



Instituut voor
Engineering en Applied Science

Naam deelnemer:

Studentnummer:

--	--	--	--	--	--	--

Opleiding	:	Elektrotechniek
Cursusnaam	:	Basis Elektrotechniek
Cursuscode	:	ELEELE20
Tentamenperiode	:	T2
Toetsdatum	:	21 januari 2021
Begintijd	:	10:30 - 12:30 uur
Duur (in minuten)	:	120 min
Docent	:	LogEH
Collegiale review	:	BaRoy, VeRon, StrJG
Cesuur	:	Zie cursushandleiding, Cijfer = $\max\left(1, \frac{\text{Punten}}{6}\right)$
Aantal pagina's	:	7 (exclusief voorblad)
Toetsen inleveren	:	Ja
Kladpapier inleveren	:	Nee

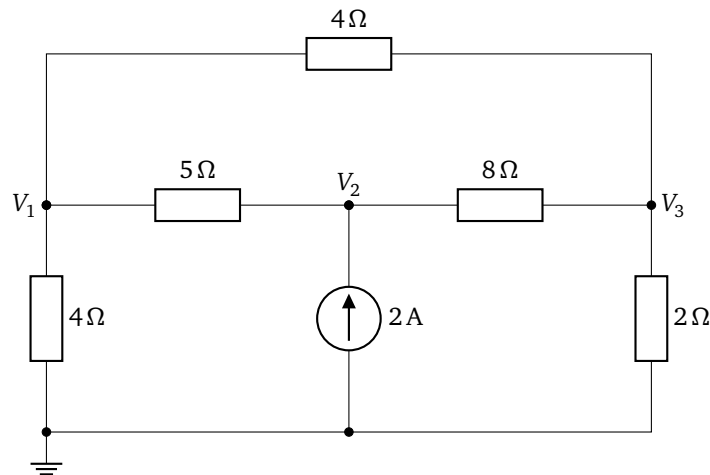
Toegestane hulpmiddelen:

- Normale rekenmachine, geodriehoek.
- Pen, kleurpotloden, markeerstiften.

**Overige
opmerkingen:**

- Indien een antwoord niet wordt verklaard, worden geen punten toegekend.
- Laat bij alle opgaven duidelijk zien hoe je aan je antwoorden komt en geef dus waar nodig je berekeningen.
- Voor taalfouten worden geen punten afgetrokken.

1. (Leerdoel 1) Gegeven het netwerk in schakeling 1.



Schakeling 1: Schakeling bij vraag 1

a. [10 punten] Stel met behulp van de knooppuntmethode of de maasmethode de netwerkvergelijkingen op. Schrijf het stelsel in matrixvorm.

Antwoord: Dit is P2.51 van Hambley

KP1: [3p]

$$\frac{0 - V_1}{4} + \frac{V_2 - V_1}{5} + \frac{V_3 - V_1}{4} = 0$$

$$-5V_1 + 4V_2 - 4V_1 + 5V_3 - 5V_1 = 0 \Rightarrow -14V_1 + 4V_2 + 5V_3 = 0$$

KP2: [3p]

$$\frac{V_1 - V_2}{5} + 2 + \frac{V_3 - V_2}{8} = 0$$

$$8V_1 - 8V_2 + 80 + 5V_3 - 5V_2 = 0 \Rightarrow 8V_1 - 13V_2 + 5V_3 = -80$$

KP3: [3p]

$$\frac{V_1 - V_3}{4} + \frac{V_2 - V_3}{8} + \frac{0 - V_3}{2} = 0$$

$$2V_1 - 2V_3 + V_2 - V_3 - 4V_3 = 0 \Rightarrow 2V_1 + V_2 - 7V_3 = 0$$

$$\begin{pmatrix} -14 & 4 & 5 \\ 8 & -13 & 5 \\ 2 & 1 & -7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -80 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [1p]$$

b. [5 punten] Los het stelsel vergelijkingen op, bijvoorbeeld met behulp van de regel van Kramer.

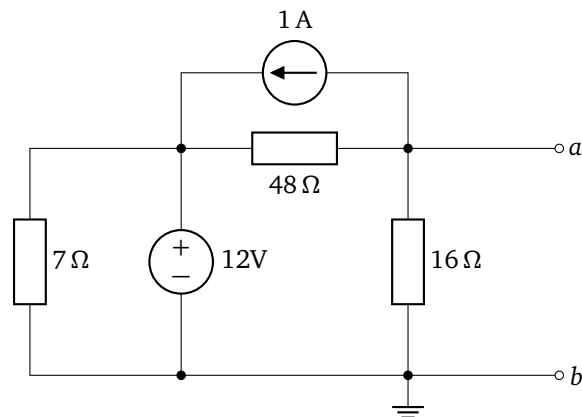
Antwoord: Bij een ander stelsel, maar berekeningen wel goed, ook de punten toekennen.

$$V_1 = \frac{D_1}{D} \quad [1p] = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 4 & 5 \\ -80 & -13 & 5 \\ 0 & 1 & -7 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -14 & 4 & 5 \\ 8 & -13 & 5 \\ 2 & 1 & -7 \end{vmatrix}} = \frac{80(-33)}{-14(86) - 8(-33) + 2(85)} = \frac{-2640}{-770} = 3,43 \text{ V} \quad [2p]$$

$$V_2 = \frac{\begin{vmatrix} -14 & 0 & 5 \\ 8 & -80 & 5 \\ 2 & 0 & -7 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -14 & 4 & 5 \\ 8 & -13 & 5 \\ 2 & 1 & -7 \end{vmatrix}} = \frac{-80(88)}{-770} = \frac{-7040}{-770} = 9,14\text{V} \quad [1\text{p}]$$

$$V_3 = \frac{\begin{vmatrix} -14 & 4 & 0 \\ 8 & -13 & -80 \\ 2 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -14 & 4 & 5 \\ 8 & -13 & 5 \\ 2 & 1 & -7 \end{vmatrix}} = \frac{80(-22)}{-770} = \frac{-1760}{-770} = 2,29\text{V} \quad [1\text{p}]$$

2. [10 punten] (Leerdoel 1) Gegeven het netwerk in schakeling 2:



Schakeling 2: Schakeling bij vraag 2

Bepaal het Thévenin EN Norton vervangingsschema van deze schakeling.

Antwoord: Dit is P2.84 van Hambley

Stappen aangeven: **[1p]**

- Eerst U_{OC} bepalen

$$-1 + \frac{12 - U_{oc}}{48} + \frac{0 - U_{oc}}{16} = 0 \Rightarrow -48 + 12 - U_{oc} - 3U_{oc} = 0 \Rightarrow U_{oc} = -9\text{V} \quad [2\text{p}]$$

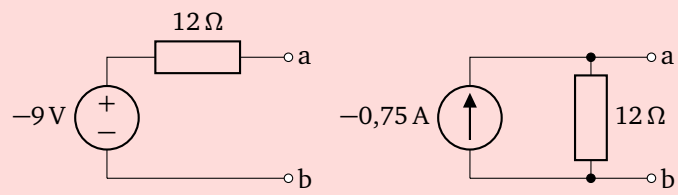
- Dan I_{SC} bepalen

$$-1 + \frac{12 - 0}{48} - I_{sc} = 0 \Rightarrow I_{sc} = I_{sc} = -0,75\text{A} \quad [2\text{p}]$$

- Dan $R_{TH} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ bepalen

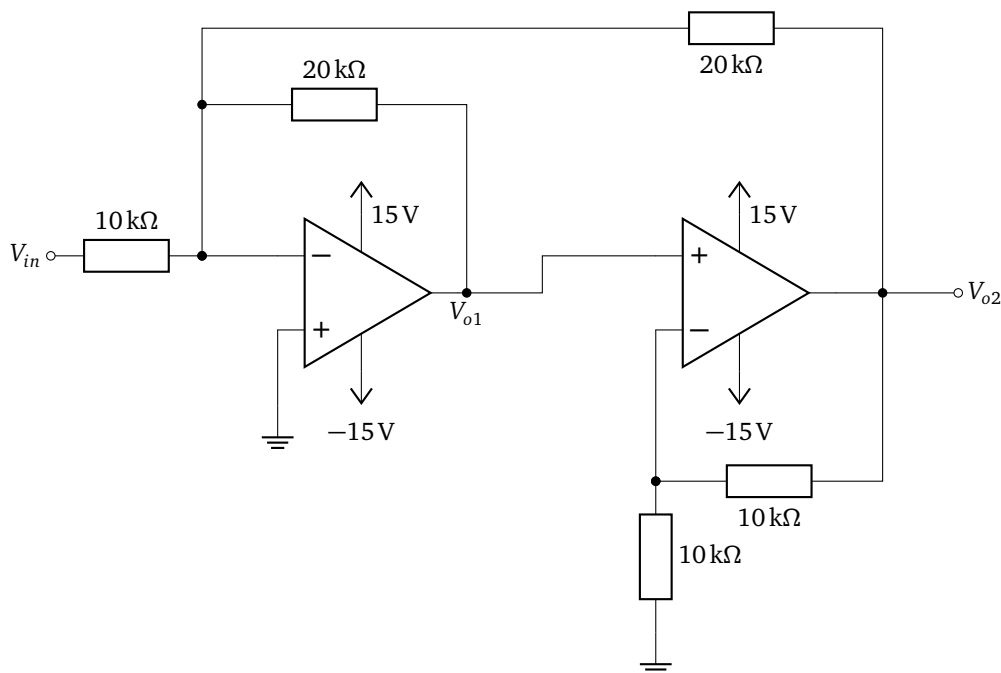
$$R_{th} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = \frac{-9}{-0.75} = 12\Omega \quad [1\text{p}]$$

Thévenin [2p] en Norton vervangingsschema [2p]:



3. (Leerdoel 2) Gegeven de opamp schakeling van schakeling 3.

- a. [3 punten]** Leid een vergelijking af voor V_{o2} als functie van V_{o1} .



Schakeling 3: Opamp schakeling

Antwoord: $V_+ = V_- = V_{o1}$ [1p]

KCL op - ingang van 2e opamp:

$$\frac{0 - V_{o1}}{10\text{ k}\Omega} + \frac{V_{o2} - V_{o1}}{10\text{ k}\Omega} = 0 \Rightarrow V_{o2} = 2V_{o1} \quad [2p].$$

- b. [7 punten]** Leid een vergelijking af voor V_{o2} als functie van V_{in}

Antwoord: KCL op - ingang van 1e opamp: $\frac{V_{in} - 0}{10\text{ k}\Omega} + \frac{V_{o1} - 0}{20\text{ k}\Omega} + \frac{V_{o2} - 0}{20\text{ k}\Omega} = 0 \Rightarrow 2V_{in} + V_{o1} + V_{o2} = 0$ [3p].

Vergelijking van a. invullen: $2V_{in} + V_{o1} + 2V_{o1} = 0 \Rightarrow V_{o1} = -\frac{2}{3}V_{in}$ [2p]

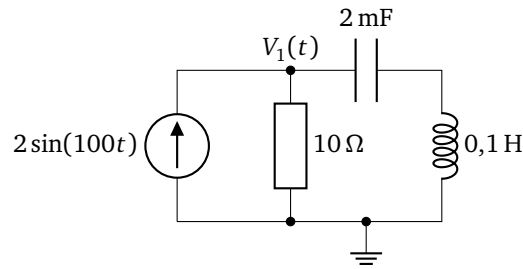
Dus ook: $V_{o2} = -\frac{4}{3}V_{in}$ [2p]

4. (Leerdoel 4) Gegeven de RLC schakeling van schakeling 4.

- a. [1 punt]** Hoe groot is ω in rad/s?

Antwoord: $\omega = 100\text{ rad/s}$

- b. [3 punten]** Teken het schema opnieuw, waarbij de stroombron vervangen is door een complexe stroombron en waarbij de spoel en condensator vervangen zijn door complexe weerstanden.

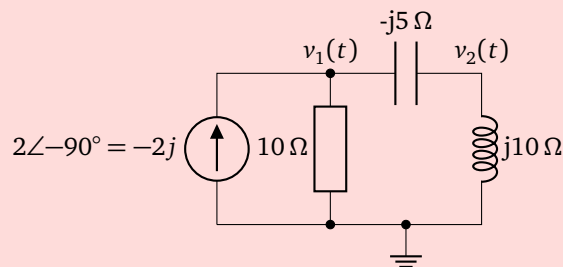


Schakeling 4: Schakeling bij vraag 4

Antwoord: Stroombron links: $2\angle-90^\circ = -2j$ [1p]

Condensator: $\frac{1}{j100 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = -5j$ [1p]

Spoel: $j100 \cdot 0.1 = 10j$ [1p]



c. [6 punten] Bereken de complexe spanning $V_1(t)$.

Antwoord:

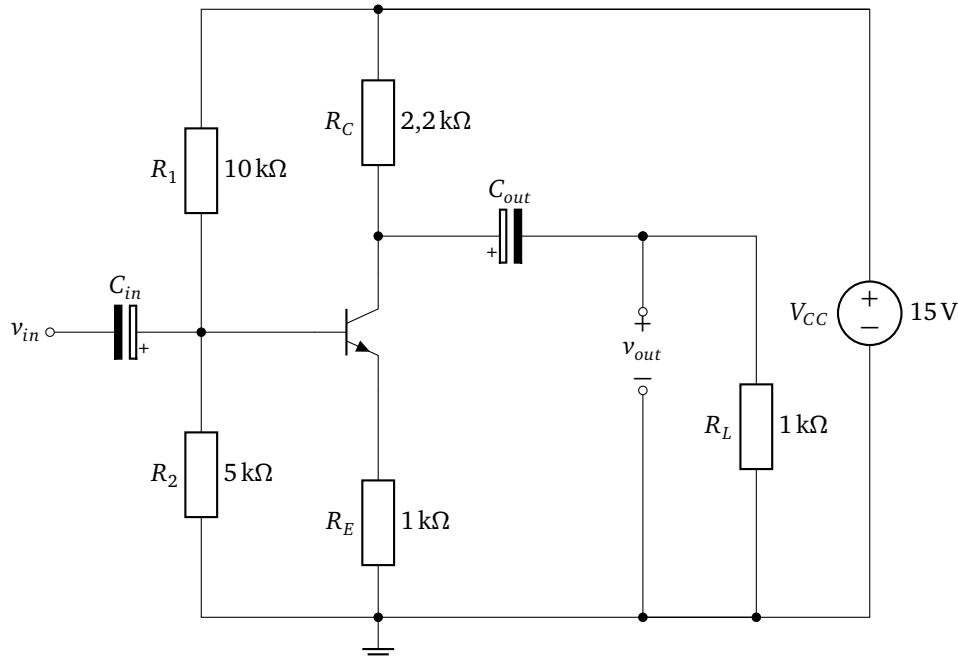
$$-5j + 10j = 5j \quad [1p]$$

$$R_V = \frac{5j \cdot 10}{5j + 10} \quad [1p] = \frac{50\angle 90^\circ}{11.18\angle 26.57^\circ} \quad [1p] = 4.47\angle 63.43^\circ \quad [1p]$$

De spanning $V_1(t)$ is nu gelijk aan:

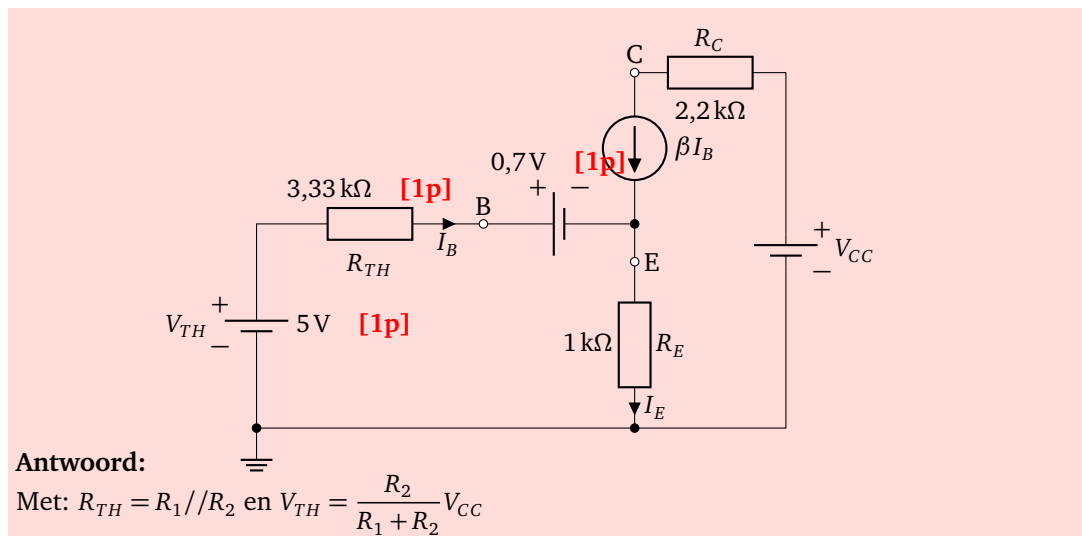
$$V_1 t = 2\angle-90^\circ \cdot 4.47\angle 63.43^\circ = 8.94\angle -26.57^\circ = 8.94 \cdot \cos(100t - 26.57^\circ) \quad [1p]$$

5. (Leerdoel 3) De common-emitter schakeling van schakeling 5 kom je vaak tegen in een versterker. De gebruikte transistor heeft de volgende eigenschappen: $\beta = 100$, $V_{BE} = 0,7\text{V}$, $V_{CE,sat.} = 0,2\text{V}$ en $R_\pi = 607\Omega$. Op de ingang van deze versterker wordt een wisselspanning $v_{in}(t)$ aangesloten. Op de uitgang van deze common-emitterschakeling is een belasting met weerstand $R_L = 1\text{k}\Omega$ aangesloten.



Schakeling 5: Schakeling bij vraag 5

- a. [3 punten] Teken het groot-sigitaal DC vervangingsschema van deze schakeling.



- b. [2 punten] Laat zien dat $I_B = \frac{V_{TH} - 0,7}{R_{TH} + (\beta + 1)R_E}$.

Antwoord: Kirchhoff KVL toepassen op linkerlus levert:

$$-V_{TH} + I_B R_{TH} + 0,7 + (\beta + 1)I_B R_E = 0 \quad [1p]$$

$$I_B R_{TH} + (\beta + 1)I_B R_E = V_{TH} - 0,7 \quad [1p]$$

$$I_B = \frac{V_{TH} - 0.7}{R_{TH} + (\beta + 1)R_E}$$

- c. [5 punten] Bereken I_B , I_C , V_E , V_C en V_B .

Antwoord:

$$I_B = \frac{V_{TH} - 0.7}{R_{TH} + (\beta + 1)R_E} = 41,2 \mu\text{A} \quad [1\text{p}]$$

$$I_C = \beta I_B = 4,12 \text{ mA} \quad [1\text{p}]$$

$$V_E = (\beta + 1)I_B R_E = 4,16 \text{ V} \quad [1\text{p}]$$

$$V_C = 15 - I_C R_C = 5,93 \text{ V} \quad [1\text{p}]$$

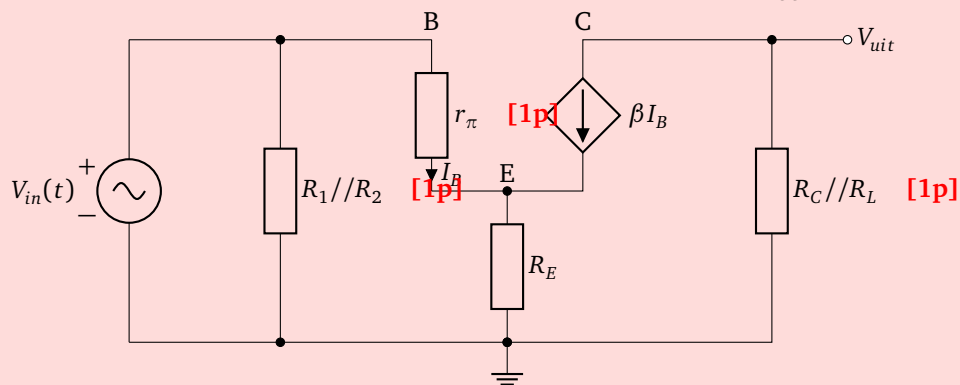
$$V_B = V_E + 0.7 = 4,86 \text{ V} \quad [1\text{p}]$$

- d. [2 punten] In welk werkgebied staat deze transistor ingesteld? Leg uit waarom.

Antwoord: $V_{CE} = 5.93 - 4.16 = 1,77 \text{ V}$ [1p]. Er loopt ook een stroom I_B , dus de transistor staat (nog net) in het actieve werkgebied ingesteld [1p]. Geen punten voor alleen het noemen van het werkgebied.

- e. [3 punten] Teken het klein-sigitaal model van deze schakeling.

Antwoord: Punten aftrek indien nog een condensator en/of een V_{CC} getekend wordt.



Einde van dit tentamen.

Vraag:	1	2	3	4	5	Totaal
Punten:	15	10	10	10	15	60