SINUS IN – SINUS UT

$$x[n] = \cos(2\pi\nu_0 n) \longrightarrow \boxed{H(z)} \longrightarrow y[n] = A_H \cos(2\pi\nu_0 n + \varphi_H)$$

$$x[n] = e^{j2\pi\nu_0 n} \qquad y[n] = H(\nu_0)e^{j2\pi\nu_0 n} = A_H e^{j(2\pi\nu_0 n + \varphi_H)}$$

KTH Electrical Engineering

Förstärkning: $A_H = |H(\nu_0)|$

Fasförskjutning: $\varphi_H = \angle\{H(\nu_0)\}$

Specialfall, konstant signal ($\nu_0 = 0$): $x[n] = C \implies y[n] = H(\nu = 0)C$

$H(\nu) = \mathcal{F}\{h[n]\}$ kallas systemets **frekvensfunktion**

HUR PLOTTA SYSTEMEGENSKAPER I MATLAB

```
z=tf('z'); % Skapa överföringsfunktion motsv. H(z)=z.
H=(z-1)/(z^2+0.81) % Skapa annan överföringsfunktion.
H=tf([1 -1],[1 0 0.81], -1) %Alt. ange koeff. i B(z),A(z)
pzplot(H) % Pol-/nollställediagram
bode(H) % Bode-diagram
impulse(H) % Impulssvar
[y,n]=impulse(H); stem(n,y) % Impulssvar, snyggare plot
step(H) % Stegsvar
[y,n]=step(H); stem(n,y) % Stegsvar, snyggare plot
```

KTH Electrical Engineering

Testa själva, med dessa samt zeropole_demo_discrete från hemsidan!

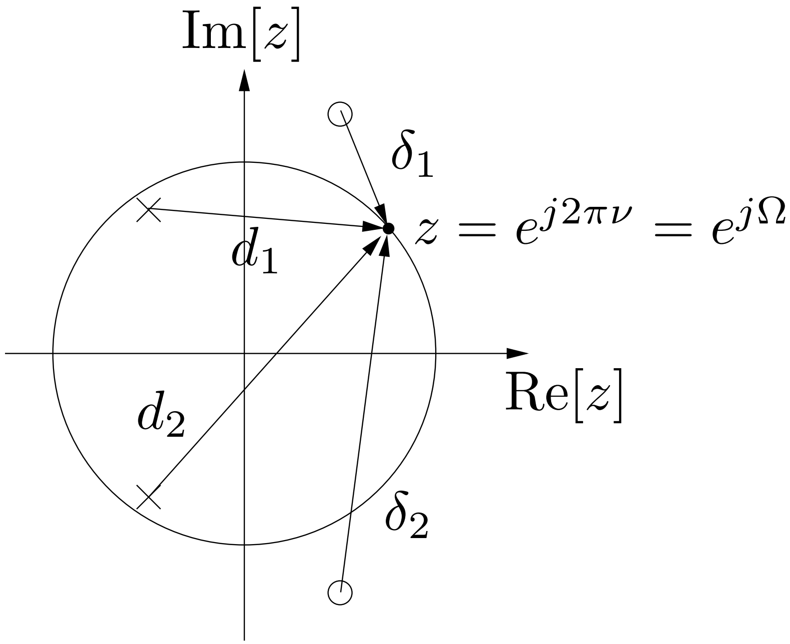
HUR SKISSA BODE-DIAGRAM?

$$H(z) = C\frac{(z-n_1)(z-n_2)\dots(z-n_N)}{(z-p_1)(z-p_2)\dots(z-p_M)}$$

Nollställen: $n_1, n_2, \dots, n_N$.

Poler: $p_1, p_2, \dots, p_M$.

KTH Electrical Engineering



$$|H(\nu)| = |C|\frac{\overbrace{|e^{j2\pi\nu}-n_1|}^{\delta_1}\dots\overbrace{|e^{j2\pi\nu}-n_N|}^{\delta_N}}{\underbrace{|e^{j2\pi\nu}-p_1|}_{d_1}\dots\underbrace{|e^{j2\pi\nu}-p_M|}_{d_1}}$$

$$= |C|\frac{\delta_1\delta_2\dots\delta_N}{d_1d_2\dots d_M}$$

DESIGNPRINCIPER, DIGITALA FILTER

KTH Electrical Engineering

- Poler inuti enhetscirkeln för stabilitet.
- Poler nära enhetscirkeln för frekvenser som ska förstärkas.
- Nollställen nära (eller på) enhetscirkeln för frekvenser som ska undertryckas.
- Minst lika många poler som nollställen (för kausala och stabila filter).

FASEGENSKAPER

KTH Electrical Engineering

- Filter med **linjär fas**, $\angle\{H(\nu)\} = -K\nu$ ger samma tidsfördröjning $N = K/(2\pi)$ för alla frekvenskomponenter, om $N = K/(2\pi)$ är ett heltal!
- Kan tolkas som ett slags tidsfördröjning även om inte $N = K/(2\pi)$ är ett heltal.
- **Grupplöptid** $\tau(\nu) = -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial\nu}\angle\{H(\nu)\} = -\frac{\partial}{\partial\Omega}\angle\{H(\Omega)\}$ anger "tidsfördröjningen" för frekvenskomponenter med normaliserad frekvens ν.
- FIR-filter med symmetriskt impulssvar $h[n - n_0] = h[n_0 - n]$ har linjär fas $\angle\{H(\nu)\} = -2\pi n_0$, motsvarande tidsfördröjning n_0.
  Vanlig design-strategi!