

Intelligens Fejlesztőeszközök - 10. beadandó

Burian Sándor

November 2022

1 feladat

A Duffing egyenlet:

$$\ddot{q} = \alpha q + \delta \dot{q} + \beta q^3 + u \quad (1)$$

melyekhez paraméterek az exact rendszerhez:

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 \\ \delta &= 0.2 \\ \beta &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

A rendszer közelítő modell, (u):

$$u = \ddot{q} - \alpha q - \delta \dot{q} - \beta q^3 \quad (3)$$

melyekhez paraméterek a közelítő egyenlethez:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.8 \\ \delta &= 0.1 \\ \beta &= 0.9 \end{aligned} \quad (4)$$

1.1 Nominális trajektória:

$$q^N = A \sin(\omega t) \Rightarrow \dot{q}^N = A \omega \cos(\omega t) \quad (5)$$

ahol a ciklusidő $1e-3$ és a szimuláció hossza $2e4$
paraméterek az egyenlethez:

$$A = 2$$

$$\omega = 0.5$$

Ehhez kifejtve a nominálisok:

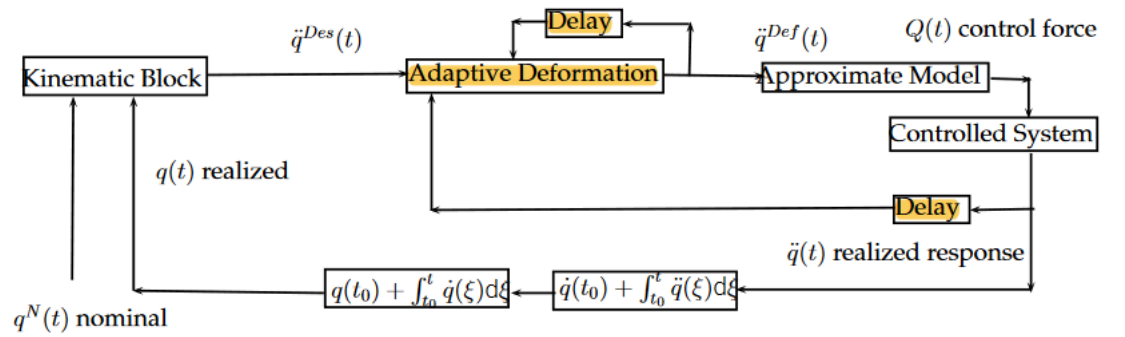
$$\begin{aligned} q^N &= A \sin(\omega t) \\ \dot{q}^N &= A \omega \cos(\omega t) \\ \ddot{q}^N &= -A \omega^2 \sin(\omega t) \end{aligned} \quad (6)$$

és a nominálisok, azaz a deriváltak:

1.2 Hiba:

$$\begin{aligned} h_q &= q^n - q \\ \dot{h}_q &= \dot{q}^n - \dot{q} \end{aligned} \quad (7)$$

1.3 megoldás felépítése:



kinematikai blokk:

$$\left(\frac{d}{dt} + \Delta\right)^3 h_{int} \Rightarrow \left(\sum_{k=0}^3 \binom{3}{k} a^{3-k} b^k\right) h_{int}$$

$$0 = \Delta^3 h_{int} + 3\Delta^2 \dot{h} + 3\Delta \ddot{h} + \ddot{h} \quad (8)$$

ahol $q\ddot{q}^N - \ddot{q}^{Des}$ megfeleltethető \ddot{h} -nak, így, a kinematikai blokkot a \ddot{q}^{Des} al kifejezve:

$$q\ddot{Des} = \Delta^3 h_{int} + 3\Delta^2 (q^N - q) + 3\Delta (\dot{q}^N - \dot{q}) + \ddot{q}^N \quad (9)$$

kódban:

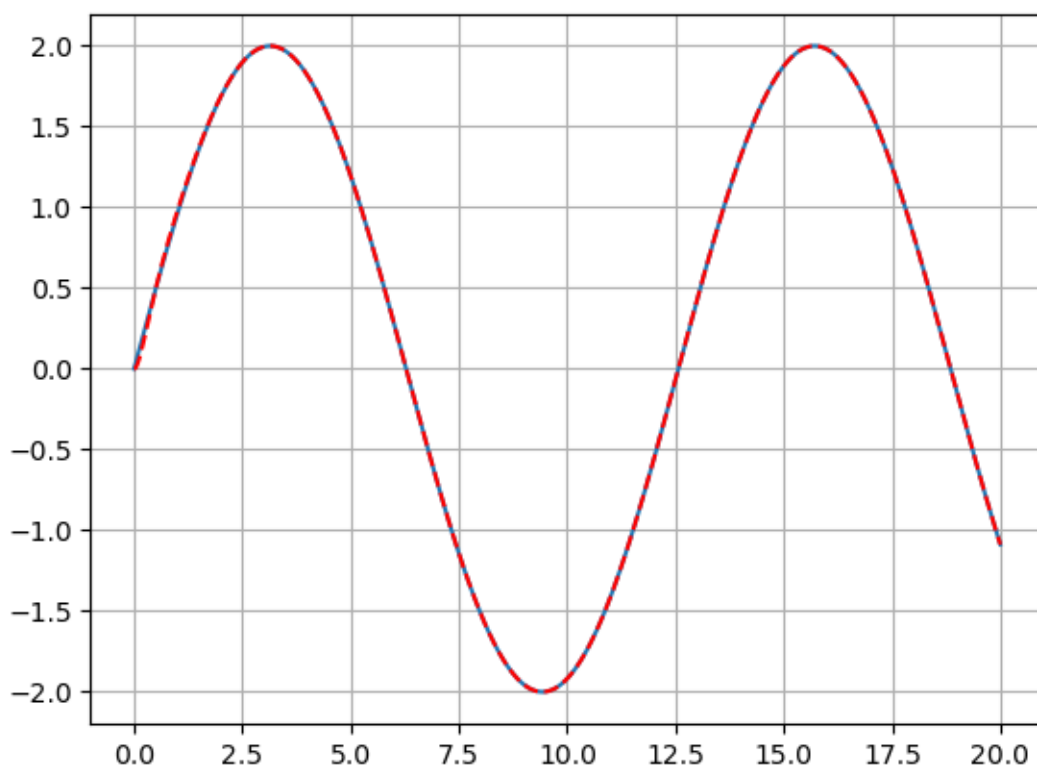
```
qDes_pp[i]=delta^3*hint+3*delta^2*(qN[i]-q[i])+3*delta*(qN_p[i]-q_p[i])+qN_pp[i]
```

Plotok:

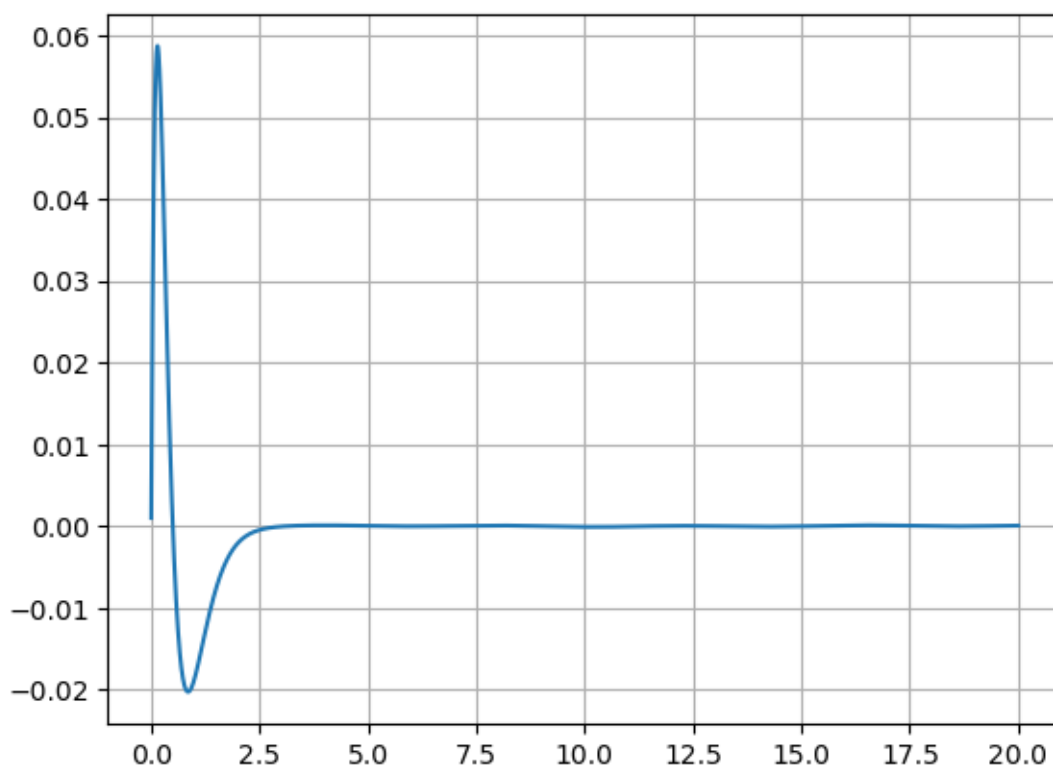
A q és q^N az idő függvényében, a korábban megadott $\omega = 0.5$ és $A_{mpl} = 2$ paramétereket használva, valamint

$$K = 1e5A = 1e - 5B = -1\Delta = 4 \quad (10)$$

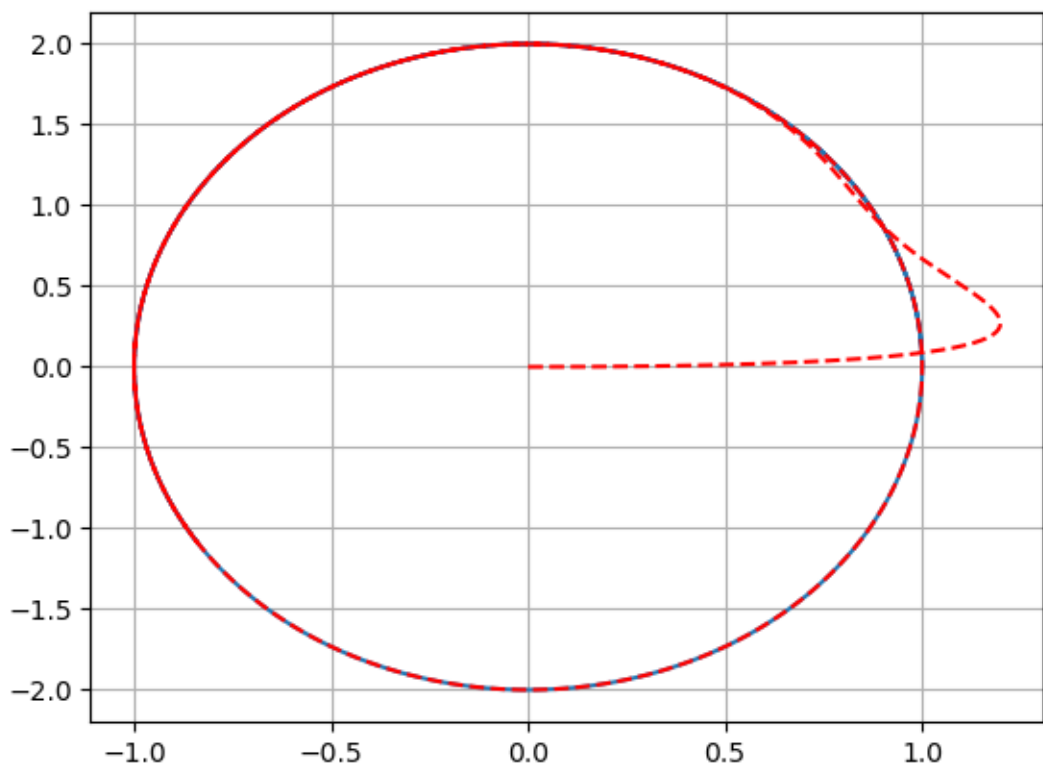
Kezdeti feltételeket nem használva, azaz mikor $q_0 = 0$ értéket adunk meg:



A nominális trajektória és realizált trajektória.



jól látható a kiugró hiba a kezdeti feltétel optimalizálatlan volta miatt.



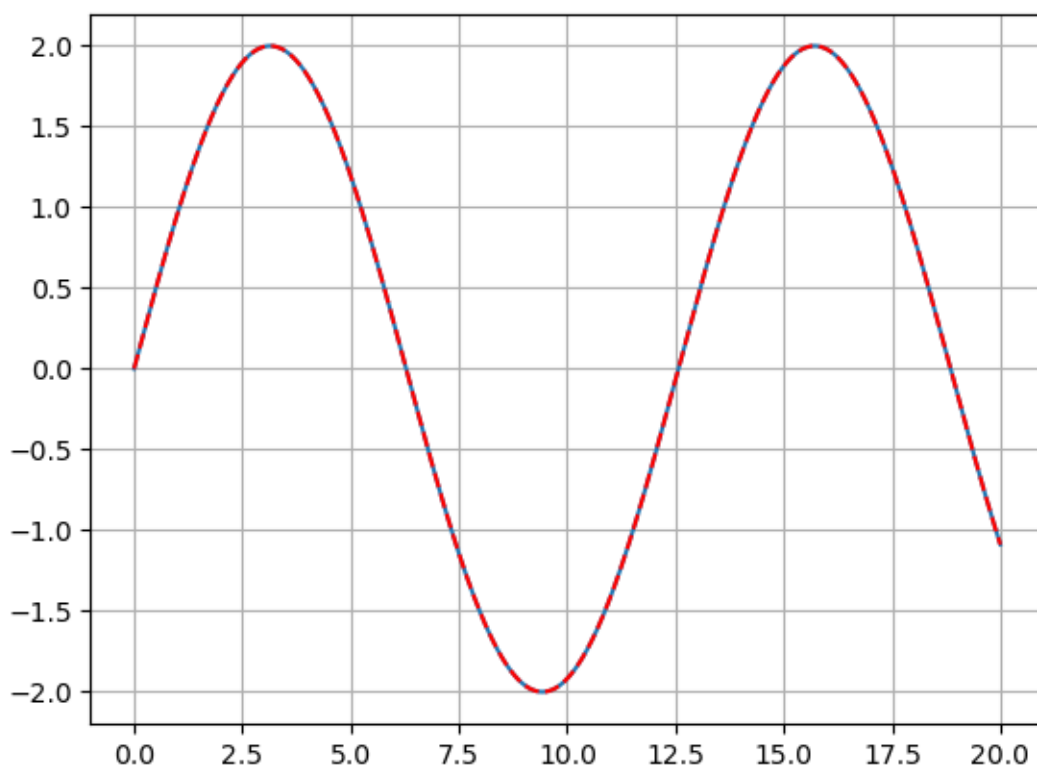
A vezérlés fázisa kiugrik a kezdei érték helytelen mivolta miatt, majd beáll a fázistér állapotába. Az ábra az idő függvényében értelmezendő.

Azonban kezdeti feltételnek az alábbi értékeket adva:

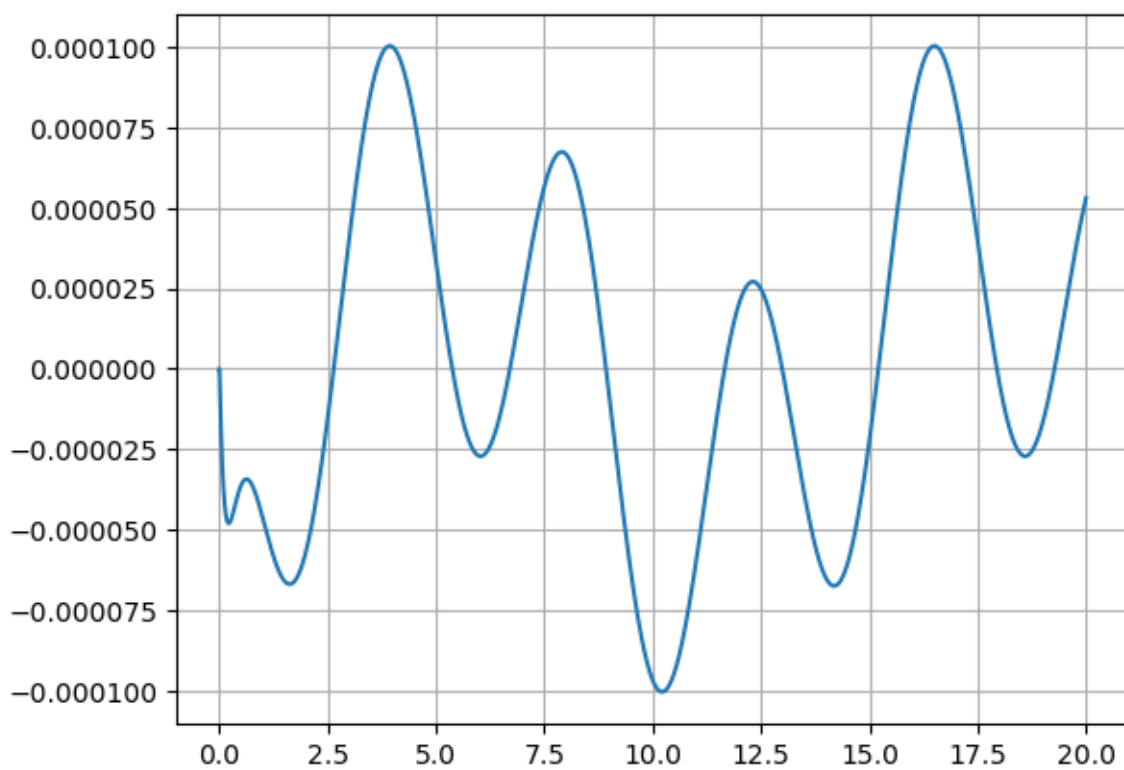
$$q = A_{mpl} \sin(\omega \delta t) \quad (11)$$

valamint

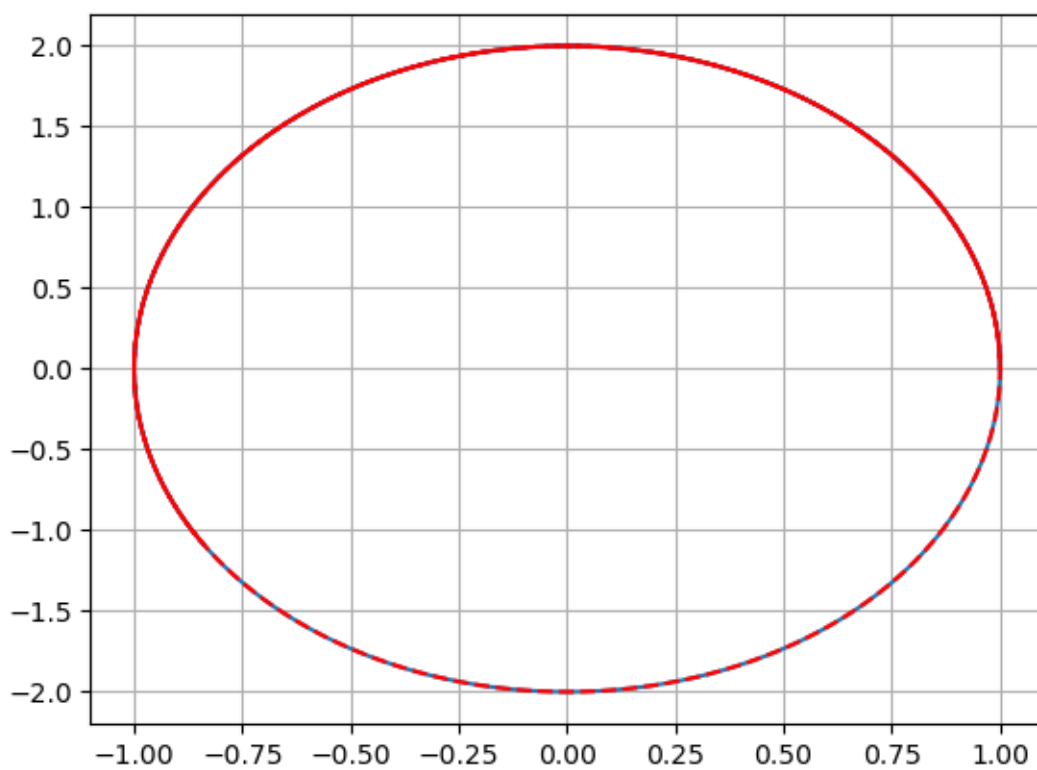
$$\dot{q} = A_{mpl} \cos \omega(\omega \delta t) \quad (12)$$



A fenti ábrán a nominálsí és realizált trajktória egybeesése látható.



Az előbbi ábrán a követési hiba látható, azaz az idő függvényében a nominális és a valós trajektoriák közötti alacsony különbség.



A szabályozott fázistér és vezérlés fázisnak egybeesése látható, ami a kezdeti érték szabályozása okán lesz ilyen egyenletes: