

**OH6AG**

# *T1-modulen*

## *Lektionerna 16-18*

Radioamatörkurs  
© OH6AG - 2011

Bearbetning och översättning: Thomas Anderssén, OH6NT  
Original: Antti Seppänen, OH3HMI  
Heikki Lahtivirta, OH2LH

1

**OH6AG**

## *Filter*

- ◆ Filtrens funktion i radiotekniken är att selektivt endera släppa igenom eller spärra frekvensernas framfart i apparaten.
- ◆ Filter kan byggas av LC-resonanskretsar, kristaller, keramiska resonatorer eller mekaniska komponenter.
- ◆ Filter används både inom mottagar- och sändartekniken.

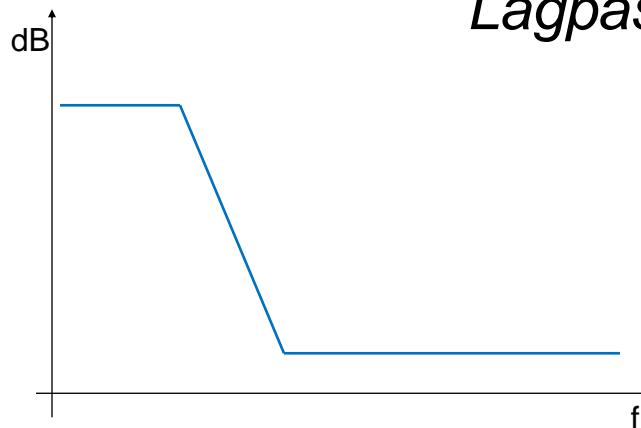
2

## Filter

- ◆ Filtren indelas funktionellt i fyra olika grundtyper:
  - Lågpasfilter
  - Högpasfilter
  - Bandpassfilter
  - Bandspärrfilter

3

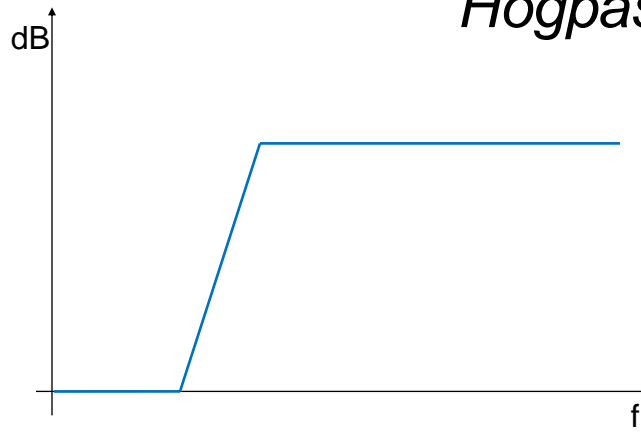
## Lågpasfiltret



- Endast låga frekvenser går igenom
- Anv. bl.a. för att dämpa oönskad utstrålning (harmoniska frekvenser) och begränsa talsignalens bandbredd.

4

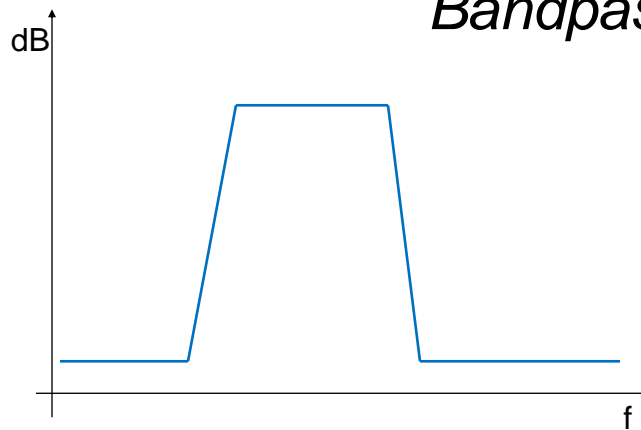
## Högpassfiltret



- Bara höga frekvenser kan passera filtret
- Används t.ex. i TV-mottagarens antennledning för att hindra HF-sändarens signal att gå in i TV-mottagaren

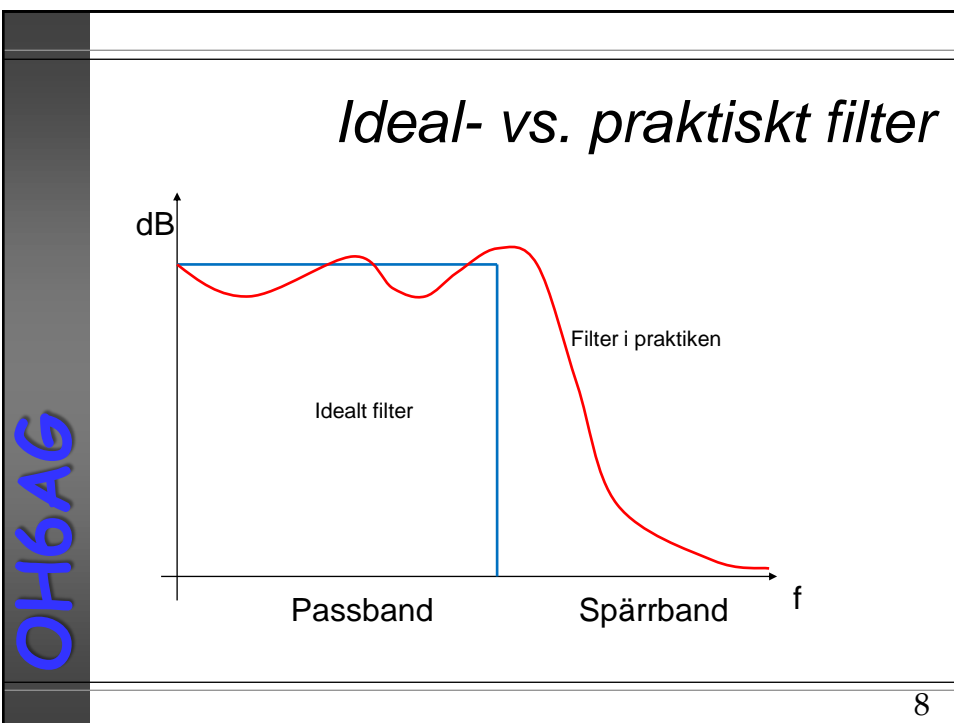
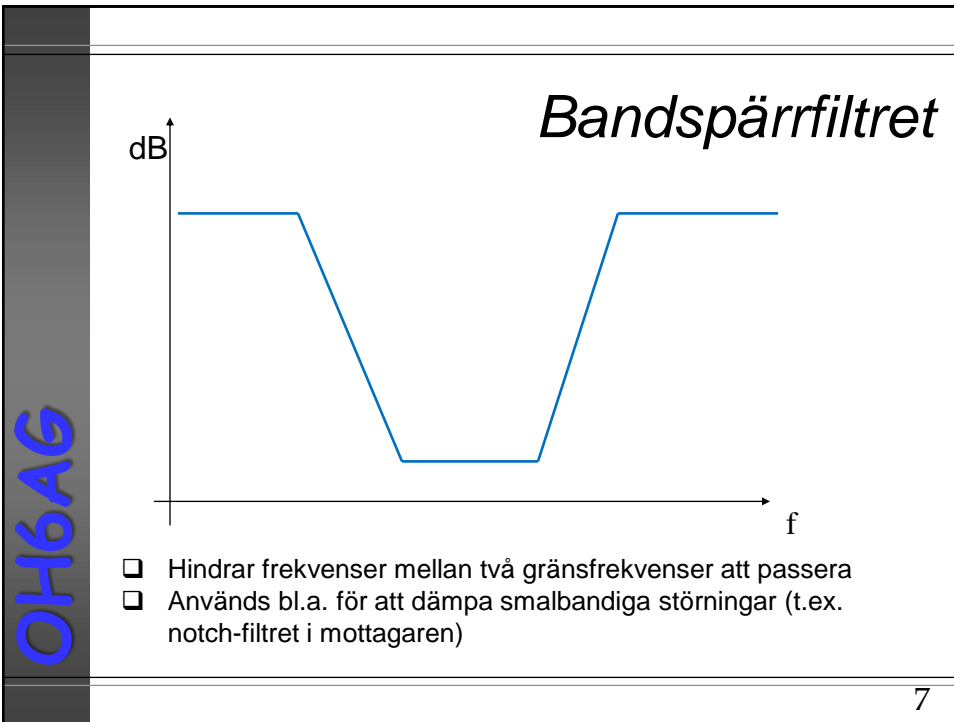
5

## Bandpassfiltret



- Frekvenser mellan gränshänserserna går igenom filtret
- Används för att åstadkomma selektivitet i mottagarens hög- och mellanfrekvenssteg

6

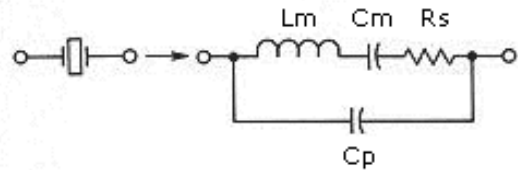


OH6AG

OH6AG

## Kristallfilter

- ❑ Kristallens reciproka koppling:



Kristallens egenskaper:

- ❑ Noggrann resonansfrekvens
- ❑ Små förluster (stort Q-värde)
- ❑ God frekvensstabilitet

## Kristallfilter

- ❑ I filter av LC-typ begränsas selektiviteten av komponenternas förluster och ostabila värden (komponentvärdena förändras med tid/temperatur)
- ❑ De piezoelektriska kristallerna har mycket små förluster vid resonansfrekvensen, och frekvensnoggrannheten är mycket stor
- ❑ Bandbredden hos ett kristallfilter kan göras mycket smal.

## Vad är modulation?

**Modulation** har flera betydelser som alla har med förändring att göra:

- ◆ Övergång från en tonart till en annan (den äldsta betydelsen, **inom musiken**.)
- ◆ Variation av röstens tonfall och styrka vid **tal**
- ◆ En process där en våg får någon egenskap hos en annan våg att variera i takt (**radioteknik**).

11

## Vad är modulation?

- ◆ Den våg som ska varieras kallas för **bärvåg** (eng. *carrier*), medan den styrande vågen kallas **meddelandesignal**.
- ◆ Modulationen åstadkoms i en **modulator** och resultatet blir en modulerad bärvåg.
- ◆ Mottagaren kan med en **demodulator** återskapa meddelandesignalen ur den modulerade bärvågen.
- ◆ Meddelande => Modulering av en bärvåg  
=> Överföring i ett medium =>  
Demodulering av bärvågen => Meddelande

12

## *Modulation*

- ◆ Högfrekvensseffekten som bildas i sändaren konverteras i antennen till elektromagnetisk strålning, som fortplantar sig nästan med ljusets hastighet i det utrymme som omger antennen.
- ◆ Det är möjligt att ta emot elektromagnetisk strålning med en mottagare.
- ◆ Denna högfrekventa elektromagnetiska strålning kallas bärvåg.

13

## *Modulation*

- ◆ Bärvågen som sådan innehåller inte mycket information, endast att den är "på" eller "av".
- ◆ Den lågfrekventa information som man vill överföra kopplas till bärvågen, som "bär" fram informationen till mottagaren.
- ◆ Att ansluta information till bärvågen kallas **modulation**.
- ◆ Tips: [http://williamson-labs.com/480\\_rf.htm](http://williamson-labs.com/480_rf.htm)

14

## *Modulation*

- ◆ Den bandbredd (det frekvensområde) som bärvågen behöver beror på mängden information som skall överföras, och är större ju "tätare" informationen är.
- ◆ Minsta bandbredd behövs om informationen bara är att bärvågen är **på** eller **av**.
- ◆ Överföring av tal kräver en bandbredd på minst cirka 2 kHz.

15

## *Modulation*

- ◆ Musik av dålig kvalitet behöver 6 kHz (AM-sändning), stereomusik 15 kHz och TV-bild ca. 6 MHz bandbredd.
- ◆ En stor informationsbandbredd kräver en hög bärvågsfrekvens.
- ◆ Numera kan information packas tätt och då kan även stora mängder information överföras med små bandbredder (digital information).

16



## Klassificering av sändning

◆ Systemet bygger på indelning i

- modulationstyp
- modulerande signal
- överförd informationstyp

T.ex.: A3B betyder: amplitudmodulation, telefoni, två sidband, och undertryckt bärvåg. Minst de tre sista tecknen skall anges (det kan finnas upp till sju, t.ex. 20K0F1B betyder 2 kHz bred packet-data utan ljudunderbärvåg).

◆ Tabellen på följande sida visar hur man tolkar en del av de olika sändningsklassernas koder.

17

<b>Modulationstyp (M)</b>	<b>Kod</b>	<b>Modulerande signal (N)</b>	<b>Kod</b>	<b>Informationstyp (I)</b>	<b>Kod</b>
AM, dubbelt sidband, full bärvåg	A	Ingen	0	Ingen	N
AM, Enkelt sidband, full bärvåg	H	Digital, on-off el. kvantiserad, ingen modulation	1	Hörbar telegrafi (för människor)	A
AM, enkelt sidband, reducerad bärvåg	R	Digital med modulation	2	Maskinläsbar telegrafi (RTTY, snabb CW)	B
AM, enkelt sidband, reducerad bärvåg	J	En analog informationskanal	3	Analog fax	C
AM, oberoende sidband	B	Två eller flera digitala kanaler	7	Telefoni, röstsändning, ljudsändning	E
AM, vestigiala sidband (analog TV)	C	Två eller flera analoga kanaler	8	Video, TV-signal	F
FM, vanlig vinkelmodulation	F	Komposit, en eller flera digitala + en eller fler analoga kanaler	9	Kombination av ovanstående	W
FM, fasmodulation	G	Andra fall som inte finns ovan	X	Andra fall som inte finns ovan	X
AM- och FM-modulerad bärvåg	D				
Olika modulerande pulser	P..W				
Andra fall som inte finns ovan	X	Se mera: <a href="http://www.ominous-valve.com/emission.txt">http://www.ominous-valve.com/emission.txt</a>			

18

## Modulation AM

- ◆ Sändningsklass A1A (CW)
  - Bärivåen bryts med en telegrafinyckel i takt med morsetecknen.
  - Sändarens hela effekt används för att överföra informationen.
  - Är effektivt även vid dåliga radiokonditioner.
  - Nackdelar:
    - ◆ hastigheten (smal bandbredd)
    - ◆ Det behövs en BFO-tilläggs-krets i mottagaren

19

## Modulation AM

- ◆ Sändningsklasserna A2A och A3E (AM-modulation)
  - Vid amplitudmodulation ändras bärvågens amplitud (storlek) i takt med informationen.
  - Utsändningen delas i två delar, den högfrekventa bärvågen, och sidband på båda sidorna om den.
  - Sidbandens bredd bestäms av den modulerande lågfrekvensens frekvensområde.
  - AM-signaler detekteras genom likriktning

20

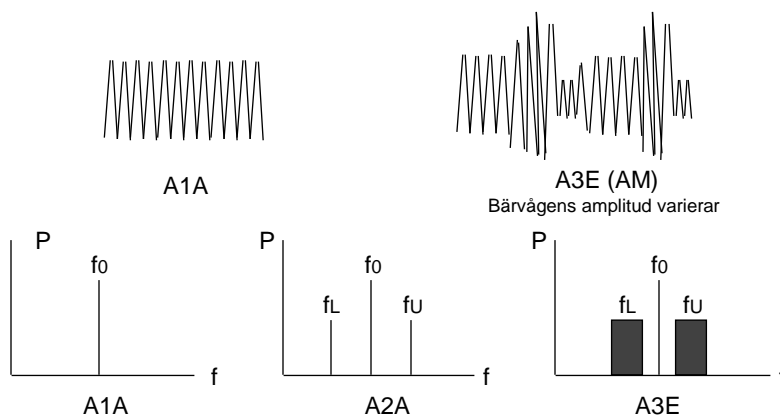
## Modulation AM

- Om man modulerar bärvågen med lågfrekvens från en telegrafisummer, är det frågan om tonmodulerad telegrafi, sändningsklass A2A.
- Om bärvågen moduleras med lågfrekvent tal är det frågan om AM-talsändning, sändningsklass A3E
- Sändningsklasserna A2A och A3E används numera sällan av radioamatörerna, men den yrkesmässiga trafiken och rundradion använder dem.

21

## Modulation AM

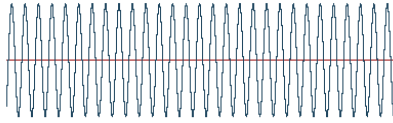
- ◆ Tid- och effekt/frekvensdiagram:



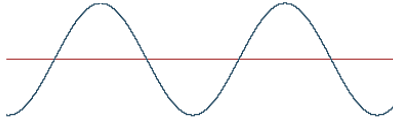
22

## Modulation AM

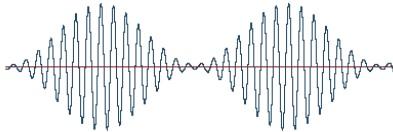
Omodulerad bärvåg



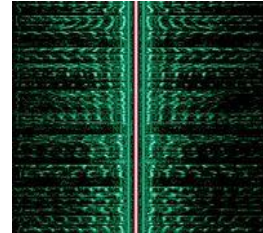
Modulerande lågfrekvenssignal



Modulationsresultat



Bärvågens amplitud varierar



Se mera: [http://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude\\_modulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation)

23

## Modulation AM

- Orsaken till minskning av användningen av AM-klasserna (A2A och A3E) är det dåliga effektivitetsförhållandet.
- Sändareffekten delas in i tre delar:
  - ◆ Bärvågen
  - ◆ 2 X sidband (samma information alltså dubbelt)
- Det andra sidbandet är onödigt
- Bärvågen innehåller ingen information

24

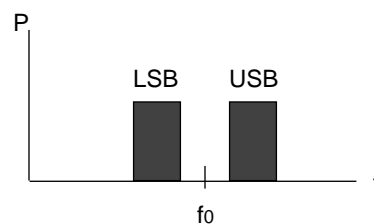
## Modulation AM

- ◆ Dubbelt sidband-utsändning el. DSB (x3E)
  - Genom att filtrera bort bärvågen kan man öka effkiviteten.
  - Då åstadkoms en dubbelt sidband-utsändning eller DSB-utsändning.
  - Det andra sidbandet förbrukar ändå effekt
  - Mottagning av en DSB-signal kräver en mer invecklad mottagare än mottagning av en AM - signal (svårare och dyrare att bygga)

25

## Modulation AM

- Bärvågen skapas på nytt i mottagaren (hjälpbärvåg)
- DSB-sändning används vid stereoutsändning på UKV



DSB-sändning som effekt/frekvensdiagram

26

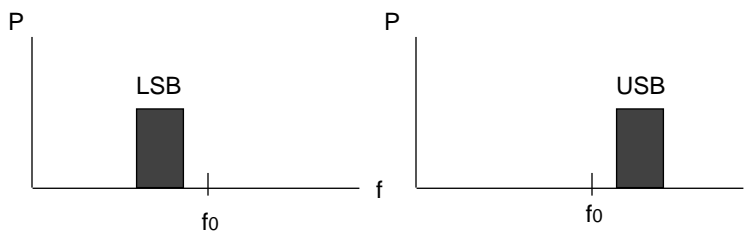
## Modulation AM

- ◆ Enkelt sidband -sändning eller SSB (J3E)
  - Då man tar bort det ena sidbandet från DSB-sändningen, får man en enkelt sidband -sändning eller SSB-sändning (Single Side Band).
  - Det sidband som sänds kan vara det lägre sidbandet, LSB, eller det övre, USB.
  - Bildande av en SSB-sändning och mottagning av den kräver invecklade och högklassiga mottagar- och sändarlösningar.

27

## Modulation AM

- ◆ SSB-sändningens fördelar är:
  - ❖ Effektiv användning av frekvenserna
  - ❖ All effekt används för informationsöverföring



SSB-utsändning som effekt/frekvensdiagram

28

## Modulation FM

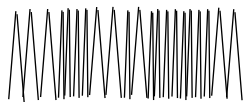
- ◆ Frekvensmodulationssändning el. FM (F3E)
  - Bärvågens amplitud är konstant
  - Lågfrequensmodulationen åstadkommer en ändring i bärvågen frekvens från den nominella.
  - Ju större amplitud hos lågfrequensen, desto större frekvensavvikelse från centerfrekvensen hos bärvågen.
  - Avvikelsen kallas deviation.
  - Lågfrequensens frekvens påverkar deviationens ändringshastighet

29

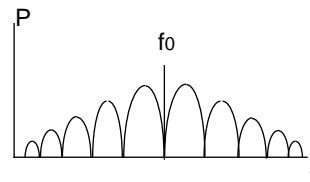
## Modulation FM

- Detektering av en FM-sändning sker i allmänhet med hjälp av en fasedetektor

Bärvågens amplitud är konstant



FM-sändning på tidsaxel

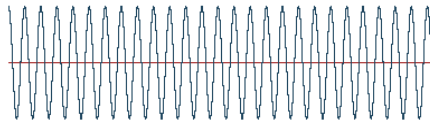


FM-sändning som effekt/frekvensdiagram

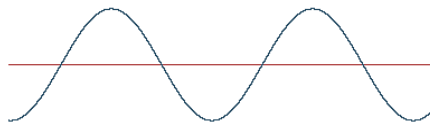
30

## Modulation FM

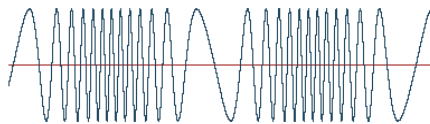
Bärvåg



Modulerande lågfrekvenssignal



Modulationsresultat



Bärvågens amplitud är konstant.  
Avvikelsen i frekvens kallas deviation

Se mera: <http://en.wikipedia.org/wiki/FM>

31

## Modulation FM

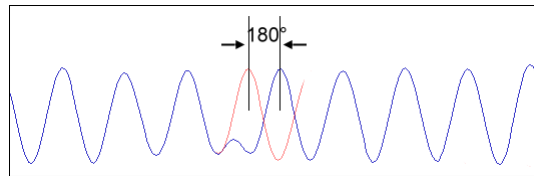
- ◆ Vid analog fasmodulering ändras bärvågens fasläge kontinuerligt fram och tillbaka jämfört med den omodulerade signalen. Förändringen är långsam i förhållande till bärvågens frekvens.
- ◆ Vid digital fasmodulering använder man bara ett bestämt antal fasta faslägen och skiftar mellan dessa. Detta kallas *Phase Shift Keying* (PSK).
- ◆ Frekvensmodulering och fasmodulering kallas gemensamt för **vinkelmodulering**.

32



## Modulation FM

- ◆ Om bara två lägen används ( $0^\circ$  och  $180^\circ$ ), kallas det 2-PSK eller Binär PSK (BPSK). Det kan överföra en bit åt gången.
- ◆ Används fyra olika faslägen, talar man om 4-PSK eller Quadrature PSK (QPSK), vilket överför två bitar åt gången och så vidare.



En bärvåg som vid en viss tidpunkt hastigt ändrar sitt fasläge med  $180^\circ$ .

33

## Modulation FM

- ◆ **Exempel :**
  - En grupp soldater marscherar i takt; alla fötter rör sig med samma frekvens och fas (vänster - vänster - vänster - 2 - 3 - 4)
  - Soldat Svejck gör en  $180^\circ$  fasändring på sin gång (det vill säga han byter fot) genom att tillfälligt dubblera sin marschfart och ta två steg när de andra tar ett.
  - Hans gång hamnar nu i motfas till de andra, men gången har fortfarande samma frekvens.
  - Efter ett tag halverar han sin marschfart, och tar ett steg när de andra tar två. Därmed kommer han åter i fas med gruppen.
  - Om gruppens marschfrekvens symboliserar bärvågen, utgör Svejcks experiment en *fasmodulation* där meddelandesignalen är en puls med samma längd som experimentet.

34