

**TENTAMEN**

KURSNAMN	Dynamiska system & reglerteknik
PROGRAM: namn åk / läsperiod	EI MEI DI Åk 2 Lp 1
KURSBETECKNING	LEU 235
EXAMINATOR	Bertil Thomas
TID FÖR TENTAMEN	20 december 2008 fm
HJÄLPMEDEL	Formelsamlingar Typgodkänd miniräknare
ANSV LÄRARE: namn telnr besöker tentamen kl	BT 5743 10.00
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	Individuell granskning
ÖVRIG INFORM. (ex.vis antal frågor, uppgifter, poäng o dyl)	Max 20 poäng Gränser 8-12-16

NAMN (tentand): _____

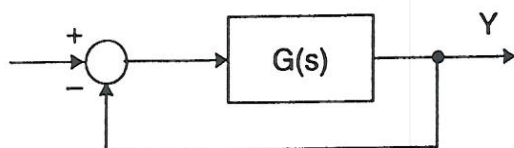
1.

Bestäm följande storheter genom att rita Bodediagram i nedanstående fall:

amplitudmarginal A_m

fasmarginal φ_m

överkorsningsfrekvens ω_c



$$G(s) = \frac{0,5}{s(1+s)^2}$$

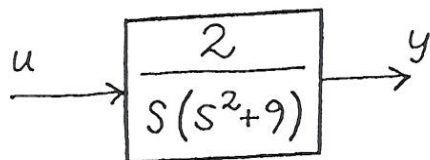
(3P)

2.

a) Bestäm om nedanstående process är stabil genom att beräkna dess poler.

$$G(s) = \frac{5}{s^2 + 4s + 8}$$

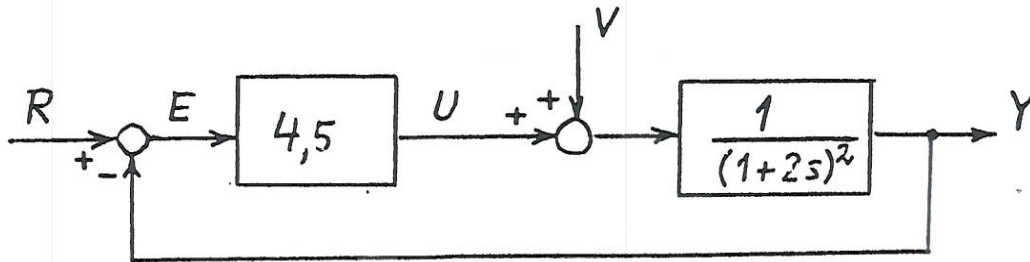
b) Bestäm stegsvaret för nedanstående process. Svaret skall ges på matematisk form.



(2P)

3.

Blockschemat nedan visar ett system för reglering av temperaturen i en värmväxlare. Nu vill man undersöka hur stora styrsignalerna u blir vid olika typer av störningar v i systemet. Beräkna därför överföringsfunktionen $G(s)$ från signalen V till signalen U .

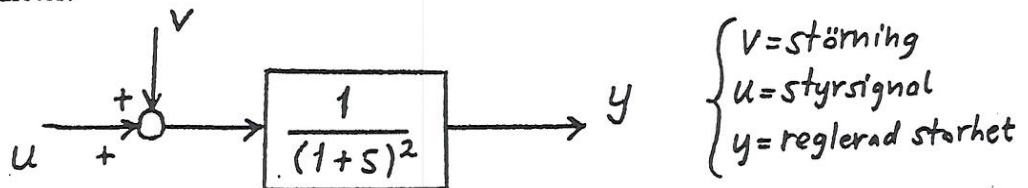


Svaret skall ges på formen $G(s) = \frac{T(s)}{N(s)}$ där $T(s)$ och $N(s)$ är två polynom i s .

(2p)

4.

Processen nedan påverkas av en sinusformad störning v med frekvensen $0,5$ rad/s och amplituden $2,5$ enheter.



a) Beräkna hur stor amplituden blir hos den sinusformade komponenten i utsignalen y (som blir följden av den aktuella störningen).

b) Antag att processen ska regleras med en P-regulator med förstärkningen $K=6$ (som ger fasmarginalen 50 grader). Hur stor blir nu amplituden hos den sinusformade komponenten i utsignalen som är följden av den aktuella störningen?

(3p)

5.

En process i en kemisk fabrik skall regleras med hjälp av en digital regulator med samplingstiden h . Styrsignalen som skall styra processen antas vara konstant över samplingsintervallen. Regleringen skall ske med en proportionell regulator som har förstärkningen K . Processens överföringsfunktion är:

$$G(s) = \frac{1}{1+s}$$

Utred hur stora värden som kan användas på förstärkningen K i regulatorn innan systemet blir instabilt.

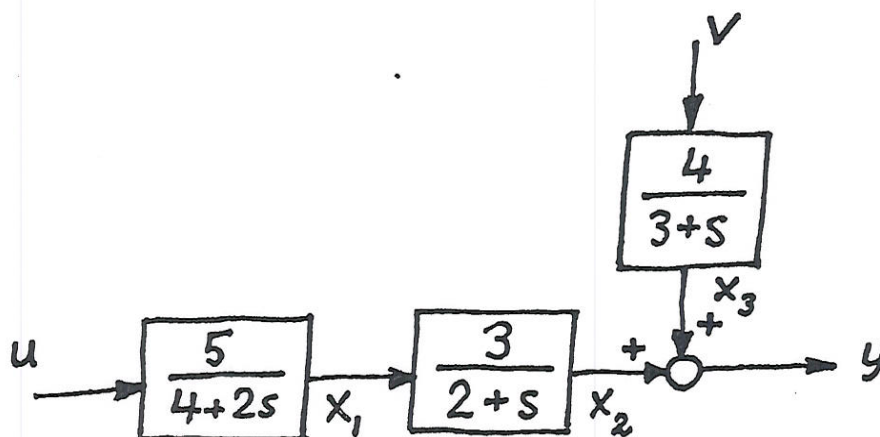
(2p)

6.

Nedanstående blockschema föreställer en del av ett dynamiskt system i en petrokemisk fabrik. Eftersom man håller på att ta fram en matematisk modell över fabriken ska man ta fram en tillståndsmodell som beskriver dynamiken.

Uppgift:

Ställ upp systemet på tillståndsform och skriv upp hur A-matrisen, B-matrisen och C-matriserna ser ut. Använd utsignalerna från de tre blocken som tillstånd. Systemet har två insignaler (styrsignalen u och störningen v) samt en utsignal y .



(2p)

7.

Nedanstående process ska regleras med en P-regulator. Rita Bodediagram för processen och bestäm med hjälp av detta förstärkningen K så att systemet får fasmarginalen 50 grader. Beräkna också approximativ stigtid för det erhållna systemet.

$$G(s) = \frac{2,5}{(1+5s)(1+0,4s)}$$

(3p)

8.

Figuren nedan visar schematiskt funktionen hos en seismograf, avsedd att registrera jordbävningar. Seismografens hölje är fast förbundet med urberget.

När berget skakar kommer massan M på grund av sin tröghet att nästan vara helt stilla, varvid jordens rörelse registreras med hjälp av skrivaren och den penna som massan är fast förbunden med.

Följande beteckning används:

x = anger jordens "läge" ($x = 0$ vid jämvikt)

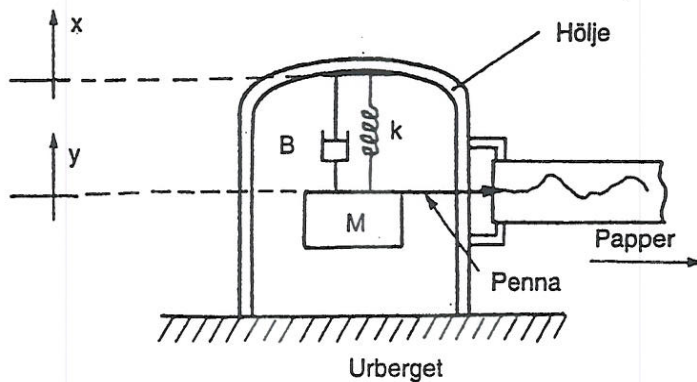
y = anger massans läge ($y = 0$ vid jämvikt)

M = massa

B = dämpkonstant hos hastighetsdämparen

K = fjäderkonstant hos fjädern

Bestäm överföringsfunktionen $G(s) = \frac{Y}{X}$ för seismografen.



(3p)

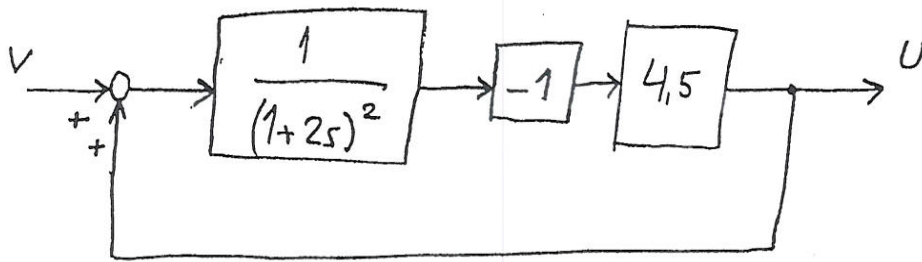
1. Enligt Matlab blir svaret

$$\begin{cases} A_m = 12 \text{ dB} \\ \phi_m = 44^\circ \\ \omega_c = 0,424 \text{ rad/s} \end{cases}$$

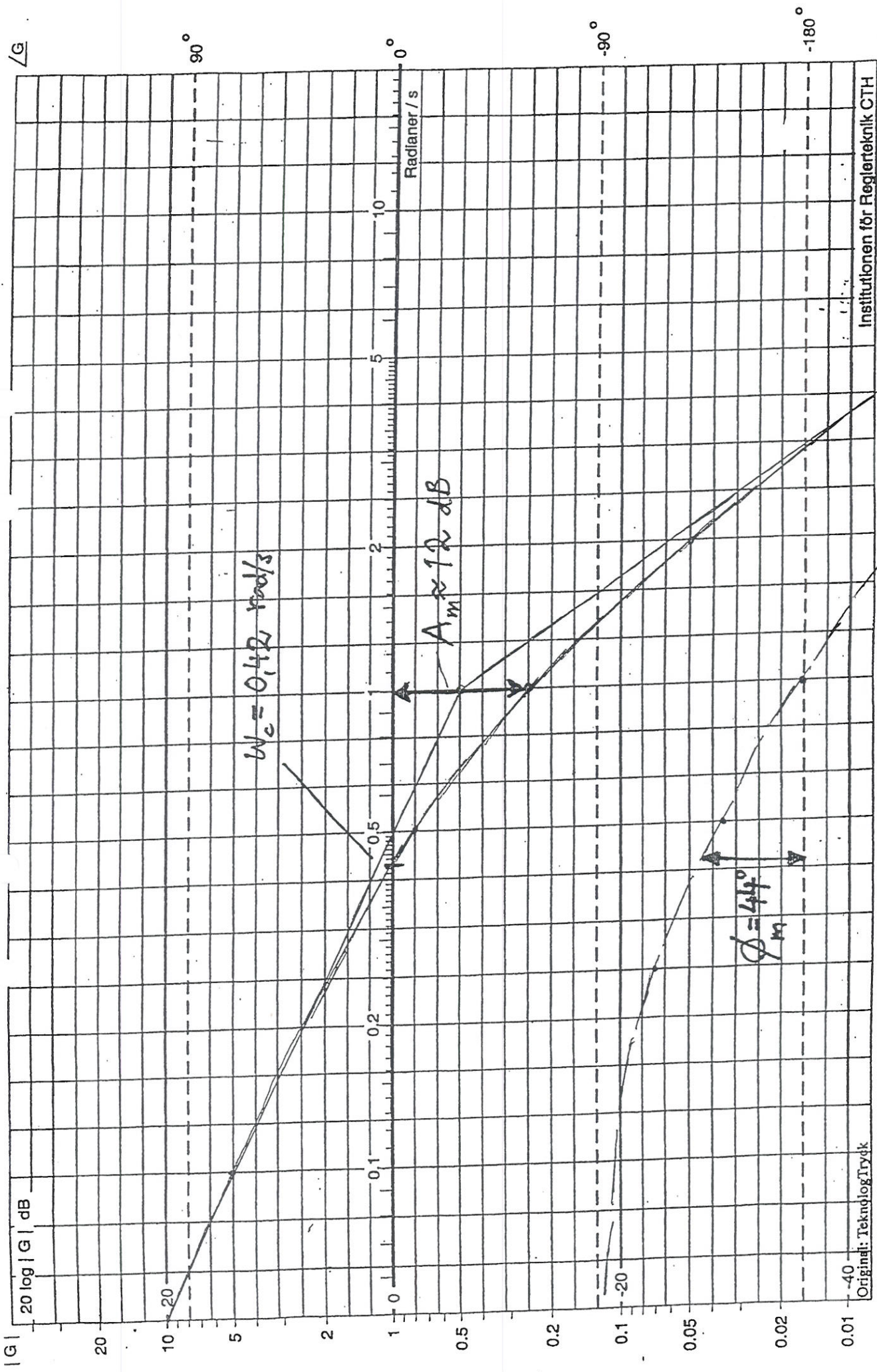
2.a) $s^2 + 4s + 8 = 0 \Rightarrow s = -2 \pm \sqrt{4-8} =$
 $s = -2 \pm 2j$ Stabil

2.b) Enligt tabell fås $y = \frac{2}{27} (3t - \sin 3t)$

3 Omritning av blockschemat ger: (Sätt R=0)



$$G(s) = \frac{-4,5}{(1+2s)^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{-4,5}{(1+2s)^2}} = \frac{-4,5}{(1+2s)^2 + 4,5} = \frac{-4,5}{4s^2 + 4s + 5,5}$$



4.

$$a) \quad G(j\omega) = \frac{1}{(1+j\omega)^2}$$

$$|G(j\omega)| = \frac{1}{1+\omega^2}$$

$$A_y = 2,5 \cdot \frac{1}{1+0,5^2} = \frac{2,5}{1,25} = 2$$

$$b) \quad G_v = \frac{Y}{V} = \frac{\frac{1}{(1+s)^2}}{1 + \frac{6}{(1+s)^2}} = \frac{1}{s^2 + 2s + 7} \stackrel{s=j\omega}{=} \frac{1}{7 - \omega^2 + 2j\omega}$$

$$|G_v(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(7 - \omega^2)^2 + (2\omega)^2}}$$

$$A_y = 2,5 \cdot \frac{1}{\sqrt{(7 - 0,5^2)^2 + 1}} = 0,366$$

5.

Diskretisering av $G(s)$ ger

$$H(z) = \frac{1 - e^{-h}}{z - e^{-h}}$$

$$\Rightarrow \text{Kar. ekv} \quad 1 + k \cdot \frac{1 - e^{-h}}{z - e^{-h}} = 0$$

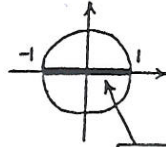
En reell
rot!

$$\Rightarrow z - e^{-h} + k(1 - e^{-h}) = 0 \Rightarrow z = e^{-h} - k(1 - e^{-h})$$

Polen måste ligga inom enhetscirkeln. Detta ger
följande två villkor

$$\textcircled{1} \quad e^{-h} - k(1 - e^{-h}) > -1 \quad \Rightarrow \quad k < \frac{1 + e^{-h}}{1 - e^{-h}}$$

$$\textcircled{2} \quad e^{-h} - k(1 - e^{-h}) < 1 \quad \Rightarrow \quad k > -1$$

här måste
polen
ligga!

dvs.
$$-1 < k < \frac{1 + e^{-h}}{1 - e^{-h}}$$

6.

$$\frac{X_1}{U} = \frac{5}{4 + 2s} \Rightarrow X_1(4 + 2s) = 5u$$

$$\Rightarrow \dot{X}_1 = -2X_1 + 2,5u$$

$$\frac{X_2}{X_1} = \frac{3}{2 + s} \Rightarrow X_2(2 + s) = 3X_1$$

$$\Rightarrow \dot{X}_2 = -2X_2 + 3X_1$$

$$\frac{X_3}{V} = \frac{4}{3 + s} \Rightarrow X_3(3 + s) = 4v$$

$$\Rightarrow \dot{X}_3 = -3X_3 + 4v$$

$$\begin{bmatrix} \dot{X}_1 \\ \dot{X}_2 \\ \dot{X}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 3 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2,5 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

7.

Ampl. kurvan nitar m.
asymptotmetoden, faskurvan
nitar punkt för punkt.

$$G(j\omega) = \frac{2,5}{(1+5j\omega)(1+0,4j\omega)}$$

$$\varphi(\omega) = -\arctan(5\omega) - \arctan(0,4\omega)$$

ω	$\varphi(\omega)$
0,1	-29°
0,2	-50°
0,4	-73°
0,8	-94°
1,6	-115°
2,5	-130°
4	-145°
8	-161°

Vid $\omega = 2,5 \text{ rad/s}$ har vi faseren 50° .

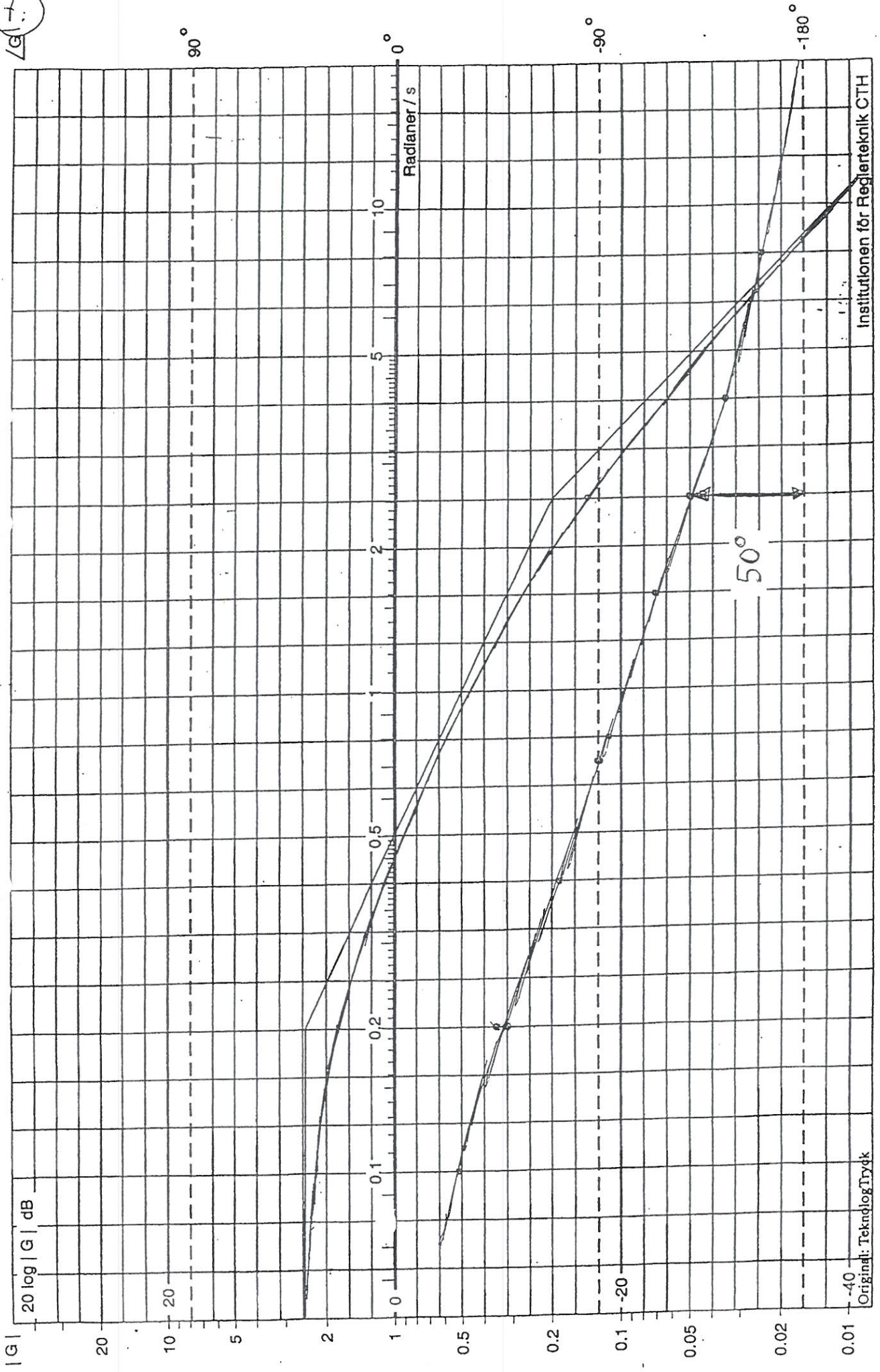
$$|G(2,5)| = -17 \text{ dB} = 10^{\frac{-17}{20}} \text{ ggr} = 0,141 \text{ ggr}$$

$$\Rightarrow \text{Välj } K = \frac{1}{0,141} \approx 7,1 \text{ ggr}$$

$K = 6-8 \text{ ggr}$
är godkänt

$$t_r \approx \frac{1,4}{\omega_c} = \frac{1,4}{2,5} = 0,56$$

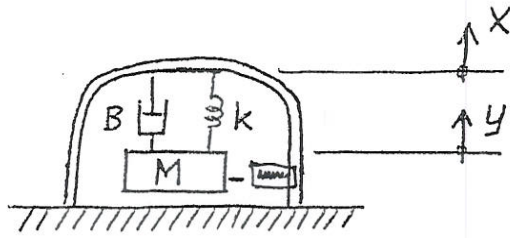
(7)



Original: TeknologTrykk

Instituttet for Regjertechnik CTH

8.



Sökes $G = \frac{Y}{X}$

Newton's andra lag ger för massan M :

$$\uparrow: B(\dot{x} - \dot{y}) + k(x - y) = M\ddot{y}$$

$$\Rightarrow M\ddot{y} + B\dot{y} + ky = B\dot{x} + kx.$$

Laplace-transformering ger:

$$MYs^2 + BYs + kY = BXs + kX$$

$$Y(Ms^2 + Bs + k) = X(Bs + k)$$

$$\Rightarrow G = \frac{Y}{X} = \frac{Bs + k}{Ms^2 + Bs + k}$$