

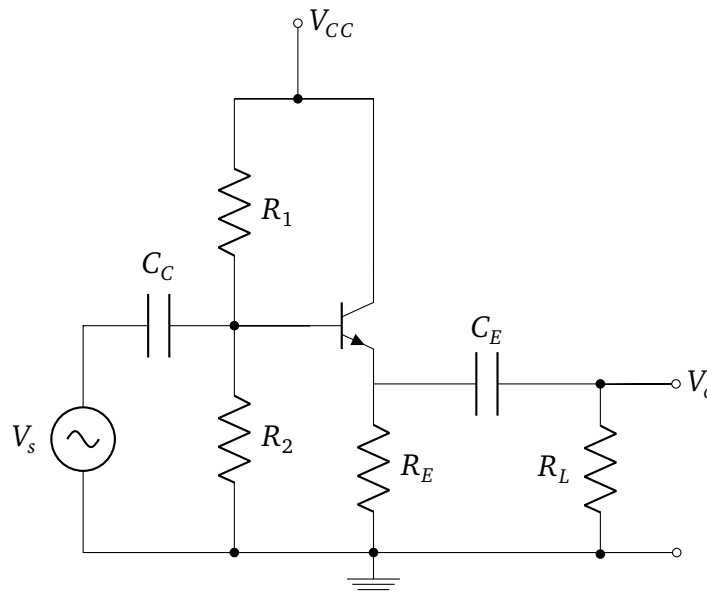
Algemene informatie

Dit is het tentamen in januari 2019 van de cursus ELEANE10 van de opleiding Elektrotechniek.

- Docent: ArasE, GrooS.
- Duur: 135 minuten.
- Punten: 120, verdeeld over vier opgaven op vier pagina's (inclusief formuleblad).
- Cesuur: cijfer = $\frac{9 \cdot \text{aantal punten}}{120} + 1 \geq 4,5$
- Rekenmachine: Casio: **FX82** of **FX85**. Texas: **TI30**.

Opgave 1: BJT-versterkers, LD1, totaal 40 punten

Gegeven de emitter-volger-schakeling in figuur 1.



Schakeling 1: Emitter-volger-schakeling

1a) 7 punten Teken het klein-signaalmodelvervangingschema behorend bij de schakeling 1.

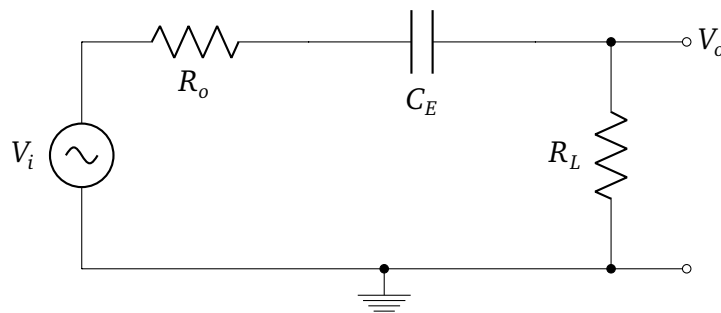
1b) 9 punten Bepaal een formule voor de frequentie afhankelijke spanningsversterking $A_v(s)$ van de onderstaande schakeling onder de aanname dat C_E als een kortsluiting te beschouwen is.

Neem voor de rest van deze opgave de volgende waarden aan: $V_{CC} = 8\text{V}$, $R_1 = 50\text{k}\Omega$, $R_2 = 30\text{k}\Omega$, $R_E = 5\text{k}\Omega$, $R_L = 1\text{k}\Omega$ en dat de BJT-transistor heeft de volgende eigenschappen bezit: $\beta = 100$, $V_{BE(on)} = 0.7\text{V}$, $V_T = 25\text{mV}$ en $V_A = \infty$.

1c) 8 punten Bepaal de maximale versterking van deze emittervolgerschakeling.

1d) 7 punten Bepaal de uitgangsimpedantie R_o van schakeling 1 zonder load. Teken hier toe eerst het hiervoor benodigde kleinsignaalmodel.

Het frequentie afhankelijk gedrag van de emittervolger als gevolg van de condensator C_E kan bepaald worden met behulp van de volgende vervangende schakeling:



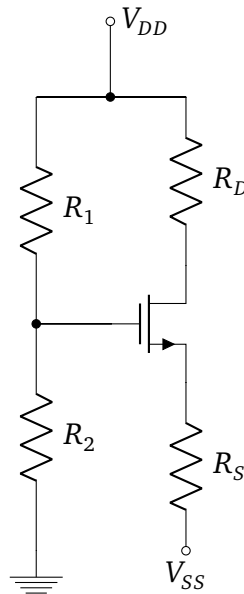
Schakeling 2: C_E -vervangingsschakeling

1e) 5 punten Bepaal wat voor type filter dit geeft door de bijbehorende overdrachtsfunctie af te leiden.

1f) 4 punten. Bereken de waarde van de koppelingscondensator C_E zodanig dat de kantelfrequentie $f_L = 5\text{Hz}$.

Opgave 2: FET, LD2 20 punten

Gegeven schakeling 3 met een NMOS-transistor. De transistorparameters zijn gegeven als $K_n = 50 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_{TN} = 0.3 \text{ V}$ en $\lambda = 0.05 \text{ V}^{-1}$. Verder is gegeven dat $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ en de spanningen $V_{DD} = +5 \text{ V}$ en $V_{SS} = -5 \text{ V}$.



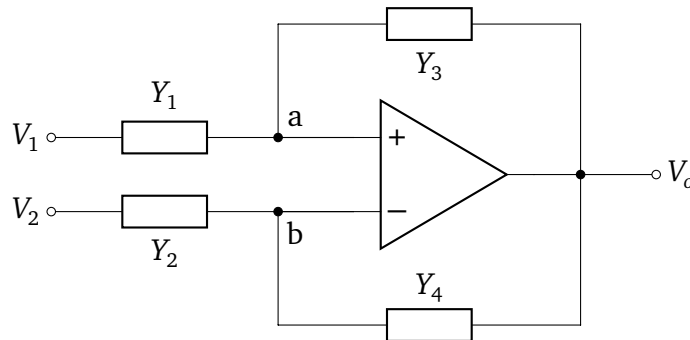
Schakeling 3: NMOS schakeling

2a) 16 punten Bepaal de waarden van R_S en R_D zodanig dat de NMOS in verzadiging is met $I_{DQ} = 250 \mu\text{A}$ en $V_{DSQ} = 1.7 \text{ V}$.

2b) 4 punten Bereken voor dit Q-punt de klein-sigtaalparameters g_m en r_o .

Opgave 3: Op-amp schakelingen, LD3, totaal 20 punten

Gegeven de ideale opamp-schakeling in figuur 4 met admittanties Y_1 tot en met Y_4 .



Schakeling 4: Ideale opamp-schakeling

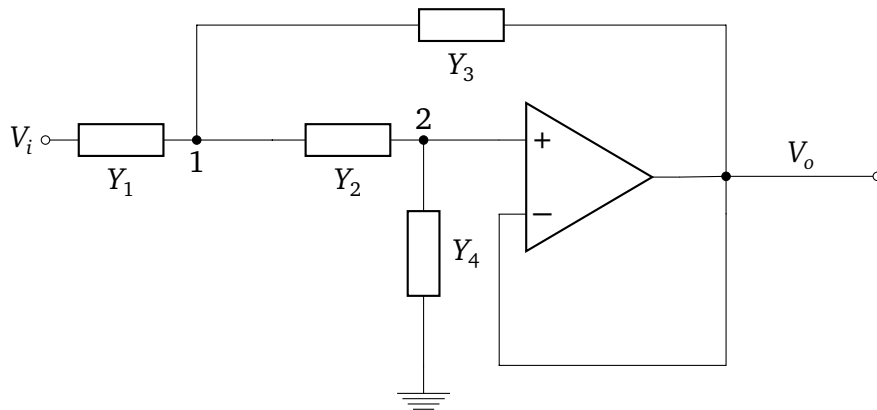
3a) 16 punten Leid af dat de uitgangsspanning V_o als functie van de ingangsspanningen V_1 en V_2 gegeven is door:

$$V_o = \frac{Y_1(Y_2 + Y_4)V_1 - Y_2(Y_1 + Y_3)V_2}{Y_1Y_4 - Y_2Y_3}$$

3b) 4 punten Als alle admittanties allemaal weerstanden zijn met de waarden: $R_1 = 0.25 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 0.75 \text{ k}\Omega$, $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$ zijn, bereken V_o als functie van V_1 en V_2 .

Opgave 4: Actieve filters, LD5, totaal 20 punten

Gegeven het onderstaande Sallen-Key filter, zie figuur 5, met algemene admittanties Y_1 tot en met Y_4 . Deze admittanties kunnen uit een weerstand $R = 20\text{ k}\Omega$ en een condensator $C = 47\text{ pF}$ gekozen worden.



Schakeling 5: Sallen-Key filters

4a) 5 punten. Stel de knooppuntvergelijkingen op voor de knooppunten 1 en 2. Alleen de spanningen V_i , V_1 , en V_o en de admittanties Y_1 tot en met Y_4 mogen in je antwoord terugkomen!

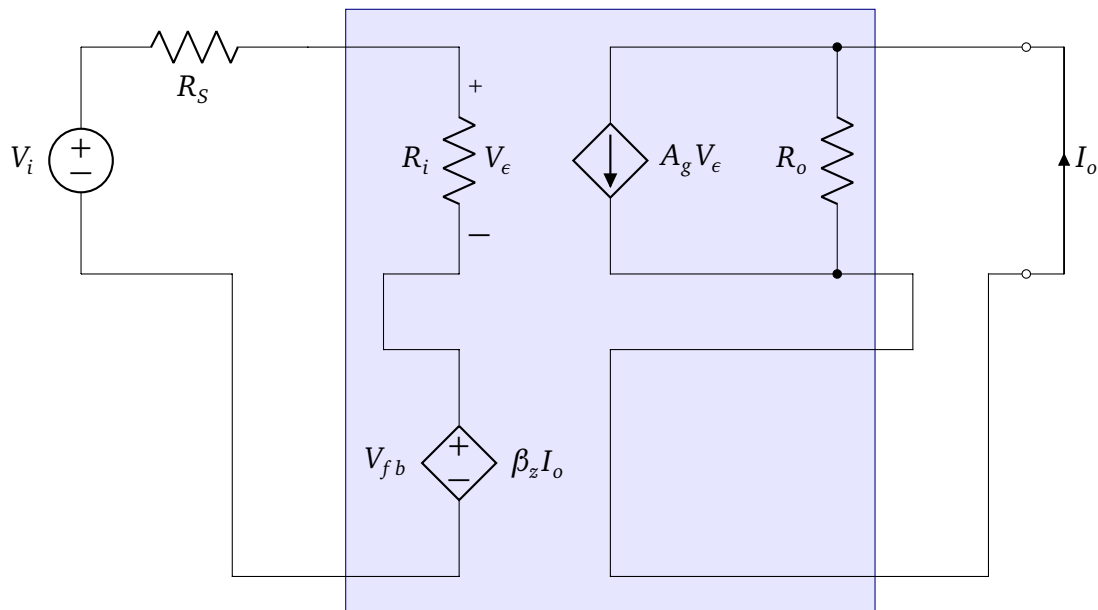
4b) 6 punten. Leid een formule af voor de overdrachtsfunctie $H(s) = \frac{V_o}{V_i}$ in termen van de admittanties Y_1 tot en met Y_4 met behulp van de regel van Cramer.

4c) 4 punten. Geef een keuze voor componenten Y_1 tot en met Y_4 zodanig dat dit een tweede orde hoogdoorlaatfilter oplevert.

4d) 5 punten. Bepaal voor deze keuze van componenten de versterkingsfactor k , de kwaliteitsfactor Q_c en de kritische frequentie f_c .

Opgave 5: Feedback, LD5, totaal 20 punten

Beschouw de onderstaande transconductieschakeling. De weerstand van de bron R_S is veel kleiner dan alle andere relevante weerstanden in deze schakeling.



Schakeling 6: Series-series-transconductieschakeling

5a) 5 punten. Bepaal de drie vergelijkingen deze series-series-terugkoppelingsschakeling beschrijven en geef ze weer in de matrixvergelijking van de vorm:

$$\begin{pmatrix} & & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_o \\ V_e \\ V_{fb} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} & & \end{pmatrix}$$

5b) 7 punten. Bereken de closed-loop spanning-naar-stroom versterking A_{gf} met behulp van de regel van Cramer.

5c) 8 punten. Bereken de closed-loop ingangsimpedantie R_{if} en leg uit waarom het resultaat meestal gewenst is.

Einde van dit tentamen