

Föreläsning 12 – Passiva filter (Kapitel 7.7)

Läs kapitel 7.1, 7.2 och 7.5.1 för en introduktion till passiva filter och begreppet tvåport.

Tvåportar ingår inte i kursen, men eftersom begreppet nämns i kapitel 7.7 så bör du åtminstone veta vad det betyder. I figur 7.3b) är antingen V_1 eller I_1 det elektriska nätets (alt. LTI-systemets, alt. tvåportens) insignal och antingen V_2 eller I_2 är nätets/systemets/tvåportens utsignal.

Bild 1. Bortfiltrering/-eliminering av enskilda signalkomponenter

Läs kapitel 7.7.1.

Bild 2–4. (Ideala) Frekvensselektiva filter

- Powerpointbild 2–3:
 - Läs/repetera kapitel 2.11 (Grundläggande filterteori), i kursboken ”Kretsteori & Elektronik”, från kursens inledande del om elektriska kretsar. Här står det inledande om gränsvinkel-frekvens, passband, spärrband, bandbredd samt om olika filtertyper – dvs. LP-filter (lågpass-), HP-filter (högpass-), BP-filter (bandpass) & BS-filter (bandspärr-).
 - Läs kapitel 7.7.2, sidan 288–290.
Här finns, i början, en del repetition från kapitel 2.2 i kursboken ”Elektriska kretsar”, men med fouriertransformer i stället för komplexa amplituder. Se till att du förstår skillnaden – i elektriska kretsar betraktades bara *konstanta* och *sinusformade* signaler, här betraktar vi allmänna *fouriertransformerbara* signaler (periodiska och icke-periodiska).
- Powerpointbild 4: Läs kapitel 7.7.2–7.7-3, sidan 291–299.

Bild 5–6. Butterworthfilter

Läs kapitel 7.7.4.

I kursen nöjer vi oss med att betrakta approximationsfilter, som butterworthfilter och chebyshevfilter (nästa bild) med specificerad 3 dB-gränsvinkelfrekvens, vilket beskrivs fram till och med halva sidan 303 (till innan ”Butterworthfilter med annan gränsvinkelfrekvens”). Resten av kapitel 7.7.4, dvs. halva sidan 303 och sidan 304, kan därför läsas översiktligt.

Viktigt: sambandet mellan amplitudkaraktäristiken i linjär skala och i dB-skala:

$$|H(\omega)|_{\text{dB}} = 20^{10} \log |H(\omega)|$$

Det viktigaste att veta om butterworthfilter (av LP-typ) är – se powerpointbilden!:

- Hur systemfunktionen allmänt ser ut och hur dess poler är placerade (se även formelsamlingen) – symmetriskt i en halvcirkel i vänster halvplan (s-planet).
- Hur amplitudkaraktäristiken ser ut. Notera att $\varepsilon = 1$ motsvarar max 3 dB dämpning i passbandet (jämför ekvation 7.184 och ekvation 7.189).

Bild 7. Chebyshev I-filter

Läs kapitel 7.7.5.

- Chebyshev I-filter av LP-typ har sina systemfunktionspoler längs en halv-ellips i vänster halvplan.
- Det är optimalt m.a.p. brantheten hos amplitudkaraktäristiken $|H(\omega)|$, vid övergång från passband till spärrband.
- Precis som för butterworthfilter, så betraktar vi bara chebyshev filter med 3 dB-gränsvinkel-frekvens, dvs. det är 3 dB rippel hos $|H(\omega)|$ i passbandet. Det erhålls återigen då $\varepsilon = 1$.

- I kursen räknar vi inte ut exakta systemfunktioner eller exakta lägen för systemfunktionens poler, det är viktigare att du förstår *varför* amplitudkaraktärstiken ser ut som den gör, p.g.a. polernas lägen hos systemfunktionen. Förståelse och känsla för samband mellan polplacering (och nollställeplacering) och resulterande amplitud- och faskaraktärstik är mycket centralt!
- Ett chebyshev I-filter av ordning n har i passbandet n st. upp- och nedgångar hos $|H(\omega)|$ -ripplet i passbandet. Det har då n punkter i passbandet där derivatan av $|H(\omega)|$ är noll.
- Bestämning av gradtal, från halva sidan 307 till slutet av kapitel 7.7.5, ingår inte, så det kan läsas översiktligt.

Bild 8. Matklab-demo, Butterworth- och Chebyshev I-filter (filterjämförelse)

Demonstration på föreläsningen – relaterat till det du läst i kapitel 7.7.4–7.7.5.

Jag visar och jämför hur ”bra” butterworthfilter och chebyshev I-filter av olika gradtal är.

Bild 9. Klassiska ideala LP-approximationer

Läs *översiktligt* kapitel 7.7.6 om andra approximationsfilter (räcker att *känna till* dessa):

- *Chebyshev II-filter*, butterworth-liknande amplitudkaraktärstik i passbandet men rippel i spärrbandet. Erhålls genom att placera nollställen hos systemfunktionen längs $j\omega$ -axeln.
- *Cauerfilter (elliptiskt filter)*, rippel i både passband och spärrband – se t.ex. pol-nollställediagram för systemfunktionen till ett sådant filter i figur 7.66.

Resten av kapitel 7.7:

- Kapitel 7.7.7–7.7.8 kan läsas *översiktligt*.
- Kapitel 7.7.9, **Allpassfilter**, ingår! Allpassfilter används främst som faskorrigerande filter, som kaskadkopplas efter ett annat filter som har önskad amplitudkaraktärstik. Syftet med allpassfiltret är att korrigera så man erhåller en önskad faskaraktärstik för det totala kaskadkopplade systemet.

Notera: Det andra stycket i kapitel inleds med ”Systemfunktionen för ett allpassfilter har...”.

Det som står sedan gäller bara om systemet är *kausalt* (och därmed stabilt)!

Bild 10. Typiska HP- & BP-filter

I kapitlet 7.8, Filtertransformationer, kan du läsa *översiktligt* om hur man erhåller systemfunktionen till olika LP-filter, HP-filter, BP-filter och BS-filter utgående från ett LP-filter.

Dessa filtertransformationer ingår inte som examinerande moment i kursen, utan det som **du förväntas ha kunskap och förståelse** för är relationen mellan amplitudkaraktärstiken för varje filtertyp och det principiella pol-nollställediagrammet för motsvarande systemfunktion.

Powerpointbild 10 har sina motsvarigheter i graferna på sidan 328 i kursboken, så se till att du förstår kopplingen mellan dessa amplitudkaraktärstiker och motsvarande systemfunktioner!

Kapitel 7.9, Aktiva filter, ingår *inte* i kursen, men du rekommenderas att läsa avsnittet *översiktligt*.