



Name	Matrikelnummer	Datum	Unterschrift
		25.09. 2021	
Note:			

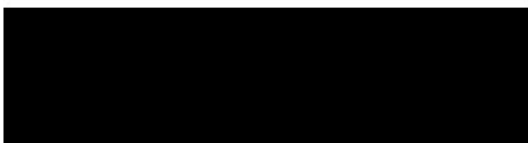
Aufgabe	Erreichte Punktzahl
1	
2	
3	
4	
Summe	

Lesen Sie zuerst diese Hinweise, bevor Sie mit der Klausur beginnen

- Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, schriftliche Unterlagen.
- Bearbeitungszeit: 120 Minuten
- Beschriften Sie alle abgegebenen Blätter mit Ihrem Namen und Matrikelnummer
- Beschreiben Sie bei jeder Aufgabe die mathematische Herleitung Schritt für Schritt bis zur Lösung, d.h. Formeln, Gleichungen, usw. Die numerische Lösung allein reicht nicht.
- Wenn Sie von Hand schreiben, schreiben Sie bitte leserlich.
- Zur Abgabe scannen Sie Ihre Ausarbeitung und laden Sie die Klausur als **ein PDF-Dokument** über Moodle hoch.
- Benennen Sie die PDF-Datei wie folgt „AS_Nachname_Vorname.pdf“.
- Die Klausur kann nur bewertet werden, wenn Sie die Selbstständigkeitserklärung handschriftlich unterschrieben haben.

Erklärung

„Ich versichere, dass ich die Aufgaben dieser Klausur eigenständig gelöst habe und mir keine andere Person dabei geholfen hat.“

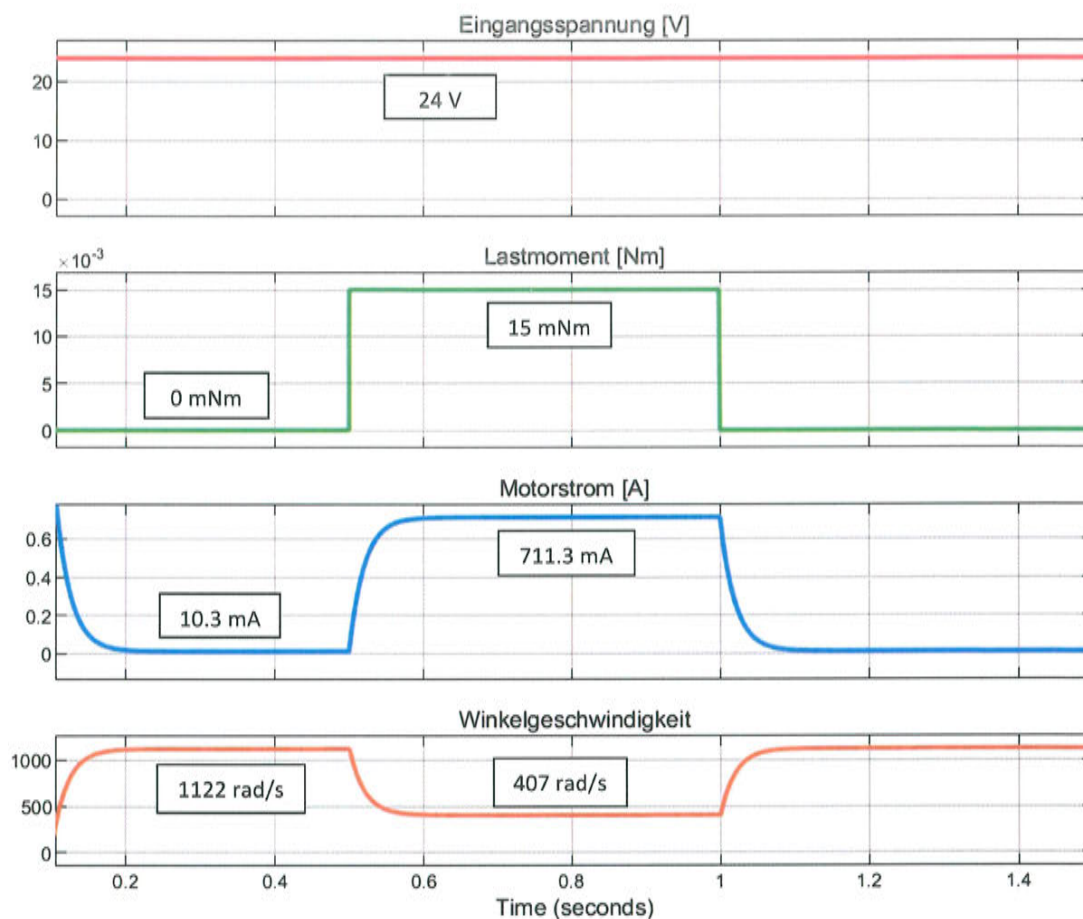


Ort, Datum und Unterschrift

Aufgabe 1: Gleichstrommotor - Motorparameter

Die Parameter eines Gleichstrommotors sollen bestimmt werden. Dazu wurden zwei Messungen durchgeführt:

1. Eine Gleichspannung von 24 V wurde angelegt und der Rotor festgehalten. Dabei wurde ein Ankerstrom von 1.11 A gemessen.
2. Eine Gleichspannung von 24 V wurde angelegt und der Motorstrom sowie die Winkelgeschwindigkeit im Leerlauf aufgezeichnet. Nach 0.5 sec wurde der Motor mit einem Moment von 15 mNm belastet. Die folgende Grafik zeigt die Messung kurz nach dem Einschalten der Spannung. Der initiale Einschaltvorgang ist nicht aufgezeichnet.



Aktorik & Sensorik	Sommersemester 2021	Seite 3 / 6
Schriftliche Klausur	2. Prüfungszeitraum	Dr.-Ing. Gerald Czygan

a.) Berechnen Sie aus den Messungen

- den ohmschen Ankerwiderstand R_a ,
- die Generatorkonstante k_e ,
- die Reibungskonstante C_r ,
- und die Drehmomentkonstante k_m .

Beachten Sie, dass der Motor nicht reibungsfrei läuft.

b.) Wie hoch ist der Motorwirkungsgrad bei einem Lastmoment von 15 mNm und einer 24 V Versorgung?

c.) Wie groß ist das Anhaltenmoment, d.h. das Drehmoment, das man braucht, um den Motor anzuhalten, wenn die Versorgungsspannung 15 V beträgt?

Aktorik & Sensorik	Sommersemester 2021	Seite 4 / 6
Schriftliche Klausur	2. Prüfungszeitraum	Dr.-Ing. Gerald Czygan

Aufgabe 2: Gleichstrommotor - Nutzleistung

Die abgegebene mechanische Leistung des Gleichstrommotors, d.h. die Nutzleistung P_{nutz} , ist eine Funktion der Winkelgeschwindigkeit ω .

- a.) Wie lautet die Funktion $P_{\text{nutz}} = f(\omega)$?
- b.) Skizzieren Sie schematisch den Verlauf von P_{nutz} als Funktion der Winkelgeschwindigkeit ω .
- c.) Bei welcher Winkelgeschwindigkeit ω ist die Nutzleistung maximal, wenn die Versorgungsspannung 24 V beträgt? Wie groß ist die maximale Nutzleistung?

Aktorik & Sensorik	Sommersemester 2021	Seite 5 / 6
Schriftliche Klausur	2. Prüfungszeitraum	Dr.-Ing. Gerald Czygan

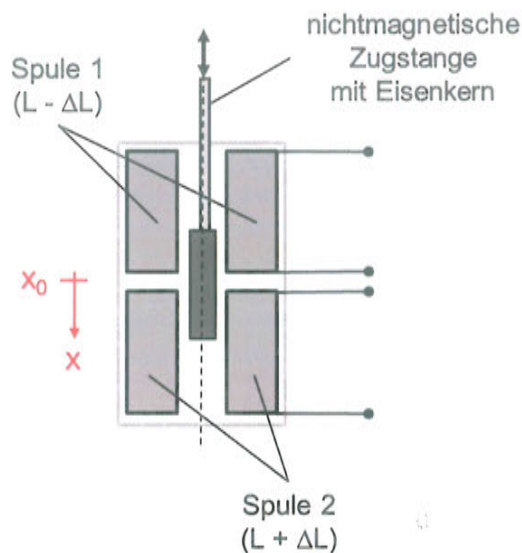
Aufgabe 3: Regelkreis

Die Winkelgeschwindigkeit eines Gleichstrommotors soll geregelt werden. Der Motor soll stromgesteuert betrieben werden. Als Regler dient ein PI-Regler.

- a.) Wie kann eine Stromsteuerung realisiert werden?
- b.) Wie lautet die Übertragungsfunktion des Motors $G_{Motor}(s) = \frac{\omega(s)}{I(s)}$?
- c.) Skizzieren Sie den Regelkreis.
- d.) Wie lautet die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises, wenn sich der Sensor ideal verhält?
- e.) Wie lautet die Übertragungsfunktion des Sensors, wenn der Sensor nicht ideal ist, sondern ein verzögerndes Verhalten (d.h. ein PT1-Verhalten) mit einer Zeitkonstanten T_{Sensor} hat? Wie lautet in diesem Fall die Übertragungsfunktion des gesamten Regelkreises?

Aufgabe 4: Wegsensor

Bei einem induktiven Wegsensor taucht ein Eisenkern in zwei Spulen ein, wobei beide Spulen in der Ausgangsposition (Mittellage) die gleiche Induktivität L haben. Bei einer Auslenkung x aus der Mittellage verringert sich die Induktivität der einen Spule um ΔL , während sich die Induktivität der anderen Spule gleichzeitig um ΔL vergrößert.



- Auf welchem physikalischen Effekt basiert die Änderung der Induktivität bei einer Auslenkung x des Eisenkerns?
- Wie werden die beiden Spulen in einer Wheatstone'schen Brückenschaltung verschaltet, so dass die Brückenspannung eine Funktion von ΔL (und somit eine Funktion der Auslenkung x) ist? Skizzieren Sie die Brückenschaltung mit allen Schaltungselementen.
- Leiten Sie den Zusammenhang zwischen der Brückenspannung und der Versorgungsspannung der Brücke in Abhängigkeit von L , ΔL und den anderen Schaltungselementen der Brückenschaltung her. Die Versorgungsspannung ist eine sinusförmige Wechselspannung.

Aufgabe 1 - Motorparameter

a) R_a-Gleichung: $\frac{di}{dt} = \frac{1}{L} \cdot (U(t) - R_a \cdot i(t) - R_e \cdot \omega(t))$
 $U(t) = L \cdot \frac{di}{dt} + R_a \cdot i(t) + R_e \cdot \omega(t)$
 $\omega(t) \rightarrow 0$, da festgehalten
 $\frac{di}{dt} = 0$, da konstanter Strom gemessen

$$U(t) = R_a \cdot i(t)$$

$$R_a = \frac{U(t)}{i(t)} = \frac{24V}{1,11A} = \underline{\underline{21,621\Omega}}$$

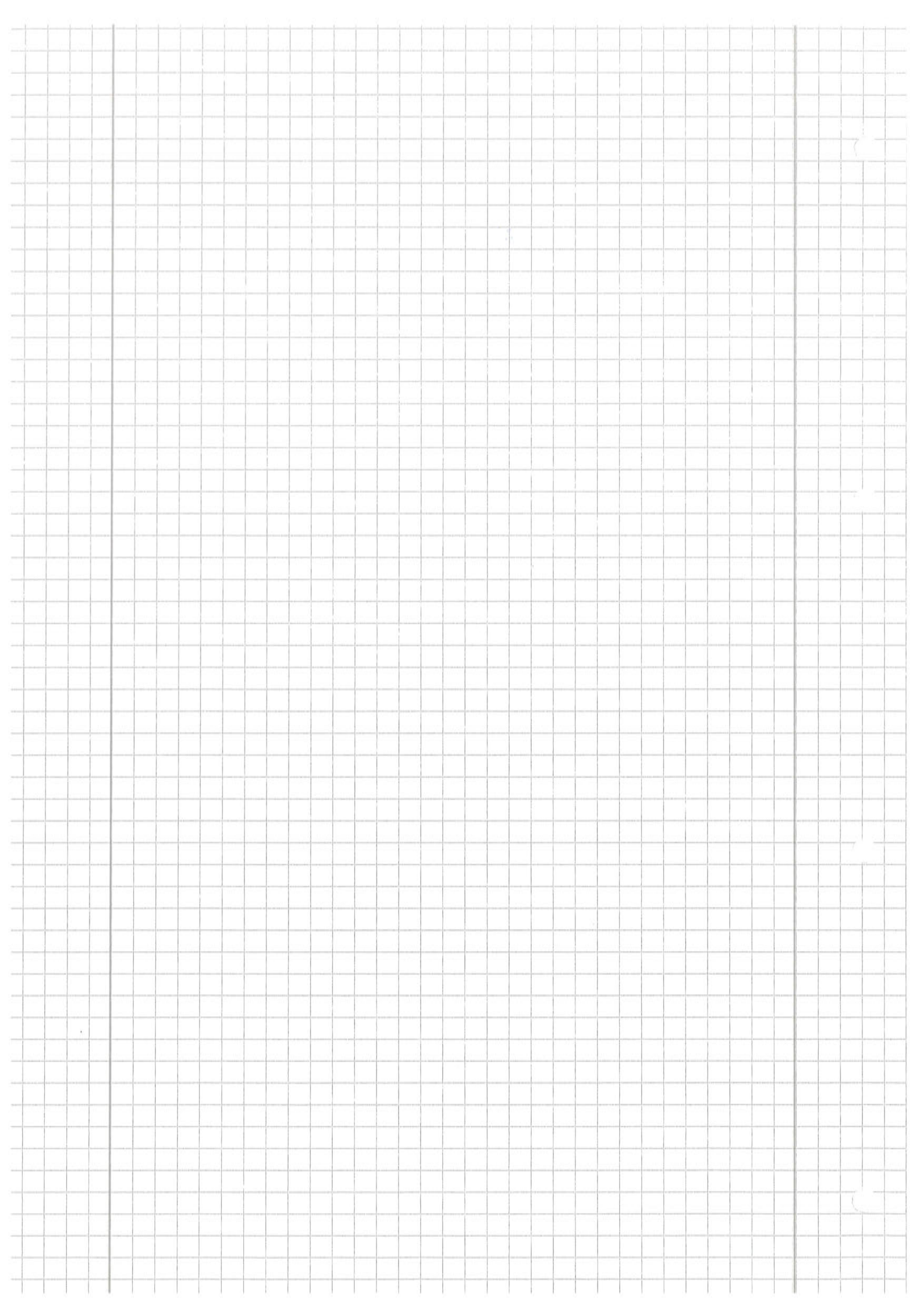
R_e-Gleichung: $\frac{di}{dt} = \frac{1}{L} \cdot (U(t) - R_a \cdot i(t) - R_e \cdot \omega(t))$

$\frac{di}{dt} = 0$ (Lagerstrom)
 $U(t) = R_a \cdot i(t) + R_e \cdot \omega(t)$

$$\frac{U(t) - R_a \cdot i(t)}{\omega(t)} = R_e$$

$$t = 0,4s$$

$$\frac{24V - 21,621\Omega \cdot 0,103A}{1122 \frac{rad}{s}} = \underline{\underline{0,021Vs}}$$



Aufgabe 1a)

~~I_{em}~~

$$M_c \approx M_M$$

$$I_{em} = \frac{M_c}{i(t)}$$

$$t = 0,18s$$

$$I_{em} = \frac{0,015 Nm}{0,7113 A} = \underline{\underline{0,021 \frac{Nm}{A}}}$$

C_r : Gleichg: $\frac{dw}{dt} = \frac{1}{J} (I_{em} \cdot i(t) - C_r \cdot w(t) - M_c(t))$

\uparrow 0, 200s-w
 \uparrow 0, da unbelastet

$$C_r \cdot w(t) = - \frac{J dw}{dt} + I_{em} i(t) - M_c(t)$$

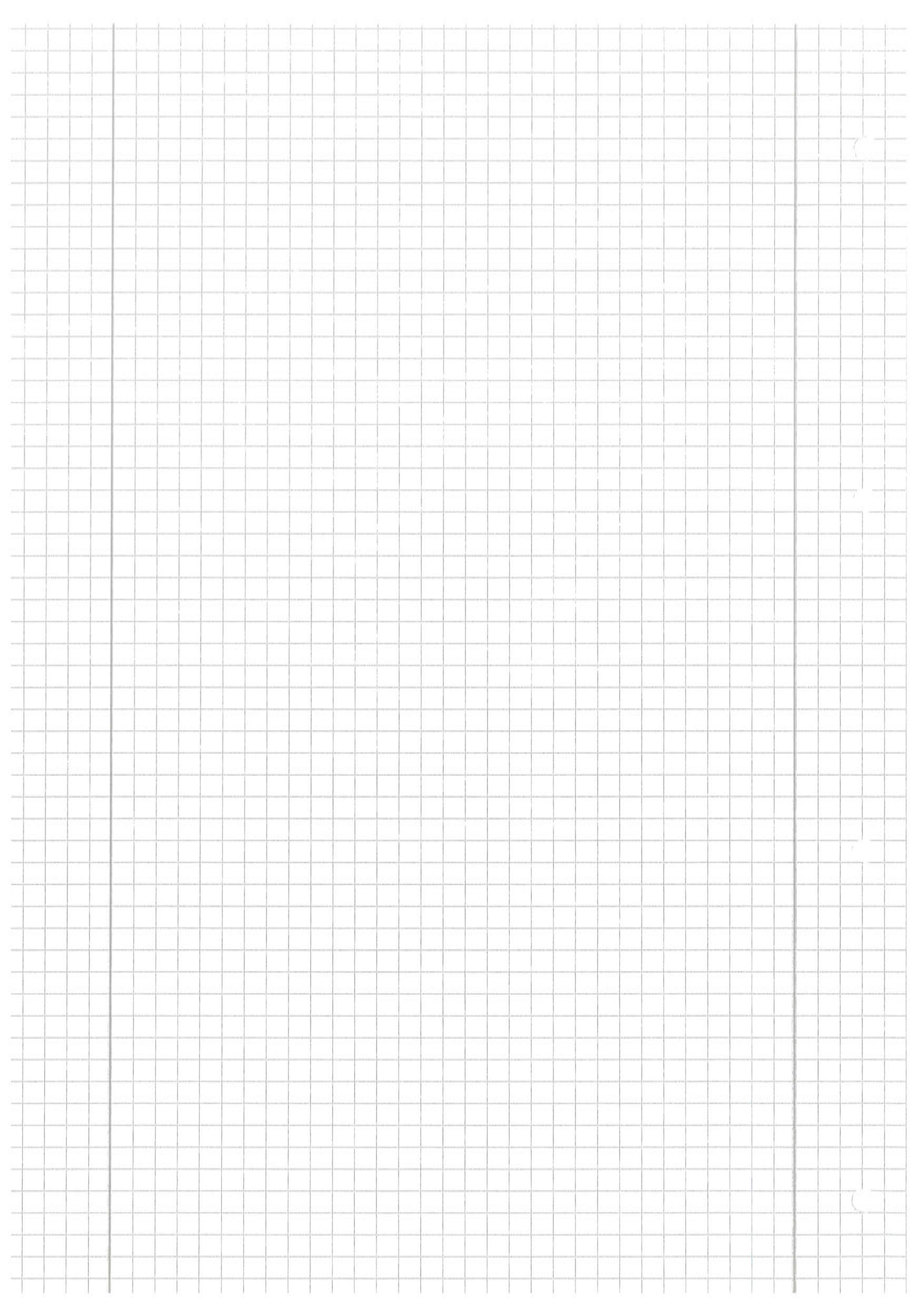
$$C_r = \frac{I_{em} \cdot i(t)}{w(t)}$$

$$t = 0,4s$$

$$= \frac{0,021 \cdot 0,0103}{1122}$$

$\frac{Nm \cdot s}{A}$

$$= \underline{\underline{1,927 \cdot 10^{-7} Nm \cdot s}}$$



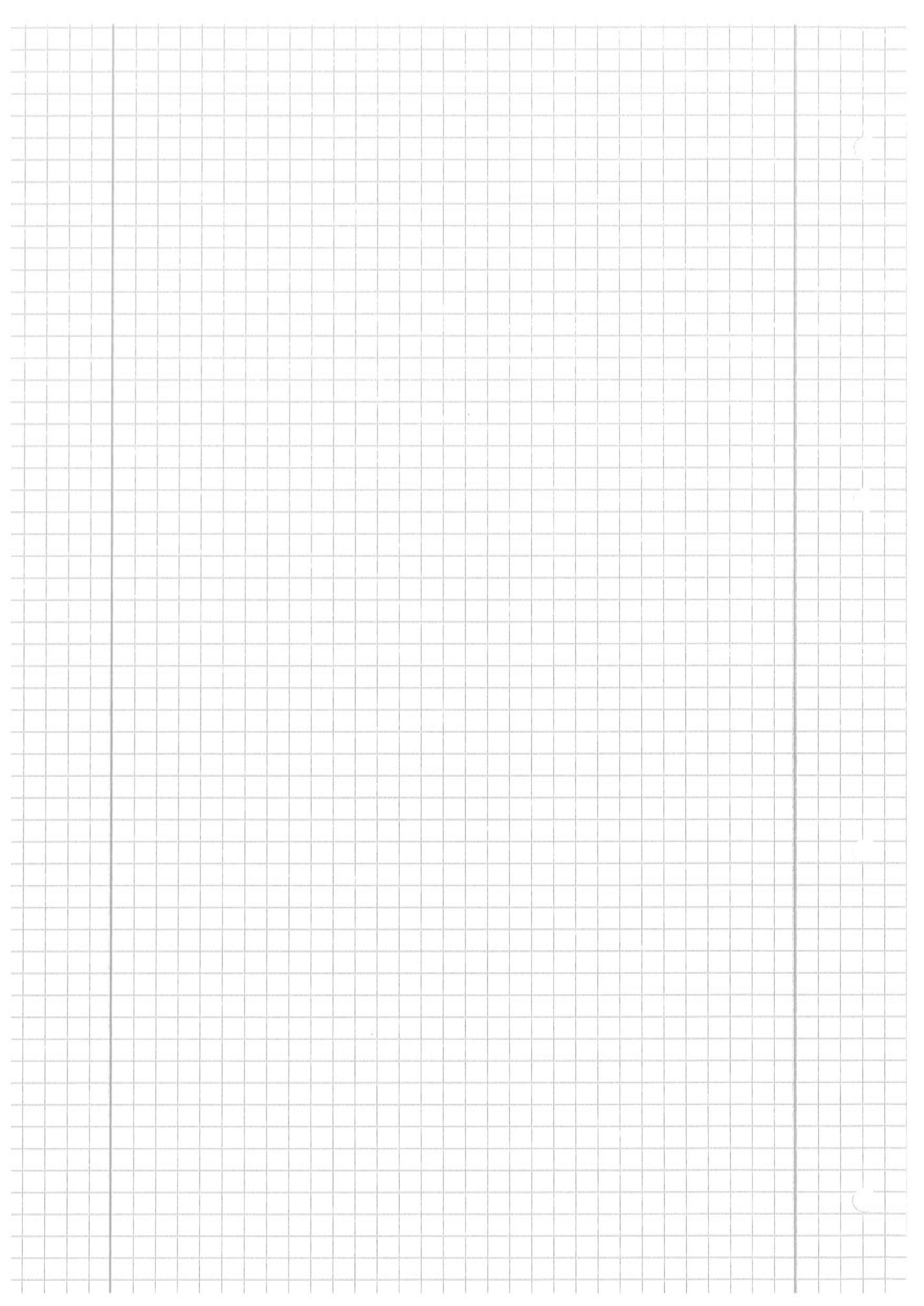
Klausur A2ton2 und Sensorik

Aufgabe 1b)

$$\eta = \frac{P_{\text{Nutz}}}{P_{\text{ab}}} ; \quad P_{\text{ab}} = U_0 \cdot i = 24 \text{ V} \cdot 0,7713$$
$$= 17,07 \text{ W}$$

$$P_{\text{Nutz}} = M_L \cdot \omega = 0,015 \text{ Nm} \cdot$$
$$407 \text{ rad/s}$$
$$= 6,105 \text{ W}$$

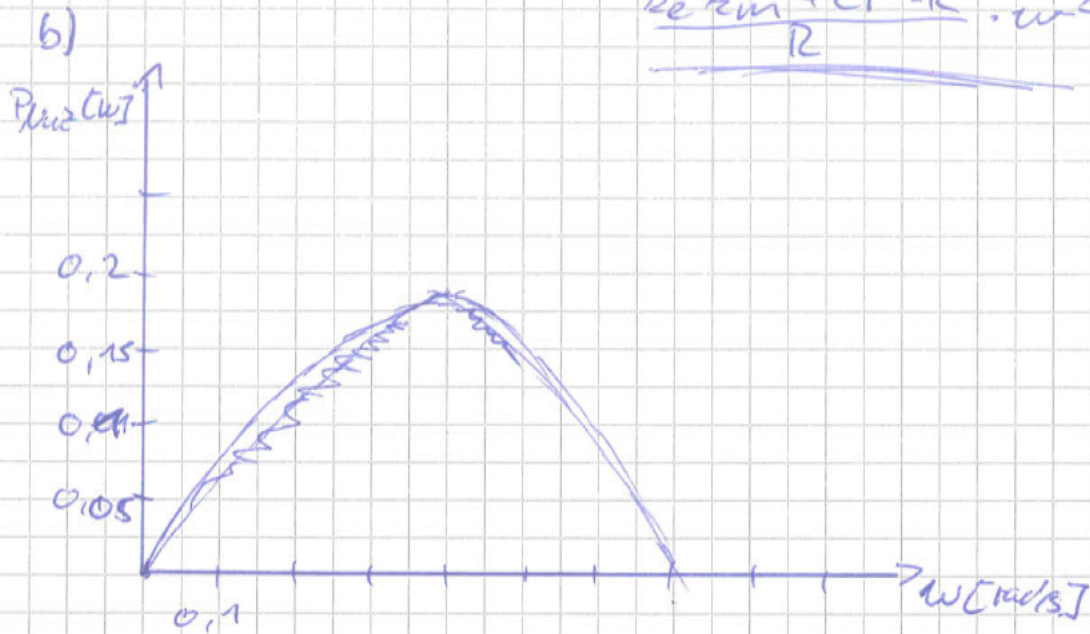
$$\eta = \frac{6,105 \text{ W}}{17,07 \text{ W}} = 0,357 \hat{=} \underline{\underline{35,7\%}}$$

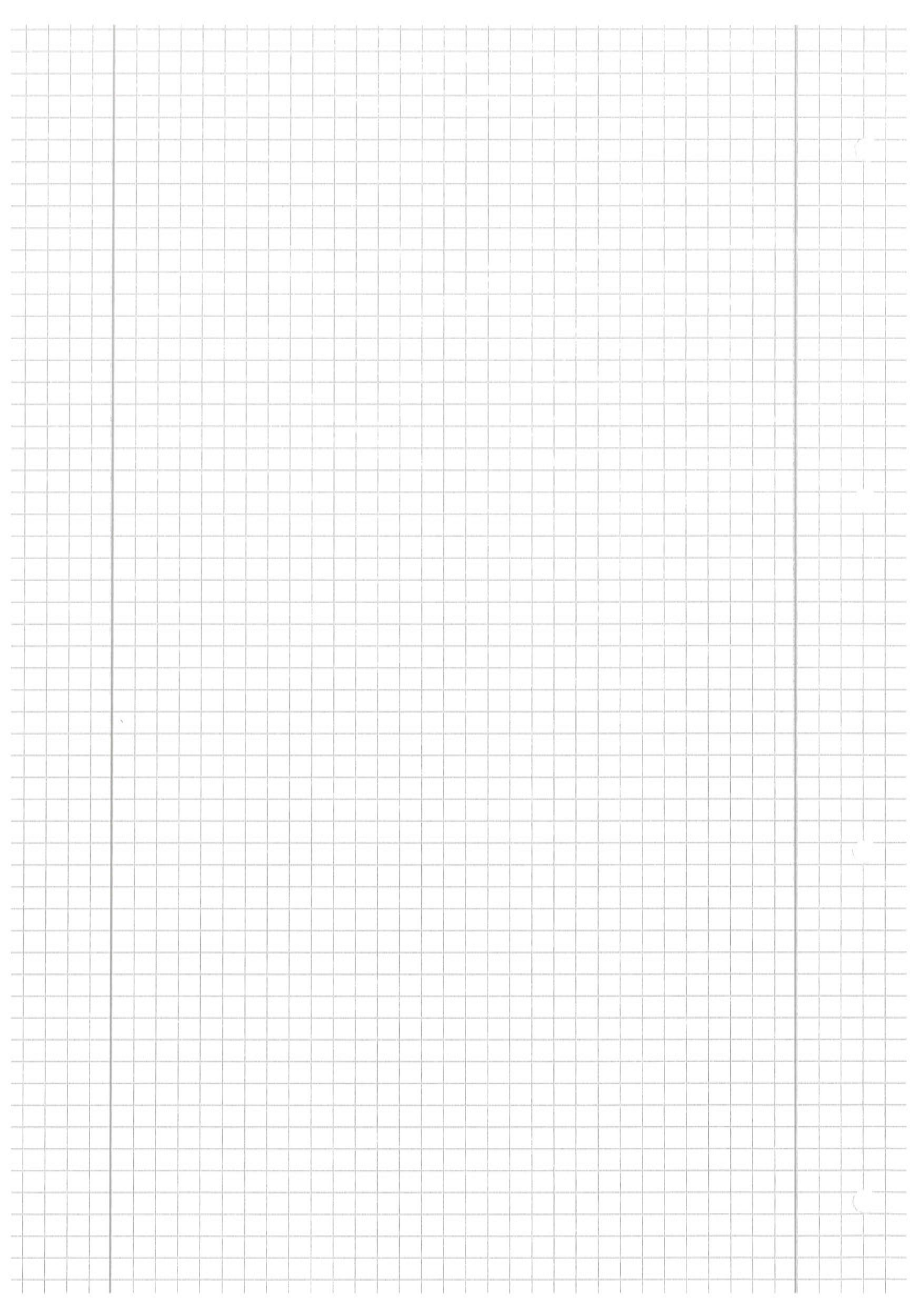


Aufgabe 2)

a) $P_{\text{mech}}(\omega) = M_L \cdot \omega = \frac{2 \mu_0}{R} U_0 \cdot \omega -$

$\frac{2 \epsilon_0 \mu_0 + C \Gamma - R}{R} \cdot \omega^2$





Klausur Aktorik und Sensorik

Aufgabe 3

a) Durch eine H-Brückenschaltung

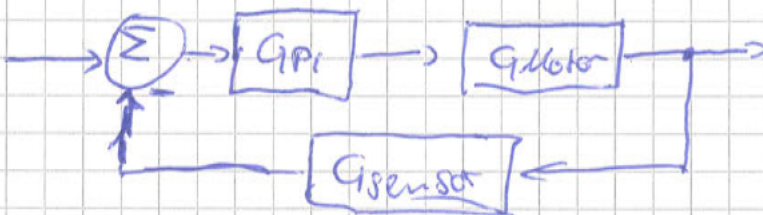
$$\begin{aligned}
 b) \quad G(s) &= \frac{U_2(s)}{I(s)} = \frac{Z_{em} \cdot \frac{1}{J} \cdot \frac{1}{s}}{Z_{em} + Z_{em} \cdot \frac{1}{J} \cdot \frac{1}{s} \cdot C_r} \\
 &= Z_{em} \cdot \frac{\frac{1}{J} \cdot \frac{1}{s}}{1 + \frac{1}{J} \cdot \frac{1}{s} \cdot C_r} \cdot \frac{s}{s} \\
 &= Z_{em} \cdot \frac{1/J}{s + \frac{C_r}{J}} \\
 &= \frac{Z_{em}/J}{s + \frac{C_r}{J}}
 \end{aligned}$$

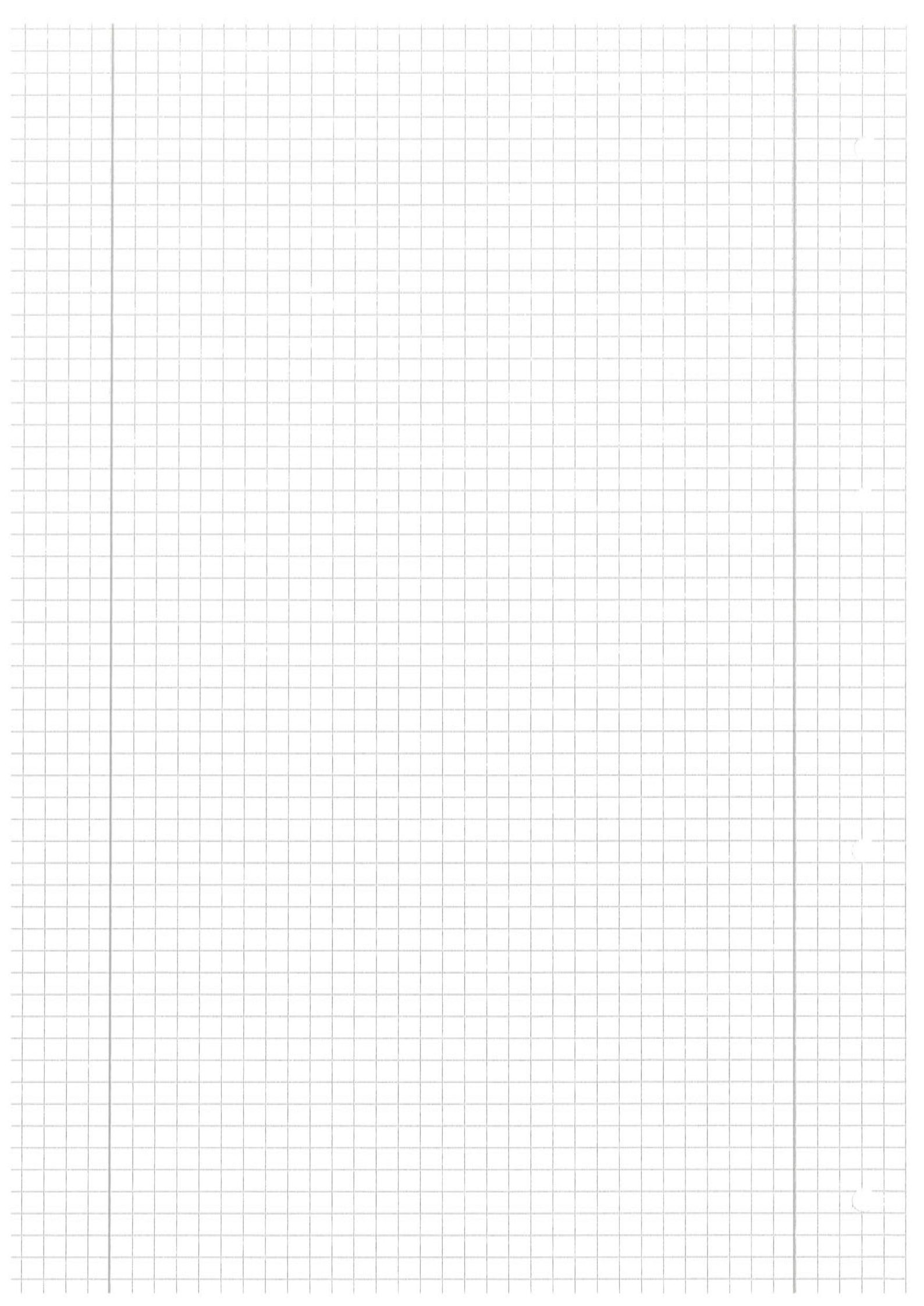
d)

$$G_{PI} = K_p \frac{s + \frac{1}{T_i}}{s}$$

$$\begin{aligned}
 G_G(s) &= G_{PI}(s) \cdot G_{Motor}(s) \\
 &= \frac{K_p \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{J}}{1 + K_p \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{J} \cdot C_r} \cdot G_{Motor}(s) \cdot G_{Sensor}(s)
 \end{aligned}$$

c)





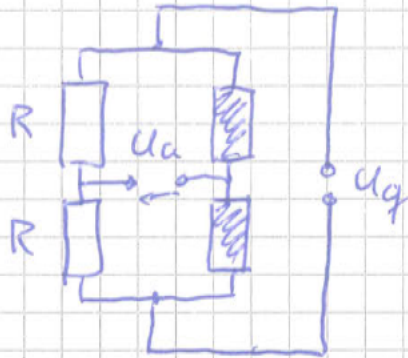
Klausur Artoni und Sensorik



Aufgabe 4)

a) auf dem Induktionsgesetz, da die Auslenkung die Permeabilität ändert

b)



$$u_a = f(x)$$
$$f(x) = L \frac{N^2 A \mu_0 \mu_r}{l}$$

