higher education & training

Department:
Higher Education and Training
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

T790**(A)**(A3)T

NASIONALE SERTIFIKAAT

INDUSTRIËLE ELEKTRONIKA N5

(8080175)

3 April 2019 (X-Vraestel)
09:00–12:00

Hierdie vraestel bestaan uit 5 bladsye en 'n formuleblad van 6 bladsye.

Kopiereg voorbehou

DEPARTEMENT VAN HOËR ONDERWYS EN OPLEIDING
REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA

NASIONALE SERTIFIKAAT
INDUSTRIËLE ELEKTRONIKA N5
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. Sketse moet groot, netjies en volledig benoem wees.
5. Skryf netjies en leesbaar.

Kopiereg voorbehou

VRAAG 1: WISSELSTROOMTEORIE

1.1 Teken 'n kringdiagram van 'n RC-kring ('RC circuit') wat GS-seine ('DC signals') van WS-seine ('AC signals') kan isoleer en wat soortgelyk is aan 'n hoëdeurlatingsfilter ('high-pass filter'). Toon die tipiese toevoer- ('input') en afvoer- ('output') golfvorms van die kring. (4)

1.2 Noem kortliks die voordeel van 'n reghoekgolf ('square wave') bo dié van 'n sinusgolf as dit tydens toetsing van elektroniese stroombane deur 'n foutiewe stroombaan gestuur word. (2)

1.3 'n Kring bestaan uit die volgende komponente:

$Z_1 = 150 + j399\ \Omega$
$Z_2 = 250 – j159\ \Omega$
$Z_3 = 100 + j257\ \Omega$

Bereken die spanningsval oor die parallelle kring as Z_1 en Z_2 parallel verbind is en die kombinasie in serie verbind is met Z_3 en 'n 250/50 Hz-toevoer. (9)
[15]

VRAAG 2: KRAGTOEVOER

2.1 Die afvoerspanning ('output voltage') oor die eerste kapasitor van 'n LC-π-filter halfgolfgelykrigter ('half-wave rectifier') is 150 V DC met 'n 10 V-rimpel ('ripple') teen 'n frekwensie van 110 Hz.

Bereken die filter se afvoerrimpelfaktor as L = 2 H, R = 250 Ω en C2 = 6 µf. Die filter is aan 'n 5 kΩ-las ('load') verbind. (7)

2.2 Teken 'n netjiese, benoemde blokdiagram van 'n serie-spanningreguleerder ('serial voltage regulator') en beskryf die funksie van elke blok. (10)
[17]

VRAAG 3: TRANSISTORVERSTERKERS

3.1 Die volgende waardes van 'n voorspanningsversterker met vaste spanning ('fixed-voltage biased amplifier') is bekend:

$R_C = 1{,}2\ k\Omega$
$V_{CE} = 5\ V$
$I_B = 26\ \mu A$
$\beta = 300$
$R_B = 525{,}385\ k\Omega$

Bereken die volgende:

3.1.1 Die toevoerspanning ('supply voltage') (5)

3.1.2 Die basisemittorspanning ('base emitter voltage') (V_{BE}) (3)

3.2 Gebruik die waardes in VRAAG 3.1 en bepaal die volgende volgens die presiese metode ('precise method'):

3.2.1 Die stroomwins ('current gain') A_i sonder stroomdelerreël ('current divider rule') (4)

3.2.2 Die stroomwins A_V (3)

Gegee: h_{ie} = 1,7 kΩ; h_{oe} = 6 µA/V; R_L = 6 kΩ

h_{re} = 1,3 × 10^{-4}; h_{fe} = 38

3.3 Definieer die term *vervorming* ('distortion') met verwysing na 'n gemeenskaplike emitterversterker ('common emitter amplifier'). (2)
[17]

VRAAG 4: REKENVERSTERKERS ('OPERATIONAL AMPLIFIERS')

4.1 Beskryf kortliks die DRIE belangrikste eienskappe van rekenversterkers ('operational amplifiers'). (3)

4.2 Teken 'n netjiese, benoemde kringdiagram om aan te toon hoe die nulbalansverstelling ('null-balance adjustment') van 'n 741-rekenversterker met 'n potensiometer gedoen kan word. (3)

4.3 Teken 'n netjiese, benoemde kringdiagram van 'n aktiewe hoëdeurlatingsfilter met eenheidswins ('unity gain'). (3)

4.4 Bereken die waarde van die kapasitor van 'n hoëdeurlatingsfilter as R = 10 kΩ en f_O = 150 kHz. (2)
[11]

VRAAG 5: GEÏNTEGREERDE KRINGE

Voltooi die volgende paragraaf deur slegs die ontbrekende woorde neer te skryf. Skryf slegs die woord of woorde langs die vraagnommer (5.1–5.5) in die ANTWOORDBOEK neer.

Sommige (5.1) … gebruik diodes om die toevoer na stroombane te beskerm. Die (5.2) ... is verbind in 'n (5.3) ... konfigurasie tussen die ingang (hek) en die positiewe toevoer. In ander gevalle is twee (5.4) … verbind. Spanningspulse wat ± (5.5) … oorskry, word gekap. (5 × 1) **[5]**

VRAAG 6: ELEKTRONIESE FASEBEHEER

Teken 'n netjiese, benoemde blokdiagram van 'n handbeheerde ooplusstelsel ('open-loop system') sonder terugvoering ('feedback'). **[5]**

VRAAG 7: TOETSUITRUSTING

Illustreer met behulp van 'n 4-bis binêre kode hoe 'n A/D-omsetter met progressiewe benadering ('successive approximation A/D converter') 'n aanvanklik onbekende spanning van 10 volt sal meet. **[5]**

VRAAG 8: OSSILLATORS

8.1 Teken 'n netjiese, benoemde kringdiagram van 'n multivibrator met TWEE stabiele voorwaardes ('conditions'). (4)

8.2 Bereken die waarde van die kapasitor vir 'n eenvoegtransistor ('unijunction transistor') om te werk as R = 15 kΩ en f = 10 Hz. (2)

8.3 Dui aan of die volgende stellings WAAR of ONWAAR is. Kies die antwoord en skryf slegs 'Waar' of 'Onwaar' langs die vraagnommer (8.3.1–8.3.6) in die ANTWOORDBOEK neer.

8.3.1 Pen 2 is die terugstel-toevoer ('reset input') vir die wipkring.

8.3.2 Pen 4 ontlaai die eksterne kapasitor.

8.3.3 Pen 7 dra 'n snellerpuls ('trigger pulse') oor na die onderste vergelyker ('comparator').

8.3.4 Pen 3 lewer die afvoerpuls ('output pulse') aan ander kringe.

8.3.5 Pen 5 is die beheerspanningstoevoer ('control voltage input') of frekwensiemoduleerdertoevoer ('frequency modulator input').

8.3.6 Pen 8 is die positiewe spanningstoevoerpen ('voltage supply pin') wat aan 'n kragbron gekoppel is.

(6 × 1) (6)
[12]

VRAAG 9: OORDRAERS ('transducers')

9.1 Definieer die term *resolusie* met betrekking tot 'n potensiometer kortliks. (2)

9.2 Beskryf kortliks die werkbeginsel van 'n geslotelusstelsel wat TWEE potensiometers gebruik om 'n kanon ('cannon') te beheer. (5)

9.3 Verduidelik die werkbeginsel van 'n weerstandoordraer ('resistiewe transducer') kortliks. (2)

9.4 Teken 'n netjiese, benoemde kringdiagram van 'n termistorbeheerde ('thermistor-controlled') stelsel wat gebruik word om die temperatuur van 'n oond te beheer. Die kring moet onder andere 'n WS-versterker en 'n relê ('relay') gebruik. (4)
[13]

TOTAAL: 100

Kopiereg voorbehou

FORMULEBLAD

$$I = \frac{V}{R} \qquad P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + ... = I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3 + ...$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + ... = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + ...$$

$$T = RC \qquad T = \frac{L}{R}$$

$$V_R = RC\frac{dv}{dt} \qquad V_C = \frac{1}{RC}\int v_i dt$$

$$X_L = 2\pi fL \qquad X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$Z = R + jX_L \qquad Z = R - jX_C$$

$$Z = R + j(X_L - X_C) \qquad I_T = \frac{V_T}{Z_T}$$

$$V_R = I_T R \qquad V_L = I_T(jX_L)$$

$$V_C = I_T(-jX_C) \qquad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{V_L}{V_T} = \frac{V_C}{V_T} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_r}{f_2 - f_1}$$

$$BW = f_2 - f_1 \qquad \frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

$$Z_T = \frac{Z_2Z_2}{Z_1 + Z_2} \qquad I_T = I_1 + I_2 = \frac{V}{Z_1} + \frac{V}{Z_2}$$

$$Z_T = \frac{R(jX_L)}{R + jX_L} \qquad \frac{1}{Z_T} = \frac{1}{R} - \frac{j}{X_L}$$

$$I_T = I_R - jI_L \qquad I_T = \frac{V}{R} - j\frac{V}{X_L}$$

$$Z_T = \frac{R(-jX_C)}{R - jX_C} \qquad \frac{1}{Z_T} = \frac{1}{R} + \frac{j}{X_C}$$

$$I_T = I_R + jI_C \qquad I_T = \frac{V}{R} + j\frac{V}{X_C}$$

Kopiereg voorbehou

$$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{R} - j\left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)$$

$$I_T = I_R - j(I_L - I_C) \qquad I_T = \frac{V}{R} - j\left(\frac{V}{X_L} - \frac{V}{X_C}\right)$$

$$a + jb = \sqrt{a^2 + b^2} \,/\, \tan^{-1}\frac{b}{a} = r \,\underline{/\theta}$$

$$r\,\underline{/\theta} = r(\cos\theta + j\sin\theta) \qquad Q = \tan\theta$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \qquad Z_d = \frac{L}{CR_1}$$

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}}V_m = 0{,}707\,V_m \qquad V_{dc} = \frac{2}{\pi}V_m = 0{,}637\,V_m$$

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \qquad V_{dc} = \frac{1}{\pi}V_m = 0{,}318\,V_m$$

$$PIV = V_m \qquad PIV = 2\,V_m$$

$$R_{r(rms)} = 0{,}385\,V_m \qquad V_{r(rms)} = 0{,}305\,V_m$$

$$r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}} \qquad V_{r(rms)} = \frac{V_{r(p-p)}}{2\sqrt{3}}$$

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_{r(p-p)}}{2}$$

$$V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{2fC} \qquad V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{4fC}$$

$$V_{r(rms)} = \frac{I_{dc}}{2\sqrt{3}fC} = \frac{V_{dc}}{2\sqrt{3}fCR_L} \qquad V_{r(rms)} = \frac{I_{dc}}{4\sqrt{3}fC} = \frac{V_{dc}}{4\sqrt{3}fCR_L}$$

$$r = \frac{I_{dc}}{2\sqrt{3}fCV_{dc}} = \frac{1}{2\sqrt{3}fCR_L} \qquad r = \frac{I_{dc}}{4\sqrt{3}fCV_{dc}} = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L}$$

$$V'_{dc} = \frac{R_L}{R + R_L}.V_{dc} \qquad V'_{r(rms)} = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}.V_{r(rms)}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \qquad X_C = \frac{1}{4\pi fC} \qquad r' = \frac{V'_{r(rms)}}{V'_{dc}}$$

$$V'_{r(rms)} = \frac{X_C}{R}.V_{r(rms)} \qquad r' = rX_C\left(\frac{R + R_L}{R.R_L}\right)$$

$$V'_{dc} = V_{dc} - I_{dc}R_1$$

$$V'_{dc} = \frac{R_L}{R_L + R_1} . V_{dc}$$

$$V'_{r(rms)} = \frac{V_{r(rms)}}{(2\pi f)^2 LC}$$

$$V'_{r(rms)} = \frac{V_{r(rm)}}{(4\pi f)^2 LC}$$

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}}$$

$$\%VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

$$2V_m = V_{c2} = V_m + V_{c1}$$

$$3V_m = V_{c1} + V_{c3} = V_m + 2V_m$$

$$S = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i}$$

$$V_R = V_i - V_z$$

$$R_{s(\min)} = \frac{V_{i(\max)} - V_z}{I_{z(\max)}}$$

$$I_z = \frac{P_z}{V_z}$$

$$R_{L(\min)} = \frac{V_Z}{V_{i(\max)} - V_Z} . R_S$$

$$V_o = V_r - V_{be}$$

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c}$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b}$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

$$C_e \geq \frac{10}{2\pi f R_e}$$

$$V_e = \frac{V_{cc}}{10}$$

$$R_e = \frac{V_e}{I_e} \simeq \frac{V_e}{I_c}$$

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce} - V_e}{I_c}$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be} - V_e}{I_b}$$

$$R_{b1} = \frac{R_{b2}(V_{cc} - V_b)}{V_b}$$

$$R_{b2} = \frac{1}{10} \beta R_e$$

$$V_b = V_e + V_{be}$$

$$V_{be} = h_{ie} i_b + h_{re} V_{ce}$$

$$i_c = i_{fe} i_b + h_{oe} V_{ce}$$

$$A_i = \frac{h_{fe}}{1 + h_{oe} Z_L}$$

$$A_i = h_{fe}$$

$$A_i = \left(\frac{h_{fe}}{1 + h_{oe} Z_L} \right) \left(\frac{R_b T}{R_{bT} + Z_1} \right) \left(\frac{R_c}{R_c + R_L} \right)$$

$$A_v = \frac{-h_{fe} Z_L}{h_{ie} + (h_{ie} h_{oe} - h_{fe} h_{re}) Z_L}$$

$$A_v = \frac{-h_{fe} Z_L}{h_{ie}}$$

$$Z_1 = h_{ie} - \frac{h_{fe} h_{re} Z_L}{1 + h_{oe} Z_L}$$

$$Z_1 = h_{ie}$$

Kopiereg voorbehou

$$Z_2 = \frac{1}{h_{oe} - \frac{h_{fe}h_{re}}{h_{ie} + R_s}} \qquad Z_2 = \frac{1}{h_{oe}}$$

$$A_p = \frac{A_i^2 R_L}{R_1} = -A_v A_i \qquad A_p = \frac{h_{fe}{}^2 R_L}{h_{ie}}$$

$$Z_0 = R_C \,//\, R_L \,//\, Z_2 = Z_L \,//\, Z_2$$

$$Z_0 = R_C \,//\, Z_2 = Z_L \,//\, Z_2 \qquad Z_1 = R_b \,//\, Z_1$$

$$Z_i = R_{b1} \,//\, R_{b2} \,//\, Z_1 \qquad I_1 = \frac{R_{bT} I_i}{R_{bT} = Z_1}$$

$$I_0 = h_{fe} I_b = h_{fe}\left(\frac{R_{b2}(I_i)}{R_{b2} + h_{ie}}\right) \qquad A_i = \frac{I_0}{I_1}$$

Vir die gemeenskaplike basis, vervang al die 'e' onderskrifte ('subscripts') met 'n 'b'in die h-parameters. ('For common base, substitute all the 'e' subscripts with a 'b' in the h-parameters.')

$$Z_L = R_c \,//\, R_L \qquad I_1 = \frac{R_e I_i}{R_e + Z_1}$$

$$CMRR = \frac{A_{dm}}{A_{cm}} \qquad CMRR\ (dB) = 20log\frac{A_{dm}}{A_{cm}}$$

$$I_e = \frac{V_e}{R_e} \qquad I_c = \frac{I_e}{2}$$

$$R_L = \frac{V_{R_L}}{I_C} \qquad g_m R_L = \frac{h_{fe}}{h_{ie}}.R_L$$

$$V_0 = -\left(\frac{R_f}{R_1}\right).V_i \qquad V_0 = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1\right).V_i$$

$$V_0 = -\left(\frac{R_f}{R_1}.V_1 + \frac{R_f}{R_2}.V_2 + \frac{R_f}{R_3}.V_3\right) \qquad V_0 = -\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right) R_f$$

$$V_0 = -(V_1 + V_2 + V_3) \qquad V_0 = -(I_1 + I_2 + I_3)\, R_f$$

$$V_0(t) = -\frac{1}{RC}\int V_i(t) \qquad V_0(t_b) = -\frac{1}{RC}\int_{t_a}^{t_b} V_i(t_b) + V_c(t_a)$$

$$t = \frac{1}{f} \qquad A_v = -\frac{R_s}{R_1}$$

$$R_2 = \frac{R_1 R_s}{R_1 + R_s} \qquad f_c = \frac{1}{2\pi R_s C}$$

Kopiereg voorbehou

$V_0(t) = -RC\dfrac{dV_i(t)}{dt}$ $A = \dfrac{R_f}{X_c}$

$A = -\dfrac{R_f}{R_s}$ $V_0(t) = -R_f C\dfrac{d}{dt}.v_i \sin \omega t$

$t = R_f C$ $V_0 = A(V_r - V_i)$

$V_0 = \dfrac{R_f}{R_s}(V_2 - V_1)$ $V_0 = V_2 - V_1$

$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$ $f_0 = \dfrac{1}{2\pi RC}$

$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L_T C_1}}$ $L_T = L_1 + L_2 + 2M$

$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}$ $C_T = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$ $f = \dfrac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$

$f_0 = \dfrac{1{,}5}{RC}$ $f_0 = \dfrac{1}{t} = \dfrac{1}{t_1 + t_2}$

$t_1 = 0{,}7\ R_2 C_1$ $t_2 = 0{,}7\ R_1 C_2$

$f_0 = \dfrac{1}{1{,}4RC}$ $V_i = I_{c2}R_e + V_{be(ON)}$

$t = 1{,}1\ RC$ $f_0 = \dfrac{1{,}443}{(R_A + 2R_B)C}$

$t_{low} = 0{,}693\ (R_B)C$ $t_{high} = 0{,}693\ (R_A + R_B)C$

$t_T = t_{low} + t_{high}$ $K = \dfrac{\Delta R / R}{\Delta l / l}$

$\sigma = \Delta l / l$ $R = \rho\dfrac{1}{\pi d^2 / 4}$

$\sigma = \dfrac{S}{E}$ $Resolusie = \dfrac{1}{aantal\ \ wikkelings}/$ $Resolution = \dfrac{1}{amount\ of\ \ turns}$

$$Resolusie = \frac{spanningsval\ oor\ die\ aangrensende\ wikkelings}{totale\ spanningsval}$$

$$Resolution = \frac{voltage\ drop\ across\ adjacent\ turns}{total\ voltage\ drop}$$

$$R_t = Ae^{B/T} \qquad T = 273 + °C$$

$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2}.V_T \qquad V_B = \frac{R_t}{R_t + R_3}.V_T$$

$$V_{AB} = V_A - V_B \qquad A_v = \frac{V_0}{V_i}$$

$$V_{Hall} = kIH$$

Kopiereg voorbehou