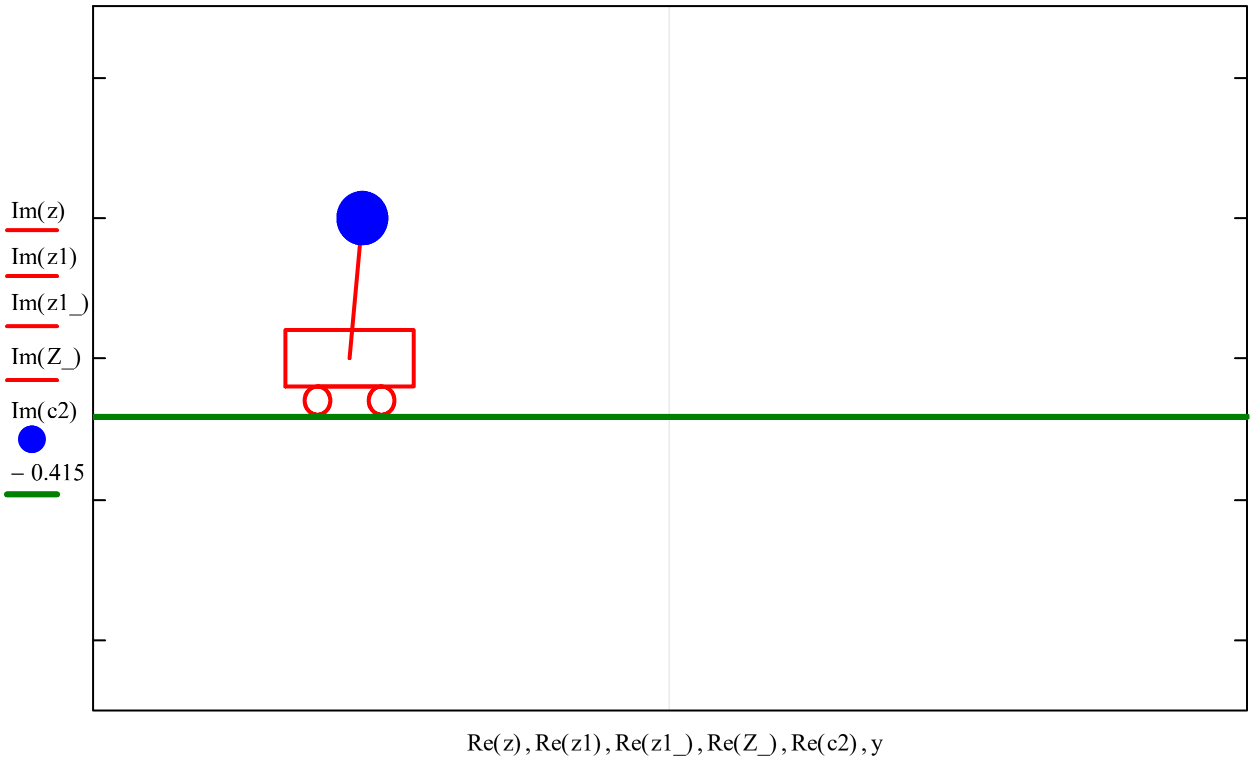
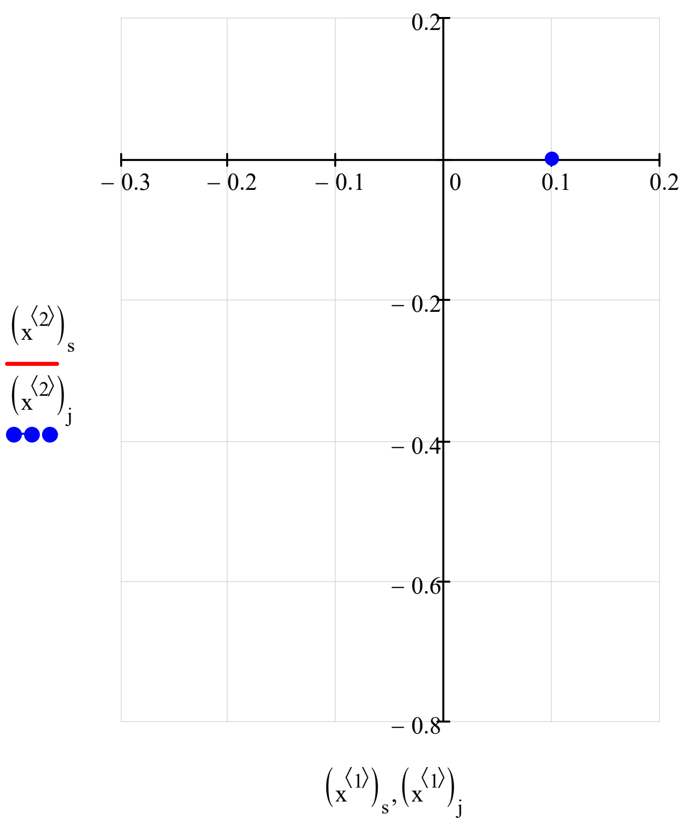
$z1 := \left[\left(x^{\langle 3 \rangle}\right)_j \;\; z1\_ \right]^T$ $\qquad t := -a, -a + 0.001 \,..\, a$ $\qquad to := \left(x^{\langle 3 \rangle}\right)_j$

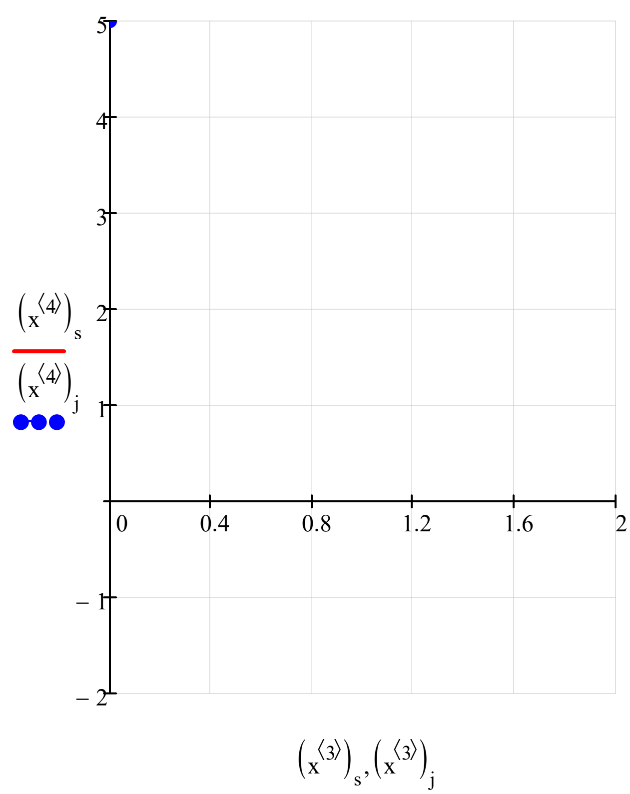
$tt_i := \frac{2 \cdot \pi}{N} \cdot i$ $\qquad r := 0.1$ $\qquad$ радиус колёс

$c_i := r \cdot \sin(tt_i) + r \cdot i \cdot \cos(tt_i)$ $\qquad c2 := c + z1\_$ $\qquad y := -5, -5 + 1 \,..\, 7$ $\qquad s := 0 \,..\, j$

$z\_o := -(b + r) \cdot i + \frac{a}{2}$ $\qquad zo\_ := -(b + r) \cdot i - \frac{a}{2}$ $\qquad Z\_ := \mathrm{stack}(c + z\_o, c + zo\_) + \left(x^{\langle 3 \rangle}\right)_j$







Часть 3. Формируем желаемое расположение корней методом Аккермана

$$B = \begin{pmatrix} 0 \\ -0.333 \\ 0 \\ 0.333 \end{pmatrix} \qquad A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 11.667 & 0 & 0 & -2.333 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1.667 & 0 & 0 & 0.333 \end{pmatrix}$$

$$C := \mathrm{augment}\left(B, A\cdot B, A^2\cdot B, A^3\cdot B\right) = \begin{pmatrix} 0 & -0.333 & -0.778 & -4.148 \\ -0.333 & -0.778 & -4.148 & -10.457 \\ 0 & 0.333 & 0.111 & 0.593 \\ 0.333 & 0.111 & 0.593 & 1.494 \end{pmatrix}$$

2) убеждаемся что ранг соответвует рангу исходной матрицы

$$\mathrm{rank}(C) = 4$$

3) Находим обратную матрицу, убеждаемся в её существовании (имеет место наблюдаемость системы)

$$C^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0 & 3.5 \\ 0.5 & 0 & 3.5 & 0 \\ 1.167 & -0.533 & 0.1 & -0.533 \\ -0.5 & 0.1 & -0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$$

4) Формируем желаемое расположение корней $\lambda2 := (-1 \;\; -1.2 \;\; -1.4 \;\; -1.6)^T$ желаемые корни

$$z(p) := \prod_{k=0}^{3} \left(p - \lambda2_k\right) \qquad z(p) \text{ expand } \rightarrow 8.528\cdot p + 10.04\cdot p^2 + 5.2\cdot p^3 + p^4 + 2.688$$ характеристическое уравнение

$I := \mathrm{identity}(4)$ единичная матрица

5) Формируем оптимальный коэффициент усиления

$$z(p) \left| \begin{matrix} \text{solve} \\ \text{float}, 5 \end{matrix} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} -1.0 \\ -1.4 \\ -1.6 \\ -1.2 \end{pmatrix}$$

$$z(A) \text{ expand } \rightarrow 8.528\cdot A + 10.04\cdot A^2 + 5.2\cdot A^3 + A^4 + 2.688$$

$$A := A$$

$$k1 := (0 \;\; 0 \;\; 0 \;\; 1)\cdot C^{-1}\cdot\left(8.528\cdot A + 10.04\cdot A^2 + 5.2\cdot A^3 + A^4 + 2.688\cdot I\right) \qquad k1 = (-46.016 \;\; -9.955 \;\; -0.806 \;\; 6.645)$$

Были

$$\lambda := \mathrm{eigenvals}(A) = \begin{pmatrix} 0 \\ -3.253 \\ 3.586 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Стали

$$Ac := A - B\cdot k1$$

$$\lambda1 := \mathrm{eigenvals}(Ac) = \begin{pmatrix} -1 \\ -1.2 \\ -1.4 \\ -1.6 \end{pmatrix}$$

Рисуем расположения новых и старых корней (собственных чисел)