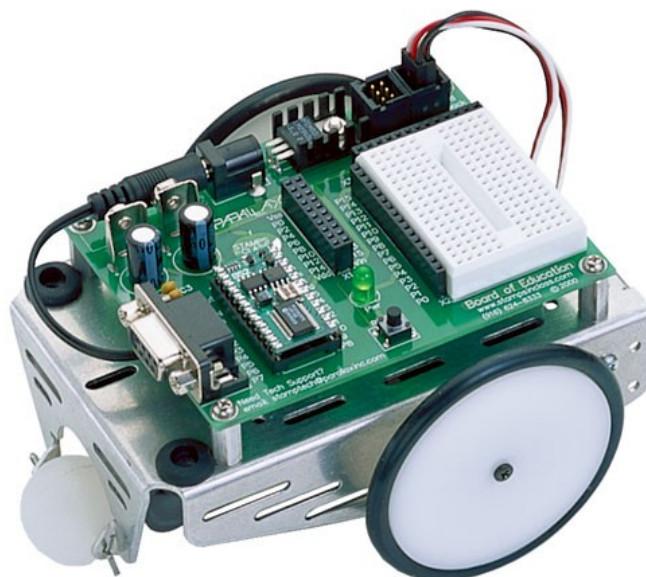


**Elektro och Informationsteknik
LTH**

Laboration 4 Tidsplan, frekvensplan och impedanser

**Elektronik för D
ETIA01**



**Andrés Alayon Glasunov
Palmi Thor Thorbergsson
Anders J Johansson
Lund Mars 2009**

Laboration 4

Mål

Efter laborationen skall du ha studerat följande:

- vad som händer i frekvensplanet när signaler passerar RC-nät.
- att från mätningar kunna rita ett Bode-diagram
- vad begreppen brytpunkt, frekvens- och faskgång innebär.

Filter

Vi kommer att i denna labb titta på samma typ av enkla RC-kopplingar som i den förra labben, men nu skall vi mer noggrannt titta på hur signaler med olika frekvens påverkas av filtret. Uttryckt på ett annat sätt så skall vi studera RC-filter i frekvensplanet.

Bodediagram

Ett enkelt sätt att visa hur ett filter påverkar signaler med olika frekvens är att rita upp ett diagram. Om vi ritar upp amplituden och fasläget i ett diagram med frekvensen i logaritmisk skala på x-axeln, så kallas diagrammet för Bode-diagram. Amplituden skall då också anges i logaritmisk skala, medan fasen ges i linjär skala. Sist i denna labbhandledning finns två tomma Bode-diagram att använda.

Decibel

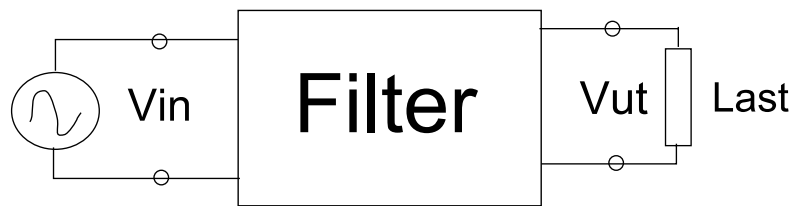
Decibel är ett relativt mått för effekt. I fallet med spänningar så kan nedanstående formel användas, om vi antar konstant impedans på in- och utgång.

$$dB = 10 \log \frac{\text{mäteffekt}}{\text{referenseffekt}}$$

$$db = 20 \log \frac{\text{mätspänning}}{\text{referensspänning}}$$

Eftersom

$$db = 10 \log \frac{\text{mäteffekt}}{\text{referenseffekt}} = 10 \log \frac{\text{mätspänning}^2 / Z_0}{\text{referensspänning}^2 / Z_0} = 10 \log \frac{\text{mätspänning}^2}{\text{referensspänning}^2}$$



Schematisk bild över uppmätning av ett filter.

$$Gain_{dB} = 20 \log \frac{V_{ut}}{V_{in}}$$

Logarimisk skala (dB)	Linjär skala, effekt	Linjär skala, amplitud
-30 dB	0,001	0,003
-20 dB	0,01	0,10
-10 dB	0,1	0,32
-6 dB	0,25	0,50
-3 dB	0,50	0,71
-1 dB	0,79	0,89
0 dB	1	1
1 dB	1,26	1,12
2 dB	1,58	1,26
3 dB	2	1,41
6 dB	4	2,00
10 dB	10	3,16
20 dB	100	10
30 dB	1000	31,6
100 dB	10 000 000 000	100 000

Förberedelser

1. Läs om RC-nät och Bode-diagram i kurslitteraturen. Kapitel 6.1 – 6.5.
2. Designa ett låg- respektive högpasfilter av RC-typ, där lågpasfiltret har en brytfrekvens på 350 Hz och högpasfiltret en brytfrekvens på 1500 Hz. Använd en kapacitans på 100 nF i era filter. Rita även in i kretsschemat var signalgenerator och oscilloskopets bägge kanaler skall kopplas in för att kunna mäta upp överföringsfunktionen.
3. Anpassa er design till att ni bara har tillgång till motstånd av vissa värden: $R=100\ \Omega$, $220\ \Omega$, $470\ \Omega$, $1\ \text{k}\Omega$, $2,2\ \text{k}\Omega$, $4,7\ \text{k}\Omega$, $10\ \text{k}\Omega$, $22\ \text{k}\Omega$, $47\ \text{k}\Omega$. Det räcker med att brytfrekvensen ligger inom +/- 10%.
4. Vad blir amplituden på utgången hos era filter vid en insignal med en topp-till-topp spänning på 2V och en frekvens på 100 Hz, 1000 Hz, 10000 Hz?
5. Vi skall under labben mäta upp filtrens brytfrekvens genom att mäta upp deras överföringsfunktion. Räkna ut vilken amplitud utsignalen i brytpunkten då vi har en insignal med 1V amplitud (topp-till-topp). Räkna även ut fasen för utsignalen relativt insignalen i brytpunkten.

Uppgifter

Uppgift 1

I denna uppgift kommer du att studera frekvenssvaren från de låg- och högpasfilter ni designat och plotta motsvarande Bodediagram.

Uppgift 1.1

Koppla upp ditt lågpasfilter med brytfrekvensen 350 Hz. (Sätt Boebot i läge 0). Använd tongeneratorn för att generera en insignal. Koppla in den enligt förberedelseuppgift 2 till filtret. Plotta Bodediagrammet genom att mäta amplitud och fas för signaler mellan 100 Hz och 10 KHz. Tänk på att diagrammet har logaritmisk frekvensskala då ni väljer mätpunkter. För in era mätvärden både som en tabell i er labbdagbok, och i diagrammet längst bak i labbhandledningen. Glöm inte att gradera axlarna i frekvens, fas respektive dB så att det stämmer med era mätvärden.

Uppgift 1.2

Upprepa föregående uppgift för ditt högpasfilter med brytfrekvensen 1500 Hz. Anteckna mätvärdena och plotta Bodediagrammet.

Uppgift 1.3

Jämför era plottar med de asymptotiska resultaten i Figur 6.15 i boken "Electrical Engineering". Kommentera skillnaderna. Anteckna dessa i er labbdagbok.

Uppgift 1.4

Belasta utgången av ditt högpasfilter från föregående uppgift med en resistans av samma storleksordning som R. Anteckna svaren på följande:

- Bestäm brytpunkten för det nya nätet.
- Förklara eventuella förändringar.

Uppgift 1.5

Koppla bort lasten. Mät amplituden på signalen, spänningen över R och spänningen över C med oscilloskopet (Multimetern klarar inte frekvenser över 1kHz). Stämmer Kirchhoffs spänningslag? Anteckna era observationer.

Tänk på att jordförbindelsen på de bägge probarna är ihopkopplade i oscilloskopet. För att kunna mäta spänningen över en komponent mitt i en krets så används funktionen "Diff" hos oscilloskopet – fråga labbhandledarna hur man gör.

Uppgift 2

I denna uppgift kommer du att studera experimentellt effekten av låg- och högpassfiltrering av sinussignaler i audioområdet.

Insignalen till dina kretsar kommer att genereras i BASIC Stamp som sätts igång när strömbrytaren är i läge 1. Signaler som BASIC Stamp genererar är digitala i sin natur. Trots det kan man approximera sinusvågen med en sekvens av digitala fyrkantsvågor (pulståg) som filtreras till en sinusvåg (DA-omvandling kommer att tas upp i lab 6). När du sedan ansluter en piezoelektriskt högtalare till den genererade sinusvågen kommer ljudvågor att skapas (detta under förutsättning att svängningsfrekvensen ligger i det hörbara området dvs. 20Hz -20kHz). Pulståget som används är en så kallad PWM (Pulse Width Modulation) signal och har variabel pulsbredd som visas i Fig.2.

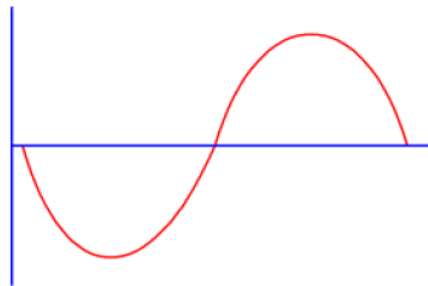


Fig. 1

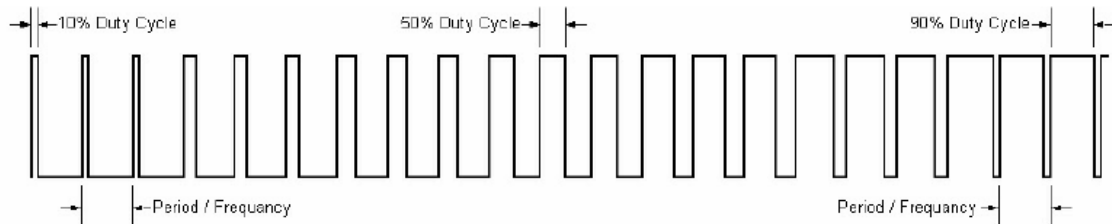


Fig. 2

Uppgift 2.1

Koppla bort tongeneratorn. Bygg kretsen så som visas av schemat i Fig. 3. Var noga med att montera piezohögtalaren rätt: notera den positiva polen.

- Studera insignalen till piezohögtalaren med hjälp av oscilloskopet. Skissa signalen i dagboken.
- Signalen går att beskriva som summan av två signaler. Identifiera dessa två i er skiss och uppskatta deras respektive frekvenser.

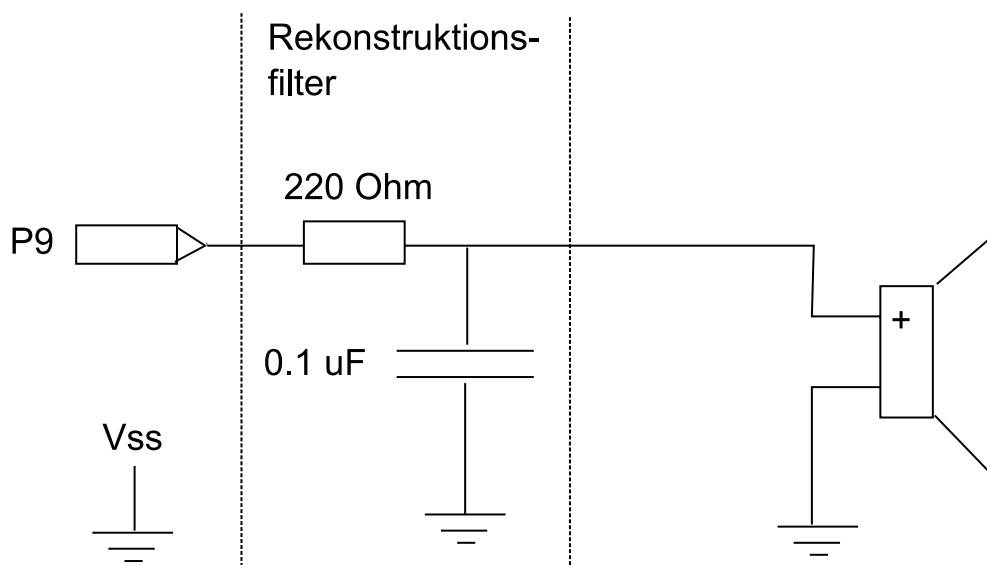


Fig. 3

Uppgift 2.2

Koppla upp ditt låpassfilter så att det sitter mellan rekonstruktionsfiltret för DA-omvandlaren och högtalaren. Sätt strömbrytaren i läge 1.

- Vilken signal når nu fram till högtalaren?
- Mät och skissa signalerna in till ert filter, respektive in till högtalaren.

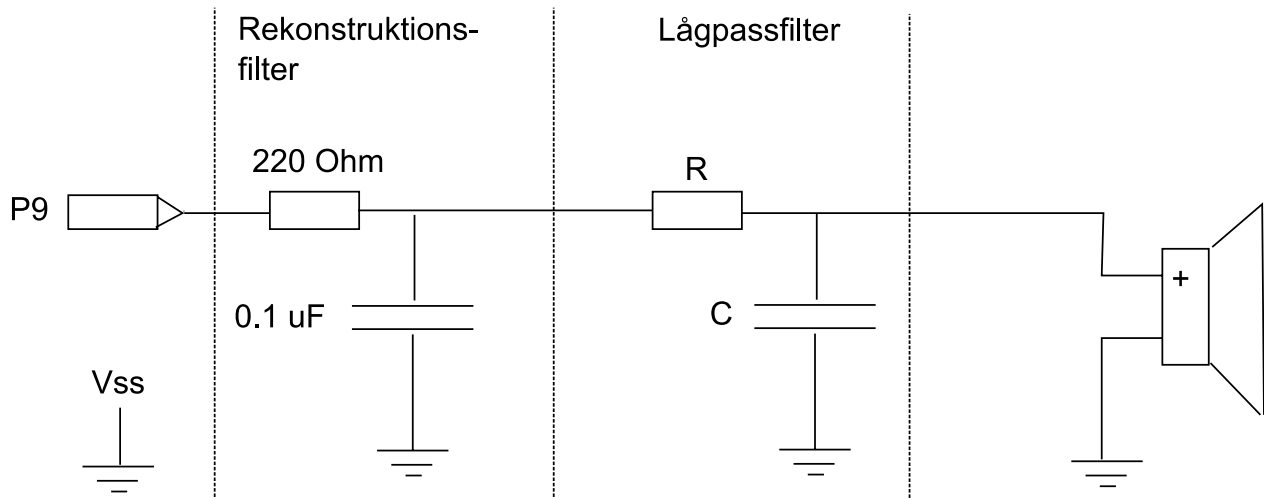


Fig. 4

Uppgift 2.3

Upprepa föregående uppgift men nu med ert högpasfilter.

- Vilken signal når nu fram till högtalaren?
- Mät och skissa signalerna in till ert filter, respektive in till högtalaren.

Appendix

Boe-Bot program

```
'Send a tone to the piezo speaker using the FREQOUT  
' {$STAMP BS2}  
' {$PBASIC 2.5}  
DO  
  FREQOUT 9, 60000, 10000, 100  
LOOP
```