



higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T430(A)(A15)T

NASIONALE SERTIFIKAAT

BEHEERSTELSELS N6

(8080016)

15 April 2019 (X-Vraestel)

09:00–12:00

BENODIGDHEDE: 3-siklus semi-logaritmiëse grafiekpapier

**Hierdie vraestel bestaan uit 7 bladsye, 1 diagramblad, 'n formuleblad van 2 bladsye.
1 Nichols-tabel en 3 Laplace-omskakelingstabelle.**




DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA
NASIONALE SERTIFIKAAT
BEHEERSTELSELS N6
TYD: 3 UUR
PUNTE: 100

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Beantwoord AL die vrae.
 2. Lees AL die vrae aandagtig deur.
 3. Nommer die antwoorde volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik word.
 4. Netjiese, benoemde kringdiagramme moet slegs in die verduideliking van antwoorde gebruik word waar dit versoek is.
 5. Gebruik slegs BLOU of SWART ink.
 6. Gebruik tekentoerusting en 'n potlood vir ALLE sketse en diagramme.
 7. Skryf netjies en leesbaar.
-

VRAAG 1

Dui aan of die volgende stellings WAAR of ONWAAR is. Kies die antwoord en skryf slegs 'Waar' of 'Onwaar' langs die vraagnommer (1.1–1.10) in die ANTWOORDBOEK neer.

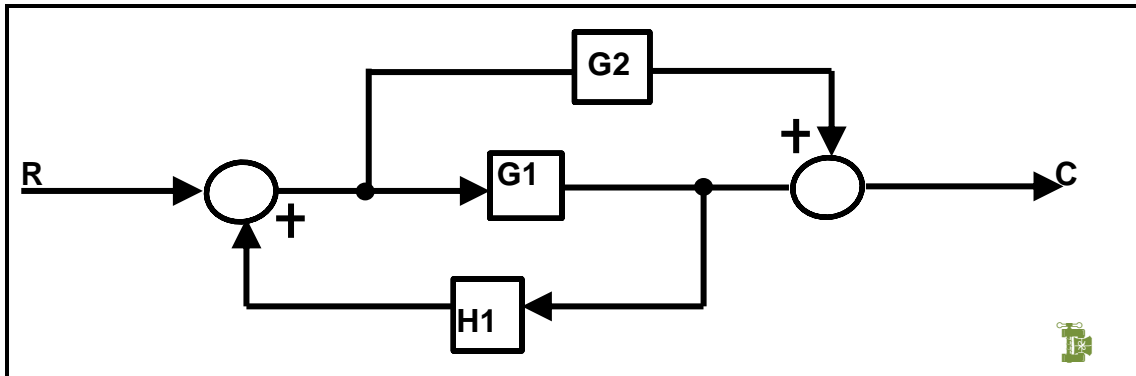
- 1.1 'n Stelsel is 'n kombinasie van komponente wat saam optree om 'n funksie uit te voer wat nie met enige van die individuele onderdele moontlik is nie.
- 1.2 'n Stelsel mag onstabiel raak indien die uitset groei hoewel geen sein op die stelsel aangewend is nie. 
- 1.3 'n Invoer is die hoeveelheid wat teen 'n voorgeskrewe waarde gehandhaaf moet word.
- 1.4 In 'n geslotelusstelsel het die afvoersein nie enige uitwerking op die invoersein nie.
- 1.5 'n Blokdiagram is 'n prentuitbeelding van die oorsaak en gevolg tussen die invoer en die afvoer van 'n stelsel.
- 1.6 'n Fasemarge is wanneer die wins met die punt ooreenstem waar die fase die 180°-lyn oorsteek. 
- 1.7 Onderdemping is waar die respons geneig is om die doelwit te oorskry terwyl ossillasies baie stadig, of glad nie, verval ('decay').
- 1.8 'n Sinusfunksie is 'n tydfunksie wat op lineêre wyse teen 'n konstante tempo styg of daal.
- 1.9 By afgeleide beheer varieer die beheerde afvoer direk met die invoer of stelselfout.
- 1.10 By geïntegreerde beheer is die regstelling wat gemaak word eweredig tot die tydintegraal van die fout. 

(10 × 1)

[10]

VRAAG 2

- 2.1 Bepaal, met behulp van 'n algebra-reduksieblokdiagram, die beheerverhouding van die blokdiagram in FIGUUR 1.

**FIGUUR 1**

- (5)
- 2.2 Wat stel die simbole G en H in FIGUUR 1 voor? (2)
- 2.3 Noem TWEE gebruike van blokdiagramme in beheerstelsels. (2)
- 2.4 Gee die funksie van 'n sommeringsnetwerk of 'n sommeringsaansluiting. (1)
- [10]**

VRAAG 3

Die DIAGRAMBLAD (aangeheg) toon 'n wins-frekwensie- en 'n fase-frekwensie-kurwe van 'n stelsel.

Bepaal die volgende uit die grafiek:

- 3.1 Die helling van die wins-frekwensierespons (gain versus frequency response) tussen 1 rad/s en 10 rad/s (1)
- 3.2 Die helling van die fase-frekwensierespons (phase versus frequency response) tussen 5 rad/s en 15 rad/s (1)
- 3.3 Die winskruisfrekwensie (gain crossover frequency) (1)
- 3.4 Die fasekruisfrekwensie (phase crossover frequency) (1)
- 3.5 Die fasewaarde by die winskruisfrekwensie (1)
- 3.6 Die waarde van die wins waar die fasewaarde -180° is (1)
- 3.7 Die winsmarge (1)


- 3.8 Die fasemarge  (1)
- 3.9 Die stabiliteit van die stelsel (2)
- [10]**

VRAAG 4

- 4.1 Die afgeleide geslotelusresponswaardes van 'n bepaalde beheerstelseltoets word in die tabel hier onder getoon.

Plot die log-grootte-faseplot (log magnitude versus phase plot) op die Nichols-grafiek (aangeheg).

ω (rad/sec)	5	24	56	98	134
Grootte in dB	-0,5	-0,75	2,5	3,5	-13,5
Fase in grade	-2°	-10°	-35°	-132°	-187°



- 4.2 Gebruik die plot in VRAAG 4.1 om die oopluswins en fasewaardes vir dieselfde frekwensie as wat in die geslotelusstipping gebruik is, te tabelleer. (2 x 5)
- [10]**


VRAAG 5

'n Ooplusoordragfunksie vir 'n wortellokus word soos volg gegee:



$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{30 AB}{S(S + 25)}$$

Gebruik die gegewe oordragfunksie om die vrae te beantwoord:

- 5.1 Bepaal die oopluspole en die zeros. (2)
- 5.2 Bereken die middelpunt van asimptote op die reële as. (2)
- 5.3 Bereken die asimptotiese hoeke.  (2)
- 5.4 Konstrueer die wortellokus vir die gegewe stelsel. (4)
- [10]**

VRAAG 6

6.1 Skakel die gegewe Laplace-omskakelingsfunksies na 'n funksie van tyd om:

$$6.1.1 \quad F(s) = \frac{25}{(3s + 1)(2s + 1)}$$

$$6.1.2 \quad F(s) = \frac{100\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + 20)}$$

(2 × 3) (6)

6.2 Skakel die gegewe Laplace-omskakelingsfunksies na 'n funksie van 's' om:

$$6.2.1 \quad F(t) = 15te^{-2t}$$

$$6.2.2 \quad F(t) = 90(1 - e^{\frac{t}{2}})$$

(2 × 2) (4)
[10]

VRAAG 7

'n Integreer-aktiewe-versterker (integrator operational amplifier) word aan 'n reghoekgolfinsets spanning van ± 6 V onderwerp. Die versterker beskik oor 'n resistor van $2 \text{ M}\Omega$, 'n kapasitor van $2 \mu\text{f}$ en 'n insetfrequentie van 5 kHz .

7.1 Teken 'n netjiese, benoemde diagram van die kring. (3)

7.2 Bereken die volgende:

7.2.1 Die tydperiode in sekondes (2)

7.2.2 Die tydkonstante (2)

7.2.3 Die leweringspanning van die positiewe en negatiewe faseperiode van die inset (3)

[10]

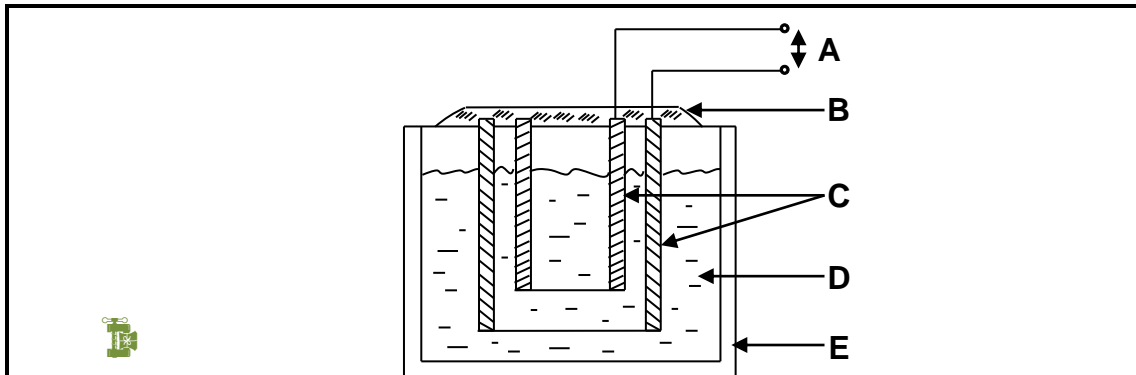
VRAAG 8

8.1 Die kapasitansie van 'n kapasitor is eweredig aan TWEE items.

Noem hierdie TWEE items.

(2)

8.2 FIGUUR 2 toon 'n diagram van 'n kapasitiewe omsetter waar die diëlektriese metode van vloeistofvlakmonitering gebruik word.

**FIGUUR 2**

8.2.1 Noem die onderdele in die skets in FIGUUR 2 deur slegs die antwoord langs die letter (A–E) in die ANTWOORDBOEK te skryf.

(5)

8.2.2 Verduidelik die bedryfsbeginsel van die kapasitiewe omsetter wat die diëlektriese metode van vloeistofvlakmonitering gebruik.

(3)

[10]**VRAAG 9**

9.1 Omskryf die term *hidroulika*.

(2)

9.2 Noem DRIE nadele daarvan om vloeistofkrag te gebruik.

(3)

9.3 Verduidelik wat 'n *hidrouliese motor* is.

(2)

9.4 Noem DRIE komponente van 'n basiese hidrouliese stelsel.

(3)

[10]**VRAAG 10**

10.1 Omskryf die term *stygfunksie* wat op GS-golfvormfunksies wat deur seinopwekkers verskaf word, van toepassing is.

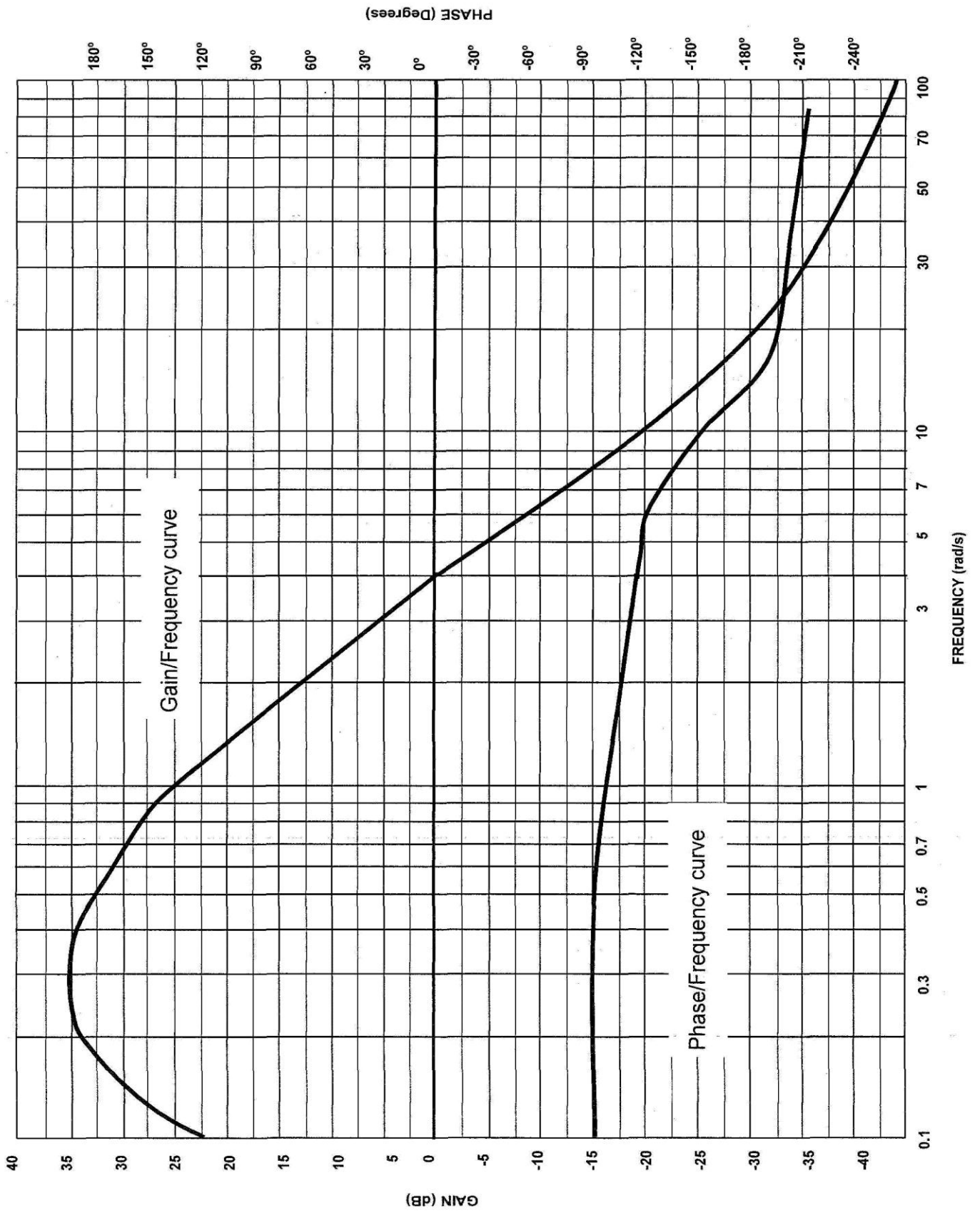
(2)

10.2 Teken 'n netjiese, benoemde blokdiagram van die katodestraallossilloskoop.

(8)

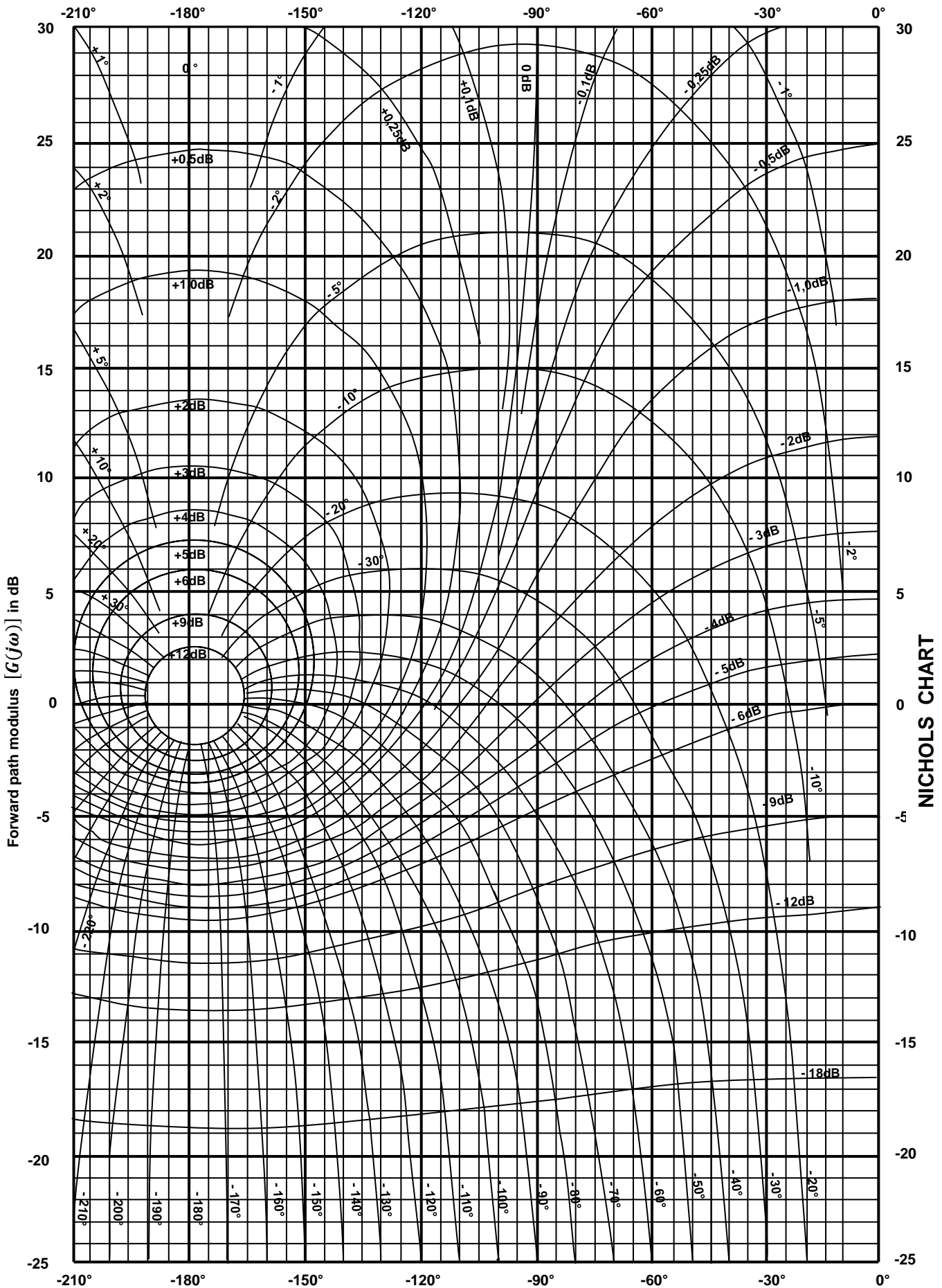
[10]**TOTAAL: 100**

DIAGRAMBLAD



4.1 EKSAMENNUMMER:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



BEHEERSTELSELS N6**FORMULEBLAD**

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 2\pi f \qquad t_p = \frac{1}{f}$$

$$\text{Number of oscillations} \quad \frac{t_s}{t_p} \quad \text{or} \quad \frac{2\sqrt{1 - \zeta^2}}{\pi \cdot \zeta}$$

$$\text{Damping coefficient } (\alpha) = \zeta \cdot \omega_n = \frac{1}{\pi} \tau$$

$$\text{Overshoot} = e^{\frac{-\zeta \pi N}{\sqrt{1 - \zeta^2}}}$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \right] + \pi \text{ rad}$$

$$\text{Amplitude} = \varphi \left[1 + e^{\frac{-\zeta \pi N}{\sqrt{1 - \zeta^2}}} \right]$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_o}{\tau}} \qquad \tau + \frac{t_s}{4} = \frac{1}{\zeta \cdot \omega_n}$$

$$\omega_p = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2}$$

$$\omega_b = \omega_n \sqrt{1 - 2\zeta^2 + \sqrt{2 - 4\zeta^2 + 4\zeta^4}}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1 \pm GH}$$

$$S_c = \frac{\sum P - \sum Z}{NP - NZ}$$

$$\zeta = \cos \varphi$$

$$\Psi = \frac{(2K_o + 1)180^\circ}{NP - NZ}$$

$$K_o = \frac{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2 \dots}{\Delta Z_1 \cdot \Delta Z_2 \dots}$$

VERSTERKERS

$$V_o = -V_i \frac{R_f}{R_1}$$

$$V_o = V_i \left[\frac{R_f}{R_1} \right]$$

$$V_o = -R_f \left[\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_N}{R_N} \right]$$

$$V_o = -\frac{1}{RC} \int V_i(t) dt + V_c$$

$$V_o = -RC \frac{dV_i(t)}{dt}$$

$$i_e = \frac{V_e}{R_e}$$

$$R_c = \frac{V_c}{i_c}$$

$$gmR_L = \frac{hfe}{hie} \cdot R_L$$

$$t = \frac{1}{f}$$

BODE- EN NICHOLS-GRAFIEKE

$$Gain = 20 \log \left[\frac{output}{input} \right] db$$

$$Phase = \sin^{-1} \left[\frac{phase\ shift}{input} \right] - 180^\circ$$

$$\tau = R \cdot C$$

LAPLACE-OMSKAKELINGSTABEL

Nr.	F(s)	f(t)
1.	1	$\delta(t)$
2.	$\frac{A}{s}$	$A(t)$ $\{0 \ t < 0\}$ $\{A \ t \geq 0\}$
3.	$\frac{1}{s}$	$U(t)$ $\{0 \ t < 0\}$ $\{1 \ t \geq 0\}$
4.	$\frac{A}{s^2}$	At
5.	$\frac{2A}{s^3}$	At^3
6.	$\frac{A\omega}{s^2 + \omega^2}$	$A \sin \omega t$
7.	$\frac{As}{s^2 + \omega^2}$	$A \cos \omega t$
8(a).	$\frac{A}{\tau s + 1}$	$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$
8(b).	$\frac{A}{s + a}$	Ae^{-at}
9(a).	$\frac{A}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$\frac{A}{\tau_1 - \tau_2} \left[e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]$
9(b).	$\frac{A}{(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{(b - a)} [e^{-at} - e^{-bt}]$
10(a).	$\frac{A}{(\tau s + 1)^2}$	$\frac{At}{\tau^2} \left[e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$
10(b).	$\frac{A}{(s + a)^2}$	Ate^{-at}
11.	$\frac{A\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$	$\frac{A\omega_n e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t)$
12(a).	$\frac{A}{s(\tau s + 1)}$	$A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
12(b).	$\frac{A}{s(s + a)}$	$\frac{A}{a}(1 - e^{-at})$
13(a).	$\frac{A}{s^2(\tau s + 1)}$	$A\tau \left[e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{t}{\tau} - 1 \right]$
13(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)}$	$\frac{A}{a^2} (e^{-at} + at - 1)$

14(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)}$	$\frac{A\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2} e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ where $\Psi = \tan^{-1}\omega\tau \quad (0 < \Psi < \pi)$
14(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)}$	$\frac{A\omega e^{-at}}{(\omega^2 + a^2)} + \frac{A}{\sqrt{\omega^2 + a^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ where $\Psi = \tan^{-1}\frac{\omega}{a} \quad (0 < \Psi < \pi)$
15(a).	$\frac{A}{s(\tau_1 s + a)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[1 + \frac{\tau_1 e^{\frac{-t}{\tau_1}} - \tau_2 e^{\frac{-t}{\tau_2}}}{\tau_1 - \tau_2} \right]$
15(b).	$\frac{A}{s(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{ab} \left[1 + \frac{ae^{-bt} - be^{-at}}{b - a} \right]$
16(a).	$\frac{A}{s(\tau + a)^2}$	$A \left[1 - \frac{(\tau + t)}{\tau} e^{\frac{-t}{\tau}} \right]$
16(b).	$\frac{A}{s(s + 1)^2}$	$\frac{A}{a^2} [1 - (1 + at)e^{-at}]$
17.	$\frac{A\omega_n^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[1 + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ where $\Psi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \quad (0 < \Psi < \pi)$
18(a).	$\frac{A}{s^2(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[t - \tau_1 - \tau_2 - \frac{\tau_2^2 e^{\frac{-t}{\tau_2}} - \tau_1^2 e^{\frac{-t}{\tau_1}}}{\tau_1 - \tau_2} \right]$
18(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)(s + b)}$	$\frac{A}{ab} \left[t - \frac{a + b}{ab} - \frac{\frac{b}{a} e^{-bt} - \frac{a}{b} e^{-at}}{b - a} \right]$
19(a).	$\frac{A}{s^2(\tau s + 1)^2}$	$A \left[t - 2\tau + (t + 2\tau)e^{\frac{-t}{\tau}} \right]$
19(b).	$\frac{A}{s^2(s + a)^2}$	$\frac{A}{a^2} \left[t - \frac{2}{a} + \left(t + \frac{2}{a} \right) e^{-at} \right]$
20.	$\frac{A\omega_n^2}{s^2(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[\tau - \frac{2\zeta}{\omega_n} + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ where $\Psi = 2 \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \quad (0 < \Psi < \pi)$

21(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$A \left[\frac{\tau_1^2 \omega e^{-\frac{t}{\tau_1}}}{(\tau_1 - \tau_2)(1 + \omega^2 \tau_1^2)} + \frac{\tau_2^2 \omega e^{-\frac{t}{\tau_2}}}{(\tau_1 - \tau_2)(1 + \omega^2 \tau_2^2)} + \frac{\sin(\omega t - \Psi)}{(1 + \omega^2 \tau^2)(1 + \omega^2 \tau_2^2)^{\frac{1}{2}}} \right]$ <p style="text-align: center;"><i>where</i></p> $\Psi = \tan^{-1} \omega \tau_1 + \tan^{-1} \omega \tau_2$
21(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)(s + b)}$	$A \left[\frac{\omega e^{-at}}{(b - a)(\omega^2 + a^2)} + \frac{\omega e^{-bt}}{(a - b)(\omega^2 + b^2)} + \frac{\sin(\omega t - \Psi)}{(\omega^2 + a^2)(\omega^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}} \right]$ <p style="text-align: center;"><i>where</i></p> $\Psi = \tan^{-1} \frac{\omega(a+b)}{ab - \omega^2} \quad (0 < \Psi < \pi)$
22(a).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)^2}$	$\frac{A}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\frac{\omega t + 2\omega \tau e^{-\frac{t}{\tau}}}{1 + \omega^2 \tau^2} + \sin(\omega t - \Psi) \right]$ <p style="text-align: center;"><i>where</i></p> $\Psi = 2 \tan^{-1} \omega \tau$
22(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)^2}$	$\frac{A}{\omega^2 + a^2} \left[\frac{a\omega(at + 2)e^{-at}}{\omega^2 + a^2} + \sin(\omega t - \Psi) \right]$
23.	$\frac{A\omega\omega_n^2}{(s^2 + \omega^2)(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$\frac{A\omega_n^2}{[(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + 4\zeta^2\omega^2\omega_n^2]^{\frac{1}{2}}}$ $\left[\sin(\omega t - \Psi) + \frac{\omega e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t - \Psi_2)}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \right]$ <p style="text-align: center;"><i>where</i></p> $\Psi_1 = \tan^{-1} \left[\frac{2\zeta\omega\omega_n}{\omega_n^2 + \omega^2} \right] \quad (0 < \Psi_1 < \pi)$ <p style="text-align: center;">en</p> $\Psi_2 = \tan^{-1} - \frac{2\zeta\omega_n^2 \sqrt{1 - \zeta^2}}{\omega^2 - \omega_n^2(1 - 2\zeta^2)} \quad (0 < \Psi_2 < \pi)$