

TSKS06 Linjära system för kommunikation

Lab 2: Aktivt filter

Sune Söderkvist, Mikael Olofsson

12 februari 2019

Fyll i detta med bläckpenna

Laborant 1
Person- nummer
Laborant 2
Person- nummer
Datum
Godkänd

1 Allmänt

Dimensionering av aktiva filter innebär i regel att man bestämmer värden på kondensatorer och motstånd i ett standardmässigt kopplingschema. Valet av filterstruktur, dvs. kopplingsschemas utseende, bestäms av vilken typ av filter man vill ha (lågpass, högpass, bandpass, etc.) samt av krav på amplitudkarakteristikens branthet i övergången mellan passband och spärrband. Komponentvärden för ingående motstånd och kondensatorer bestäms huvudsakligen av vilken gränshfrekvens eller vilka gränshfrekvenser man vill ha, samt av vilken förstärkning man vill att filtret ska ge. I denna laboration ska ni dimensionera och bygga ett bandpassfilter som ska ha 3 dB-gränshfrekvenserna 1 kHz och 4 kHz.

2 Teori

Läs följande avsnitt i läroboken (*S Söderkvist: Kretsteori och elektronik*), sidorna 177-184, 373-379, 386-391. Se speciellt exemplet från föreläsning 7.

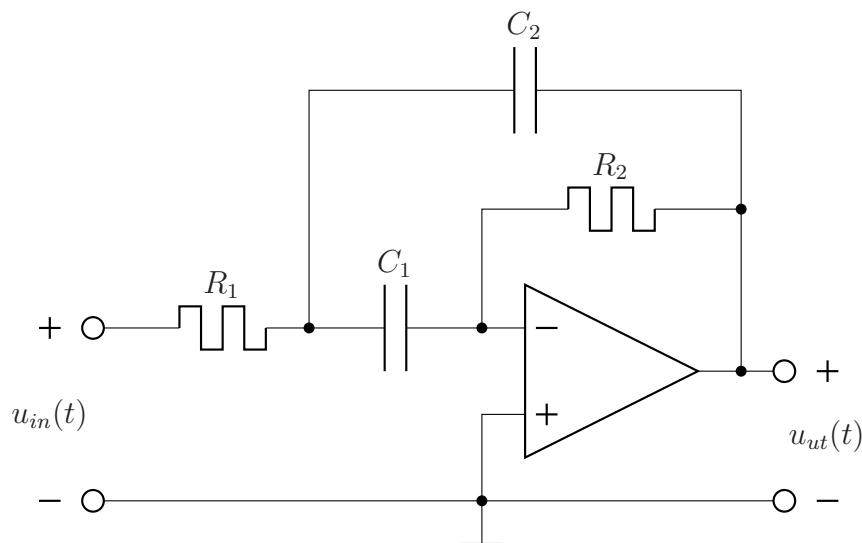
3 Förberedelseuppgifter

- Bestäm ett uttryck för frekvensfunktionen $H(f)$, där f är naturlig frekvens, samt motsvarande amplitudkarakteristik $|H(f)|$ för det aktiva filtret i figur 1 på sidan 3. Betrakta operationsförstärkaren som ideal.
- Bestäm ett uttryck för maxvärdet för $|H(f)|$ samt ett uttryck för den frekvens där detta maxvärde inträffar. Denna frekvens brukar kallas centerfrekvens eller mittfrekvens. Notera att denna frekvens normalt inte är mitt emellan gränshfrekvenserna.
- Anta att kapacitansvärdena är $C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$ samt beräkna värdena på R_1 respektive R_2 så att filtret får gränshfrekvenserna 1 kHz och 4 kHz. *Vad blir då centerfrekvensen? Och vad blir maxvärdet för $|H(f)|$?* Anteckna detta på raden Teoretiskt i tabell 1 på sidan 4.
- Vilka motståndsvärden i E6-serien ligger närmast de exakt beräknade värdena? E6-serien finns återgiven på sidan 199 i *S Söderkvist: Kretsteori och elektronik*.

4 Labutrustning

Även denna i laboration används labutrustningen ELVIS II. Titta därför gärna ännu en gång i *Bilaga till ISY-laborationer med ELVIS II* av Lasse Alfredsson som beskriver mätinstrument och annan utrustning som skall användas i laborationerna. Den senaste versionen av den bilagan ska finnas på

<http://www.cvl.isy.liu.se/education/Lab-bilaga.ELVIS-II.pdf>.

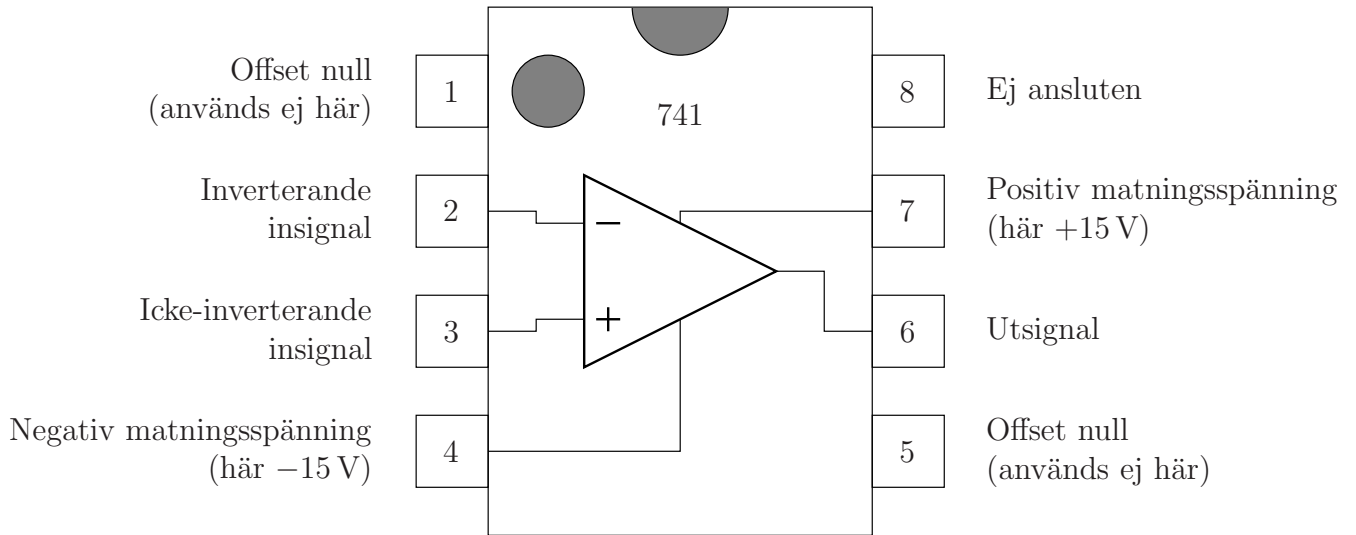


Figur 1: Kretsschema för filtret.

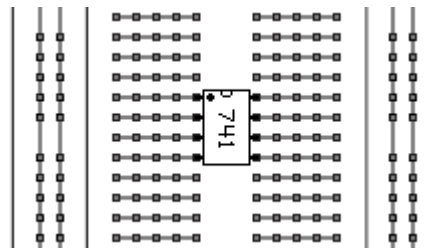
5 Uppkoppling

- Koppla upp filtret på ELVIS kopplingsplatta. Låt $C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$ och välj R_1 respektive R_2 som de värden ur E6-serien som ni fann i förberedelseuppgift d.
- I figur 2 framgår hur operationsförstärkarens anslutningar är fördelade, och i figur 3 visas hur operationsförstärkaren bör placeras på kopplingsytan.
- Se figur 7 på sidan 7 i *Bilaga till ISY-laborationer med ELVIS II* av Lasse Alfredsson för information om hur kopplingsplattans kontaktpunkter är sammankopplade.
- Kontrollera alla motståndsvärden och kapacitansvärden genom att mäta dem med den multimeter (DMM) som finns till ELVIS. Använd då krokodilklämmor vid inkopplingen. Trycker man komponenternas anslutningar mot banankontakterna med händerna kommer kroppens resistans och kapacitans att påverka mätningen.
- Undvik långa jordledningar, och speciellt jordslingor, då det kan orsaka att kretsen tar upp störningar från omgivningen. Dessa störningar kommer framför allt från elnätet och har därför en grundfrekvens på 50 Hz. Idealt ska alla jordanslutningar samlas i en punkt. Koppla denna jord till anslutning nummer 53 (märkt GROUND) långt ner till vänster på ELVIS.
- Operationsförstärkaren behöver matningsspänning. I denna lab är det +15 V och -15 V, och de finns på anslutningarna 51 och 52 (märkta just +15 V och -15 V).
- Innan ni går vidare med de egentliga mätuppgifterna, använd signalgeneratoren och oscilloskopet för att försäkra er om att filtret i princip fungerar som avsett.

Be gärna er labassistent att verifiera att ert filter uppför sig som det ska.



Figur 2: Pinout för operationsförstärkaren 741. Tre av benen används inte. *Det innebär inte att de benen ska brytas bort eller åt sidan!!!* Alla kretsens åtta ben ska tryckas ner i kopplingsplattans hål. Men, sedan kopplas inget till de hål som är hopkopplade med dessa tre ben.



Figur 3: Hur operationsförstärkaren bör placeras på kopplingsytan.

	undre gränsfrekvens	centerfrekvens	övre gränsfrekvens	Största förstärkning
Teoretiskt	1 kHz		4 kHz	
mätning a				
mätning b och c				

Tabell 1: Teoretiska och uppmätta värden för filtret.

6 Mätuppgifter

I dessa mätningar: *Gör skärmdumpar av varje graf som ni skapar, så att ni kan använda er av dessa då ni redovisar laborationen för labassistenten.*

Här ska mätinstrumentet Bode användas. Det utför de mätningar ni gjorde för hand i lab 1 automatiskt och genererar en så kallad Bode-plot, vilket är amplitudkaraktistiken i en graf och faskarakteristiken i en annan. Då används samma resurser för signalgenereringen som annars används av signalgeneratoren. Vidare används samma resurser för själva mätningen som annars används av oscilloskopet. Därför måste både signalgeneratoren och oscilloskopet vara avstängda. Insignalen till kretsen tas från anslutning 33 (märkt FGEN) nere till vänster på ELVIS. Mätningen görs med oscilloskopsingångarna på vänster *sida* av ELVIS (märkta CH0 och CH1). Insignalen mäts med CH0 och utsignalen mäts med CH1.

Man ställer in ett frekvensintervall att mäta över genom att ange intervallets gränser och man anger antalet mätpunkter per dekad. Man anger också en amplitud. Amplituden kan genomgående vara 1 V i dessa mätningar. När man kör instrumentet, gör det en mätning per sådan frekvens och bygger successivt upp de två kurvorna. En sådan mätning vid en frekvens är då en sinusformad insignal med just den frekvensen, och så mäts amplitud och fasvridning för såväl insignal som utsignal, och sedan plottas kvoten mellan amplituderna i amplitudkurvan och skillnaden mellan fasvridningarna i faskurvan.

Det finns en markör som man kan använda för att göra avläsningar i grafen vid de frekvenser där mätningar gjorts. Använd gärna denna markör i avläsningarna nedan och låt gärna markören stå på rätt ställe då ni gör skärmdumpar.

- a. Först ska ni göra en mätning för att se amplitudkaraktistiken över ett relativt stort frekvensområde. Denna graf gör ni lämpligen för frekvenser mellan 10 Hz och 100 kHz. För att mätningen inte ska ta orimligt lång tid är det lämpligt att välja 10 mätpunkter per dekad. Detta blir en grov mätning såtillvida att frekvensupplösningen är låg. Anteckna nu ungefärligt var centerfrekvensen och gränsfrekvenserna ligger enligt denna mätning, och vad största förstärkningen är.

Anteckna i tabell 1 och gör skärmdump!

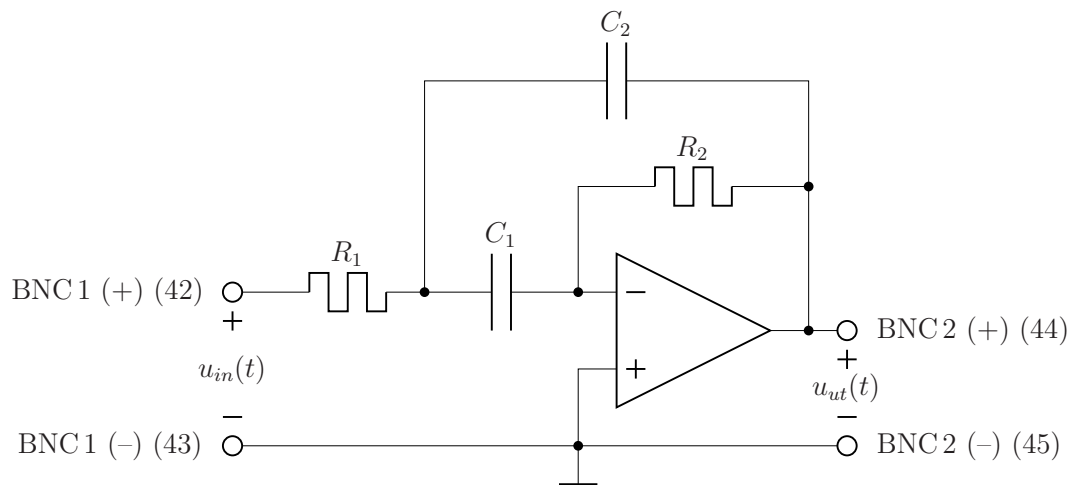
- b. Bestäm den faktiska centerfrekvensen och den största förstärkningen. För detta mäter ni över ett mindre frekvensintervall, men med högre frekvensupplösning. Välj ett *litet* frekvensområde som innehåller er uppskattade centerfrekvens enligt ovan, och gör en ny mätning med minst 200 punkter per dekad. Jämför med er teoretiskt uträknade centerfrekvens.

Anteckna i tabell 1 och gör skärmdump!

- c. Bestäm de faktiska gränsfrekvenserna. För var och en av gränsfrekvenserna, så gör ni på samma sätt som för centerfrekvensen ovan. Alltså, välj ett litet frekvensområde som innehåller den uppskattade gränsfrekvensen enligt ovan, och gör en ny mätning med minst 200 punkter per dekad. Jämför med de avsedda gränsfrekvenserna.

Anteckna i tabell 1 och gör skärmdump!

Era mätningar avviker antagligen en aning från de teoretiska siffrorna. *Vad kan det bero på? Vad tror ni dominerar bilden?*



Figur 4: Kretsschema för filtret med angivelse om inkoppling till BNC-kontakter.

Redovisa detta för labassistenten innan ni går vidare till nästa del.

7 Lyssna

Avslutningsvis ska ni få använda ert filter. Ni ska få lyssna till hur musiken från en CD-spelare påverkas om den får passera ert filter.

Koppla bort insignalanslutningen från FGEN och oscilloskopsanslutningarna. Anslut sedan kretsens insignal och utsignal till banankontakterna via anslutningarna 38–41 enligt figur 4.

Labassistenten hjälper er sedan att koppla in detta till en enkel ljudanläggning.

Hur förändras ljudbilden av filtret?