

Inhaltsverzeichnis

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
1	Stromdichte	6
2	Ohmsche Gesetz (Rechnen mit dem Widerstand)	7
3	Ohmsche Gesetz (Rechnen mit dem Leitwert)	8
4	Widerstand und Abmessungen (spez. Widerstand)	9 – 10
5	Widerstand und Abmessungen (spez. Leitfähigkeit)	11
6 / 6A	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	12 – 13
6 / 6B	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes (Rechnen mit dem fiktiven Materialnullpunkt)	14
7 / 7A	Elektrische Leistung (1. Teil)	15
7 / 7B + 7C	Elektrische Leistung (2. Teil)	16 – 17
7 / 7D	Elektrische Leistung (3. Teil)	18
8 / 8A	Elektrische Arbeit	19
8 / 8B	Elektrische Leistung / Arbeit	20
8 / 8C	Elektrische Arbeit / Energiekosten	21
9	Einzelwirkungsgrad	22
10	Gesamtwirkungsgrad	22
11	Reihenschaltung	23
12	Vorwiderstand	24
13	Parallelschaltung	25
14	Gemischte Schaltung	26 – 27
15	Spannungsteilerschaltung	28 – 29
16	Brückenschaltung	30
17	Dreieck – Stern und Stern – Dreieck Umwandlung	31
18	Messschaltungen	32 – 33
19	Messgerätefehler	34
20	Spannungsfall auf Leitungen	35 – 36
21	Chemische Wirkung des elektrischen Stromes	37
22	Primärelement (Galvanische Elemente)	37
23	Entladen eines Primärelementes	38
24	Sekundärelement	39
25	Ersatzspannungsquelle	40
26	Ersatzstromquelle	41 – 42
27	Anpassung (Spannungsanpassung / Leistungsanpassung / Stromanpassung)	43 – 45
28	Reihenschaltung von Spannungsquellen	46
29	Parallelschaltung von Spannungsquellen	47 – 48
30	Gemischte Schaltung von Spannungsquellen	49 – 50
31	Netzwerke (Kreisstromverfahren)	51
32	Netzwerke (Überlagerungsmethode)	52

Inhaltsverzeichnis

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
33	Elektrisches Feld	53
34	Elektrische Feldstärke und Durchschlagfestigkeit	54
35	Verschiebungsdichte und Verschiebungsfluss	55
36	Dielektrische Polarisation (Isolierstoffe / Dielektrikum)	56
37	Kondensator	57
38	Kapazität von Kondensatoren	57
39	Kapazität von Leitungen	58
40	Reihenschaltung von Kondensatoren	59
41	Parallelschaltung von Kondensatoren	60
42	Gemischte Schaltung von Kondensatoren	61
43	Energie des elektrostatischen Feldes	62
44	Laden eines Kondensators mit konstantem Strom	63
45	Laden eines Kondensators mit einer Gleichspannungsquelle	64
46	Entladen eines Kondensators	65 – 66
47	Magnetische Durchflutung	67
48	Magnetische Feldstärke	67
49	Magnetische Flussdichte oder magnetische Induktion	68
50	Permeabilität; eisenlose Spule	68
51	Permeabilität; Umgebung von Leitern	69 – 70
52	Magnetische Eigenschaften von ferromagnetischen Stoffen	70
53	Magnetisierungskurve	71
54	Magnetischer Widerstand	72
55	Der magnetische Kreis	73
56	Induktivität (1. Teil)	74
57	Induktivität (2. Teil)	75
58	Induktivität von Leitungen	76
59	Reihenschaltung von Induktivitäten	77
60	Parallelschaltung von Induktivitäten	77
61	Gemischte Schaltung von Induktivitäten	77
62	Elektromagnetische Induktion durch Bewegen eines Leiters	78
63	Elektromagnetische Induktion durch Magnetfeldänderung	79 – 80
64	Selbstinduktion	80
65	Einschaltverhalten einer Induktivität an Gleichspannung	81
66	Ausschaltverhalten einer Induktivität	82 – 83
67	Kraftwirkung zwischen zwei Magneten	84
68	Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld	84
69	Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	85

Inhaltsverzeichnis

Kapitel Nr.	Kapitel – Bezeichnung	Seitenzahl
70	Grundlagen Wärmelehre	86
71	Mischung unterschiedlicher Wärmemengen	87
72	Aggregatzustandsänderung	88
73	Elektrowärme (Wärmewirkung des elektrischen Stromes)	89 – 90
74	Erwärmung von isolierten Leitern	91 – 92
75	Stationärer Zustand in der Erwärmung von isolierten Leitern	93
76	Wärmenutzungsgrad (Wärmewirkungsgrad)	94
77	Wärmedurchgangswiderstand	94
78	Wärmedurchgangskoeffizient (u-Wert)	95
79	Wärmeleitung	95
80	Wärmestrahlung	96
81	Wärmeströmung (Konvektion)	97
82	Transmissionswärmebedarf	97
83	Lüftungswärmebedarf	98
84	Wärmeleistungsbedarf	98
85	Wärmequellen	99
86	Anschlusswert von Elektroheizungen	100
87	Elektrowärmepumpen	100

7D ELEKTRISCHE LEISTUNG (3. TEIL) $\left[P_2 = \frac{P_1 \cdot (U_2)^2}{(U_1)^2}; P_2 = \frac{P_1 \cdot (I_2)^2}{(I_1)^2} \right]$

Nr. Aufgabe

Nennquerschnitt in mm ² (Cu)	Nennstrom Überstromschutzeinrichtung	Leistung P in W bei I _N 75%	Leistung P in W bei I _N 100%
1.5	10	45.9	81.7
1.5 / 2.5	13	77.6 / 46.6	138 / 82.8
1.5 / 2.5 / 4.0	16	117.6 / 70.6 / 44.1	209 / 125.4 / 78.4
1.5 / 2.5 / 4.0 / 6.0	20	183.8 / 110.3 / 68.9 / 45.9	326.7 / 196 / 122.5 / 81.7
2.5 / 4.0 / 6.0	25	172.3 / 107.7 / 71.8	306.3 / 191.4 / 127.6
4.0 / 6.0	32	176.4 / 117.6	313.6 / 209.1

7.42 a) P₂ = 84.64W b) P₂ = 112.36W

7.43 a) U₂ = 220.96V b) U₂ = 205.14V c) U₂ = 240.98V d) U₂ = 249.92V

Normspannung in V	maximaler Widerstand in Ω	Leistung bei 10% Überspannung in W	Leistung bei 10% Unterspannung in W
230V	46	1'391.5	931.5
230V	40	1'600.2	1'071.22
230V	34	1'882.6	1'260.26
230V	30	2'133.6	1'428.30
230V	20	3'200.45	2'142.45

7.45 Die Leistung sinkt um 75%.

7.46 Die Spannung muss um 41.42% erhöht werden.

7.47 - Der elektrische Strom nimmt zu und damit auch die Leistung. Durch eine zu grosse Leistungsaufnahme wird das Gerät zerstört.

- P₂ = 6'654W

- Die Leistung ist beim Anschluss an 400V 3 mal grösser als beim Anschluss an 230V.

7.48 ΔP% = 9.3% (Rundungsdifferenzen beachten)

7.49 U₂ = 210.8V

7.50 Unterspannung:

Bei konstantem Widerstand sinkt die Stromstärke. Durch die sinkende Stromstärke erhöht sich die Auslösezeit. Je später die Überstromschutzeinrichtung anspricht, desto länger bleibt die gefährliche Situation bestehen.

Überspannung:

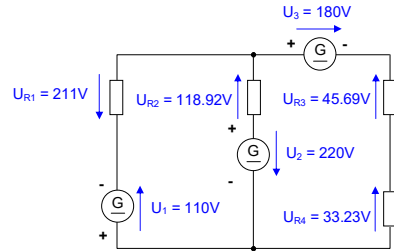
Bei konstantem Widerstand steigt die Stromstärke. Durch die steigende Stromstärke reduziert sich die Auslösezeit. Je schneller die Überstromschutzeinrichtung anspricht, desto ungefährlicher ist die Situation.

Achtung: Die oben erwähnten Überlegungen beziehen sich auf einen konstanten Netzwidestand. In einem Elektrizitätsnetz kommen jedoch auch Widerstände vor, die nicht konstant bleiben.

32 NETZWERKE (ÜBERLAGERUNGSMETHODE)

Nr. Aufgabe

- 32.1 a) Teilstrom $I_1 = 14.067\text{A}$ ↓
 Teilstrom $I_2 = 9.91\text{A}$ ↑
 Teilstrom $I_3 = 4.154\text{A}$ ↑
 b) $U_{R1} = 211\text{V}$, $U_{R2} = 118.92\text{V}$
 $U_{R3} = 45.694\text{V}$, $U_{R4} = 33.23\text{V}$



- c) Maschensatz für $U_1 = 110\text{V} - 211\text{V} - 118.92\text{V} + 220\text{V} = 0\text{V}$
 Maschensatz für $U_2 = 220\text{V} - 118.92\text{V} - 180\text{V} + 45.7\text{V} + 33.23\text{V} = 0\text{V}$
 Maschensatz für $U_3 = 180\text{V} + 118.92\text{V} - 220\text{V} - 33.23\text{V} - 45.7\text{V} = 0\text{V}$

- 32.2 a) Teilstrom $I_{12} = 2.963\text{A}$ ←
 Teilstrom $I_3 = 9.925\text{A}$ ←
 Teilstrom $I_{45} = 12.9\text{A}$ →
 b) $U_{R1} = 11.852\text{V}$
 $U_{R2} = 5.926\text{V}$
 $U_{R3} = 29.775\text{V}$
 $U_{R4} = 64.5\text{V}$
 $U_{R5} = 25.8\text{V}$

c) Alle Akkumulatoren werden entladen, weil sie als Spannungsquelle im Stromkreis liegen. Strom- und Spannungspfeil sind bei allen Akkumulatoren entgegengesetzt gerichtet.

- 32.3 a) Teilstrom $I_{12} = 1.908\text{A}$ ↓
 Teilstrom $I_3 = 0.909\text{A}$ ↓
 Teilstrom $I_4 = 2.814\text{A}$ ↑
 b) $U_{R1} = 19.08\text{V}$
 $U_{R2} = 38.16\text{V}$
 $U_{R3} = 27.27\text{V}$
 $U_{R4} = 112.56\text{V}$

c) Alle Akkumulatoren wirken als Spannungsquelle und geben elektrische Energie ab. Die Richtung der Strom- und Spannungspfeile sind jeweils entgegengesetzt.

- 32.4 a) Teilstrom $I_1 = 0.534\text{A}$ ←
 Teilstrom $I_2 = 6.934\text{A}$ ←
 Teilstrom $I_{34} = 7.467\text{A}$ →
 b) $U_{R1} = 8.01\text{V}$
 $U_{R2} = 104.1\text{V}$
 $U_{R3} = 89.604\text{V}$
 $U_{R4} = 134.4\text{V}$

c) Weil alle Akkumulatoren als Spannungsquelle wirken, wird kein Akkumulator geladen. Strom- und Spannungspfeile sind jeweils entgegengesetzt gerichtet.

- 32.5 a) Teilstrom $I_1 = 2.36\text{A}$ ↑
 Teilstrom $I_{23} = 1.098\text{A}$ ↓
 Teilstrom $I_4 = 1.279\text{A}$ ↓
 b) $U_{R1} = 70.8\text{V}$
 $U_{R2} = 27.45\text{V}$
 $U_{R3} = 21.96\text{V}$
 $U_{R4} = 19.185\text{V}$

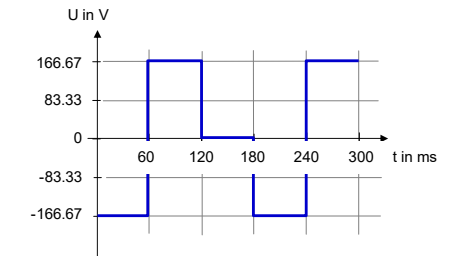
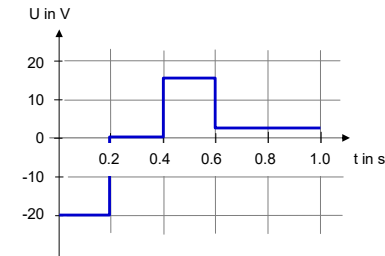
c) Nur U_2 wirkt im vorliegenden Stromkreis als Spannungsquelle, weil nur bei U_2 Strom- und Spannungspfeile entgegengesetzt gerichtet sind. U_1 , U_3 und U_4 wirken wie Verbraucher. Die Richtung der Strom und Spannungspfeile stimmt überein.

63 ELEKTROMAGNETISCHE INDUKTION DURCH MAGNETFELDÄNDERUNG

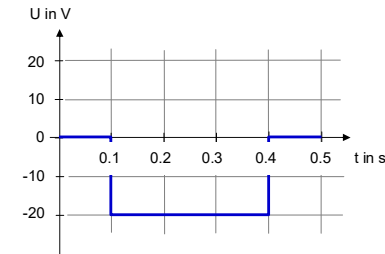
Nr. Aufgabe

- 63.1 $U_i = -352\text{V}$
 63.2 $N = 15\text{Wdg.}$
 63.3 $U_i = 44.21\text{V}$
 63.4 a) $U_i = -20\text{V}$, $U_i = 0\text{V}$, $U_i = 15\text{V}$, $U_i = 2.5\text{V}$

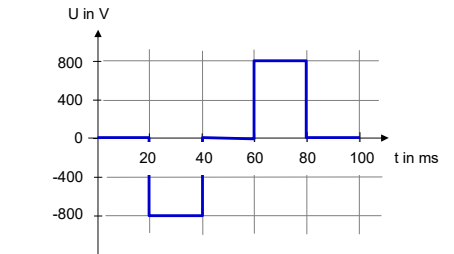
- b) $U_i = -166.67\text{V}$, $U_i = 166.67\text{V}$, $U_i = 0\text{V}$,
 $U_i = -166.67\text{V}$, $U_i = 166.67\text{V}$



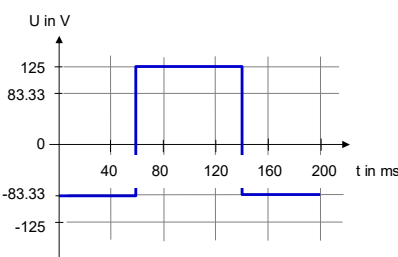
- c) $U_i = 0\text{V}$, $U_i = -20\text{V}$, $U_i = 0\text{V}$



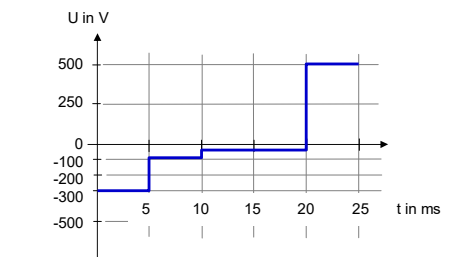
- d) $U_i = 0\text{V}$, $U_i = -800\text{V}$, $U_i = 0\text{V}$, $U_i = 800\text{V}$, $U_i = 0\text{V}$



- e) $U_i = -83.33\text{V}$, $U_i = 125\text{V}$, $U_i = -83.33\text{V}$



- f) $U_i = -300\text{V}$, $U_i = -100\text{V}$, $U_i = -50\text{V}$, $U_i = 500\text{V}$



- 63.5 a) $\Delta B = -689.78\text{mVs/m}^2$ b) $\Delta \Phi = -334.545\mu\text{Vs}$

- 63.6 $U_{i1} = -1'636.4\text{V}$, $U_{i2} = -818.2\text{V}$

- 63.7 $U_i = 7.5\text{V}$