



Kurs: Fys3220 Lineær kretselektronikk	Gruppe: 3 Gruppe-dag:	Utført dato: 13.11.19
Oppgave: Laboratorieøvelse C		
Omhandler:		
1 Tilbakekobling av et 2-ordens system..... 2 2 Konturanalyse og Nyquist diagrammer 7 3 PI Regulatorer 11 4 Filtre 13		
Utført av:  Navn: Klaudia M. Pawlak Email: klaudiap@student.matnat.uio.no	Utført av:  Navn: Heven Yosef Alemseged Email: hevenya@student.matnat.uio.no	
Godkjent dato:	Godkjent av:	
Kommentar fra veileder:		

1 Tilbakekobling av et 2-ordens system

Oppgave 1.a-1

Vi har at:

$$H(s) = \frac{V_{ut}}{V_{inn}} = \frac{A \cdot C}{1 - AB} = \frac{A \cdot C}{1 - F}$$

Blokkene for A, B og C:

$$A = G \frac{sRC}{(sRC)^2 + s3RC + 1}$$

$$B = 1$$

$$C = 1$$

Vi får:

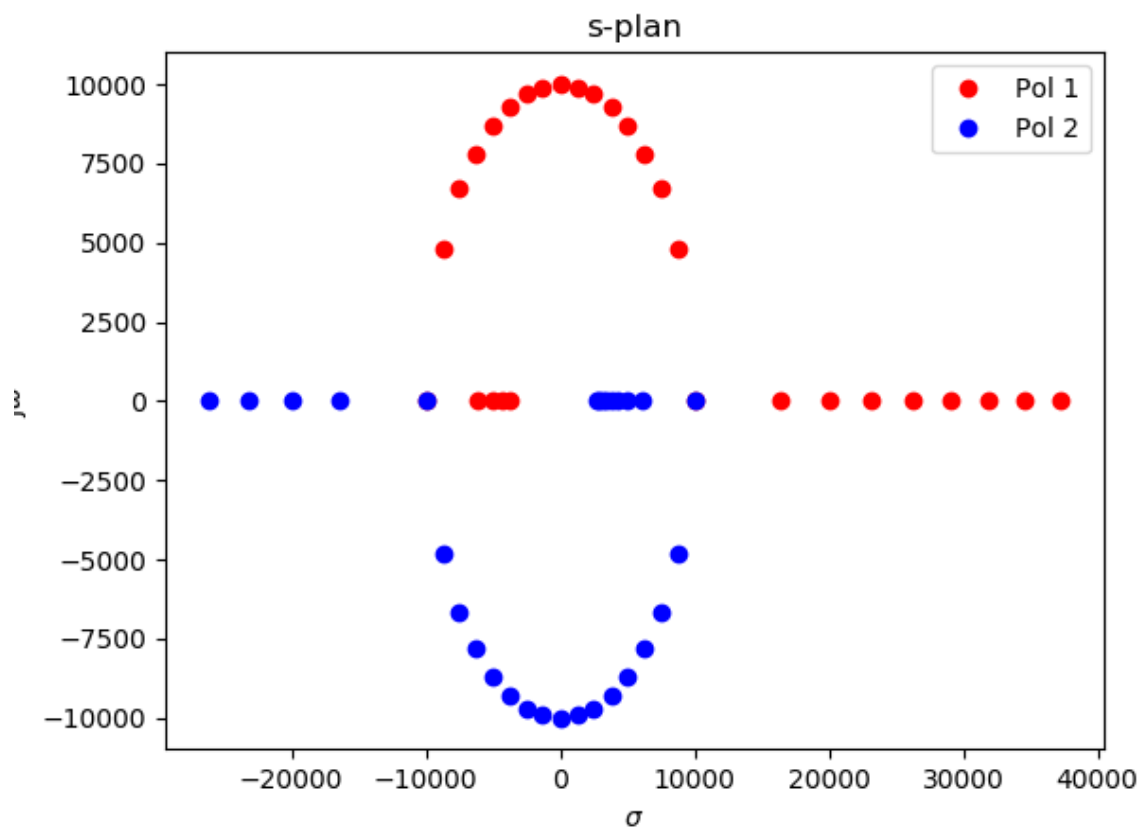
$$\begin{aligned} H_2(s) &= \frac{A \cdot C}{1 - AB} \\ &= \frac{\left(\frac{GsRC}{(sRC)^2 + s3RC + 1} \right) \cdot 1}{1 - \left(\frac{GsRC}{(sRC)^2 + s3RC + 1} \right) \cdot 1} && \text{|Setter inn verdiene for A, B og C} \\ &= \frac{GsRC}{(sRC)^2 + s3RC + 1 - GsRC} && \text{|Multipliserer med } (sRC)^2 + s3RC + 1 \\ &= G \frac{sRC}{(sRC)^2 + sRC(3 - G) + 1} && \text{|Faktoreriserer } 3RC - GsRC \end{aligned}$$

Oppgave 1.b-1

G	ω_0	Q	Re(pol1)	Im(pol1)	Re(pol2)	Im(pol2)	Stabilitet	Oscillasjon
0	10k	0.33	-3.81k	0	-26.2k	0	Stabilt	Nei
0.25	10k	0.36	-4.31k	0	-23.2k	0	Stabilt	Nei
0.5	10k	0.40	-5.00k	0	-20.0k	0	Stabilt	Nei
0.75	10k	0.44	-6.10k	0	-16.4k	0	Stabilt	Nei
1	10k	0.50	-10.0k	0	-10.0k	0	Stabilt	Nei
1.25	10k	0.57	-8.7k	4.8kj	-8.7k	-4.8kj	Stabilt	Voksende
1.5	10k	0.67	-7.5k	6.6kj	-7.5k	-6.6kj	Stabilt	Voksende
1.75	10k	0.80	-6.2k	7.8kj	-6.2k	-7.8kj	Stabilt	Voksende
2	10k	1.00	-5k	8.7kj	-5k	-8.7kj	Stabil	Voksende

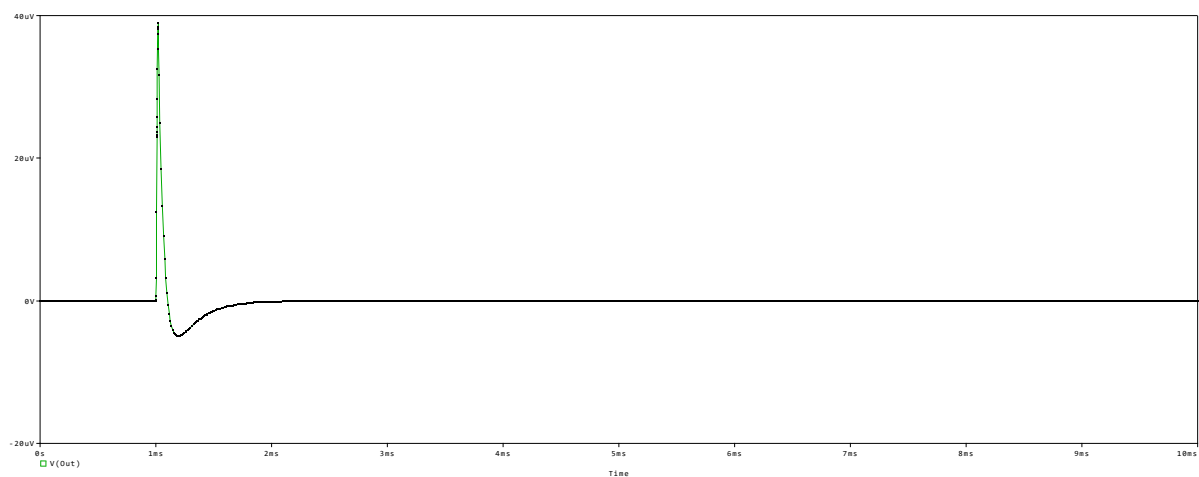
2.25	10k	1.33	-3.8k	9.3kj	-3.8k	-9.3kj	Stabil	Voksende
2.5	10k	2.00	-2.5k	9.7kj	-2.5k	-9.7kj	Stabil	Voksende
2.75	10k	4.00	-1.3k	9.9kj	-1.3k	-9.9kj	Stabil	Voksende
3	10k	Udef- inert	0	10kj	0	-10kj	Marginal	Konstant
3.25	10k	4.00	1.3k	9,9kj	1.3k	-9.9kj	Ustabil	Dempet
3.5	10k	2.00	2.5k	9.7kj	2.5k	-9.7kj	Ustabil	Dempet
3.75	10k	1.33	3.8k	9.3kj	3.8k	-9.3kj	Ustabil	Dempet
4	10k	1.00	5k	8.7kj	5k	-8.7kj	Ustabil	Dempet
4.5	10k	0.80	6.3k	7.8kj	6.3k	-7.8kj	Ustabil	Dempet
4.5	10k	0.67	7.5k	6.7kj	7.5k	-6.7kj	Ustabil	Dempet
4.75	10k	0.57	8.8k	4.8kj	8.8k	-4.8kj	Ustabil	Dempet
5	10k	0.50	10k	0	10.0k	0	Ustabil	Nei
5.25	10k	0.44	16.4k	0	6.1k	0	Ustabil	Nei
5.5	10k	0.40	20k	0	5k	0	Ustabil	Nei
5.75	10k	0.36	23.2k	0	4.3k	0	Ustabil	Nei
6	10k	0.33	26.2k	0	3.8k	0	Ustabil	Nei
6.25	10k	0.31	29.1k	0	3.4k	0	Ustabil	Nei
6.5	10k	0.29	31.9k	0	3.1k	0	Ustabil	Nei
6.75	10k	0.27	34.6k	0	2.9k	0	Ustabil	Nei
7	10k	0.25	37.3k	0	2.7k	0	Ustabil	Nei

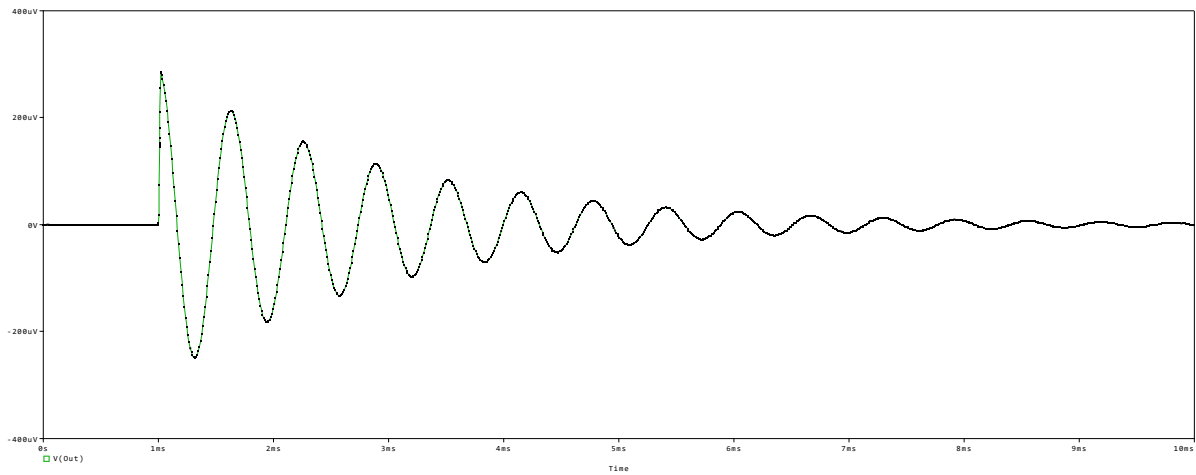
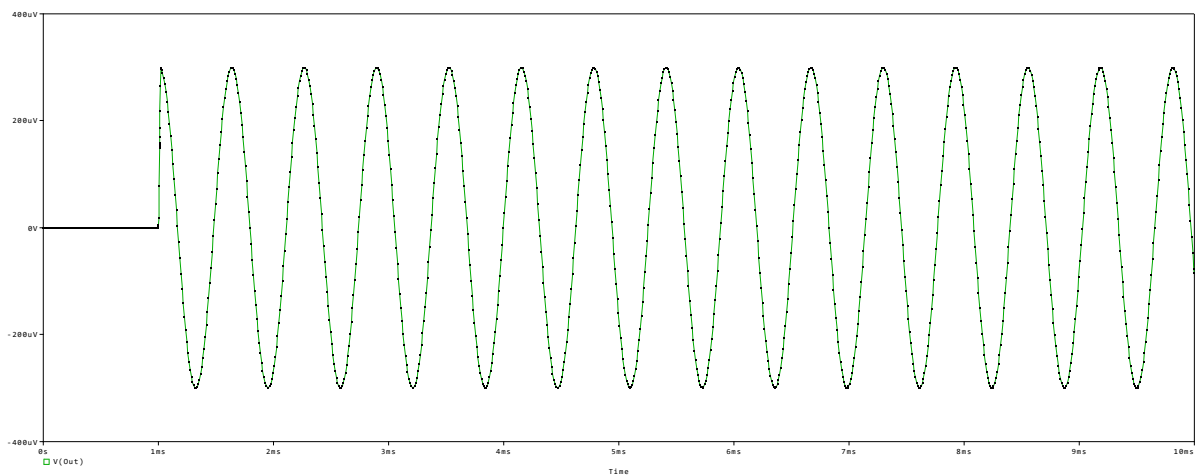
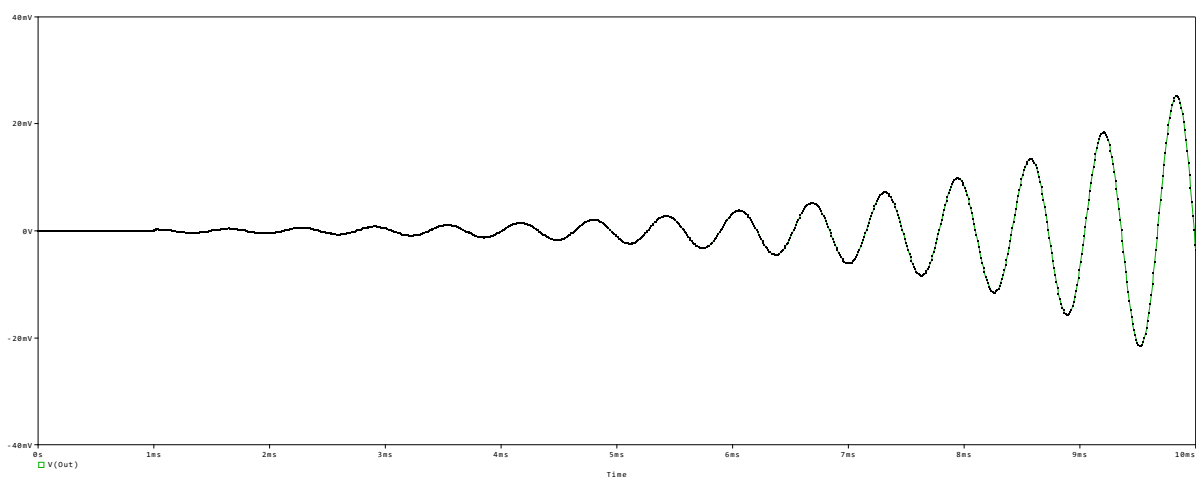
Tabell 1: Beregning av pol-plasseringer



Figur 1: Plassering av polene i s-plane

Oppgave 1.c-1

Figur 2: Transient analyse av modifisert Wienbrofilter for $G=0.5$

Figur 3: Transient analyse av modifisert Wienbrofilter for $G=2.9$ Figur 4: Transient analyse av modifisert Wienbrofilter for $G=3$ Figur 5: Transient analyse av modifisert Wienbrofilter for $G=3.1$

1. Simuleringene viser at kretsen er stabil for de første tre G-ene. Vi ser at kretsen er stabil for $G = 0.5$ og $G = 2.9$. Kretsen er marginal for $G = 3$, og kretsen er ustabil for $G = 3.1$.
2. Ut fra tabellen ser vi at kretsen vil være ustabil for alle verdier av G -en som er større enn 3, altså når real-delene blir negative, og dette stemmer med simuleringene overfør.

Oppgave 1.d-1

Bruker standardlikningen og setter $R = R_{filt} = 10k\Omega$, $C = C_{filt} = 10nF$

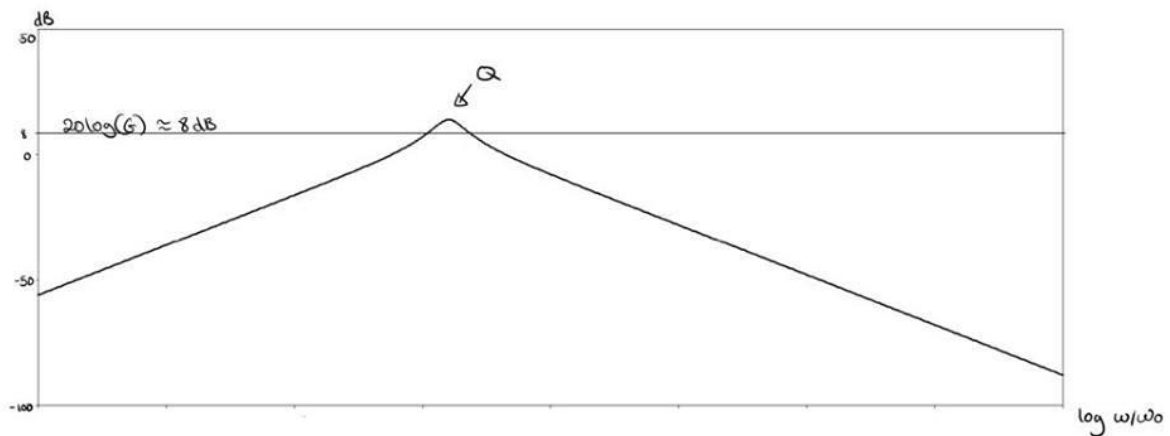
og $G = 2.5$, og får:

$$H(s) = G \frac{RCs}{(RCs)^2 + sRC(3-G) + 1} = G \frac{\tau s}{\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{s}{Q\omega_0} + 1}$$

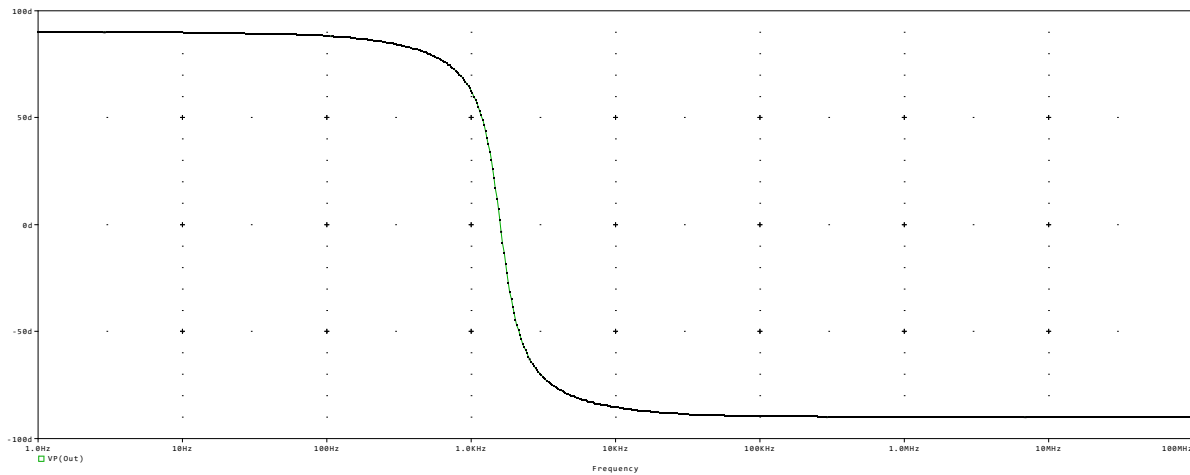
$$\tau s = RCs \rightarrow \tau = RC = 0.0001$$

$$\frac{s^2}{\omega_0^2} = (RCs)^2 \rightarrow \frac{1}{\omega_0^2} = (RC)^2 \rightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC} = 10k \frac{rad}{sec}$$

$$sRC(3-G) = \frac{s}{Q\omega_0} \rightarrow RC(3-G) = \frac{1}{Q\omega_0} \rightarrow Q = \frac{1}{3-G} = 2$$



Figur 6: Bodeplot for amplitude



Figur 7: Bodeplot for fase

Oppgave 1.e-1

Vi ser på nevneren for å studere polene og får:

$$H(s) = \frac{A}{1 - AB} = A$$

$$H(s) = A(s) = G \frac{sRC}{(sRC)^2 + 3sRC + 1} = -\frac{3RC \pm \sqrt{(3RC)^2 - 4(RC)^2 \cdot 1}}{2(RC)^2}$$

Vi ser at verdien vi får inn i kvadratroten er positiv og vi har ingen komplekse tall, men vi kommer til ha negativ verdi på grunn av alpha-verdien. Dette vil si at systemet er stabil men vil ikke ha noe oscillasjon.

a) Nei, systemet er stabil uten tilbakekobling

b)

1. Forsterkningen øker når G øker
2. Båndbredden vil holde seg konstant
3. Resonansfrekvensen er konstant
4. Q er også konstant siden den ikke er avhengig av G lenger

2 Konturanalyse og Nyquist diagrammer

Oppgave 2.a-1

Vi har at:

$$H(s) = \frac{V_{ut}}{V_{inn}} = \frac{A \cdot C}{1 - AB}$$

Blokkene for A, B og C:

$$A = -\frac{G}{RCs + 1}$$

$$B = 1$$

$$C = 1$$

Vi får:

$$\begin{aligned} H_2(s) &= \frac{A \cdot C}{1 - AB} \\ &= -\frac{\frac{G}{RCs + 1}}{1 + \frac{G}{RCs + 1}} && \text{[Setter inn verdiene for A, B og C]} \\ &= -\frac{G}{RCs + 1 + G} && \text{[Multipliserer med } RCs + 1] \\ &= -\frac{\frac{G}{1 + G}}{\frac{RC}{1 + G}s + 1} && \text{[Dividerer med } 1 + G] \end{aligned}$$

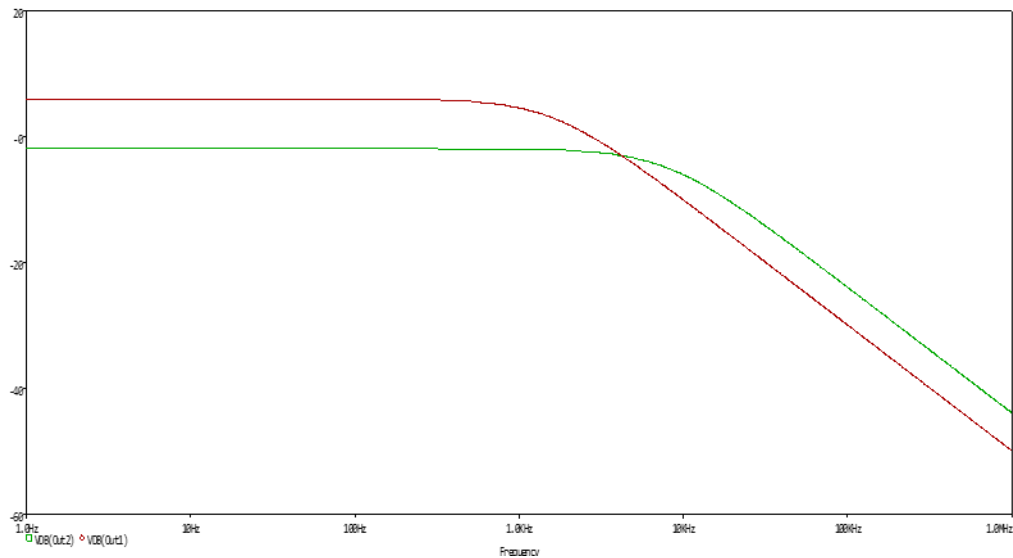
Oppgave 2.a-2

$H_1(s)$ er overføringsfunksjonen før tilbakekobling, og $H_2(s)$ er overføringsfunksjonen etter tilbakekobling. Tilbakekoblingen vil føre til at vi får mindre forsterkning. Vi vil også få en høyere knekkfrekvens. Filterets dempning vil forbli den samme.

Oppgave 2.a-3

En økning i G vil gjøre slik at forsterkningen for $H_2(s)$ vil minke, og vil føre til en høyere knekkfrekvens. Dette kan vi se på nevneren, der vi beregner polene i 2.a-4.

Vi tegner inn plotet for verifisering av svarene overfør:



Figur 8: Plot av dB(V(ut1)) og dB(V(ut2))

Oppgave 2.a-4

Vi har at:

$$H_2(s) = -\frac{\frac{G}{1+G}}{\frac{RC}{1+G}s + 1}$$

Og vi får:

$$\frac{RC}{1+G}s + 1 = 0$$

|Setter nevner lik 0

$$\frac{RC}{1+G}s = -1$$

|Rydder ligningen

$$RCs = -1 - G$$

|Multipliserer med 1 + G

$$s = -\frac{1+G}{RC}$$

|Dividerer med RC

Siden vi for negativ reeltall vet vi at poler ligger på venstrehalvdel av s-planet, dermed det er alltid stabil.

Oppgave 2.a-5

Vi har at:

$$F(s) = A(s) = H_1(s) = -\frac{G}{\tau_1 s + 1}$$

Vi setter $s = j\omega$, og får:

$$\omega = 0$$

$$F(s)_{\omega=0} = -\frac{G}{\tau_1(j\omega) + 1} = -\frac{G}{1} = -4$$

$$\omega = \frac{1}{\tau_1}$$

$$F(s)_{\omega=\frac{1}{\tau_1}} = -\frac{G}{\tau_1(j\omega) + 1} = -\frac{G}{j + 1} = -\frac{4(j-1)}{-2} = 2j - 2$$

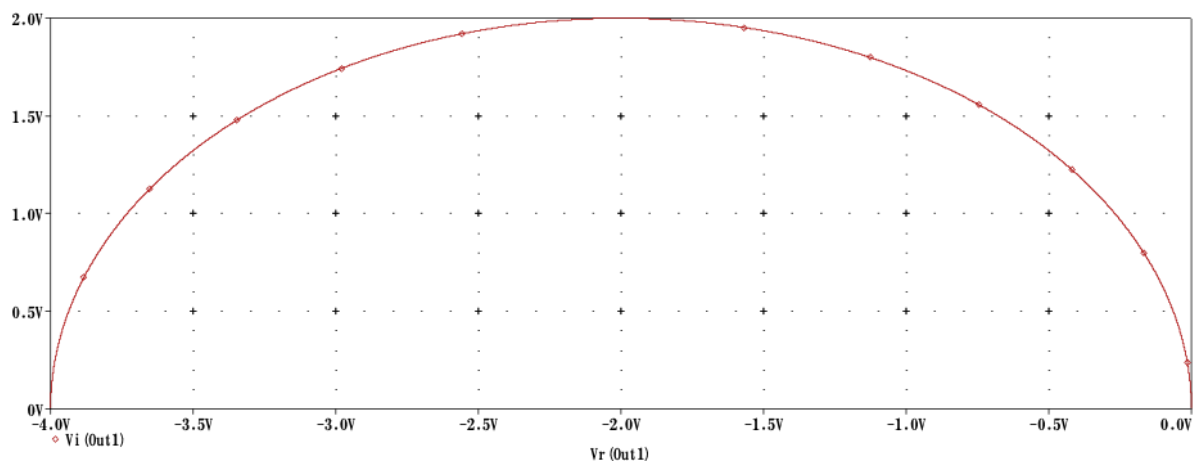
$$\omega = \infty$$

$$F(s)_{\omega=\infty} = -\frac{G}{\tau_1(j\omega) + 1} = -\frac{G}{\tau_1(j \cdot \infty) + 1} \approx \text{går mot } 0$$

Ω	ImF	ReF
0	0	-4
$\frac{1}{\tau_1}$	$2j$	-2
∞	0	0

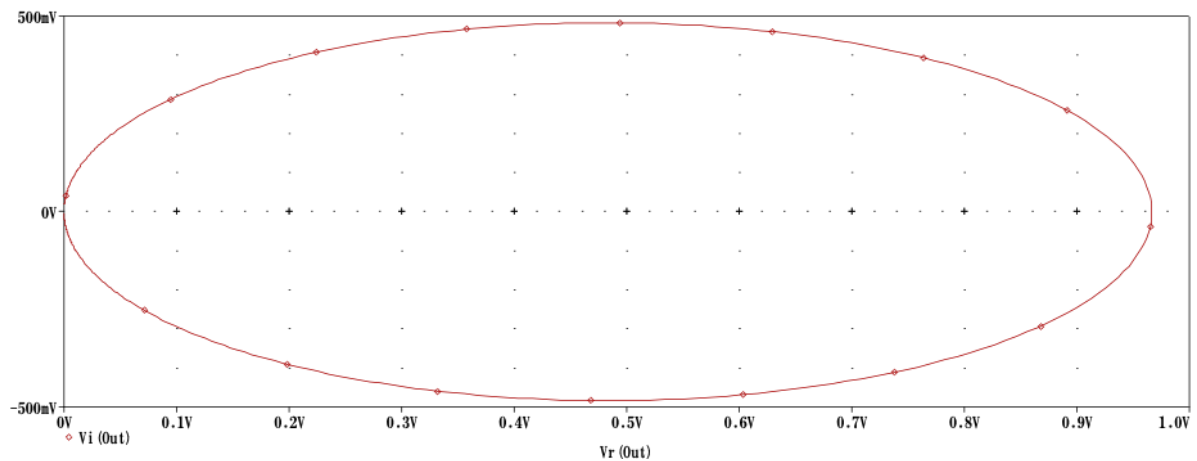
Tabell 2: Tabell for Oppgave 2.a-5

Oppgave 2.a-6

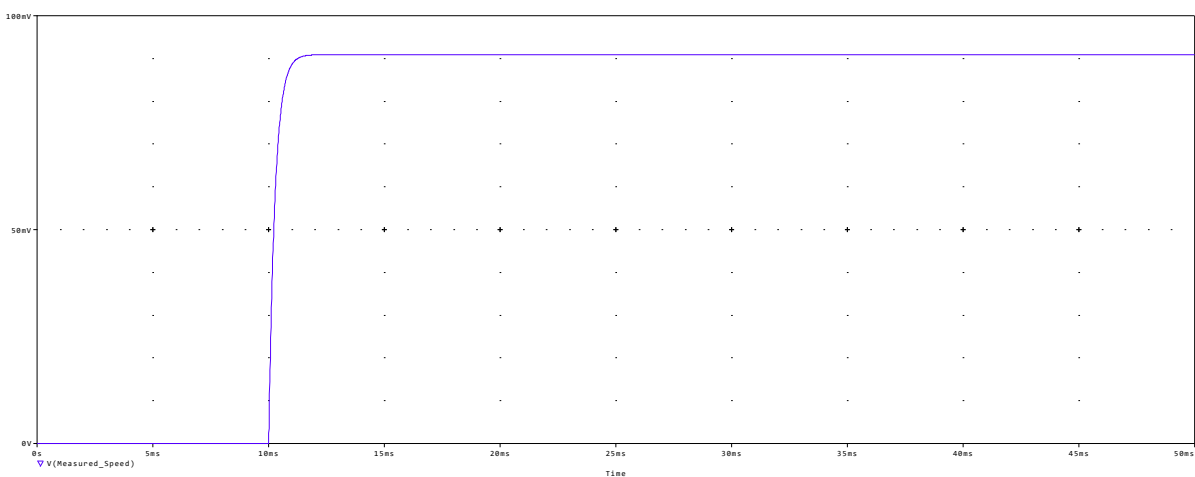


Figur 9: Nyquist diagram for $F(s)$

Beregningene i tabellen forteller det samme som Nyquist diagrammet. Vi kan se i plottet at $\Omega = 0$, ligger ved $(-4, 0)$, $\Omega = \frac{1}{\tau_1}$ ved $(-2, 2j)$ og $\Omega = \infty$ ved $(0, 0)$.

Oppgave 2.b-1Figur 10: Nyquist diagram for $F(s)$

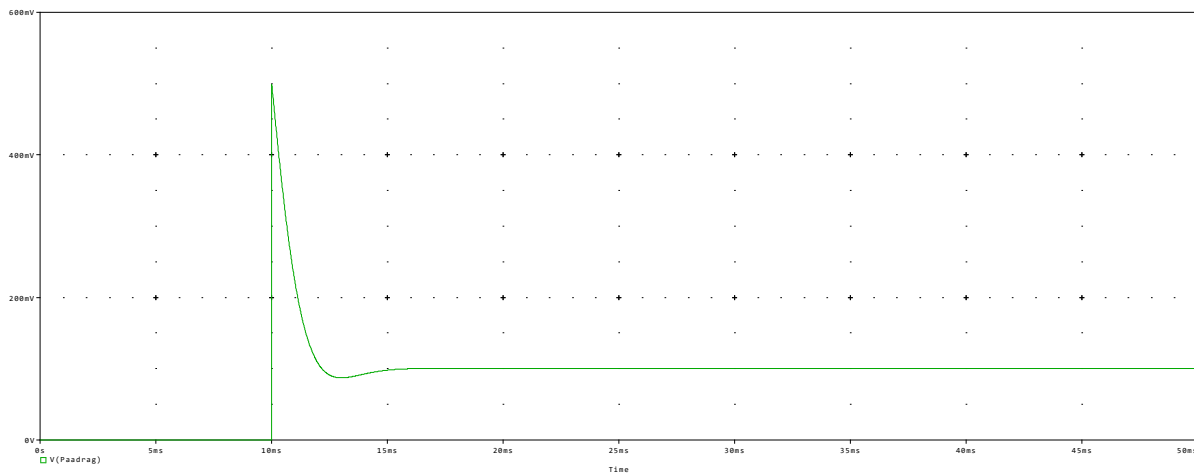
1. Kretsen er stabil ifølge Nyquist diagrammet, det samsvarer med det vi vet om pol plassering ut fra oppgave 1.e-1.
2. Fare grensen er grensen som Nyquist kurven må holde seg til for at systemet skal være stabil, altså at punktet $F(s) = 1$ ligger utenfor konturen. Nyquist kurven vandrer rundt i det komplekse planet for til slutt å treffe Nyquist midt i origo. Og siden vinkelen vi treffer origo med er større enn 0 grader, så kan ikke punktet $(1,0j)$ ligge innenfor konturen. Dermed er kretsen et stabilt system.
3. I oppgave 1.c-1, så vi at for $G = 2.9$ vil systemet bli stabilt, og vi kan se at dette stemmer ut fra Nyquist diagram.

3 PI RegulatorerOppgave 3.a-1

Figur 11: Plot av Measured_Speed signalet

Den høyeste hastigheten er 90.9, og bilen brukte ca. 11.5 ms på å nå 99% av denne hastigheten.

Oppgave 3.a-2



Figur 12: Plot av Pådrag-signalet

- Pådraget er stort på begynnelsen (500mV), også synker det raskt, og stiger litt opp igjen til ca. 100mV i løpet av 5 ms. Vi forventer at for en vanlig gasspedal, vil man trykke pedalen helt i bånd, og så slippe opp når bilen nærmer seg 100km/h.
- Forskjeller mellom simulert pådrag og virkeligheten, er at i virkeligheten vil man først trykke pedalen hardt, for å så forsøke å redusere trykke slik at man ender opp med 100km/h på biltelleren, og ikke, som på simulasjonen, trykke hardt, slippe gassen, også gasse litt opp igjen.

Oppgave 3.a-3

Endelig hastighet	100km/h
Tid fram til 99%	11.5ms
P	10
I	2857.14
R_{p1}	10k
R_{p2}	80k
R_{I1}	35k
c_{I1}	10nf

Tabell 3: Tabell for Oppgave 3.a-3

Oppgave 3.a-4

Jo større blir P og I leddet, jo raskere forandring vil vi få av utgangssignalet.

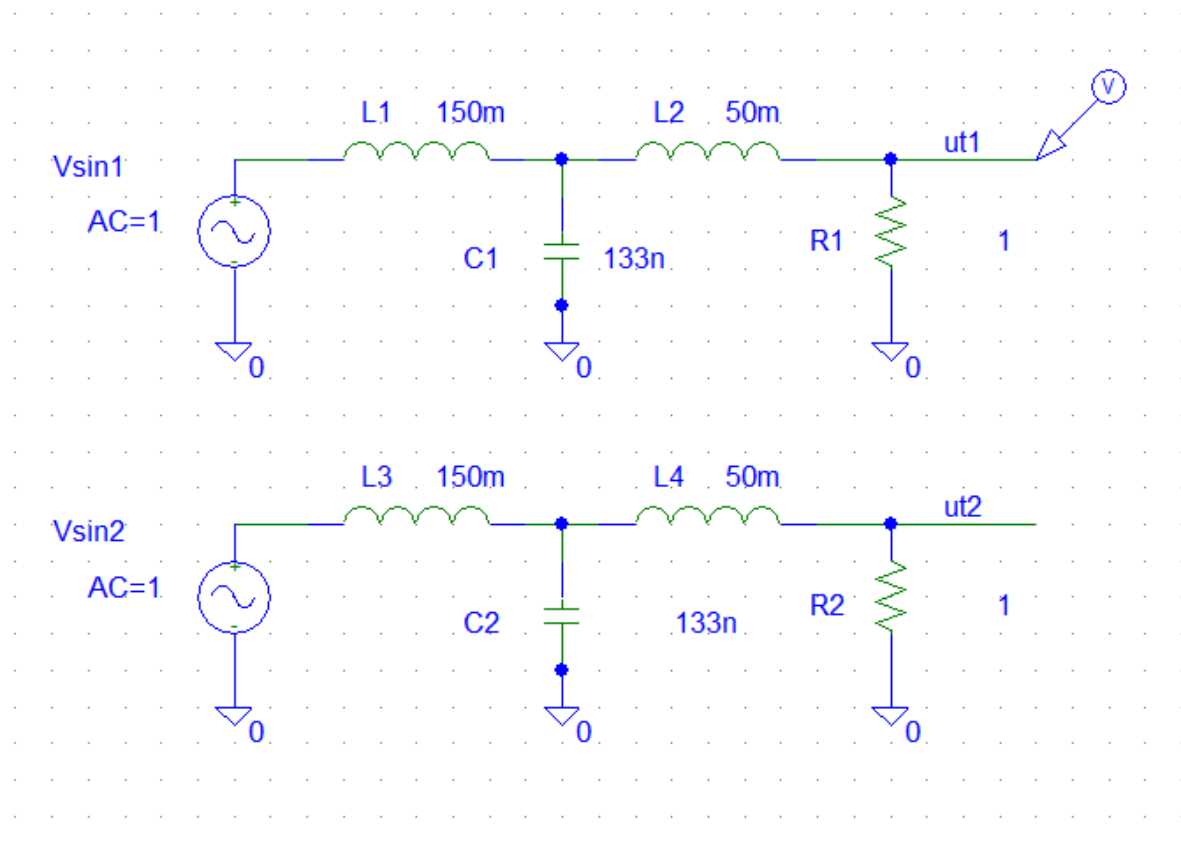
4 FiltreOppgave 4.a-1

Termineringsmotstand: $1k\Omega$, Knekkfrekvens: $10k\omega$

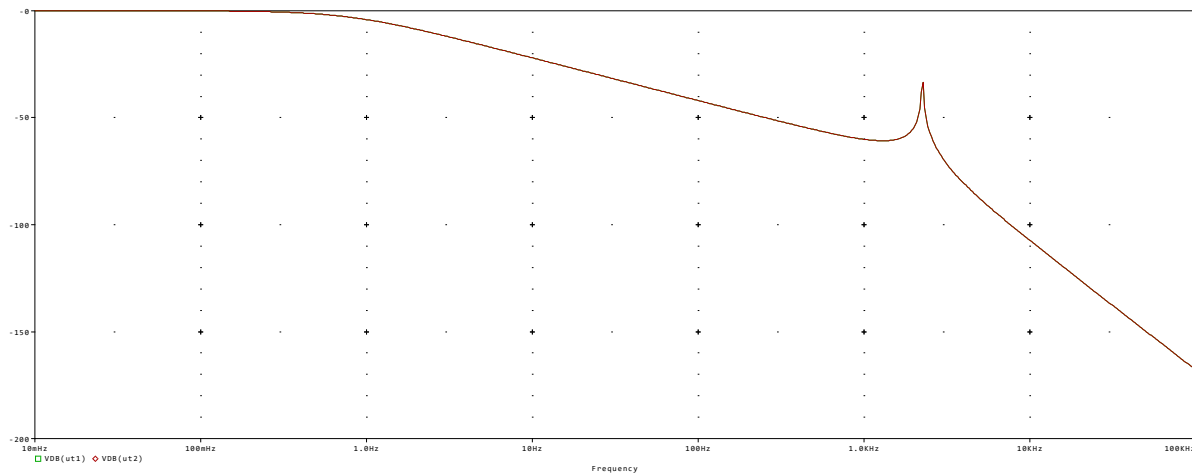
$$L_1 = \frac{1.5 \cdot 1}{10^4} = 150mH$$

$$L_2 = \frac{0.5 \cdot 1}{10^4} = 50mH$$

$$C = \frac{1.33}{10^4 \cdot 1} = 133nF$$



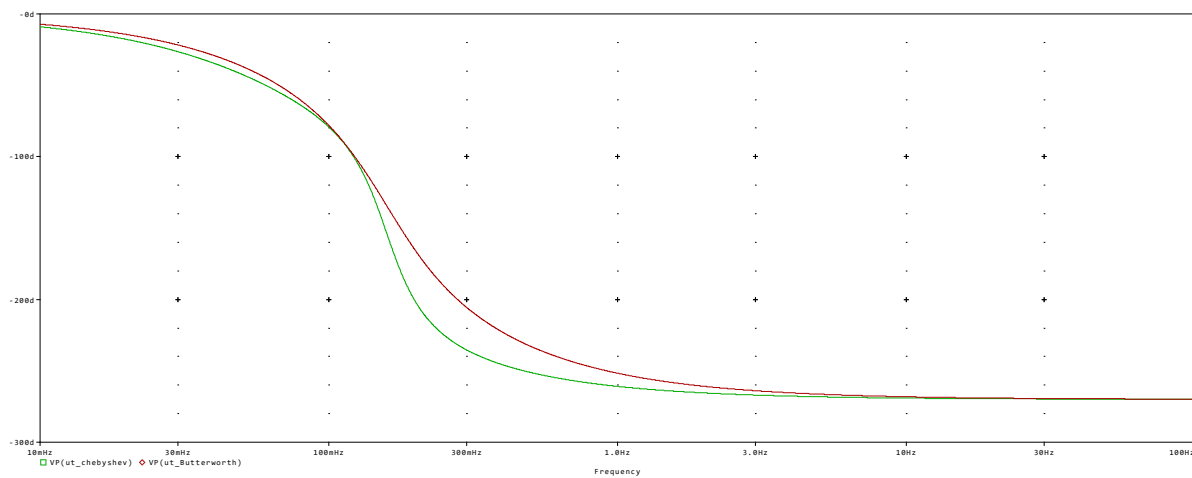
Figur 13: Skjema med nye komponentverdier for LP og HP filteret



Figur 14: Bodeplot for amplituderesponden

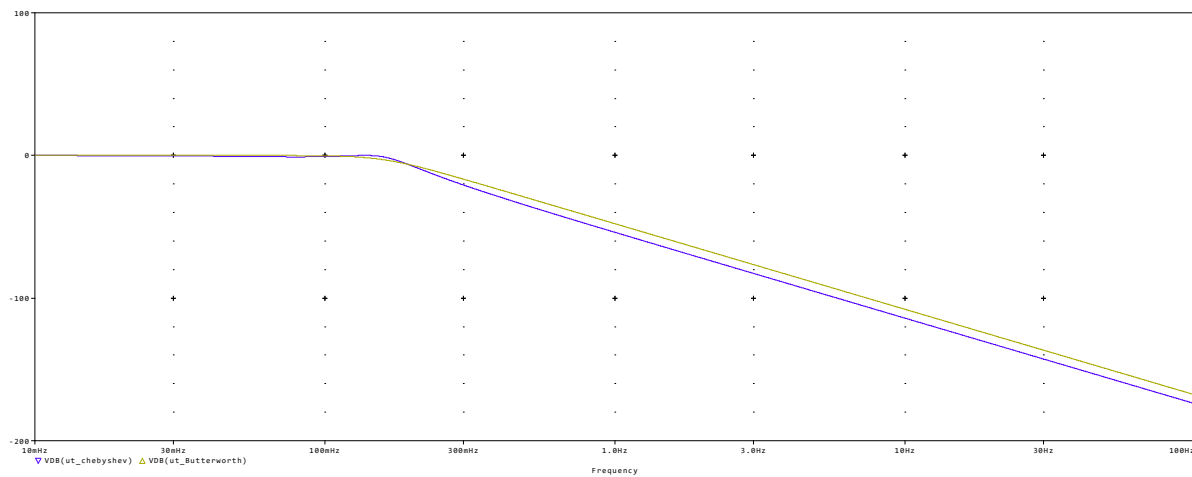
Butterworth filteret kjennetegnes ved at den ikke slippe gjennom uønskelige frekvenser og vi vil få en mest mulig flat frekvensrespons i pass-bandet.

Oppgave 4.b-1



Figur 15: Fasebodeplotet

Her ser vi at Butterworth filteret (rød) er litt flatere enn Chebyshev filteret.



Figur 16: Amplitudebodeplotet

Her ser vi at Chebychev filteret (blå) er ikke helt flat i passbandet, og begynner å gå ned raskere enn Butterworth filteret.