

Naam: Studienummer:

Technische Universiteit Delft
Faculteit Elektrotechniek, W&I
Basiseenheden Elektronica (18^e) en Netwerken en Systemen (17^e)

Tentamen Elektronische Signaalbewerking (ET2405-D2)

19 juni 2006, 14:00 – 17:00 uur

Deze toets bestaat uit open (ontwerp-) vragen en gesloten vragen in multiple-choice (MC) vorm. Geef op de volgende bladzijden je oplossing in het daarvoor gereserveerde kader of het naar jouw oordeel enige juiste antwoord aan door het omcirkelen van de letter die volgens jou bij het goede antwoord hoort. Geef per opgave niet meer dan één antwoord aan. Gebeurt dit toch, dan wordt de opgave als fout beantwoord gerekend.

Het is toegestaan tijdens deze toets gebruik te maken van:

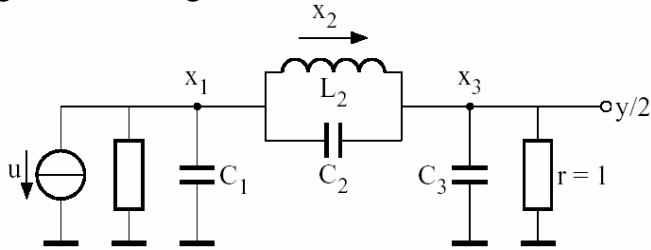
- een handgeschreven A4-tje met een samenvatting van de bestudeerde stof
- een rekenmachine

Zet je mobiele telefoon uit!

Succes!

Prefix reminder: $a = \text{atto} = 10^{-18}$, $f = \text{femto} = 10^{-15}$, $p = \text{pico} = 10^{-12}$, $n = \text{nano} = 10^{-9}$, $\mu = \text{micro} = 10^{-6}$, $m = \text{milli} = 10^{-3}$, $k = \text{kilo} = 10^3$, $M = \text{mega} = 10^6$, $G = \text{giga} = 10^9$

Gegeven het volgende filter.



De waarden van de genormaliseerde capaciteiten en inductantie zijn:
 $C_1 = C_3 = 1,6876$; $L_2 = 0,5882$ en $C_2 = 0,8508$.

Opgave 1.

Wat voor **type** is dit filter?

- A analoog actief tijdcontinu
- B analoog passief tijdcontinu
- C analoog actief tijddiscreet
- D digitaal asynchroon
- E digitaal synchroon

Opgave 2.

Wat voor **overdracht** heeft dit filter: laag-, hoog-, band-doorlaat of bandsper?

- A laagdoorlaat
- B hoogdoorlaat
- C banddoorlaat
- D bandsper

Opgave 3.

Het filter heeft naast bovenbepaalde overdracht een specifieke frequentie waarvoor de overdracht gelijk is aan nul, bepaald door L_2 en C_2 . Geef een uitdrukking voor deze **frequentie** f_0 als functie van L_2 en C_2 .

$f_0 =$

Naam:
Studienummer:

Opgave 4.

Veronderstel dat de waarden van L_2 en C_2 een maximale afwijking van 5% hebben. Bereken de worst-case **afwijking** van f_0 , Δ , in %.

$\Delta =$

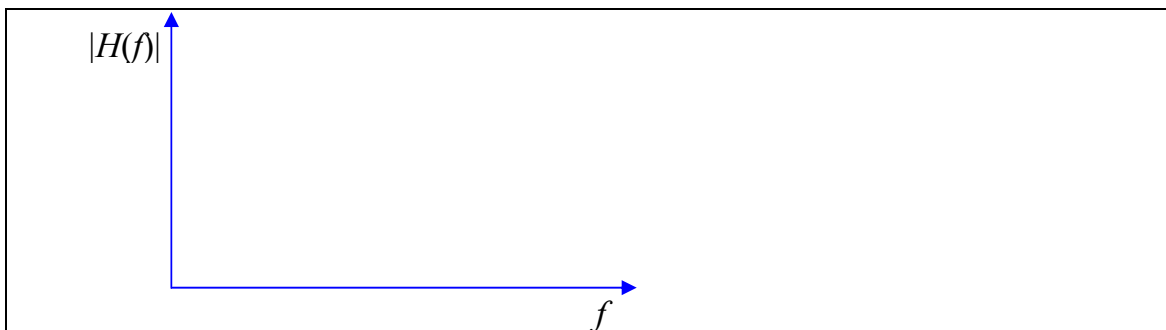
Opgave 5.

Bereken de **overdracht** $|H(s)|$.

$|H(s)| =$

Opgave 6.

Schets de **absolute waarde van de overdracht** van ingang naar uitgang, $|H(f)|$, als functie van de frequentie.



Opgave 7.

Wat is de **orde** van het filter?

Orde:
Motivatie:

Opgave 8.

Leidt een toestandsbeschrijving (Eng: state space description) af van het filter.



Opgave 9.

Leidt een blokschema, bestaande uit takken (met coëfficiënten) en integratoren af van deze toestandsbeschrijving.



Naam:
Studienummer:

Opgave 10.

De integratoren worden gerealiseerd met behulp van een geaarde capaciteit (die de ingangsstroom integreert tot een spanning t.a.v. aarde) en een transconductantie-versterker (die een nauwkeurige, frequentie-onafhankelijke, spanning-naar-stroom omzetter implementeert).

Ontwerp de transconductantie-versterker, gebruik makend van een nullor en een geschikt gekozen tegenkoppelnetswerk, bestaande uit een resistentie R . Geef duidelijk de ingangs- en uitgangs-klemmen, de bron (de geaarde capaciteit) en belasting en hun polariteit aan.



Opgave 11.

Wat is de **overdracht** H_t van de door jou ontworpen transconductantie-versterker? NB. Let op het teken en de dimensie.

$H_t =$

Opgave 12.

De ruis afkomstig van de resistentie R kan gemodelleerd worden als een ruisspanningsbron of een ruisstroombron (beide zijn goed!). Geef het **Norton- of het Thevenin-equivalent** van een ruisende resistentie.

Opgave 13.

Wat is de grootte van het **ruisvermogensdichtheidsspectrum** (S_R) van deze ruisende resistentie? Wat is de dimensie van S_R ? (NB. De dimensie van stroom is ampere, A; de dimensie van spanning is volt, V, etc.)

$S_R =$

Dimensie =

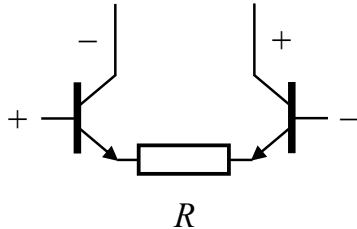
Opgave 14.

Transformeer de ruisbron van de resistentie in de transconductantieversterker naar de ingang van de integrator (dus tot vóór de integrerende capaciteit) en bereken het **vermogensdichtheidsspectrum** $S_{R,eq}$ van de equivalente ingangsisruisstroom.

$S_{R,eq} =$

Naam:
 Studienummer:

De transconductantieverstarkers worden ingevuld met onderstaand “gedegenereerde verschilpaar” in bipolaire technologie. De biasing is niet getekend.



Van de bipolaire transistoren is gegeven dat zij in hun normale gebied werken, waarvoor geldt:

$$i_c = I_S \exp\left(\frac{v_{be}}{V_T}\right)$$

NB. het Early-effect is verwaarloosbaar.

Opgave 15.

Bepaal de **klein-sigitaal transconductantie-factor** g_m van beide transistoren, uitgedrukt als functie van de in bovenstaande transistor-vergelijking voorkomende variabelen (i_c en/of v_{be}) en parameters (I_S en V_T).

$g_m =$

Opgave 16.

Teken het statische (frequentie-onafhankelijke) **klein-sigitaal vervangings-schema** van bovenstaande transconductor.

Opgave 17.

Wat is de **klein-sigitaal transconductantie** G van de transconductor, uitgedrukt in de g_m 's van de transistoren en de resistentie R ?

$G =$

Opgave 18.

Gegeven is verder dat de stroomversterkingsfactor van de transistoren gelijk zijn aan β en dat het Early-effect (nog steeds) verwaarloosbaar is, m.a.w. $r_o = \infty$.

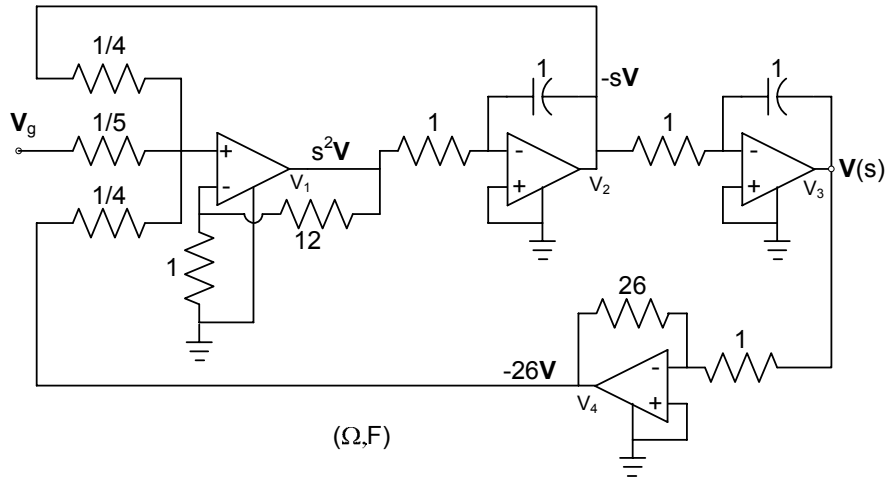
Bepaal de **kettingmatrix** $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ van bovenstaande transconductor.

$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} =$

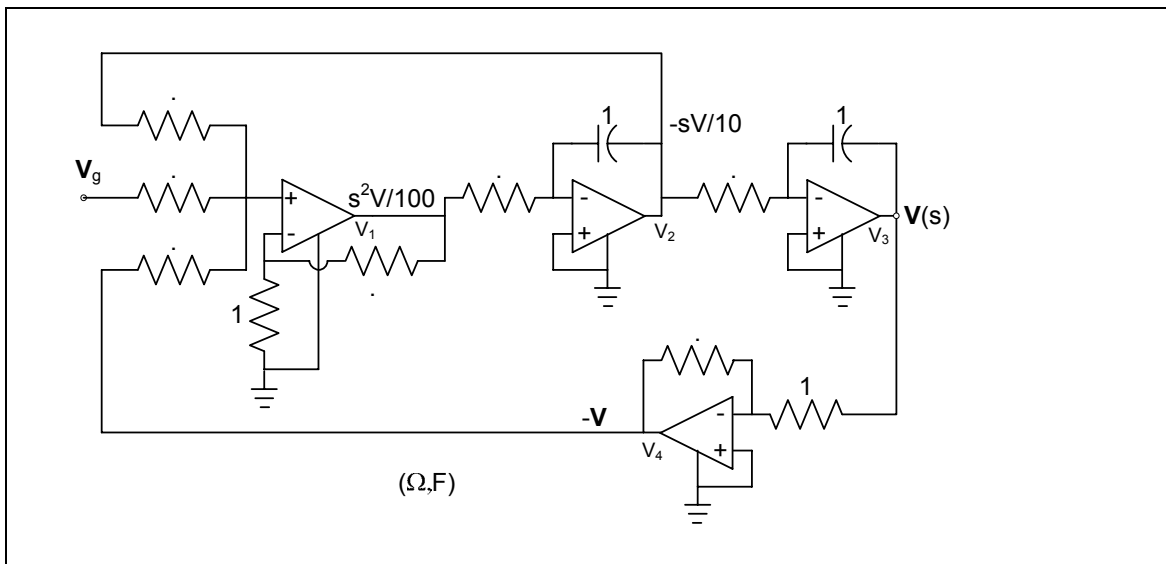
Naam:
 Studienummer:

Opgave 19.

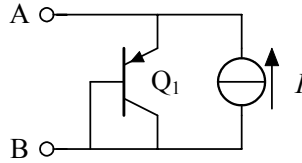
Gegeven onderstaand RC-opamp laagdoorlaatfilter. $V_3 = V$ is het uitgangssignaal.



De toestanden van dit filter zijn (nog) niet geschaald. Voor een goede schaling is het gewenst om V_1 $100\times$ zo klein te maken, V_2 $10\times$ zo klein en V_4 $26\times$ zo klein, *met behoud van de overdracht*. Pas deze **schaling** toe, m.a.w., kies geschikte waarden voor de diverse resistanties, in onderstaand schema.



De volgende drie opgaven hebben betrekking op de onderstaande schakeling.



Van deze schakeling is gegeven:

- $I = 1 \text{ mA}$
- van Q_1 : $I_S = 10^{-15} \text{ A}$, $b = \beta_F = 150$, $V_{AF} = 80 \text{ V}$, $kT/q = 25 \text{ mV}$

Opgave 20.

De gelijkspanning U_{AB} bedraagt bij goede benadering

- A 0 V
- B 25 mV
- C 0,59 V
- D 0,69 V
- E 0,78 V
- F 1,56 V

Opgave 21.

De differentiaalweerstand r_{AB} tussen de klemmen A en B, uitgedrukt in de parameters van het klein-signaal-vervangsschema van de bipolaire transistor is precies

- A r_π
- B r_0
- C $\frac{1}{g_m}$
- D $r_\pi // \frac{1}{g_m}$
- E $r_\pi // r_0$
- F $r_\pi // \frac{1}{g_m} // r_0$

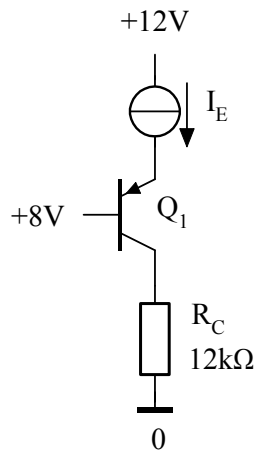
Naam:
Studienummer:

Opgave 22.

Als aan Q_1 een identieke transistor Q_2 parallel wordt geschakeld, is het gevolg hiervan ten opzichte van de oorspronkelijke situatie:

- A r_{AB} is onveranderd, U_{AB} is kleiner
- B r_{AB} is onveranderd, U_{AB} is groter
- C r_{AB} is kleiner, U_{AB} is kleiner
- D r_{AB} is kleiner, U_{AB} is groter
- E r_{AB} is groter, U_{AB} is kleiner
- F r_{AB} is groter, U_{AB} is groter

Opgave 23.



Van Q_1 is bekend: $I_S = 10^{-15}$ A, $b = 150$, $kT/q = 25$ mV.

Wat is uit de onderstaande waarden de grootste die I_E mag hebben zodat Q_1 nog is ingesteld in het actieve (normale) gebied?

- A 1,6 mA
- B 1,0 mA
- C 0,6 mA
- D 0,4 mA
- E 0,3 mA
- F 0,1 mA

Einde toets!