

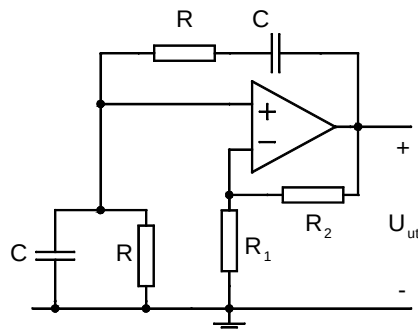
## IE1202 Analog elektronik      Studentövning 2

Lösningarna skall skrivas för hand på A4-papper. Alla Lösningsblad skall vara märkta med ditt namn i övre högra hörnet. Bladen skall vara släta blad fria från skrynklor, fransar och häftklammer så att de utan problem kan skannas.

### Uppgift 2.1

Dimensionera en wienbryggoscillator för frekvensen 40 kHz.

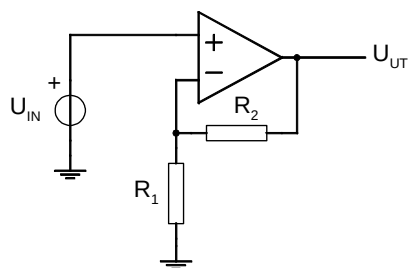
Förklara varför denna koppling börjar självsvänga, dvs. hur svängningsvillkoret uppfylls för kopplingen.



### Uppgift 2.2

Följande koppling är dimensionerad för att förstärka en likspänning i storleksordningen 10 mV 50 gånger. Resistorerna dimensioneras därför till  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  och  $R_2 = 490 \text{ k}\Omega$ . Den operationsförstärkare som har valts har  $V_{IO\max} = \pm 2 \text{ mV}$  och  $I_{IB\max} = 100 \text{ nA}$ .

Beräkna hur stort fel vi maximalt kan få i utspänningen från förstärkaren.



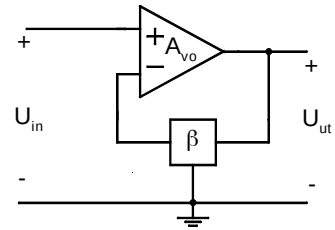
Tips: Använd superposition och studera bidrag till utspänning från en källa i taget och nollställ övriga.

### Uppgift 2.3

En förstärkare spänning-spänning-motkopplas enligt figur.

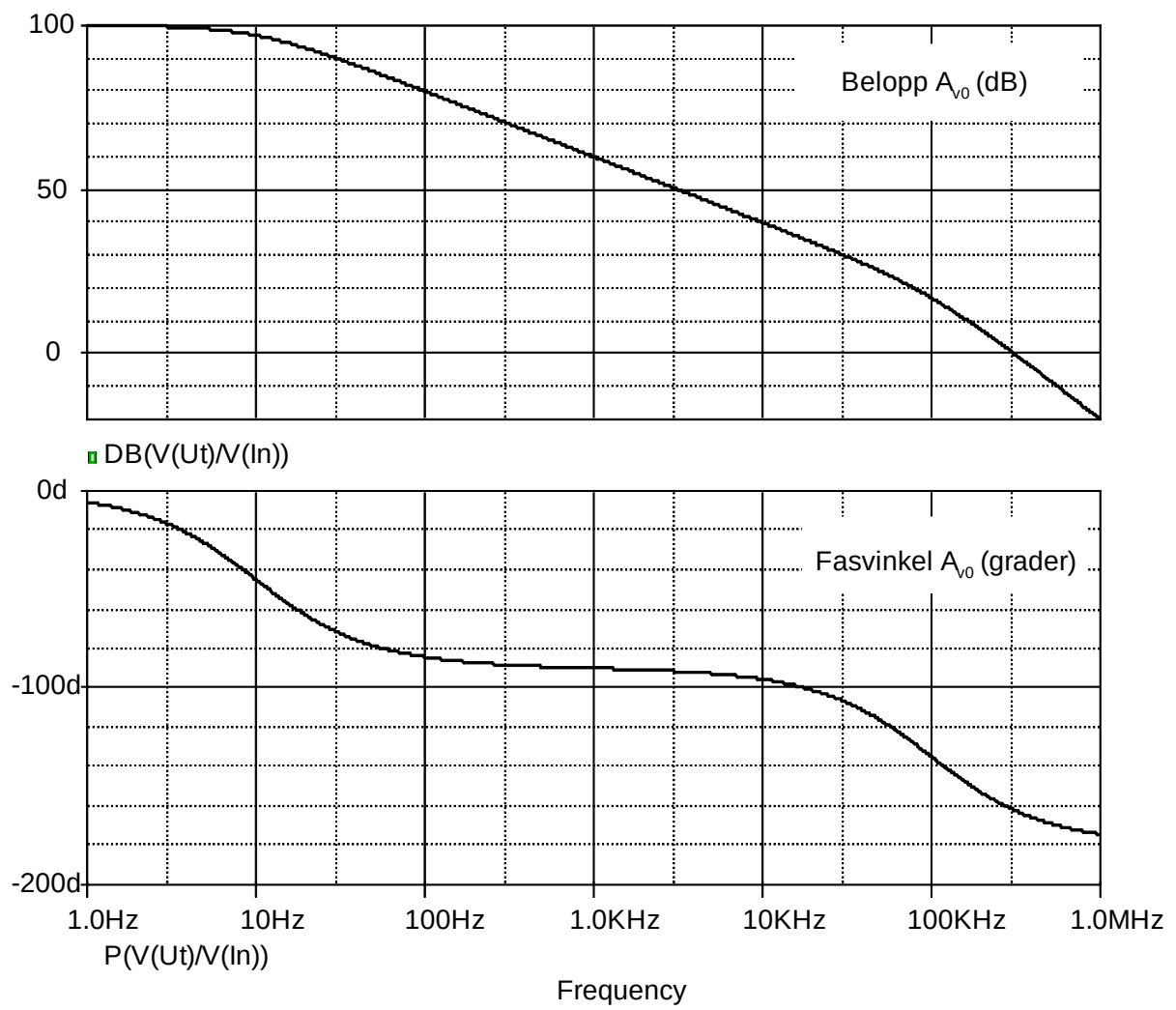
Råförstärkningen är

$$A_{v0} = 10^5 \frac{1}{(1 + j \frac{f}{10})} \frac{1}{(1 + j \frac{f}{10^5})}$$



En simulering av råförstärkningen  $A_{v0}$  visas nedan. Förstärkaren motkopplas med resistivt  $\beta$ .

- Bestäm största värde på motkopplingsfaktorn  $\beta$  om fasmarginalen skall vara lägst  $45^\circ$ .
- Antag att vi har möjlighet att förändra råförstärkningen med ett inbyggt RC-filter. Skissera bode-diagrammet för ett sådant filter som förändrar överföringsfunktionen  $A_{v0}$  för förstärkaren så att den kan motkopplas med alla möjliga värden på  $\beta$ . Skissera amplitud och fas samt ange nivåer och brytfrekvenser för filtret.



## Uppgift 2.4

En givare ger en utsignal i form av en likspänning mellan 0,50 V och 0,55 V. Spänningen motsvarar ett mätvärde som man vill digitalisera för vidare bearbetning i en dator. För detta ändamål används en 8 bitars analog-till-digital omvandlare (ADC - Analog Digital Converter) som har mätområdet 0 V till 3 V. För att utnyttja upplösningen hos ADC'n fullt ut önskar man konstruera en förstärkarkoppling som omvandlar mätsignalen 1,00 - 1,05 V till spänningsområdet 0,0 - 3,0 V.

- Konstruera och dimensionera en sådan koppling!  
Tips: Bestäm först matematiskt uttryck för utspänningen.
- Vilka egenskaper hos operationsförstärkaren kan tänkas vara speciellt viktiga att beakta vid val av operationsförstärkare?

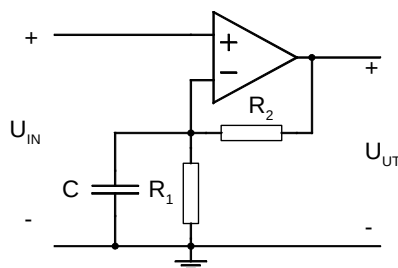
## Uppgift 2.5

I följande förstärkarkoppling används en operationsförstärkare som är internt frekvenskompenserad med unity gain frequency 1 MHz.

Resistorerna  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  och  $R_2 = 990 \text{ k}\Omega$ .

I syfte att öka förstärkningen vid höga frekvenser kopplas en kondensator parallellt med  $R_1$ .

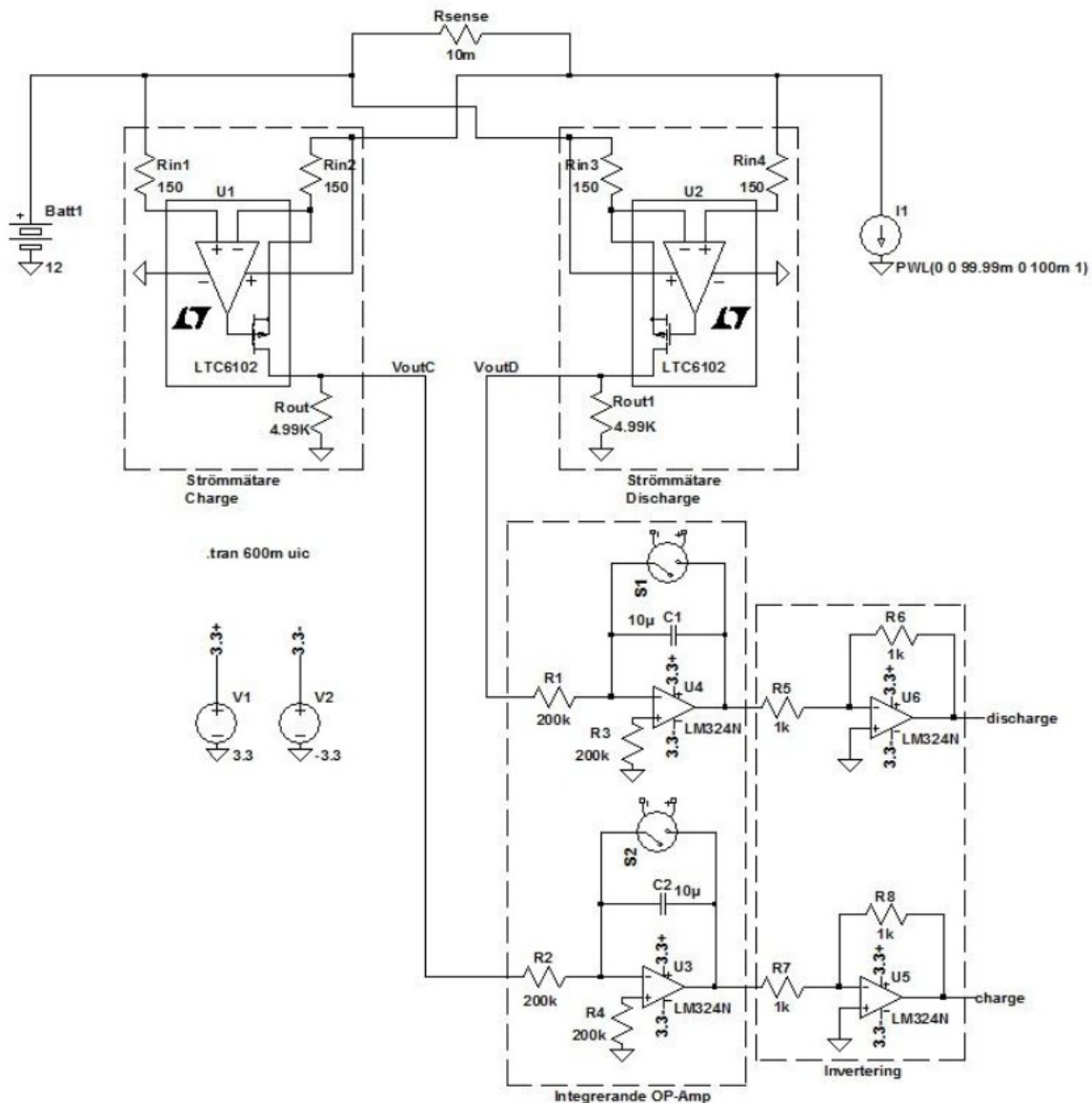
- Hur kan resulterande förstärkning tänkas se ut beroende på värdet av  $C$ ? Skissera!
- Placeringen av kondensatorn är inte att rekommendera med tanke på stabiliteten i kopplingen. Beräkna vilket högsta värde som kan användas på kondensatorn om fasmarginen skall vara minst  $45^\circ$ .



Tips: Analysera slingförstärkningen.

## Uppgift 2.6

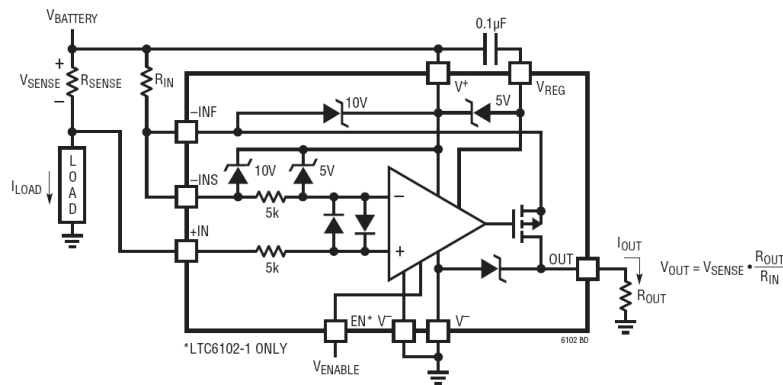
Denna uppgift är hämtad från ett examensarbete som går ut på att mäta laddning som tas ut från respektive tillförs ett batteri. Följande koppling används:



Figur 2.5 a Mätkoppling enligt examensarbetet

Switcharna S1 och S2 används för att nollställa kondensator C1 och C2's spänning innan en ny mätperiod startar. Strömmen som går genom Rsense (10 mΩ) mäts med en Current Sense Amplifier LTC6102. Strömmen som tas från batteriet varierar med tiden eftersom batteriet används för att mata diverse elektronikutrustning såsom datorer, radio, etc.

Här följer ett litet utdrag ur databladet för kretsen LTC6102:



### Theory of Operation

An internal sense amplifier loop forces  $-INS$  to have the same potential as  $+IN$ . Connecting an external resistor,  $R_{IN}$ , between  $-INS$  and  $V^+$  forces a potential across  $R_{IN}$  that is the same as the sense voltage across  $R_{SENSE}$ . A corresponding current,  $V_{SENSE}/R_{IN}$ , will flow through  $R_{IN}$ . The high impedance inputs of the sense amplifier will not conduct this input current, so it will flow through the  $-INF$  pin and an internal MOSFET to the output pin.

The output current can be transformed into a voltage by adding a resistor from  $OUT$  to  $V^-$ . The output voltage is then  $V_O = V^- + I_{OUT} \cdot R_{OUT}$ .

Figur 2.5b Utdrag ur datablad för kretsen LTC6102 (Linear Technology)

Antag att switchen S1 i figur 2.5a slås ifrån vid tiden  $t_1$  och sluts vid tiden  $t_2$ .

Härled ett uttryck för spänningen på utgången "discharge" i figur 2.5a vid tiden  $t_2$ , som funktion av ström som tas ut från batteriet och tiden.

Är det korrekt att säga att denna spänning motsvarar laddningen som tagits ut ifrån batteriet?