



# higher education & training

---

Department:  
Higher Education and Training  
**REPUBLIC OF SOUTH AFRICA**

**NASIONALE SERTIFIKAAT**

**BEHEERSTELSELS N6**

(8080016)

**23 April 2021 (X-vraestel)**

**09:00–12:00**

**Hierdie vraestel bestaan uit 7 bladsye, 1 Bode-diagramblad, 1 Nicholskaart, 'n formuleblad van 2 bladsye en 3 Laplace-transformtabelle.**

310Q1A2123

**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. Gebruik slegs 'n swart of blou pen.
  5. Handig die voltooide Nicholskaart saam met die ANTWOORDBOEK in.
  6. Skryf netjies en leesbaar.
-

**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 neer te skryf.

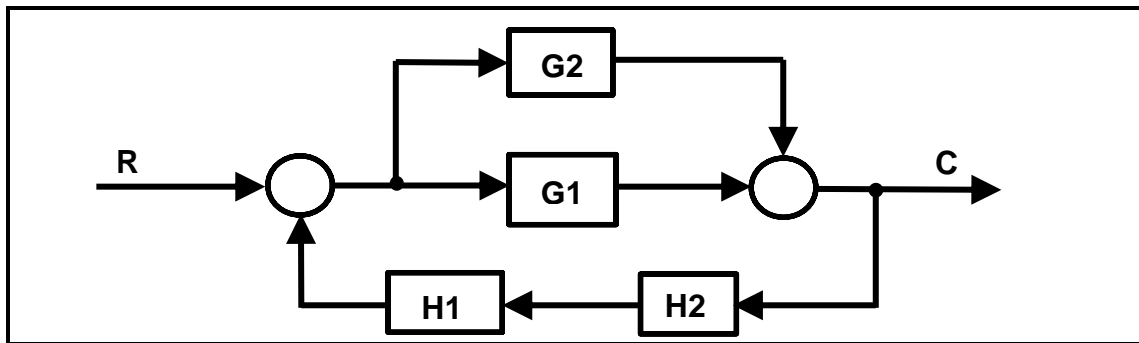
- 1.1 Kritieke demping word gedefinieer as die verhouding van die werklike hoeveelheid demping tot die hoeveelheid oordemping. 
- 1.2 In 'n ooplusstelsel het die leweringsein geen uitwerking op die ingangsein nie.
- 1.3 Resonansiefrekwensie verwys na 'n gewysigde, gemanipuleerde veranderlike wat by 'n stelsel in rus ingaan met die oogmerk om die lewering na 'n nuwe waarde te verander.
- 1.4 Die doel van kompensasiernetwerke is om die leweringsprestasië van die stelsel met die gewenste verwysingsinset te vergelyk.
- 1.5 'n Stygfunksie is 'n funksie van tyd wat op lineêre wyse teen 'n konstante tempo styg of val. 
- 1.6 Vastetoestand-akkuraatheid van 'n differensiaalvergelyking met 'n lineêre konstante is die som van die oorgangsrespons en die vastetoestandrespons.
- 1.7 In 'n geslotelus-beheerstelsel is die vorentoebaan die sendbaan van die komparator na die beheerde leweringsein.
- 1.8 'n Gedwonge respons vind plaas wanneer twee komplementêre energiestorende komponente van 'n stelsel 'n ossilasie tussen hulle veroorsaak.
- 1.9 'n Trapinset verander skielik van een waarde na 'n ander.
- 1.10 'n Tydkonstante verwys na die tyd wat dit neem vir die respons om een volle siklus te voltooi. 

(10 × 1)

**[10]**

**VRAAG 2**

2.1

**FIGUUR 1**

Bepaal, met behulp van blokdiagram-algebra, die totale lewering (C) vir die blokdiagram in FIGUUR 1.

(6)

2.2 'n Sinusvormige veranderende wringkrag  $T_A$  word skielik op die inset van 'n tweede-ordestelsel toegepas.

Die insetfunksie word gegee as:  $T_A = 15 \sin 2t$

Die oordragfunksie van die beheerstelsel word gegee as:



$$\frac{A\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

2.2.1 Bepaal die Laplace-transform van die inset ( $T_A$ ) deur die LAPLACE-TRANSFORMTABELLE (aangeheg) te gebruik.

(1)

2.2.2 Bepaal die uitdrukking vir die leweringrespons in terme van  $s$ .

(3)  
**[10]****VRAAG 3**

Die BODE-DIAGRAMBLAD (aangeheg) illustreer 'n punt-vir-punt Bode-diagram van die versterkings- en fasewaardes van 'n stelsel namate die frekwensie wissel van 0,1 tot 100 rad/s.

Bepaal die volgende uit die grafiek:


3.1 Die spitsversterkingswaarde (1)

3.2 Die fasewaarde teen 'n frekwensie van 80 rad/s (1)

3.3 Die frekwensie teen die spitsversterkingswaarde (1)

3.4 Die versterking-afsnypunt tussen 1 rad/s en 10 rad/s (1)


3.5 Die oorgangsfrekwensie van die versterking (1)

- 3.6 Die oorgangsfrekwensie van die fase (1)
- 3.7 Die versterkingsgrens (1)
- 3.8 Die fasegrens  (1)
- 3.9 Die stabiliteit van die stelsel in terme van die versterkings- en faserespons (2)
- [10]**

#### VRAAG 4

- 4.1 Die afgeleide geslotelus-responswaardes van 'n bepaalde beheerstelseltoets word in die tabel hier onder uiteengesit.

$\omega$ (rad/s)	4	12	35	53	78	99
Grootte in dB	0	0,175	2	-0,75	-9	-15
Fase in grade	-2°	-7,5°	-20°	-150°	-170°	-185°


- Stip die log-grootte teenoor die fase op die NICHOLSKAART (aangeheg). (5)
- 4.2 Gebruik die plot in VRAAG 4.1 om die ooplusversterking en fasewaardes vir die frekwensies (4; 12; 35; 53; 78) soos wat dit in die geslotelus-plot gebruik word, te tabuleer.  (5)
- [10]**

#### VRAAG 5

Die oordragfunksie vir 'n wortellokus word gegee as:

$$G(s)H(s) = \frac{3A}{s(0,25s + 1)(0,125s + 1)}$$

Gebruik die gegewe oordragfunksie om die volgende te bepaal:

- 5.1 Die ooplus-sensitiwiteitskonstante  $K_o$  (3)
- 5.2 Die pole en nulle van die funksie  (2)
- 5.3 Die middelpunt van die asimptote op die reële as (2)
- 5.4 Die asimptotiese hoeke (3)
- [10]**

**VRAAG 6**

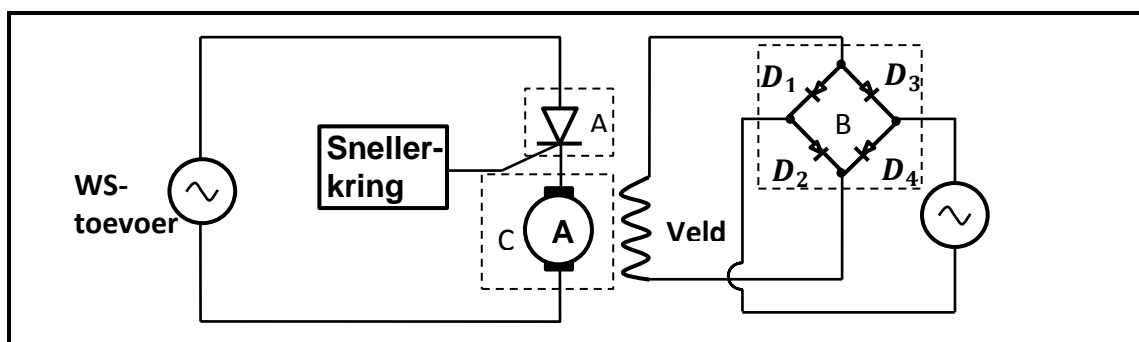
- 6.1 Gee VIER tipiese gebruike van operasionele versterkers. (4)
- 6.2 Verduidelik die werkbeginsel van 'n ligonderbreker. (3)
- 6.3 Gee die nadeel van die gebruik van 'n ligonderbreker. (1)
- 6.4 'n Aftrekker- operasionele versterker word onderwerp aan twee insetspannings van 90 V en 240 V onderskeidelik, en 'n terugkoppelweerstand van 10 k $\Omega$ . (2)
- Bereken die waarde van die leweringsspanning as die insetweerstand 6 k $\Omega$  is. (2)

**[10]****VRAAG 7**

- 7.1 Noem die VIER klasse van servomotore wat in elektriese masjiene en stelsels gebruik word. (4)
- 7.2 Gee DRIE nadele van WS-servomotore. (3)
- 7.3 Noem die doel van 'n gelykrichter. (2)
- 7.4 Skryf die akroniem LRDO ('LVDT') volledig uit. (1)

**[10]****VRAAG 8**


- 8.1 FIGUUR 2 toon 'n kringdiagram van 'n halfgolf-spoedbeheerkring vir 'n afsonderlik opgewekte motor.

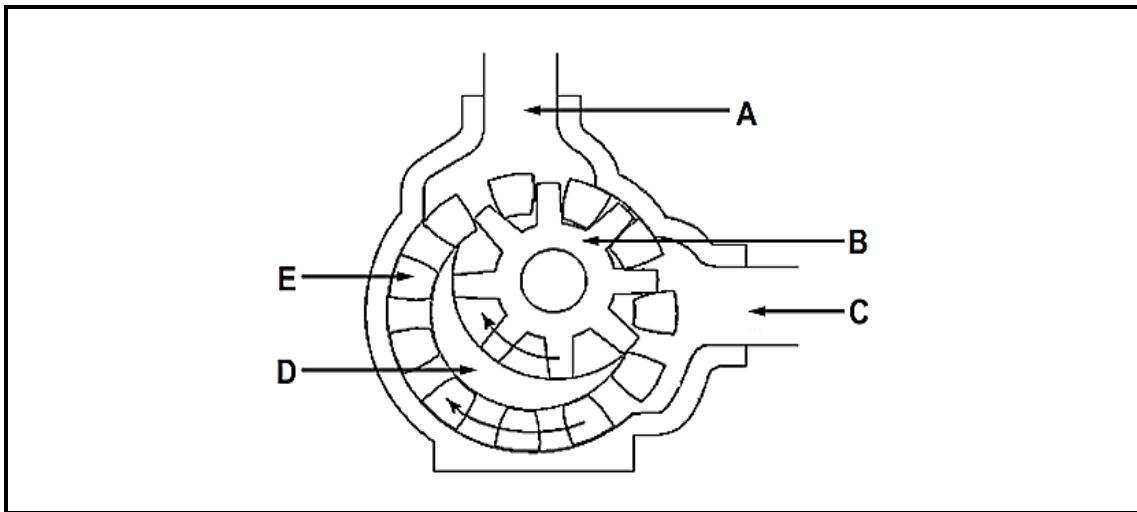
**FIGUUR 2**

- 8.1.1 Identifiseer die komponente in die blokkies met stippellyne, deur die antwoord langs die letter (A–C) in die ANTWOORDBOEK neer te skryf. (3 × 1) (3)
- 8.1.2 Verduidelik die werkbeginsel van hierdie beheerkring. (4)
- 8.2 Verduidelik die geleidingshoek van 'n tiristor. (3)




**VRAAG 9**

- 9.1 Noem DRIE soorte prosesbeheerders wat in hidrouliese stelsels gebruik word. (3)
- 9.2 FIGUUR 3 toon 'n diagram van 'n bepaalde soort hidrouliese pomp. 

**FIGUUR 3**

- 9.2.1 Noem die pomp in FIGUUR 3. (1)
- 9.2.2 Identifiseer die dele van die pomp deur die antwoord langs die letter (A–E) in die ANTWOORDBOEK neer te skryf. (5 x 1) (5)
- 9.2.3 Onder watter kategorie word hierdie pomp geklassifiseer? (1)
- [10]**

**VRAAG 10**

- 10.1 Waarvoor word Lissajous-figure gewoonlik gebruik? (2)
- 10.2 Noem die algemeenste gebruikerfout wat kan voorkom wanneer 'n ossiloskoop gebruik word. (1)
- 10.3 Wat is die gevolg van wanaanpassing? (2)
- 10.4 Noem die toets wat op 'n oudioversterker uitgevoer moet word om sy kwaliteit te ontleed.  (1)
- 10.5 Verduidelik hoe 'n saagtandgolf opgewek kan word. (2)
- 10.6 'n Pulsgenerator produseer 'n pulsreeks met 'n merk-spasieverhouding van 1  $\mu$ s tot 3  $\mu$ s.

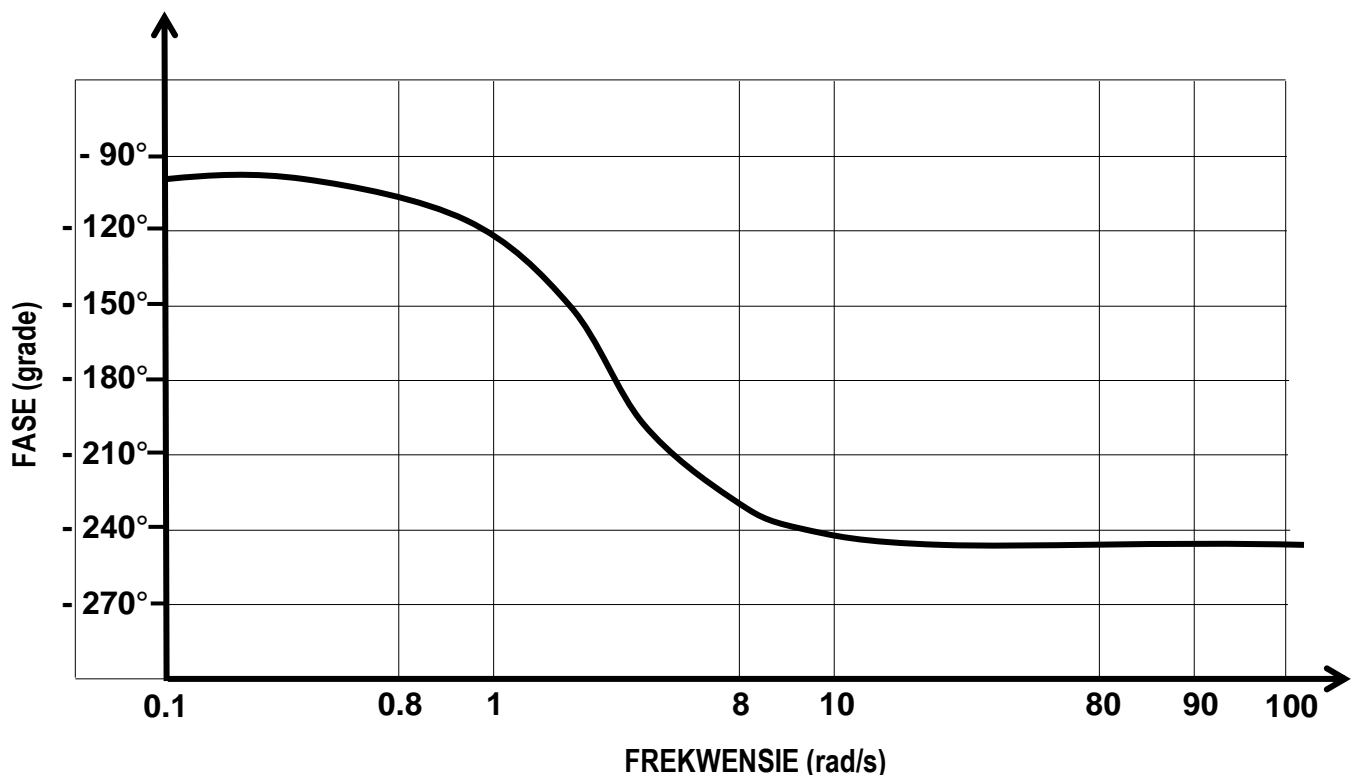
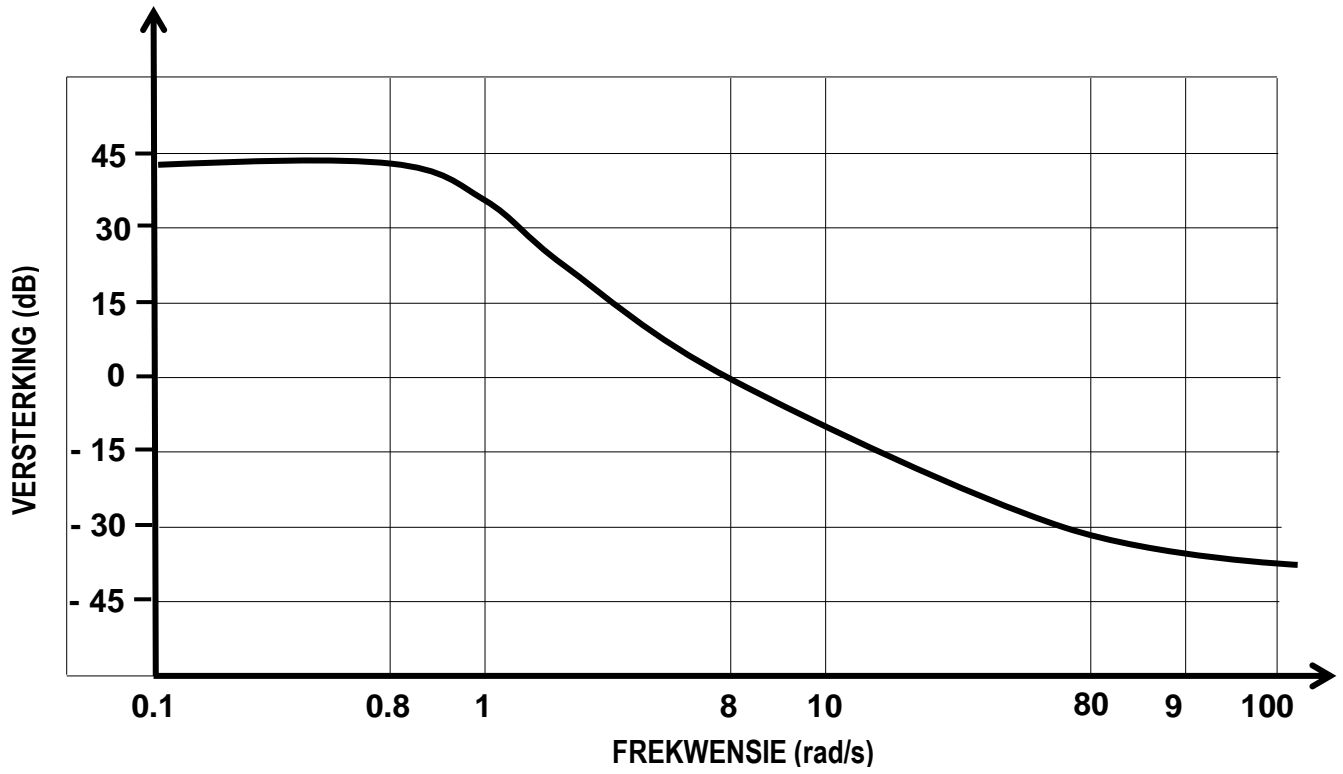
$$\text{p. r. f} = \frac{1}{\text{periode}}$$

- Bereken die pulsherhaalfrekwensie van die golfvorm. (2)
- [10]**

**TOTAAL: 100**



### BODE-DIAGRAMBLAD





**FORMULEBLAD**

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

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

$$\text{Getal oscillaties: } \frac{t_s}{t_p} \quad \text{OF} \quad \frac{2\sqrt{1 - \zeta^2}}{\pi \cdot \zeta}$$

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

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

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

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

$$\omega_n = \sqrt{\frac{Ko}{\tau}}$$

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

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

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

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

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

$$\zeta = \cos \varphi$$

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

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

**VERSTERKERS**

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

$$V_o = V_i \left[ 1 + \frac{R_f}{R_1} \right]$$

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

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

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

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

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

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

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

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

**BODE- EN NICHOLSKAARTE**

$$Versterking = 20 \log \left[ \frac{\text{lewing}}{\text{inset}} \right] \text{ db}$$

$$Fase = \sin^{-1} \left[ \frac{\text{faseverskuiwing}}{\text{inset}} \right] - 180^\circ$$

$$\tau = RC$$

## LAPLACE-TRANSFORMTABEL

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.	$\frac{A_s}{s^2 + \omega^2}$	$A \cos \omega t$
8(a).	$\frac{A}{\tau s + 1}$	$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$
8(b).	$\frac{A}{s + a}$	$Ae^{-at}$
9(a).	$\frac{A}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$	$\frac{A}{\tau_1 - \tau_2} \left[ e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]$
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).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(\tau s + 1)}$	$\frac{A\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2} e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ waar $\Psi = \tan^{-1}\omega\tau \quad (0 < \Psi < \pi)$
14(b).	$\frac{A\omega}{(s^2 + \omega^2)(s + a)}$	$\frac{A\omega e^{-at}}{(\omega^2 + a^2)} + \frac{A}{\sqrt{\omega^2 + a^2}} \sin(\omega t - \Psi)$ waar $\Psi = \tan^{-1}\frac{\omega}{a} \quad (0 < \Psi < \pi)$
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.	$\frac{A\omega_n^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[ 1 + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ waar $\Psi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \quad (0 < \Psi < \pi)$
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.	$\frac{A\omega_n^2}{s^2(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$A \left[ \tau - \frac{2\zeta}{\omega_n} + \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \sin(\omega_n t \sqrt{1 - \zeta^2} - \Psi) \right]$ waar $\Psi = 2 \tan^{-1} \frac{\sqrt{1 - \zeta^2}}{-\zeta} \quad (0 < \Psi < \pi)$

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