higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

BEHEERSTELSELS N6

(8080016)

2 Desember 2022 (X-vraestel)
09:00–12:00

Hierdie vraestel bestaan uit 8 bladsye, 2 diagramblaaie ('n Bode-diagram en 'n Nichols-grafiek), 'n 2-bladsy formuleblad en 'n Laplace-transformasietabel van 3 bladsye.

317Q1E2202

Kopiereg voorbehou

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 is.
4. Begin elke vraag op 'n nuwe bladsy.
5. Gebruik slegs 'n blou of swart pen.
6. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

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 Kritieke demping is waar die reaksie so gou moontlik is sonder dat seine verbyskiet of ossillasie voorkom.

1.2 'n Sinusfunksie is 'n tydfunksie wat sporadies sinusvormig verander teen 'n frekwensie van ω rad/s en dit kan voorloop of naloop.

1.3 Eersteordestelsels bevat komponente wat skommelings veroorsaak in die bestendigestaattoestande.

1.4 'n Beheerstelsel se eenheidsimpulsfunksie is 'n wiskundige vergelyking wat stelselelemente bevat wat van die invoer na die uitvoer oorgedra moet word as aanvaar word dat al die begintoestande nul is.

1.5 Oordemping is waar die reaksie baie traag is en ossillasie nooit voorkom nie.

1.6 Bandbreedte word gedefinieer as die verhouding tussen die werklike hoeveelheid demping en die kritieke hoeveelheid demping.

1.7 Met 'n afgeleide kontrole word die korreksie in verhouding met die tydafleiding van die fout gemaak.

1.8 'n Opritfunksie ('ramp function') is 'n tydfunksie wat 'n waarde van nul het vir tyd tot gelyk aan nul, en wat 'n konstante waarde van een het vir enige tyd groter as nul.

1.9 Met 'n proporsionele kontrole verander die beheerde uitset direk ten opsigte van die invoer- of stelselfout.

1.10 'n Fasegrens ('phase margin') is die punt waar die grootheidsgrafiek die nul-***α***β-lyn sny.

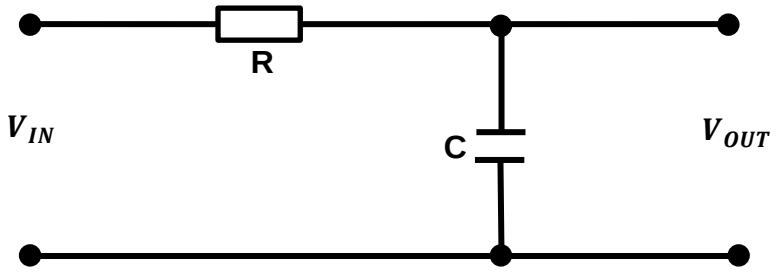
(10 × 1) **[10]**

VRAAG 2

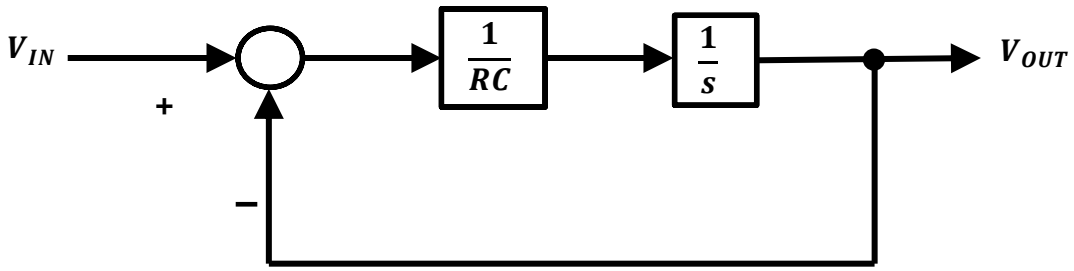
2.1 FIGUUR 1(a) toon 'n eersteorde resistor-kapasitor-integreerkringdiagram.
FIGUUR 1(b) wys die resulterende blokdiagram vir hierdie stelsel.

Vind die oordragfunksie vir hierdie stelsel deur middel van blokdiagram-algebra-reduksie.

Gegee: $\boldsymbol{\tau = RC}$



FIGUUR 1(a)



FIGUUR 1(b) (6)

2.2 Druk die gegewe Laplace-funksie uit in terme van die ekwivalente tydfunksie.

$$\mathrm{F}(s) = \frac{135}{(3s+1)^2}$$ (2)

2.3 Druk die gegewe Laplace-funksie uit in terme van die ekwivalente s-domein.

$$F(t) = 15\left[1 - \frac{(3+t)}{3}\, e^{\frac{-t}{3}}\right]$$ (2)

[10]

VRAAG 3

DIAGRAMBLAD 1 illustreer 'n stelsel se wins-versus-frekwensiekromme en fase-versus-frekwensiekromme.

Bepaal die volgende vanuit die grafiek:

3.1 Die winskruinwaarde (Mp) (1)

3.2 Die TWEE hoekfrekwensies (2)

3.3 Die winsruilfrekwensie ('gain crossover frequency') (ω_1) (1)

3.4 Die faseruilfrekwensie ('phase crossover frequency') (ω_π) (1)

3.5 Die resonansiefrekwensie (ω_p) (1)

3.6 Die winsgrens (1)

3.7 Die fasegrens (1)

3.8 Die stabiliteit van die stelsel (2)
[10]

VRAAG 4

DIAGRAMBLAD 2 (aangeheg) illustreer 'n toeluswins-versus-faseuitstipping op 'n Nichols-grafiek.

4.1 Gebruik die uitstipping om die toeluswins- en fasewaardes te tabuleer as:

ω = 25 rad/s, 50rad/s, 90 rad/s en 150 rad/s (4)

4.2 Gebruik die Nichols-grafiek om die volgende te bepaal:

4.2.1 Die winsgrens

4.2.2 Die faseruilfrekwensie

4.2.3 Die ongedempte resonansiefrekwensie

4.2.4 Die bandbreedte

4.2.5 Die kruingrootte winswaarde

4.2.6 Die kruingrootte fasewaarde

(6 × 1) (6)
[10]

VRAAG 5

'n Stelsel se toelusoordragfunksie word gegee as:

$$\frac{C}{R} = \frac{5A}{S^2 + 2S + 5A}$$

5.1 Bereken die toeluswortels as A = 0; 4; 16 en ∞ (Tabuleer jou antwoorde) (5)

5.2 Stip die toeluswortels op die s-domeingrafiek uit soos wat A varieer van 0 tot oneindigheid. (5)

[10]

VRAAG 6

6.1 Noem die VIER hoofgroepe oordraers. (4)

6.2 Teken 'n netjiese, benoemde diagram van 'n wisselstroom-tagogenerator. (3)

6.3 Verduidelik die term *resolusie* ten opsigte van potensiometers. (2)

6.4 Benoem die oordraer wat inligtingdraende ligstrale na elektriese seine omskakel. (1)

[10]

VRAAG 7

7.1 Noem die hooffunksie van 'n oordraer. (2)

7.2 Noem die TWEE toestande waaraan 'n gelykrigter moet voldoen om die wisselstroomsein na 'n gelykstroomsein te kan omskakel. (2)

7.3 Beheerstelsels kan gebruik word om elektriese konsepstelsels te beheer.

Noem TWEE ander konsepbeheerstelsels wat beheer kan word. (2)

7.4 Noem TWEE nadele van potensiometers. (2)

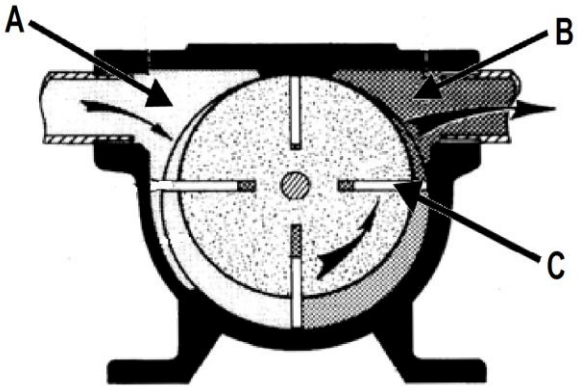
7.5 Noem TWEE praktiese toepassings van 'n elektroniese selfbalanserende potensiometer. (2)

[10]

VRAAG 8

8.1 Noem TWEE klasse ratpompe. (2)

8.2 FIGUUR 2 hier onder beeld 'n sekere soort hidrouliese pomp uit. Bestudeer die diagram en beantwoord die vrae.



FIGUUR 2

8.2.1 Benoem die pomp in FIGUUR 2. (1)

8.2.2 Identifiseer die gedeeltes wat as A, B en C gemerk is. (3)

8.2.3 Verduidelik die werking van die pomp wat in VRAAG 8.2.1 geïdentifiseer is. (4)

[10]

VRAAG 9

9.1 Noem SES voordele van druklugstelsels. (6)

9.2 Wat is die doel daarvan om 'n afgeleide beheerder in 'n proporsioneelbeheerde druklugstelsel te installeer? (2)

9.3 Gee TWEE algemene foute wat voorkom in druklugstelsels. (2)

[10]

VRAAG 10

10.1 Die sinusgolf is een van die golfvorms wat die meeste in seinontwikkeling gebruik word. ☆

Noem DRIE ander soorte golfvorms. (3)

10.2 Noem die TWEE hoofgroepe waarin elektroniese voltmeters geklassifiseer kan word. (2)

10.3 Noem DRIE voordele van sinusgolwe in seinontwikkeling. (3)

10.4 Noem die TWEE stabiliteitsmetings wat verkry word as 'n sinusfunksie gebruik word om die stabiliteit van 'n beheerstelsel te toets. (2)

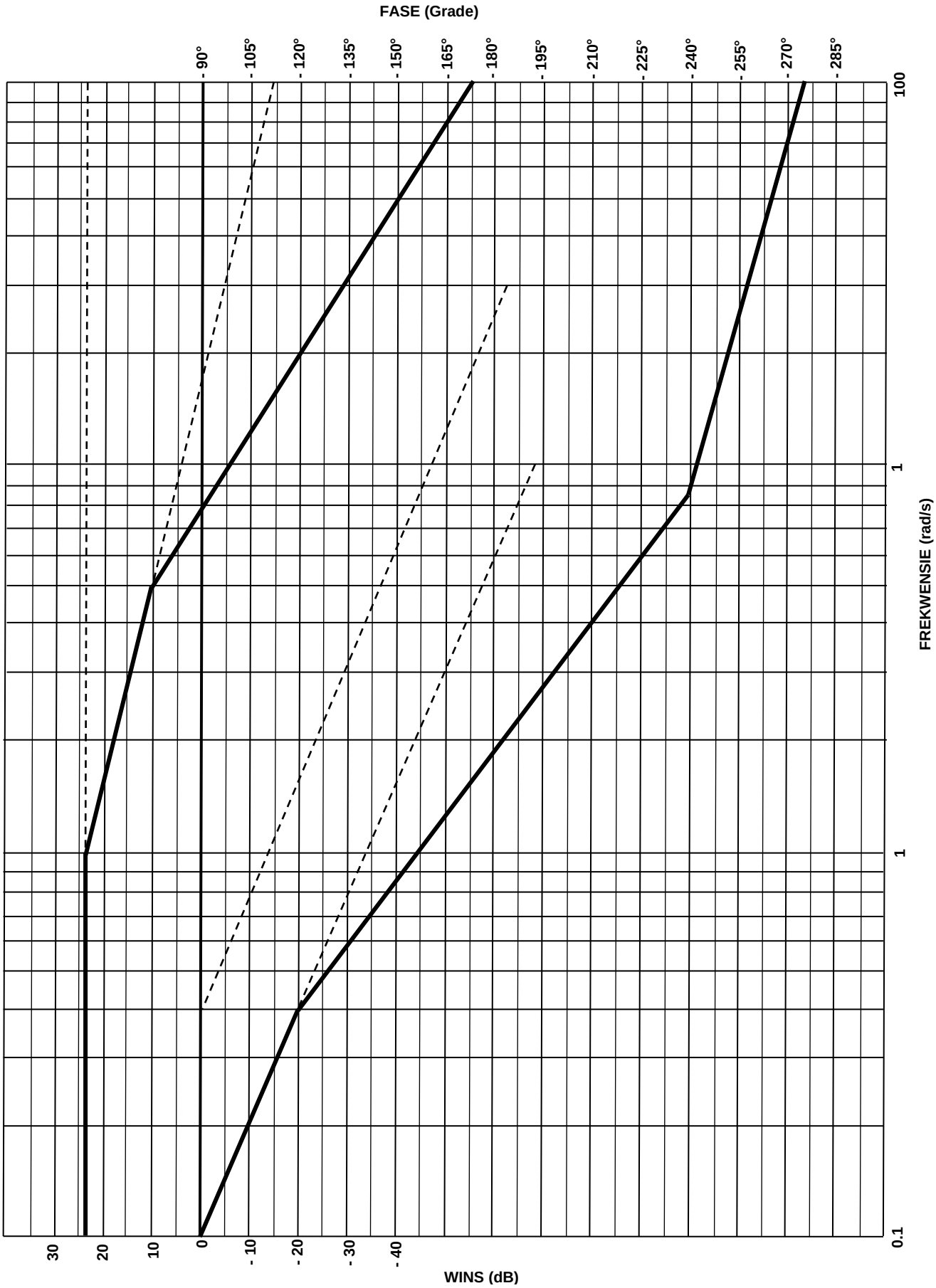
[10]

TOTAAL: 100

☆

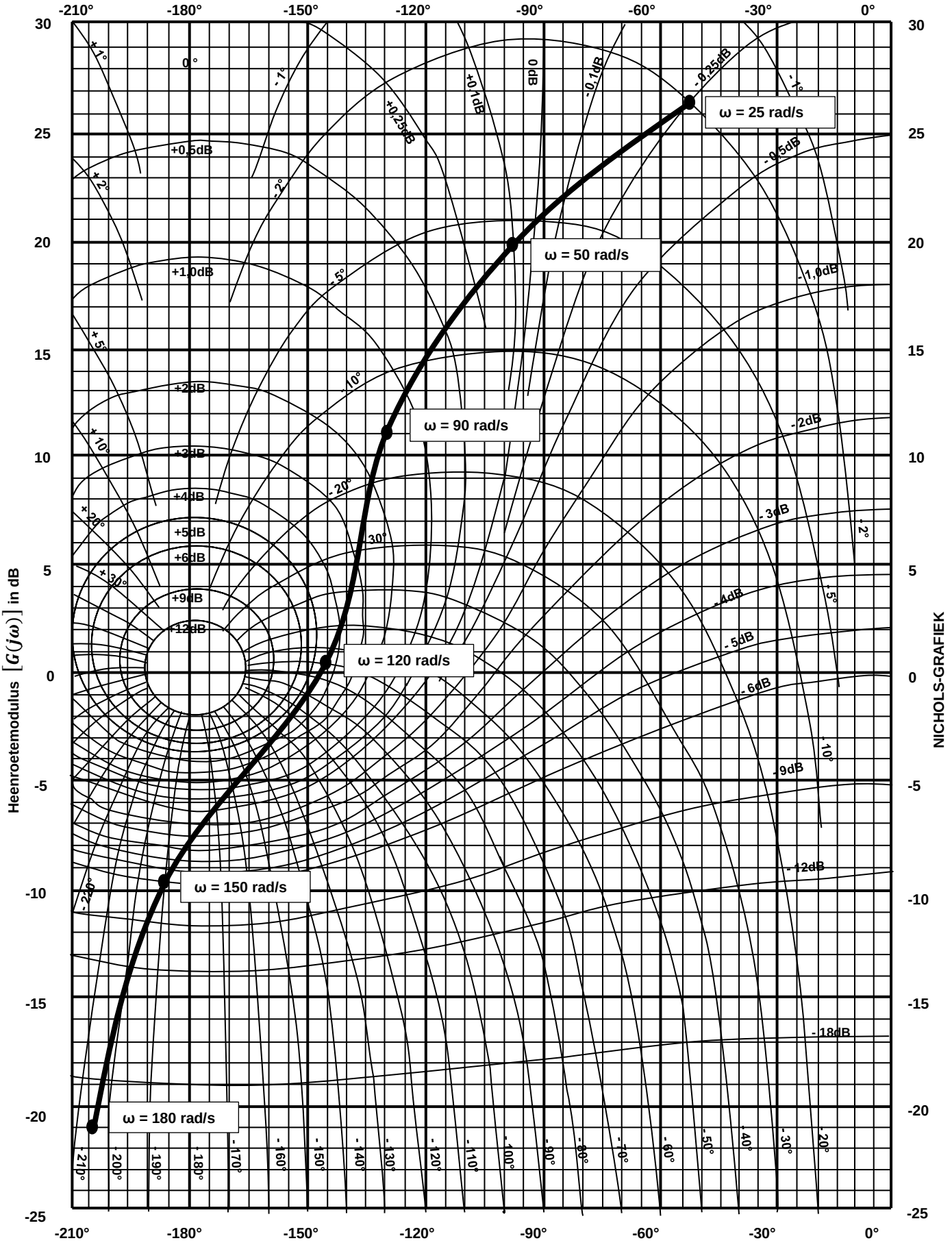
Kopiereg voorbehou

DIAGRAMBLAD 1



Kopiereg voorbehou Blaai om asseblief

DIAGRAMBLAD 2



Kopiereg voorbehou

BEHEERSTELSELS N6

FORMULEBLAD

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

Aantal ossillasies $\frac{t_s}{t_p}$ or / of $\frac{2\sqrt{1-\zeta^2}}{\pi.\zeta}$

Dempingskoëffisiënt $(\alpha) = \zeta . \omega_n = \frac{1}{\pi}\tau$

Seine wat verby skiet $= e^{\frac{-\zeta\pi N}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$

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

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

$\omega_n = \sqrt{\frac{Ko}{\tau}}$ $\qquad \tau + \frac{t_s}{4} = \frac{1}{\zeta . \omega_n}$

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

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

$\frac{C}{R} = \frac{G}{1 \pm GH}$ $\qquad Sc = \frac{\sum P - \sum Z}{NP-NZ}$

$\zeta = COS\,\varphi$ $\qquad \Psi = \frac{(2Ko+1)180°}{NP-NZ}$

$Ko = \frac{\Delta P_1 . \Delta P_{2....}}{\Delta Z_1 . \Delta Z_{2....}}$

Kopiereg voorbehou

VERSTERKERS

$$\mathrm{Vo} = -V_i \frac{\mathrm{R}_f}{\mathrm{R}_1}$$

$$\mathrm{Vo} = V_i \left[1 + \frac{\mathrm{R}_f}{\mathrm{R}_1}\right]$$

$$\mathrm{Vo} = -R_f \left[\frac{\mathrm{V}_1}{\mathrm{R}_1} + \frac{V_2}{R_2} + \cdots \frac{V_N}{R_N}\right]$$

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

$$\mathrm{Vo} = \frac{R_f}{R_1}[V_2 - V_1]$$

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

$$\mathrm{i}_e = \frac{V_e}{R_e}$$

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

$$\mathrm{gm}R_L = \frac{hfe}{hie}.R_L$$

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

BODE- EN NICHOLSGRAFIEKE

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

$$Wins = 20\log\left[\frac{uitset}{inset}\right] db$$

$$Phase = \mathrm{Sin}^{-1}\left[\frac{phase\ shift}{input}\right] - 180°$$

$$Fase = \mathrm{Sin}^{-1}\left[\frac{faseverskuiwing}{inset}\right] - 180°$$

$$\tau = R.C$$

Kopiereg voorbehou

LAPLACE-TRANSFORMASIETABEL

No	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.	$\frac{A_s}{s^2 + \omega^2}$	$A \cos \omega t$
8(a).	$\frac{A}{\tau s + 1}$	$\frac{A}{\tau} e^{\frac{-t}{\tau}}$
8(b).	$\frac{A}{s + a}$	Ae^{-at}
9(a).	$\frac{A}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$\frac{A}{\tau_1 - \tau_2} \left[e^{\frac{-t}{\tau_1}} - \frac{-t}{\tau_2} \right]$
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).	$\frac{A}{s^2(s + a)}$	$\frac{A}{a^2} (e^{-at} + at - 1)$

Kopiereg voorbehou

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/waar* $\Psi = \tan^{-1}\omega\tau \ (0 < \Psi < \pi)$
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/waar* $\Psi = \tan^{-1}\frac{\omega}{a} \ (0 < \Psi < \pi)$
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/waar* $\Psi = tan^{-1}\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{-\zeta} (0 < \Psi < \pi)$
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/waar* $\Psi = 2tan^{-1}\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{-\zeta} (0 < \Psi < \pi)$

Kopiereg voorbehou

21(a).	$\frac{A\omega}{(s^2+\omega^2)(\tau_1 s+1)(\tau_2 s+1)}$	$A\left[\frac{{\tau_1}^2\omega e^{\frac{-t}{\tau_1}}}{(\tau_1-\tau_2)(1+\omega^2{\tau_1}^2)}+\frac{{\tau_2}^2\omega e^{\frac{-t}{\tau_2}}}{(\tau_1-\tau_2)(1+\omega^2{\tau_2}^2)}+\frac{\sin(\omega t-\Psi)}{(1+\omega^2\tau^2)(1+\omega^2{\tau_2}^2)^{\frac{1}{2}}}\right]$ *where/waar* $\Psi = tan^{-1}\omega\tau_1 + tan^{-1}\omega\tau_2$
21(b).	$\frac{A\omega}{(s^2+\omega^2)(s+a)(s+b)}$	$A\left[\frac{\omega e^{-at}}{(b-a)(\omega^2+a^2)}+\frac{\omega e^{-bt}}{(a-b)(\omega^2+b^2)}+\frac{\sin(\omega t-\Psi)}{(\omega^2+a^2)(\omega^2+b^2)^{\frac{1}{2}}}\right]$ *where/waar* $\Psi = tan^{-1}\frac{\omega(a+b)}{ab-\omega^2}\ (0<\Psi<\pi)$
22(a).	$\frac{A\omega}{(s^2+\omega^2)(\tau s+1)^2}$	$\frac{A}{1+\omega^2\tau^2}\left[\frac{\omega t+2\omega\tau}{1+\omega^2\tau^2}e^{\frac{-t}{\tau}}+\sin(\omega t-\Psi\right]$ *where/waar* $\Psi = 2tan^{-1}\omega\tau$
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.	$\frac{A\omega{\omega_n}^2}{(s^2+\omega^2)(s^2+2\zeta\omega_n s+{\omega_n}^2)}$	$\frac{A{\omega_n}^2}{[({\omega_n}^2-\omega^2)^2+4\zeta^2\omega^2{\omega_n}^2]^{\frac{1}{2}}}$ $\left[\sin(\omega t-\Psi)+\frac{\omega e^{-\zeta\omega_n t}\sin(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t-\Psi_2)}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}\right]$ *where/waar* $\Psi_1 = tan^{-1}\left[\frac{2\zeta\omega\omega_n}{{\omega_n}^2+\omega^2}\right]\ (0<\Psi_1<\pi)$ and/en $\Psi_2 = tan^{-1}-\frac{2\zeta{\omega_n}^2\sqrt{1-\zeta^2}}{\omega^2-{\omega_n}^2(1-2\zeta^2)}\ (0<\Psi_2<\pi)$

Kopiereg voorbehou