higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

NASIONALE SERTIFIKAAT

BEHEERSTELSELS N6

(8080016)

27 November 2024 (X-vraestel)
09:00–12:00

VEREISTE: 3-siklus- semi-logaritmiese grafiekpapier

Hierdie vraestel bestaan uit 8 bladsye, 1 diagramblad van ’n Nichols-grafiek, ’n formuleblad van 2 bladsye en 3 bladsye van Laplace-omskakelings.

133Q1E2427

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. Wanneer jy klaar is, plaas die 3-siklus- semi-logaritmiese grafiekpapier van die Bode-stipgrafiek in die ANTWOORDBOEK voordat jy dit inhandig.
5. Gebruik slegs swart of blou ink.
6. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1

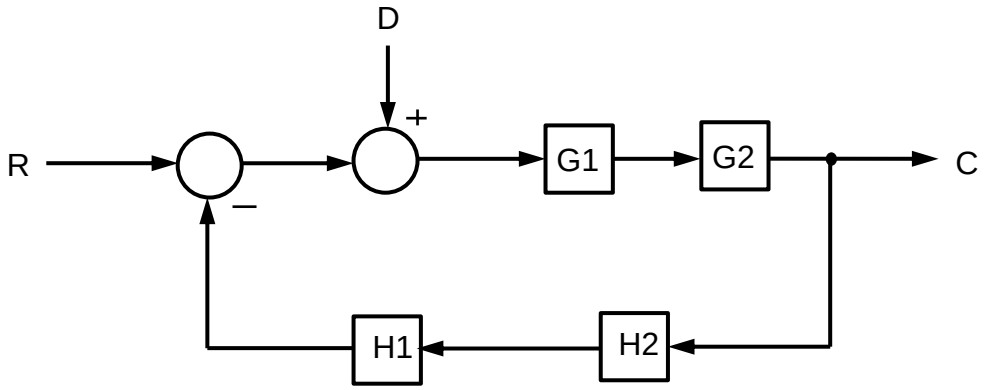
Kies ’n term uit KOLOM B om by ’n beskrywing in KOLOM A te pas. Skryf slegs die letter (A–J) langs die vraagnommer (1.1–1.10) in die ANTWOORDBOEK neer.

KOLOM A		KOLOM B	
1.1	‘n Beheerstelsel waarin die beheeraksie onafhanklik van die afvoer is	A	vastestaat-responsie
1.2	‘n Ongewenste toevoersein wat die waarde van die beheerde afvoer beïnvloed	B	resonansie-frekwensie
1.3	Toestelle wat die afvoerprestasie monitor en die afvoer-energie in ‘n gepaste sein omskakel sodat dit met die verwysingstoevoer vergelyk kan word	C	beheerde silikongelykrigters
1.4	Die deel van die totale responsie wat nie nul nader wanneer tyd oneindigheid nader nie	D	dempingsfaktor
1.5	‘n Term wat die waarde beskryf waarteen enige eksterne-kragtoevoersein in die stelsel ‘n volgehoue ossillasie tussen bergingskomponente van die stelsel veroorsaak	E	versteuring
1.6	Die verhouding tussen die werklike hoeveelheid demping en die kritieke hoeveelheid demping	F	ooplus-beheerstelsel
1.7	‘n Funksie van tyd waarvan die amplitude nul is, waar t = a, behalwe waar t = b	G	tweede-ordestelsel
1.8	‘n Beheerstelsel met twee komplimentêre energiebergingselemente	H	omsetter-elemente
1.9	Krag wat deur die gebruik van lug onder druk oorgedra en beheer word	I	pneumatiese stelsel
1.10	Toestelle wat in hoëkragbeheer vir DS-afvoeraandrywers of frekwensiebeheer vir WS-afvoeraandrywers gebruik word	J	impulsfunksie

(10 × 1) **[10]**

VRAAG 2

2.1 Bepaal met behulp van blokdiagram-algebraherleiding die totale afvoer van die blokdiagram in FIGUUR FIGURE 1.



FIGUUR 1 (7)

2.2 Noem die DRIE uitwerkings van ‘n steuring op ‘n beheerstelsel. (3)

[10]

VRAAG 3

Die oordragfunksie van ‘n ooplus-beheerstelsel word gegee as:

$$G(s)H(s) = \frac{25}{s(1 + 0{,}25s)}$$

Gebruik die volgende frekwensies (ω = 0,1; 1; 10; 50; 100 rad/s) om die volgende te doen:

3.1 Bereken die log-grootte en fasewaardes vir die gegewe frekwensies in ‘n tabel. (6)

3.2 Teken die Bode-stipgrafiek vir die stelsel op 3-siklus- semi-logaritmiese grafiekpapier. (4)

[10]

VRAAG 4

Die DIAGRAMBLAD (aangeheg) illustreer 'n geslotelus-wins-teenoor-fase-uitstipping ('closed-loop gain versus phase plot') op 'n Nichols-grafiek.

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

4.1.1	Die winsspeling	(1)
4.1.2	Die fasespeling	(1)
4.1.3	Die winswisselfrekwensie	(1)
4.1.4	Die fasewisselfrekwensie	(1)
4.1.5	Die ongedempte natuurlike resonansiefrekwensie	(1)
4.1.6	Die top-frekwensieresponsie	(1)
4.1.7	Die top-grootte en fase	(2)
4.1.8	Die geslotelusbandwydte	(1)

4.2 Noem of die stelsel stabiel of onstabiel is. (1)

[10]

VRAAG 5

'n Ooplusfunksie vir 'n wortellokus word aangedui as:

$$G(s)H(s) = \frac{2K_o(S+2)}{S(S+1)(S+4)}$$

Gebruik die gegewe oordragfunksie om die volgende te bepaal:

5.1 Die ooplus-pole en die nulle

5.2 Breek sommige van die lokusse weg? Verduidelik.

5.3 Die middelpunt van asimptote

5.4 Die asimptotiese hoeke

5.5 Die stabiliteit van die stelsel

(5 × 2) **[10]**

VRAAG 6

6.1 Druk die gegewe funksie uit ten opsigte van die gelykwaardige Laplace-omskakeling:

$$f(t) = 6\,\frac{dx(t)}{dt} + 5x(t) \quad (3)$$

6.2 Gebruik die Laplace-omskakelingstabelle en skakel die volgende funksie na die 't' domein om.

6.2.1 $$F(s) = \frac{23}{s-7} \quad (2)$$

6.2.2 $$F(s) = \frac{7\omega}{(s^2+\omega^2)(4s+2)} \quad (3)$$

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

$$F(t) = e^{-at} + dt \quad (2)$$

[10]

VRAAG 7

7.1 Noem die VIER hoofgroepe omsetters ('transducers'). (4)

7.2 Noem die funksie van 'n tago-generator in beheerstelsels. (2)

7.3 Gee TWEE voordele daarvan om gelykgerigte wisselstroom te gebruik om direktestroom-motorspoedbeheerders te beheer. (2)

7.4 Noem die funksie van komparator-elemente in geslotelus-beheerstelsels. (2)

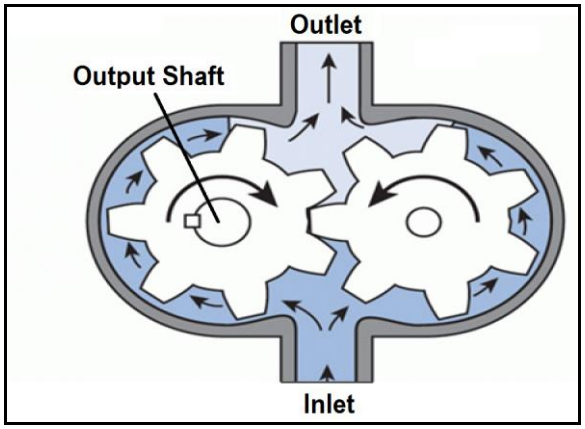
[10]

Kopiereg voorbehou

VRAAG 8

8.1 Noem TWEE klasse suiertipe pompe. (2)

8.2 FIGUUR 2 toon ‘n diagram van ‘n bepaalde tipe pomp. Bestudeer die diagram en beantwoord die vrae.



FIGUUR 2

8.2.1 Noem die pomp in FIGUUR 2. (1)

8.2.2 Noem die kategorie waaronder hierdie pomp geklassifiseer word. (1)

8.2.3 Verduidelik die werkbeginsel van die pomp in FIGUUR 2. (4)

8.3 Definieer die term *hidroulika.* (2)
[10]

VRAAG 9

9.1 Definieer die term *swewing (‘hunting’)* met betrekking tot proporsionele beheer. (1)

9.2 Noem TWEE nadele daarvan om integrale beheer in pneumatiese stelsels te gebruik. (2)

9.3 Verduidelik waarom afgeleide beheer baie nuttig in pneumatika is. (2)

9.4 Teken ‘n netjiese benoemde diagram van ‘n kapasitiewe drukomsetter. (5)
[10]

VRAAG 10

10.1 Wanneer 'n mens figure van Lissajous gebruik om die faseverskil tussen twee sinusseine te vergelyk, kan die resulterende beeld op die ossilloskoop-skerm drie vorms aanneem.

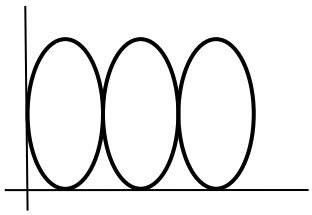
Noem die DRIE vorms. (3)

10.2 Noem VIER voordele van die optekening van ossilloskoop-patrone. (4)

10.3 Bereken die waarde van die onbekende frekwensie (f_H) vir die figuur hier onder.

WENK: $\frac{f_H}{f_V} = \frac{Aantal\ vertikale\ raakpunte}{Aantal\ horisontae\ raakpunte}$

$f_V = 750\ H_z$.



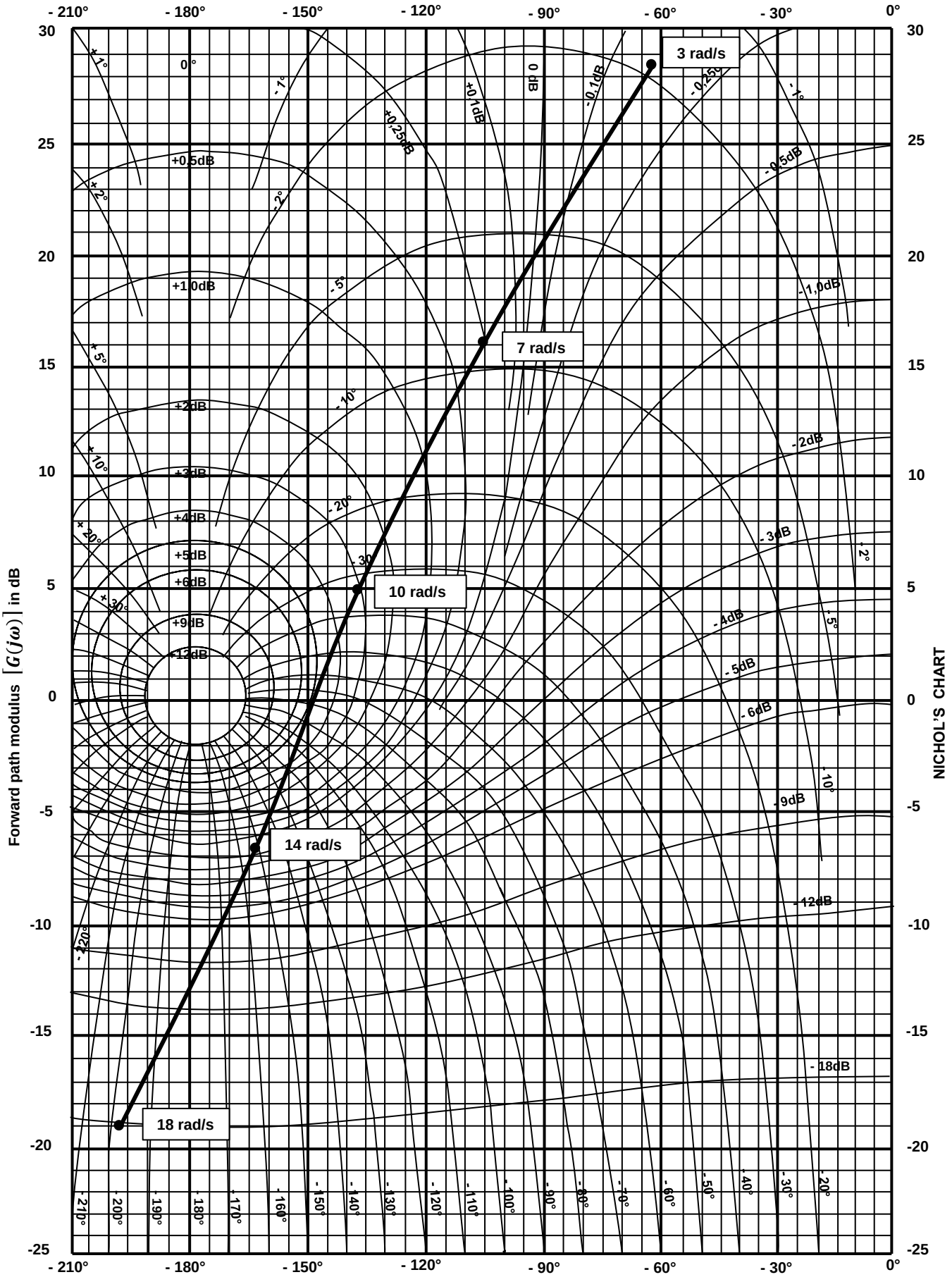
(3)
[10]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

(8080016)

DIAGRAMBLAD



Kopiereg voorbehou

BEHEERSTELSELS N6

FORMULEBLAD

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

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

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

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

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

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

BODE- EN NICHOLSGRAFIEKE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\tau = R.C$

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

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* $\Psi = tan^{-1}\,\omega\tau_1 + tan^{-1}\omega\tau_2$
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* $\Psi = tan^{-1}\,\frac{\omega(a+b)}{ab-\omega^2}\ (0<\Psi<\pi)$
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* $\Psi = 2tan^{-1}\,\omega\tau$
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* $\Psi_1 = tan^{-1}\left[\frac{2\zeta\omega\omega_n}{{\omega_n}^2+\omega^2}\right]\ (0<\Psi_1<\pi)$ and $\Psi_2 = tan^{-1}-\frac{2\zeta{\omega_n}^2\sqrt{1-\zeta^2}}{\omega^2-{\omega_n}^2(1-2\zeta^2)}\ (0<\Psi_2<\pi)$

Kopiereg voorbehou