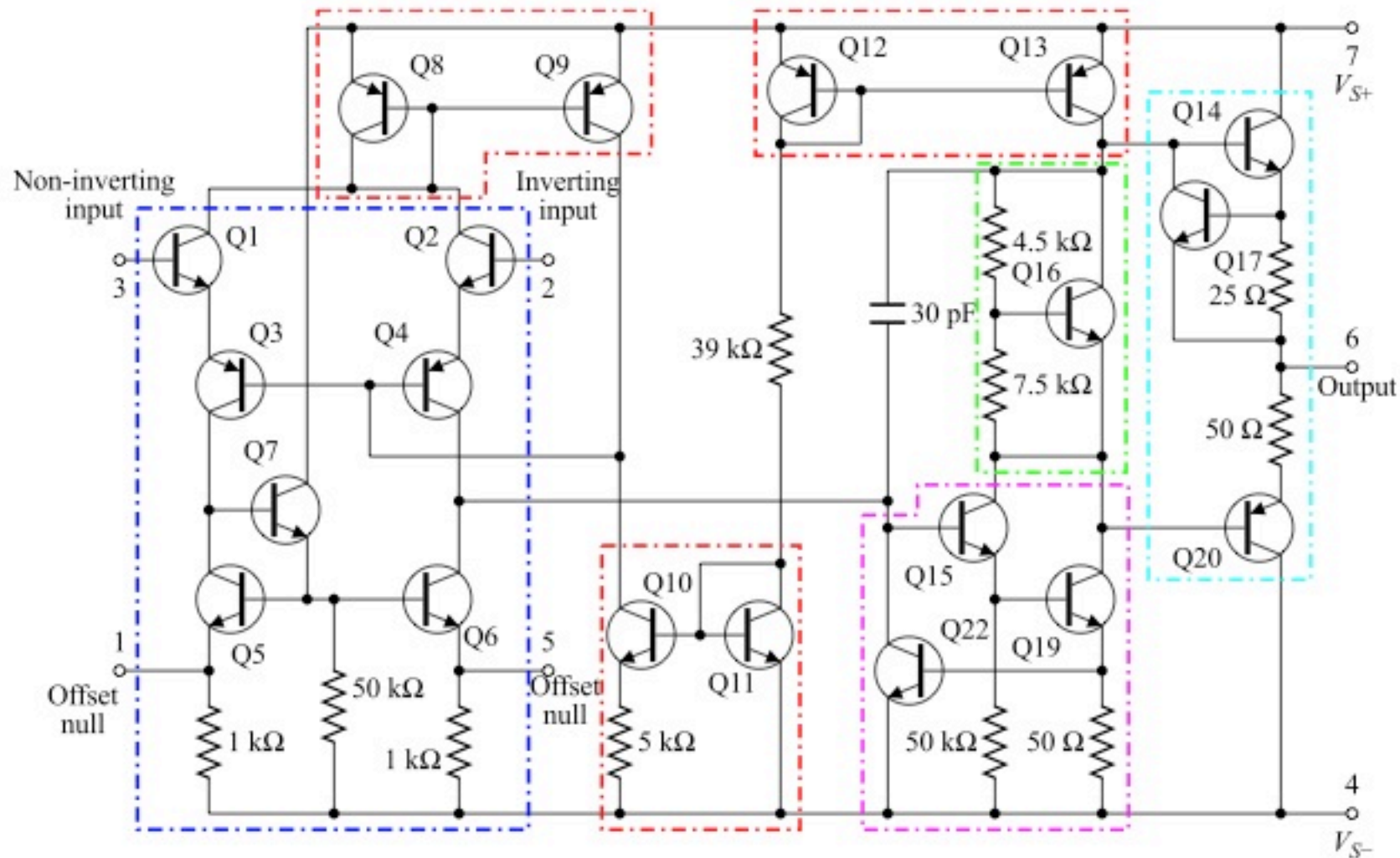


Dagens föreläsning

- Operationsförstärkare
 - Kretsexempel och repetition
- Val av komponenter vid konstruktion

OP 741

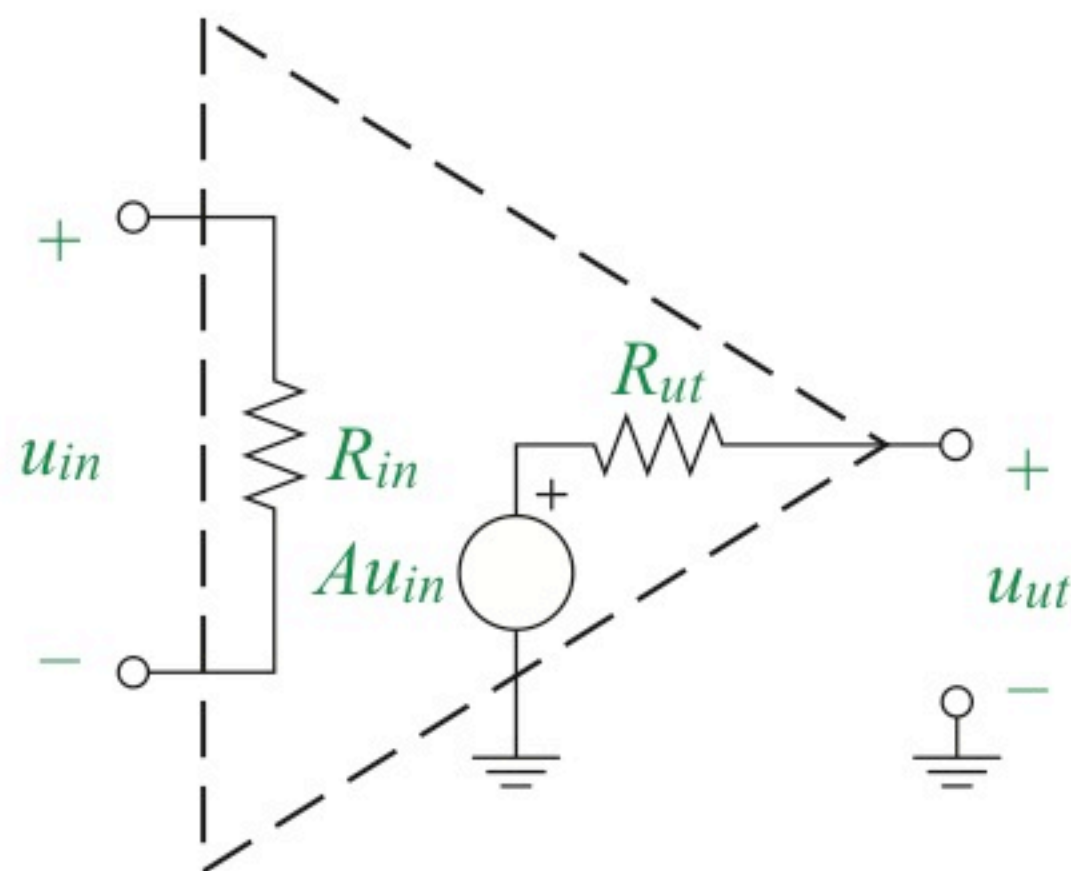
- Se https://en.wikipedia.org/wiki/Operational_amplifier



© WvBraun at Wikipedia

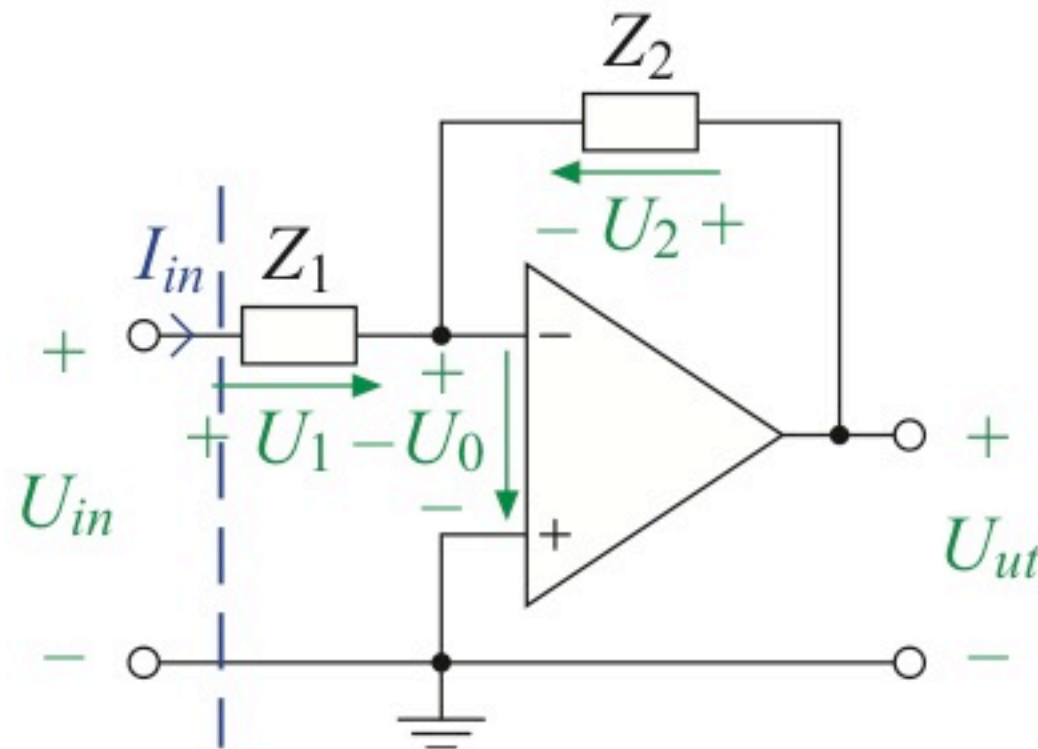
Modell av OP-förstärkare

- Ersätt transistorkretsen med en enklare modell för beräkningar



Spänningar och inimpedans

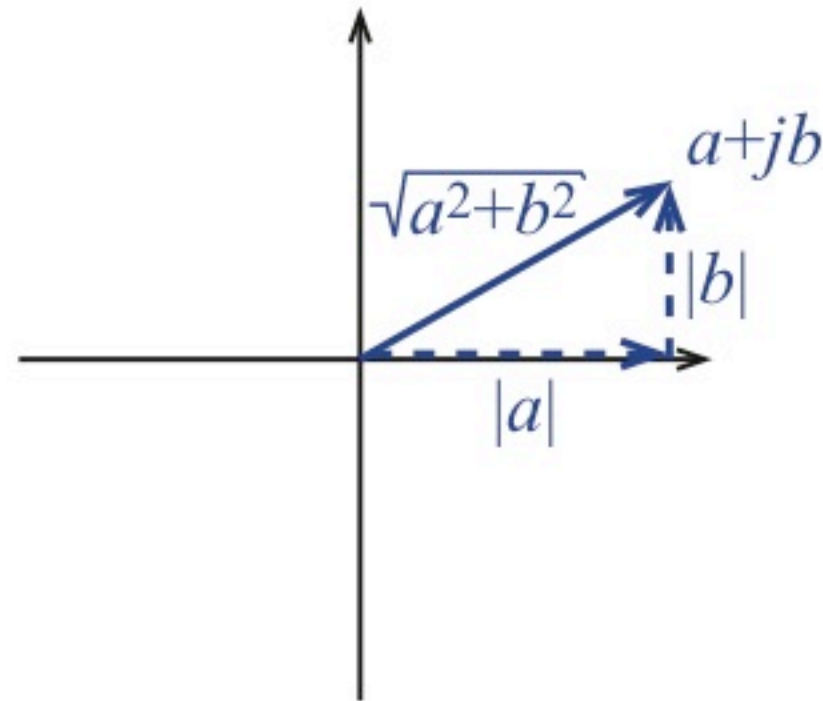
- Utspänningen kan tecknas genom att summera spänningar



- Hur beräknas inimpedansen? $Z_{in} = \frac{U_{in}}{I_{in}}!$
- Hur beräknas utimpedansen?
 - Bestäm inre resistansen med t ex tvåpolssatsen

Belopp av komplext tal

- Beloppet av ett komplext tal kan beräknas med Pythagoras sats

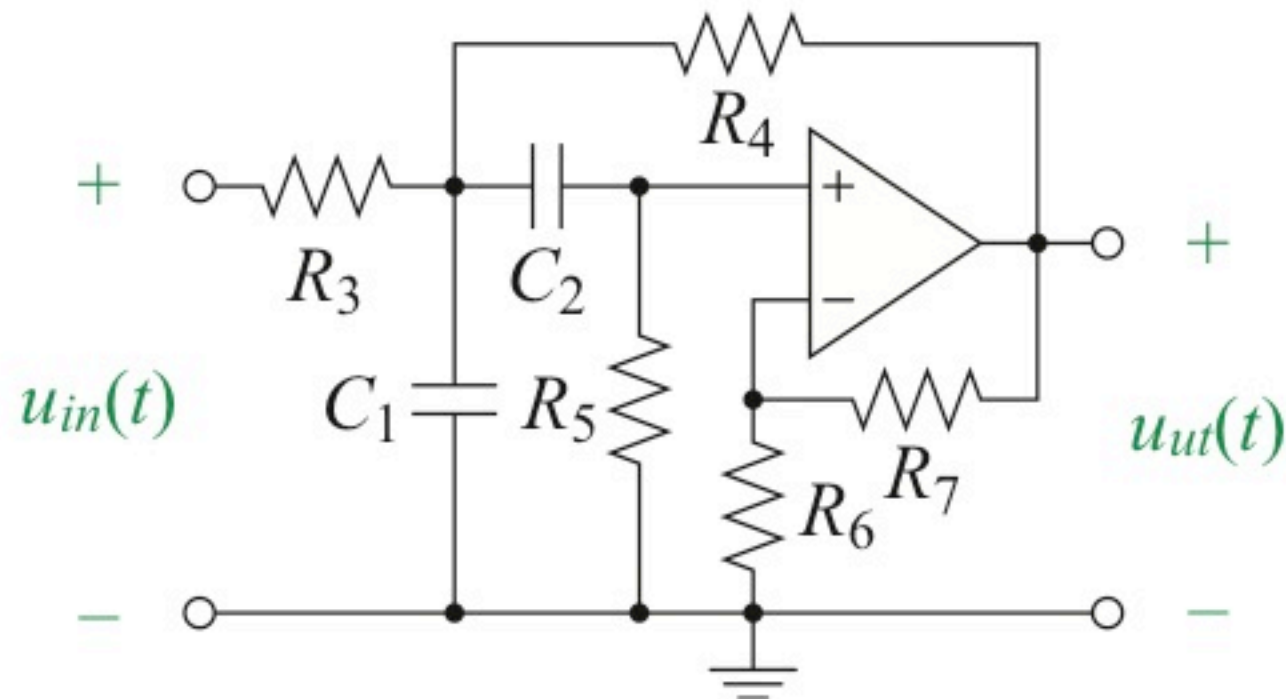


- ...eller algebraiskt genom multiplikation med komplexkonjugatet

$$(a + jb)(a - jb) = a^2 + b^2 \Rightarrow |a + jb| = \sqrt{(a + jb)(a - jb)}$$

Det aktiva bandpassfiltret

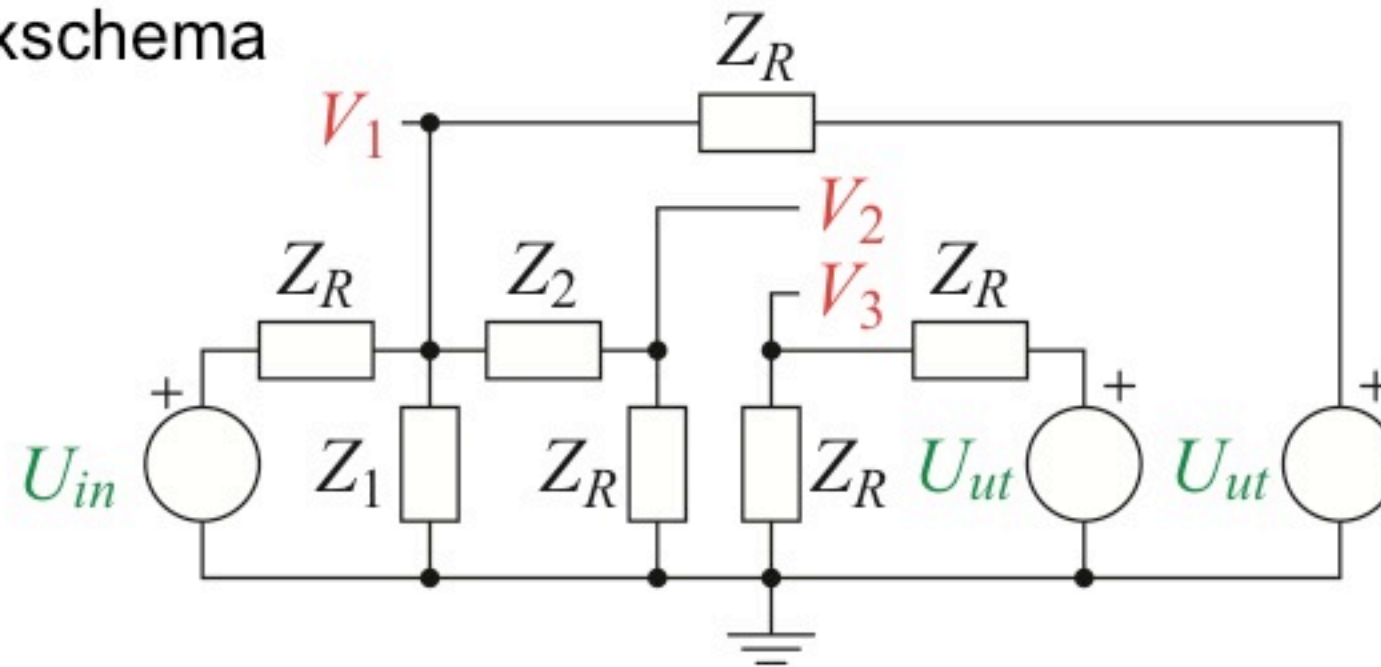
- Kretsschemat för bandpassfiltret



- Räkna ut C_1 och C_2 så att undre gränsfrekvensen blir 300 Hz och den övre 3400 Hz då $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 1 \text{ k}\Omega$

Överföringsfunktion

- Komplexschema



- Nodanalys samt $V_3 = V_2$ ger

$$\frac{U_{ut}}{U_{in}} = \frac{1}{\frac{Z_R}{2Z_1} + \frac{Z_2}{2Z_1} + \frac{1}{2} + \frac{Z_2}{Z_R}}$$

Amplitudkaraktistik

- Sätt in impedanser och snygga till

$$H(\omega) = \frac{U_{ut}}{U_{in}} = \frac{1}{\frac{C_1 + C_2}{2C_2} + j\left(\frac{\omega RC_1}{2} - \frac{1}{\omega RC_2}\right)}$$

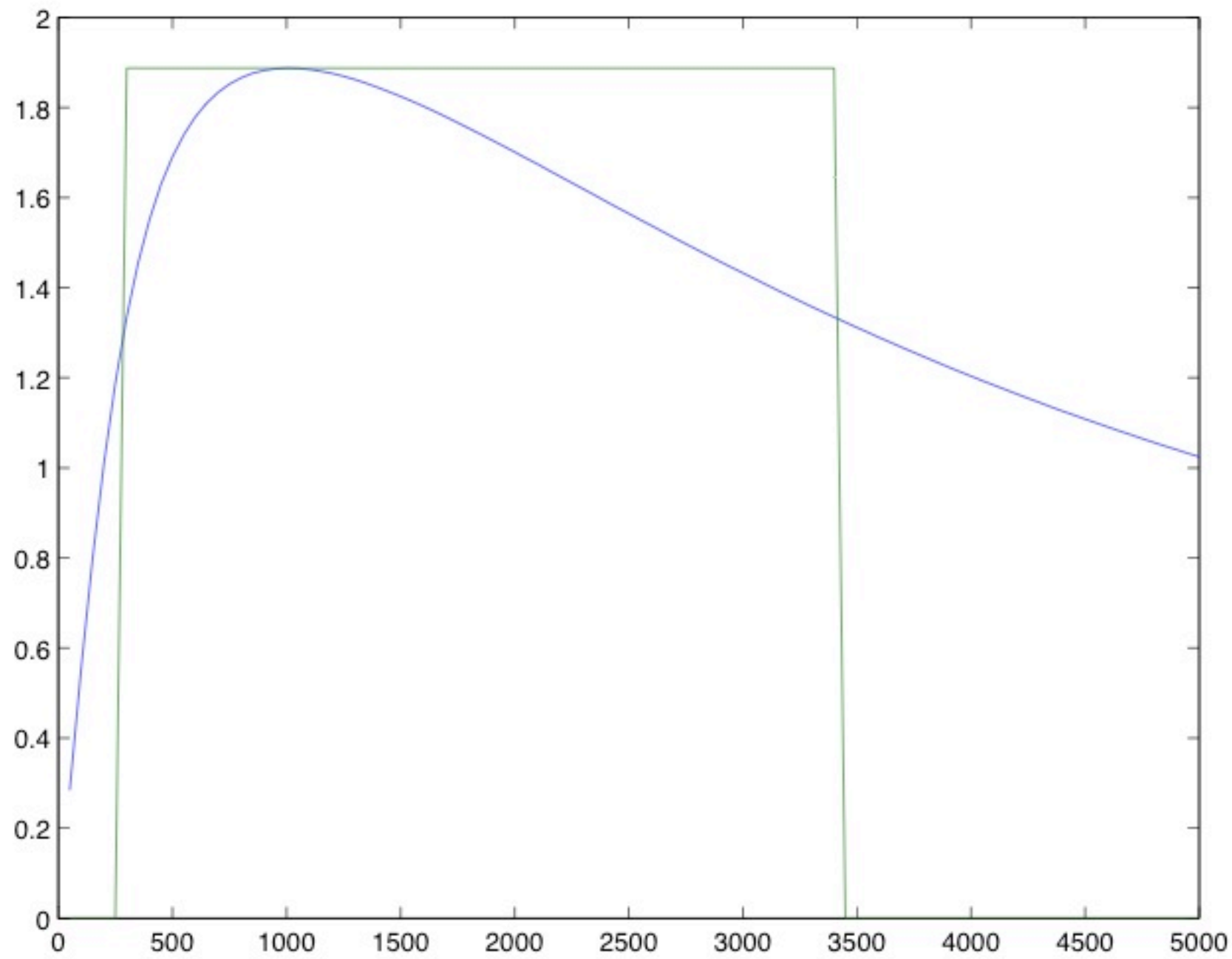
- Amplitudkaraktistik

$$H(\omega) = \frac{U_{ut}}{U_{in}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{C_1 + C_2}{2C_2}\right)^2 + \left(\frac{\omega RC_1}{2} - \frac{1}{\omega RC_2}\right)^2}}$$

Matlab-kod

```
R = 1000; C1 = 54.4e-9; C2 = 913e-9;    % komponentvärden
for k = 1:100                          % ta 100 steg
    f = 50*k; w = 2*pi*f;              % från 50 Hz till 500 kHz
    H = 1/sqrt(((C1+C2)/(2*C2))^2+(w*R*C1/2-1/w/R/C2)^2);
    x(k)=f; y(k)=H;                    % spara steg & amplitud
end
Hmax = max(y);                         % beräkna maxamplitud
z = Hmax*(y>Hmax/sqrt(2));             % beräkna passband
plot(x,y,x,z);                        % plotta H & passband
```

Matlab-plot

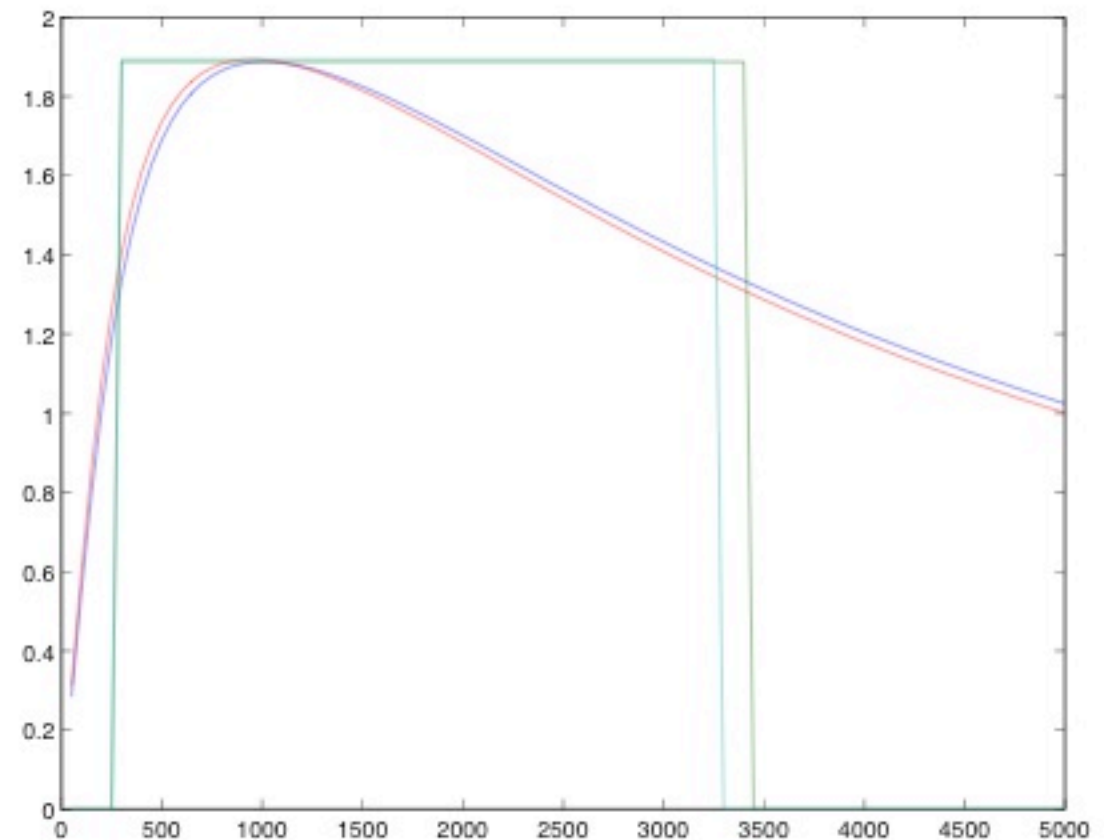


Komponentserier

- Ex-serie: x exponentiellt ökande komponentvärden per dekad
 - E6 : 10 15 22 33 47 68
 - E12: 10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82
 - E24: ...

- BP-filter med E12-värden

- $C_1 = 56 \text{ nF}$
- $C_2 = 1 \text{ }\mu\text{F}$
- Amplitud plottad med
röd linje till höger



Arbetsgång i projektet

- Beräkna komponentvärden för ditt aktiva filter
- Lab 4a — Simulera gränsfrekvenser med
 - noggranna komponentvärden, samt
 - avrundade komponentvärden till E12 för R och E6 för C
- Lab 4b — koppla upp filtret och
 - mät frekvenskurva
 - mät gränsfrekvenser
 - filtrera musik och reflektera över resultatet
- Lämna in skriftlig redogörelse enligt beskrivning i uppgiften