

Inleiding

Deze week gaan we een spanningsregelaar bouwen. Een spanningsregelaar is ook weer een systeem met negatieve feedback. Bij de spanningsregelaar die we zelf gaan bouwen, gaan we ook meten wat een aantal closed-loop parameters zijn. Deze heb je ook uitgerekend, zodat de gemeten waarden goed vergeleken kunnen worden met de theorie.

Closed-loop output resistance: We hebben gezien dat door het toepassen van negatieve feedback een aantal eigenschappen in positieve zin kunnen veranderen. Een belangrijke eigenschap van een spanningsregelaar is de output-resistance. Dit is de weerstand aan de uitgang van de spanningsregelaar. Deze zorgt voor een spanningsval, en dus voor extra verliezen, op de uitgang van de spanningsregelaar. In de theorie is een afleiding gegeven van deze closed-loop output resistance, die we hier weer gaan meten.

Load-Regulation: De Load-Regulation is gedefinieerd als de verandering in output voltage tussen geen belasting en full-load belasting. Ook deze load-regulation gaan we meten.

Leerdoelen

- Uit discrete componenten een spanningsregelaar kunnen bouwen.
- De belangrijkste parameters van een spanningsregelaar kunnen meten.
- Twee verschillende manieren van stroombegrenzing kunnen realiseren en hieraan metingen kunnen verrichten.

Vorbereiding op de les

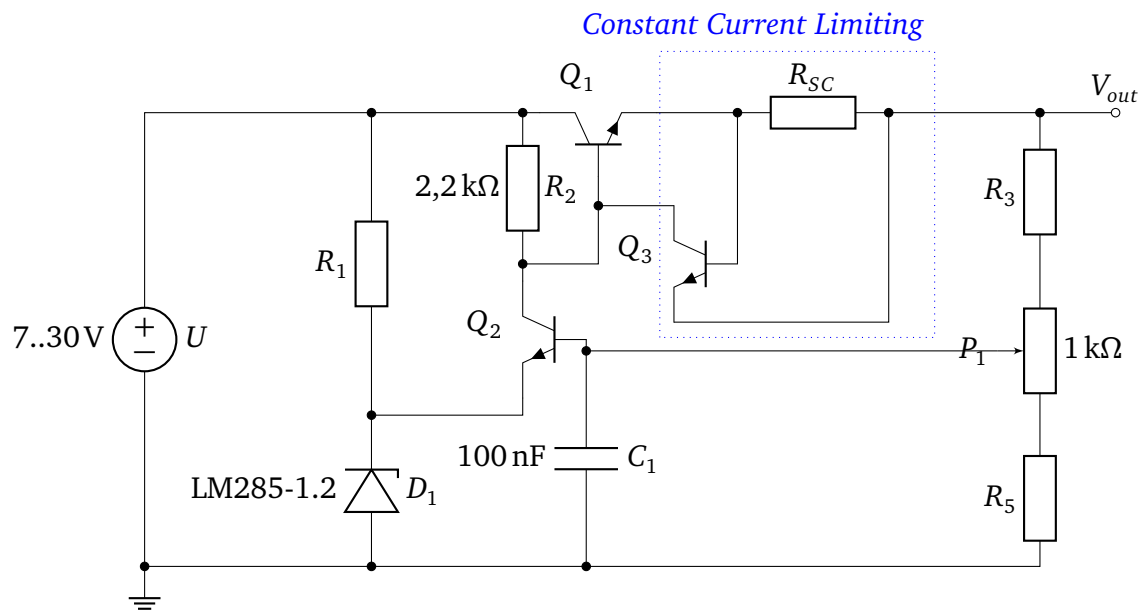
LET OP: Zonder voorbereiding heb je GEEN toegang tot het practicum. Dit wordt bij aanvang van het practicum gecontroleerd.

- Lees Neamen §15.6 (“Voltage Regulators”) door en zorg ervoor dat je de afleidingen van de closed-loop output-resistance R_{of} en de load-regulation bestudeerd hebt.
- Bereken de weerstandswaarden bij opdrachten 1.1 t/m 1.4 en 2.1.
- Maak van beide opdrachten LT-Spice simulaties (opdracht 1.5, 2.2 en 3.2) en verifieer dat de berekende weerstandswaarden de juiste resultaten geven.

Opdrachten

Constant Current Limiter

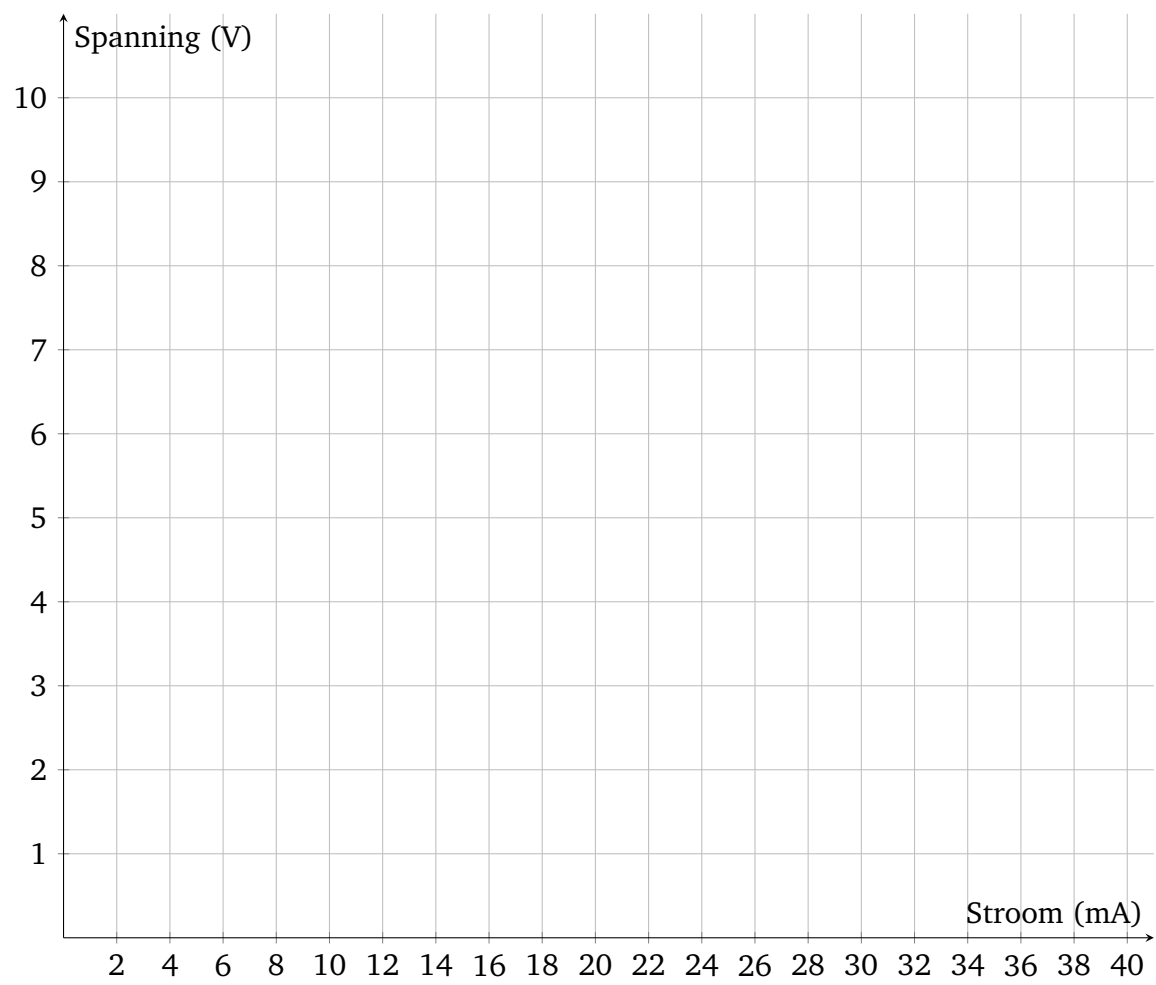
In de eerste opdracht zal de opzet en werking van een spanningsregelaar bekeken worden. Een spanningsregelaar bestaat uit een error amplifier (Q_2), een current amplifier (Q_1), een feedback path (R_3 , P_1 en R_5) en een voltage reference (D_1 met R_1).



Schakeling 1: Spanningsregelaar met Constant-Current Limiting

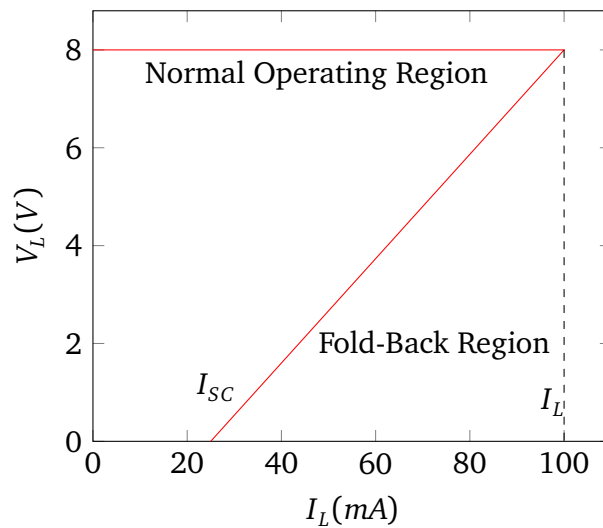
Opdracht 1: Spanningsregelaar met Constant-Current Limiting

1. Gebruik [schakeling 1](#), bekijk vervolgens de datasheet van de LM285 en bereken wat de waarde van de weerstand R_1 moet zijn om over het gehele ingangsspanningsgebied van 7 tot 30 V te kunnen werken.
2. Door de weerstanden R_3 , P_1 en R_5 moet ongeveer 2 mA lopen. De uitgangsspanning V_{out} moet 5 V zijn. Bepaal wat de spanning moet worden op de basis van Q_2 en bereken hieruit de waarden voor de weerstanden R_3 en R_5 .
3. Bereken op basis van de weerstandswaarden R_3 en R_5 wat de minimum en maximum waarden worden voor de uitgangsspanning V_{out} als de potmeter P_1 geheel naar links en naar rechts gedraaid worden. Bedenk dat bij een negatief-feedback systeem de versterking A ongeveer gelijk is aan 1 gedeeld door de feedbackwaarde β (hier bepaald door R_3 , P_1 en R_5).
4. Bereken de grootte van R_{SC} als de current-limit ingesteld moet worden op 100 mA.
5. Verifieer de correcte werking van de schakeling in LT-Spice. Zet op de horizontale as de stroom door R_{sc} en op de verticale as V_{out} . Begrens de verticale as aan de onderkant op 0 V om een goede grafiek te krijgen.
6. Bouw de schakeling op een bread-board op en neem voor Q_1 een BD241 en voor Q_2 en Q_3 een BC547 transistor.
7. Sluit nu een belasting (electronic-load, potmeter of losse weerstanden) aan op de uitgangsspanning en meet de uitgangsspanning als functie van de uitgangsstroom. Gebruik de meetwaarden om de grafiek van [figuur 1](#) in te vullen.
8. Bereken de waarde van de output-resistance en de load-regulation. Zie ook example 15.14 in het boek van Neamen.



Figuur 1: Spanningsregelaar met Constant-Current Limiting

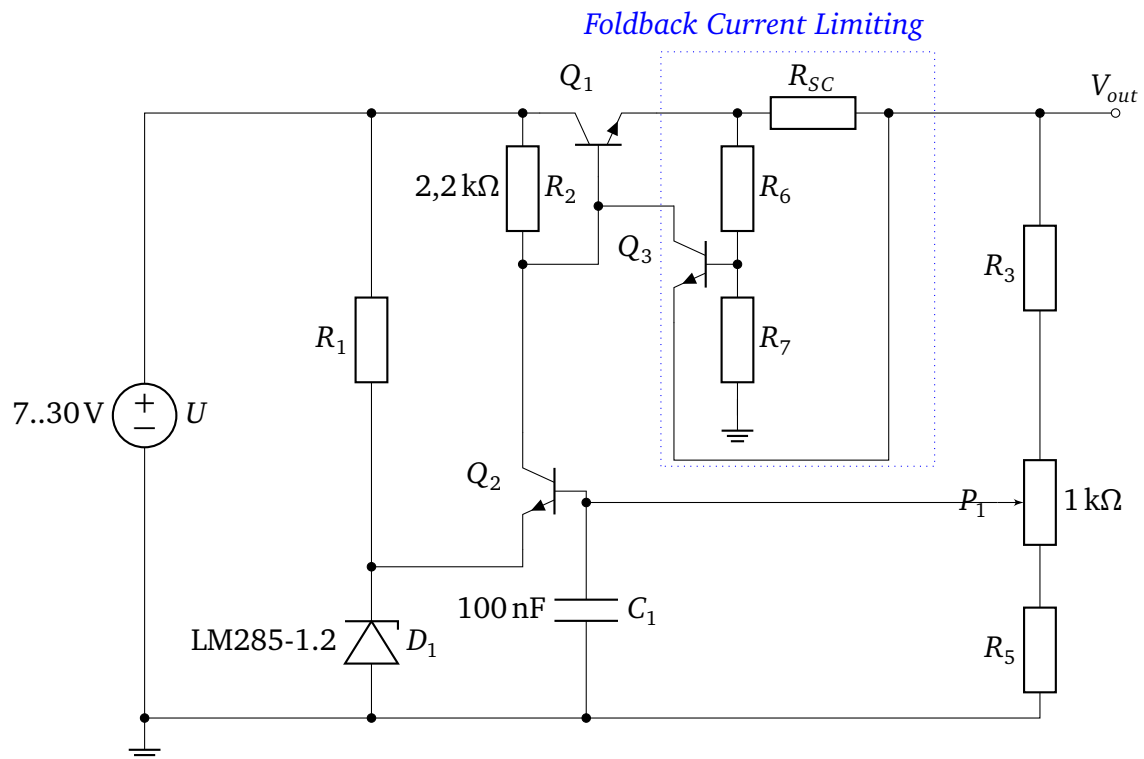
Conclusie 1



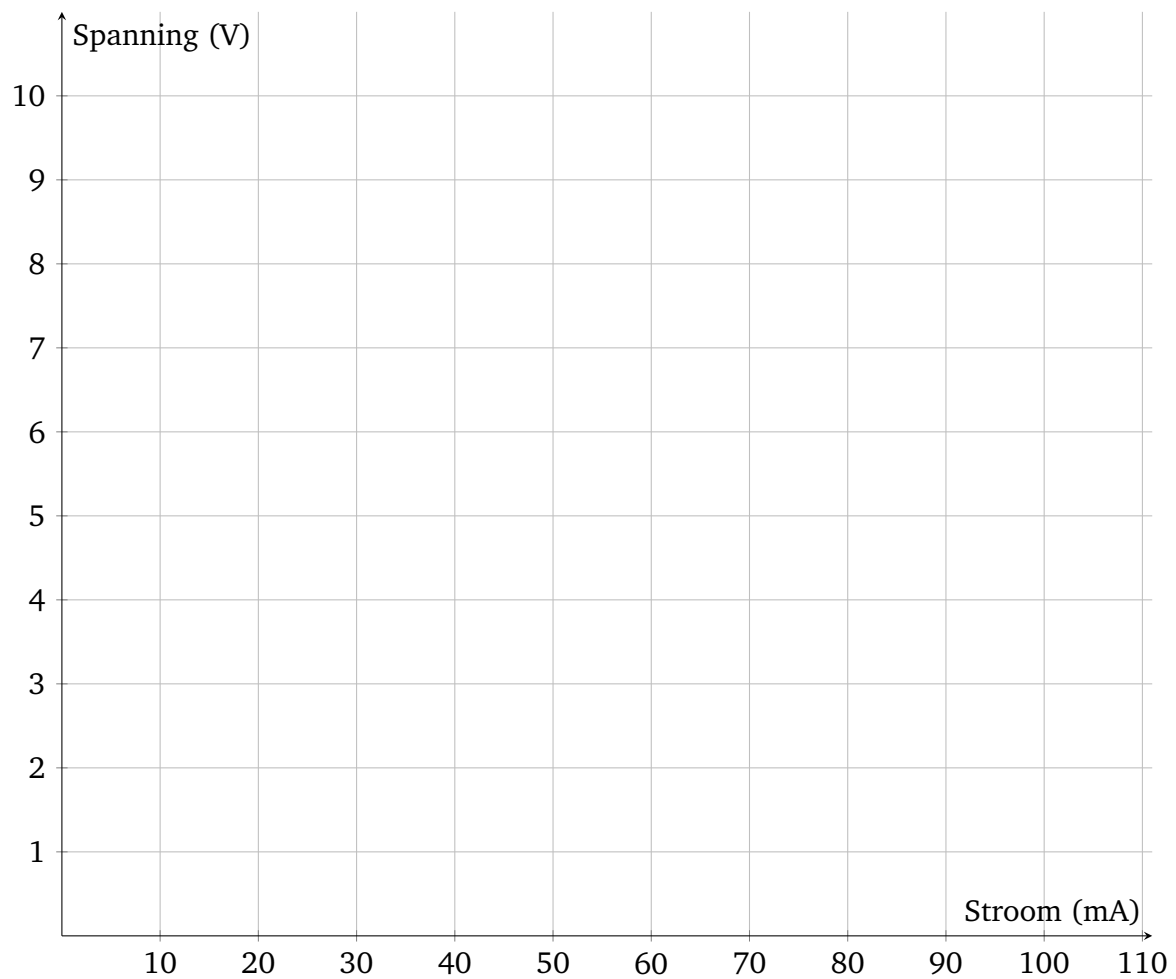
Figuur 2: Desired Foldback characteristics

Foldback Current Limiter

Een andere manier van stroombegrenzing is Foldback-Current Limiting. Hiermee wordt de stroom niet alleen begrensd op de maximale waarde, maar wordt deze vervolgens ook kleiner gemaakt, zie [figuur 2](#). Hiermee wordt het totale vermogen in de transistor beperkt wanneer de stroombegrenzing actief is. Een schema van een spanningsregelaar met Foldback Current Limiting is weergegeven in [schakeling 2](#).



Schakeling 2: Spanningsregelaar met Foldback-Current Limiting



Figuur 3: Spanningsregelaar met Foldback-Current Limiting

Opdracht 2: Spanningsregelaar met Foldback-Current Limiting

Gegeven [schakeling 2](#) en [figuur 3](#). In de theorie is de afleiding behandeld hoe het foldback gebied ingesteld kan worden. Deze theorie ga je hier toepassen en met een meting verifiëren dat het klopt.

1. Bereken de weerstanden R_{SC} , R_6 en R_7 , zodanig dat de schakeling voldoet aan de grafiek van [figuur 2](#).
2. Verifieer de correcte werking van de schakeling in LT-Spice. Zet op de horizontale as de stroom door R_{sc} en op de verticale as V_{out} . Begrens de verticale as aan de onderkant op 0 V om een goede grafiek te krijgen.
3. Bouw de schakeling op een bread-board op en neem voor Q_1 een BD241 en voor Q_2 en Q_3 een BC547 transistor.
4. Sluit nu een belasting (electronic-load, potmeter of losse weerstanden) aan op de uitgangsspanning en meet de uitgangsspanning als functie van de uitgangsstroom. Gebruik de meetwaarden om de grafiek van [figuur 3](#) in te vullen. Controleer dat het resultaat overeenkomt met [figuur 2](#). Zo niet, controleer je berekening en herhaal de meting.
5. Bereken ook hier weer de waarde van de output-resistance en de load-regulation.

Conclusie 2

Controle: controleer of je overal alle gegevens goed opgeschreven hebt. Zijn alle grafieken en tabellen volledig ingevuld? Heb je alle simulaties opgeslagen en foto's/filmpjes gemaakt van alle opgebouwde schakelingen en uitgevoerde metingen? En heb je zinvolle conclusies opgeschreven en deze goed onderbouwd?