

ELTEKNIK (LEU 460) LABORATION 1

Förberedelseuppgifter

Sidhänvisningar till lämpliga avsnitt i kursböckerna finns i veckoplaneringen i kurs-PM. Läs kapitel 4 i Molin om praktiska tips vid laborationer! Parametrar för OP-förstärkarna finns i datablad. Läs också själva mätuppgifterna (längre fram i detta dokument) innan lab.tillfället, så att du bekantar dig med vilka mätningar som skall göras.

1.

a) Leta fram datablad för OP-förstärkarna av typ LM741 respektive TL081. Rita en figur som visar vilka ben i kapseln skall anslutas till matningsspänningen (+15 V, resp. -15 V), minusingången, plusingången, respektive utsignalen.

b) Rita en figur som visar på vilket sätt du genererar +15 V och -15 V från ett likspänningsaggregat som har två oberoende källor.

2. En seriekrets består av en spole med resistansen $25\ \Omega$ och induktansen 10 mH, en kondensator med kapacitansen 100 nF, samt en resistor med resistansen $100\ \Omega$. Bestäm kretsens resonansfrekvens, Q -värde och bandbredd.

$$f_r = \text{_____ kHz}, \quad Q = \text{_____}, \quad B = \text{_____ kHz}$$

Skissera också en graf som visar spänningen över resistorn som funktion av frekvensen. Kretsen är ansluten till en källa med amplituden 10 volt. Förklara i ord grafens utseende!

Ledning: Q -värdet kan beräknas genom liknande metod som för en seriekoppling av en induktor och en resistor. Den reaktiva (upplagrade) energin i vår resonanskrets pendlar mellan induktorn och kondensatorn, vilket gör att den maximalt upplagrade energin kan beräknas exempelvis i det ögonblick då allt finns i induktorn och inget i kondensatorn.

Hur ändras (ökar, minskar, ändras inte) f_r , B respektive Q om:

a) L fördubblas? b) C fördubblas? c) R fördubblas?

Kör gärna simuleringar av kretsen (rita spänningen över resistorn som funktion av frekvensen i de olika fallen) i LTSpice eller Circuitlab!

3. En ideal spänningskälla (amplitud $\sqrt{2}$ volt [d.v.s. effektivvärde 1 V], frekvens 10 kHz) är ansluten till en seriekoppling av en resistor ($100\ \Omega$), en kondensator (100 nF) och ytterligare en resistor (variabel resistans R). Bestäm maximala effektutvecklingen i R .

$$R = \text{_____ } \Omega, \quad P = \text{_____ W}$$

4. Förstärkarkretsen i kopplingen till höger är LM741, och resistorerna har värdena $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ och $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$.

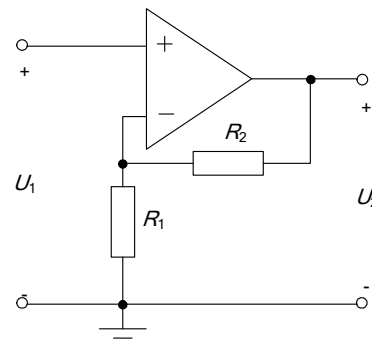
Sök nödvändig komponentinformation i datablad och bestäm:

- a) övre gränsfrekvensen,

$$f_{\text{ö}} = \text{_____ kHz}$$

- b) maximala amplituden hos en sinusformad utspänning med hänsyn till slew rate vid 15 kHz,

$$|U_{\text{UT}}|_{\text{max}} = \text{_____ V}$$



5. Förstärkaren i figuren ovan byts ut till kretsen TL081. Matningsspänningen är $\pm 15 \text{ V}$.

Sök nödvändig komponentinformation i datablad och bestäm:

- a) övre gränsfrekvensen,

$$f_{\text{ö}} = \text{_____ kHz}$$

- b) maximala amplituden hos en sinusformad utspänning vid 250 kHz,

$$|U_{\text{UT}}|_{\text{max}} = \text{_____ V}$$

- c) Vad blir utsignalens maximala värde om frekvensen sänks till 25 kHz? Motivera!

$$|U_{\text{UT}}|_{\text{max}} = \text{_____ V}$$

Mätningar

Uppgifterna redovisas efter avslutad laboration muntligt till handledaren.

Mätuppgifter

I uppgifterna 1-4 skall in- och utspänningar samt frekvens mätas med en HP-multimeter! I uppgift 5 används oscilloskop.

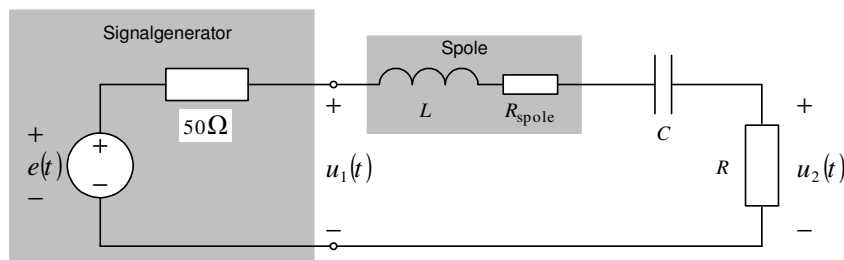
1. Serieresonans

a) Koppla upp enligt nedanstående schema med en spole ($L \approx 10 \text{ mH}$, $R_{\text{spole}} \approx 20 - 30 \Omega$), en kondensator ($C \approx 100 \text{ nF}$) och en resistor ($R = 100 \Omega$). **Mät upp komponentvärdena noggrant (använd LCR-meter).** Mätfrekvensen bör vara i området $1 \text{ kHz} - 10 \text{ kHz}$ (t.ex. 5 kHz).

$$L = \text{_____ mH} \quad R_{\text{spole}} = \text{_____ } \Omega \quad C = \text{_____ nF} \quad R = \text{_____ } \Omega.$$

Beräkna kretsens resonansfrekvens, bandbredd och Q-värde ur dessa mätvärden:

$$f_r = \text{_____ kHz} \quad B = \text{_____ kHz} \quad Q = \text{_____}$$

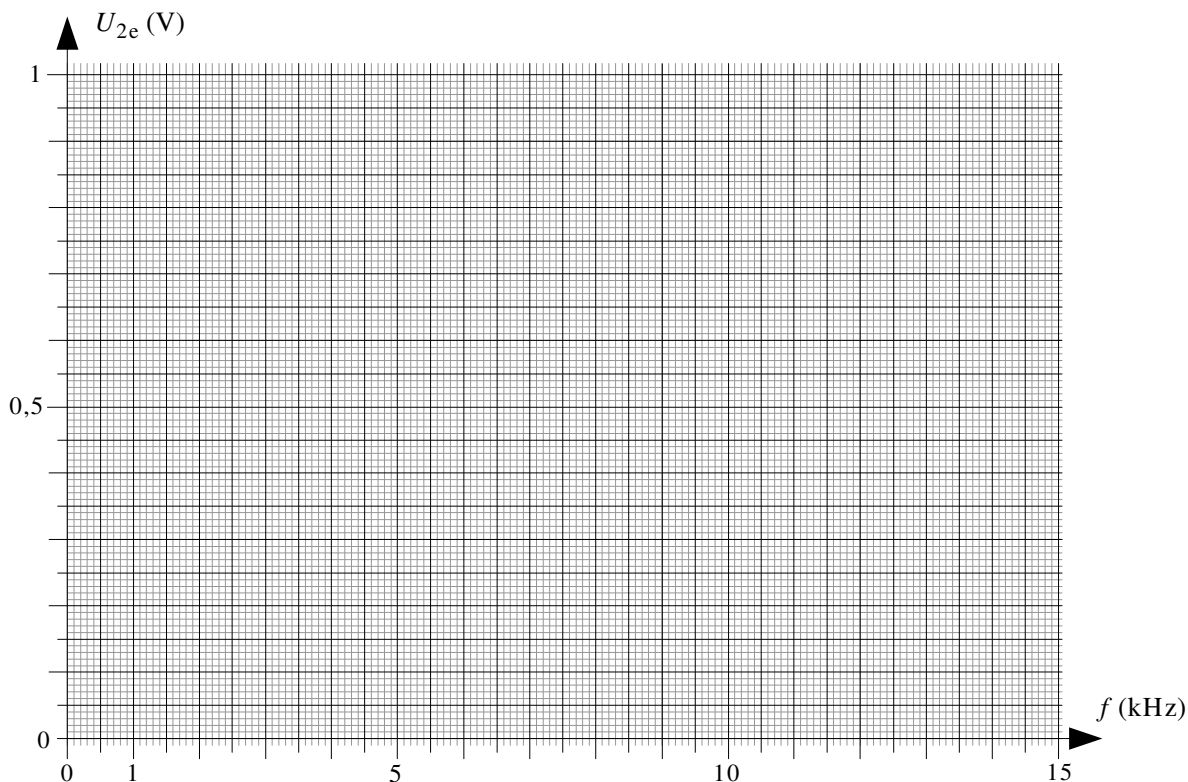


Vi skall undersöka resonansförhållandena i kretsen och studerar därför strömmens beroende av frekvensen. Den blir ju maximal vid resonans. I stället för att mäta strömmen direkt väljer vi att mäta spänningen över en resistor, i detta fall R .

Låt nu insignalens **effektivvärde** vara $U_{1e} = 1 \text{ V}$. Mät U_{1e} och U_{2e} med HP-multimeterns båda ingångar (och koppla ihop jordkontakterna på båda ingångarna så att de har gemensam referens).

Frekvensen skall mätas med HP-multimetern såvida inget annat anges.

I närheten av resonans ökar strömmen varvid U_{1e} minskar p.g.a. spänningsfall i signalgeneratorns inre resistans. **Kontrollera därför att $U_{1e} = 1 \text{ V}$ vid varje inställt värde!!** Variera frekvensen i lämpliga steg inom intervallet 1 kHz till 15 kHz , notera utsignalen (U_{2e}) i en tabell och rita sedan en graf U_{2e} som funktion av frekvensen f , diagram för detta finns på nästa sida.



Bestäm med hjälp av grafen kretsens resonansfrekvens, bandbredd och beräkna Q-värdet:

$f_r =$ _____ kHz $B =$ _____ kHz $Q =$ _____

Jämför med teori!

Kommentar: _____

Ställ nu in resonansfrekvensen igen och mät spänningarna över kondensatorn och spolen.

$U_{\text{spole}} =$ _____ V $U_{\text{kondensator}} =$ _____ V

Kommentar: _____

b) Byt nu resistorn till 1000 Ω . Hur påverkas resonansfrekvensen, bandbredden respektive Q-värdet (ökar, minskar, oförändrad)? Gör ingen detaljerad mätserie, utan ändra frekvensen snabbt för hand och studera utspänningen? Förklara resultatet!

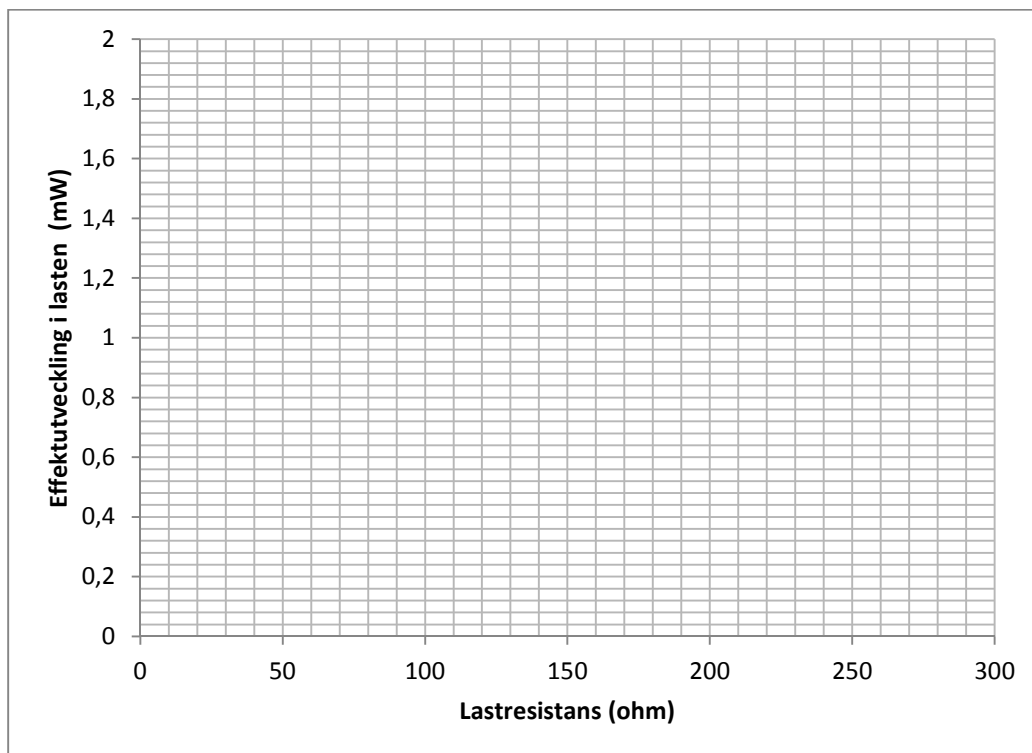
c) Byt nu kondensatorn till 47 nF eller 68 F (och byt tillbaka till 100 Ω resistorn). Hur påverkas resonansfrekvensen, bandbredden respektive Q-värdet (ökar, minskar, oförändrad)? Gör ingen detaljerad mätserie, utan ändra frekvensen snabbt för hand och studera utspänningen? Förklara resultatet!

2. Effektanpassning

Börja med att med ohmmetern mäta upp resistansvärdena för en dekadresistor inställd i intervallet $R=50\ \Omega$ till $290\ \Omega$ i steg av $20\ \Omega$. Dekaden skall användas som belastning i en krets och uppgiften är att undersöka vid vilket resistansvärde som man får högst effektutveckling i belastningen.

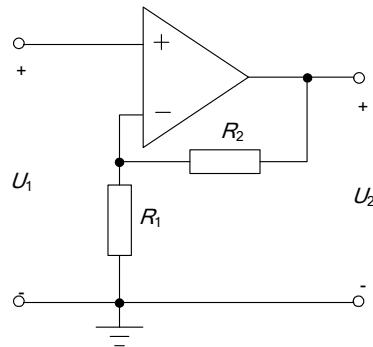
Utgå från kretsen i uppgift **1a**, men ta bort spolen och anslut en dekadresistor i serie med $100\ \Omega$ resistorn. Tänk nu dekadresistorn som en belastning (som vi vill maximera effektutvecklingen i) och resten av kretsens komponenter som spänningskällans inre impedans. Välj frekvensen till $10\ \text{kHz}$ och håll inspänningens effektivvärde $U_{\text{le}} = 1\text{V}$ konstant (kontrollera detta inför varje ny mätning).

- Variera dekadresistorn i intervallet enligt ovan och mät spänningen över dekadresistorn vid varje värde på R . Notera mätvärdena i en tabell.
- Beräkna effekten för varje värde på R .
- Rita en graf av effekten som funktion av R . Vid vilken resistans sker maximal effektutveckling?
- Jämför med teori!

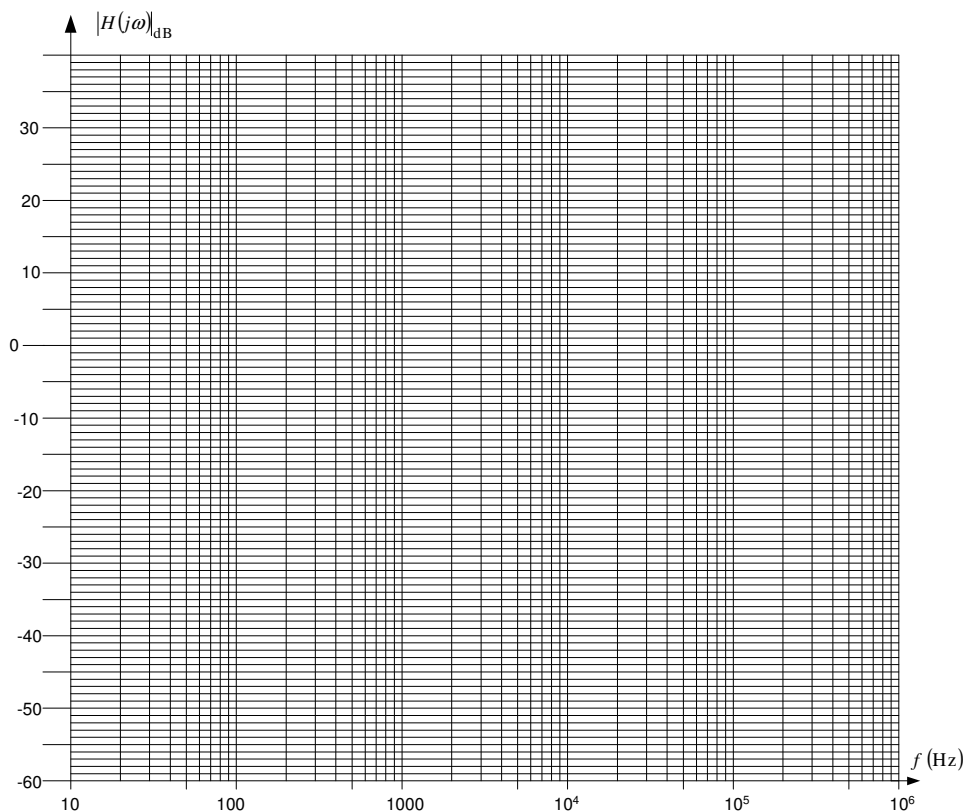


3. Övre gränsfrekvens för en icke-inverterande OP-förstärkarkoppling

Koppla upp förstärkaren enligt schemat. Sätt $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ och $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$. Använd kretsen TL081 som förstärkare.



- a) Ställ in insignalen på $U_{1e} = 80 \text{ mV}$ vid 10 Hz och notera utsignalens nivå (U_{2e}) i en tabell. Öka frekvensen i lämpliga steg och för in mätvärdena i tabellen. Var återigen noga med att se till att insignalen är densamma vid varje mätning!
- b) Rita en graf av amplitudfunktionen $|H(j\omega)|_{\text{dB}} = 20 \cdot \lg\left(\frac{U_{2e}}{U_{1e}}\right)$



- c) Eftersom frekvensberoendet har lågpasskaraktär så är förstärkningen vid gränsfrekvensen $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$ gånger nivån vid låga frekvenser, d.v.s. 3 dB lägre. Bestäm gränsfrekvensen med hjälp av grafen! Jämför med teori!
- d) Kretsen ser ut att sakna reaktiva komponenter! Vad är orsaken till kretsen lågpasskaraktär?

4. Slew rate för OP-förstärkaren TL081

Koppla om kretsen från uppgift 3 till en **spänningsföljare** (ta bort resistorerna och anslut utgången till minusingången).

Utspänningen skall i denna uppgift studeras med oscilloskop.

- a) Ställ in inspänningen så att en fin sinusformad utspänning erhålls vid frekvensen 250 kHz. Öka sedan amplituden tills utsignalen *börjar* distorderas. Vid vilken amplitud inträffar detta? [Om signalen *inte* distorderas så kan du dra ner amplituden och öka frekvensen till ca. 400 - 500 kHz; testa sedan öka amplituden på nytt.]

$$\hat{u}_{UT\ MAX} = \text{_____} \text{ V}$$

Jämför med teori!

- b) Fortsätt nu att öka utspänningens amplitud så att sinusformen övergår till triangelform. Du kan nu beräkna OP:ns slew rate ur oscilloskopbilden.

$$\text{Slew rate} = \text{_____} \text{ V}/\mu\text{s} .$$

Jämför ditt mätresultat med databladsuppgifter!

Om du vill så kan du också testa med en fyrkantsignal på ingången, och bestämma slew raten.

- c) Vad är orsaken till att signalformen distorderas?