

**2. Klausur**  
**Grundlagen der Elektrotechnik I-A**  
**22. Februar 2005**



Name: .....

Vorname: .....

Matr.-Nr.: .....

Bitte den Laborbetreuer ankreuzen		
Björn Eissing	Karsten Gänger	Christian Jung
Inken Sonntag	Yvonne Knoll	Stefan Kender
Roman Möckel	Daniel Schlüter	Andreas Krutz
Christoph Gertler	Ghislain Moulil Sil	Sascha Laue
Holger Nahrstädt	Amra Anneck	
<b>Wiederholer</b>	sonstiges	nicht sicher

Bearbeitungszeit: 135 Minuten

- Trennen Sie den Aufgabensatz **nicht** auf.
- Benutzen Sie für die Lösung der Aufgaben **nur** das mit diesem Deckblatt ausgeteilte Papier. **Lösungen, die auf anderem Papier geschrieben werden, können nicht gewertet werden.** Weiteres Papier kann bei den Tutoren angefordert werden.
- **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift!
- Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz!**

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Summe

## 1. Aufgabe (5 Punkte): Allgemeine Fragen

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

### 1.1. Mittelwert (0,5 Punkte)

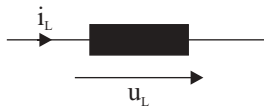
Geben Sie die Gleichung für den arithmetischen Mittelwert Stromes  $i(t)$  an.

### 1.2. Formfaktor (0,5 Punkte)

Geben Sie die Definition des Formfaktors  $f$  an.

### 1.3. Induktivität (0,5 Punkte)

Geben Sie die Formel für die Beziehung von Strom und Spannung an einer Induktivität an.



### 1.4. Wirkleistung (0,5 Punkte)

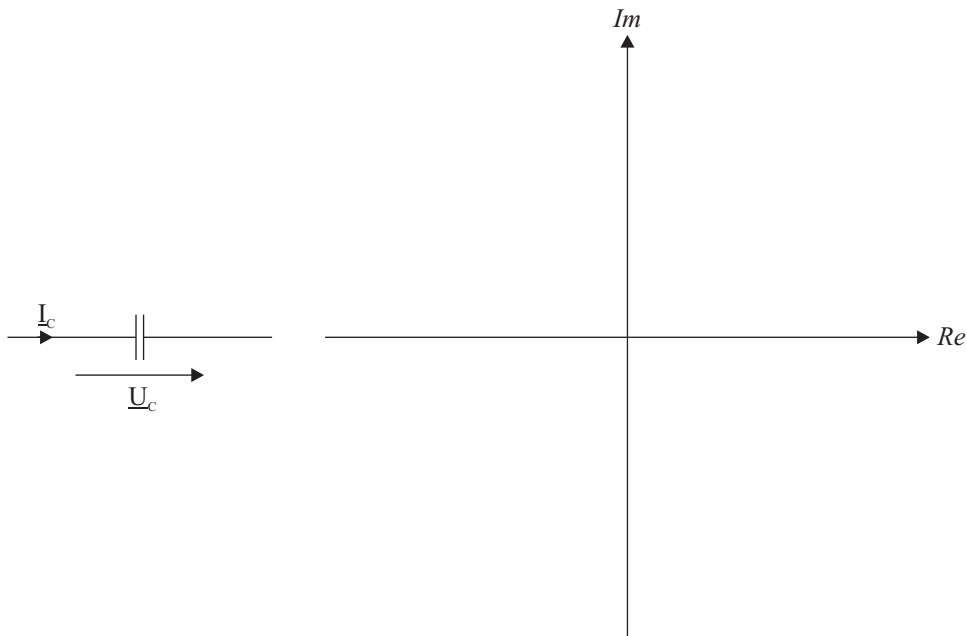
Geben Sie die Gleichung für die Wirkleistung  $P_w$  an einer beliebigen Last aus den Effektivwerten  $U_{eff}$  und  $I_{eff}$  und der Phasenverschiebung  $\varphi$  (zwischen  $U_{eff}$  und  $I_{eff}$ ) an.

### 1.5. Zeigerdarstellung (1 Punkt)

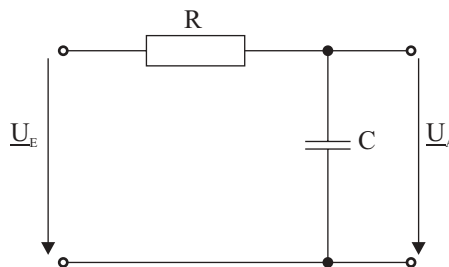
Nennen Sie die **vier** Voraussetzungen für die Zeigerdarstellung elektrischer Größen.

**1.6. Zeiger am Kondensator (0,5 Punkte)**

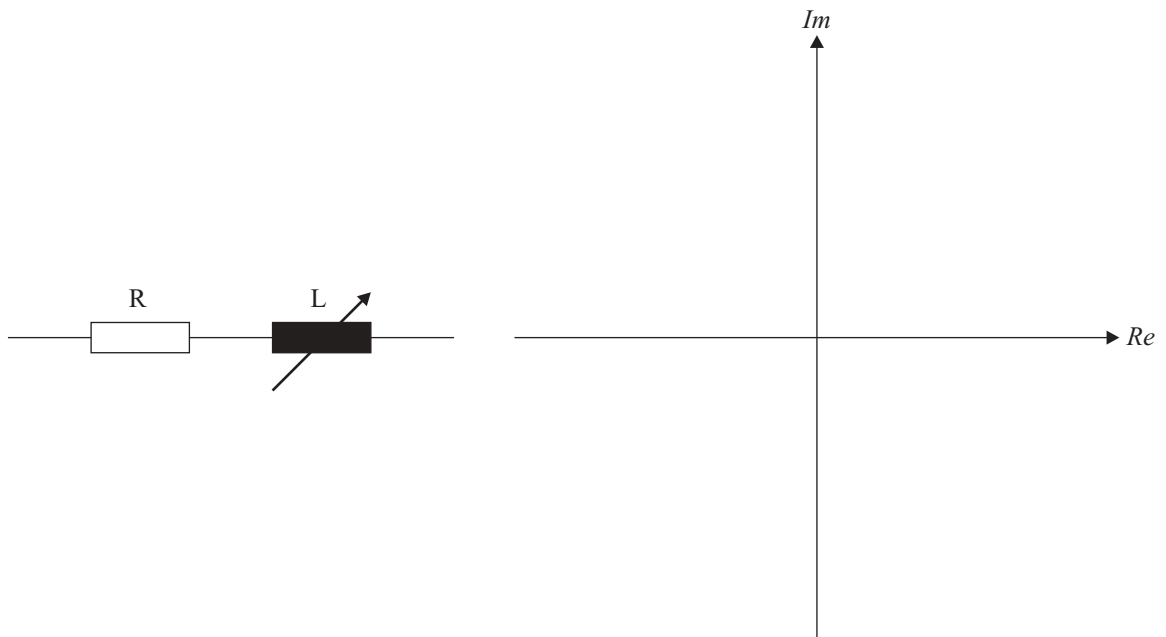
Zeichnen Sie die Zeiger für Strom und Spannung am Kondensator für  $\underline{U}_C = U \cdot e^{j0^\circ}$  in die komplexe Ebene ein.

**1.7. Übertragungsfunktion (0,5 Punkte)**

Geben Sie die Formel für die Übertragungsfunktion  $\underline{v} = \frac{U_A}{U_E}$  eines R-C-Tiefpasses an.

**1.8. Ortskurve (0,5 Punkte)**

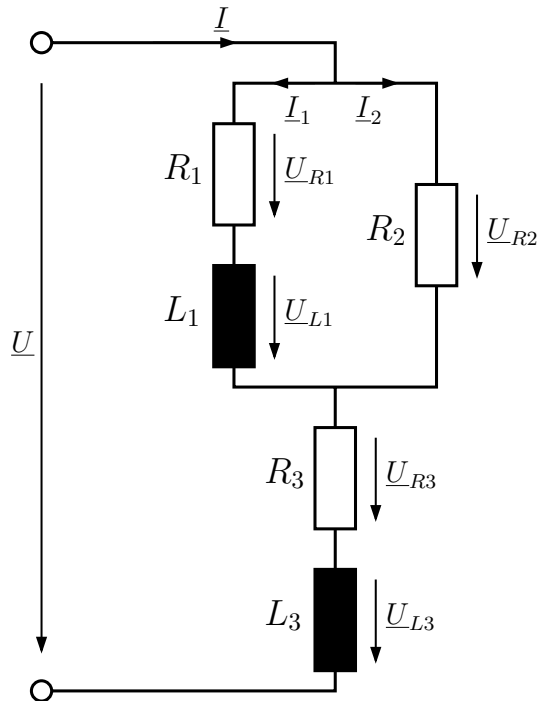
Zeichnen Sie die Ortskurve des komplexen Widerstandes bei fester Frequenz  $\omega = const.$  und veränderlicher Induktivität  $L$ . Kennzeichnen Sie  $L = 0$  und  $L \rightarrow \infty$ .

**1.9. Z-Diode (0,5 Punkte)**

Zeichnen Sie eine Stabilisierungsschaltung mit einer Z-Diode. Kennzeichnen Sie die Eingangsspannung  $U_E$  und die Ausgangsspannung  $U_A$ .

## 2. Aufgabe (5 Punkte): Zeigerdiagramm

In der Messtechnik sind oft Schaltungen erforderlich, die zwei um  $90^\circ$  phasenverschobene Signale liefern. Die folgende Abbildung zeigt eine derartige Schaltung, die sog. Hummelschaltung.



### 2.1. Qualitatives Zeigerdiagramm (2,0 Punkte)

Zeichnen Sie das qualitative Zeigerdiagramm aller Ströme und Spannungen des Netzwerks.

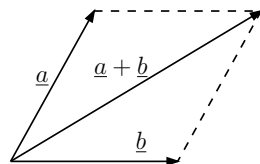
Rechte Winkel sind **klar** zu kennzeichnen!

Wählen Sie die Spannungen **betragsmäßig größer** als Ströme!

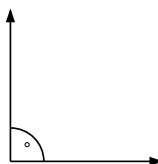
Verdeutlichen Sie die grafische Addition der Zeiger wie unten gezeigt!

**Die Zeichnungen sollen nicht zu klein sein!**

grafische Zeigeraddition



rechter Winkel



---

Zeigerdiagramm

**2.2. Strom-Spannungsverhältnis (2 Punkte)**

Geben Sie den Ausdruck für das Verhältnis  $\frac{U}{I_1}$  in Komponentenform an:

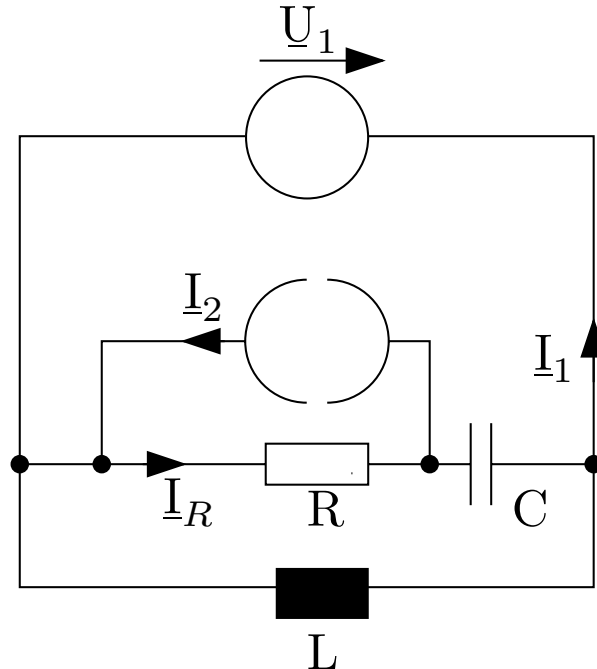
$$\frac{U}{I_1} = A + jB$$

**2.3. Phasenverschiebung (1 Punkt)**

Unter welcher Bedingung besteht zwischen der Spannung  $\underline{U}$  und dem Strom  $\underline{I}_1$  ein Phasenwinkel von  $90^\circ$ ? Geben Sie in diesem Fall den Ausdruck für den Widerstand  $R_2$  an.

### 3. Aufgabe (5 Punkte): Komplexe Superposition

Gegeben ist das folgende Netzwerk:



Gegeben:

$$C = \frac{1}{6} \cdot 10^{-2} F$$

$$L = 3.83 \cdot 10^{-3} H$$

$$R = \frac{3}{2} \Omega$$

$$\omega = 2\pi f = 300 \frac{1}{s}$$

$$\underline{U}_1 = \text{konstant} \neq 0$$

Hinweis: Diese Aufgabe kann rechnerisch oder grafisch ( $1V \hat{=} 1cm$ ,  $1A \hat{=} 1cm$ ) gelöst werden.

#### 3.1. Strom $\underline{I}_1$ (2.5 Punkte)

Es werden die Ströme  $\underline{I}_R = 2Ae^{j20^\circ}$  und  $\underline{I}_2 = 0A$  gemessen. Ermitteln Sie den Strom  $\underline{I}_1$ .





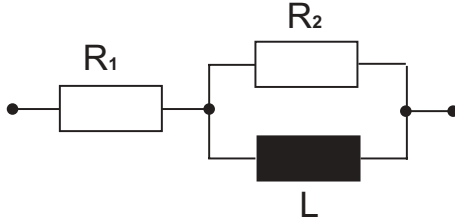
**3.2. Strom  $\underline{I}_2$  (2.5 Punkte)**

Der Strom  $\underline{I}_2$  ist nun  $\neq 0$ . Der Strom  $\underline{I}_R$  beträgt  $5Ae^{j69.6^\circ}$ . Ermitteln Sie den Strom  $\underline{I}_2$ .



## 4. Aufgabe (5 Punkte): Ortskurve

Gegeben ist die folgende Schaltung



$$R_1 = 50\Omega, R_2 = 100\Omega, L = 1mH$$

### 4.1. Impedanz einer Parallelschaltung (2 Punkte)

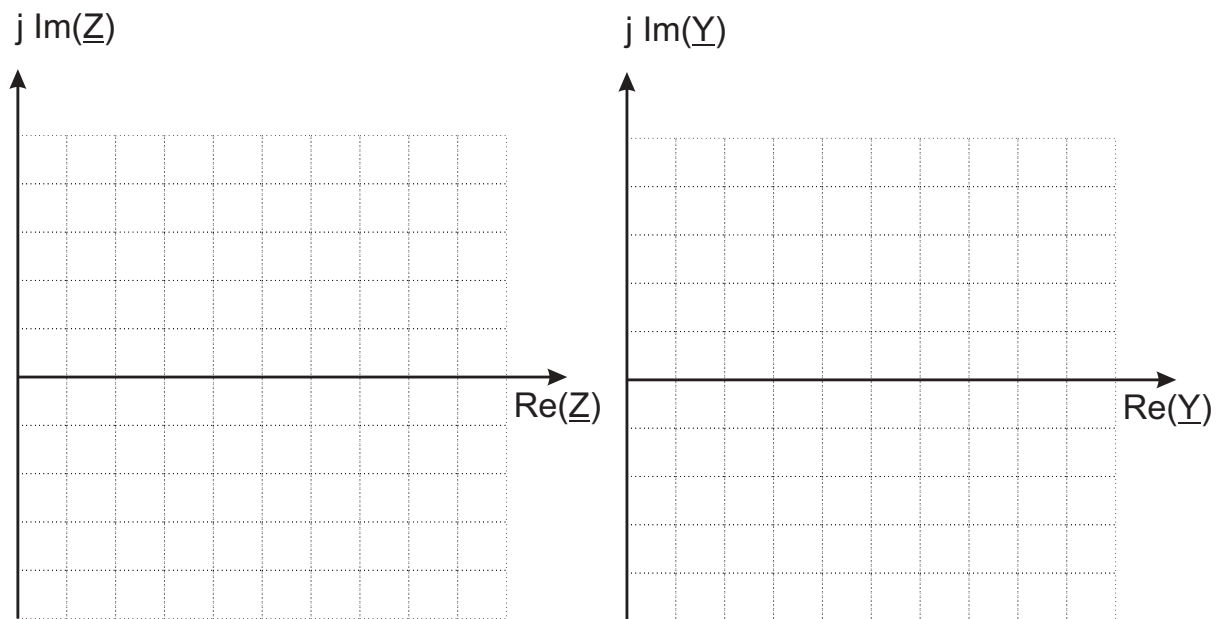
Bestimmen Sie allgemein die Impedanz  $\underline{Z}(\omega)$ . Berechnen Sie den komplexen Widerstand für die Frequenz  $\omega_1 = 10^5 s^{-1}$  in der Form  $\underline{Z} = A + jB$ . Welcher Wert ergibt sich für den Grenzübergang  $\omega \rightarrow \infty$ .

**4.2. Ortskurve von  $\underline{Z}$  (2 Punkte)**

Zeichnen Sie quantitativ die Ortskurve von  $\underline{Z}(\omega)$  und kennzeichnen Sie die Punkte  $\underline{Z}(\omega = 0)$ ,  $\underline{Z}(\omega_1)$  und  $\underline{Z}(\omega \rightarrow \infty)$ . Achsenbeschriftungen nicht vergessen !

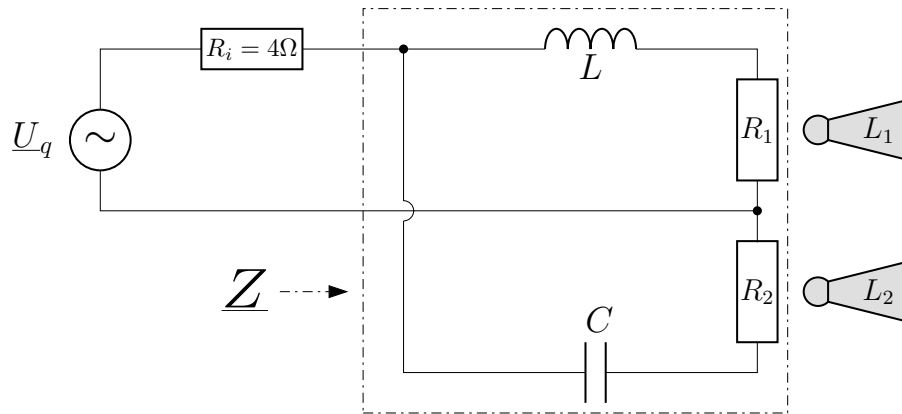
**4.3. Ortskurve von  $\underline{Y}$  (1 Punkt)**

Zeichnen Sie qualitativ die Ortskurve  $\underline{Y}(\omega)$  und kennzeichnen Sie die Punkte  $\underline{Y}(\omega = 0)$ ,  $\underline{Y}(\omega_1)$  und  $\underline{Y}(\omega \rightarrow \infty)$ .



## 5. Aufgabe (5 Punkte): Übertragungsfunktionen

Folgende Schaltung beschreibt (vereinfacht) eine Signalquelle ( $\underline{U}_q$ ,  $R_i$ ) die über die Frequenzweiche ( $L$ ,  $C$ ) zwei Lautsprecher ( $L_1$  mit  $R_1$  und  $L_2$  mit  $R_2$ ) speist:



### 5.1. Funktion (0,5 Punkte)

Über welchen Lautsprecher ( $L_1$  oder  $L_2$ ) werden die hohen Frequenzen wiedergegeben (*Hochtöner*) und über welchen die niedrigen Frequenzen (*Tieftöner*)?

### 5.2. Lastwiderstand $\underline{Z}$ (1,5 Punkte)

Stellen Sie die Gleichung für den Lastwiderstand  $\underline{Z}$  auf und zeigen Sie, dass für  $\frac{L}{R} = RC$  und  $R_1 = R_2 = R$  der von der Quelle aus gesehene Lastwiderstand  $\underline{Z}$  rein reell ist. Welchen Einfluss hat hierbei die Frequenz?

### 5.3. Leistungsanpassung (1 Punkt)

Was bedeutet *Leistungsanpassung*? Bestimmen Sie den Wert von  $R$ , damit unter obiger Bedingung ( $Z$  rein reell) Leistungsanpassung herrscht.

---

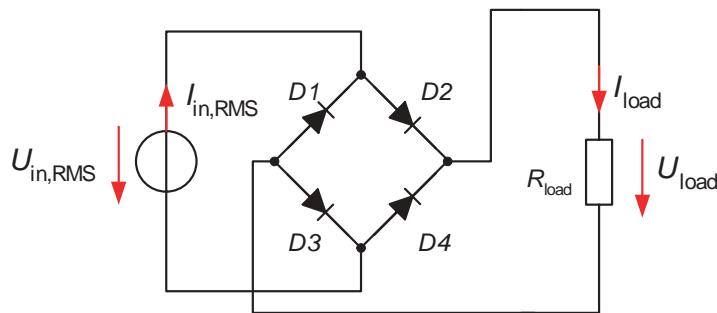
**5.4. Dimensionierung der Schaltung (2 Punkte)**

Bestimmen Sie die Werte von  $L$  und  $C$  damit die Übergangsfrequenz bei  $f_0 = 300 \text{ Hz}$  liegt. Leiten Sie hierzu die Bedingung  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  her. (Der Rechenweg muss erkennbar sein!)

Hinweis: Die Übergangsfrequenz ist die Frequenz bei der in beiden Lautsprechern die gleiche Wirkleistung umgesetzt wird.



## 6. Aufgabe (5 Punkte): Gleichrichterschaltung



Gegeben ist die nebenstehende Gleichrichterschaltung. Verwendet werden vier Leistungsdioden vom 5SDF6004. Der Gleichrichter wird mit einer **sinusförmigen** Eingangsspannung gespeist.

Es gilt:

- $\hat{I}_{\text{load}} = 1 \text{ kA}$
- $\hat{U}_{\text{load}} = 3,3 \text{ kV}$ .
- $T_j = 115^\circ \text{C}$

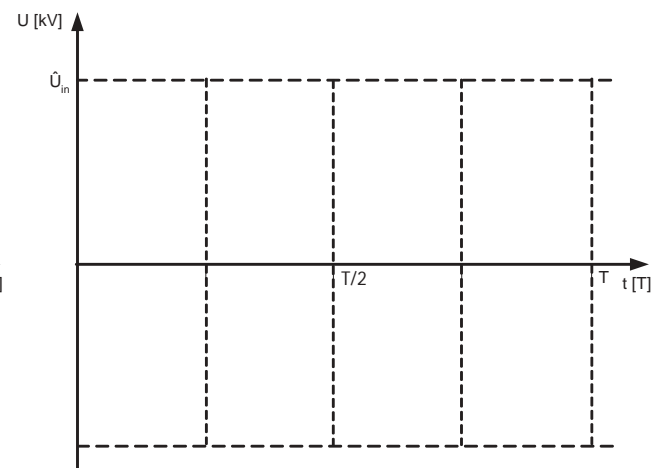
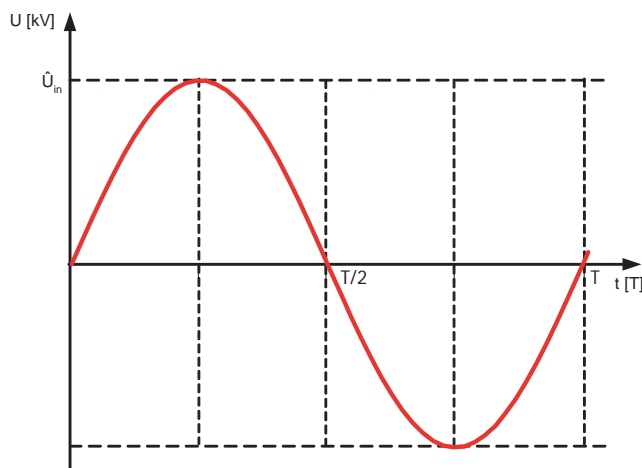
### 6.1. Strompfade und Spannungszeitverlauf (1.5 Punkte)

Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der Ausgangsspannung am Lastwiderstand  $R_L$  in das folgende Diagramm ein.

Zeichnen Sie die Strompfade für die beiden Halbwellen der Eingangsspannung in die vorbereiteten Schaltbilder ein.

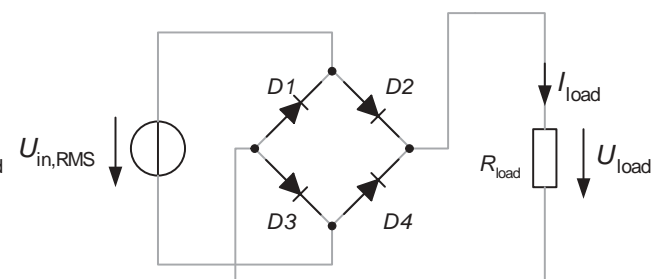
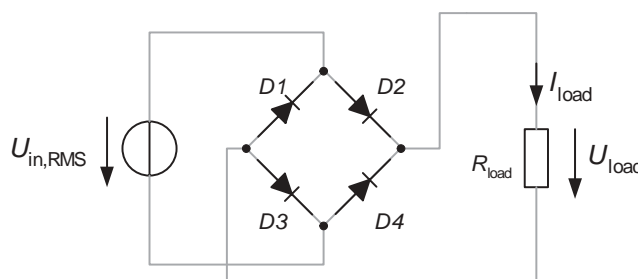
Eingangsspannung  $U_{\text{in}}(t)$

Spannung an  $R_L$



Fall 1:  $0 \leq t < \frac{T}{2}$

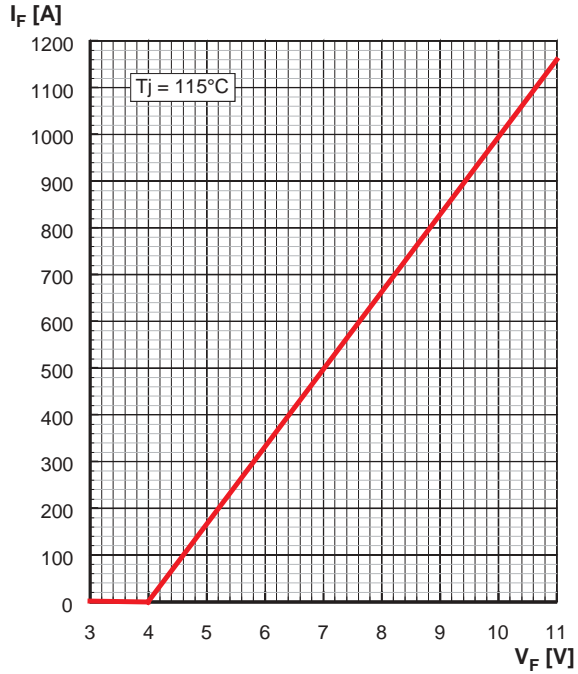
Fall 2:  $\frac{T}{2} \leq t < T$



**6.2. Bestimmung der maximalen Durchlassspannung (0,5 Punkte)**

Am nun angeschlossenen Lastwiderstand wird ein maximaler Wert  $\hat{i}_{load} = 1\text{ kA}$  gemessen.

Bestimmen aus der Kennlinie den Maximalwert der Durchlaßspannung  $U_{F,max}$



**5SDF 02D6004**

**Fig. 2 Forward current vs. forward voltage.** (0,5 Punkte)

**6.3. Ersatzschaltbild der Diode (1 Punkt)**

Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der Diode und bestimmen Sie die Werte für die Elemente aus der Kennlinie.

**Im Sperrbereich verhält sich die Diode ideal.**

**6.4. Durchlaßverluste einer Diode (0,5 Punkte)**

Für eine leitende Diode kann die Spannung über der Diode in diesem Fall angenähert beschrieben werden durch

$$u_F(t) = U_{F,\max} \cdot \sin(\omega t)$$

mit  $\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}$

Geben Sie die **Formel** für die Verlustleistung  $p_V(t)$  einer einzelnen Diode an, wenn durch den Lastwiderstand der Strom  $i_{\text{load}}(t) = \hat{i}_{\text{load}} \sin(\omega t)$  fließt? Vernachlässigen Sie die Sperrverluste.

**6.5. Verlustleistung des Gleichrichters (1 Punkt)**

Geben Sie die Formel für den Mittelwert der Verlustleistung  $\overline{P}_{V,D1-4}$  aller Dioden des Gleichrichters an. Vernachlässigen Sie die Sperrverluste.

Hinweis:  $\int \sin^2(ax) dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4a} \sin(2ax)$

**6.6. Wirkungsgrad (0,5 Punkte)**

Geben Sie den Wirkungsgrad des Gleichrichters an.

