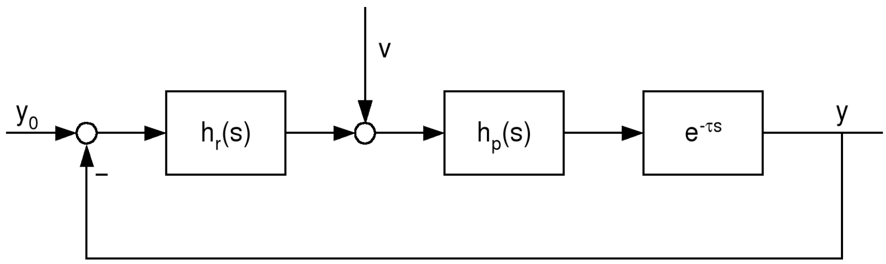
Øving 6

Utlevering: Mandag 21. februar.
Innlevering: Tirsdag 14. mars kl 16:00.
Merk øvingen med fullt navn, epostadresse og linje eller linjekode.

Oppgave 1 *Bode-diagram, Avviks- og følgeforhold (N og M), Nichols-diagram*

Gitt prosessmodellen h_p og regulatoren h_r der

$$\begin{aligned} h_p(s) &= \frac{1 - T_1 s}{1 + 2\zeta\left(\frac{s}{\omega_0}\right) + \left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2} \quad , \quad T_1 = 0.2, \quad \zeta = 0.5, \quad \omega_0 = 2 \\ h_r(s) &= PI - regulator = K_p \frac{1 + T_i s}{T_i s} \quad , \quad K_p = 1, \quad T_i = 5 \end{aligned}$$

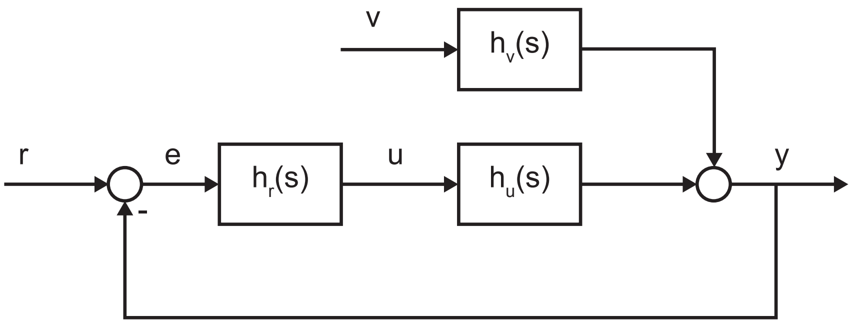


Figur 1: Blokkdiagram

I systemet ovenfor er y_0 referanse (figur 1), y er måling og v er forstyrrelse. Prosessen $h_p(s)$ ønskes regulert vha. regulatorfunksjonen $h_r(s)$. Sett inntil videre $\tau = 0$, dvs ingen tidsforsinkelse.

a) Tegn inn asymptoter for $|h_0|$ og $\angle h_0$ i de respektive vedlagte diagrammene, der $h_0(s) = h_p h_r(s)$. Det skal ved påtegning i diagrammene framgå hvordan du har fastlagt knekkpunkter, helninger, $\omega_{c,as}$ o.l. (Tips: se læreboka s. 209-216. Du trenger ikke beregne $|h_0|$ og $\angle h_0$ matematisk for å kunne skissere assymptotisk AFF diagram)

b) Skisser asymptotisk forløp for $|N(j\omega)|$ og $|M(j\omega)|$ på det ene vedlagte Bode-diagrammet som har amplitudekurve for $|h_0(j\omega)|$. Se side 245–247 i læreboka for tips til skisseringen, samt definisjon av $N(j\omega)$ og $M(j\omega)$ og hvordan disse funksjonene er relatert til $|h_0(j\omega)|$ for forskjellige frekvenser.



Figur 2: Et generelt reguleringssystem

c) Tegn $h_0(j\omega)$ i Nichols-diagram på et av de vedlagte arkene og bruk dette til å tegne det "eksakte" forløpet for $|N(j\omega)|$ i bode-diagrammet ved siden av. Bruk gjerne metoden i boka, appendix D.

d) Sett nå tidsforsinkelsen $\tau = 0.1$. Tegn $h_0(j\omega)$ i Nichols-diagram og bruk resultatet til å tegne "eksakt" forløp for $|N(j\omega)|$ i Bode-diagramet hvor $|h_0(j\omega)|$ allerede er inntegnet. (Tips: $\left|e^{-j\omega\tau}\right| = 1$). Hva blir nå $|N(j\omega)|_{\max}$? Hvordan går det om τ økes ytterligere?

Oppgave 2 *Standard-struktur med r, v og y. Transferfunksjon fra vilkårlig inngang til utgang. å finne $h_v(s)$.*

Gitt blokkdiagrammet i figur 2.

a) Sett $h_0 = h_r h_u$ og finn transferfunksjonene $\frac{u}{r}(s)$ og $\frac{u}{v}(s)$.

b) Med utgangspunkt i blokkdiagrammet for likestrømsmotoren i fig. 7.1 (s. 237) i boka, finn $h_v(s)$ for dette tilfellet. Vi forutsetter $B = 0$. (Tips: Du kan ha nytte av den åpne sløyfes transferfunksjon (4.128) på side 154.)

Oppgave 3 *Stabilitet, algebraisk metode*

Gitt et 2. ordens system med karakteristisk polynom (nevnerpolynom i en transferfunksjonen $h(s)$)

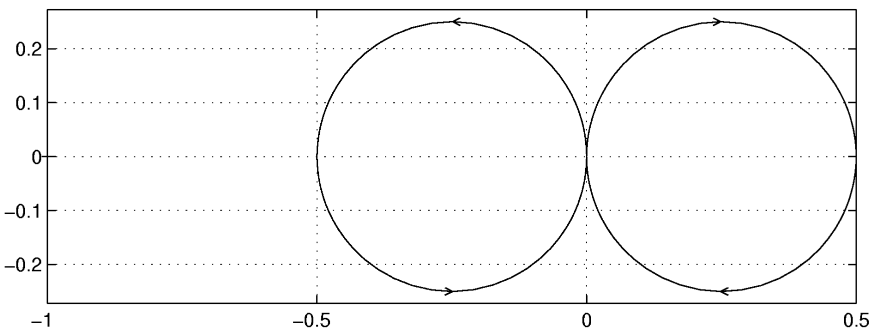
$$a_2 s^2 + a_1 s + a_0, \tag{1}$$

Vis at dersom a_2, a_1 og a_0 har samme fortegn, så er systemet asymptotisk stabilt.

Tips: Sett opp polynomet på formen $a_2(s-\lambda_1)(s-\lambda_2) = 0$ og sammelikn røttene med polynomet (1).

Oppgave 4 *Stabilitet, grafisk metode*

(Fra eksamen august 1999)

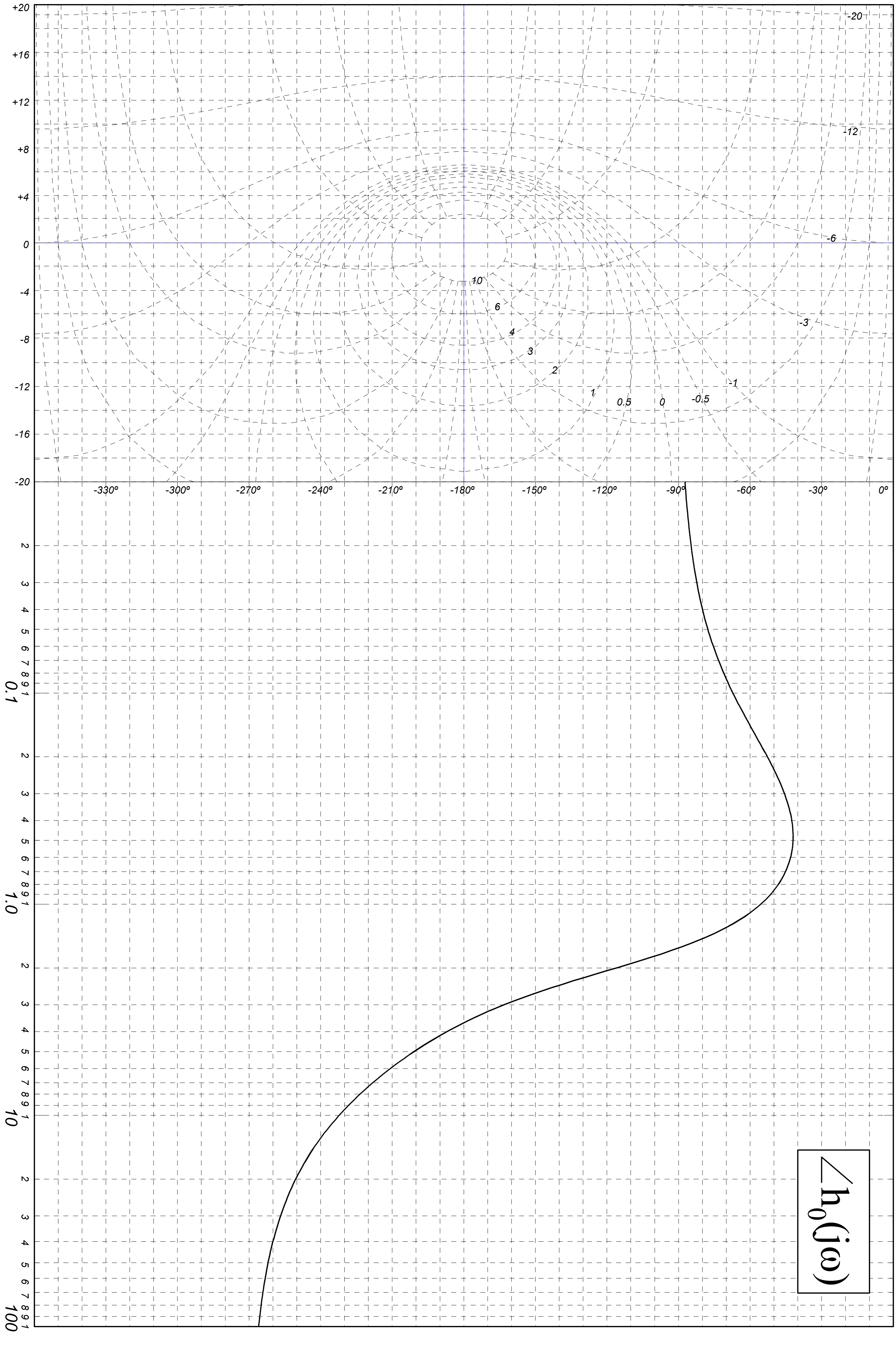


Figur 3: Nyquistdiagram

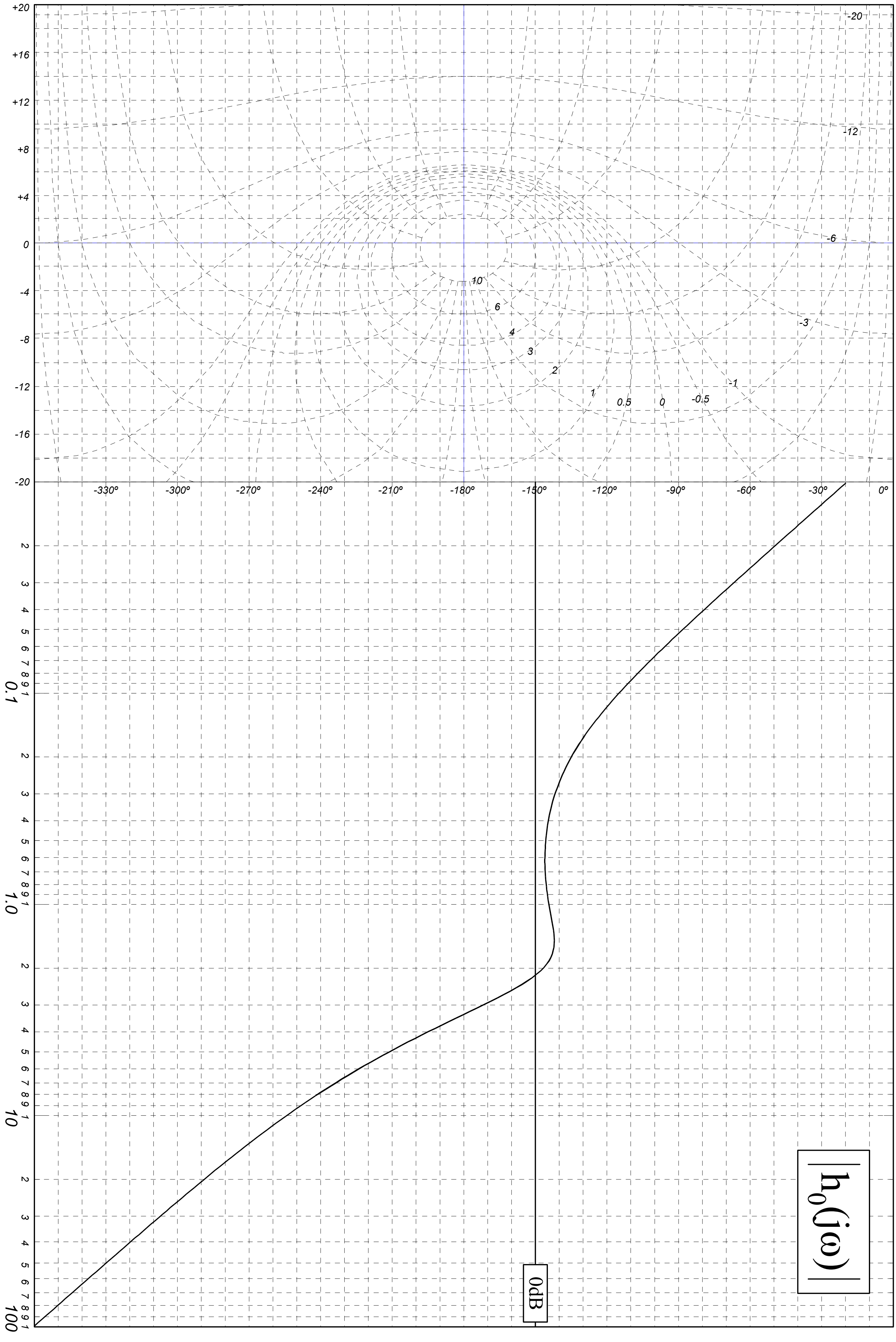
Figur 3 viser Nyquist-kurver (polardiagrammer) for to prosesstransferfunksjoner,

$$h_1(s) = \frac{1}{s+a} \text{ og } h_2(s) = \frac{1}{s-a}, \text{ der } a = 2, \omega \in \langle -\infty, \infty \rangle$$

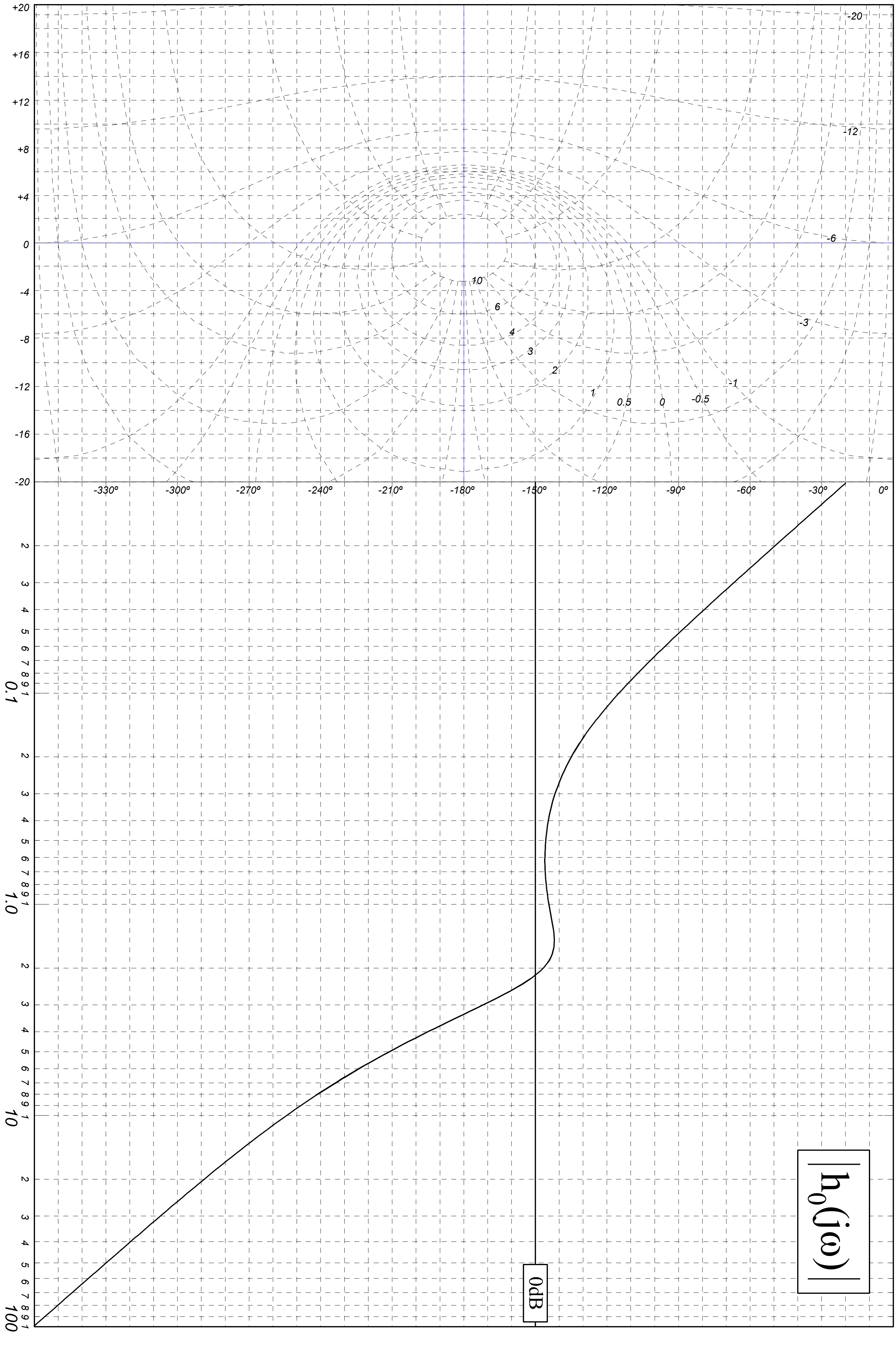
Anta regulering med proporsjonalregulator, $h_r(s) = K_P$. Finn ved hjelp av Nyquists stabilitetskriterium (les av) hvilke verdier av K_p som gir stabilitet for hhv. h_1 og h_2. (Tips: se s. 203 og 212 for å forstå hvordan Nyquist-kurven endrer seg med økende K_p. Les om den grafiske tolkningen av Nyquists stabilitetskriterium i starten av avsnitt 8.4.)



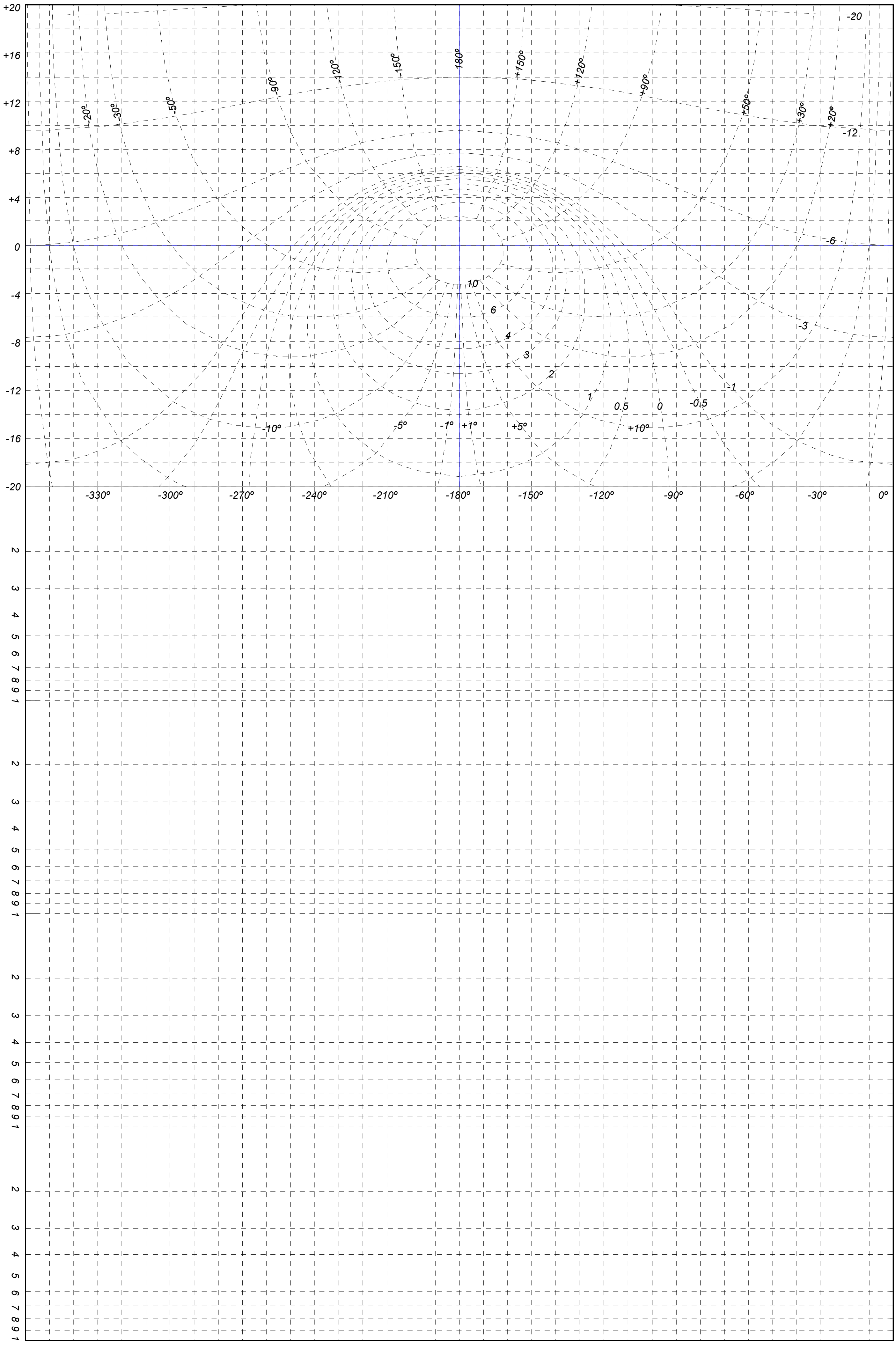
+20
+16
+12
+8
+4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-20
-12
-6
-3
-1
-0.5
0
0.5
1
2
3
4
6
10
-330°
-300°
-270°
-240°
-210°
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
0.1
1.0
10
100
∠h0(jω)



+20
+16
+12
+8
+4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-330°
-300°
-270°
-240°
-210°
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
10
6
4
3
2
1
0.5
0
-0.5
-1
-3
-6
-12
-20
0.1
1.0
10
100
0dB
|h0(jω)|



+20
+16
+12
+8
+4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-330°
-300°
-270°
-240°
-210°
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
-20
-12
-6
-3
-1
-0.5
0
0.5
1
2
3
4
6
10
0.1
1.0
10
100
0dB
$|h_0(j\omega)|$


+20
+16
+12
+8
+4
0
-4
-8
-12
-16
-20
-330°
-300°
-270°
-240°
-210°
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
-20°
-30°
-50°
-90°
-120°
-150°
180°
+150°
+120°
+90°
+50°
+30°
+20°
-20
-12
-6
-3
-1
-0.5
0
0.5
1
2
3
4
6
10
-10°
-5°
-1°
+1°
+5°
+10°