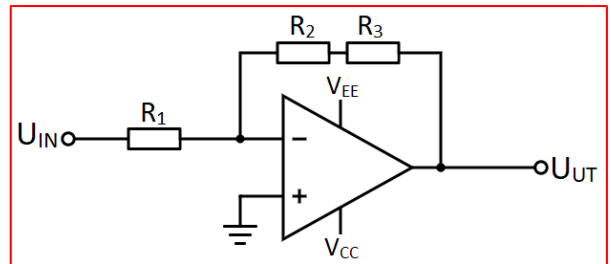


1.2 - Inverterande OP-förstärkarkoppling och buffern

1. Du har en inverterande OP-förstärkarkoppling till höger. Resistorer R_2 och R_3 utgör en seriekoppling, som medför att vi lättare kan sätta förstärkningsfaktor G till ett exakt värde utifrån de vanliga resistorvärdena i E12-serien, se nedan.

Matningsspänningen V_{CC}/V_{EE} är satt till ± 50 V.



Inverterande OP-förstärkarkoppling.

- a) Härled en formel för förstärkarkopplingens förstärkningsfaktor G via Kirchhoffs spänningslag. Kom ihåg att förstärkningsfaktorn G är lika med ration av in- och utsignalen i enlighet med

$$G = \frac{U_{UT}}{U_{IN}}$$

där U_{IN} är insignalen och U_{UT} är utsignalen.

- b) Dimensionera resistorer R_1 , R_2 och R_3 så att förstärkningsfaktorn G sätts till exakt -16. Du får endast använda de vanliga resistorvärdena i E12-serien, alltså alla tiopotenser av värdena

1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 2,7 - 3,3 - 3,9 - 4,7 - 5,6 - 6,8 - 8,2

både i Ω eller $k\Omega$.

Därmed fungerar även följande värden (en tiopotens högre):

10 - 12 - 15 - 18 - 22 - 27 - 33 - 39 - 47 - 56 - 68 - 82

samt dessa (ytterligare en tiopotens högre):

100 - 120 - 150 - 180 - 220 - 270 - 330 - 390 - 470 - 560 - 680 - 820

både i Ω eller $k\Omega$.

Utnyttja resistor R_3 för att erhålla en förstärkningsfaktor G på exakt -16 utifrån värdena ovan.

- c) Beräkna kretsens in- och utimpedans Z_{IN} samt Z_{UT} .
- d) Koppla upp kretsen i LTspice och testa dess funktion i olastat tillstånd. Simulera kretsen och mät distorsion på utsignalen U_{UT} vid en frekvens på 1 kHz. Använd en sinuformad insignal U_{IN} med amplitud på 1 V samt frekvens på 1 kHz. Använd i detta fall OP-förstärkaren *UniversalOpamp2*.

Sätt simuleringsstid till 10 ms med steg om 1 ms genom att klicka på *Simulate* → *Edit Simulation Cmd*. I rutan som öppnas, sätt *Stop time* till 10m samt *Maximum Timestep* till 1m. Klicka sedan på OK.

Ett direktiv i form av *.tran 0 10m 0 1m* dyker upp och måste placeras vid sidan av kretsen. Placera ut detta direktiv på valfri position genom att vänsterklicka. Simulera sedan genom klicka på *Simulate* → *Run*.

Vänsterklicka sedan på OP-förstärkarkopplingens utgång, så skall sinuskurvan synas i grafen. Notera vad denna utsignal heter; det bör stå något i stil med *V(n002)* i grafen (*Voltage at node 002*).

OBS! Vänd blad!

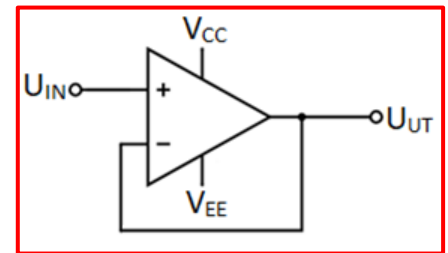
För att mäta distorsion, klicka på figuren märkt *.op* i det högra hörnet. Skriv sedan in följande direktiv: *four 1k 10 8*. Slutligen måste även utsignalens namn skrivas ut. Som exempel, om utsignalen är döpt till *V(n002)*, så lägger vi till detta, vilket medför direktivet *.four 1k 10 8 V(n002)*. Detta direktiv betyder att vi genomför Fourieanalys vid en frekvens på 1 kHz. Vi gör 10 mätningar, varav 8 räknas med i resultatet. Mätningen görs på spänningen på OP-förstärkarens utgång.

Genomför nu en simulering genom att klicka på *View* → *Spice Error Log* och notera *Total Harmonic Distorsion*, som indikerar total distorsion mätt i procent.

- e) Placera nu en last på $8\ \Omega$ på utgången (mellan U_{UT} och jord) och mät strömmen genom lasten. Mät också distorsionen. Hur hög blir strömmen genom lasten och varför? Spara denna krets till uppgift 2 b) nedan.

2. Du har en buffer / spänningsföljare till höger.

- a) Redogör för bufferns egenskaper och hur dessa medför att buffern lämpar sig väl som drivarkrets.
- b) Härled en formel för bufferns strömförstärkningsfaktor G_{strlm} vid dess in- och utimpedans Z_{IN} samt Z_{UT} .



Buffer.

- c) Placera en buffer på utgången till den inverterande OP-förstärkarkopplingen i 1 d) och placera sedan en last på $8\ \Omega$ efter denna. Använd OP-förstärkaren AD8691 som buffer. Mät strömmen genom lasten och jämför denna mot förut. Förklara eventuell förändring.