

Universität Karlsruhe (TH)  
**Institut für Biomedizinische Technik**

Prof. Dr. rer. nat. O. Dössel  
Kaiserstr. 12 / Geb 30.33  
Tel.: 0721 / 608 - 2650

Dipl.-Ing. T. Baas  
Kaiserstr. 12 / Geb 30.33  
Tel.: 0721 / 608 - 2791

**Vordiplomprüfung: Lineare elektrische Netze  
am 20. Februar 2009**

**Aufgabe 1** **Ortskurve** (12 Punkte)

Gegeben sei ein Wechselstromkreis mit der Impedanz

$$\underline{Z} = R_1 + j\omega L + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + j\omega C}$$

a) Zeichnen Sie den dazugehörigen Schaltkreis

Es sei nun  $R_1=200\Omega$ ,  $R_2=100\Omega$ ,  $L=100\text{mH}$  und  $\omega_1=1000\text{s}^{-1}$

(2 Punkte)

b) Berechnen Sie die Werte für:

$$\begin{aligned}\underline{Z}_a &= \underline{Z}(C = 0) \\ \underline{Z}_b &= \underline{Z}\left(C = \frac{1}{\omega_1 R_2}\right) \\ \underline{Z}_c &= \underline{Z}(C \rightarrow \infty)\end{aligned}$$

(3 Punkte)

c) Zeichnen Sie einen Punkt für  $R_1$  und einen für  $j\omega_1 L$  in das **Diagramm A** ein.  
Beschriften Sie die Punkte.

(2 Punkte)

d) Zeichnen Sie nun die in b) errechneten drei Punkte für  $\underline{Z}_a$ ,  $\underline{Z}_b$  und  $\underline{Z}_c$  in das **Diagramm A** ein. Beschriften Sie diese.

(3 Punkte)

e) Verbinden Sie nun die Punkte zu einer von  $C$  abhängigen Ortskurve.

*Hinweis: Überlegen Sie sich welcher Schaltungsteil unabhängig und welcher abhängig von  $C$  ist.*

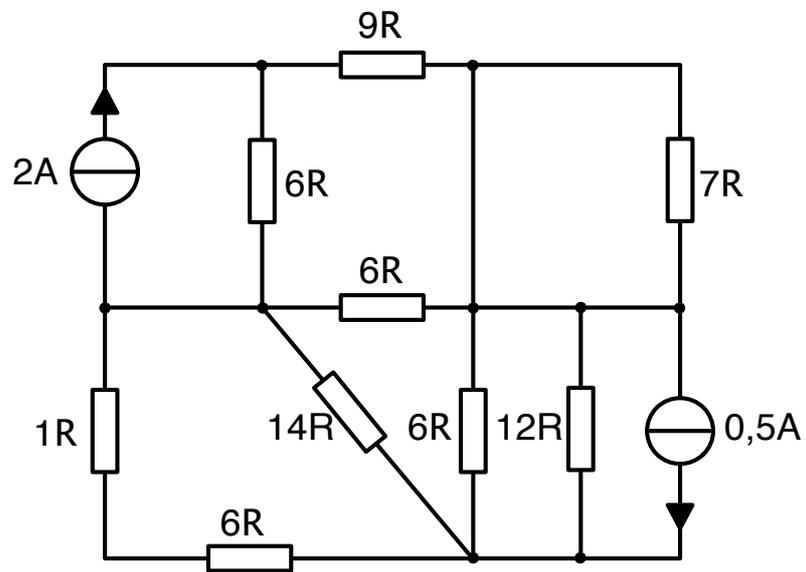
(2 Punkte)

## Aufgabe 2

## Netzwerk

(6 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung:



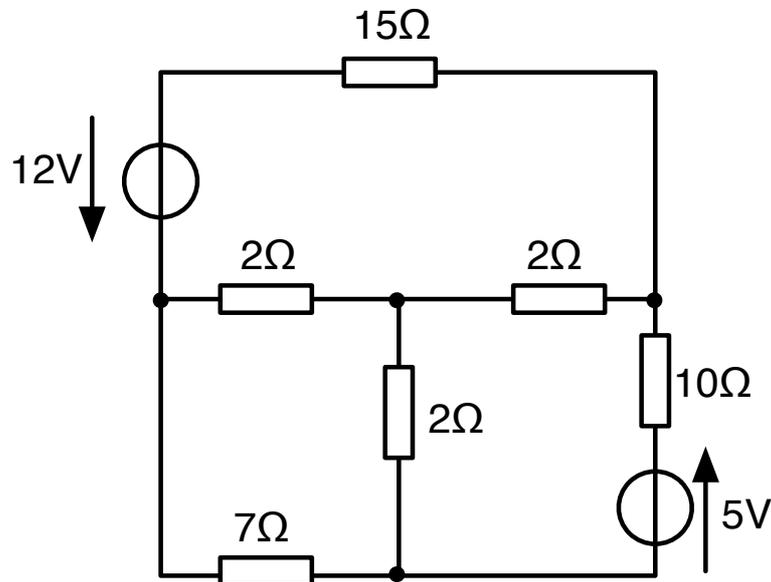
- a) Vereinfachen Sie das Netzwerk auf zwei Maschen. Im vereinfachten Netzwerk sollen sich nur Spannungsquellen befinden.

## Aufgabe 3

## Maschenstromverfahren

(15 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung:



- a) Wenden Sie das Maschenstromverfahren auf die Schaltung an. Die Maschen sollen im **Uhrzeigersinn** verlaufen. Berechnen Sie die Maschenströme mittels der **Cramerschen Regel**.

*Hinweis: Determinanten dürfen **mit Werten** berechnet werden. Dennoch müssen die einzelnen **Rechenschritte erkennbar** sein. Eine richtige Lösung der Determinanten ohne Rechenweg wird als falsch gewertet!*

(13 Punkte)

- b) Welche Voraussetzungen hinsichtlich Rang und Determinante muss ein lineares Gleichungssystem erfüllen, um eine eindeutige Lösung zu haben.

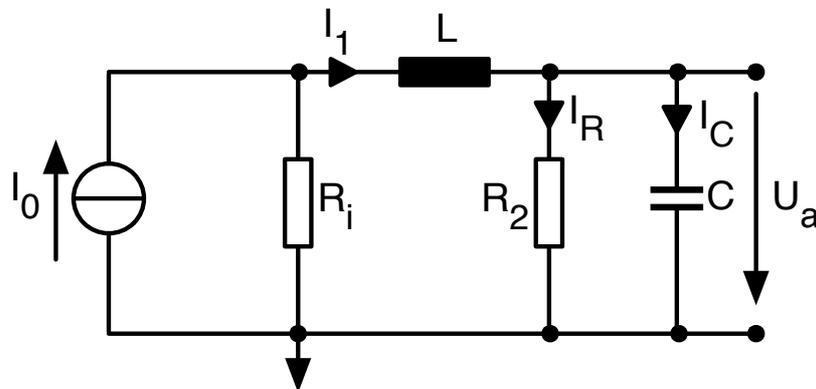
(2 Punkte)

## Aufgabe 4

## Zeigerdiagramm

(19 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung:


 $R_i=10\Omega$ ,  $R_2=100\Omega$ ,  $C=1\mu F$ ,  $L=100mH$  und  $f=200Hz$ 
Es sei  $I_0 = 0,4A + j0,3A$ 

*Hinweis: Es kommen bei den Berechnungen keine „glatten“ Werte heraus. Runden Sie die Ergebnisse auf 2 Nachkommastellen.*

- a) Wandeln Sie die Stromquelle in eine Spannungsquelle um und geben Sie  $\underline{U}_0$  in eulerscher Darstellung an. Zeichnen Sie das Schaltbild.

(5 Punkte)

- b) Berechnen Sie den Strom  $I_1$  sowie die Spannungen  $\underline{U}_{R_i}$  und  $\underline{U}_L$  im Leerlauf. Geben Sie die Ergebnisse getrennt nach Real- und Imaginärteil an.

(5 Punkte)

- c) Zeichnen Sie den berechneten Strom und die Spannungen sowie  $\underline{U}_0$  in das **Diagramm B** ein. Ermitteln Sie  $\underline{U}_a$  graphisch. Tragen Sie den Wert von  $\underline{U}_a$  in **Diagramm B** ein.

(6 Punkte)

- d) Berechnen Sie mit dem ermittelten  $\underline{U}_a$  den Strom  $I_{R_2}$  und zeichnen Sie diesen ebenfalls ins **Diagramm B**.

Zeichnen Sie auch  $I_{C_2}$  ein (graphisch ermitteln).

(3 Punkte)

## Aufgabe 5

## Bodediagramm

(20 Punkte)

Gegeben seien zwei Übertragungsfunktionen:

$$\text{I: } \frac{U_{a1}}{U_{e1}} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C_1 R_2} \quad \text{II: } \frac{U_{a2}}{U_{e2}} = \frac{j\omega R_3 C_2}{1 + j\omega C_2 R_3}$$

$$R_1=100\Omega, R_2=100k\Omega, R_3=1k\Omega, C_1=0,1\mu F \text{ und } C_2=100\mu F$$

- a) Geben Sie für jede der beiden Übertragungsfunktionen die dazugehörige Schaltung an.

(6 Punkte)

- b) Welchen Namen tragen diese Schaltungen?

(2 Punkte)

- c) Bestimmen Sie für jede Schaltung eine geeignete Normierungsfrequenz und geben Sie  $a_v/\text{dB}$  sowie  $\varphi$  an.

$$\Omega_1 = \frac{\omega}{\omega_1} \quad \Omega_2 = \frac{\omega}{\omega_2}$$

(6 Punkte)

- d) Zeichnen Sie die Verläufe von Amplitude und Phase für beide Anordnungen in die vorgegebenen **Diagramme C** (Amplitudengang) und **D** (Phasengang) über  $\log(\Omega_2)$  ein.

Bestimmen Sie zeichnerisch die Gesamtübertragungsfunktion der beiden Schaltungen, wenn Schaltung II hinter Schaltung I geschaltet wird.

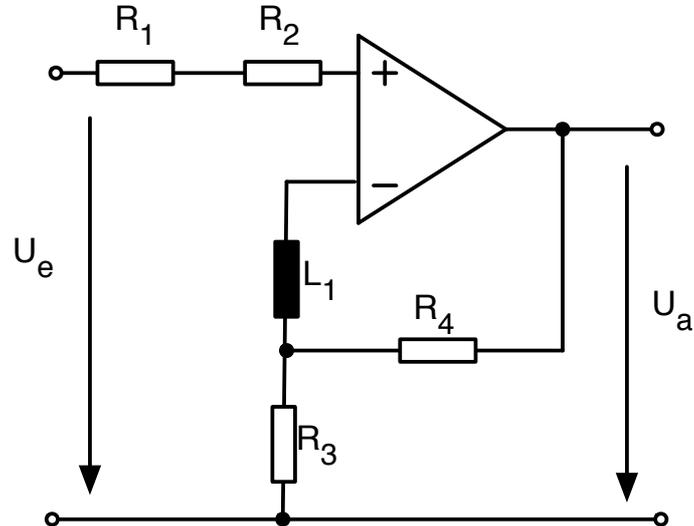
(6 Punkte)

## Aufgabe 6

## Operationsverstärker I

(7 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung:



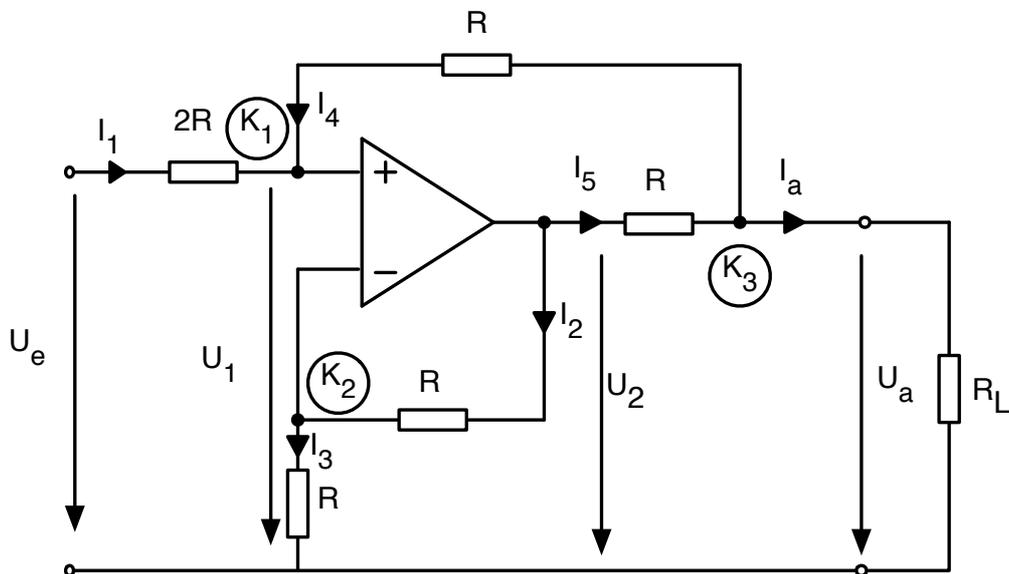
- a) Vereinfachen Sie die Schaltung und berechnen Sie  $\underline{U}_a$  als Funktion von  $\underline{U}_e$ . Welche Verstärkung hat die Schaltung? (4 Punkte)
- b) Um welche Schaltung handelt es sich? (1 Punkte)
- c) Wie müssen  $R_3$  und  $R_4$  gewählt werden um einen Spannungsfolger zu erhalten? (2 Punkte)

## Aufgabe 7

## Operationsverstärker II

(11 Punkte)

Es gilt folgende Schaltung:

a) Berechnen Sie  $I_a$  in Abhängigkeit von  $U_e$  und  $U_a$  allgemein.*Hinweis:**Benutzen Sie die angegebenen Bezeichnungen für Spannungen und Ströme.*

- Stellen Sie zuerst die Knotengleichungen für  $K_1$ ,  $K_2$  und  $K_3$  auf.
- Verwenden Sie  $K_3$  und ermitteln Sie  $I_a$  als Funktion von  $U_a$ ,  $U_1$  und  $U_2$ .
- Verwenden Sie  $K_2$  um aus dieser Gleichung  $U_2$  zu entfernen.
- Verwenden Sie  $K_1$  um aus dieser Gleichung  $U_1$  zu entfernen

(9 Punkte)

b) Wie hängt  $I_a$  von  $U_a$  ab und wie nennt man solch eine Schaltung?

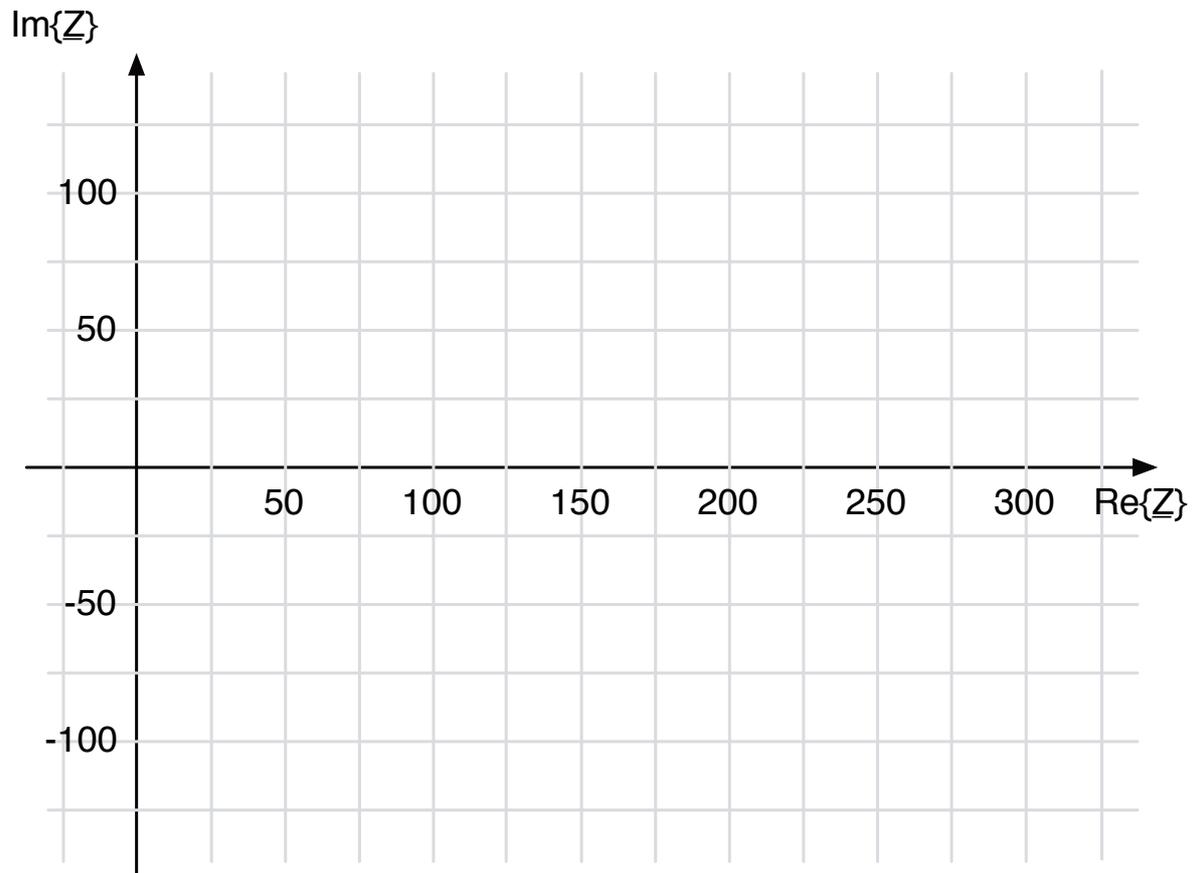
(2 Punkte)

**Diagramm A**

(Aufgabe 1)

Name: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_



Punkte: \_\_\_\_\_

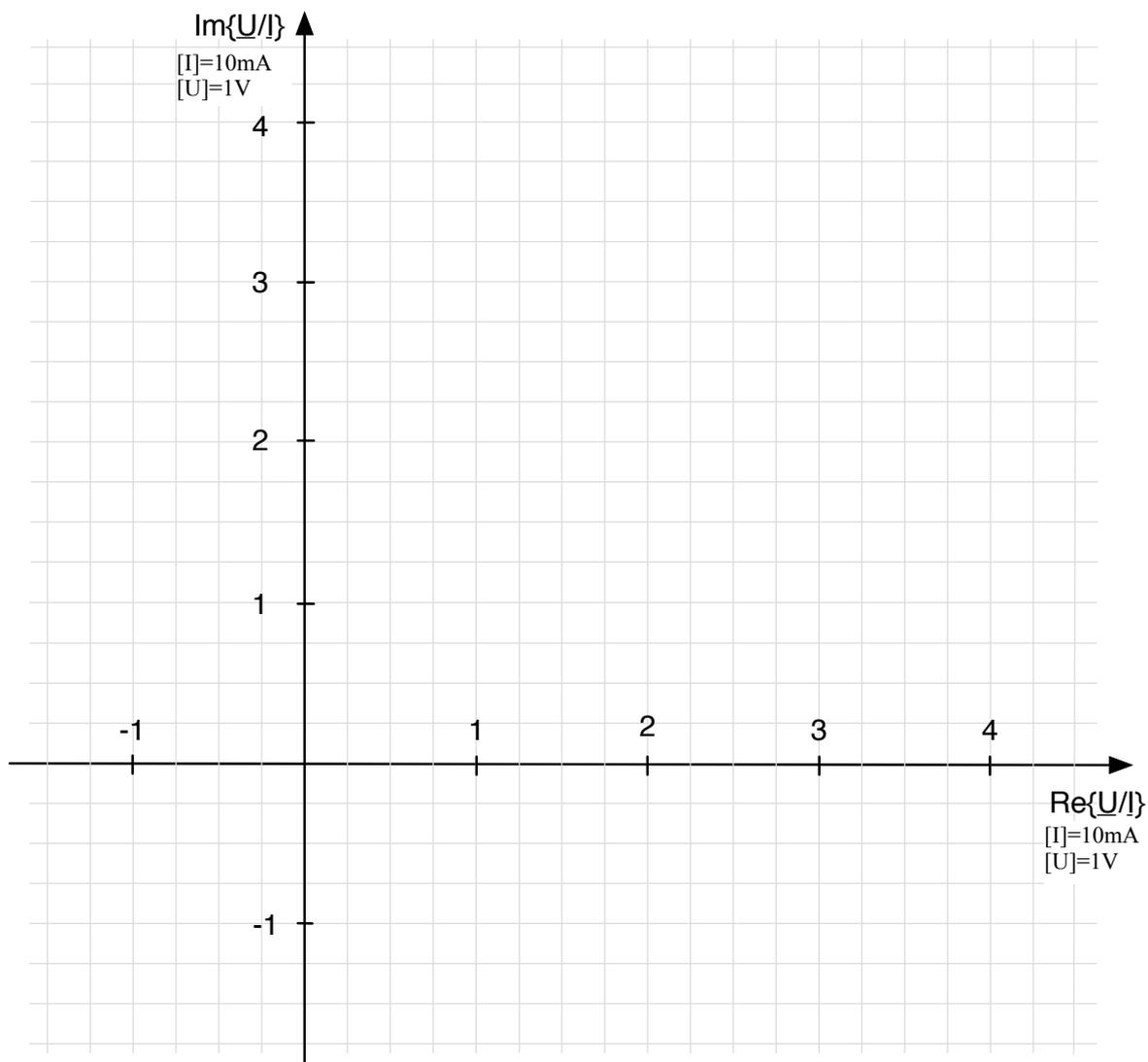
**Nur dokumentenechtes Schreibzeug verwenden! Lösungen mit Rot- und Bleistift werden nicht akzeptiert.**

## Diagramm B

(Aufgabe 4)

Name: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

Tragen Sie hier bitte den graphisch ermittelten Wert für  $\underline{U}_a$  ein: $\underline{U}_a =$  \_\_\_\_\_

Punkte: \_\_\_\_\_

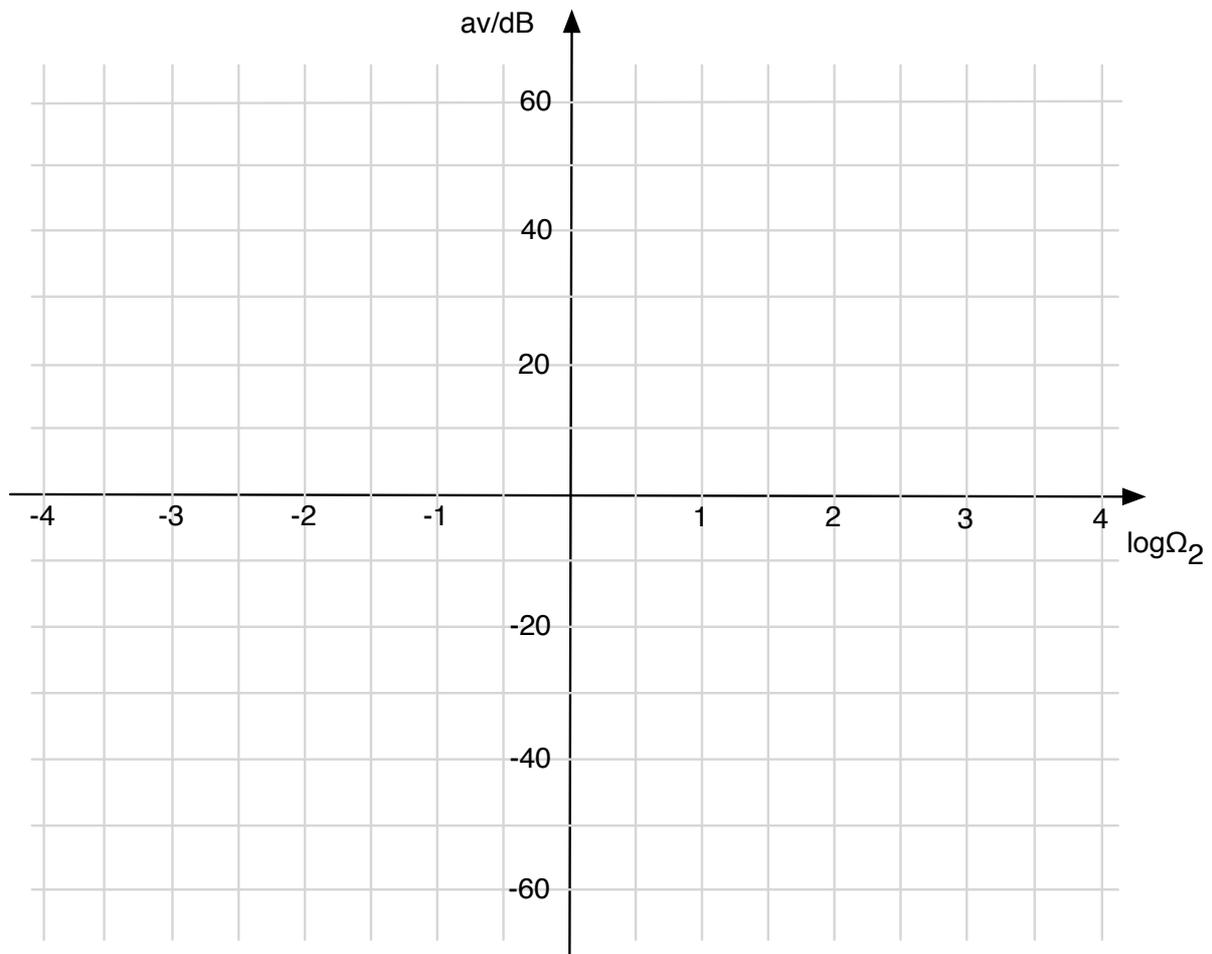
**Nur dokumentenechtes Schreibzeug verwenden! Lösungen mit Rot- und Bleistift werden nicht akzeptiert.**

**Diagramm C**

(Aufgabe 5)

Name: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_



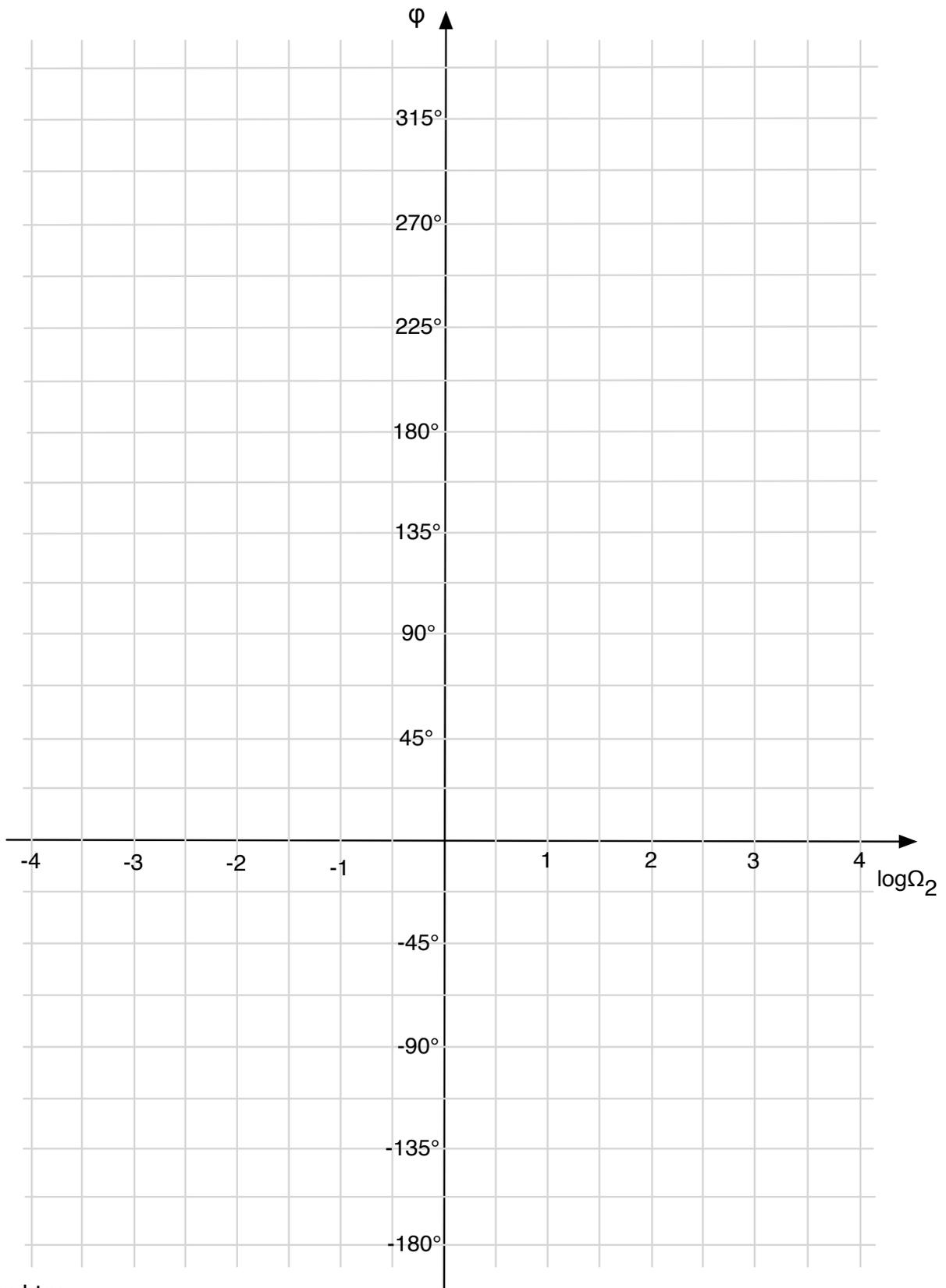
Punkte: \_\_\_\_\_

**Nur dokumentenechtes Schreibzeug verwenden! Lösungen mit Rot- und Bleistift werden nicht akzeptiert.**

## Diagramm D

## (Aufgabe 5)

Name: \_\_\_\_\_ Matrikelnummer: \_\_\_\_\_



Punkte: \_\_\_\_\_

**Nur dokumentenechtes Schreibzeug verwenden! Lösungen mit Rot- und Bleistift werden nicht akzeptiert.**