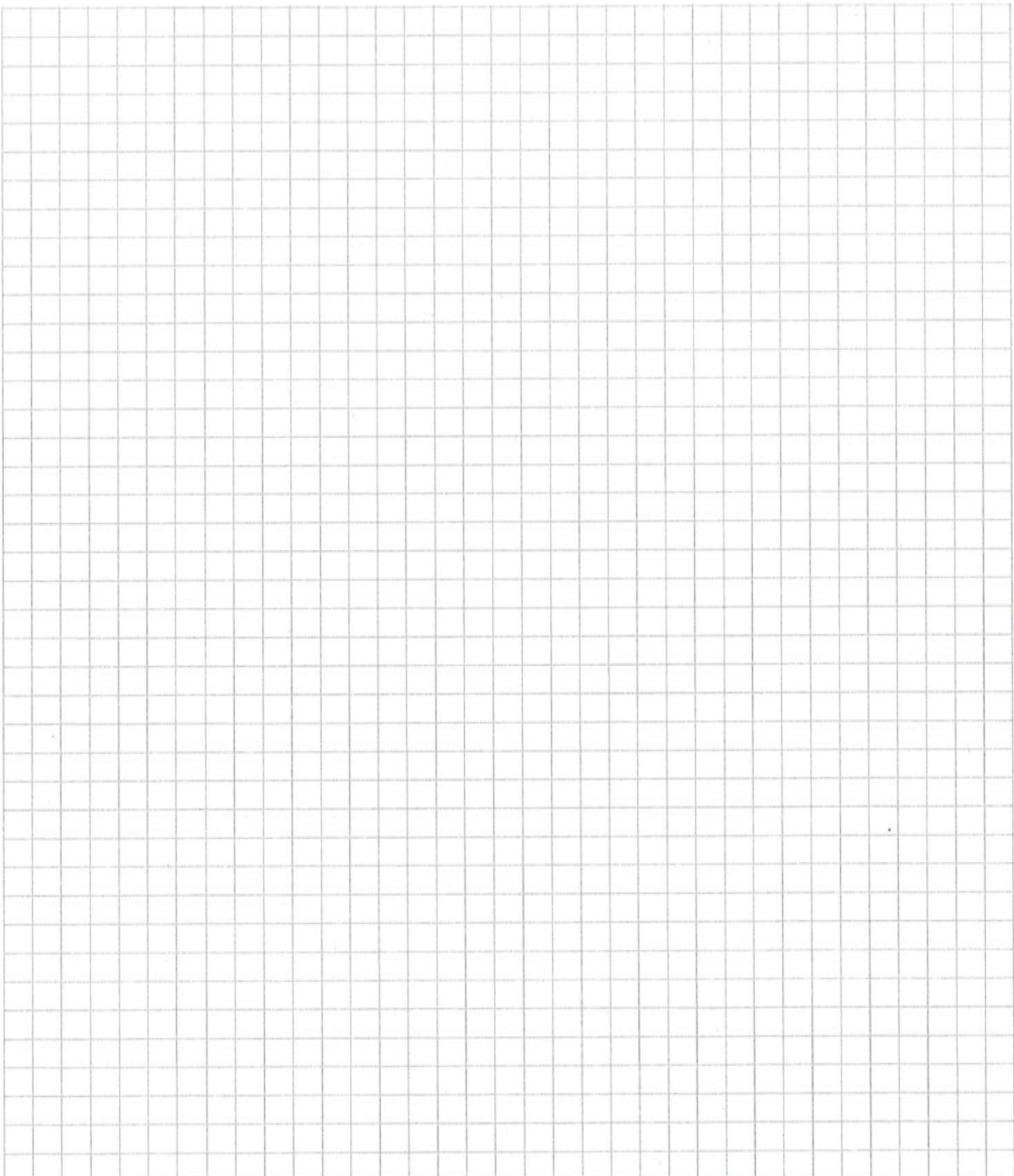


Raum: D120	Prüfungstag: 01.02.2018					Zeit: 16:15 – 17:45	
Name [redacted]	Vorname [redacted]					Matrikelnummer	2. Wiederholungsprüfung, (ja/nein)
[redacted]	[redacted]					[redacted]	nein
Aufgabe:	1	2	3	4	5	Summe	Note
Punkte:	3	1	19	0 ⁷	2 ² 25	51	2,7
Hilfsmittel: Taschenrechner, handgeschriebene Formelsammlung 1x A4 beidseitig Hinweise: schreiben Sie leserlich, nur in blau oder schwarz (nicht mit Bleistift), nummerieren Sie Ihre Aufgaben, lassen Sie Platz am rechten Rand							

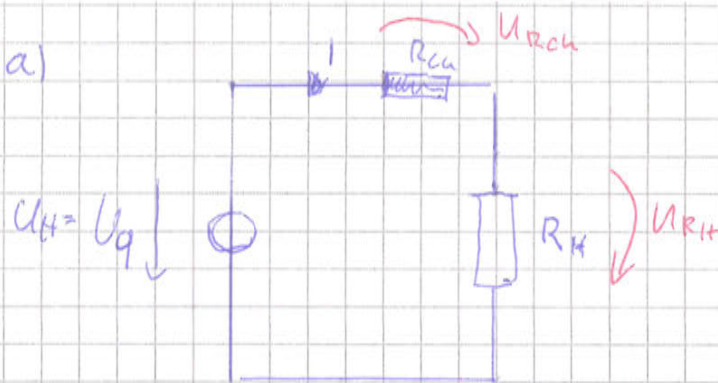
PL



1) – Temperaturabhängige Widerstände – (15P)

An einem Heizgerät mit dem Widerstand R_H wird die Spannung $U_H = 400V$ und der Strom $I = 120A$ gemessen. Von der Gleichspannungsquelle U_q bis zum Heizgerät beträgt der Abstand 100 m. Jede Ader besteht aus einem Kupferleiter mit einer elektrischen Leitfähigkeit $\kappa_{Cu} = 60 \cdot 10^6 \text{ S/m}$ mit einem Querschnitt $A = 70 \text{ mm}^2$. Das Kabel nimmt im Betrieb eine Temperatur von $\vartheta = 70^\circ\text{C}$ an. ($\alpha_{Cu} = 3,93 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$, $\beta_{Cu} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}^2$)

- Zeichnen Sie das vollständig beschriftete Ersatzschaltbild (aller Widerstände, Ströme und Spannungen)! (3P)
- Welchen Betriebswiderstand R_{Cu} hat das Kabel bei 70°C insgesamt? (5P)
- Welche Verlustleistung P_V wird im Kabel umgesetzt? (2P)
- Welche Klemmenspannung U_q liefert die Gleichspannungsquelle? (2P)
- Durch einen Kurzschluss im Heizgerät ist ein Teil der Heizwicklung kurzgeschlossen. Berechnen Sie die Widerstandserhöhung, wenn die Zunahme der Stromstärke zu einer Temperaturerhöhung des Leiters um weitere 70°C führt! (3P)



2P

b)

$$R_{Cu} = \frac{l}{\kappa_{Cu} \cdot A} = \frac{100 \text{ m}}{60 \cdot 10^6 \frac{\text{S}}{\text{m}} \cdot 70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$R_{Cu} = 1,6667 \cdot 10^{-8} \Omega$$

1P
0P

$$R_{70} = 1,6667 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \left(1 + 3,93 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}} (70 - 20)\right)$$

$$R_{70} = 1,335 \cdot 10^{-8} \Omega$$

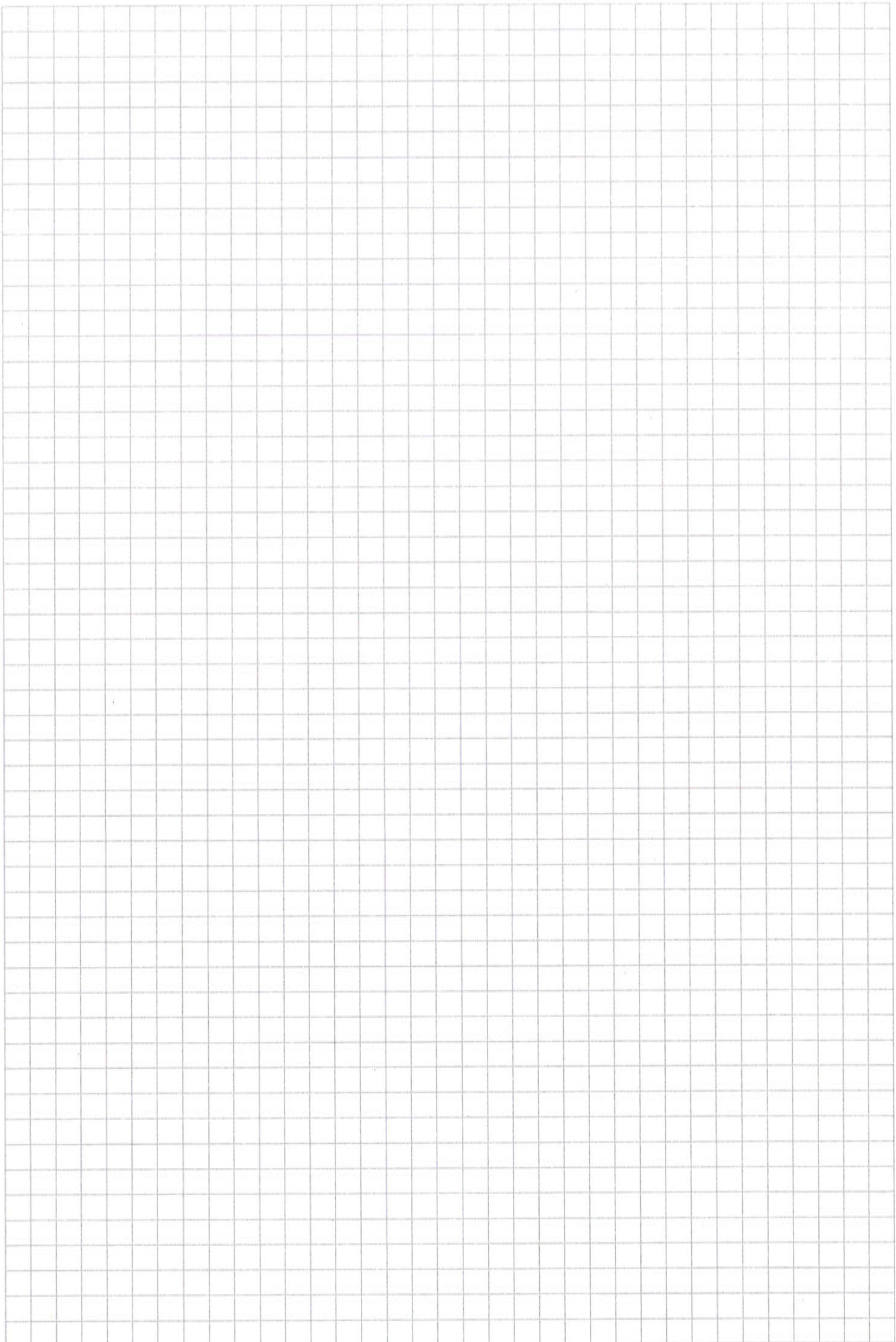
0P

d) $400V$

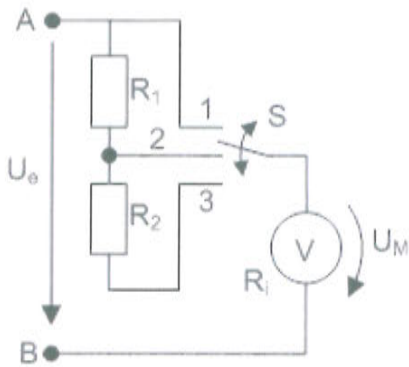
c) $P_V = R_{70} \cdot I^2 = 1,335 \cdot 10^{-8} \cdot 400^2 = 2,136 \text{ W}$

0P

$\Sigma 3P$



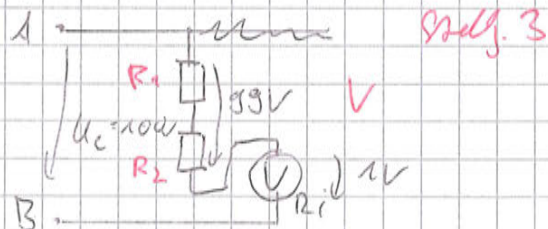
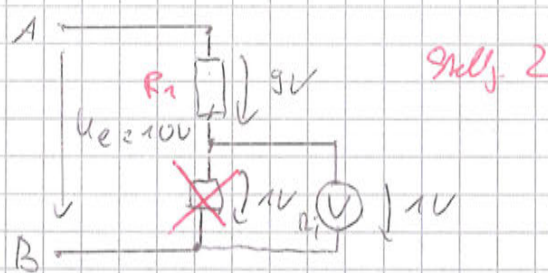
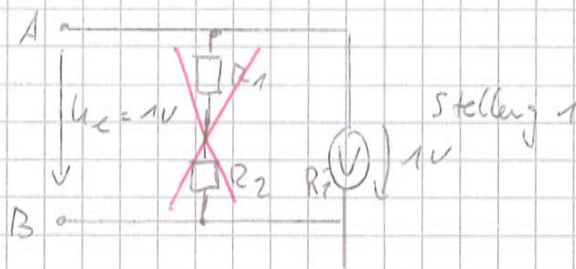
2) – Spannungsteiler – (20P)



Der Messbereich eines Voltmeters mit Vollausschlag $U_M = 1\text{ V}$ soll, wie dargestellt, durch die Widerstände R_1 und R_2 so erweitert werden, dass in der Stellung 2 des Umschalters S Spannungen U_e bis 10 V und in der Stellung 3 Spannungen U_e bis 100 V gemessen werden können ($R_i = 5\text{ k}\Omega$ ist Innenwiderstand des Voltmeters).

- Bestimmen Sie die Widerstände R_1 und R_2 ! (8P)
- Berechnen Sie die Gesamtwiderstände aller drei Messbereiche 1, 2 und 3! (6P)
- Zeichnen Sie die 3 Spannungsteiler für die 3 Messbereiche einzeln auf und benennen Sie alle Widerstände und Spannungen! (6P)

c)



1P

a) $R_1 = \frac{U_{R1}}{U_e} \cdot R_{ges}$

$$R_1 = \frac{U_{1V} \cdot R_{ges}}{U_e} = \frac{1 \cdot 5000}{10} = 500 \Omega$$

$$R_2 = \frac{U_{1V} \cdot R_{ges}}{U_e} = \frac{1 \cdot 5500}{100} = 55 \Omega$$



b) MB (Messbereich) : $R_{ges} = 5 \times 1000 \Omega$

MB II : $R_{ges} = 5500 \Omega$

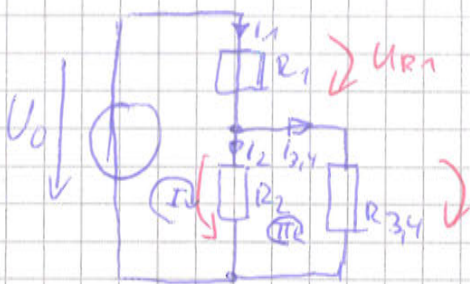
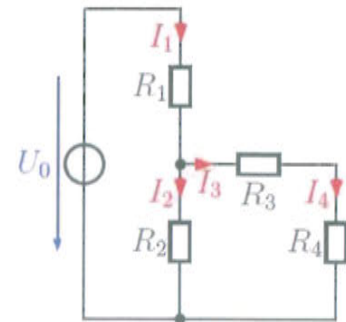
MB II : $R_{ges} = 8555 \Omega$

$\Sigma 1P$

3) – Berechnung von Netzwerken – (20P)

Bestimmen Sie mit dem Maschenstromverfahren alle Ströme in nebenstehender Schaltung ($U_0 = 20\text{ V}$, $R_1 = R_2 = 5\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1,5\text{ k}\Omega$, $R_4 = 1\text{ k}\Omega$)!

Zeichnen Sie zuerst das vollständig beschriftete Ersatzschaltbild (2P)! Geben Sie mit Hilfe des vollständigen Baumes die Anzahl der Knoten, Maschen und Zweige an (3P). Stellen Sie nun die Maschengleichungen auf (4P), geben Sie das Gleichungssystem in Matrixschreibweise nach dem Aufbau-schema an (3P), berechnen Sie die Maschenströme (4P) und ordnen Sie diese den Zweigströmen zu (4P)!



1P

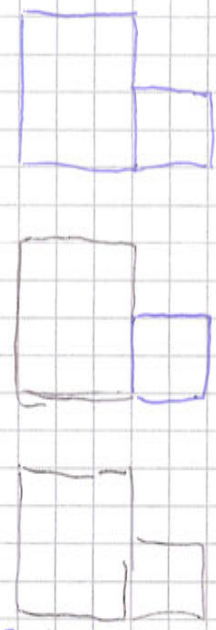
3P

4P

3P

4P

$k = 2 \checkmark$
 $M = 2 \checkmark$
 $Z = 3 \checkmark$
 $I_1 = I$
 $I_2 = I - II$
 $I_{3/4} = II$



$I \cdot R_1 + I \cdot R_2 - II \cdot R_2 - U_0 = 0 \checkmark \checkmark$
 $-I \cdot R_2 + II \cdot R_2 + II \cdot R_{3/4} = 0 \checkmark \checkmark$

$I \cdot (R_1 + R_2) - II \cdot R_2 = U_0$
 ~~$R_2(-I + II) + II \cdot R_{3/4} = 0$~~
 $-I R_2 + II (R_2 + R_{3/4}) = 0$

$$\begin{bmatrix} (R_1 + R_2) & -R_2 \\ -R_2 & (R_2 + R_{3/4}) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I \\ II \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_0 \\ 0 \end{bmatrix} \checkmark \checkmark \checkmark$$

$I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ A} \hat{=} 3 \text{ mA} \checkmark \checkmark$
 $II = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A} \hat{=} 2 \text{ mA} \checkmark \checkmark$

$$I_1 = I = 3 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$I_2 = I - II = 3 \text{ mA} - 2 \text{ mA} = 1 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$I_{2/4} = I = 2 \text{ mA} \quad \checkmark \checkmark$$

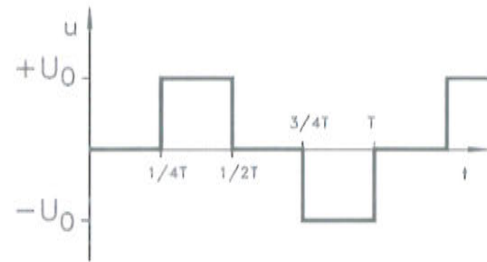
4P

Σ 19P

4) – Berechnung von Kennwerten – (15P)

Berechnen Sie für den gezeigten Spannungsverlauf den arithmetischen Mittelwert, den Gleichrichtwert, den Effektivwert sowie den Formfaktor und den Scheitelfaktor in Abhängigkeit von U_0 und geben Sie die Ergebnisse in ganzen Zahlen an (10P)!

Geben Sie dann nochmal alle Kennwerte für $U_0 = 10\text{ V}$ in beliebiger Zahlendarstellung an (5P)!



Mittelwert ~~ca~~ $\bar{u} = 0 \cdot U_0$

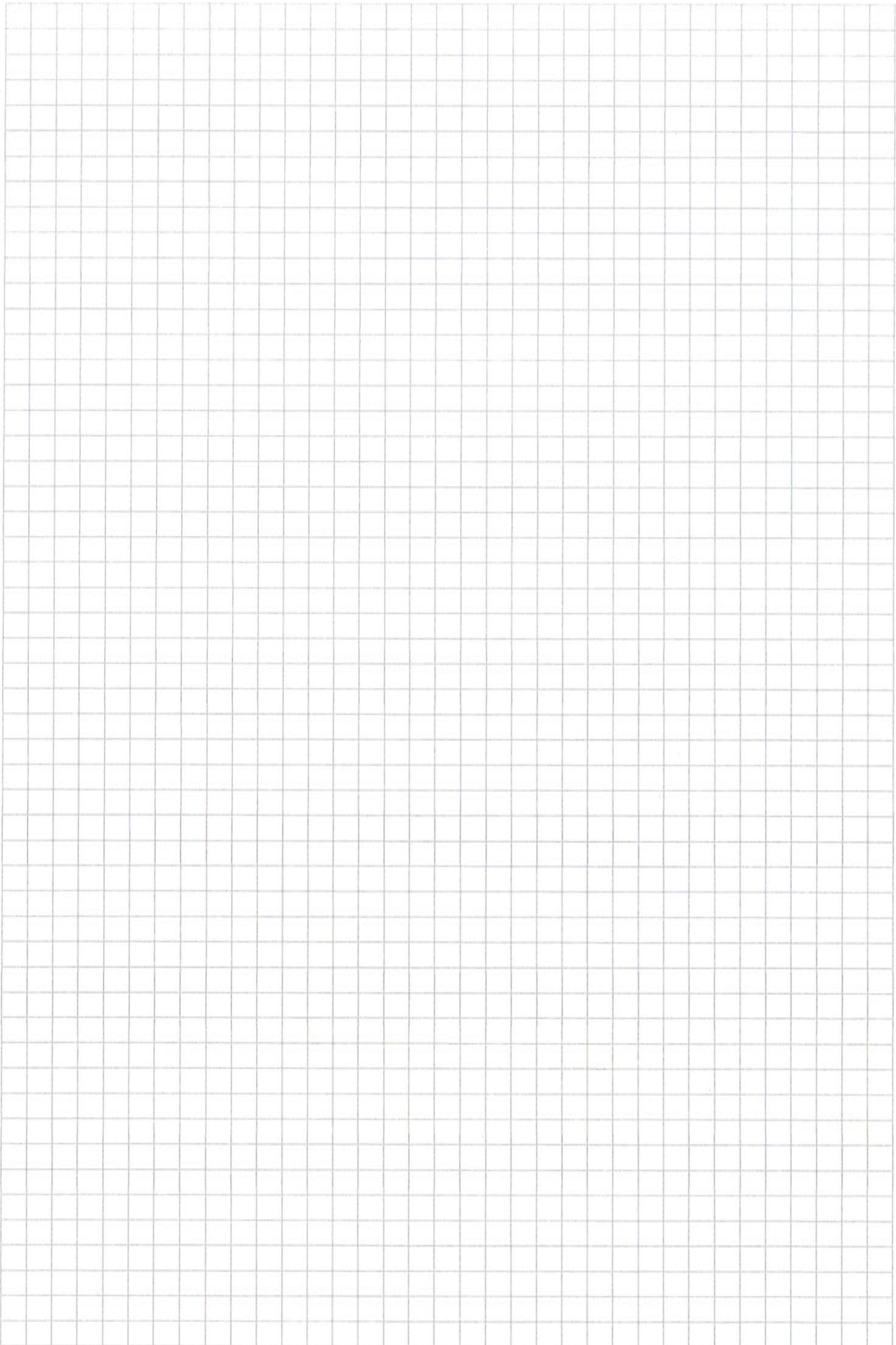
Effektivwert $u_{\text{eff}} = 0,7 \cdot \hat{u}_0$

$u_0 = 10\text{ V}$

$\bar{u} = \underline{0\text{ V}}$ ✓

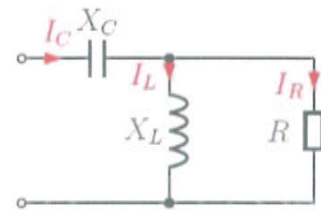
$u_{\text{eff}} = 0,7 \cdot 10\text{ V} = \underline{\underline{7\text{ V}}}$

Σ 0P
+ 1P
= 1P



5) – Teilströme in gemischter Schaltung – (30P)

Folgende Schaltung ist an eine Wechselspannung von $U = 100\text{ V}$ mit $\omega = 100\text{ s}^{-1}$ angeschlossen. Die Bauteile sind: $C = 500\text{ }\mu\text{F}$, $L = 250\text{ mH}$, $R = 50\text{ }\Omega$. Gesucht sind die Ströme I_C im Kondensator, I_L in der Spule und I_R im ohmschen Widerstand in Betrag und Phase (18P). Bestimmen Sie dazu zuerst die komplexen Größen \underline{U} , \underline{R} , \underline{X}_C und \underline{X}_L (4P)! Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der komplexen Widerstände und Leitwerte (4P) und das Zeigerdiagramm der komplexen Spannungen und Ströme (4P). Geben Sie Maßstäbe an!



Handwritten solution on grid paper:

$\underline{U} = 100\text{ V}$ ✓
 $\underline{R} = 50\text{ }\Omega$ ✓
 $\underline{X}_L = j \cdot 100\text{ s}^{-1} \cdot 250 \cdot 10^{-3}\text{ H} = j25\text{ }\Omega$ ✓
 $\underline{X}_C = \frac{1}{j100 \cdot 500 \cdot 10^{-6}} = -j200\text{ }\Omega$ ✓

4P

$\underline{Y}_R = 0,02\text{ S}$
 $\underline{Y}_L = -j0,04\text{ S}$
 $\underline{Y}_P = \underline{Y}_R + \underline{Y}_L = 0,02\text{ S} - j0,04\text{ S}$
 $\underline{Z}_P = \frac{1}{\underline{Y}_P} = 100 + j20\text{ }\Omega$ ✓

2P

$\underline{I}_P = \underline{U} \cdot \underline{Y}_P = 2 - j4\text{ A}$ ✓
 $\underline{Z}_G = \underline{Z}_P + \underline{X}_C = 100\text{ }\Omega + j20\text{ }\Omega - j200\text{ }\Omega = 100\text{ }\Omega$ ✓

2P

$\underline{I}_G = \underline{I}_C = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_G} = \frac{100\text{ V}}{100\text{ }\Omega} = 1\text{ A} = 10\text{ A} e^{j0}$ ✓

2P

$\underline{U}_R = \underline{U}_L = \underline{I}_P \cdot \underline{Z}_P = 100 + 200j$ ✓

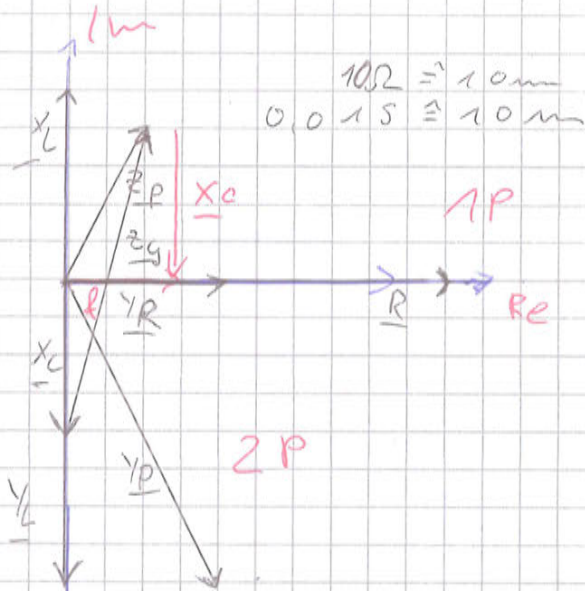
2P

$\underline{I}_R = \frac{\underline{U}_R}{\underline{R}} = (2 + j4)\text{ A} = 4,47\text{ A} e^{j63,4^\circ}$ ✓

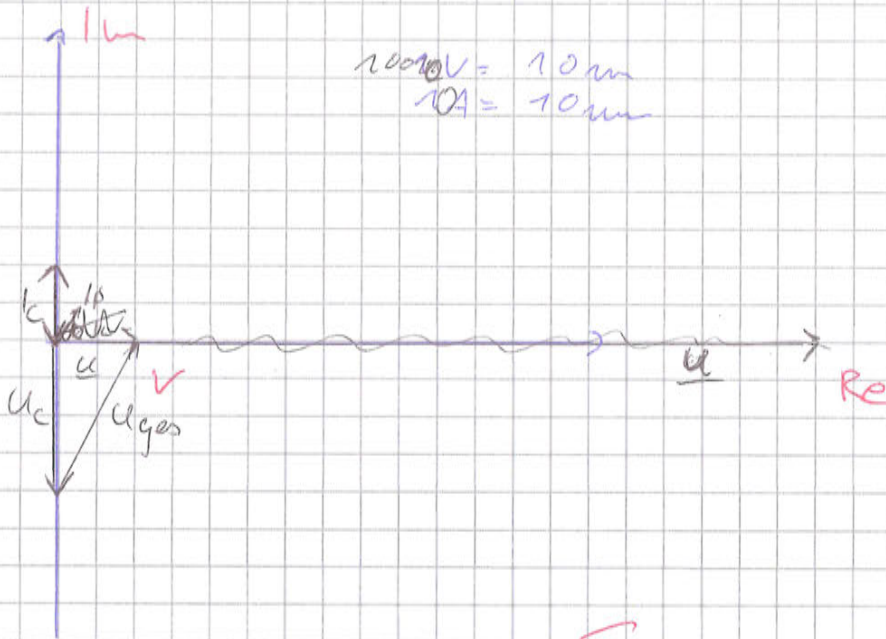
2P

$\underline{I}_L = \frac{\underline{U}_L}{\underline{X}_L} = (8 - j4)\text{ A} = 8,94\text{ A} e^{j26,5^\circ}$ ✓

6P



3P



0P
(2P)

$$\begin{aligned}
 &\sum 25P \\
 &+ 2P \\
 &= 27P
 \end{aligned}$$

