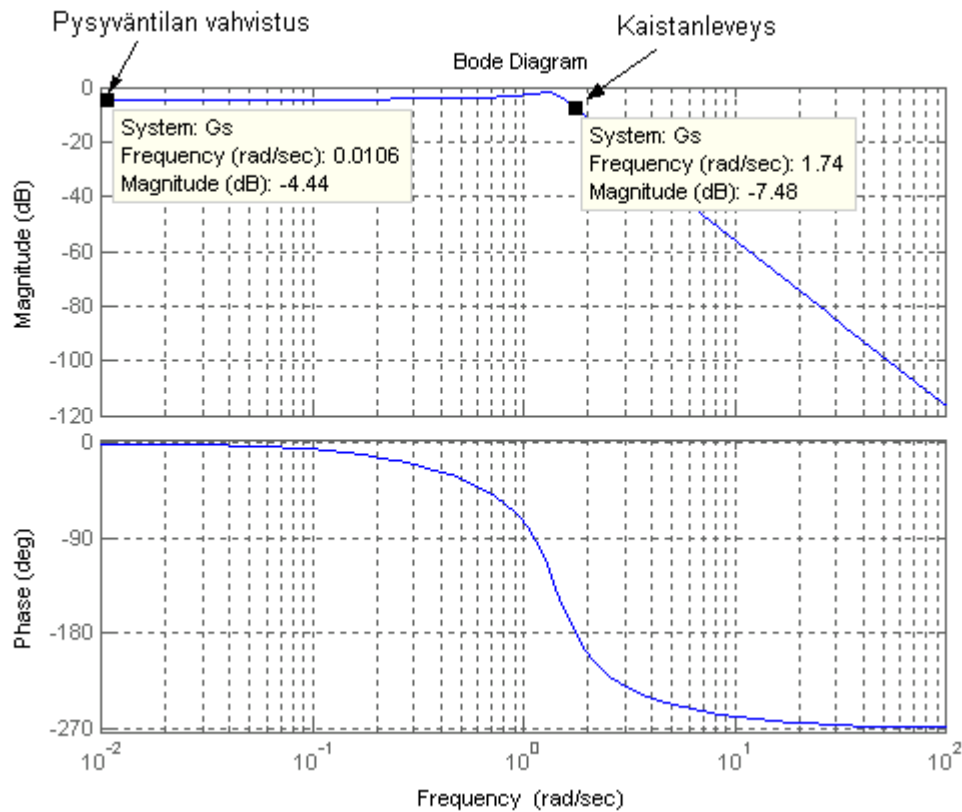


Bode-diagrammi

- Avaa m-file *bode.m*
- Käydään tässä esimerkissä läpi Bode-diagrammin luomista MatLabilla
- Huom! Seuraa esimerkkiä edetessäsi koko ajan valmista m-fileä
- Olkoon systeemin **avoimen** piirin siirtofunktio muotoa:

$$G(s) = \frac{1.5}{s^3 + 2s^2 + 3s + 1}$$

- Piirretään systeemin Bode-diagrammi *bode* käskyn avulla. (Huom! Bode piirretään avoimen piirin siirtofunktiolle)
- Mitä asiota Bode-diagrammista pystytään lukemaan?
- Kuinka Bode-diagrammista luetaan vaihe- ja vahvistusvarat?
 - Vaihevarahan oli vaihekäyrän etäisyys -180 deg tasosta sillä taajuudella, jolla vahvistus leikkaa 0 dB tason
 - Ja vahvistusvara oli vahvistuskäyrän etäisyys 0 dB tasosta, sillä kulmataajuudella, jolla vaihekäyrä leikkaa -180 deg tason.
- MatLabilla vaihe- ja vahvistusvara voidaan selvittää suoraan *margin* käskyn avulla.
- Koeta määrätä systeemin vaihe- ja vahvistusvara ensin Bodesta-diagrammista suoraan ja tarkista saiko saman vastauksen, kuin *margin* käsky antaa.
- Ajetaan m-file, jolloin tulisi muodostua kolme ikkunaa: ensimmäiseen pelkkä Bode-diagrammi ja toiseen samainen Bode, johon on lisäksi merkitty vaihe- ja vahvistusvarat. Kolmanteen ikkunaan tulisi muodostua suljetun systeemin bode, jota tarvitsemme myöhemmin.
- Kuvan perusteella vaihevaraksi tulisi saada noin 110 ° ja vahvistusvaraksi noin 10 dB.
- **Suljetun systeemin bodesta** voidaan lukea systeemin kaistanleveys ja jatkuvuustilan vahvistus.
- Muodostetaan ensin suljetun systeemin siirtofunktio G_s ja piirretään sille Bode-diagrammi.
- Seuraava kuva selvittää, kuinka jatkuvuustilan vahvistus ja kaistanleveys luetaan Bode-diagrammista.



Kuva 1. Pysyväntilan vahvistuksen ja kaistanleveyden määrittäminen Bode-diagrammista.

- Jatkuvuustilan vahvistus luetaan kohdasta, jossa kulmataajuus on mahdollisimman pieni. Tässä tapauksessa jatkuvuustilan vahvistus näyttäisi olevan noin -4,5dB
- Kaistanleveys taas luetaan kohdasta, jossa vahvistus on jatkuvuustilan vahvistus - 3dB, eli tässä tapauksessa -4,5 dB-3 dB = -7,5 dB. Tässä kohdassa kulmataajuus näyttää olevan noin 1,74 rad/s. Tästä saadaan taajuudeksi $\frac{1,74}{2\pi}$ Hz=0,24 Hz . Eli saadaan kaistan leveydeksi noin 0,24Hz.