

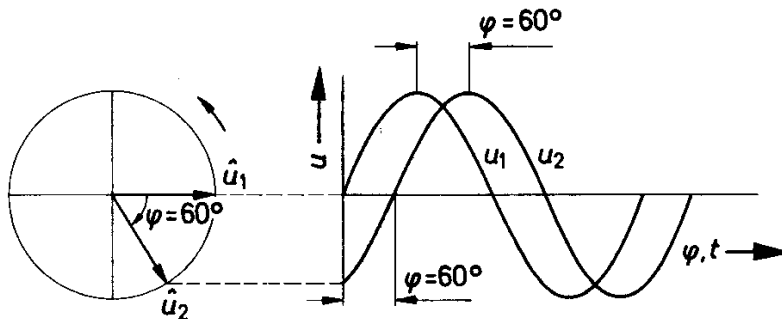
# ET II Aufgaben

## Wechselstrom

1. Wie gross ist die Periodendauer  $T$  einer Frequenz von  $16\frac{2}{3}\text{Hz}$ , von  $50\text{Hz}$  und von  $400\text{Hz}$ ?  
( $0.06\text{s}$ ,  $0.02\text{s}$ ,  $2.5\text{ms}$ )
2. Welcher Augenblickswert der Spannung liegt vor, wenn sich die Leiterschleife in einem gleichmässig drehenden Generator bei  $45^\circ$  bzw. bei  $120^\circ$  befindet? Der Scheitelwert der Spannung sei  $325\text{V}$ .  
( $229.8\text{V}$ ,  $281.5\text{V}$ )
3. Wie viele Nullen hat  $1\text{GHz}$  in  $\text{Hz}$  ausgerückt?  
(9)
4. Welche Kreisfrequenz  $\omega$  ergibt sich für  $50\text{Hz}$ ?  
( $314\text{s}^{-1}$ )
5. Wie viele % des Effektivwertes beträgt der Scheitelwert eines sinusförmigen Wechselstromes?  
( $141.4\%$ )
6. Welchen Scheitelwert hat eine Wechselspannung mit  $400\text{V}$  Effektivwert?  
( $566\text{V}$ )
7. Welchen Effektivwert hat ein Wechselstrom mit einem Scheitelwert von  $32\text{A}$ ?  
( $22.63\text{A}$ )

## ET II Aufgaben

8. Die Spannung  $U_1$  eilt der Spannung  $U_2$  um  $60^\circ$  vor. Zeichnen Sie die Sinuskurven und das Zeigerdiagramm im Moment
- a)  $U_1 = 0^\circ$ .



- b)  $U_1 = 90^\circ$

9. Woher stammen Oberwellen im Stromnetz?  
(Von nichtlinearen Verbrauchern, von getakteten Verbrauchern)
10. Wie wirken sich Oberwellen aus?  
(Sie enthalten hochfrequente Wechselströme, welche auf der Anschlussleitung entsprechende Magnetfelder erzeugen. Die Netzspannung ist nicht mehr sinusförmig, weil der Spannungsabfall in der Leitung nicht mehr sinusförmig ist. Das kann angeschlossene Geräte stören; Geräte, die von den Oberwellen durchflossen werden, erfahren höhere Verluste durch Wirbelströme; die magnetischen und elektrischen Felder können empfindliche Personen gesundheitlich beeinträchtigen)
11. Wie verhalten sich Strom und Spannung, wenn ein Widerstand an das Stromnetz angeschlossen wird?  
(Strom und Spannung sind in Phase)
12. Welche Widerstände kann man unterscheiden, wenn eine reale Spule an eine Wechselspannung angeschlossen wird?  
(Wirkwiderstand, Blindwiderstand, Impedanz (=Scheinwiderstand))

## ET II Aufgaben

13. Eine ideale Spule mit einem Blindwiderstand  $X_L$  von  $25\Omega$  wird von einem Wechselstrom (50Hz) von 1.5A durchflossen. Wie gross ist der Spannungsabfall an der Spule?  
(37.5V)
  
14. Eine ideale Spule mit einer Induktivität von 100mH wird an 230V 50Hz angeschlossen. Wie gross ist der induktive Blindwiderstand? Welcher Strom stellt sich ein?  
(31.4 $\Omega$ , 7.32A)
  
15. Bei welcher Frequenz erreicht eine ideale Spule von 1H einen Blindwiderstand von 628 $\Omega$ ?  
(100Hz)
  
16. Welche Induktivität hat eine Spule, die bei 60Hz einen Blindwiderstand von 85 $\Omega$  aufweist?  
(225mH)
  
17. Die Induktivität einer idealen Spule kann von 10mH auf 100mH verstellt werden. Welcher induktive Blindwiderstand weist die Spule bei 500Hz auf?  
(31.4 $\Omega$ , 314 $\Omega$ )

## ET II Aufgaben

18. Ein idealer Kondensator von  $3\mu\text{F}$  wird an  $230\text{V}$ ,  $50\text{Hz}$  angeschlossen. Welcher Strom fliesst? Welchen kapazitiven Blindwiderstand hat er?  
( $0.216\text{A}$ ,  $1.06\text{k}\Omega$ )

### Serieschaltung R-L, R-C

19. Eine reale Spule nimmt an  $230\text{V}$   $50\text{Hz}$  den Strom von  $0.5\text{A}$  auf. Wie gross ist die Impedanz (Betrag) der Spule? ( $460\Omega$ )

20. Welche Spannung fällt an einer Drosselspule mit einer Impedanz (Betrag) von  $100\Omega$  ab, wenn sie einen Strom von  $0.7\text{A}$  führt?  
( $70\text{V}$ )

## ET II Aufgaben

21. Eine Serieschaltung eines Widerstandes von  $50\Omega$  mit einer idealen Spule wird an die Netzspannung von 230V 50Hz angeschlossen. Es fließt dabei ein Strom von 3A.
- a) Zeichnen sie das Zeigerdiagramm,
  - b) Wie gross ist die Impedanz der Schaltung? ( $76.67\Omega$ )
  - c) Wie gross ist der Blindwiderstand der Spule? ( $58.12\Omega$ )
  - d) Welche Induktivität in Henry weist die Spule auf? (185mH)
  - e) Welche Phasenverschiebung  $\varphi$  weist die Schaltung auf? ( $49.3^\circ$ )
22. Eine Serieschaltung von einem  $500\Omega$  Widerstand mit einem idealen Kondensator von  $2.5\mu\text{F}$  wird an eine Spannung von 50Hz angeschlossen.
- a) Wie gross ist der Blindwiderstand des Kondensators? ( $1274\Omega$ )
  - b) Welche Phasenverschiebung  $\varphi$  zwischen Spannung und Strom stellt sich ein? ( $-68.6^\circ$ )
  - c) Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm.
  - d) Berechnen Sie die Werte analog a) und b) für eine Frequenz von 400Hz und stellen Sie die Werte in einem Zeigerdiagramm dar. ( $159\Omega$ ), ( $-17.66^\circ$ )

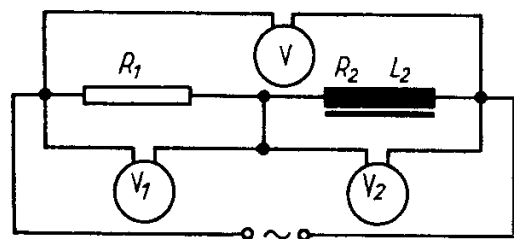
## ET II Aufgaben

23. Ein Widerstand von  $30\Omega$ , eine ideale Spule von  $200\text{mH}$  und ein idealer Kondensator werden in Serie an ein  $50\text{Hz}$  Netz geschaltet. Der Kondensator hat die Aufgabe, die Schaltung auf einen  $\cos \varphi$  von  $0.93$  (wie es vom EW verlangt wird) anzupassen.
- Wie gross ist der Blindwiderstand  $X_L$  der Spule? ( $62.83\Omega$ )
  - Wie gross wäre die Phasenverschiebung ohne Kondensator? ( $64.48^\circ$ )
  - Welchen Blindwiderstand  $X_C$  muss der Kondensator aufweisen, damit der Leistungsfaktor  $0.93$  erreicht wird? ( $50.97\Omega$ )
  - Welche Kapazität muss der Kondensator aufweisen? ( $62.45\text{ }\mu\text{F}$ )

24. (Lindner II, 199) Methode der drei Spannungsmesser (Drei Voltmeter-Methode): Die Wirkleistung einer - Spule ( $R_2, L_2$ ) soll mit drei Spannungsmessern - gemessen werden, indem nach untenstehendem Bild der induktionsfreie Widerstand  $R_1$ , davor geschaltet wird, dessen Wert genau bekannt ist. Es gilt dann die Formel:

$$P_{R_2} = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2 R_1}$$

Bestätigen Sie die Richtigkeit der Formel.



## ET II Aufgaben

25. (Lindner II, 200) Mit Hilfe der in der letzten Aufgabe genannten Methode wird die Wirkleistung eines Motors durch Zuschalten eines Widerstandes von  $R_1 = 6,5 \, \Omega$  bestimmt. Es werden die Spannungen  $U = 225 \, \text{V}$ ,  $U_1 = 112 \, \text{V}$  und  $U_2 = 118 \, \text{V}$  gemessen. Welche Wirk- und Scheinleistung sowie welchen Leistungsfaktor hat der Motor?  
( $P_2=1858\text{W}$ ,  $S_2=2033\text{VA}$ ,  $S_{\text{Tot}}=3876\text{VA}$ ,  $\cos\varphi=0.914 = 23,9^\circ$ ,  $Q=825\text{var.}$ )

26. (Lindner II, 201) Mit der in vorstehender Aufgabe genannten Methode wurden Drosselspulen untersucht und folgende Werte festgestellt:

	$R_1 \, [\Omega]$	$U \, [\text{V}]$	$U_1 \, [\text{V}]$	$U_2 \, [\text{V}]$	$S_2 \, [\text{VA}]$	$P_{R2} \, [\text{W}]$	$\cos\varphi_2$
a)	15	60	24	38,2	(61.12)	(52.16)	(0.853)
b)	15	60	22	45,1	(66.15)	(36.1)	(0.545)
c)	15	60	18,3	52,6	(64.17)	(16.6)	(0.259)

Berechnen Sie die Wirkleistung und den Leistungsfaktor der Drosselspulen.

## ET II Aufgaben

27. (Lindner II, 202) An Quecksilberdampflampen mit vorgeschalteter Drossel wurden folgende Werte gemessen:

	I [A]	U[V]	U <sub>1</sub> [V] (Lampe)	U <sub>2</sub> [V] (Drossel)	P Lampe [W]	P Drossel [W]	P Total [W]
a)	1,1	220	108	187	(118.8)	(9)	(127.8)
b)	3,7	220	122	178	(451.4)	(27.8)	(479.2)
c)	8,0	220	125	176	(1000)	(57.57)	(1057.6)

Welche Wirkleistungen haben die Lampen und die Vorschalt-drossel?

28. (Lindner II, 206) Verschiedene Leuchtstofflampen mit Drosseln in Serie haben bei einer Nennspannung von 220V die Wirkleistungsaufnahmen gemäss Tabelle. Berechnen Sie die Leistungsfaktoren der Drossel allein und der Lampe inkl. Drossel.

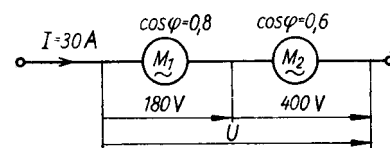
	Lampe allein [W]	Lampe und Drossel [W]	Strom [A]	Q <sub>Dr</sub> [VAr]	S <sub>Dr</sub> [VA]	S <sub>Tot</sub> [VA]	cosφ Drossel allein	cosφ Lampe und Drossel
a	10	13	0.15	(30.3)	(30.45)	(33)	(0.1)	(0.39)
b	16	20	0.2	(39.2)	(39.4)	(44)	(0.1)	(0.36)
c	25	31	0.29	(55.8)	(56.1)	(63.8)	(0.1)	(0.39)
d	40	49	0.5	(98.5)	(98.6)	(110)	(0.1)	(0.36)



## ET II Aufgaben

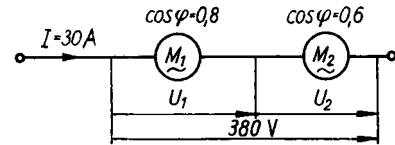
29. (Lindner II, 207) Ein Generator speist über eine längere Leitung einen Motor. Dieser nimmt bei der Klemmenspannung von 2400 V und einem  $\cos\omega$  von 0,85 eine Wirkleistung von 180 kW auf. In der Leitung, in der ein Strom von 88A fließt, gehen 10% der Generatorwirkleistung verloren. Gesucht sind:
- die Wirkleistung des Generators (200kW),
  - der Spannungsabfall in der Leitung (227.3V),
  - der  $\cos\omega$  des Generators (0.873) und
  - die Spannung am Generator (2.603kV),
  - Wie viel Prozent der Generatorspannung gehen in der Leitung verloren? (8.7%).

30. (Lindner II, 208) Welche Gesamtwerte haben in der auf dem Bild angegebenen Reihenschaltung zweier Motoren:
- die Spannung  $U$  (575V),
  - der Leistungsfaktor  $\cos\varphi$  (0.67),
  - der Wirk- und Blindstrom ( $I_W=20A$ ,  $I_B=22.3A$ )?



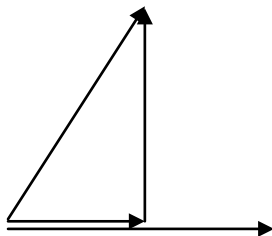
## ET II Aufgaben

31. (Lindner II, 209) Welche Einzelspannungen liegen an den in untenstehendem Bild angegebenen Motoren, wenn die Gesamtwirkleistung  $P = 8 \text{ kW}$  beträgt? ( $U_1 = 181.8 \text{ V}$ ,  $202.1 \text{ V}$ )



### Parallelschaltung von R-C-L

32. Ein realer Kondensator wird mit einem Wirkwiderstand von  $10 \text{ k}\Omega$  parallel einer Kapazität von  $10 \mu\text{F}$  beschrieben. Berechnen Sie den Blindwiderstand bei  $50 \text{ Hz}$  und zeichnen Sie das Zeigerdiagramm von Strömen und Spannung qualitativ, berechnen Sie die resultierende Phasenverschiebung  $\varphi$ . ( $318 \Omega$ ,  $-88.2^\circ$ )



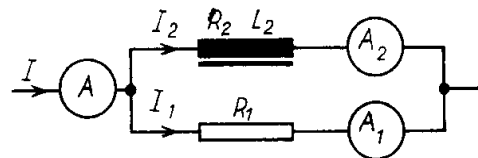
## ET II Aufgaben

33. Ein Widerstand von  $250\ \Omega$ , ein Kondensator von  $15\ \mu\text{F}$  und eine Drossel von  $800\text{mH}$  werden parallel an  $230\text{V}$ ,  $50\text{Hz}$  geschaltet. Wie gross ist die Impedanz, wirkt die Schaltung induktiv oder kapazitiv?  
( $246\ \Omega$ , kapazitiv,  $X_L\ 251\ \Omega$ ,  $X_C\ 212\ \Omega$ )

34. (Lindner II, 203) Methode der drei Strommesser (Drei-Amperemeter-Methode): Nach nebenstehendem Bild wird die Leistungsaufnahme der Spule ( $R_2$ ,  $L_2$ ) mittels dreier Strommesser bestimmt, wobei der Widerstand  $R_1$  genau bekannt ist. Auf welche Weise erhält man die Formel:

(Ersatzschaltung Drossel als Parallelschaltung)

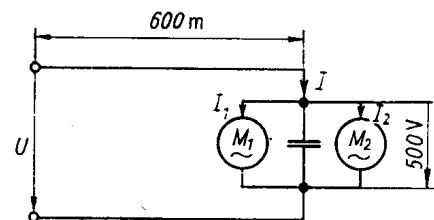
$$P_2 = \frac{R_1}{2} (I^2 - I_1^2 - I_2^2)$$



## ET II Aufgaben

35. (Lindner II, 204) An einer Spannung von 224 V liegen parallel geschaltet eine größere Anzahl von Glühlampen, durch die ein Gesamtstrom von 12,5 A fließt, und ein Elektromotor, der einen Strom von 8,9 A aufnimmt. Der Gesamtstrom beträgt 20,6 A. Welche Wirkleistung verbrauchen Motor und Lampen, und welchen Leistungsfaktor hat der Motor?  
(4.49kW,  $\cos\varphi = 0.849$ )

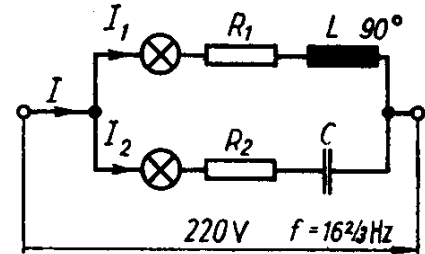
36. (Lindner II, 210) Zwei Motoren liegen parallel an einer Klemmenspannung von 500 V (50 Hz). Der eine leistet 33 kW bei  $\eta = 0,82$  und  $\cos\varphi = 0,65$ , der andere 26 kW bei  $\eta = 0,78$ . Der Gesamtleistungsfaktor beträgt 0,5. Berechnen Sie:
- die Teilströme  $I_1$  und  $I_2$  und den Gesamtstrom  $I$ , ( $I_1=123.7\text{A}$ ,  $I_2=173.9\text{A}$ ,  $I=294\text{A}$ )
  - den Leistungsfaktor des zweiten Motors ( $\cos\varphi_2 = 0.38$ ) ( $36.37^\circ$ ) sowie
  - die Spannung  $U$  am Beginn der 600m langen Zuleitung von  $50\text{mm}^2$  Kupfer. (572V) Wie groß werden:
  - der Gesamtleistungsfaktor (0.752) und der Gesamtstrom (195.5A), wenn den Motoren ein Kondensator von  $800\mu\text{F}$  zugeschaltet wird?



## ET II Aufgaben

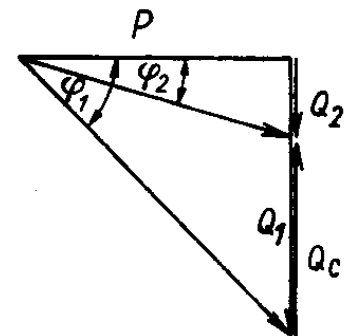
37. (Lindner II, 211) Zwei Lampen zu je 40 W und 125 V sollen mit passenden Vorschaltwiderständen versehen werden. Um das bei der niedrigen Frequenz auftretende Flackern zu unterdrücken, sollen die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  um  $+45^\circ$  bzw.  $-45^\circ$  gegenüber der Netzspannung phasenverschoben sein.

- a) Es sind die erforderlichen Werte für  $R_1$  (95.6  $\Omega$ ),  $R_2$  (95.6  $\Omega$ ),  $L$  und  $C$  zu berechnen. Drossel und Kondensator werden dabei als verlustlos angenommen.  
 b) Welche Wirkleistung verbraucht die Anlage? (99.6W)  
 c) Welcher Gesamtstrom  $I$  fließt? (0.45A)



### Verbesserung des Leistungsfaktors

Bild: Leistungsdiagramm bei Kompensation



Hinweis: Ein schlechter Leistungsfaktor bedeutet eine hohe Blindleistung, der das öffentliche Verteilungsnetz zusätzlich belastet. Durch Zuschalten von Kondensatoren kann die induktive Blindleistung weitgehend kompensiert werden.

38. Welche Blindleistung ist zu kompensieren, wenn ein Industriebetrieb bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 4800 kW den Leistungsfaktor von 0,6 auf 0,8 verbessern will? (2800 kVar)

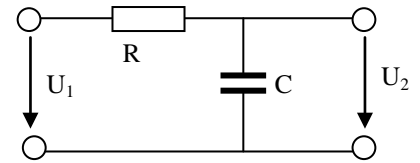
## ET II Aufgaben

39. (Lindner II, 213) Durch Einbau von Kondensatoren wird die Blindleistung eines Betriebes um 5600 kvar verringert und ein Leistungsfaktor von 0,82 erreicht. Wie groß war dieser zuvor, wenn die Wirkleistung 8500 kW beträgt? ( $\cos \varphi = 0.593$ )
40. (Lindner II, 214) Wie groß ist die Wirkleistung eines Betriebes, wenn er durch Kompensation von 4200 kvar Blindleistung den Leistungsfaktor von 0,65 auf 0,85 verbessern konnte ? (7645kW)
41. (Lindner II, 215) Ein Industriewerk verbraucht monatlich 71'000kWh und 105'000kvarh. Wieviel kvar sind zu kompensieren, wenn ein Leistungsfaktor von 0.93 angestrebt wird und die monatliche Betriebsstundenzahl 380 beträgt? (202.5kvar)

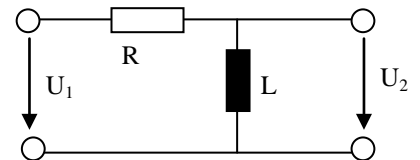
## ET II Aufgaben

### Frequenzabhängige Vierpole

42. Eine R-C Schaltung mit  $R=50\Omega$  soll bei 250Hz ihre Grenzfrequenz haben.
- Berechnen Sie den erforderlichen Kondensator. ( $12.7\mu\text{F}$ )
  - Bei welcher Frequenz ist  $U_2$  95% von  $U_1$ ? (82.2Hz)
  - Bei welcher Frequenz ist  $U_2$  5% von  $U_1$ ? (5000Hz)
  - Wie gross ist die Phasenverschiebung zwischen  $U_1$  und  $U_2$  im Fall c)? ( $-2.866^\circ$ )



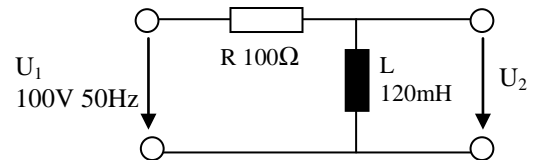
43. Ein R-L-Glied dämpft 50Hz zu 90%,  $U_2$  ist dementsprechend noch 10%. Der Widerstand R sei  $100\Omega$ , die Spule sei ideal, ohne Verlust.
- Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm für 50Hz.
  - Welchen Blindwiderstand muss die ideale Spule bei 50Hz aufweisen? ( $10.05\Omega$ ), ( $\varphi=5.74^\circ$ )
  - Wie gross muss die Induktivität L sein? (32mH)
  - Welchen Blindwiderstand muss die Schaltung bei 90% Durchlass aufweisen? ( $206.5\Omega$ ) ( $\varphi=64.16^\circ$ )
  - Bei welcher Frequenz ist das der Fall? (1027Hz).



## ET II Aufgaben

**44. R-L Glied gemäss Schema.**

- a) Wie gross ist  $U_2$  bei 50Hz? ( $X_L=37.7\Omega$ ,  $U_2=35.28V$ )
- b) Wie gross ist die Phasenverschiebung  $\varphi$ ? ( $\varphi=20.66^\circ$ )
- c) Wie gross ist  $U_2$  bei 400Hz? ( $X_L=301.4\Omega$ ,  $U_2=94.9V$ )
- d) Wie gross ist die Grenzfrequenz? (132Hz)



**Integrator**

45. Ein Gleichspannungssignal von 1...8V soll über eine Zeit von 1Min. integriert werden.  
 $R_i$  der Gleichspannungsquelle =  $1k\Omega$ , Quellenbelastung max.  $100\mu A$  zulässig, die Zeitkonstante soll 5 mal die Integrationszeit betragen.
  - a) Wie gross wählen Sie R und C? ( $R=100\Omega$ ,  $C=3mF$ )

**Resonanz**

46. Ein Serieschwingkreis mit  $L=68mH$ ,  $C=25nF$ ,  $R=100\Omega$  wird an 10V bei Resonanzfrequenz angeschlossen.
  - a) Zeichnen sie das Schema und das Zeigerdiagramm.
  - b) Wie gross ist die Resonanzfrequenz? (3860Hz)
  - c) Wie gross ist der Strom bei Resonanz? (0.1A)
  - d) Wie gross ist  $X_L$ ,  $X_C$ , und  $U_L$  bzw.  $U_C$ ? (1650Ω), (165V),
  - e) Wie gross ist Q? (16.5)



## ET II Aufgaben

### **Schemata**

47. Zeichnen Sie ein Schema für das Ein- und Ausschalten des Lichtes von 2 Schaltern aus. (Gangschaltung)
48. Zeichnen Sie ein Schema für das Ein- und Ausschalten des Lichtes in einem Saal von 5 Schaltern aus. Jeder Schalter ist solange geschlossen, wie darauf gedrückt wird.
- a) Verwenden Sie konventionelle Relais und Schütze. Zeichnen Sie dazu ein Sequenzdiagramm.
  - b) Verwenden Sie Stromstossrelais.