higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

BEHEERSTELSELS N6

(8080016)

8 Desember 2023 (X-vraestel)
09:00–12:00

BENODIGDHEDE: 3-siklus semi-logaritmiese grafiekpapier;
grafiekpapier.

Hierdie vraestel bestaan uit 7 bladsye, 1 diagramblad (Nichols-grafiek),
'n formuleblad van 2 bladsye en Laplace-omskakelings van 3 bladsye.

314Q1G2308

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. Na voltooiing, plaas die 3-siklus semi-logaritmiese grafiekpapier van die Bode-grafiek en die grafiekpapier van die wortellokusgrafiek in die ANTWOORDBOEK voordat jy dit inlewer.
5. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

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

1.1 Totale respons is daardie deel van die respons wat nul nader namate tyd oneindigheid bereik.

1.2 Tydperiode is die tyd wat die respons neem om een volle siklus te voltooi.

1.3 'n Bestendige-staatfout is die verskil tussen die leweringsrespons en die verwysingsinset nadat al die kortstondige response uitgesterf het.

1.4 Terugvoering van 'n stelsel is daardie omvang frekwensies waaroor die stelsel bevredigend sal reageer.

1.5 'n Ooplusbeheerstelsel kan nie onstabiel word nie omdat daar nie enige verstelbare terugvoerelemente is wat die uitset onbeheerbaar maak nie.

1.6 Indien die uitset van 'n stelsel onbeheerbaar groei, selfs al word geen sein op die stelsel toegepas nie, word die stelsel as onstabiel beskou.

1.7 'n Geslotelusstelsel is een waarin die beheeraksie onafhanklik van die uitset is.

1.8 'n Trapfunksie kan beskryf word as 'n tydfunksie wat periodiek teen 'n frekwensie van ω rad/sek verander.

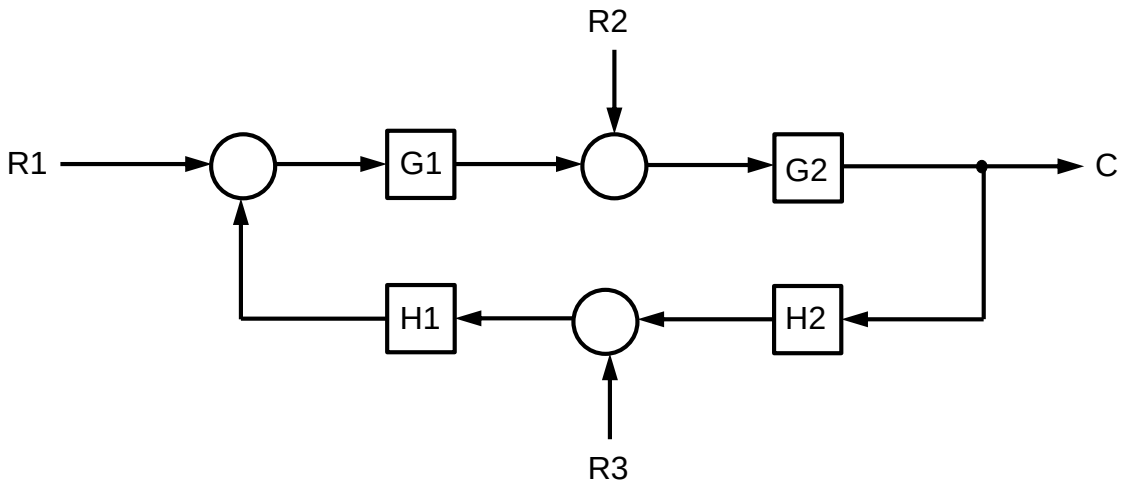
1.9 Ongedempte natuurlike frekwensie beskryf die toestand wanneer twee komplementêre komponente van 'n stelsel wat energie stoor, ossillasie tussen die twee produseer.

1.10 Oorskryding verwys na die minimum verskil tussen die kortstondige en die bestendige-staatoplossing.

(10 × 1) **[10]**

VRAAG 2

Bepaal die totale uitset, C, ten opsigte van al die insette met behulp van die blokdiagram-algebrareduksie in FIGUUR 1.



FIGUUR 1 **[10]**

VRAAG 3

Die oordragfunksie van die vorentoepad en die terugkoppelpad van 'n eenvoudige geslotelusbeheerstelsel met negatiewe terugkoppel word gegee as:

$$G(s) = \frac{38{,}4}{(s+1)(s+5)} \qquad H(s) = \frac{12(s+1)}{s(s+10)}$$

Op dieselfde 3-siklus semi-logaritmiese grafiekpapier, stip die asimptotiese wins en die faselokusse vir die stelsel. Moenie die lokusse op die grafiek optel nie. **[10]**

VRAAG 4

DIAGRAMBLAD 1 (aangeheg) illustreer 'n oopluswins versus 'n fasestipping op 'n Nichols-grafiek.

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

4.1.1 Die winsmarge (1)

4.1.2 Die fasemarge (1)

4.1.3 Die winskruisfrekwensie (1)

4.1.4 Die fasekruisfrekwensie (1)

4.1.5 Die ongedempte natuurlike resonansiefrekwensie (1)

4.1.6 Die topfrekwensierespons (1)

4.1.7 Die topgrootte en fase (2)

4.1.8 Die geslotelusbandwydte (1)

4.2 Dui aan of die stelsel stabiel of onstabiel is. (1)

[10]



VRAAG 5

Die TABEL hier onder toon die lokuswaardes van 'n geslotelusoordragfunksie soos K van 0 tot ondeindigheid wissel.

K_0	0	1.5	4	12	15	50	∞
S_1	0	- 1	-1.3 + j1	- 3 + j2	- 4.4 + j1.4	- 5	- 3
S_2	- 1.8	- 1	-1.3 – j1	- 3 – j2	- 4.4 – j1.4	- 5	- 67493

WENK: Die wegbreekpunt kom by – 1 voor.

5.1 Konstrueer die wortellokus vir hierdie stelsel op die grafiekpapier. (6)

5.2 Bepaal die volgende vanaf die wortellokus:

5.2.1 Die gedempte resonansiefrekwensie. (1)

5.2.2 Die natuurlike frekwensie. (1)



5.2.3 Bereken die dempingsverhouding. (2)

[10]

VRAAG 6

6.1 Gebruik Laplace-omskakelings om die volgende funksie na die 's'-domein om te sit.

6.1.1 $f(x) = 12cos3t$ (1)

6.1.2 $f(x) = 12(t)$ (1)

6.1.3 $F(t) = 30(1 - e^{\frac{-t}{3}})$ (2)



6.2 Gebruik Laplace-omskakelings om die volgende funksies na die 't'-domein om te sit.

6.2.1 $F(s) = \frac{24}{(s+4)^2}$ (1)

6.2.2 $F(s) = \frac{15\omega}{(s^2+\omega^2)(s+5)}$ (2)

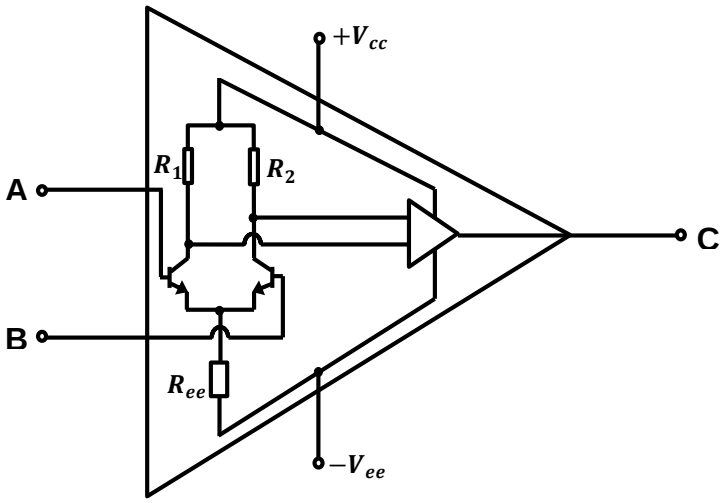
6.2.3 $F(s) = \frac{42}{(4s+1)(2s+1)}$ (3)

[10]

VRAAG 7

7.1 FIGUUR 2 toon 'n diagram van 'n operasionele versterker.

Identifiseer die aansluiters wat A, B en C gemerk is.



FIGUUR 2 (3)

7.2 Noem VIER tipiese gebruike van operasionele versterkers. (4)

7.3 Noem DRIE komponente van 'n optiese oordraer. (3)

[10]

VRAAG 8

8.1 Noem die TWEE tipes halfroterende aandrywers of motors. (2)

8.2 Verduidelik die term, *afgeleide kontrole*, wat met die prosesbeheerders verband hou wat in hidrouliese stelsels gebruik word. (1)

8.3 Teken 'n netjiese, benoemde diagram van 'n wederkerige masjieninstrument in 'n basiese hidrouliese stelsel. (7)
[10]

☆

VRAAG 9

9.1 Noem die DRIE kaskadegekoppelde beheerterme vir 'n pneumatiese beheerder. (3)

9.2 Definieer die term, *integrale beheeraksie*. (2)

9.3 Noem die TWEE nadele daarvan om aan-af-beheer te gebruik. (2)

9.4 Noem DRIE nadele daarvan om pneumatiese stelsels te gebruik. (3)
[10]

☆

VRAAG 10

10.1 Dui aan waarvoor Lissajous-figure gewoonlik gebruik word. (2)

10.2 Noem die algemeenste gebruiksfout wanneer 'n ossilloskoop gebruik word. (1)

10.3 'n Sinusvormige response veroorsaak 'n puls wat 'n invloed op 'n R-C stroombaan het.

Teken die golfvorms wat in reponse op 'n puls geproduseer word wanneer:

10.3.1 R.C << T

10.3.2 R.C = T ☆

10.3.3 R.C >> T

(3 × 1) (3)

10.4 Verduidelik hoedat 'n saagtandgolf gegenereer kan word. (2)

10.5 'n Polsgenarator produseer 'n pulsreeks met 'n merk-tot-ruimte verhouding van 1µs tot 4µs.

Bereken die polsrepetisiefrekwensie van die golfvorm. (2)

WENK: $p.r.f = \frac{1}{Periode}$

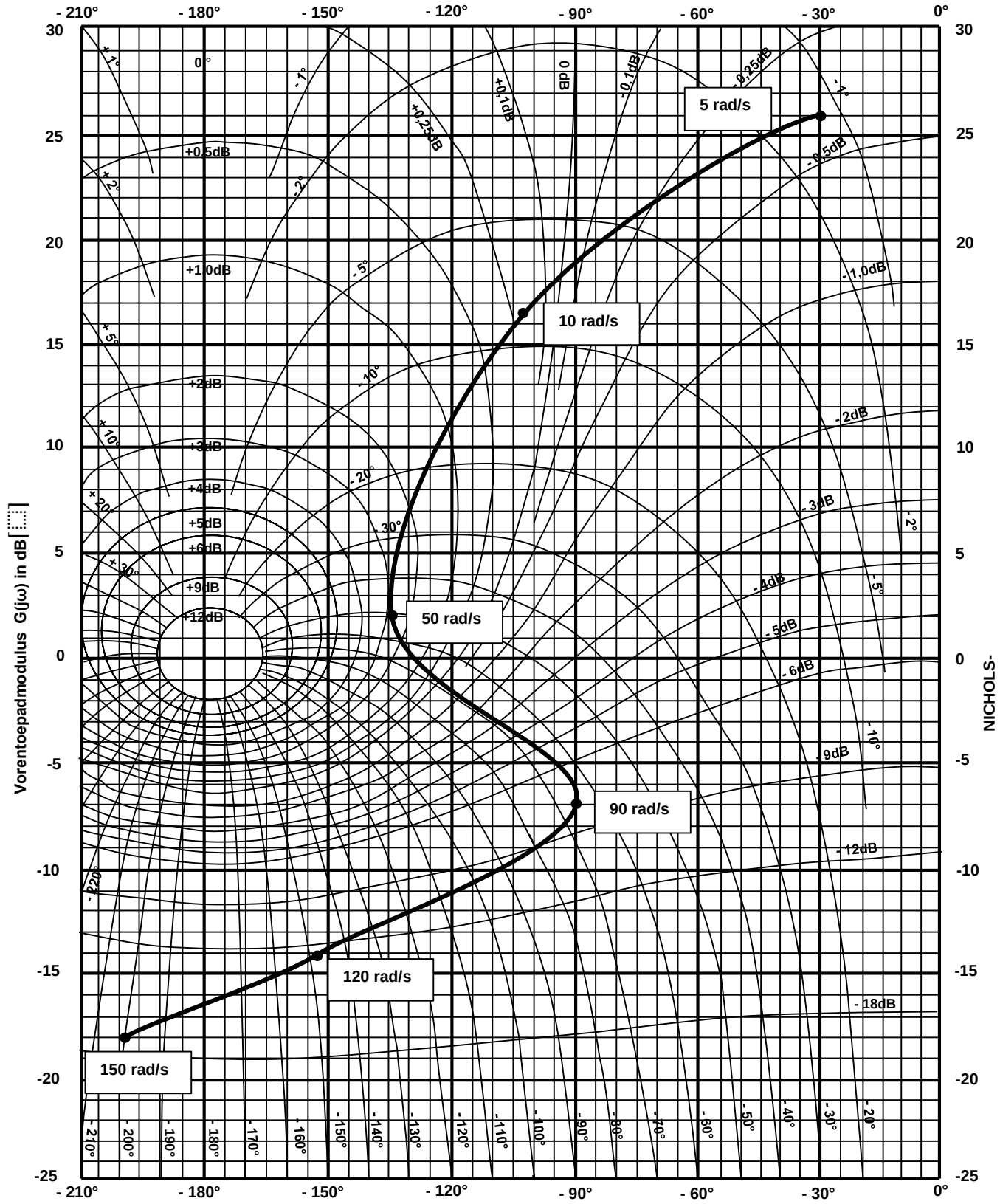
[10]

☆ **TOTAAL: 100**

Kopiereg voorbehou

(8080016)

DIAGRAMBLAD 1



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

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

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

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 NICHOLS-GRAFIEKE

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

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

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

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

$$\tau = R.C$$

Kopiereg voorbehou

LAPLACE-OMSKAKELINGSTABEL

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^2
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).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)}$	$\frac{A\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2} e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ *waar* $\Psi = \tan^{-1}\omega\tau \ (0 < \Psi < \pi)$
14(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)}$	$\frac{A\omega e^{-at}}{(\omega^2 + a^2)} + \frac{A}{\sqrt{\omega^2 + a^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ *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.	$\frac{A{\omega_n}^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + {\omega_n}^2)}$	$A\left[1 + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t\sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi\right]$ *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.	$\frac{A{\omega_n}^2}{s^2(s^2 + 2\zeta\omega_n s + {\omega_n}^2)}$	$A\left[\tau - \frac{2\zeta}{\omega_n} + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\omega_n\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t\sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi\right]$ *waar* $\Psi = 2tan^{-1}\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{-\zeta} \ (0 < \Psi < \pi)$

Kopiereg voorbehou

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