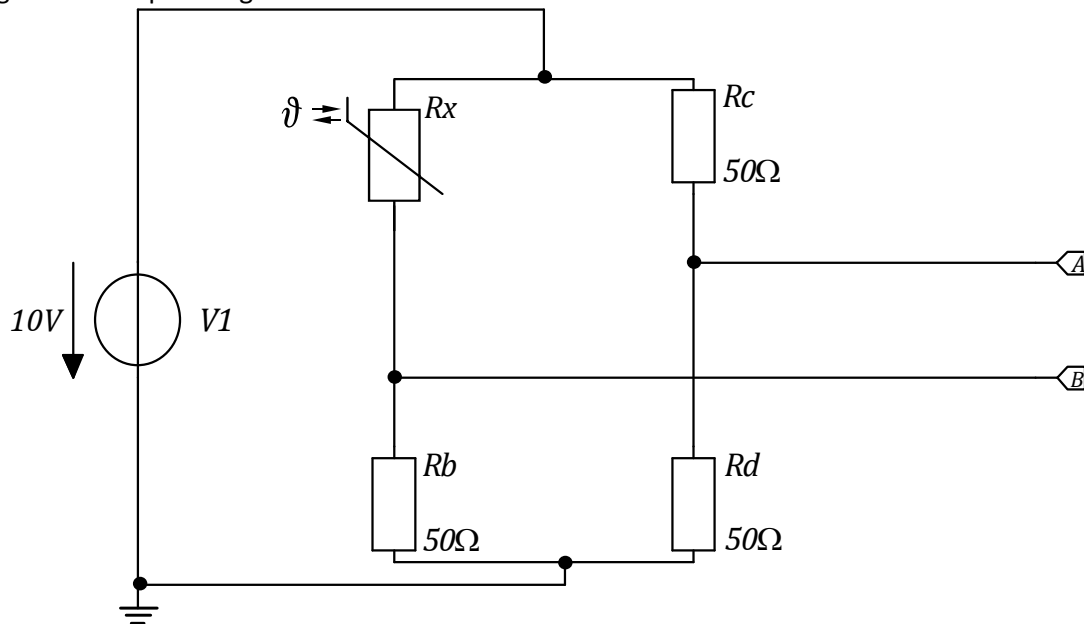
**Summe (max. 15 P.)**





### 3. Messbrücke

Der folgende Schaltplan zeigt eine Messbrücke.



a) Um was für eine Messbrücke handelt es sich?

Ergebnis:

1P



Nehmen Sie im Folgenden an, der Widerstand  $R_x$  sei ein **NTC-Widerstand**.

b) Um was für einen Widerstand handelt es sich und wie ändert er mit steigender Temperatur seinen Widerstandswert?

Ergebnis:

2P



Sie wollen den NTC-Widerstand nun als Temperatursensor nutzen.

c) Welchen Referenzwiderstand muss der Widerstand bei  $100^\circ\text{C}$  haben, um die gegebene Schaltung als Ausschlagsbrücke in der Nähe der angegebenen Temperatur zu nutzen?  
Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Ergebnis:

2P



d) Geben Sie einen Ausdruck für die Brückenempfindlichkeit  $E_0$  in der Nähe des Abgleichpunktes an.

Ergebnis:

4P



Unabhängig der vorangegangenen Fragen nehmen Sie im Folgenden an, die Temperaturabhängigkeit des Widerstands ließe sich durch folgenden Ausdruck beschreiben:

$$R_x(\Delta\vartheta) = 50\Omega \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \vartheta)$$

mit dem Temperaturkoeffizienten  $\alpha_{20} = 0.001K^{-1}$ .

e) Geben Sie einen genäherten Ausdruck für die Temperaturabhängigkeit der Brückenspannung  $U_{ab}(\vartheta)$  an.

Ergebnis:

4P



f) Wie müssten Sie die Schaltung ändern, um eine höhere Empfindlichkeit zu erhalten?

Ergebnis:

2P



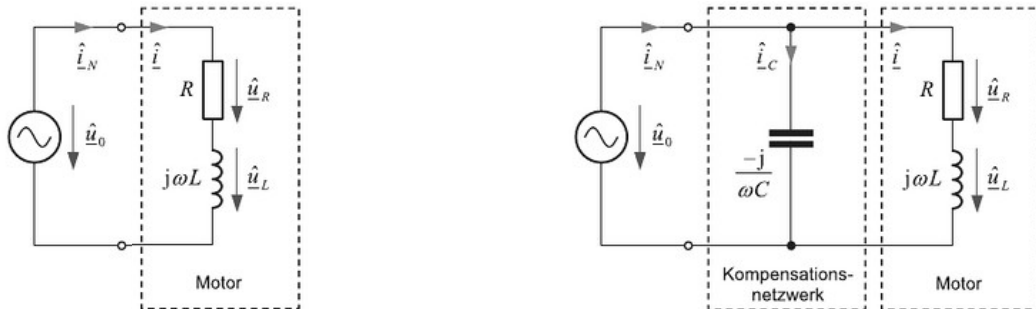
**Summe (max. 15 P.)**



#### 4. Blindstromkompensation

Ein Wechselstrommotor verbrauche bei  $230\text{ V}$ ,  $50\text{ Hz}$  eine Nennleistung von  $P_{\text{Motor}} = 3\text{ kW}$ . Der ermittelte Leistungsfaktor ist  $\cos \varphi = 0,55$ .

Der Motor soll durch eine RL-Reihenschaltung modelliert werden (Abbildung Links) und im weiteren Aufgabenteil durch ein Kompensationsnetzwerk erweitert werden (Abbildung Rechts).



- a) Geben Sie einen Ausdruck für die von der Quelle zu liefernde Scheinleistung  $S$  in Abhängigkeit der Amplituden von Quellspannung  $\hat{u}_0$  und des Motor-Stromes  $\hat{i}$  an (achten Sie auf Effektivwerte).

Ergebnis:

2P



- b) Ermitteln sie unter Berücksichtigung der Nennleistung des Motors und dem angegebenen Leistungsfaktor die Amplitude des Stromes  $\hat{i}$ .

Ergebnis:

2P



Der Leistungsfaktor soll gemäß folgender Abbildung durch die Parallelschaltung von Kondensatoren (Kompensationsnetzwerk) auf  $\cos \varphi_C = 0,9$  erhöht werden.

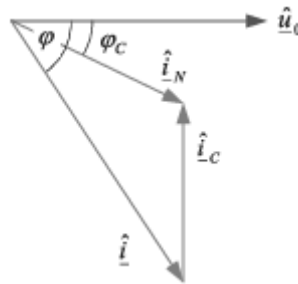
Bestimmen Sie nun für das kompensierte Netzwerk den Betrag des Netzstroms  $\hat{i}_N$ .

Ergebnis:

2P



Das folgende Zeigerdiagramm beschreibt die Zusammenhänge zwischen den Strömen  $\hat{i}_N$ ,  $\hat{i}_C$  &  $\hat{i}$  & der Versorgungsspannung  $\hat{u}_0$ .



c) Erklären Sie warum folgendes Zeigerdiagramm für die gegebene Schaltung gilt.

Ergebnis:

4P



Rechnen Sie im Folgenden unabhängig Ihrer Rechnung in a) und b) mit einer **Amplitude des Quellstromes von  $\hat{i}_N = 25A$** , und einer **Amplitude des Motorstromes von  $\hat{i} = 42A$** .

d) Bestimmen Sie den Wert der Kapazität  $C$ .

Ergebnis:

5P



**Summe (max. 15 P.)**

