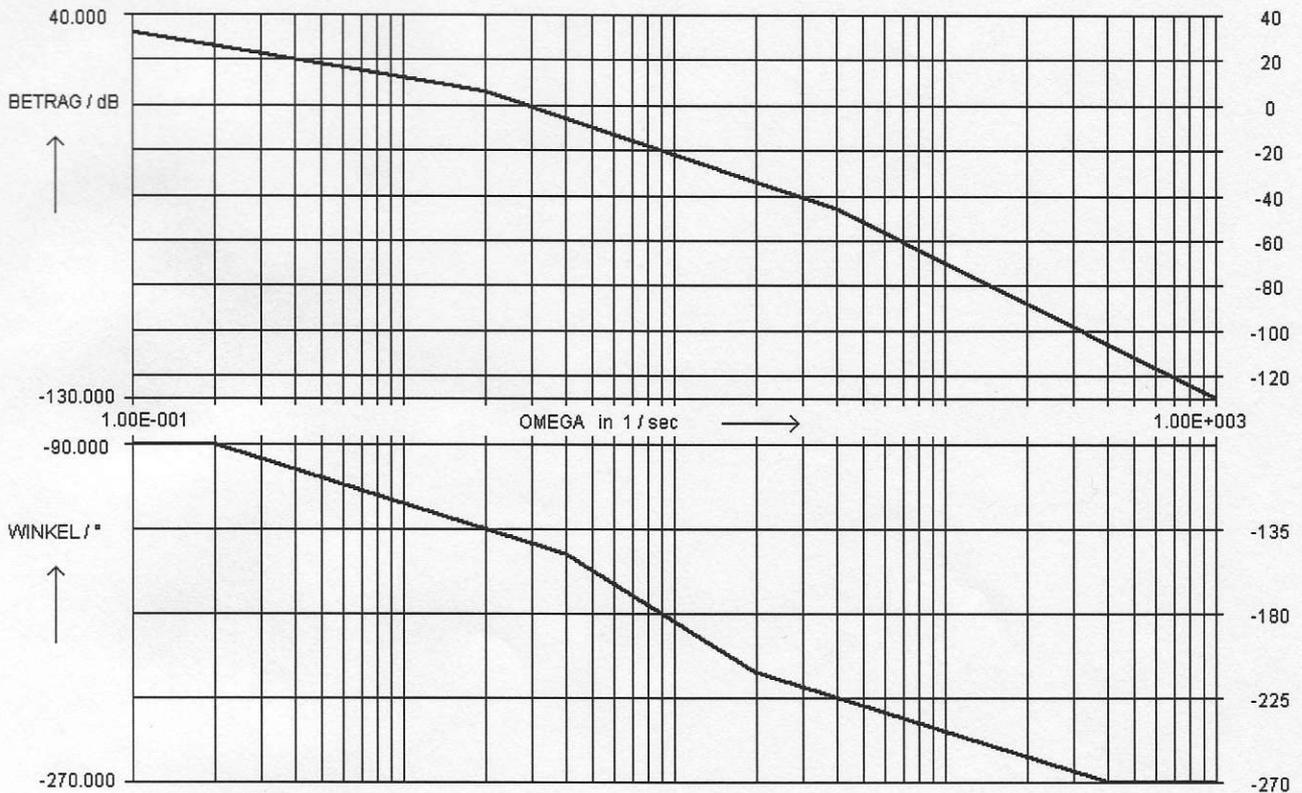


1. Aufgabe: Gegeben ist das Bode-Diagramm eines aufgetrennten Regelkreises, der aus einem P-Regler mit der Verstärkung ( $K_P = 2$ ) und einer in Kette geschalteten unbekanntem Regelstrecke besteht.



a.) Stellen Sie die Übertragungs-Funktion  $\underline{G}_o(s)$  auf. Welche Eigenschaften hat die Strecke?

- Minimalphasig?  Ja  Nein Begründung .....
- Mit Totzeit?  Ja  Nein Begründung .....
- Mit I-Anteil?  Ja  Nein Begründung .....
- Schwingungsfähig?  Ja  Nein Begründung .....
- Mit Allpass?  Ja  Nein Begründung .....
- Stabil?  Ja  Nein Begründung .....
- Nur einfache Pole?  Ja  Nein Begründung .....
- Mit Ausgleich?  Ja  Nein Begründung .....

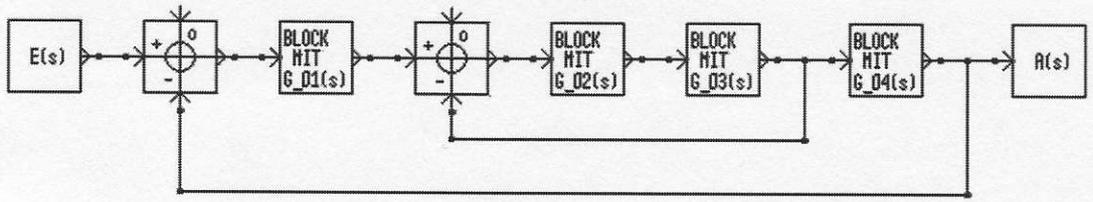
b.) Lesen Sie im Diagramm die Größen Amplitudenrand  $A_{rd}$  und Phasenrand  $\varphi_{rd}$  ab und ermitteln Sie den Wert der Reglerverstärkung  $K_{P \text{ krit}}$ , der den geschlossenen Regelkreis an die Stabilitätsgrenze bringen würde.

c.) Stellen Sie für  $K_P = 4$  die Führungs-Übertragungs-Funktion  $\underline{G}_W(s)$  auf.

d.) Dimensionieren Sie den Regelkreis nach der Methode der dynamischen Kompensation für einen Phasenrand  $\varphi_{rd} = 45^\circ$ , wenn nun der P-Regler durch einen PD-Regler ersetzt wird.

Berechnen Sie die resultierenden Übertragungs-Funktionen  $G_{ges}(s) = \frac{A(s)}{E(s)}$  der beiden SFG.

2. Aufgabe:



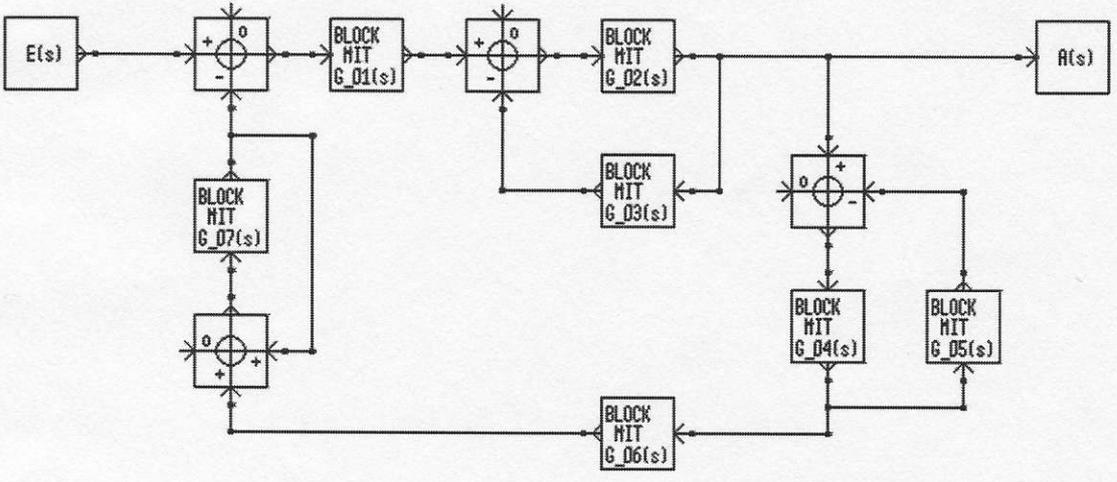
Im dargestellten SFG gibt es  
 ..... Vorwärts-Pfade und  
 ..... Rückkopplungs-Kreise

$G_{vor 1} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 1} = \dots\dots\dots$
$G_{vor 2} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 2} = \dots\dots\dots$
$G_{vor 3} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 3} = \dots\dots\dots$

Alle Vorwärts-Pfade berühren sich und auch alle Rückkopplungs-Kreise?  Ja  Nein

Berechnung :  vereinfachter Weg zulässig  Verfahren nach MASON erforderlich

3. Aufgabe:



Im dargestellten SFG gibt es  
 ..... Vorwärts-Pfade und  
 ..... Rückkopplungs-Kreise

$G_{vor 1} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 1} = \dots\dots\dots$
$G_{vor 2} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 2} = \dots\dots\dots$
$G_{vor 3} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 3} = \dots\dots\dots$
$G_{vor 4} = \dots\dots\dots$	$G_{kreis 4} = \dots\dots\dots$

Alle Vorwärts-Pfade berühren sich und auch alle Rückkopplungs-Kreise?  Ja  Nein

Berechnung :  vereinfachter Weg zulässig  Verfahren nach MASON erforderlich

**4. Aufgabe** Gegeben ist die Antwort  $a(t)$  eines linearen Regelkreises auf  $e(t) = w(t) = 5 \cdot \sigma(t)$ .

$$a(t) = [2 + 4e^{-0.5t} - 3e^{-3t} + 8e^{-10t}] \cdot \sigma(t)$$

a.) Ermitteln Sie daraus die Übertragungs-Funktion  $\underline{G}(s)$  des Regelkreises in der Summenform und geben Sie auch die zugehörige Konstante  $Q$  der Produktform an.

b.) Berechnen Sie die Beträge  $|\underline{G}(\omega = 0)|$  sowie  $|\underline{G}(\omega \rightarrow \infty)|$  als Zahl und in dB.

**5. Aufgabe:**

Ein einfacher Regelkreis mit Einheitsrückführung besteht aus einem PI-Regler und einer Regelstrecke mit der Übertragungs-Funktion

$$\underline{G}_S(s) = \frac{0.25}{(s + 0.5)(s + 0.1)}$$

a.) Die Frequenzabhängigkeit des Reglers ist nach der Methode der dynamischen Kompensation festzulegen. Geben Sie die Übertragungs-Funktion  $\underline{G}_R(s)$  an.

b.) Mit welchem Wert  $K_P$  der Reglerverstärkung erreicht man die minimale Ausregelzeit  $t_{aus}$  in einem  $\pm 2\%$ - Toleranzband für die Führungs-ESA?

c.) Berechnen Sie die exakte Ausregelzeit bei dieser Dimensionierung und zum Vergleich auch den Wert mit der Näherung über die Hüllkurve.

**6. Aufgabe:** Ein linearer Übertragungsblock ist durch einen unvollständigen PN-Plan beschrieben:

Einfache Pole bei  $s_{\infty 1} = -10$ ;  $s_{\infty 2} = -4$ ;  $s_{\infty 3} = -2 - j8$ ; Wert der Konstante  $Q = 13\,600$ .

An seinem Eingang liegt das normierte Signal  $e(t) = \sqrt{2} \cdot \sin(5t + 45^\circ)$  das zur Zeit  $t = 0$  eingeschaltet wird und davor den Wert Null hat.

a.) Zeichnen Sie den vollständigen PN-Plan.

b.) Skizzieren Sie den Verlauf von  $e(t)$ .

c.) Ermitteln Sie die Bildfunktion zu  $e(t)$ .

d.) Stellen Sie die Übertragungs-Funktion  $\underline{G}(s)$  des Blocks auf und berechnen Sie  $|\underline{G}(\omega = 0)|$ .

e.) Berechnen Sie die Bildfunktion des Ausgangssignals  $\underline{A}(s)$  in der Produktform und geben Sie die Bauform der zugehörigen Partialbruch-Zerlegung (ohne Berechnung der Residuen!) an.

f.) Ermitteln Sie die Bauform der Zeitfunktion  $a(t)$  aus der PBZ nach e.)

**7. Aufgabe:**

Von der ESA  $h(t)$  einer schwingungsfähigen Regelstrecke zweiten Grades ist bekannt:

$$h(t \rightarrow \infty) = 4; \quad h_{max} = 4.8735; \quad t_{max} = 0.34907$$

a.) Berechnen Sie aus den gegebenen Größen die Übertragungs-Funktion  $\underline{G}_S(s)$  und geben Sie die Kennwerte  $K_P$ ;  $\omega_d$ ;  $\omega_0$ ;  $D$ ; sowie  $T_{ab}$  an.

b.) Tritt im Frequenzgang  $|\underline{G}(j\omega)|$  eine Resonanzüberhöhung auf?

Falls ja: Bei welcher Frequenz  $\omega_{max}$ ? Welche Verstärkung  $G_{max}$  tritt dort auf?

Falls nein: Warum nicht?

c.) Skizzieren Sie den Verlauf  $|\underline{G}(j\omega)|$ . Tragen Sie im Bild alle wichtigen Informationen ein:

$G(0)/dB$ ;  $G_{max}/dB$ ;  $\omega_{max}$ ;  $|\underline{G}(j\omega_0)|/dB$ ;  $\omega_0$ ; die Steigung bei hohen Frequenzen.

8. Aufgabe Berechnen Sie die Hauptabschnitts-Determinanten nach Hurwitz für das Polynom  $P(s)$ .

$$P(s) = s^5 + 4s^4 + 5s^3 + 5s^2 + 5s - 1$$

- a.) Ist das Polynom ein Hurwitz-Polynom, wenn Sie nur die Werte von  $H_1, H_2, H_3, H_4$  und  $H_5$  betrachten?
- b.) Zu welchem Ergebnis kommen Sie, wenn Sie (wie beim richtig durchgeführten Test erforderlich!) zuerst die notwendigen Bedingungen überprüfen?

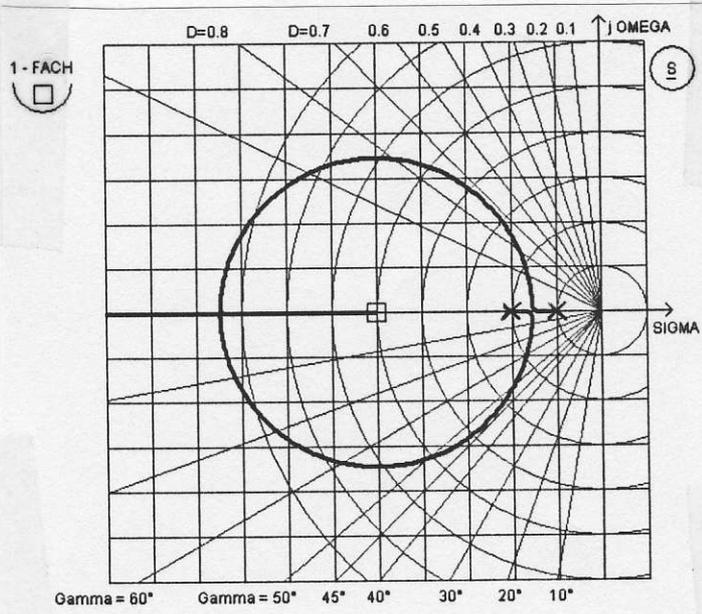
9. Aufgabe: Ein einfacher Regelkreis mit Einheitsrückführung besteht aus einem Pla-Regler ( $T_n = 2$ ) und einer Regelstrecke mit der Übertragungs-Funktion

$$G_S(s) = \frac{0.2}{(1 + 3s)(1 + 5s)(1 + 10s)}$$

- a.) Prüfen Sie nach Hurwitz, in welchem Bereich  $K_{P \min} < K_P < K_{P \max}$  die Reglerverstärkung liegen muss, damit sich der geschlossene Regelkreis stabil verhält.
- b.) Gegen welchen Endwert strebt die Antwort des Regelkreises für  $K_P = 1$  auf einen Sprung des Führungssignals der Höhe 3.159?

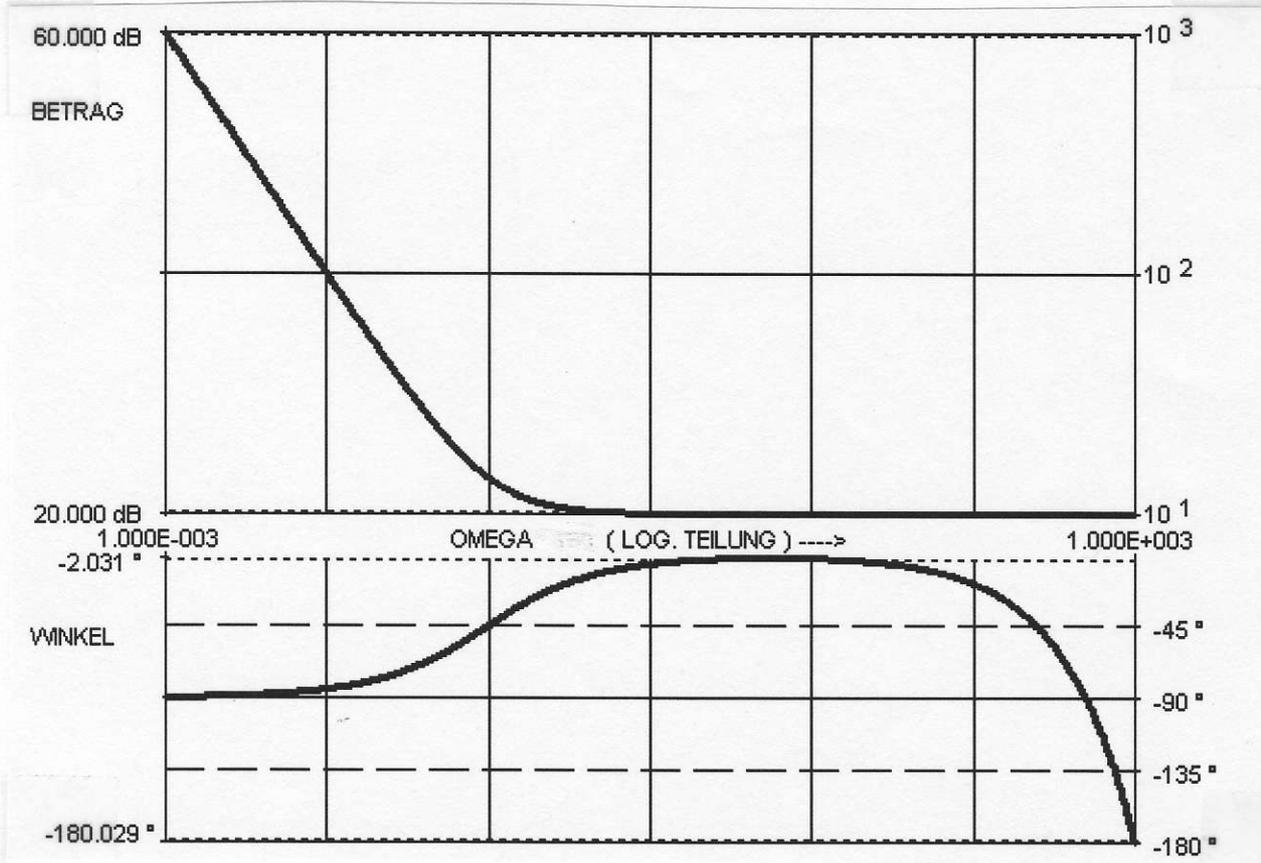
10. Aufgabe: Gegeben ist die im Bild dargestellte Wurzelortskurve ( WOK ).

Konstante  $Q = 0.400$   
Gitterraster = 2.000



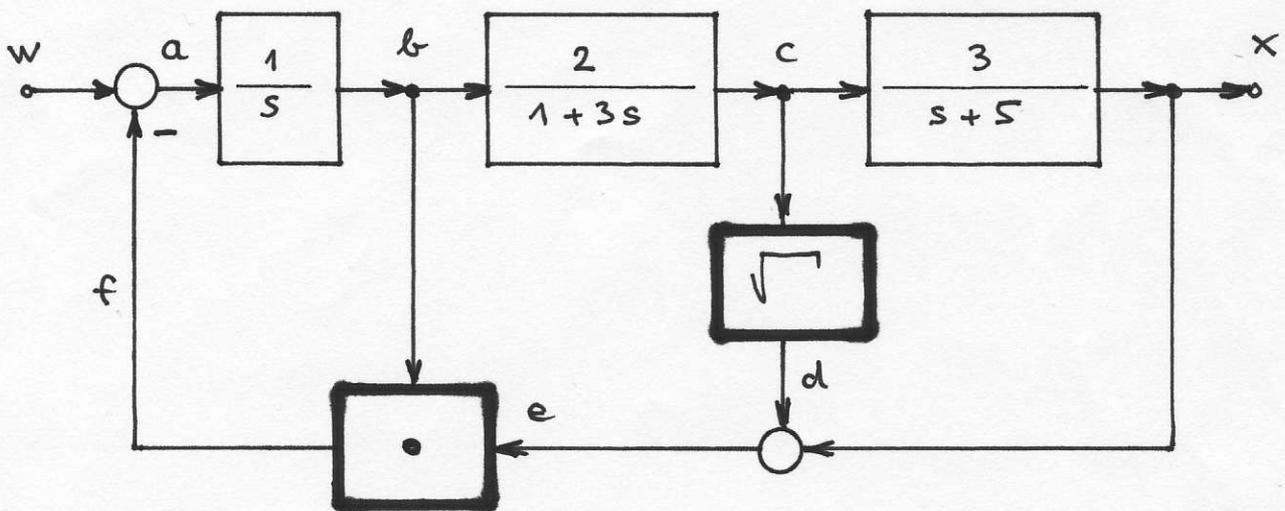
- a.) Welche(r) Regler könnte(n) hier enthalten sein? Geben Sie jeweils eine kurze Begründung an.
- P-Regler mit ..... -Strecke; PD-Regler mit ..... -Strecke; PI-Regler mit ..... -Strecke
- b.) Stellen Sie die Übertragungs-Funktion  $G_o(s)$  des offenen Regelkreises auf.
  - c.) Ermitteln Sie daraus die Führungs-Übertragungs-Funktion  $G_W(s)$  mit  $K_R$  als Parameter.
  - d.) Für welche Werte  $K_{R1}, K_{R2}$  treten reelle Doppelpole auf?
  - e.) Welche Zeitkonstanten treten dann in der ESA auf? Welche in der EIA?
  - f.) Berechnen Sie für  $K_{R1}$  und  $K_{R2}$  die bleibenden Regelabweichungen für  $t \rightarrow \infty$  in %.
  - g.) Welche Maximalwerte der ESA  $h_{max1}$  und  $h_{max2}$  erwarten Sie in diesen beiden Fällen?
  - h.) Schraffieren Sie das verbotene Gebiet für Polstellen, wenn gefordert wird:  $D > 0.8$  und  $T_{ab} < 0.2$ .

11. Aufgabe Gegeben ist das Bode-Diagramm einer unbekanntem Regelstrecke.



Ermitteln Sie daraus möglichst genau die Übertragungs-Funktion  $G_S(s)$  der Regelstrecke.

12. Aufgabe: Der dargestellte Regelkreis ist für den Arbeitspunkt  $x_0 = 1.5$  zu untersuchen.



- Tragen Sie im Bild alle Signalwerte ein, die beim stationären Betrieb im Arbeitspunkt auftreten.
- Linearisieren Sie den Regelkreis für den Arbeitspunkt und zeichnen Sie das lineare Blockbild.
- Berechnen Sie die Übertragungs-Funktion  $G_W(s) = \frac{\Delta X}{\Delta W}$ , die das Verhalten für kleine Änderungen um den Arbeitspunkt beschreibt.
- Welche Verstärkung besitzt die unter c.) ermittelte Funktion bei sehr tiefen Frequenzen?