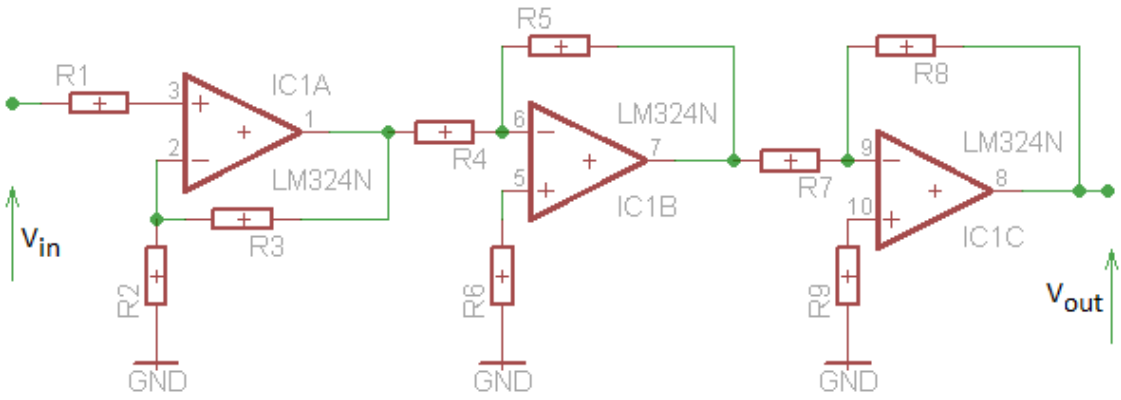
Opgave 12.1



For at løse opgaven samlet kigges lidt frem mod opgave 12.2, hvor der er et krav til indgangs-impedans større end 100 kΩ. Det gør at det kan være smart med en ikke inverterende forstærker i indgangen som skitseret.
Hvis man kigger på kravet med de 100 kHz, og at den enkelte operationsforstærker kun kan håndtere om til 1 MHz, (der er 10 gange i frekvens), så betyder det at hvert trin maksimalt må sættes til at forstærke 10 gange. Det betyder at vi ikke kan klare det med to trin, da det kun giver 10 * 10 = 100 gange.
Da vi i 12.2 også skal etablere en nedre grænsefrekvens, så sættes de to sidste trin til at være inverterende (begrundes senere). Det giver ovenstående kredsløb.

Først beregned en ca. forstærkning i hvert trin, ved at lave en fordeling af at hvert trin forstærker ca. lige meget:

$$A_{V_ønsket} := 121$$

$$A_{V_ca} := \sqrt[3]{A_{V_ønsket}} = 4.946$$

R4 vælges til 1,5 kΩ, så kan R5 beregnes ud fra den inverterende forstærkning

$$R_4 := 1.5k\Omega$$

$$R_{5_ønsket} := -R_4 \cdot \left(-A_{V_ca}\right) = 7.419 \cdot k\Omega$$

Da vi kun har E12 rækken i skufferne sættes R5 til 8,2 kΩ

$$R_5 := 8.2k\Omega$$

$$R_{6_ønsket} := \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = 1.268 \times 10^3\,\Omega$$

$$R_6 := 1.2k\Omega$$

Det sidste trin dimensioneres til samme forstærkning som det midterste, men med modstande der er 100 gange større, for at give en mere realistisk kondensator i 12.2:

$$R_7 := 100 \cdot R_4 = 150\,k\Omega \qquad R_8 := 100 \cdot R_5 = 820\,k\Omega \qquad R_9 := 100 \cdot R_6 = 120\,k\Omega$$

Forstærkningen i det første trin tilpasses, så den totale forstærkning med de valgte modstande bliver så tæt på 121 gange som muligt.

$$A_{V_1B} := -\frac{R_5}{R_4} = -5.467 \qquad A_{V_1C} := -\frac{R_8}{R_7} = -5.467$$

$$A_{V_1A_ønsket} := \frac{A_{V_ønsket}}{A_{V_1B} \cdot A_{V_1C}} = 4.049$$

$$A_{V_1A} = 1 + \frac{R_3}{R_2}$$

$$R_2 := 3.9k\Omega$$

$$R_{3_ønsket} := R_2 \cdot \left(A_{V_1A_ønsket} - 1\right) = 1.189 \times 10^4\,\Omega$$

$$R_3 := 12k\Omega$$

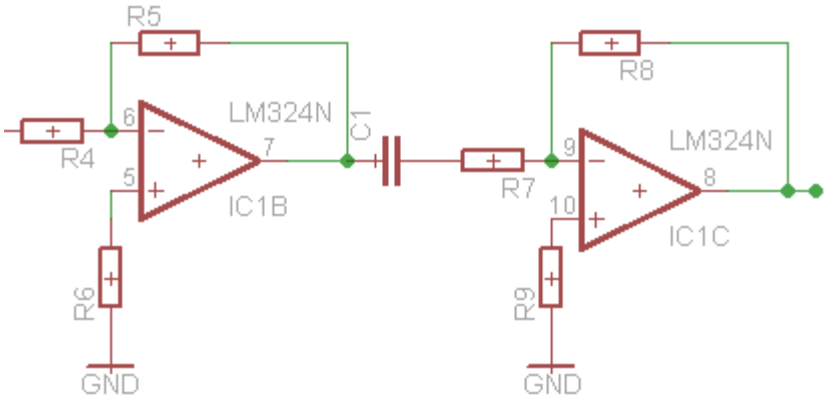
$$A_{V_1A} := 1 + \frac{R_3}{R_2} = 4.077$$

$$A_V := A_{V_1A} \cdot A_{V_1B} \cdot A_{V_1C} = 121.837$$

Opgave 12.2

Da vi i opgave 12.1 havde kigget frem mod denne opgave, så er indgangsimpedansen lavet høj ved at placere den ikke inverterende forstærker i indgangen af kredsløbet

Den nedre grænse-frekvens etableres ved at placere en konden-sator mellem det midterdte trin og det sidste trin.



$$f_{n_ønsket} := 10Hz$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi R_7 \cdot C_1}$$

$$C_{1_ønsket} := \frac{1}{2\pi \cdot R_7 \cdot f_{n_ønsket}} = 106.103\,nF$$

$$C_1 := 100nF$$

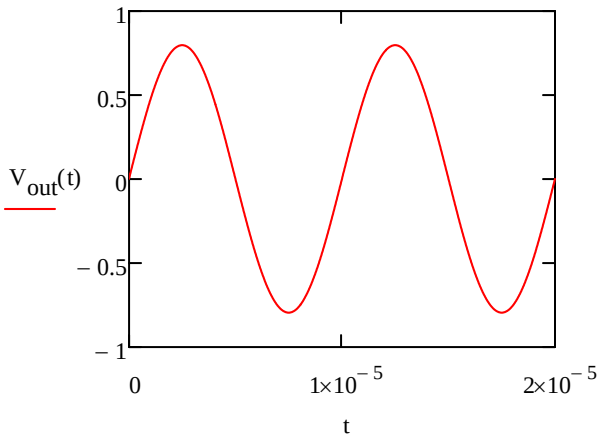
$$f_n := \frac{1}{2\pi \cdot R_7 \cdot C_1} = 10.61\,Hz$$

Opgave 12.3

Slew Rate er den stigning spændingen kan lave på udgangen af den sidste operationsforstærker i V/µs

$f := 100kHz \quad Amp := 0.796V$ Der gættes først på en amplitude

$V_{out}(t) := Amp \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$



Hældningen på kurven beregnes ved at differentiere kurven

$$diff(t) := \frac{d}{dt} V_{out}(t) \rightarrow 500.14155045149508356 \cdot V \cdot kHz \cdot \cos(628.31853071795864769 \cdot kHz \cdot t)$$

Hældningen på kurven er størst ved 0s, 5µs, 10µs osv.

$$diff(0s) = 0.5 \frac{V}{\mu s} \qquad diff(5\mu s) = -0.5 \frac{V}{\mu s}$$

Ved simpel forholdsregning rettes gættet på amplituden til en mere præcis værdi

Altså kan operationsforstærkeren håndtere en amplitude på udgangen på 0,796V