

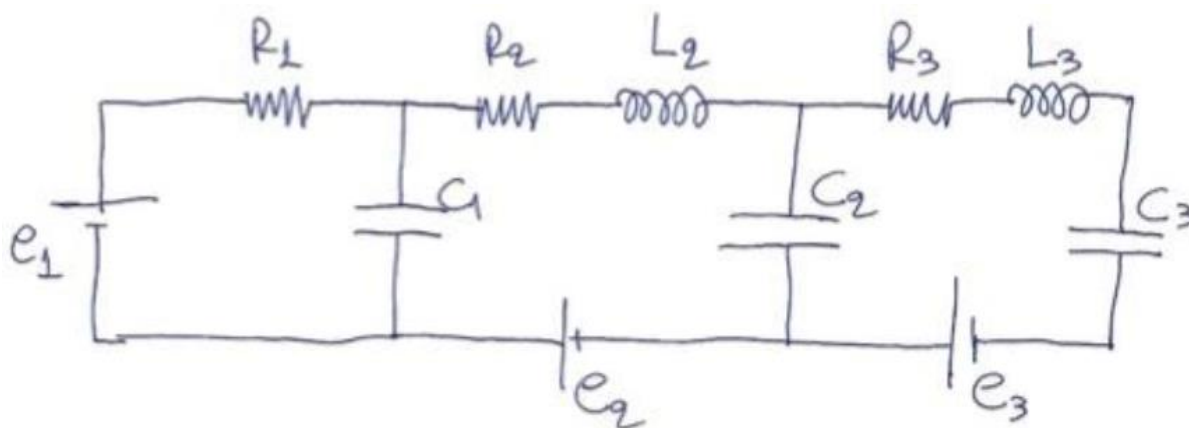
εργασία 3, μηχανοτρονική

υπολογισμοί μοντελοποίησης των φυσικών συστημάτων της προηγούμενης εργασίας

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΑΡΙΔΑΚΗΣ (MT53)

26/04/2020, ΧΑΝΙΑ

ερώτημα Α



- αποκρίσεις μόνο για είσοδο e_1 βαθμίδα μέτρου 1
- αποκρίσεις μόνο για είσοδο e_2 βαθμίδα μέτρου 12
- αποκρίσεις μόνο για κρουστική είσοδο e_3
- αποκρίσεις μόνο για ημιτονοειδή είσοδο e_2 όπου $V_p - p = 12 V$, $\bar{V} = 3 V$
- πόλους του συστήματος
- μηδενιστές του συστήματος
- κέρδη μόνιμης κατάστασης του συστήματος
- συντελεστές κέρδους του συστήματος
- λόγους απόσβεσης του συστήματος
- φυσικές συχνότητες του συστήματος
- χρονικές σταθερές του συστήματος
- φυσικές συχνότητες με απόσβεση του συστήματος
- διαγράμματα απόκρισης συχνότητας για 2 οποιεσδήποτε μεμονωμένες συναρτήσεις μεταφοράς
- γραφικά τα χαρακτηριστικά μεγέθη της μεταβατικής της απόκρισης σε είσοδο μοναδιαία βαθμίδα για 1 από τις 2 ΣΜ του προηγούμενου ερωτήματος

$$R_i \in [2, 22] \text{ k}\Omega = (22000, 12000, 2000)$$

$$C_i \in [10, 100] \mu F = (0.0001, 0.000055, 0.00001)$$

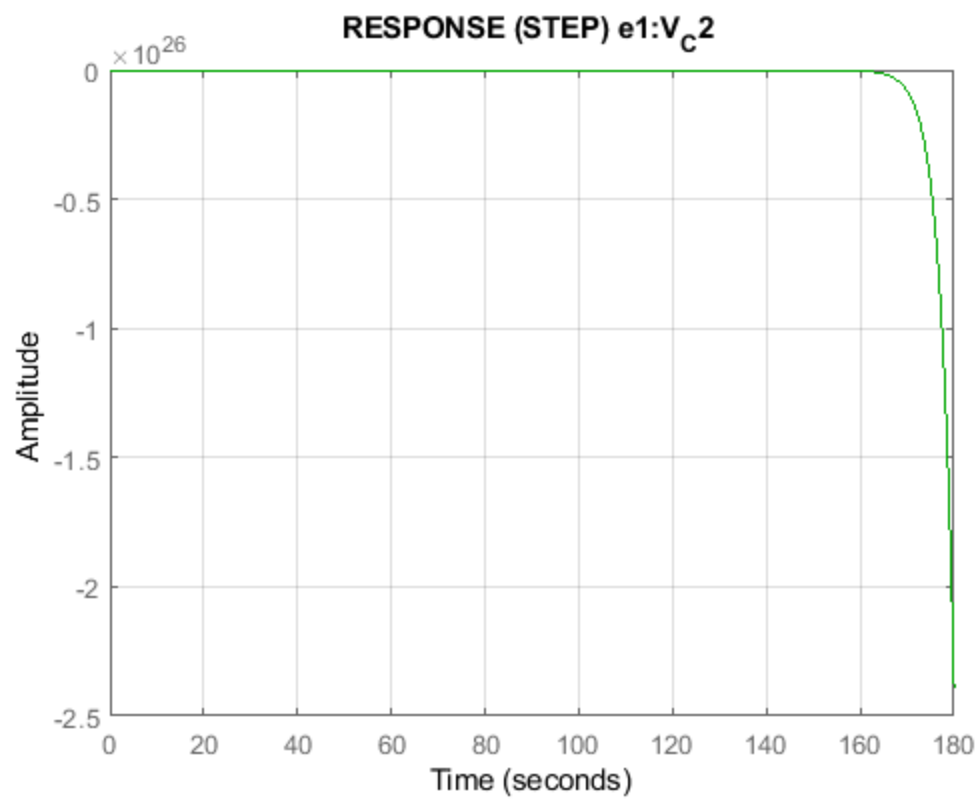
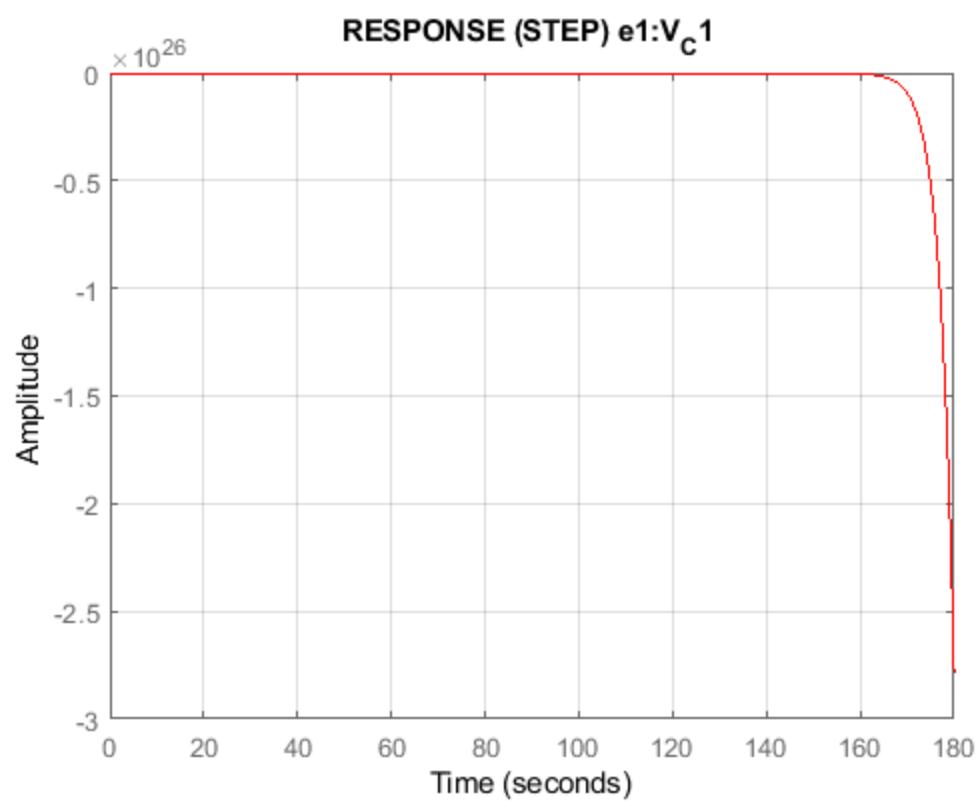
$$L_i \in [10, 100] \text{ mH} = (0.1, 0.01)$$

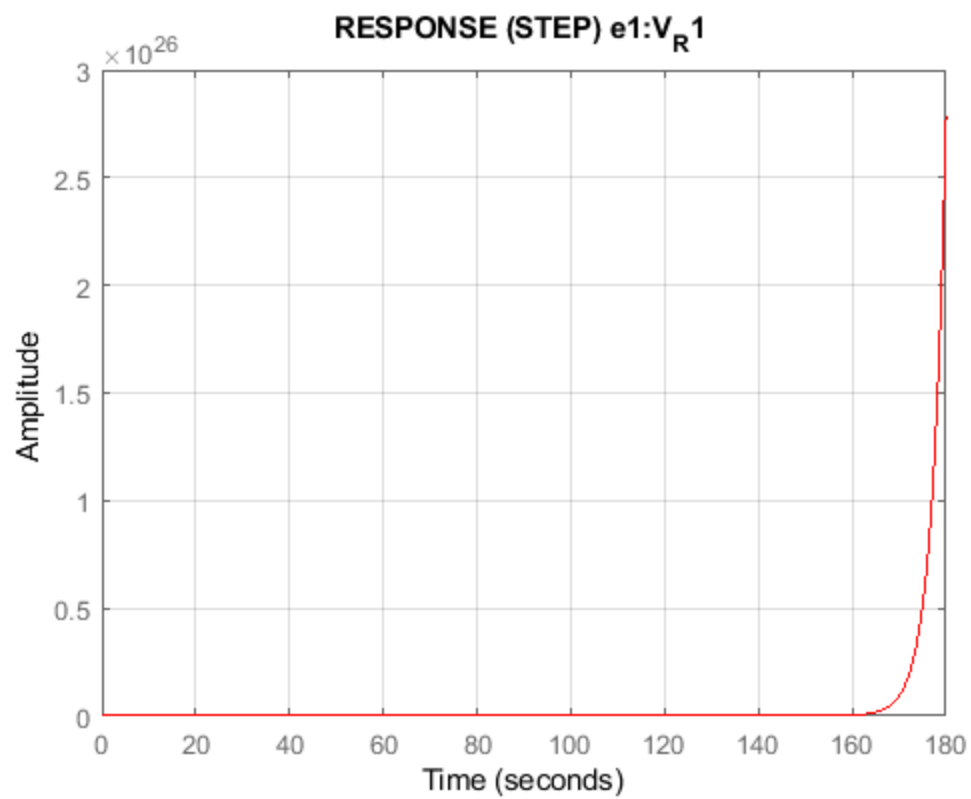
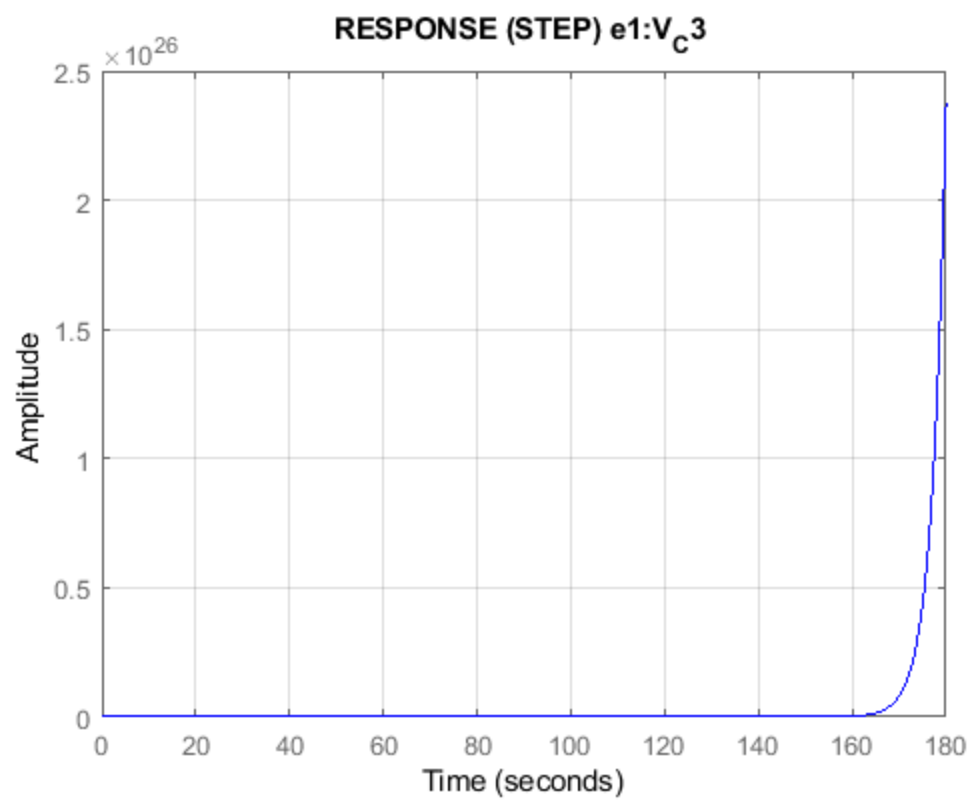
<https://github.com/float3rs/m>
<https://github.com/float3rs/m/blob/master/3/electrical.m>

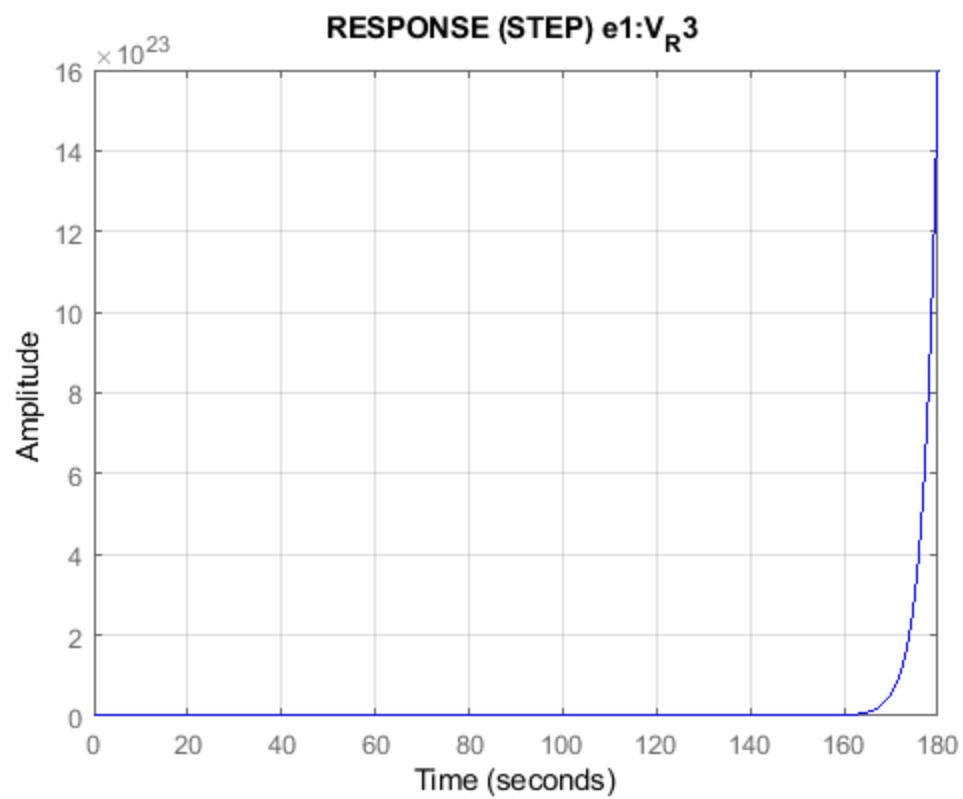
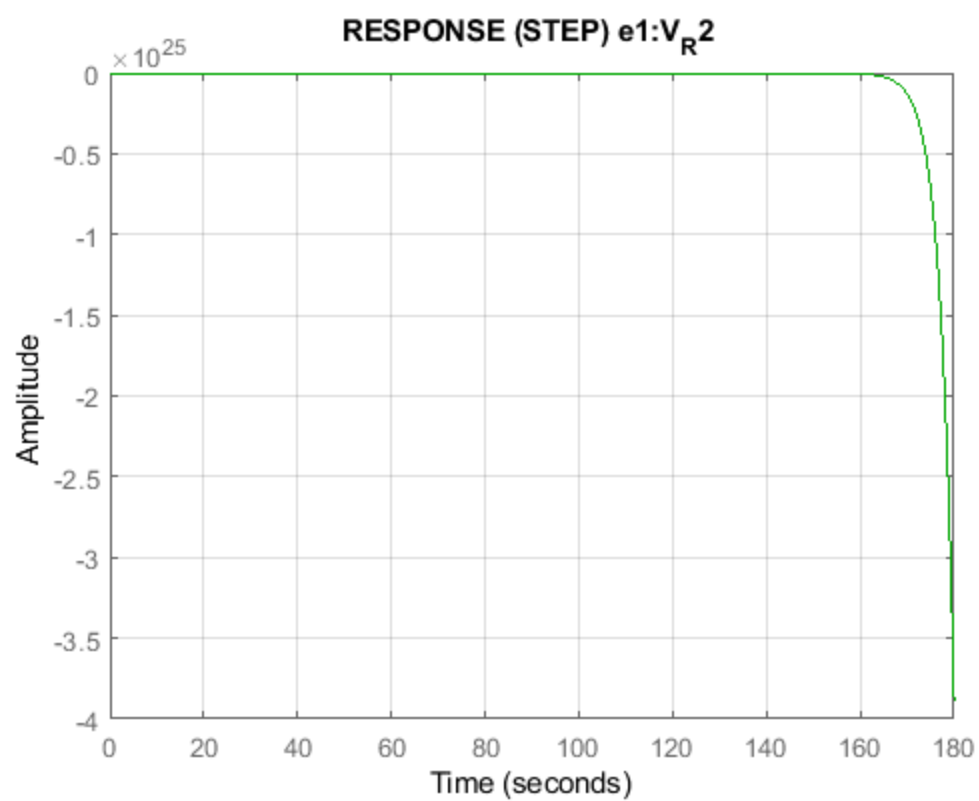
$$\dot{z} \equiv \begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \\ \dot{z}_4 \\ \dot{z}_5 \end{bmatrix} = A \cdot z + B \cdot v \equiv \begin{bmatrix} \frac{1}{C_1 R_1} & -\frac{1}{C_1} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{L_2} & -\frac{R_2}{L_2} & -\frac{1}{L_2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_2} & 0 & -\frac{1}{C_2} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{L_3} & -\frac{R_3}{L_3} & -\frac{1}{L_3} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{C_2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{1}{C_1 R_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{L_3} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix}$$

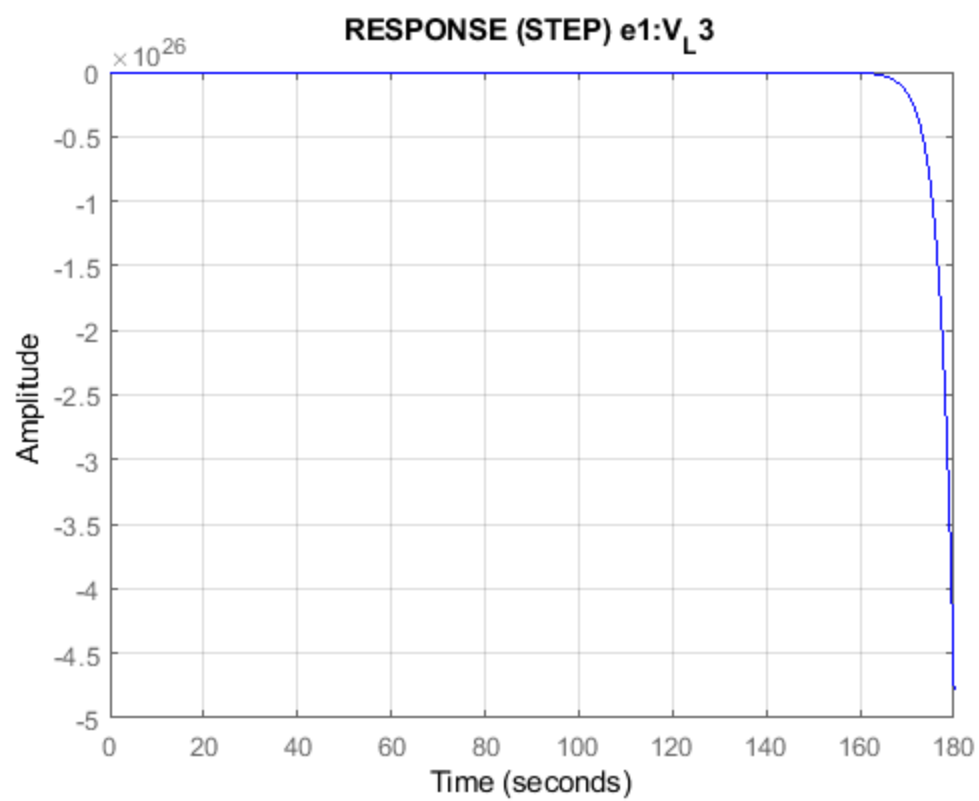
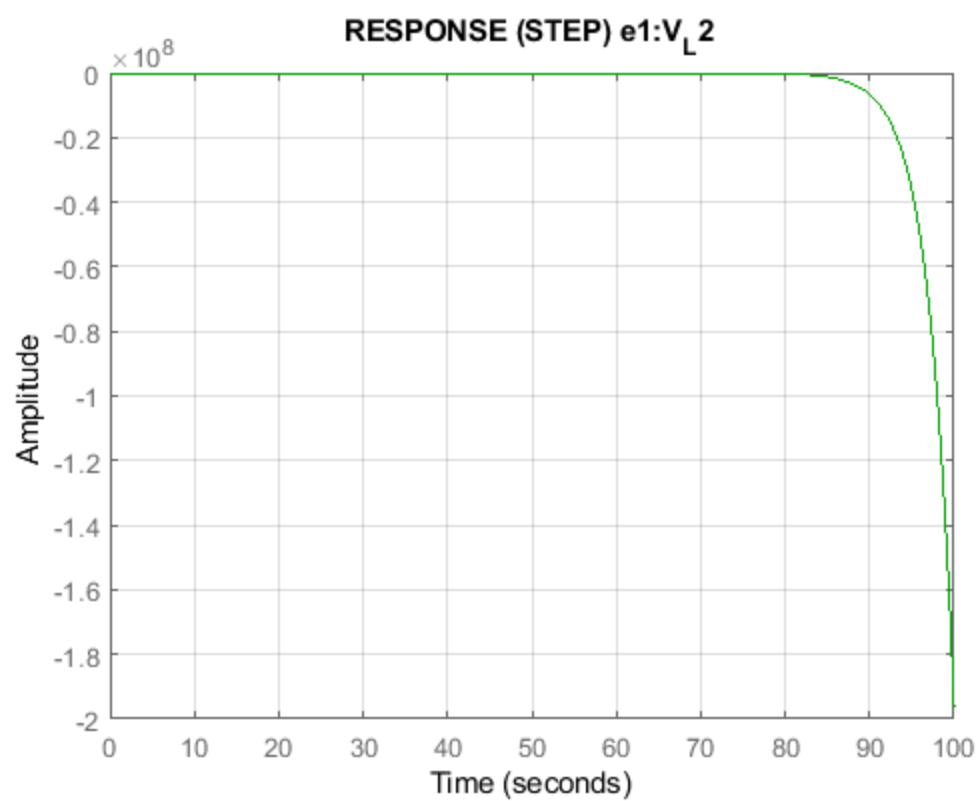
$$y \equiv \begin{bmatrix} v_{C1} \\ v_{C2} \\ v_{C3} \\ v_{R1} \\ v_{R2} \\ v_{R3} \\ v_{L2} \\ v_{L3} \\ i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{bmatrix} = C \cdot z + D \cdot v \equiv \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_3 & 0 \\ 1 & -R_2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -R_3 & -1 \\ -\frac{1}{R_1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{R_1} & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ \frac{1}{R_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{R_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix}$$

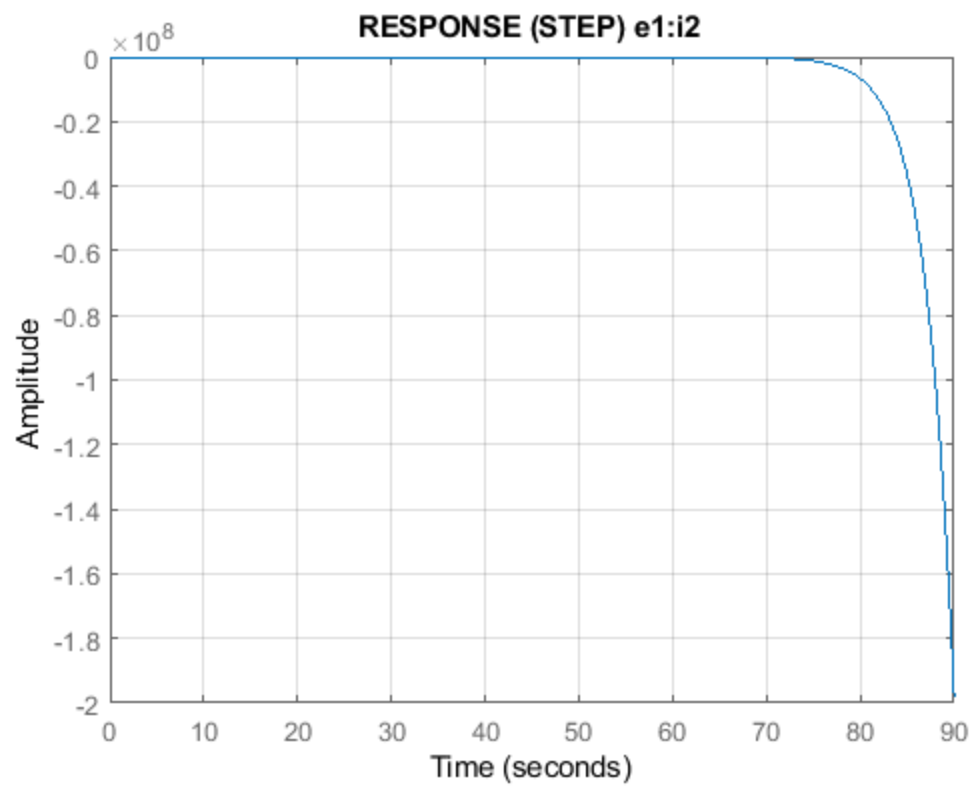
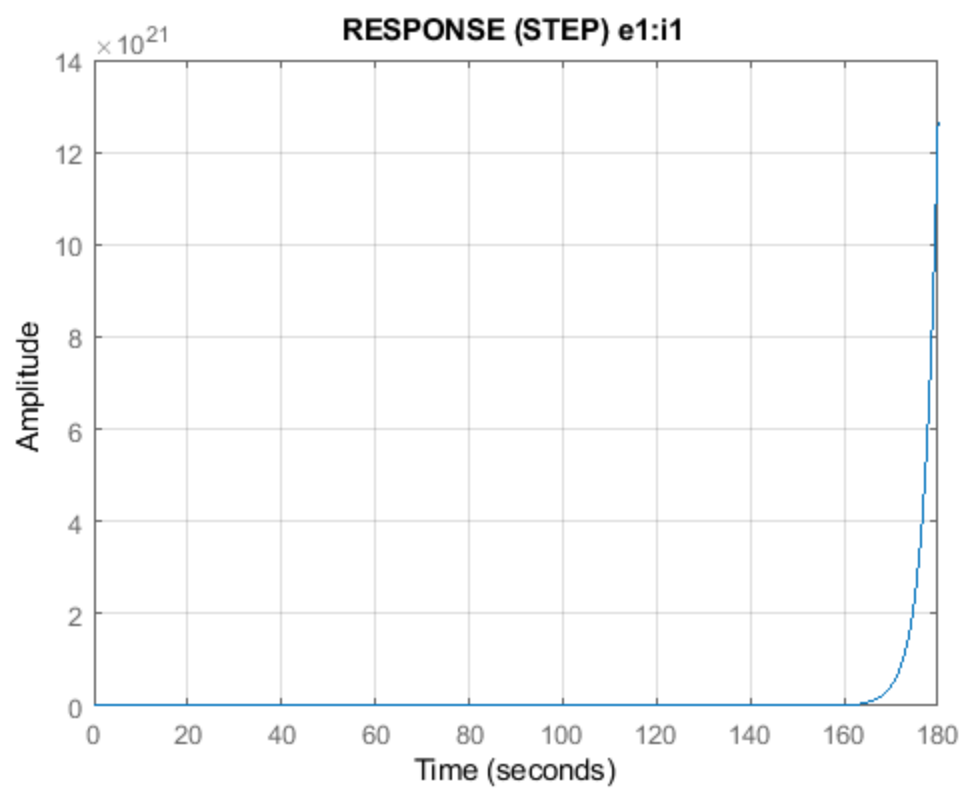
υποερώτημα (α): αποκρίσεις για είσοδο βαθμίδα

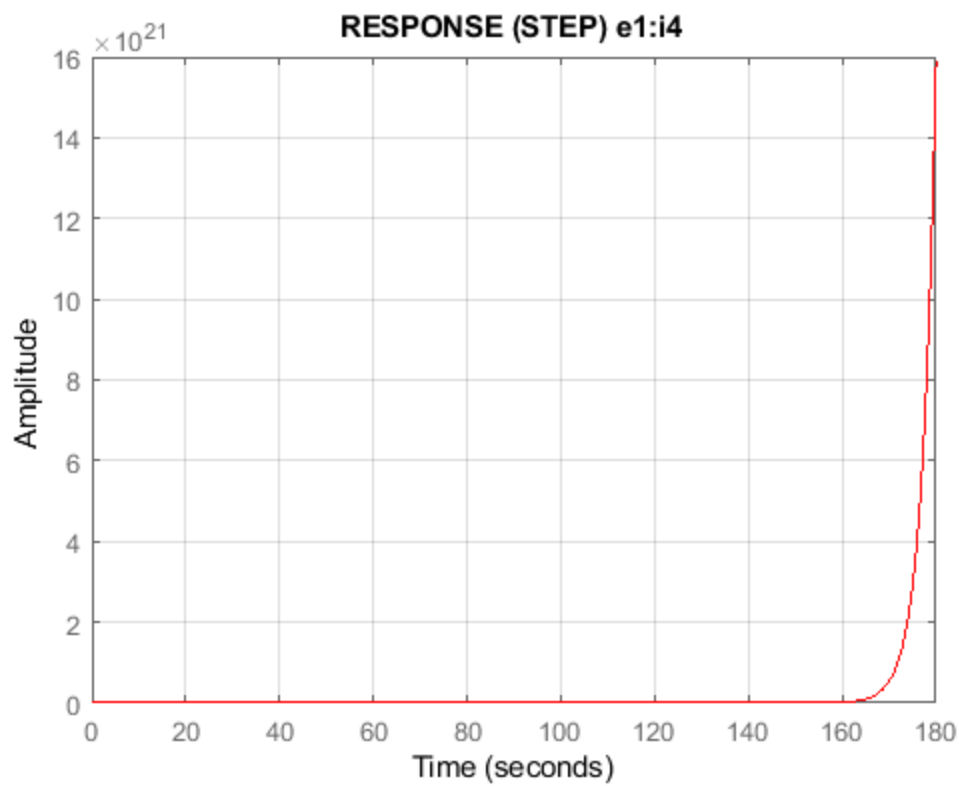
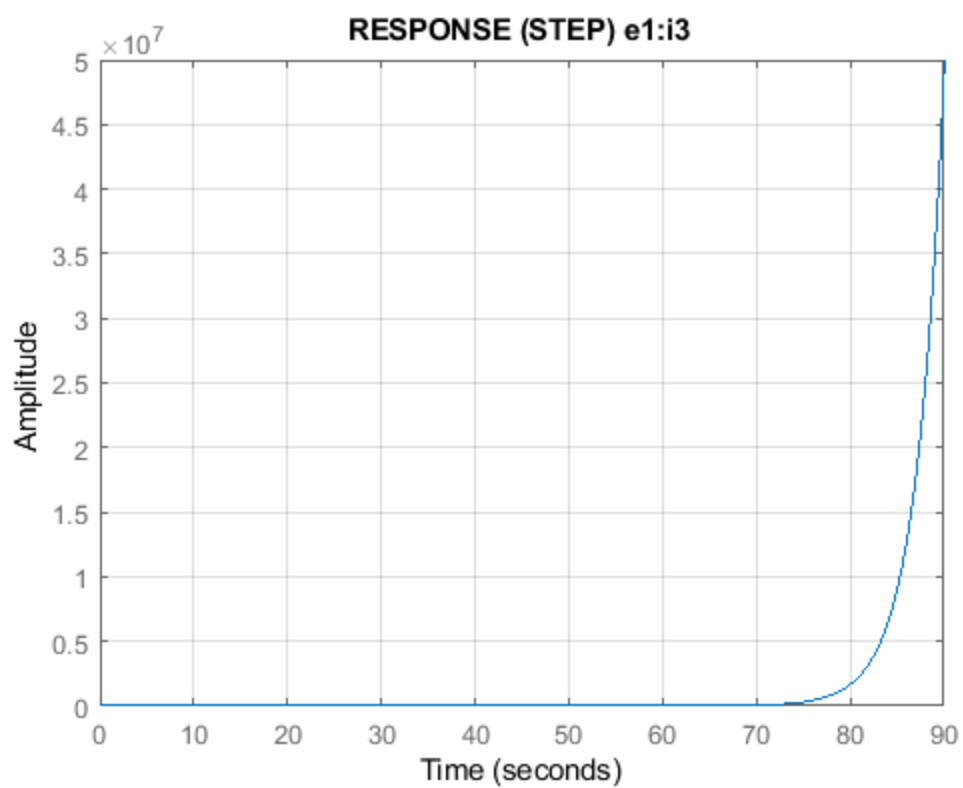


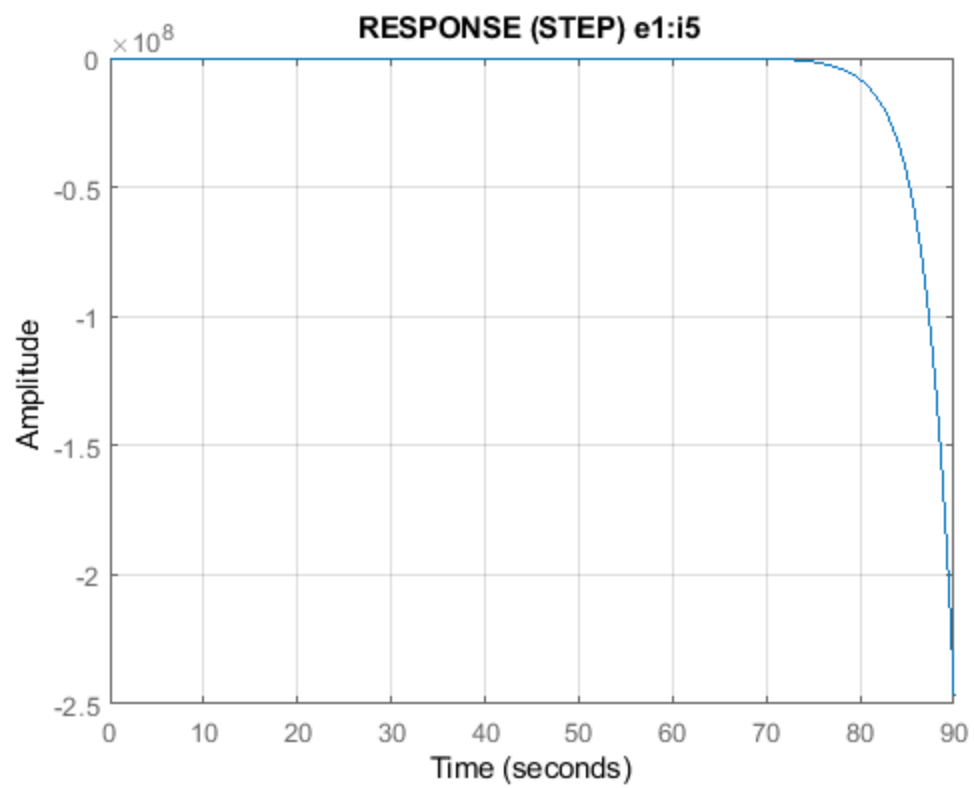




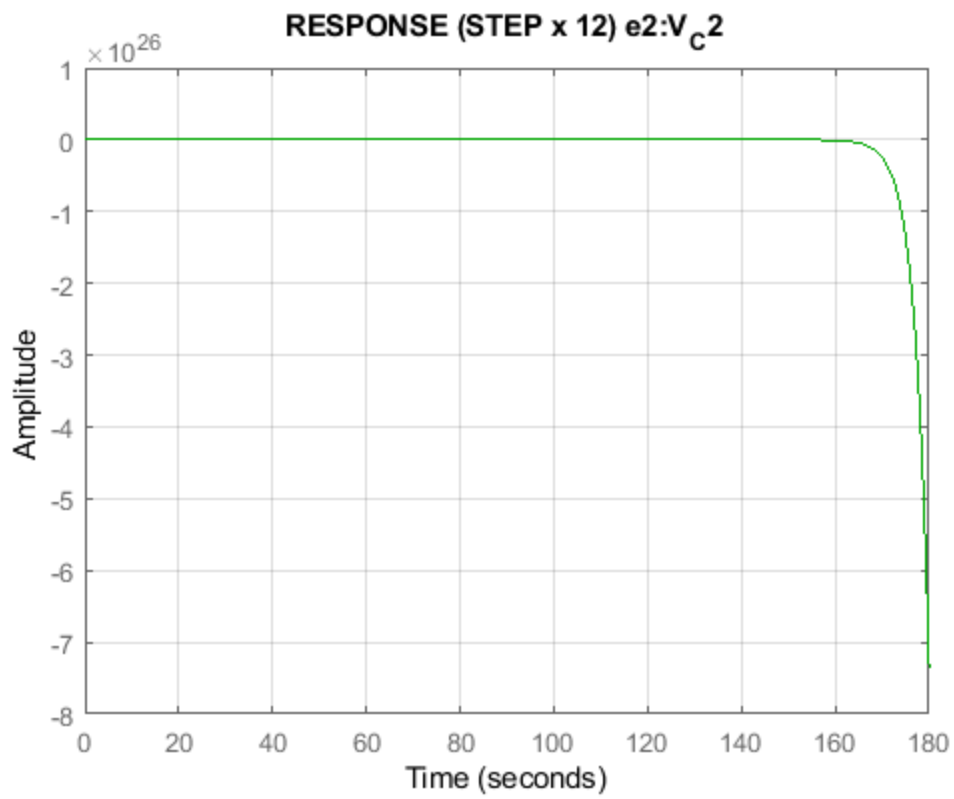
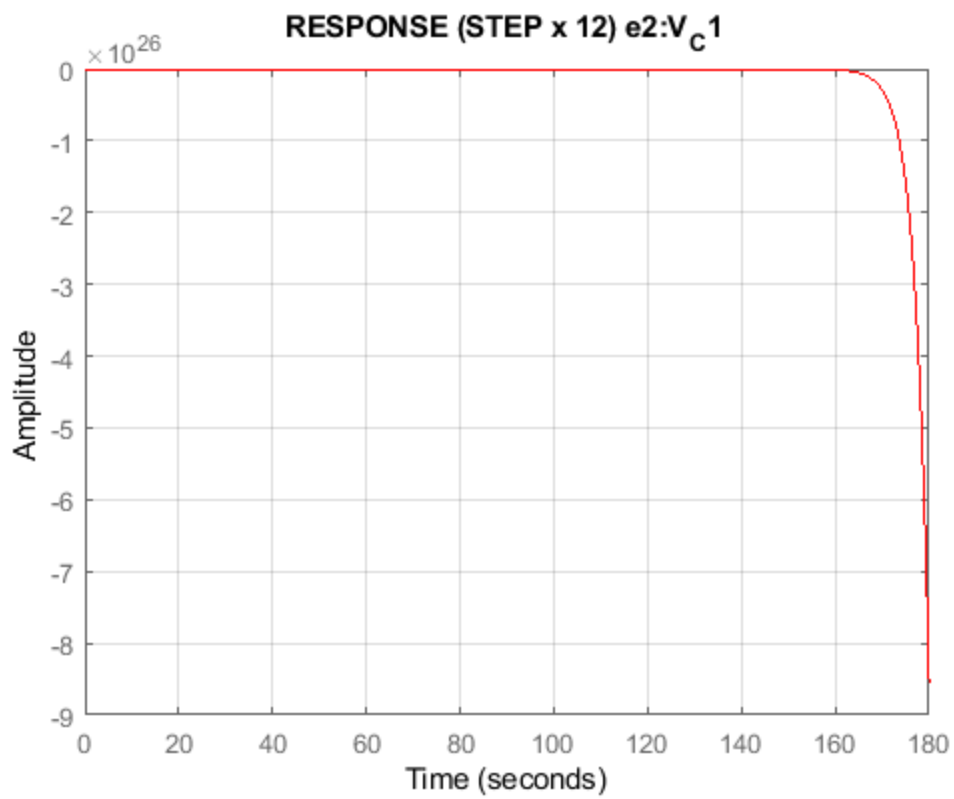


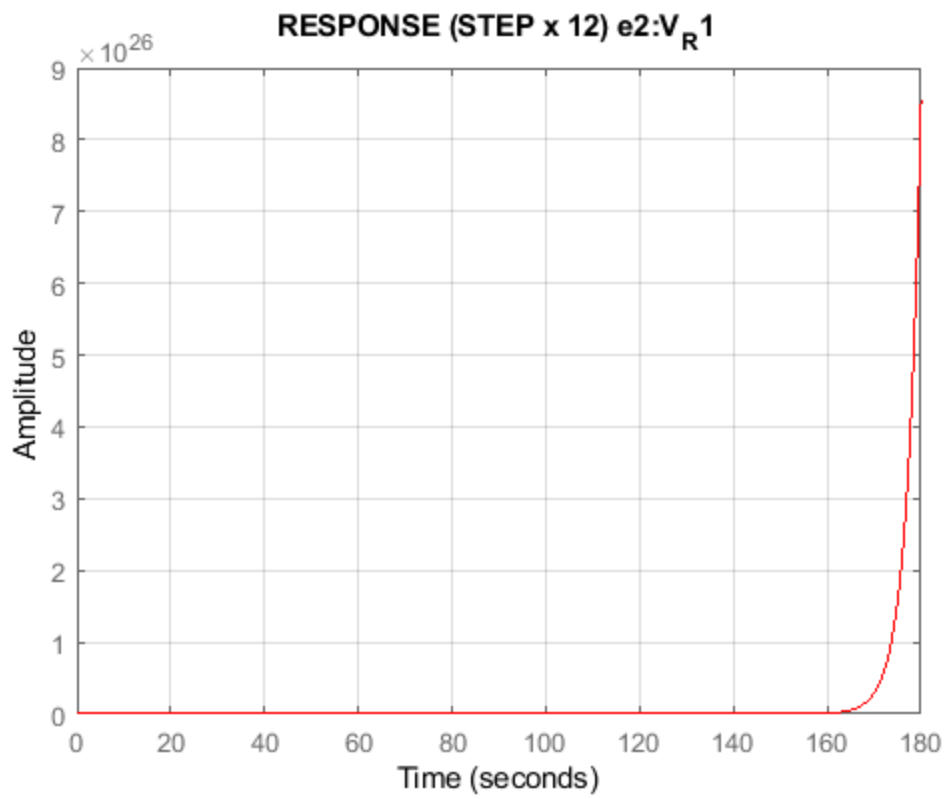
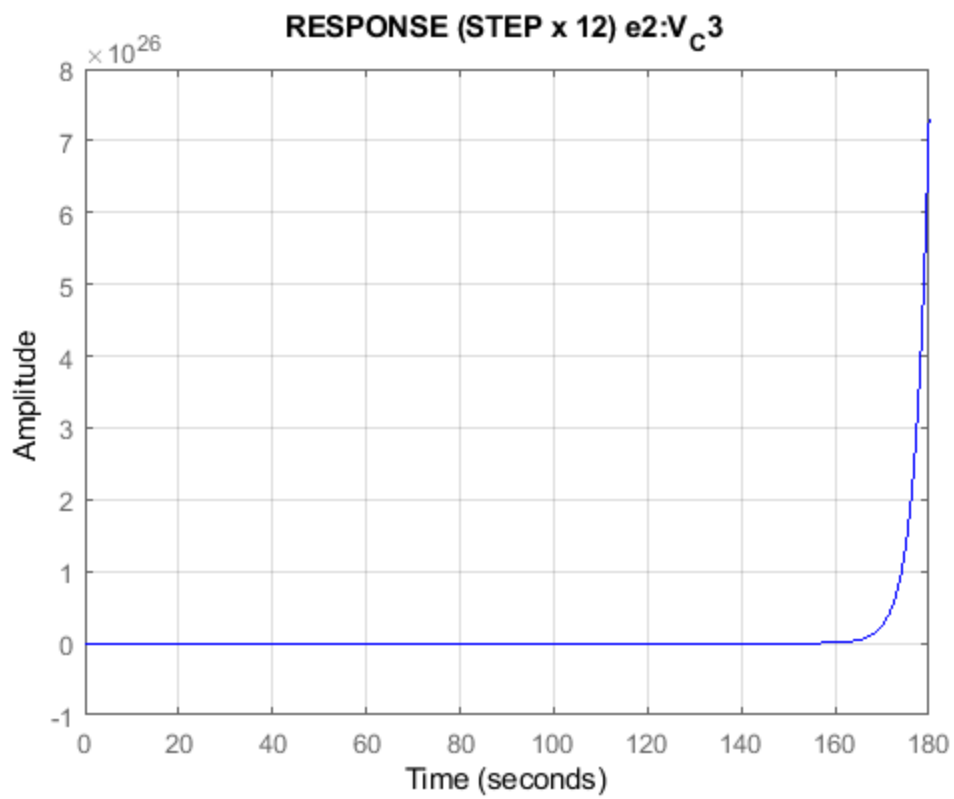


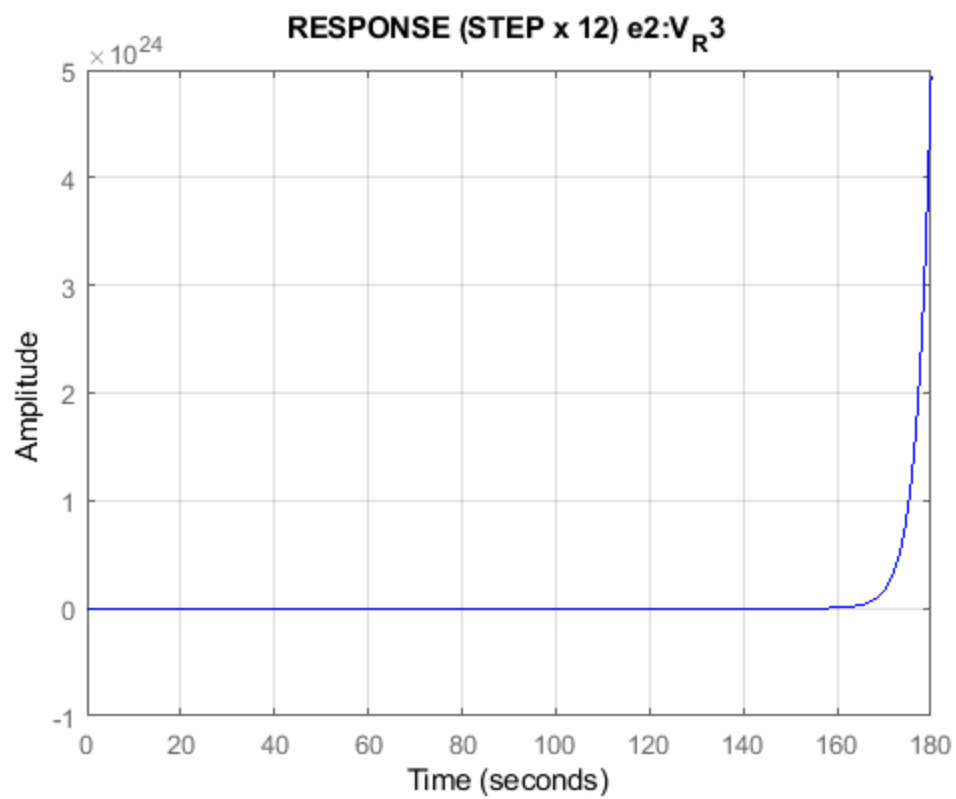
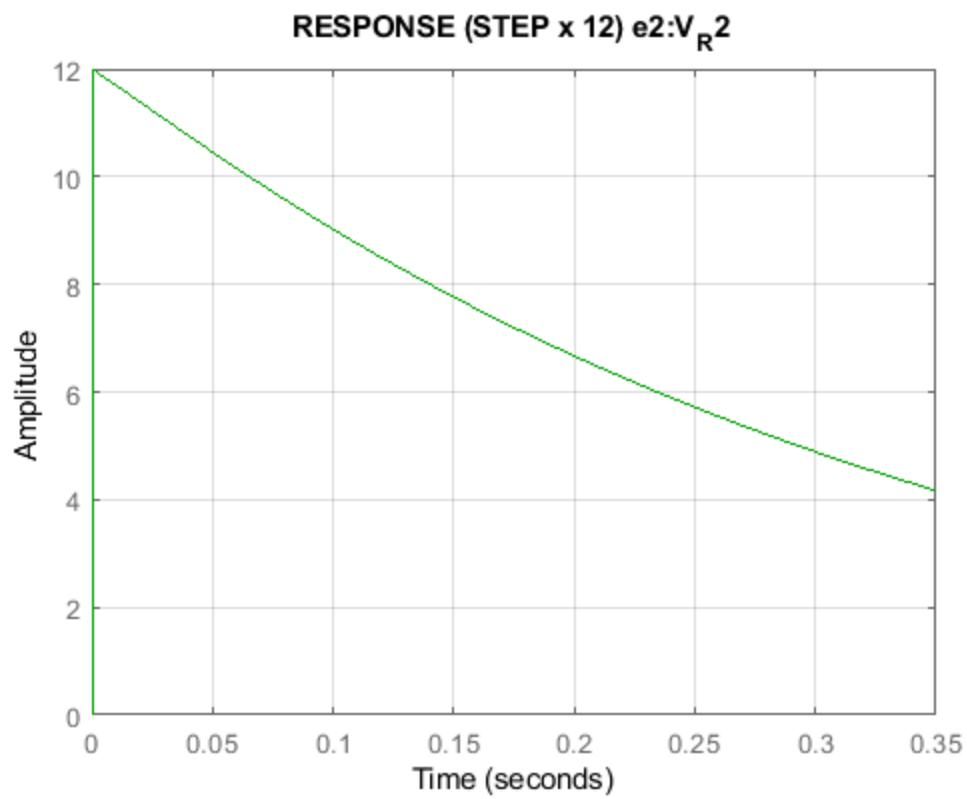


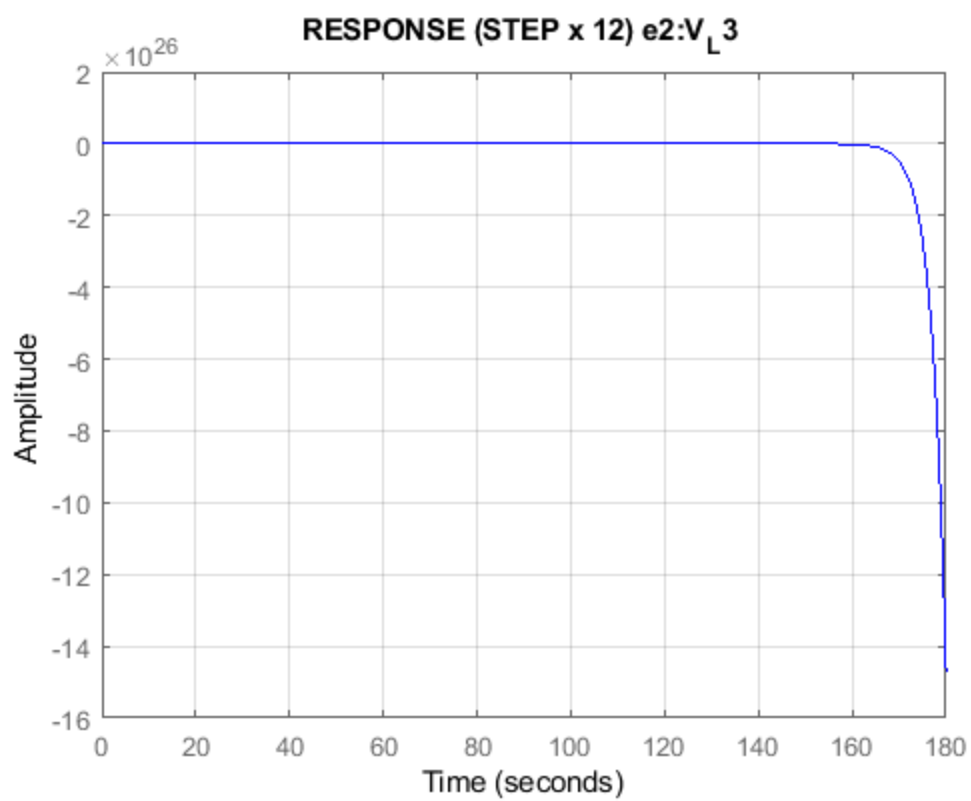
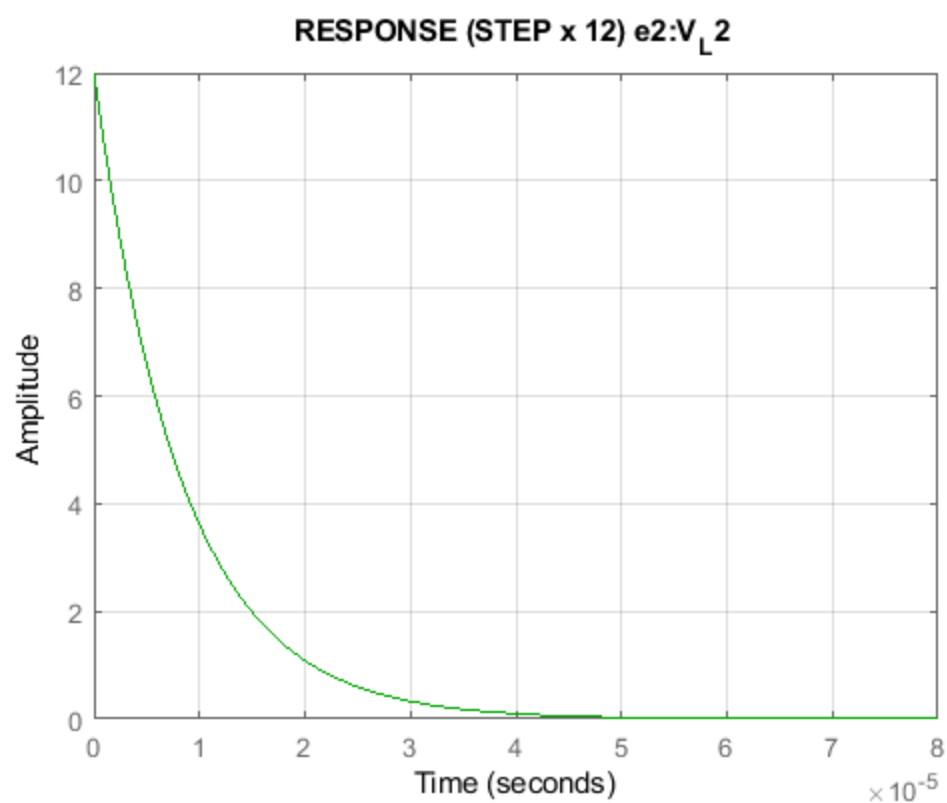


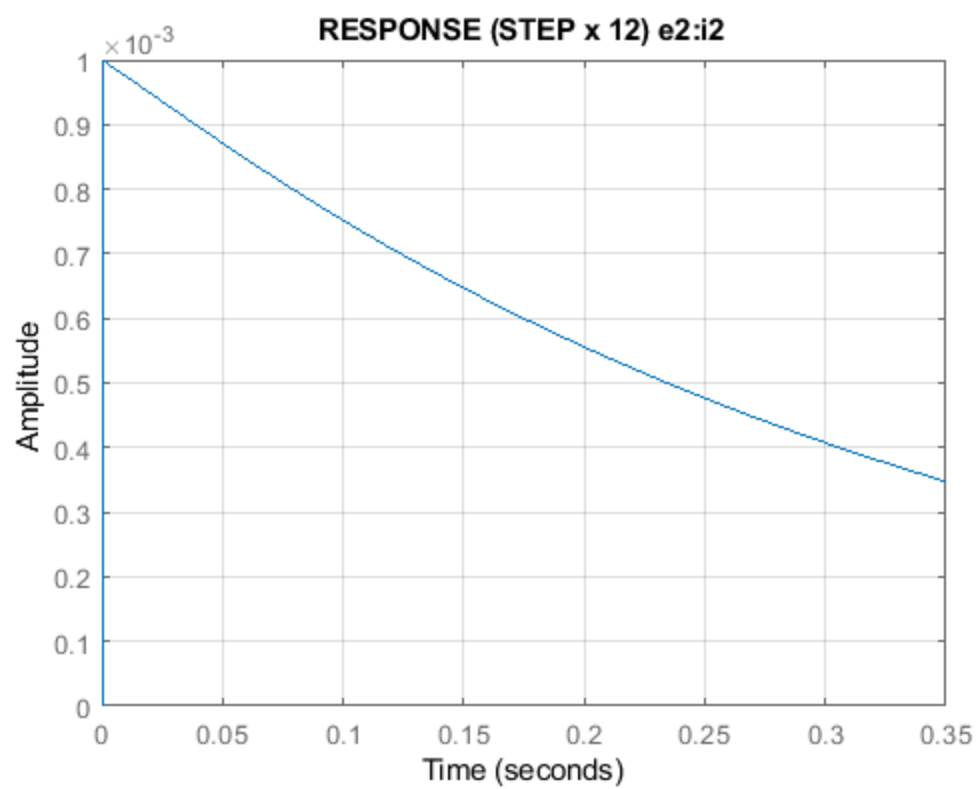
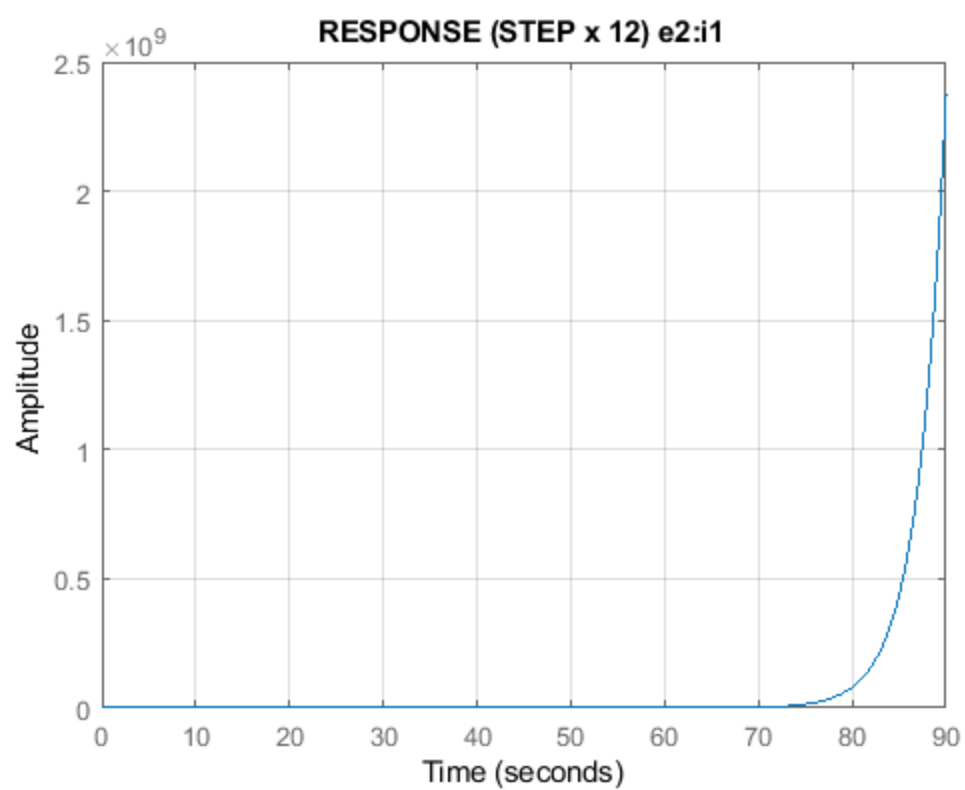
υποερώτημα (β): αποκρίσεις για είσοδο μη-μοναδιαίας βαθμίδα

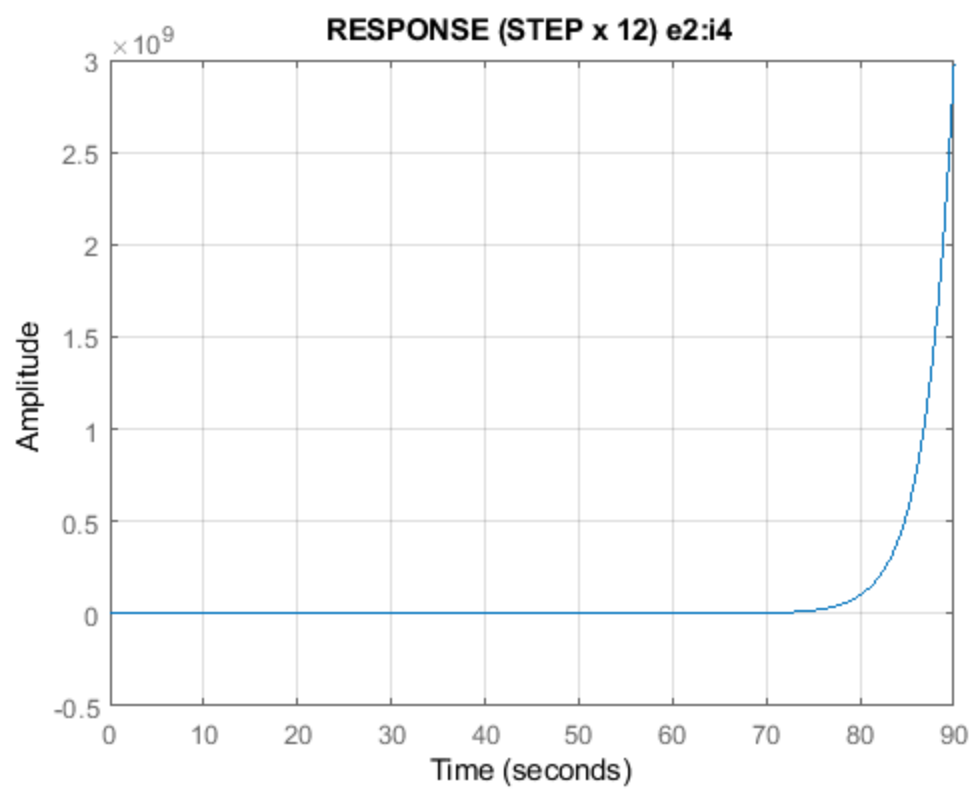
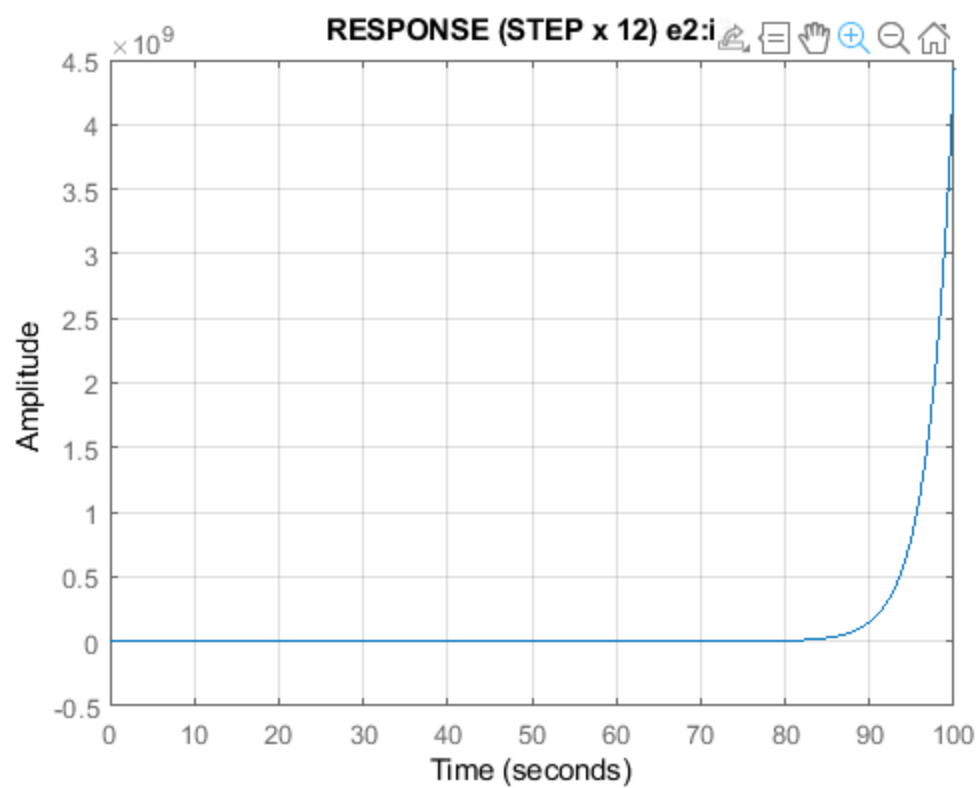


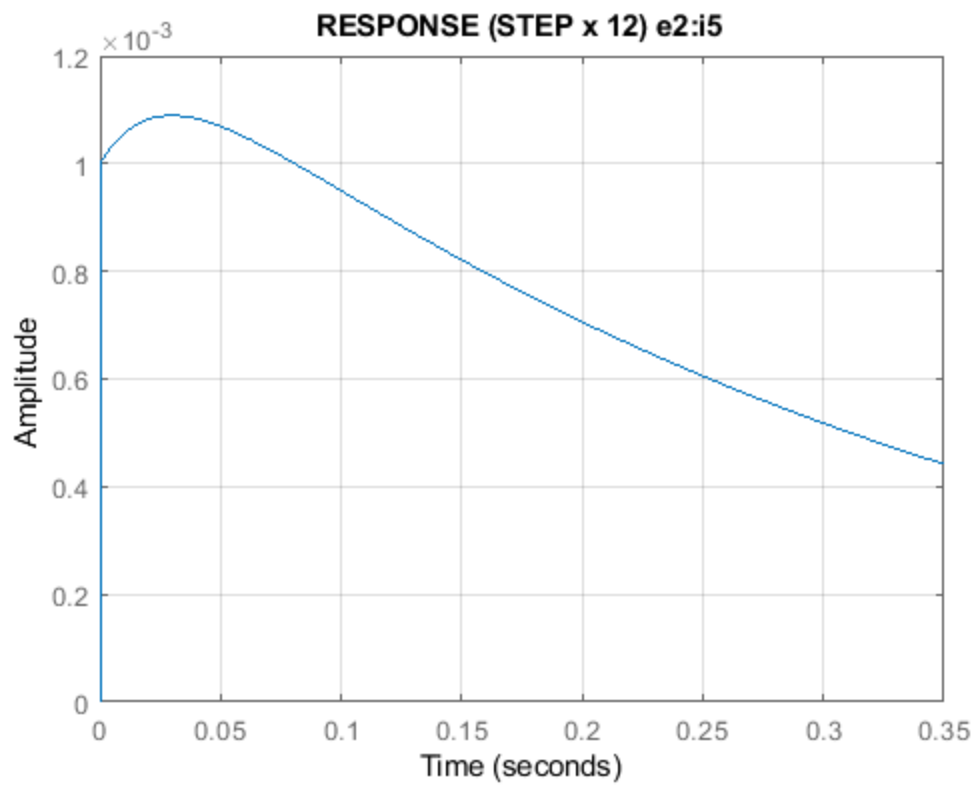




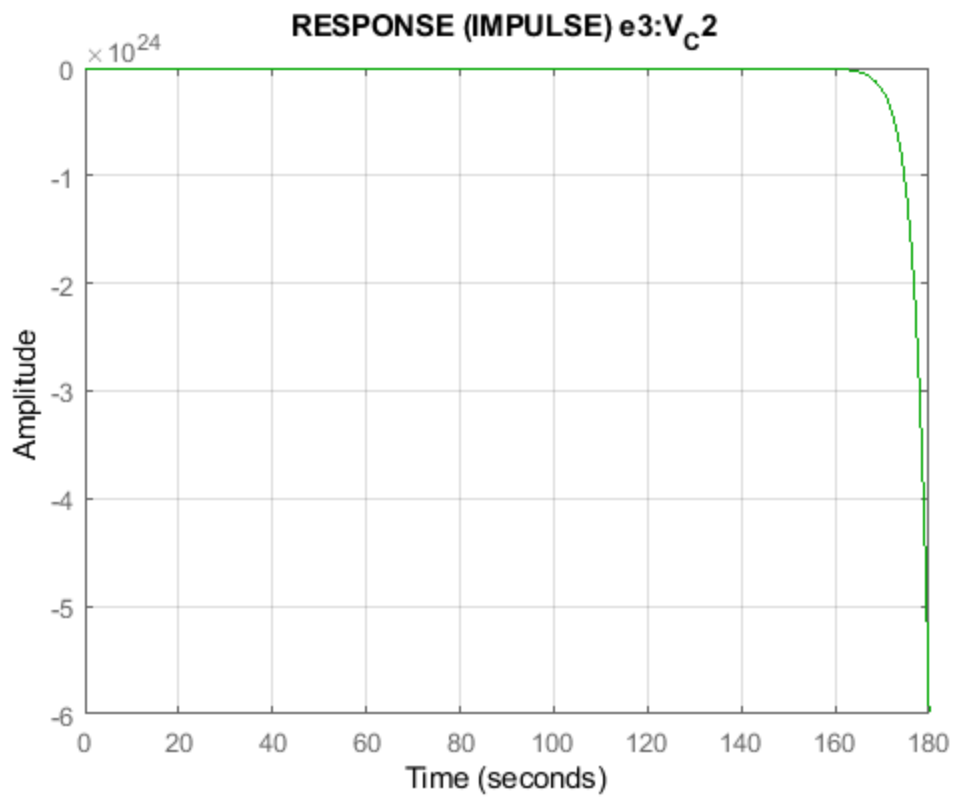
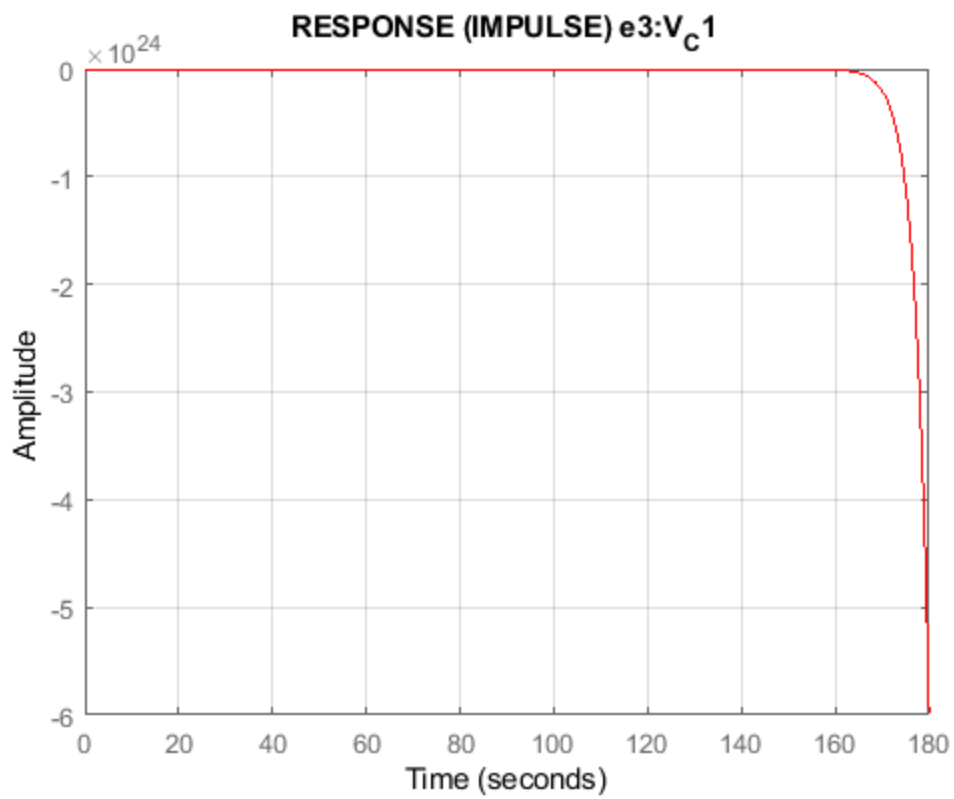


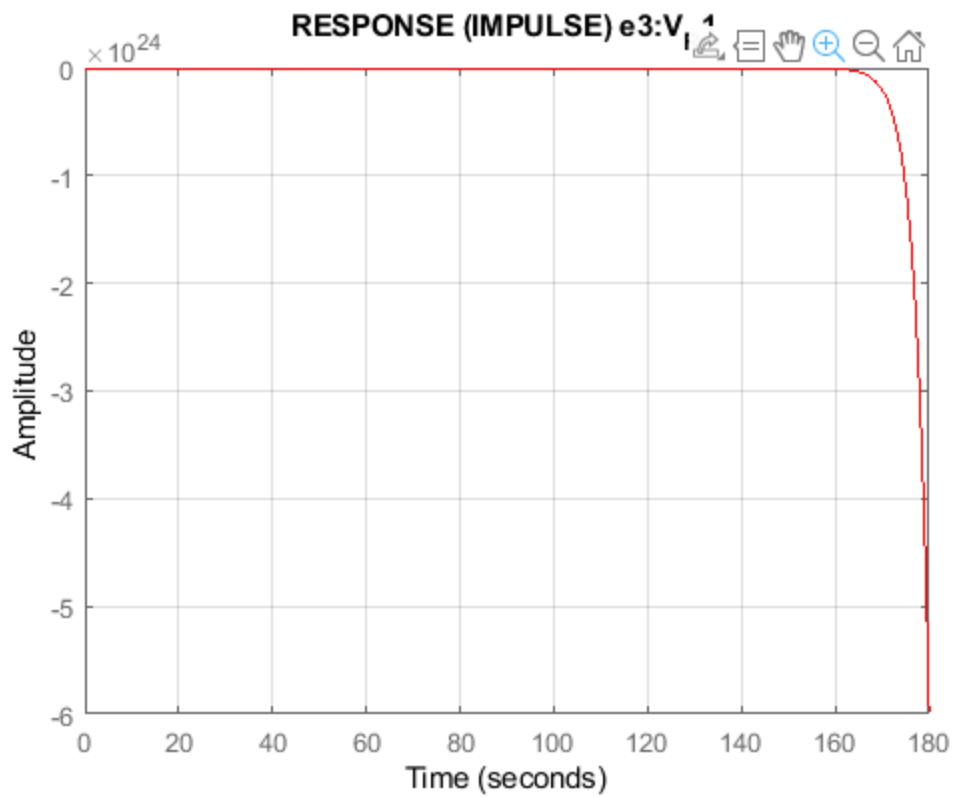
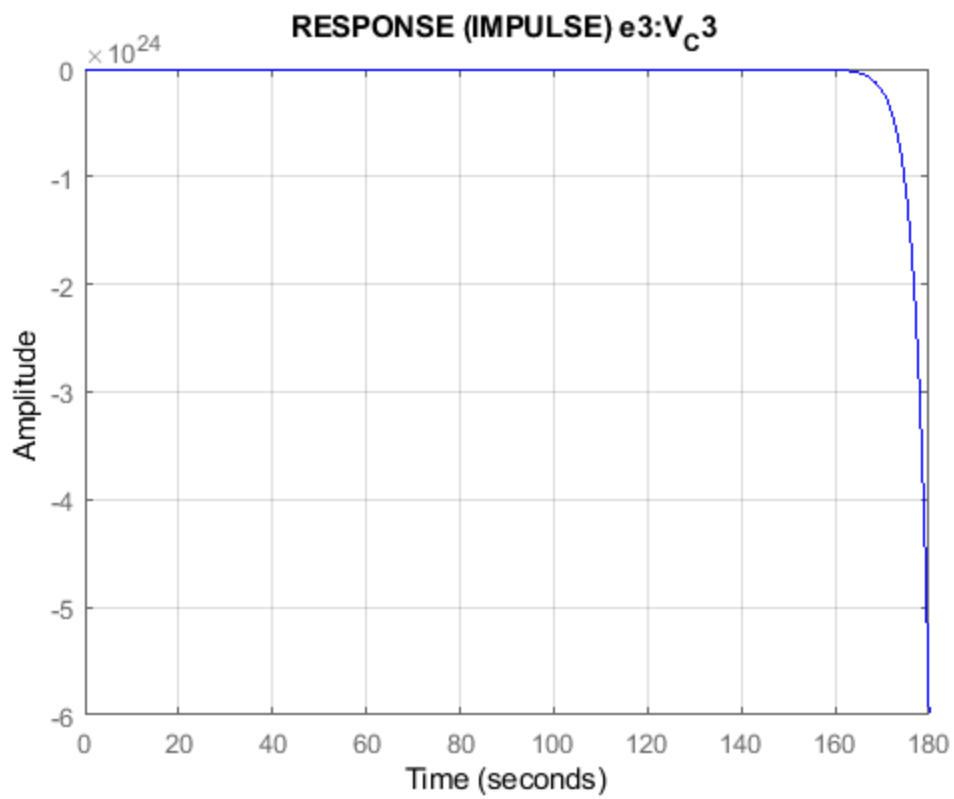


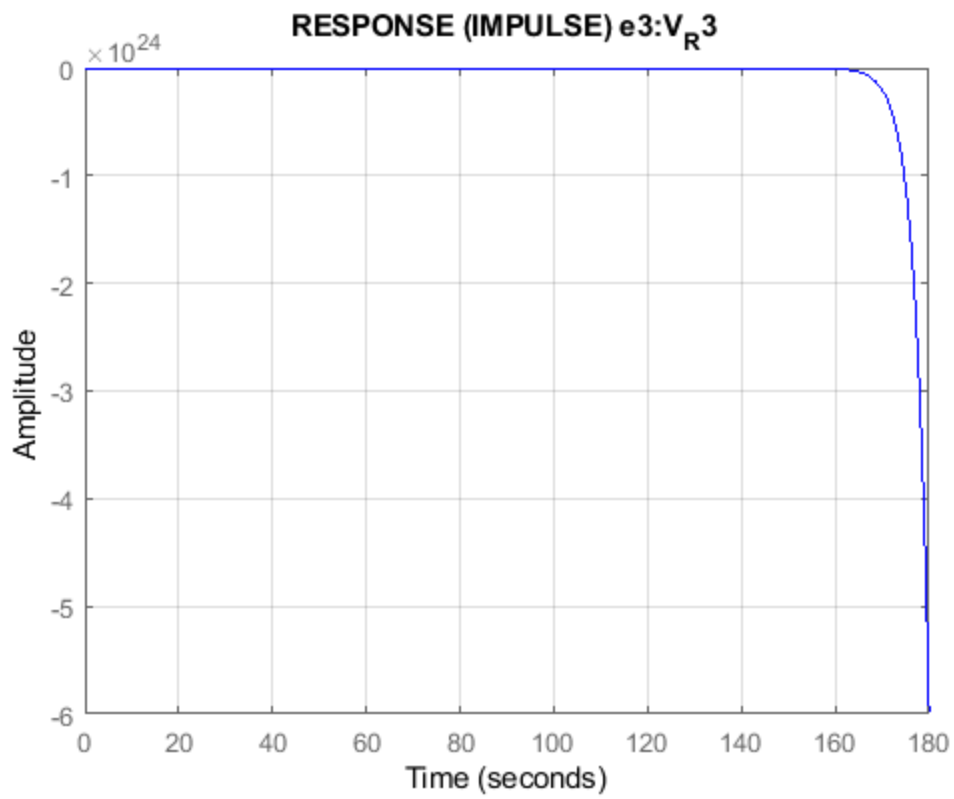
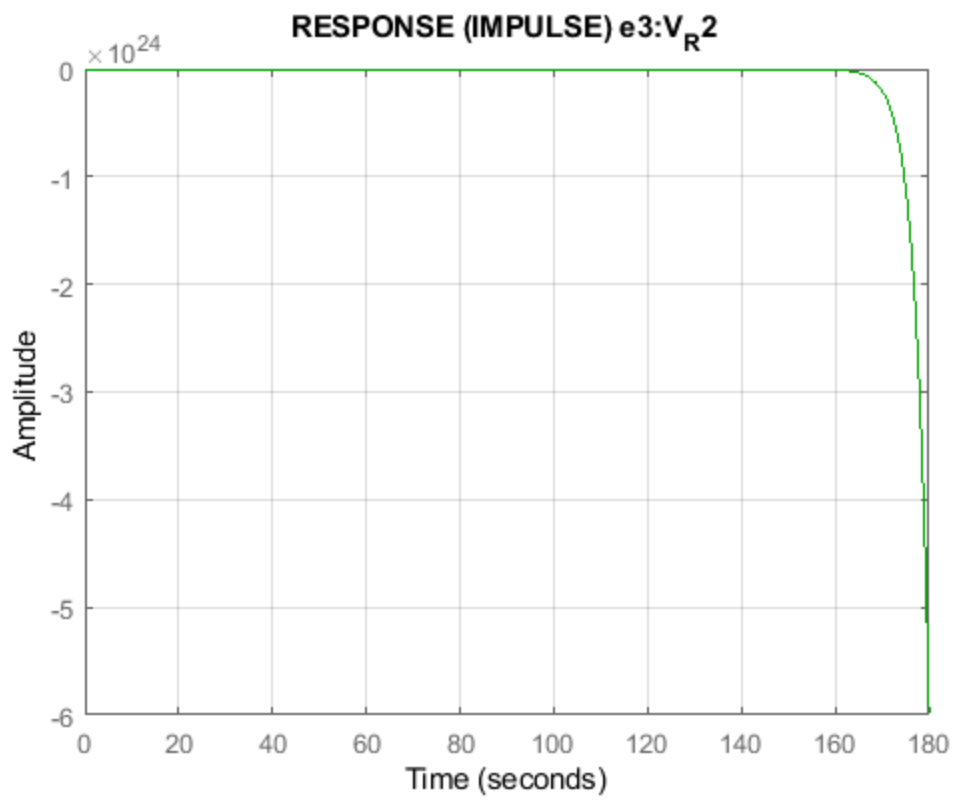


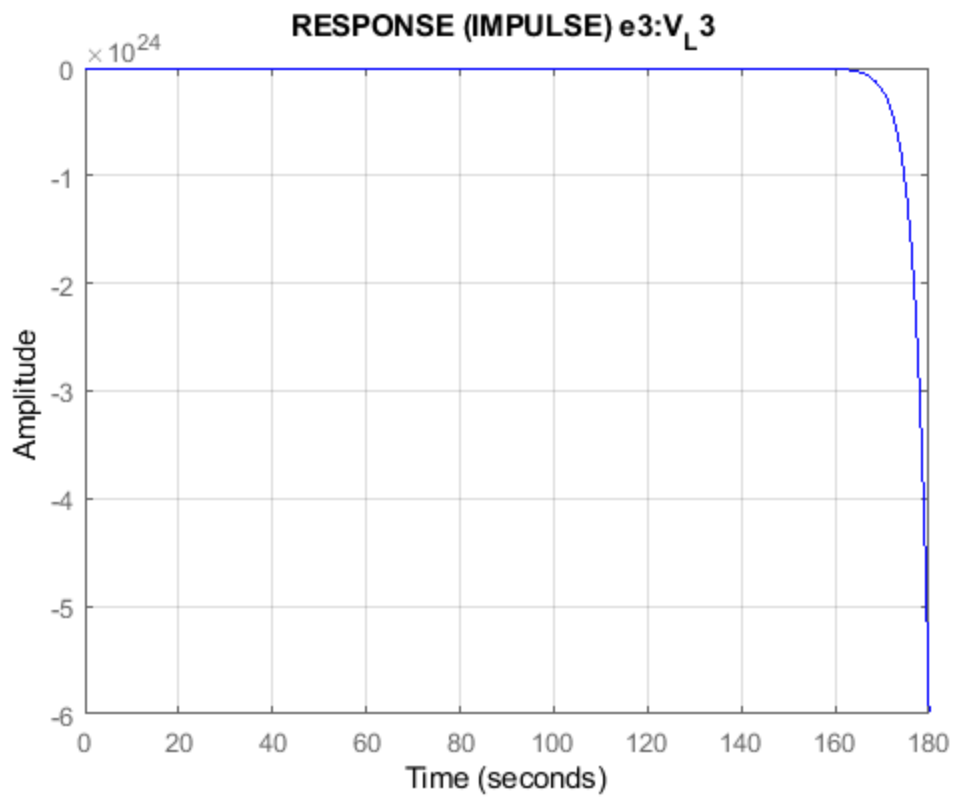
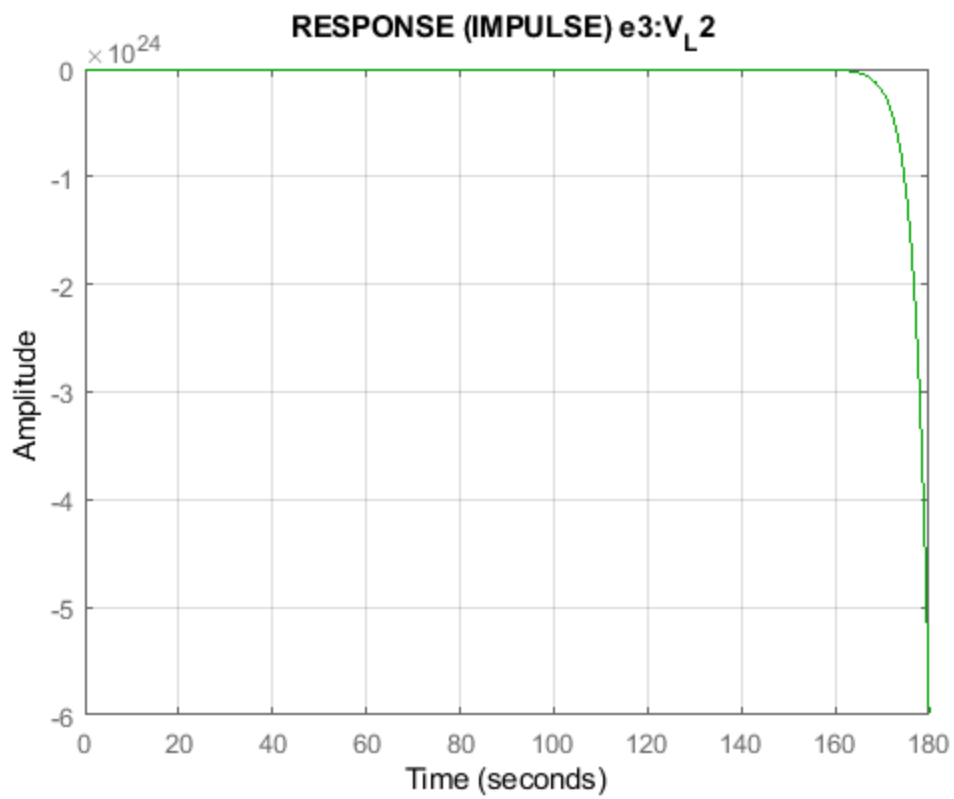


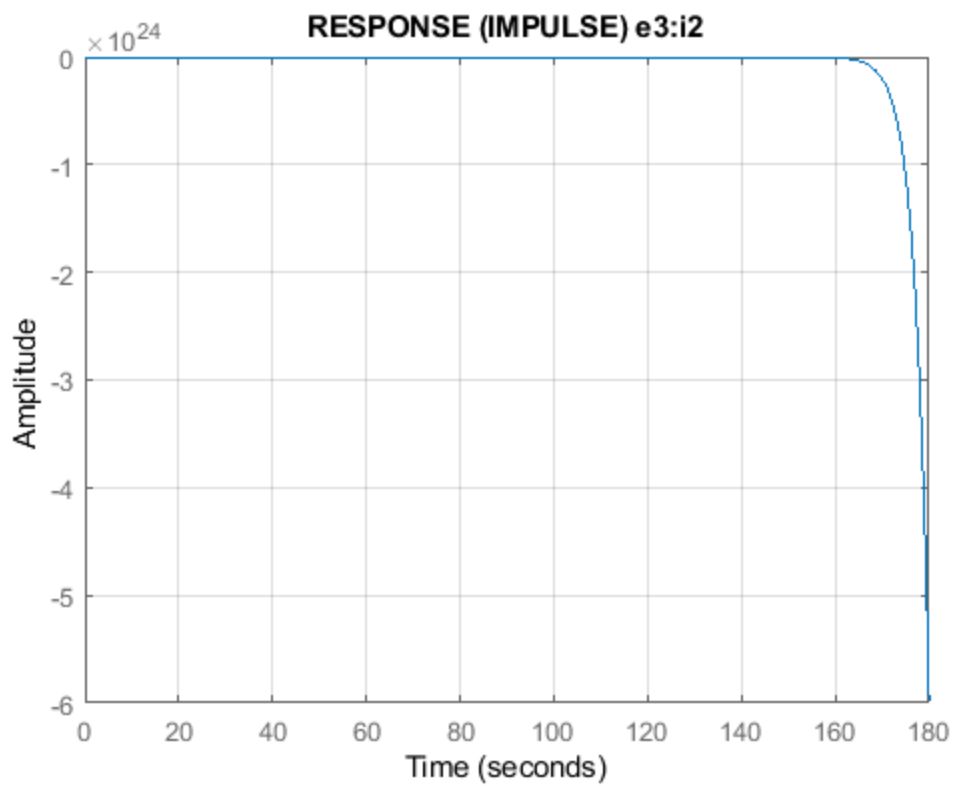
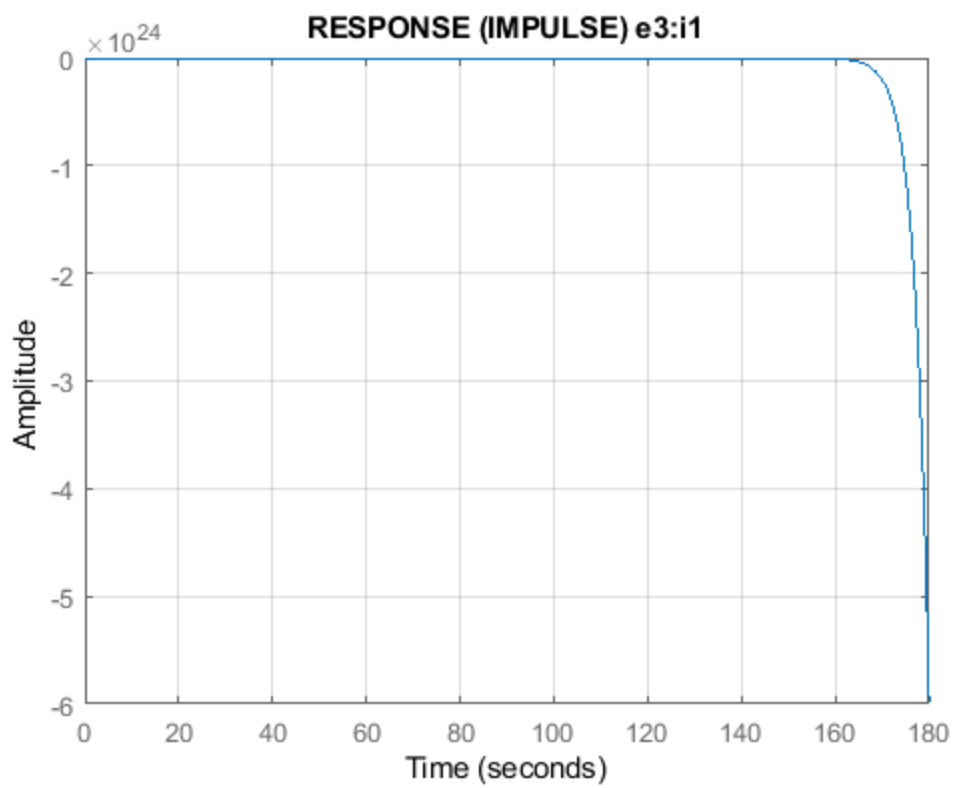
υποερώτημα (γ): αποκρίσεις για κρουστική είσοδο

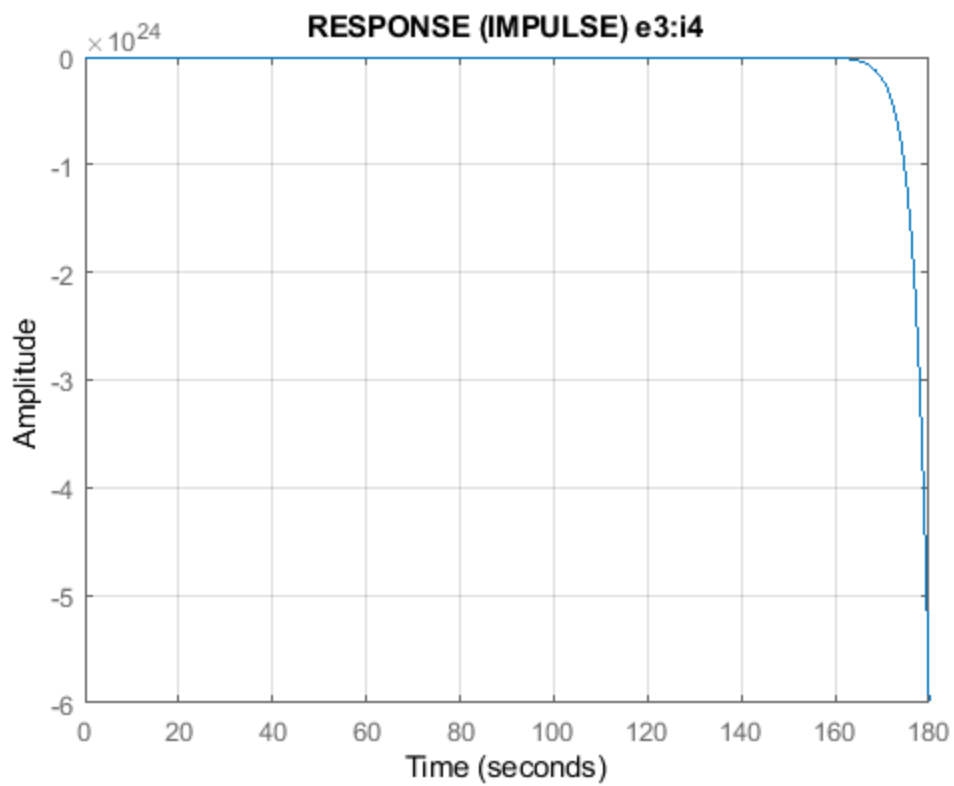
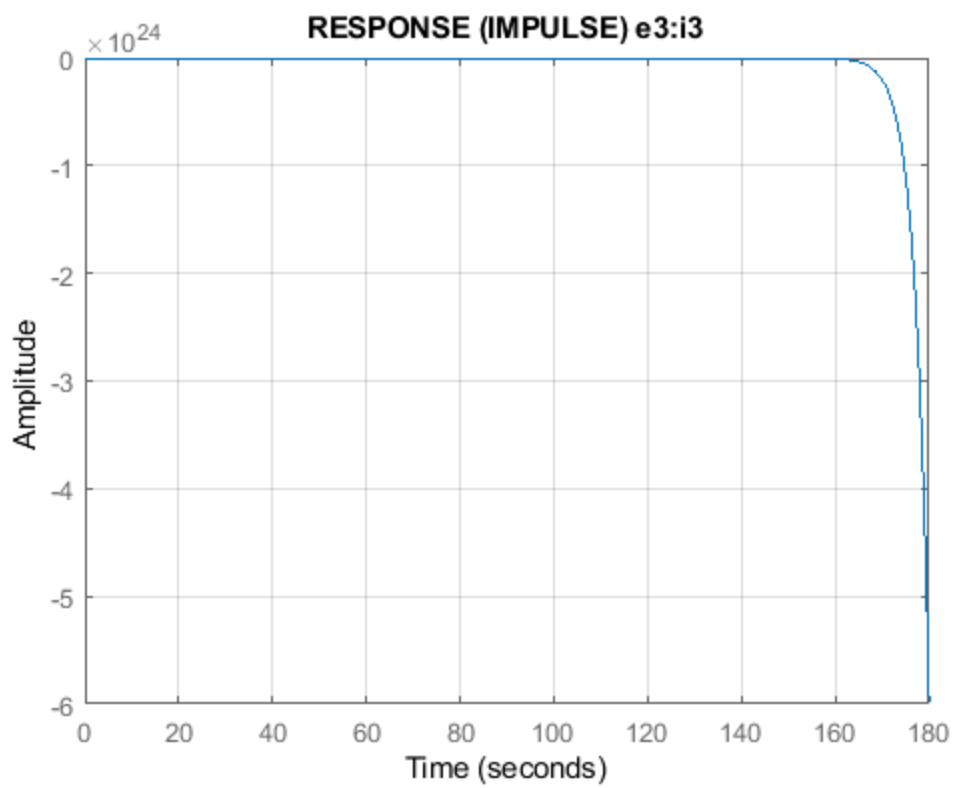


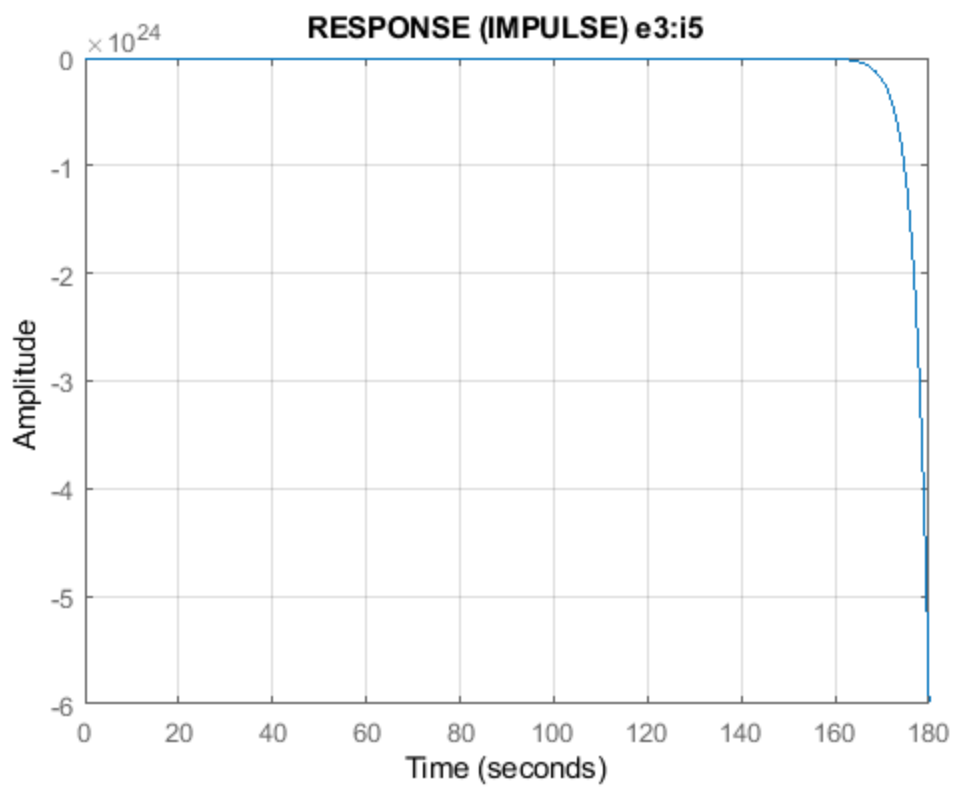




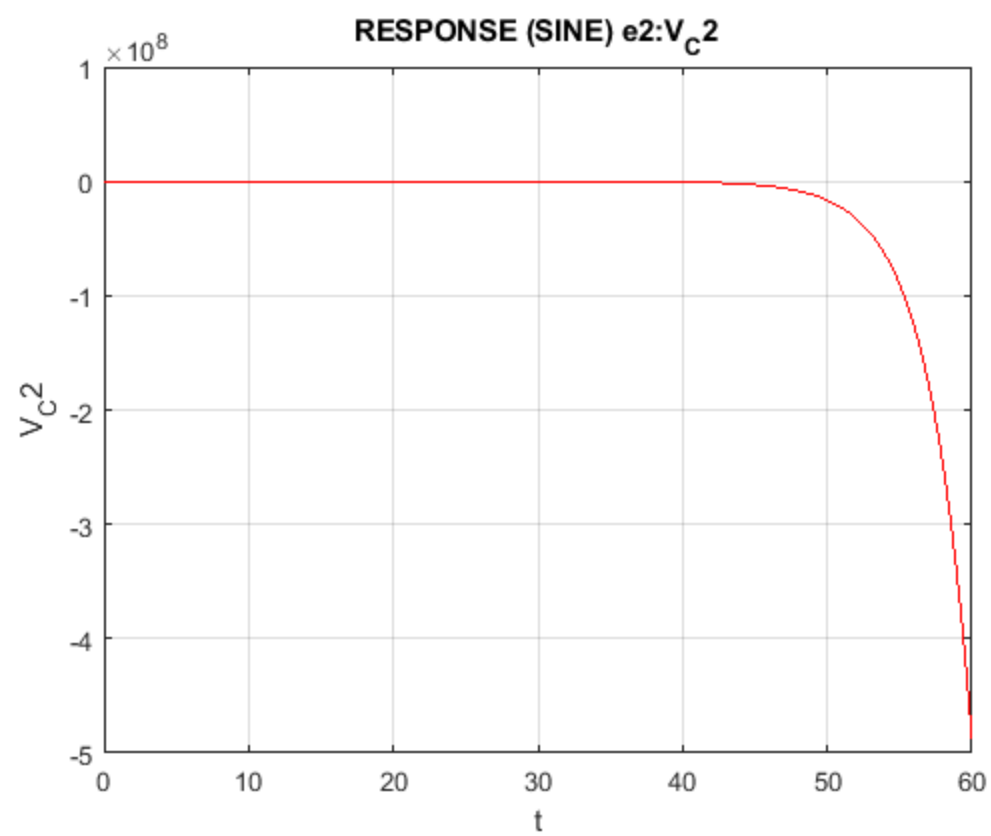
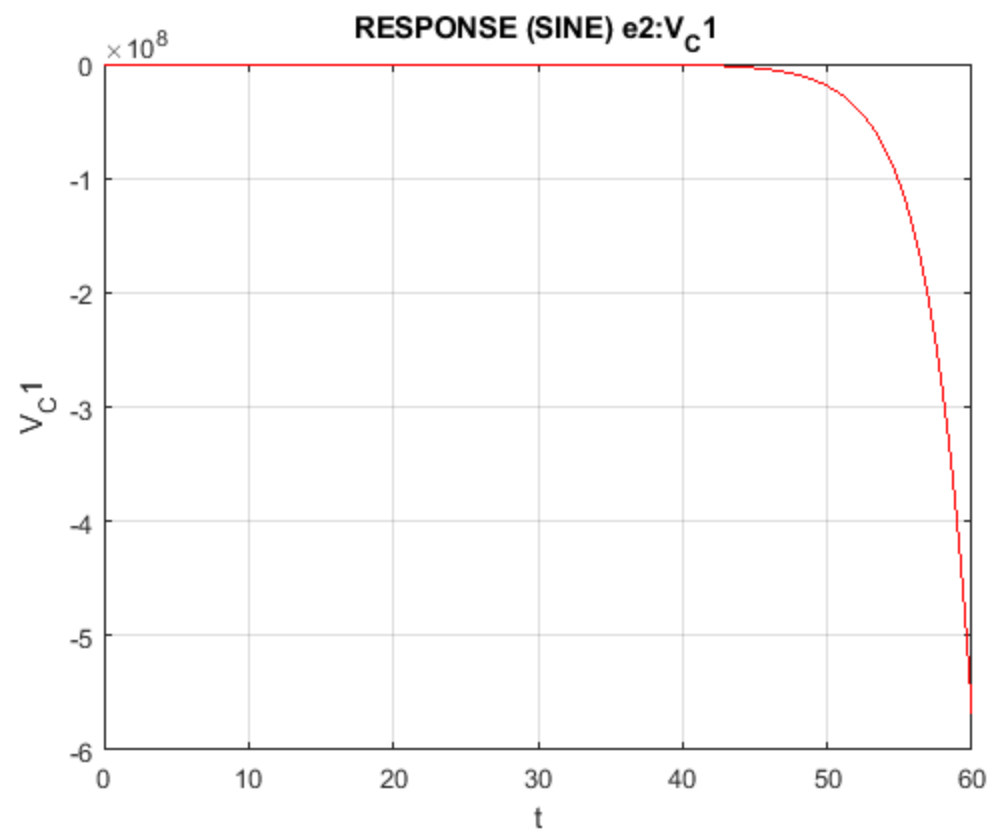


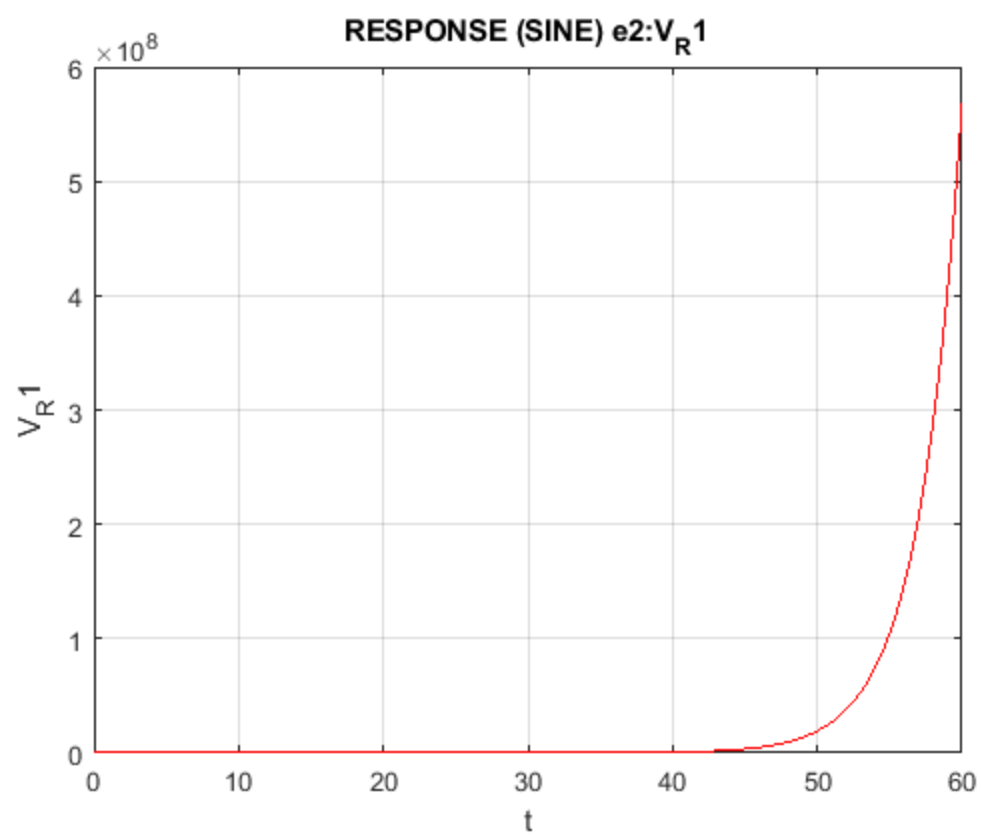
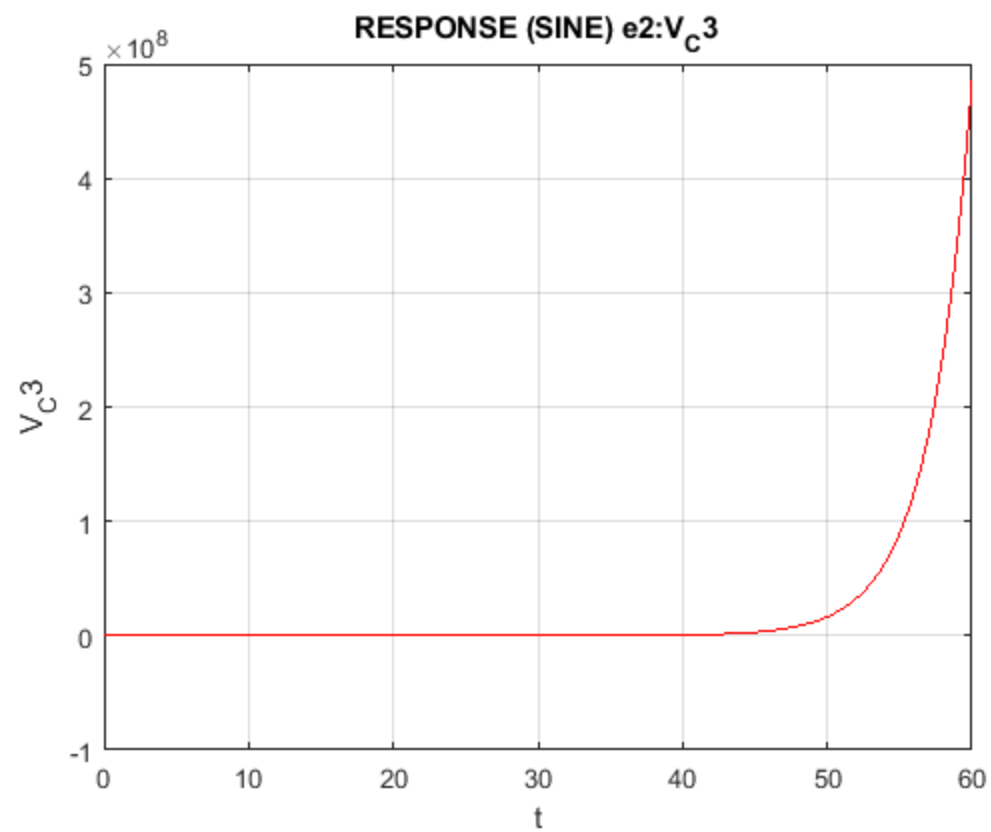


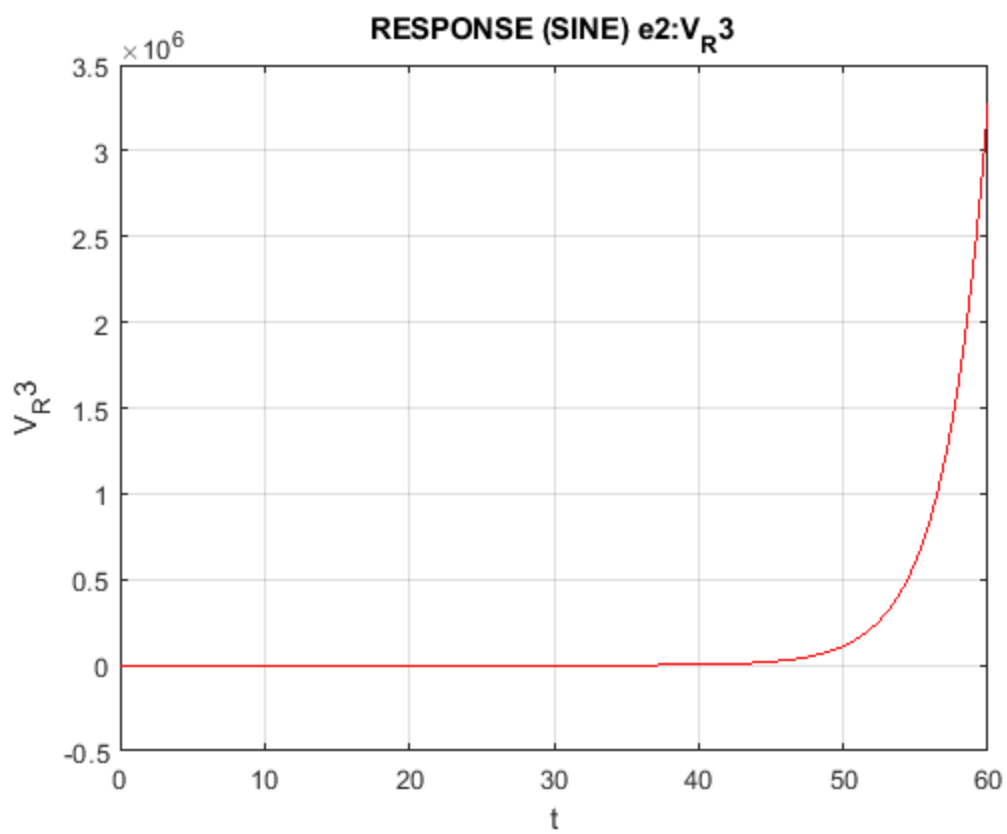
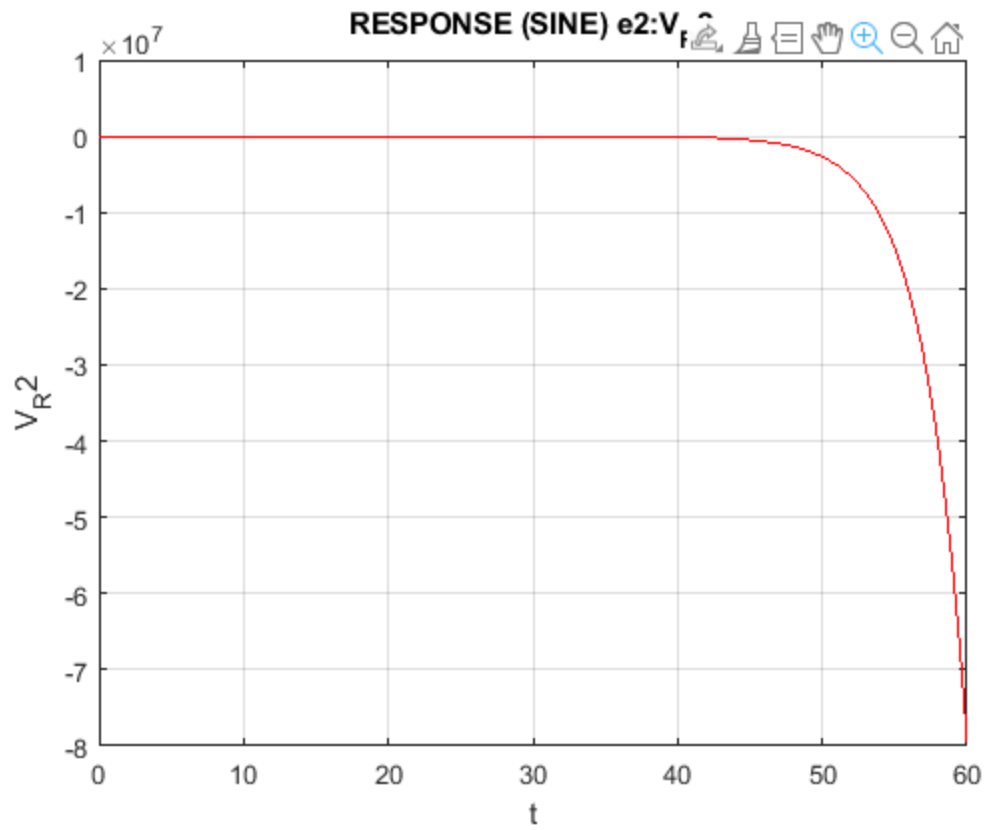


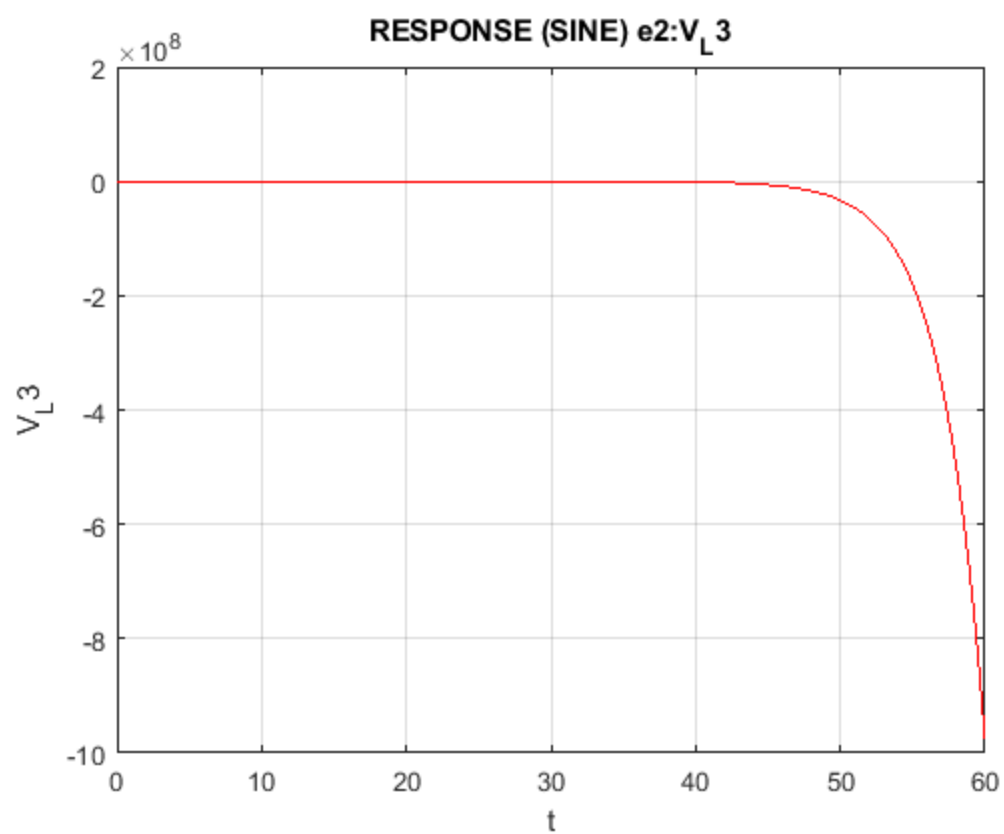
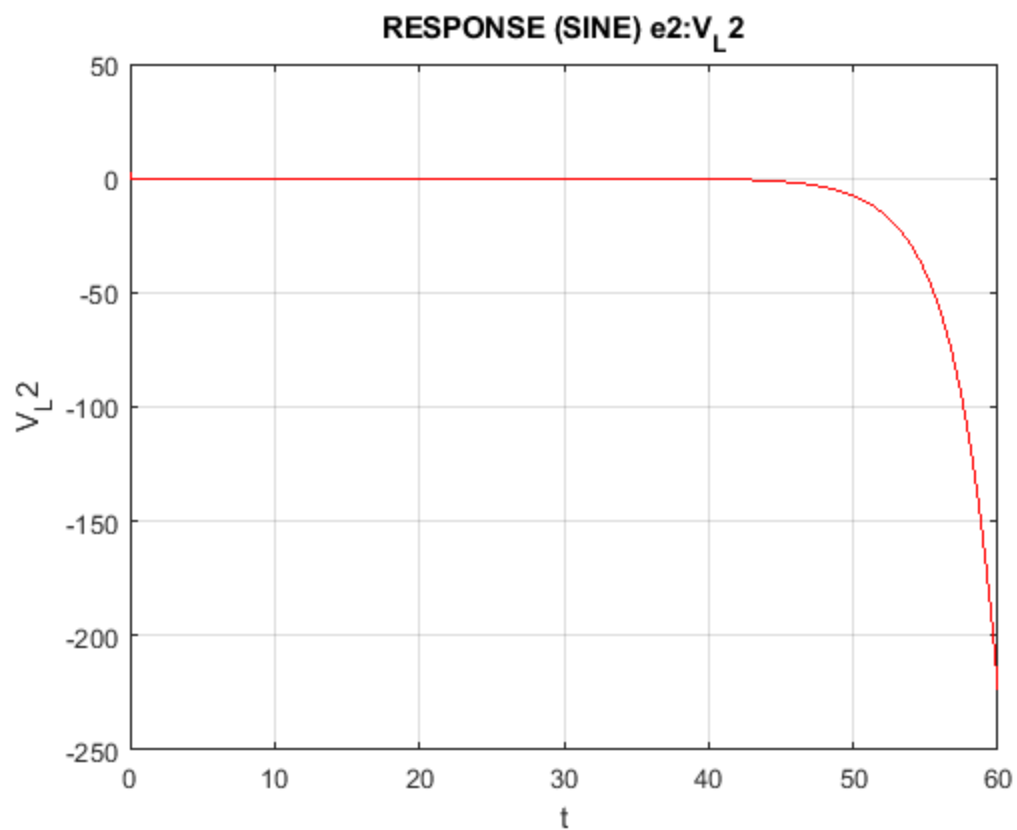


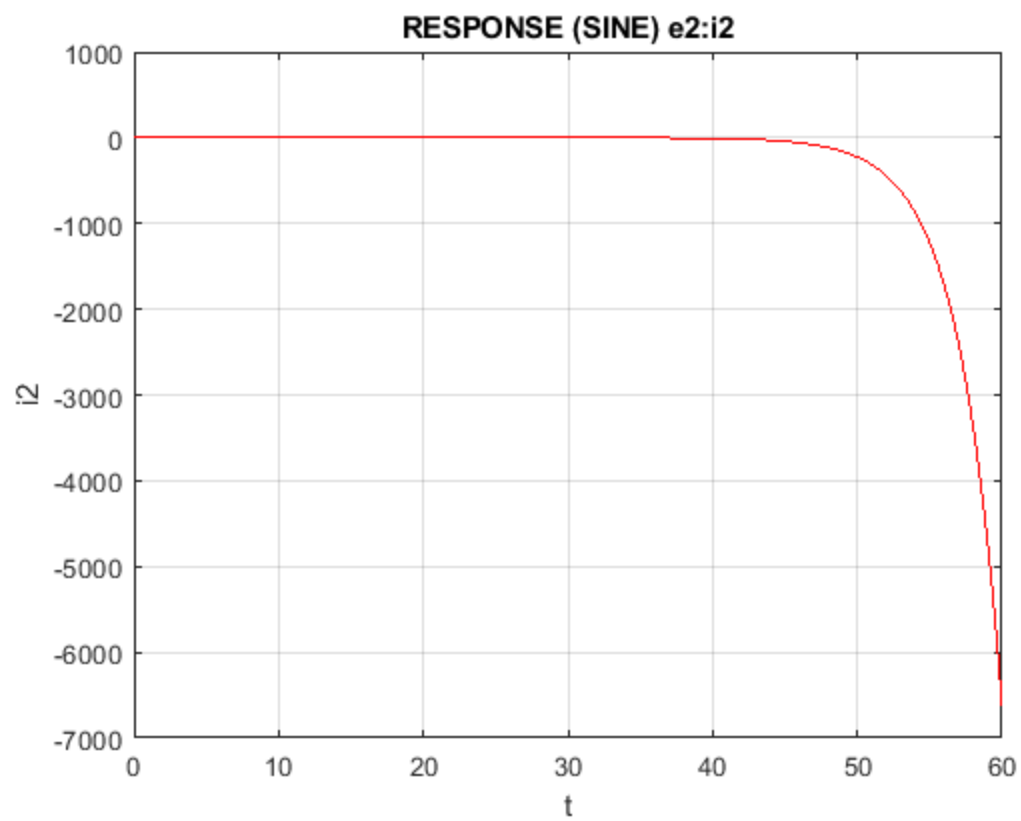
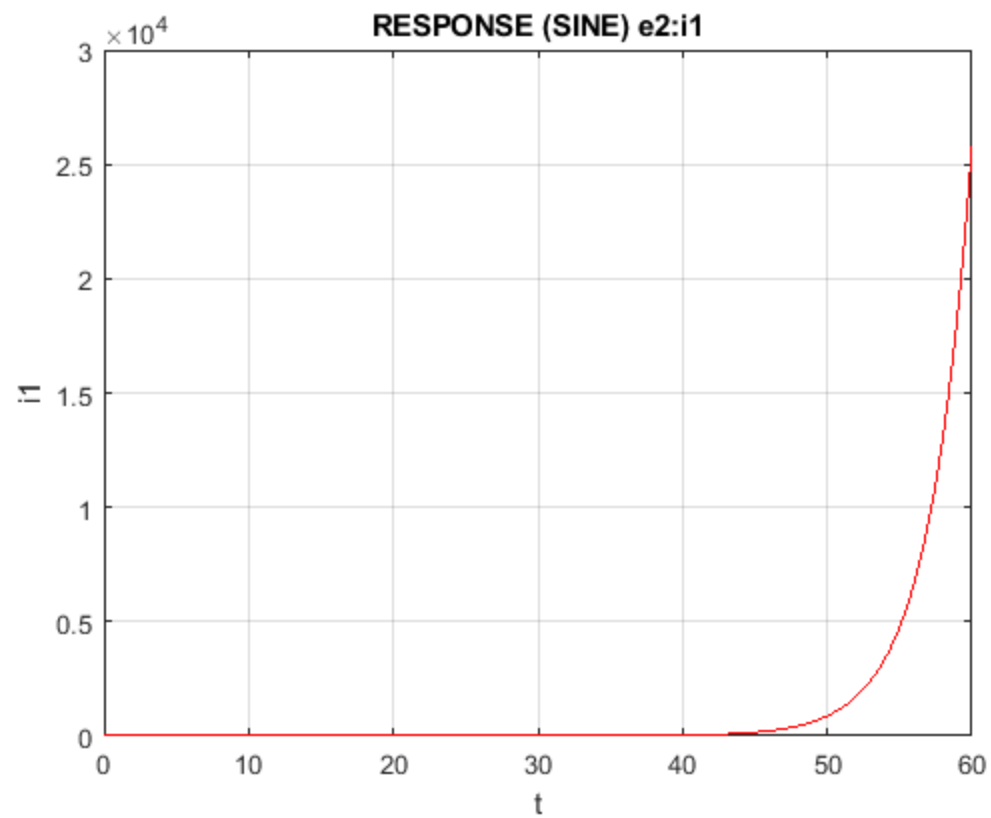
υποερώτημα (δ): αποκρίσεις για ημιτονοειδή είσοδο

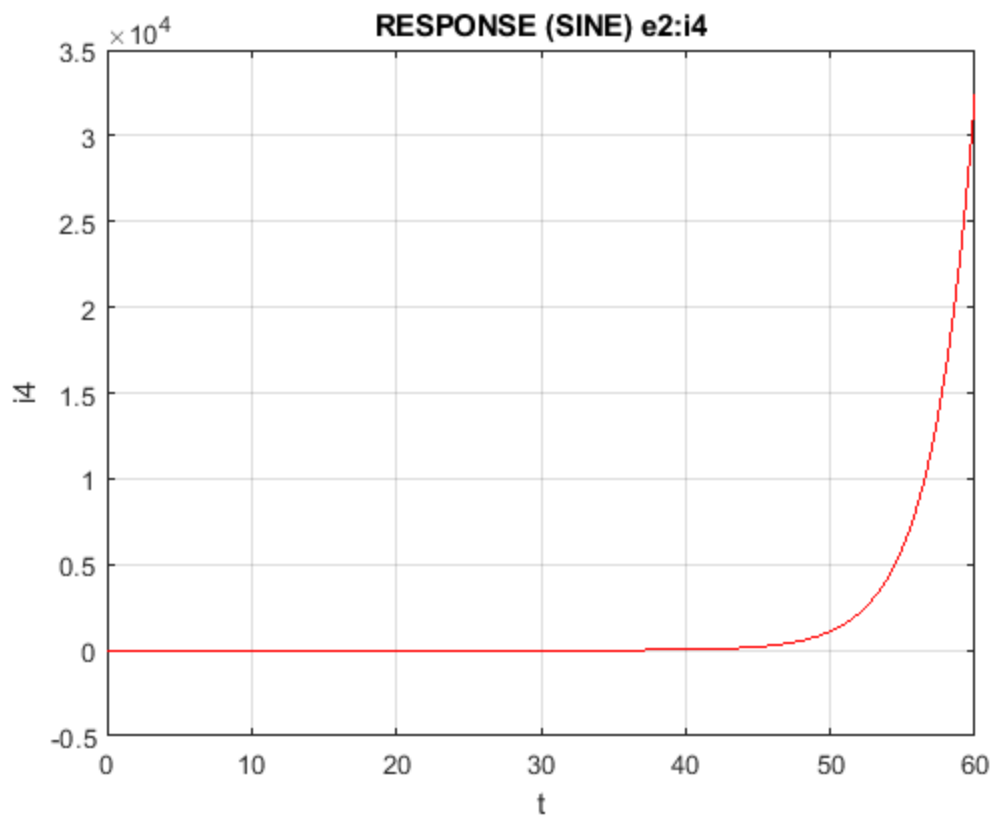
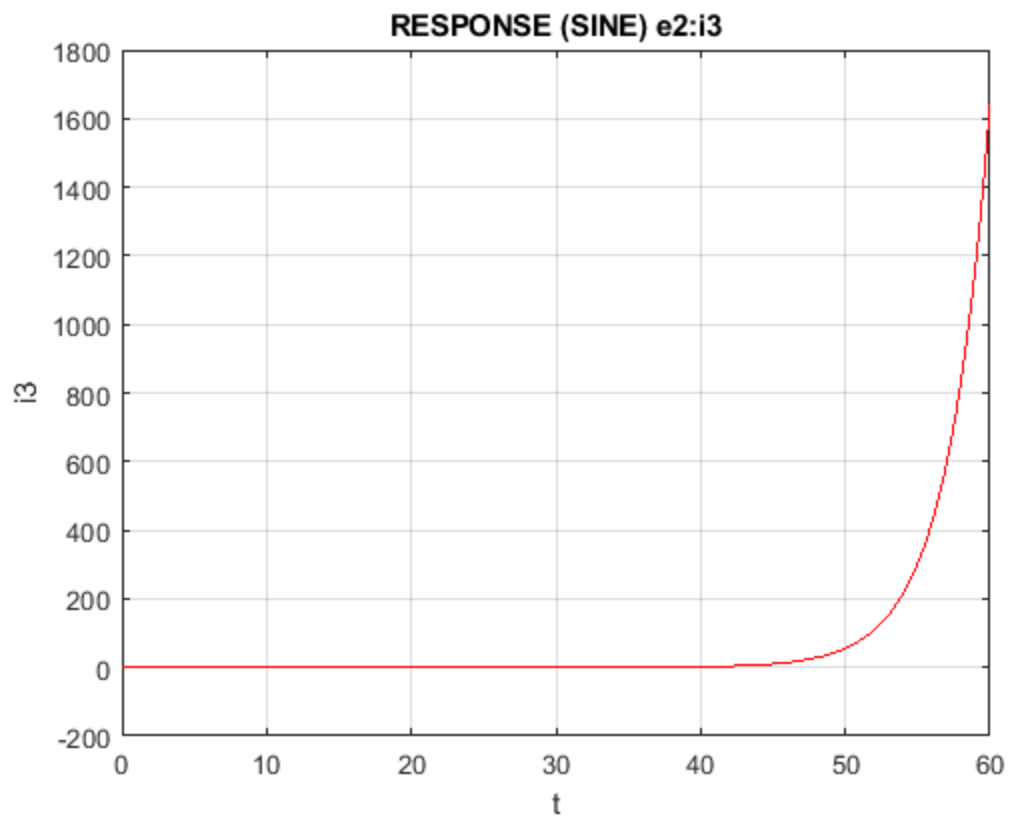


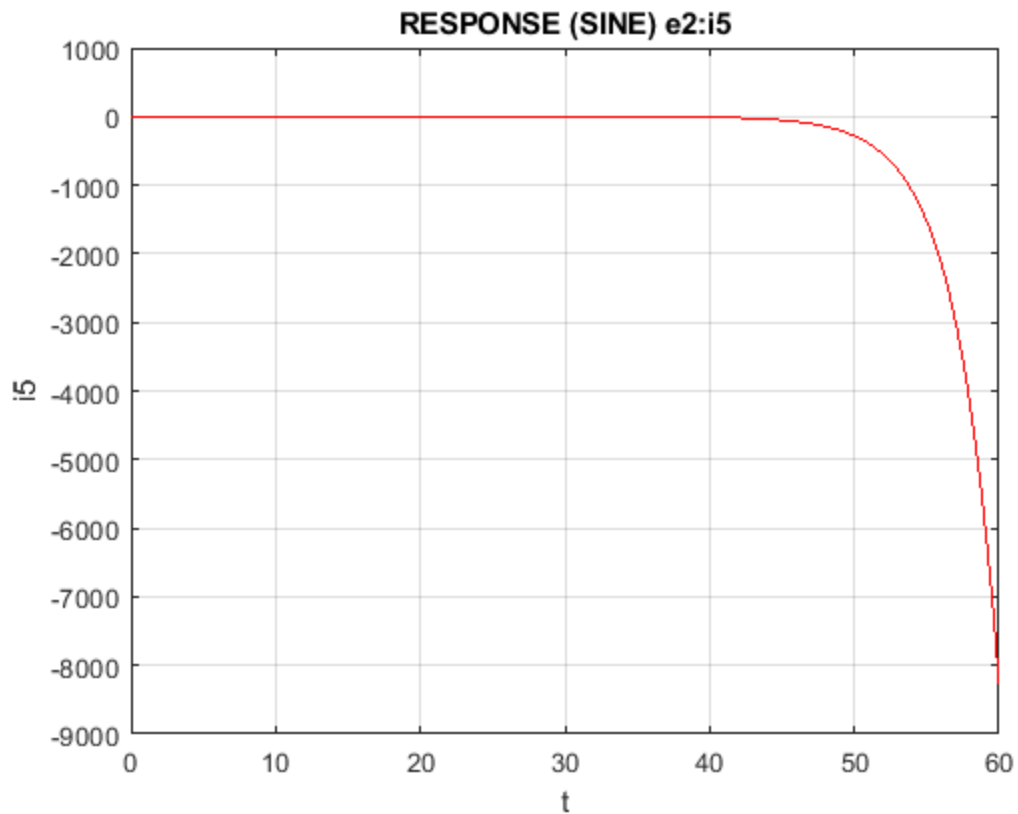












υποερωτήματα (ε, θ, ι, κ): πόλοι, λόγοι απόσβεσης, φυσικές συχνότητες, χρονικές σταθερές

Pole	Damping	Frequency (rad/TimeUnit)	Time Constant (TimeUnit)
-2.00e+05	1.00e+00	2.00e+05	5.00e-06
-1.20e+05	1.00e+00	1.20e+05	8.33e-06
-3.96e+01	1.00e+00	3.96e+01	2.53e-02
-2.83e+00	1.00e+00	2.83e+00	3.53e-01
3.38e-01	-1.00e+00	3.38e-01	-2.96e+00

υποερώτημα (στ): μηδενιστές

είσοδος: 1

z1 =

1.0e+05 *

Columns 1 through 8

-1.9996	-1.9995	Inf	-1.9996	-1.9996	0	0	-3.9995
-1.2000	-0.0005	Inf	-1.2000	-0.0004	Inf	-1.9996	-0.0005
-0.0004	Inf	Inf	-0.0004	0.0000	Inf	-0.0004	Inf
-0.0000	Inf	Inf	-0.0000	Inf	Inf	0.0000	Inf
Inf	Inf	Inf	-0.0000	Inf	Inf	Inf	Inf

Columns 9 through 13

-1.9996	-1.9996	0	-1.9996	0
-1.2000	-0.0004	Inf	-1.2000	-1.9995
-0.0004	0.0000	Inf	-0.0004	-0.0005
-0.0000	Inf	Inf	-0.0000	Inf
-0.0000	Inf	Inf	0.0000	Inf

είσοδος: 2

z2 =

1.0e+05 *

Columns 1 through 8

-1.9996	-1.9995	0.0000	-1.9996	-1.9996	0.0000	0	-3.9995
-0.0004	-0.0005	Inf	-0.0004	-0.0004	0.0000	0	-0.0005
0.0000	0.0000	Inf	0.0000	0.0000	Inf	-1.9996	0.0000
Inf	Inf	Inf	Inf	0.0000	Inf	-0.0004	Inf
Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	0.0000	Inf

Columns 9 through 13

-1.9996	-1.9996	0.0000	-1.9996	0
-0.0004	-0.0004	0.0000	-0.0004	-1.9995
0.0000	0.0000	Inf	0.0000	-0.0005
Inf	0.0000	Inf	0.0000	0.0000
Inf	Inf	Inf	Inf	Inf

είσοδος: 3

z3 =

1.0e+05 *

Columns 1 through 8

0.0000	0	-1.2000	0.0000	0	0	0	0
Inf	-1.2000	-0.0000	Inf	0.0000	-1.2000	0	-1.2000
Inf	-0.0000	0.0000	Inf	Inf	-0.0000	0.0000	-0.0200
Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	0.0000	Inf	0.0200
Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	Inf	-0.0000

Columns 9 through 13

0.0000	0	0	0	0
Inf	0.0000	-1.2000	0.0000	0
Inf	Inf	-0.0000	Inf	-1.2000
Inf	Inf	0.0000	Inf	-0.0000
Inf	Inf	Inf	Inf	Inf

υποερώτημα (ζ): κέρδη μόνιμης κατάστασης

είσοδος: 1

kss_1 =

1.0000
1.0000
-1.0000
-0.0000
-0.0000
0
0
2.0000
-0.0000
-0.0000
0
0.0000
0

είσοδος: 2

kss_2 =

-0.0000
1.0000
-1.0000
0.0000
-0.0000
0.0000
0
2.0000
0.0000
-0.0000
0.0000
0.0000
0

είσοδος: 3

```
kss_3 =  
  
-0.0000  
  0  
  1.0000  
  0.0000  
  0  
  0  
  0  
  0  
  0.0000  
  0  
  0  
  0  
  0
```

υποερώτημα (η): συντελεστές κέρδους

είσοδος: 1

```
k1 =  
  
1.0e+11 *  
  
-0.0000  
-0.0000  
  9.0909  
  0.0000  
-0.0000  
  0.1818  
-0.0000  
-0.0000  
  0.0000  
-0.0000  
  0.0001  
  0.0000  
-0.0000
```

είσοδος: 2

```
k2 =  
  
1.0e+12 *
```

-0.0000
0.0000
-2.0000
0.0000
0.0000
-0.0400
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
-0.0000
-0.0000
0.0000

είσοδος: 3

k3 =

1.0e+11 *

-2.0000
-0.0000
0.0001
2.0000
2.4000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0001
0.0002
0.0000
-0.0002
-0.0000

υποερώτημα (ι): φυσικές συχνότητες με απόσβεση

wd =

0
0
0
0
0

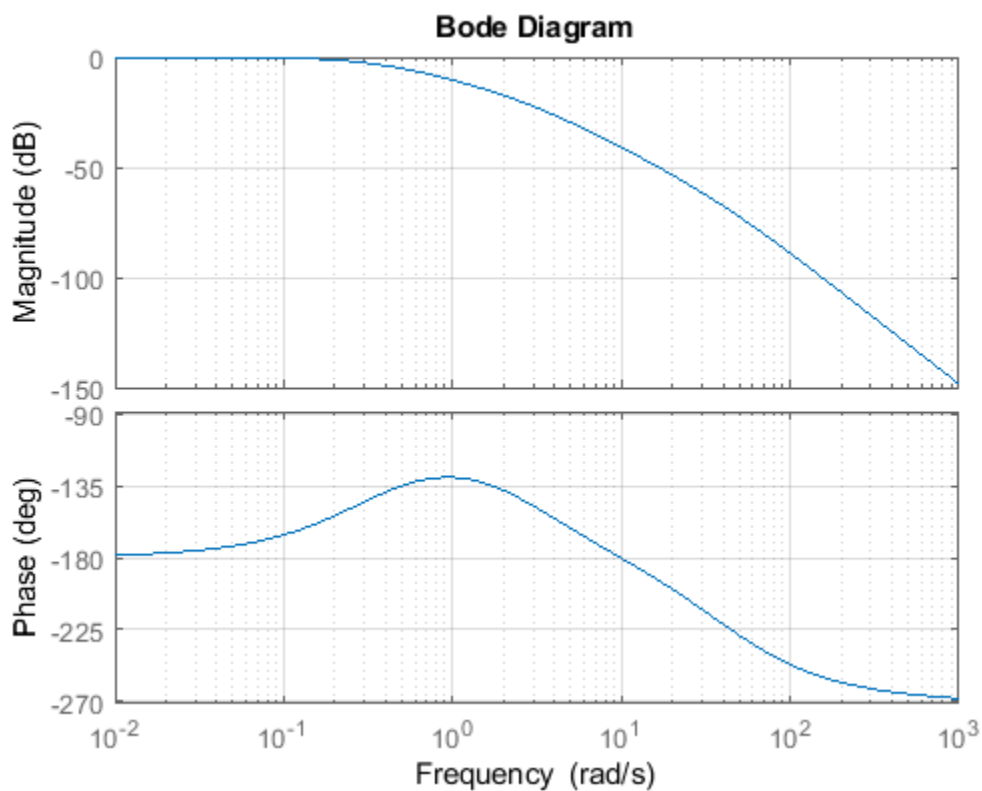
υποερώτημα (μ): μεμονωμένες συναρτήσεις μεταφοράς

είσοδος: 1, έξοδος: 3 – τάση πυκνωτή 3 (υποερώτημα α)

909090909090.9088

-
 $s^5 + 319999.5455 s^4 + 24008154545.4545 s^3 + 1009087181818.097 s^2$

+ 2345454545450.327 s - 909090909121.1564



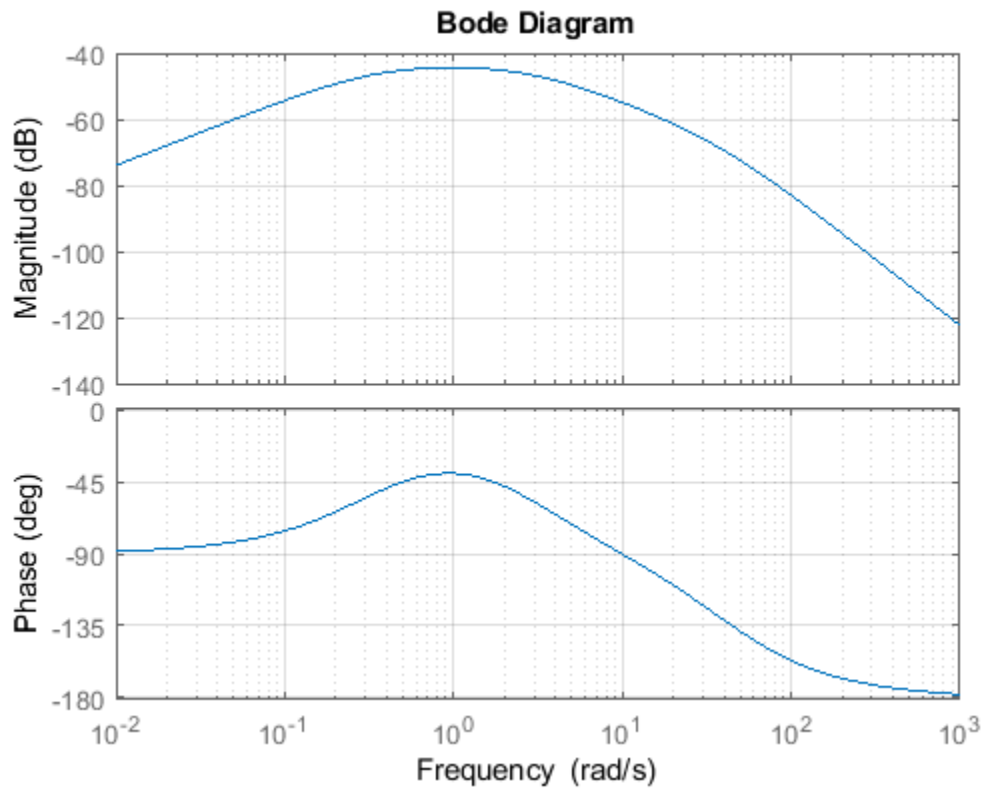
είσοδος: 1, έξοδος: 6 – τάση αντίστασης 3 (υποερώτημα α)

num(6)/den =

18181818181.8182 s

$$s^5 + 319999.5455 s^4 + 24008154545.4545 s^3 + 1009087181818.097 s^2$$

$$+ 2345454545450.327 s - 909090909121.1564$$



είσοδος: 1, έξοδος: 8 – τάση πηνίου 3 (υποερώτημα α)

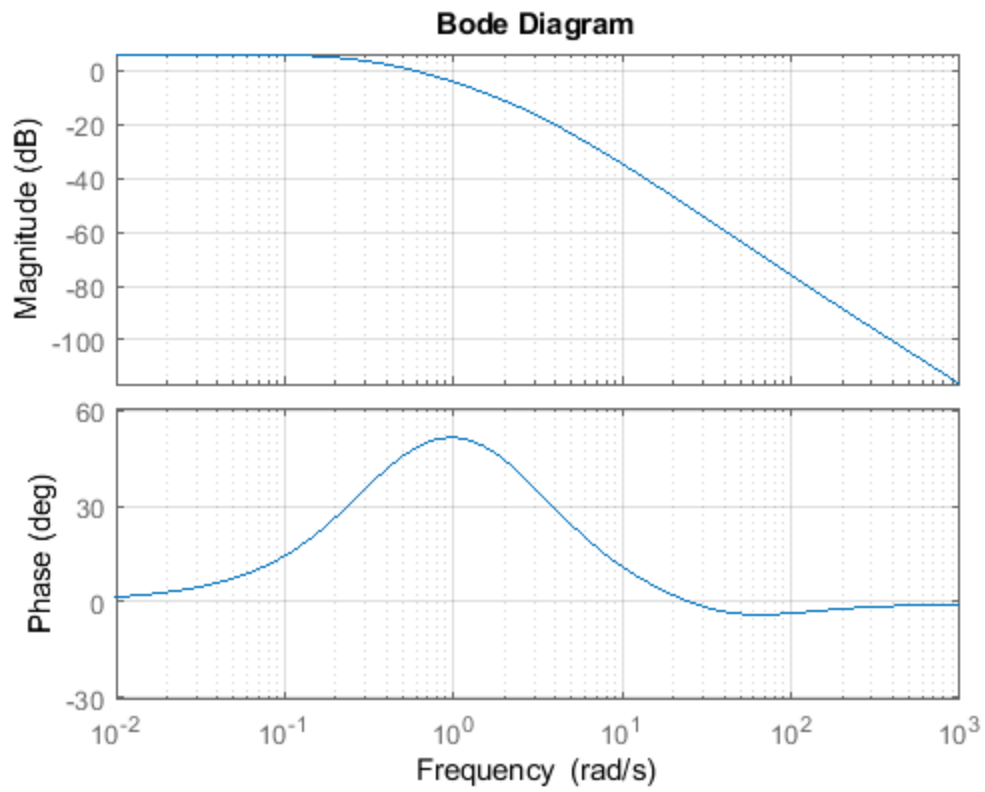
$$\text{num}(8)/\text{den} =$$

$$-90909.0909 s^2 - 36363636363.6364 s - 1818181818181.818$$

-

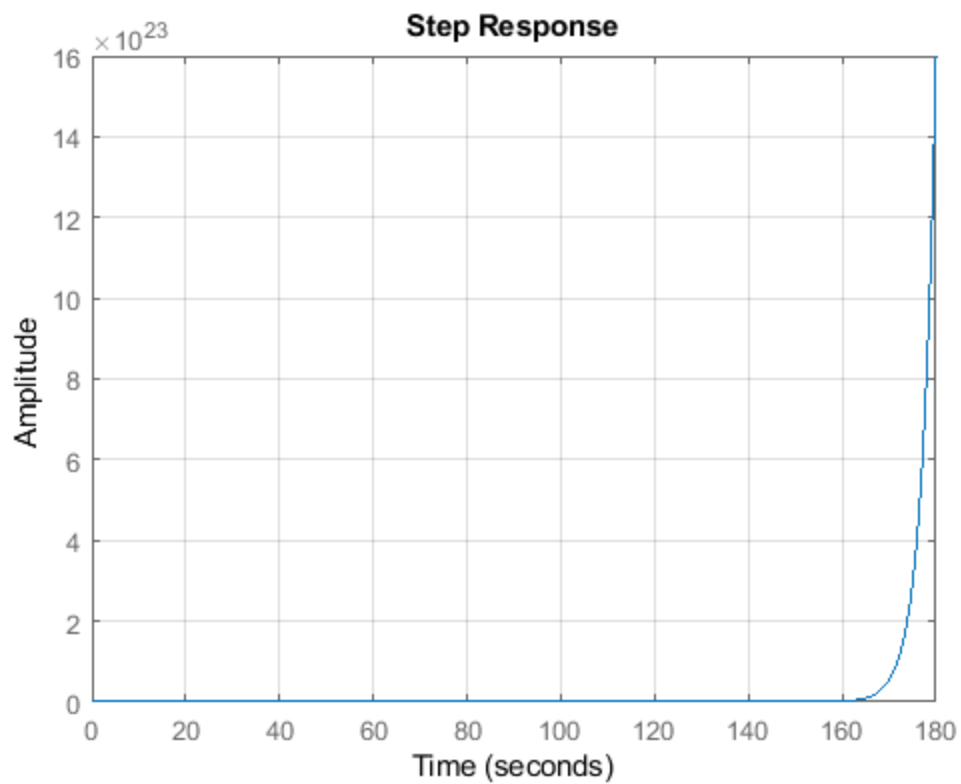
$$s^5 + 319999.5455 s^4 + 24008154545.4545 s^3 + 1009087181818.097 s^2$$

$$+ 2345454545450.327 s - 909090909121.1564$$



υποερώτημα (ν): γραφικός υπολογισμός χαρακτηριστικών μεγεθών

είσοδος: 1, έξοδος: 6 – τάση αντίστασης 3 (υποερώτημα α)



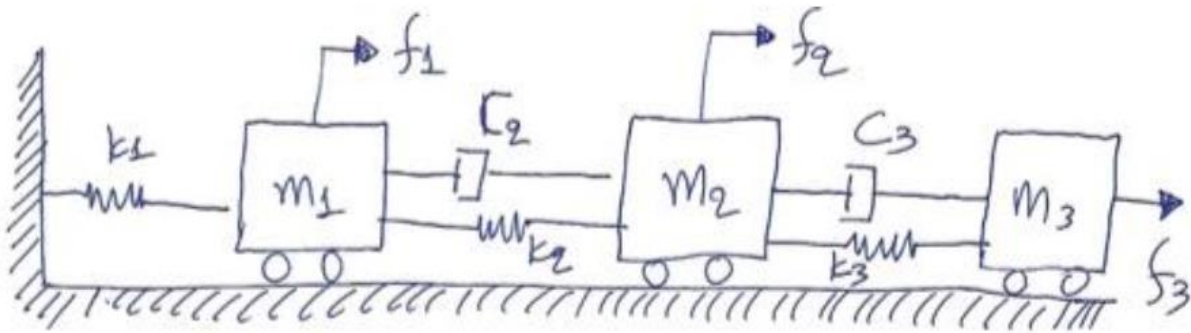
```
stepinfo(sysA_06)
```

```
ans =
```

```
struct with fields:
```

```
    RiseTime: NaN
  SettlingTime: NaN
  SettlingMin: NaN
  SettlingMax: NaN
    Overshoot: NaN
    Undershoot: NaN
        Peak: Inf
    PeakTime: Inf
```

ερώτημα Β: μηχανικό σύστημα



- a. αποκρίσεις μόνο για είσοδο f_3 βαθμίδα μέτρου 100
- b. αποκρίσεις μόνο για ημιτονοειδή είσοδο f_1 όπου $f_p - p = 100\text{Nt}$, $\bar{f} = 0\text{Nt}$
- c. πόλους του συστήματος
- d. μηδενιστές του συστήματος
- e. κέρδη μόνιμης κατάστασης του συστήματος
- f. συντελεστές κέρδους του συστήματος
- g. λόγους απόσβεσης του συστήματος
- h. φυσικές συχνότητες του συστήματος
- i. χρονικές σταθερές του συστήματος
- j. φυσικές συχνότητες με απόσβεση του συστήματος
- k. χρονικές σταθερές του συστήματος
- l. φυσικές συχνότητες με απόσβεση του συστήματος
- m. διαγράμματα απόκρισης συχνότητας για 2 οποιεσδήποτε μεμονωμένες συναρτήσεις μεταφοράς
- n. γραφικά τα χαρακτηριστικά μεγέθη της μεταβατικής της απόκρισης σε είσοδο μοναδιαία βαθμίδα για 1 από τις 2 ΣΜ του προηγούμενου ερωτήματος

$$\begin{aligned}m_i &\in [10, 100] \text{ kg} = (10, 55, 100) \\k_i &\in [5000, 15000] \text{ Nt/m} = (5000, 10000, 15000) \\c_i &\in [100, 200] \text{ m/s} = (100, 200)\end{aligned}$$

<https://github.com/float3rs/m>
<https://github.com/float3rs/m/blob/master/3/mechanical.m>

$$\dot{z} \equiv \begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \\ \dot{z}_4 \\ \dot{z}_5 \\ \dot{z}_6 \end{bmatrix} = A \cdot z + B \cdot v$$

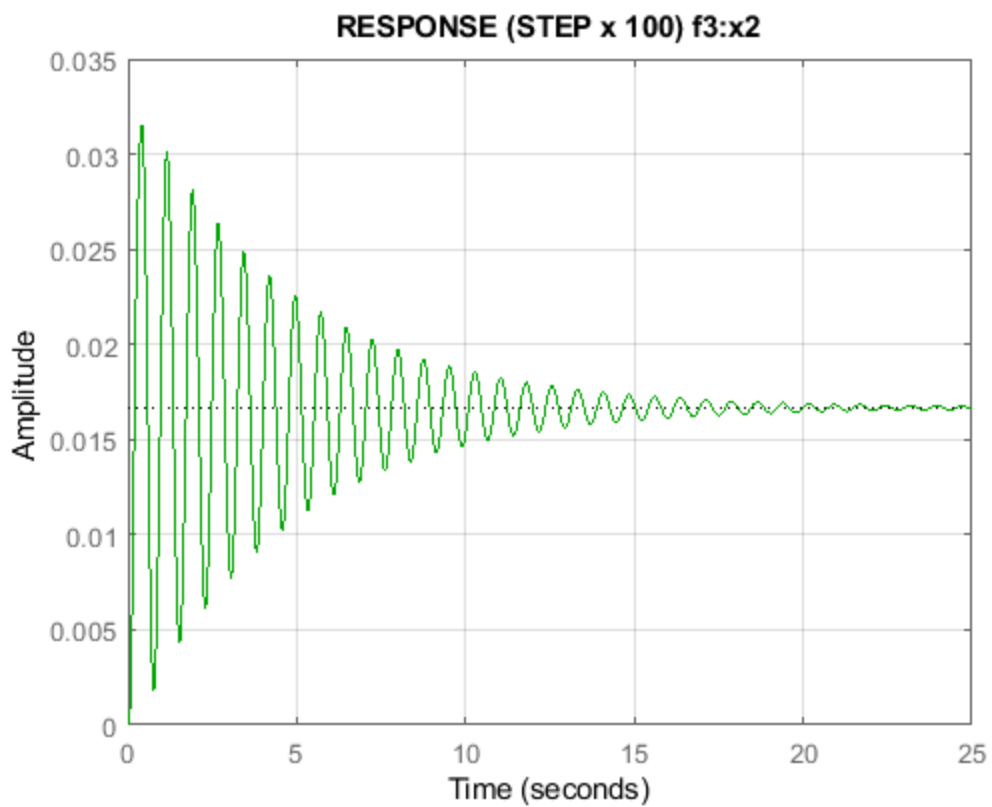
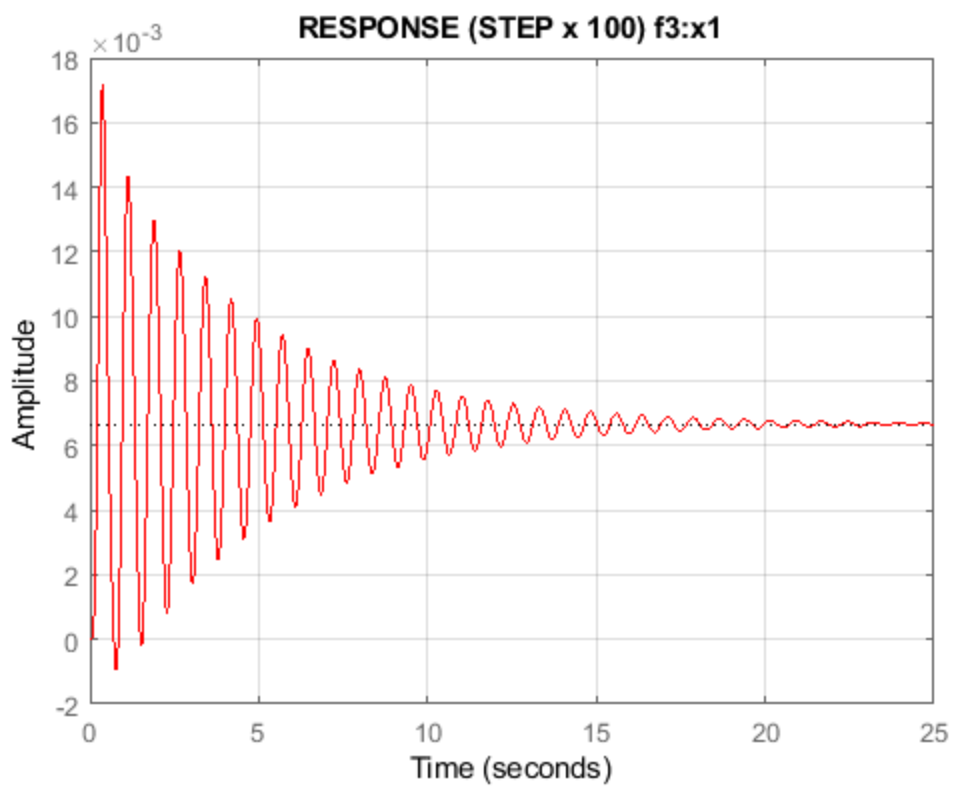
$$\equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{k_1+k_2}{m_1} & -\frac{c_2}{m_1} & \frac{k_2}{m_1} & \frac{c_2}{m_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{k_2}{m_2} & \frac{c_2}{m_2} & -\frac{k_2+k_3}{m_2} & -\frac{c_2+c_3}{m_2} & \frac{k_3}{m_2} & \frac{c_3}{m_2} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{k_3}{m_3} & \frac{c_3}{m_3} & -\frac{k_3}{m_3} & -\frac{c_3}{m_3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \end{bmatrix}$$

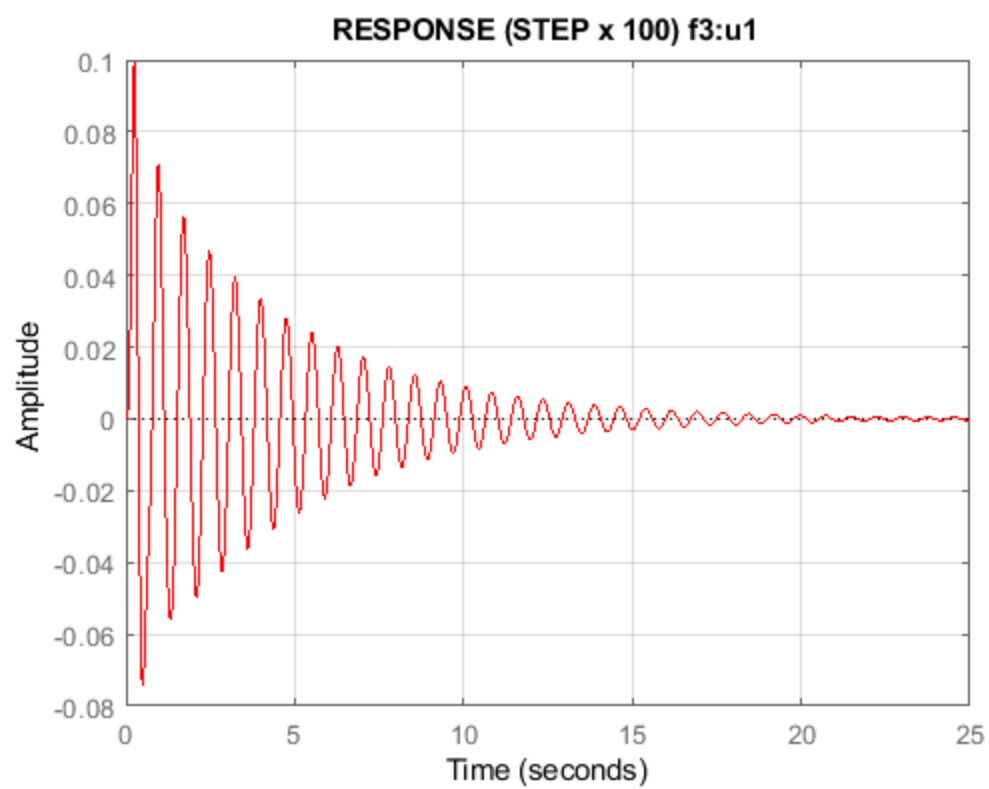
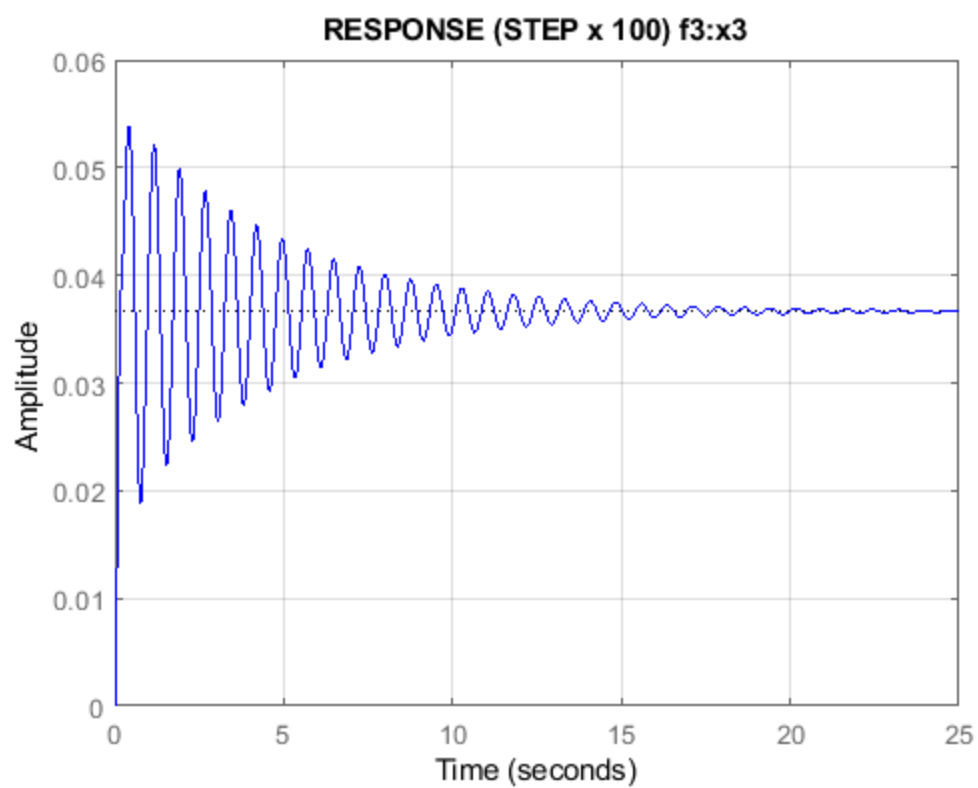
$$+ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{m_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{m_2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{m_3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix}$$

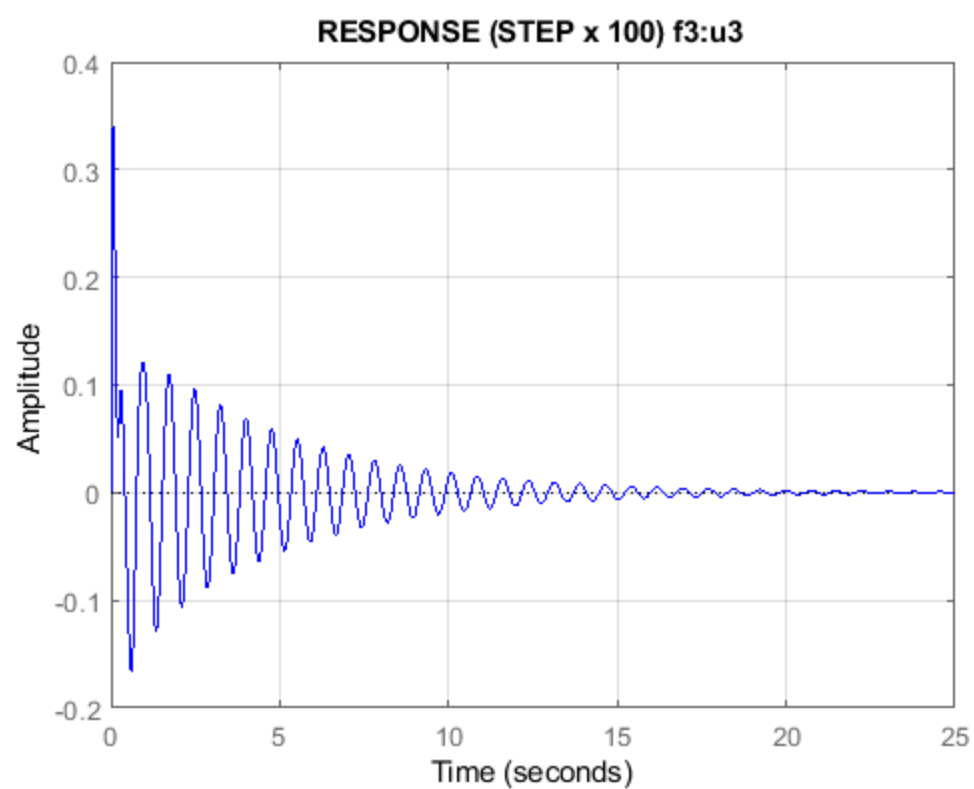
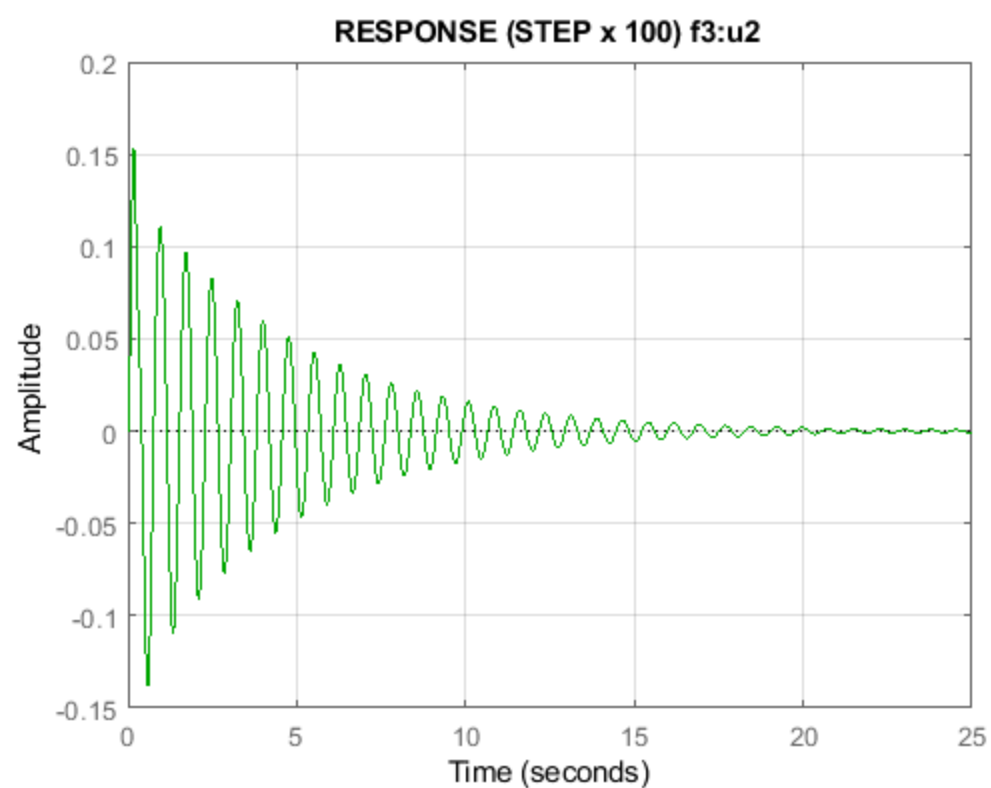
$$y \equiv \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ f_{k1} \\ f_{c1} \\ f_{k2} \\ f_{c2} \\ f_{k3} \\ f_{c3} \end{bmatrix} = C \cdot z + D \cdot v \equiv$$

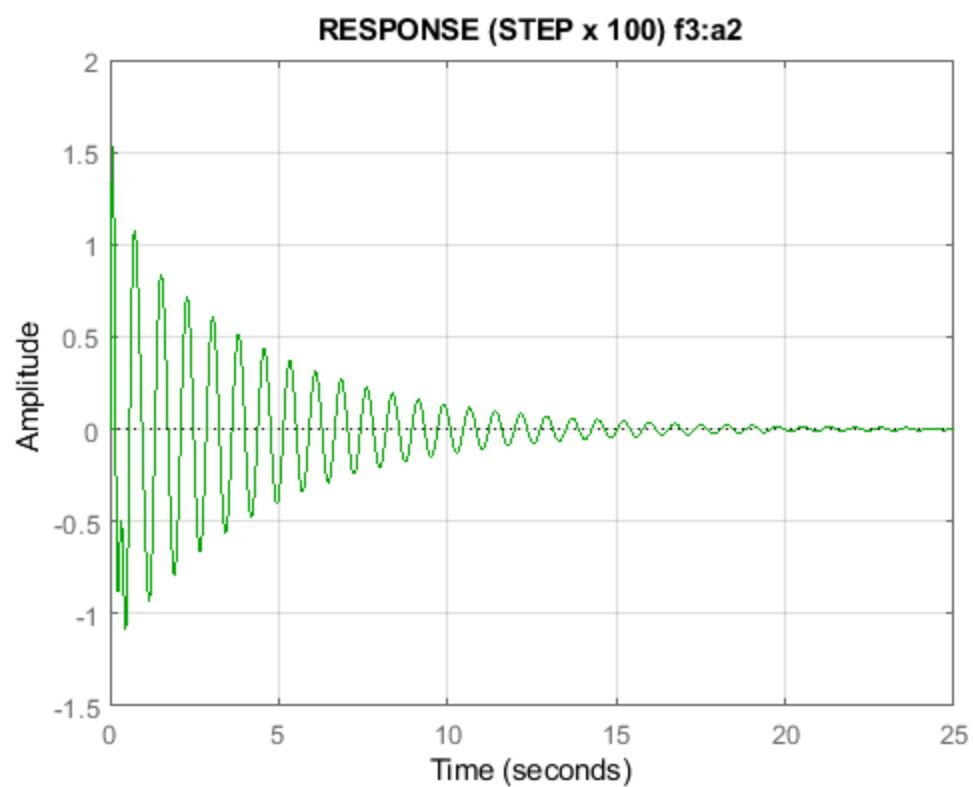
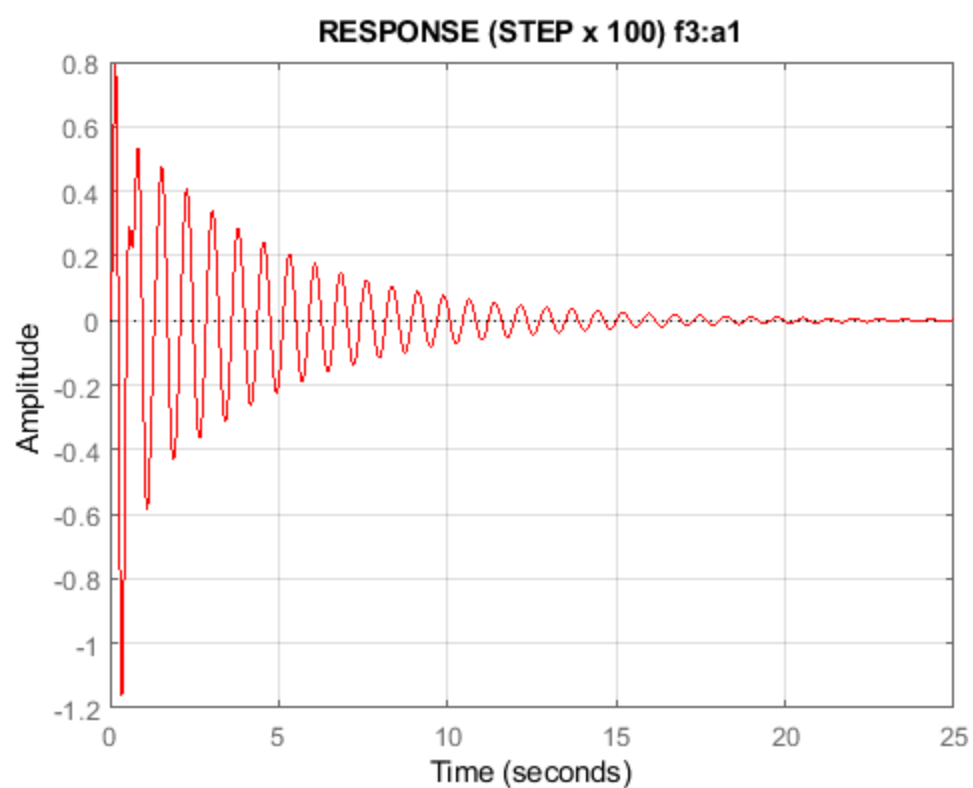
$$\begin{bmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 -\frac{k_1 + k_2}{m_1} & -\frac{c_2}{m_1} & \frac{k_2}{m_1} & \frac{c_2}{m_1} & 0 & 0 \\
 \frac{k_2}{m_2} & \frac{c_2}{m_2} & -\frac{k_2 + k_3}{m_2} & -\frac{c_2 + c_3}{m_2} & \frac{k_3}{m_2} & \frac{c_3}{m_2} \\
 0 & 0 & \frac{k_3}{m_3} & \frac{c_3}{m_3} & -\frac{k_3}{m_3} & -\frac{c_3}{m_3} \\
 k_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 k_2 & 0 & -k_2 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & c_2 & 0 & -c_2 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & k_3 & 0 & -k_3 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & c_3 & 0 & -c_3
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \end{bmatrix}
 +
 \begin{bmatrix}
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 \frac{1}{m_1} & 0 & 0 \\
 0 & \frac{1}{m_2} & 0 \\
 0 & 0 & \frac{1}{m_3} \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{bmatrix}$$

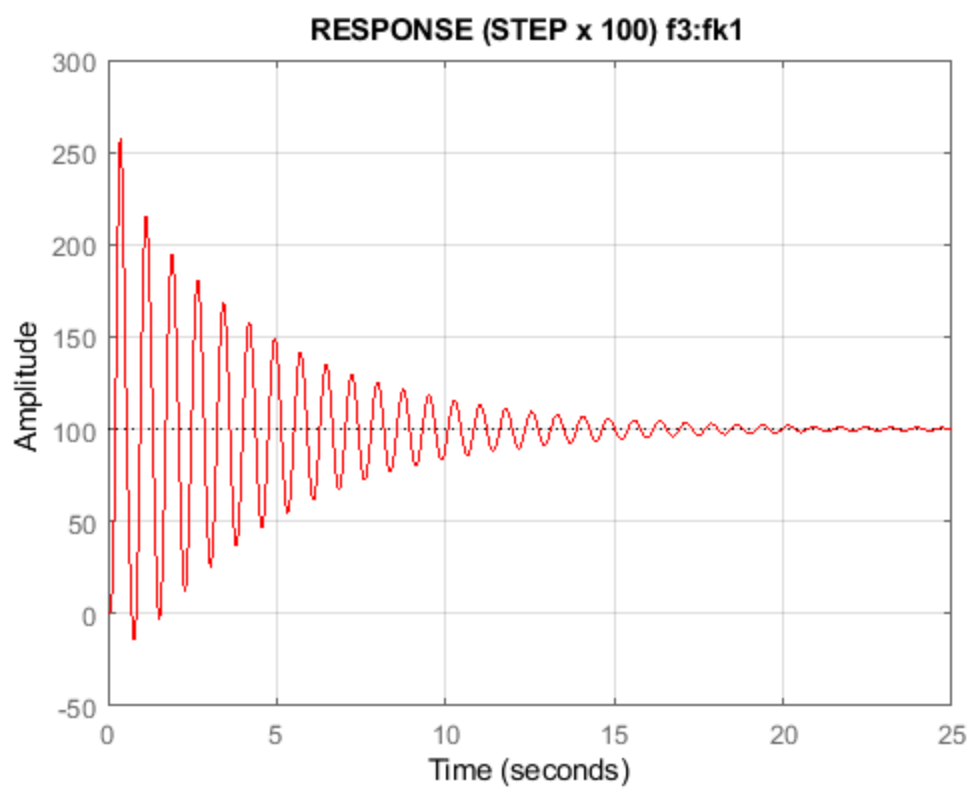
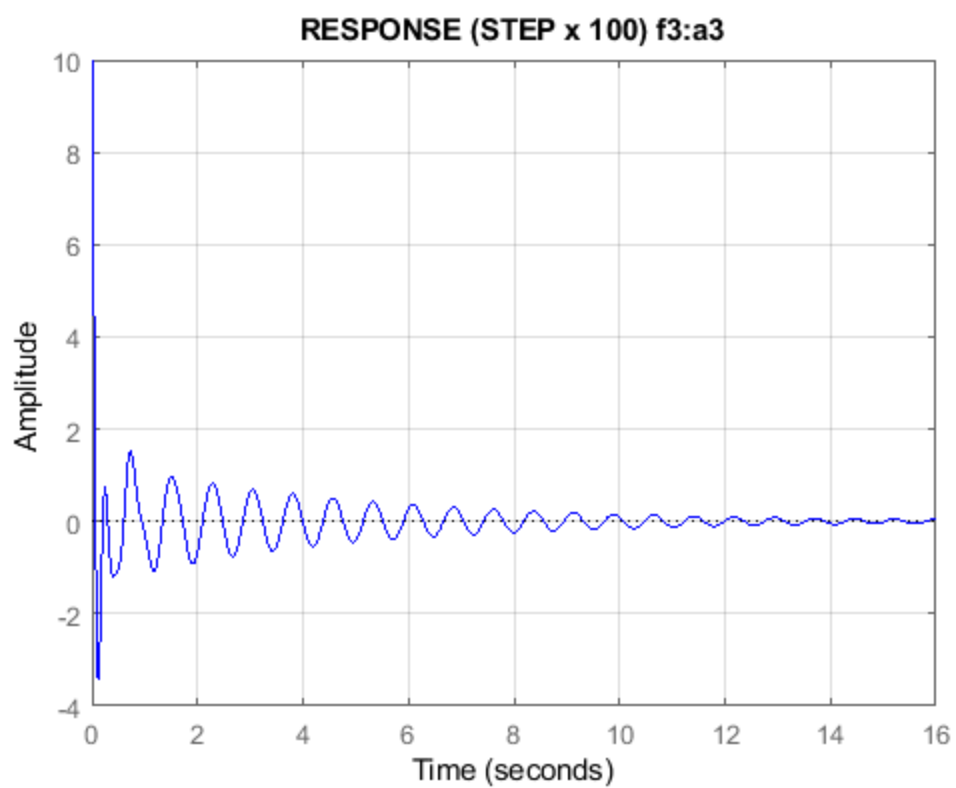
υποερώτημα (α): αποκρίσεις για είσοδο βαθμίδα

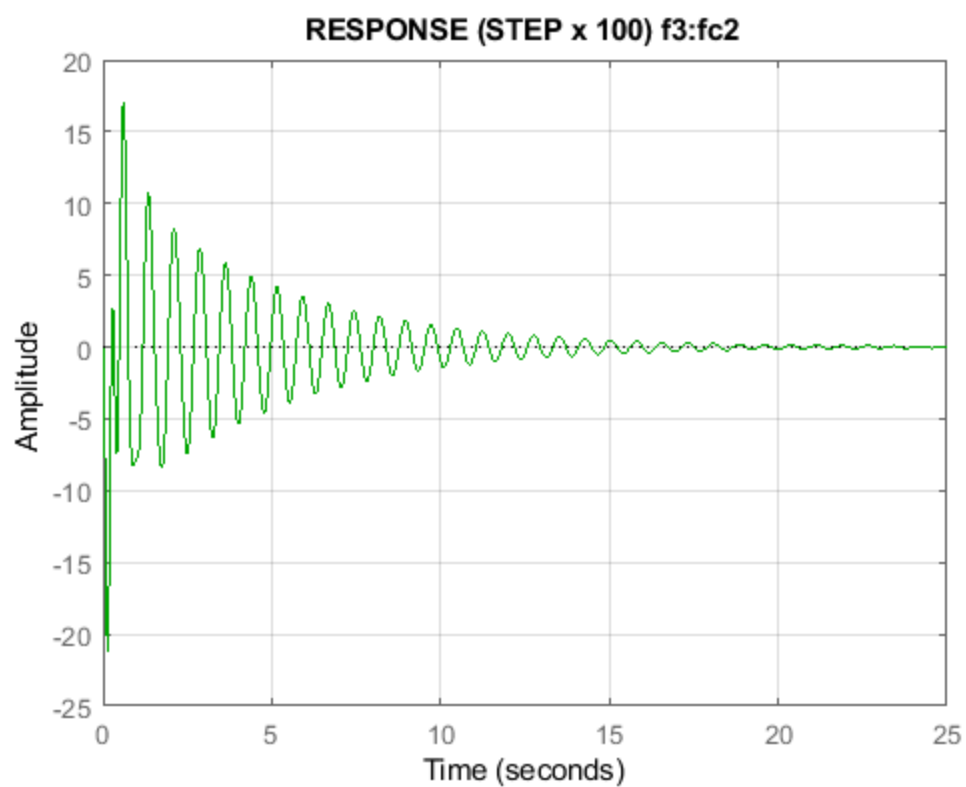
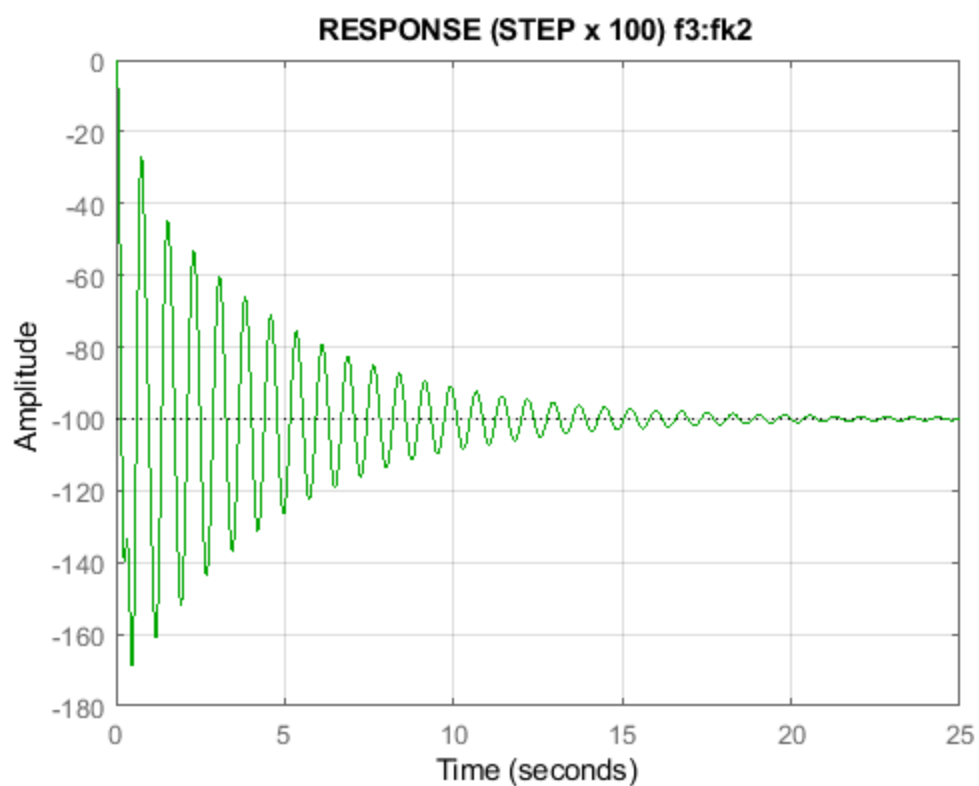


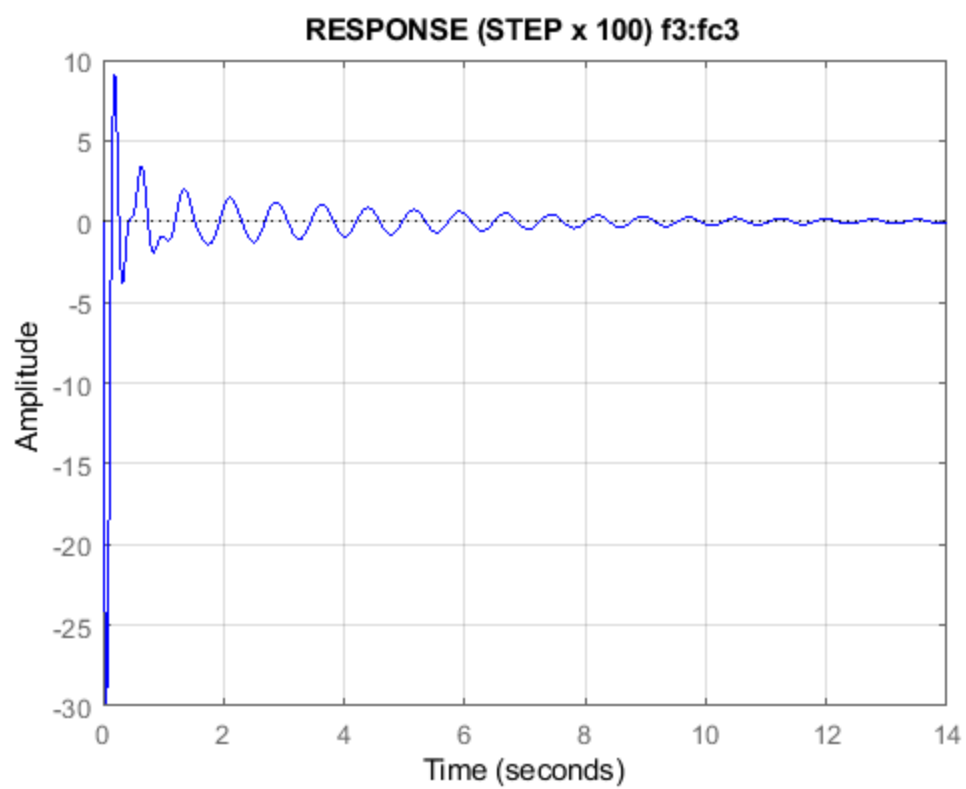
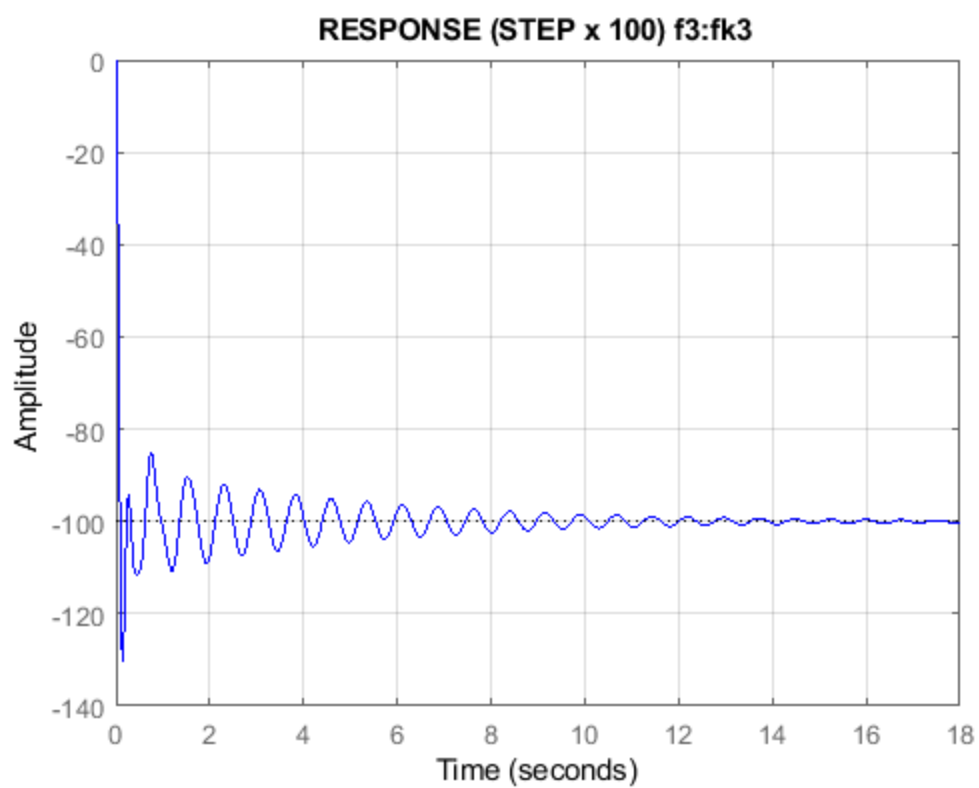




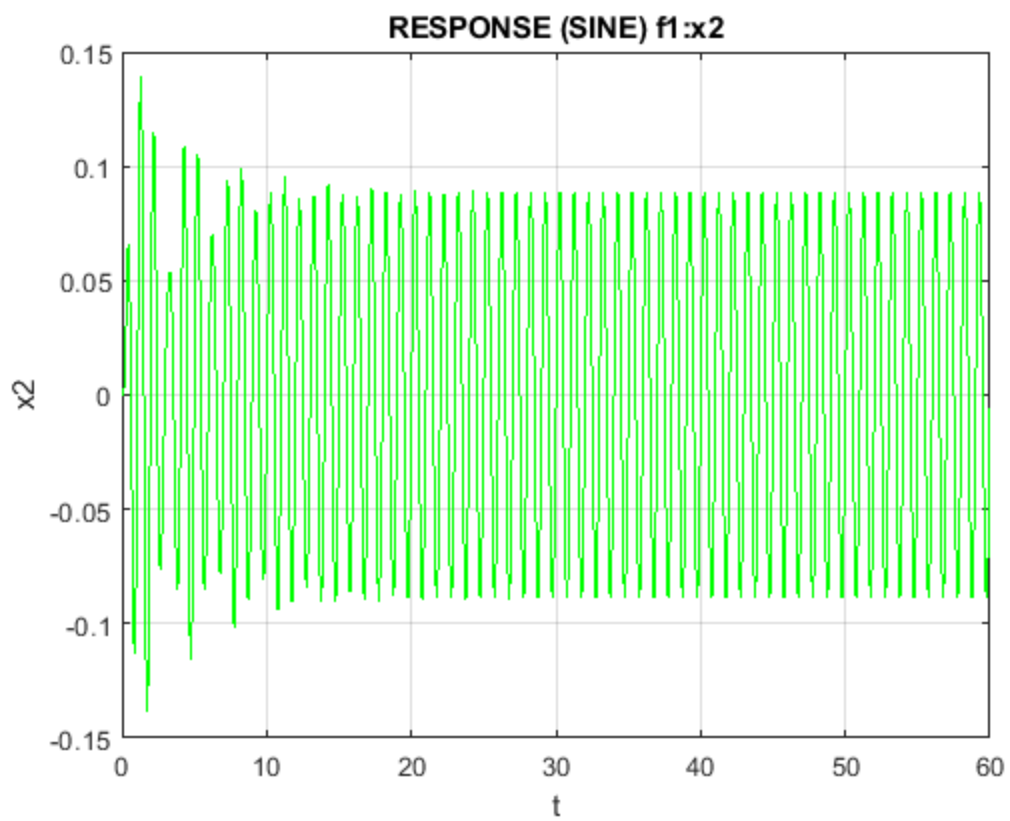
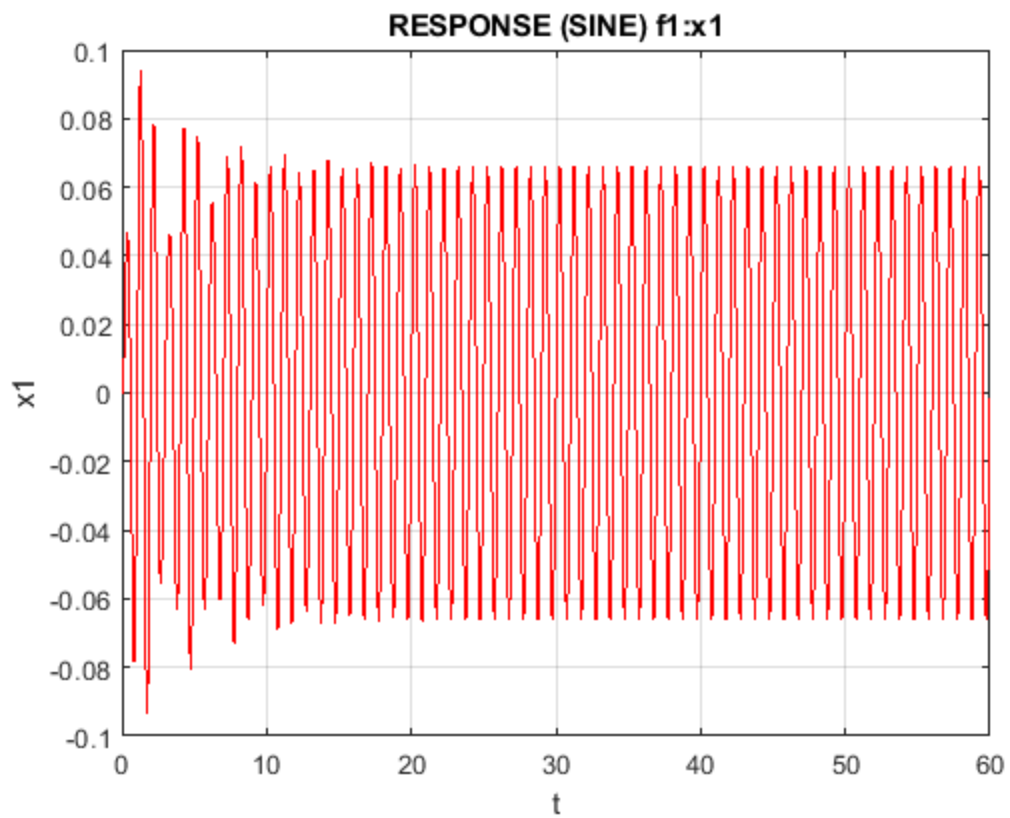


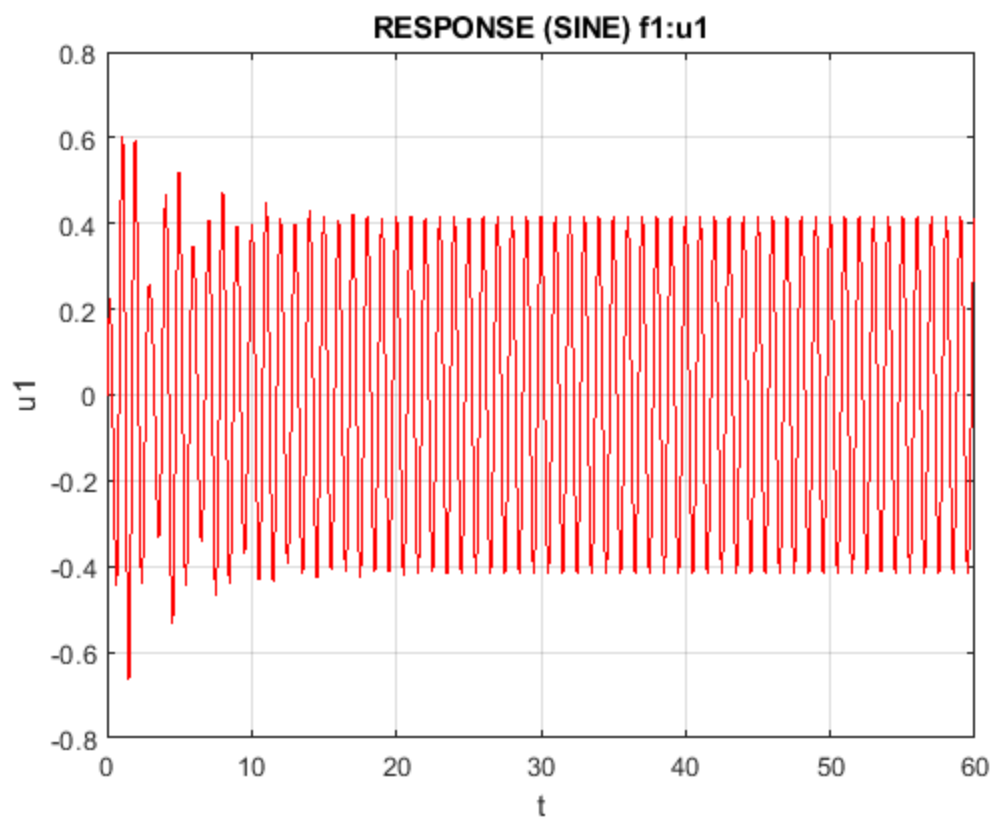
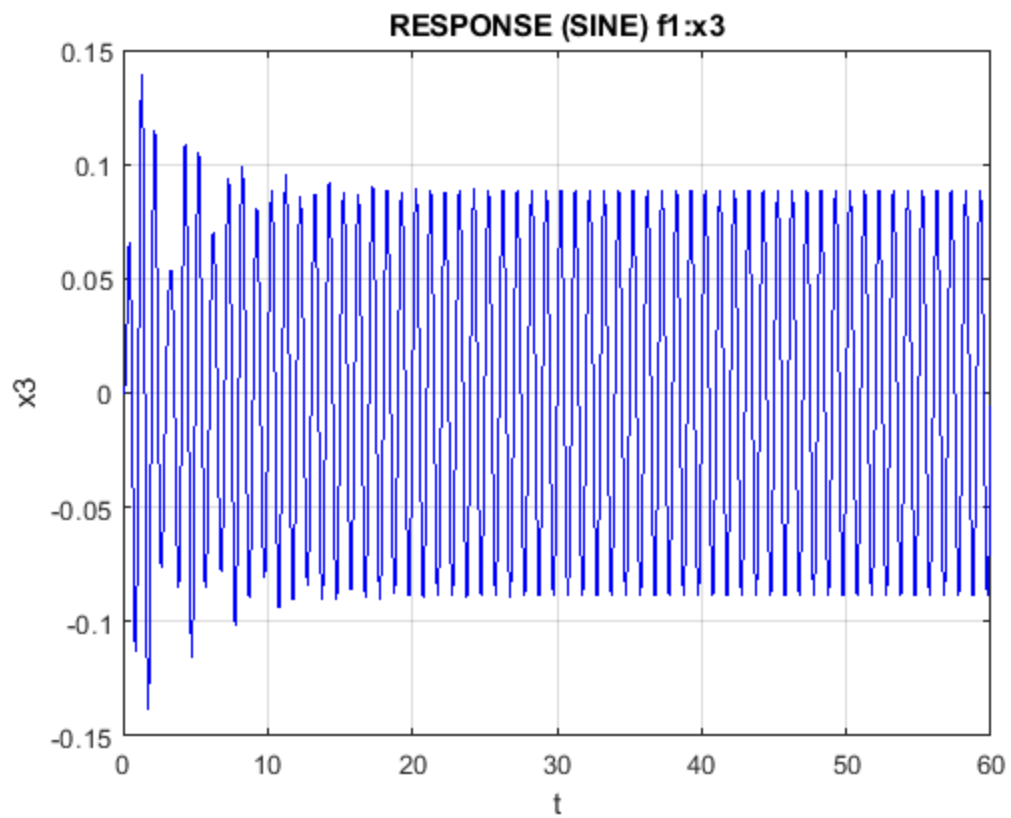


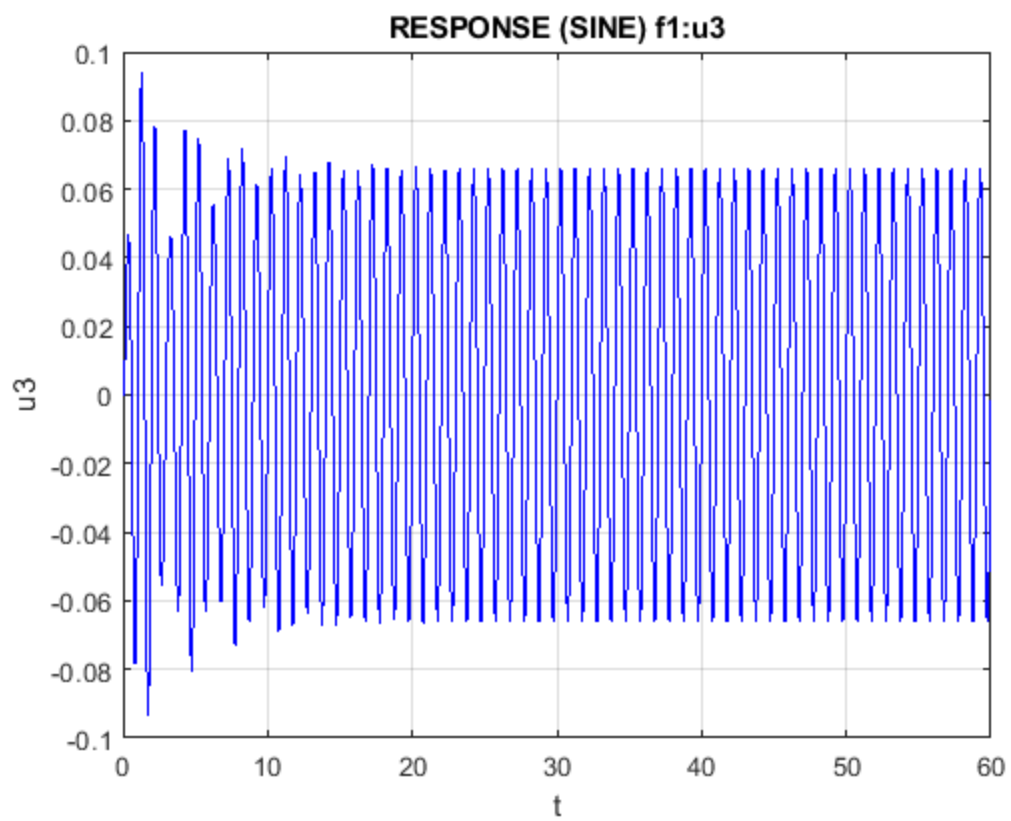
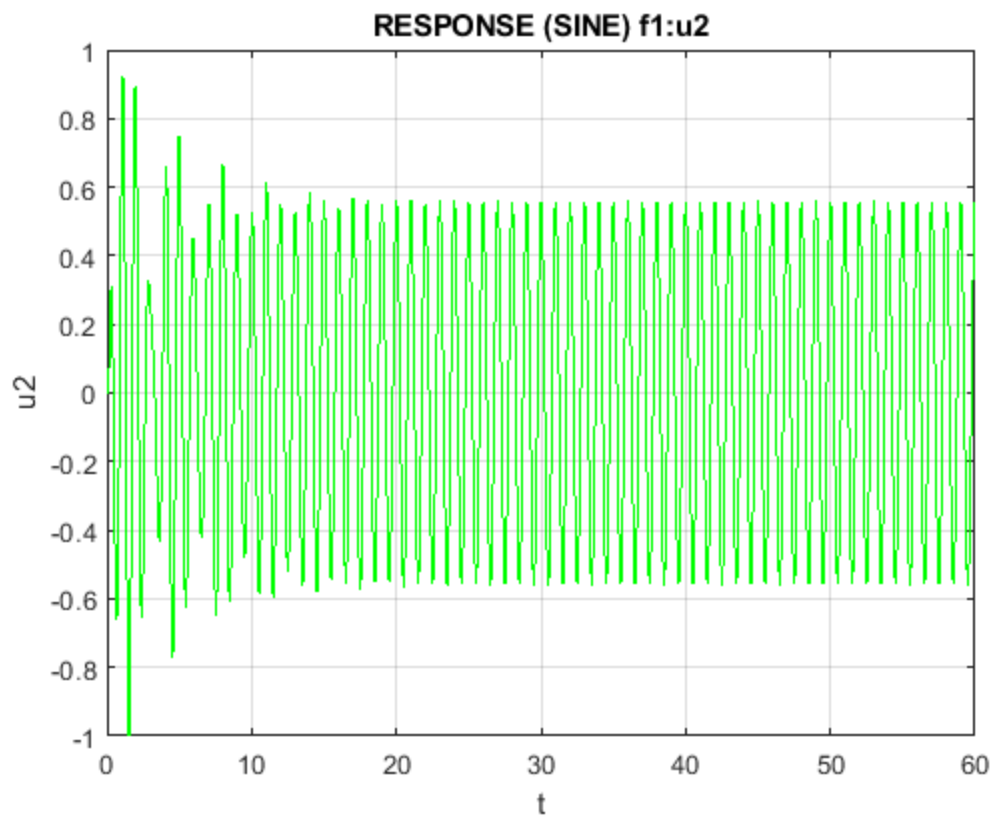


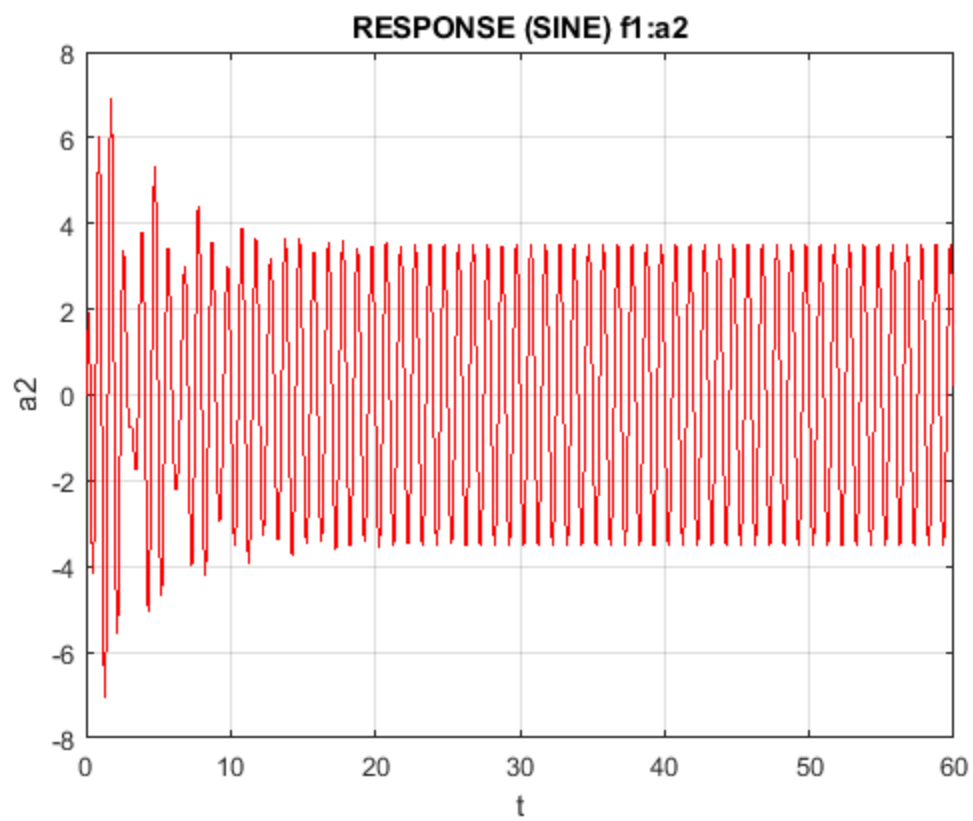
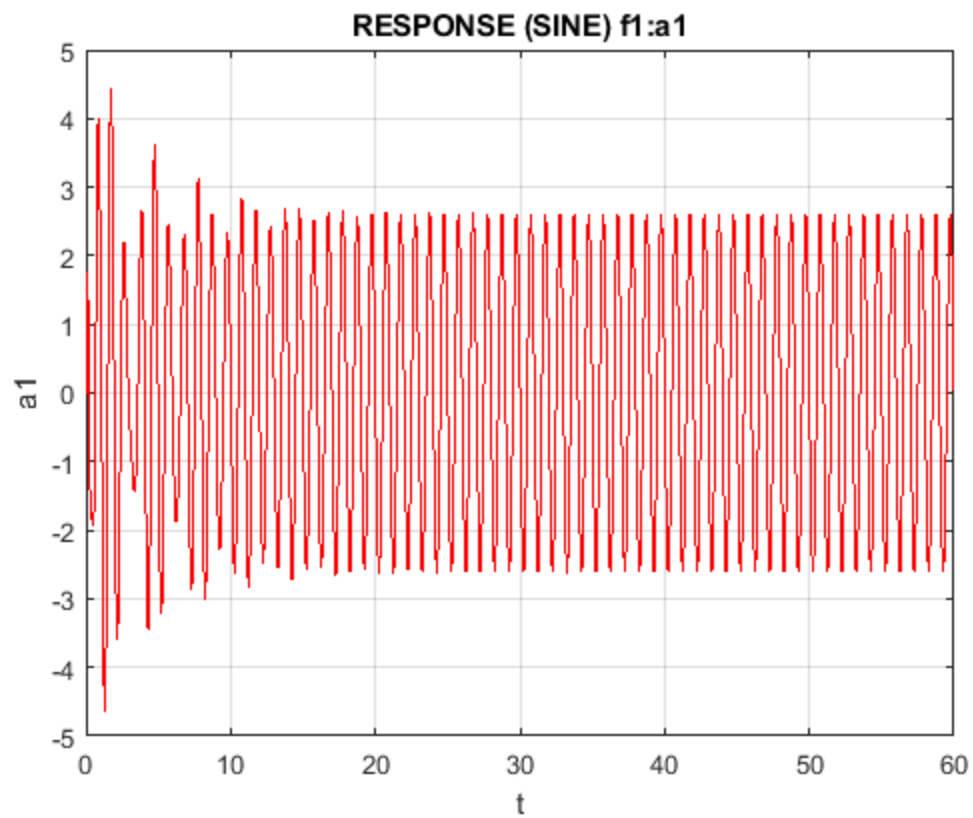


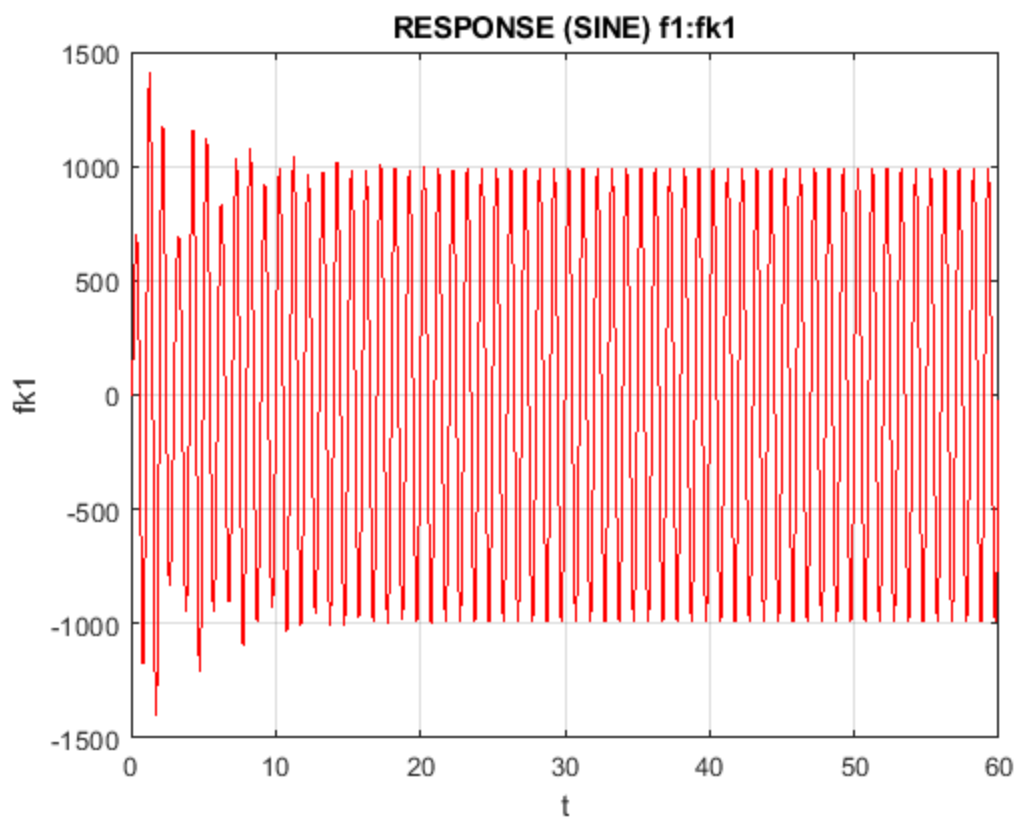
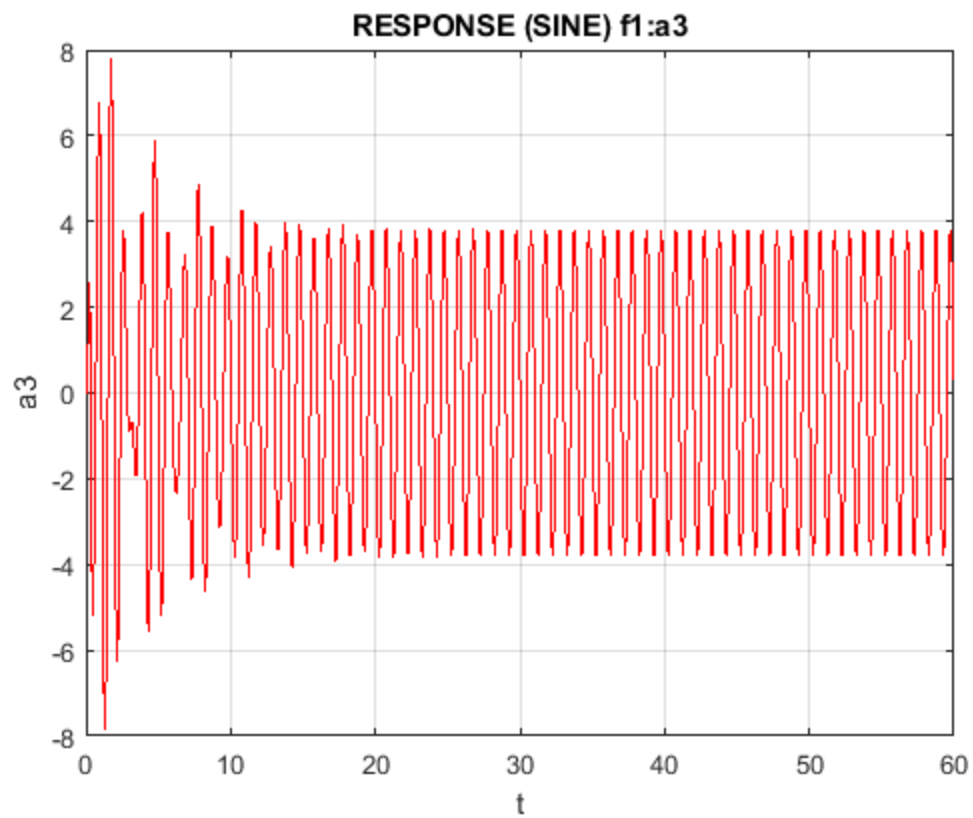
υποερώτημα (β): αποκρίσεις για είσοδο ημιτονοειδή

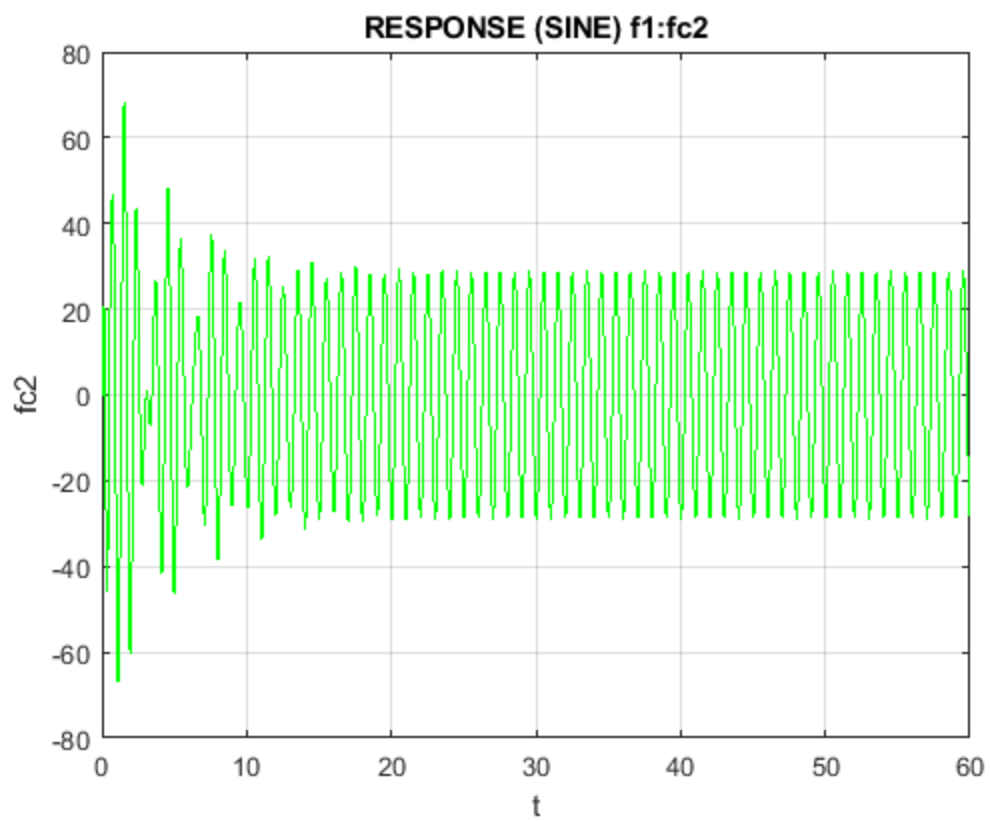
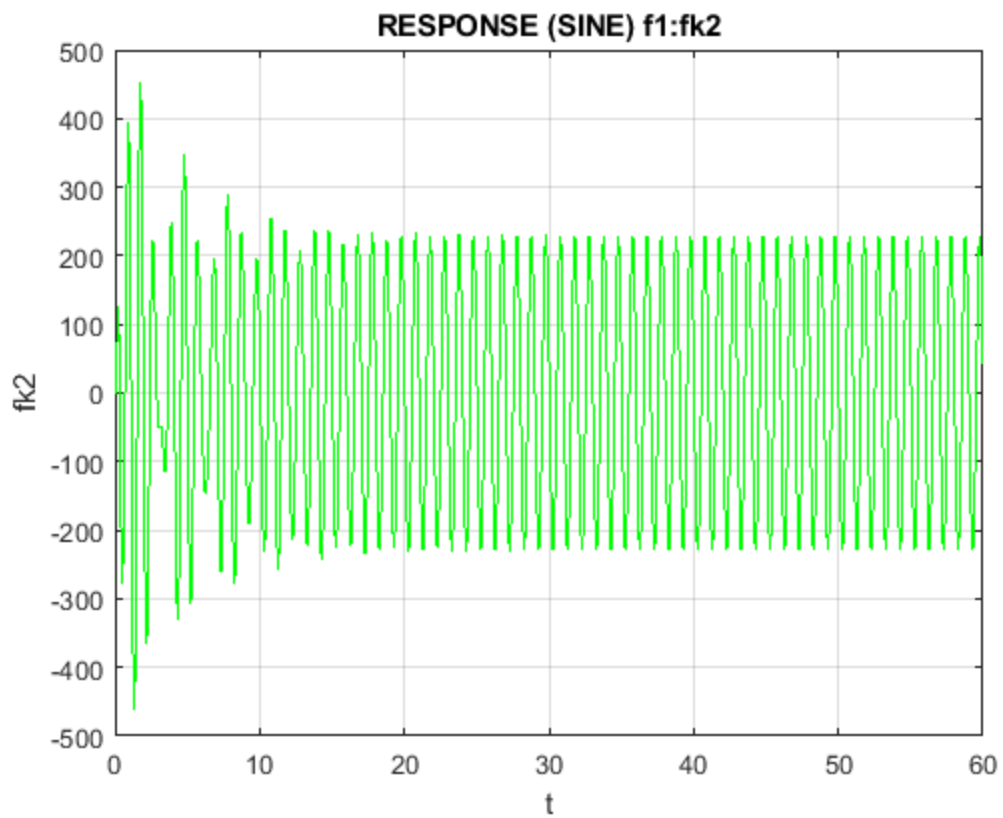


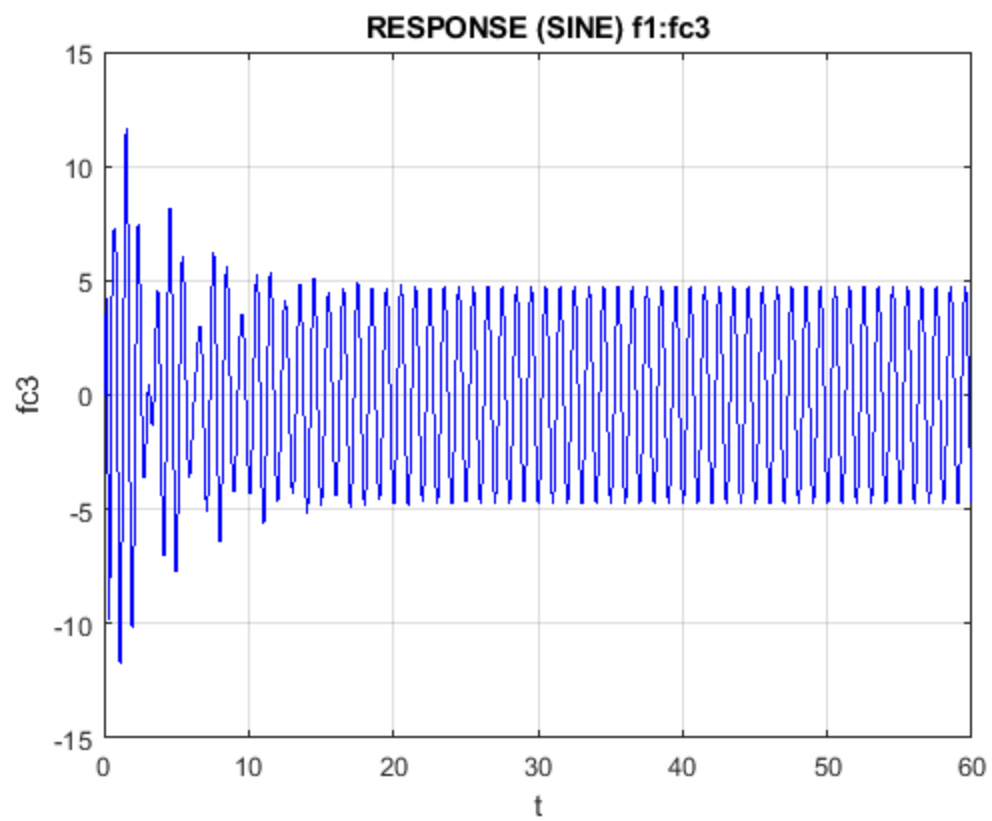
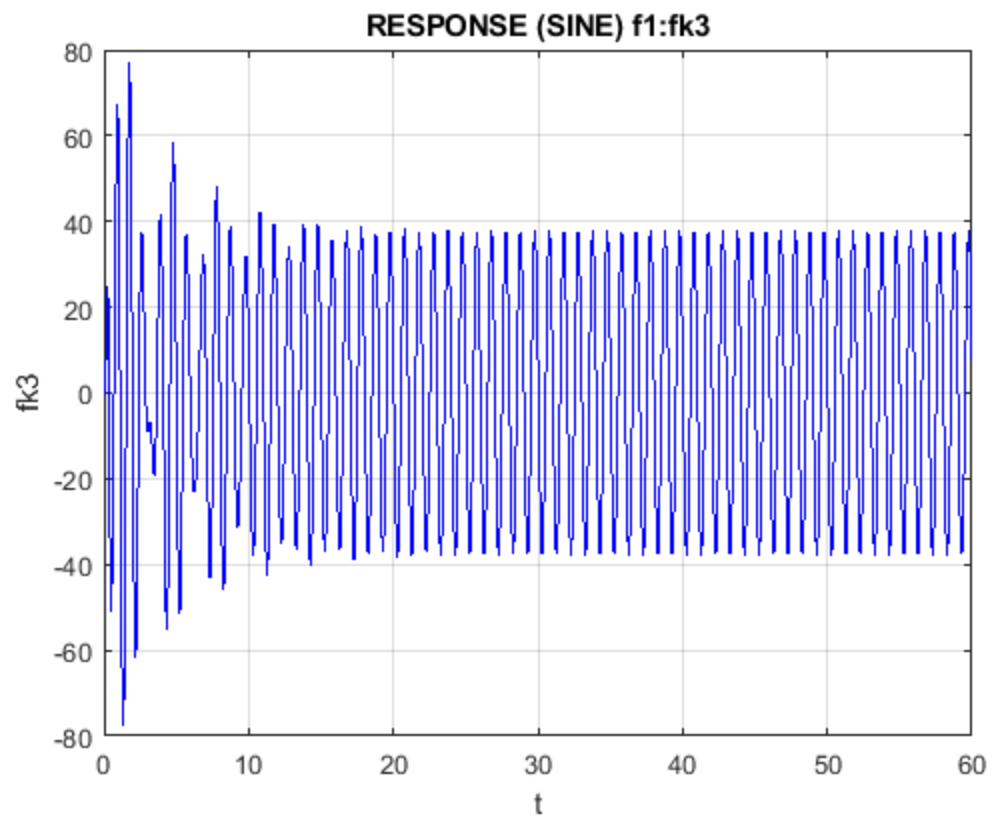












υποερώτηματα (γ, η, ζ, θ): πόλοι, λόγοι απόσβεσης, φυσικές συχνότητες, χρονικές σταθερές του συστήματος

Pole	Damping	Frequency (rad/TimeUnit)	Time Constant (TimeUnit)
-6.36e+00 + 2.45e+01i	2.51e-01	2.53e+01	1.57e-01
-6.36e+00 - 2.45e+01i	2.51e-01	2.53e+01	1.57e-01
-2.15e+00 + 1.75e+01i	1.22e-01	1.77e+01	4.65e-01
-2.15e+00 - 1.75e+01i	1.22e-01	1.77e+01	4.65e-01
-2.17e-01 + 8.26e+00i	2.62e-02	8.26e+00	4.61e+00
-2.17e-01 - 8.26e+00i	2.62e-02	8.26e+00	4.61e+00

υποερώτημα (δ): μηδενιστές του συστήματος

είσοδος 1

z1 =

Columns 1 through 2

```
-6.2796 +24.2595i -50.0000 + 0.0000i
-6.2796 -24.2595i -5.0000 +21.7945i
-1.4477 +11.9446i -5.0000 -21.7945i
-1.4477 -11.9446i      Inf + 0.0000i
      Inf + 0.0000i      Inf + 0.0000i
      Inf + 0.0000i      Inf + 0.0000i
```

Columns 3 through 4

```
-50.0000 + 0.0000i    0.0000 + 0.0000i
-50.0000 + 0.0000i  -6.2796 +24.2595i
      Inf + 0.0000i  -6.2796 -24.2595i
      Inf + 0.0000i  -1.4477 +11.9446i
      Inf + 0.0000i  -1.4477 -11.9446i
      Inf + 0.0000i      Inf + 0.0000i
```

Columns 5 through 6

```
0.0000 + 0.0000i    0.0000 + 0.0000i
-50.0000 + 0.0000i -50.0000 + 0.0000i
-5.0000 +21.7945i -50.0000 + 0.0000i
-5.0000 -21.7945i      Inf + 0.0000i
      Inf + 0.0000i      Inf + 0.0000i
      Inf + 0.0000i      Inf + 0.0000i
```

Columns 7 through 8

0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
-6.2796 +24.2595i	-50.0000 + 0.0000i
-6.2796 -24.2595i	-5.0000 +21.7945i
-1.4477 +11.9446i	-5.0000 -21.7945i
-1.4477 -11.9446i	Inf + 0.0000i

Columns 9 through 10

0.0000 + 0.0000i	-6.2796 +24.2595i
0.0000 + 0.0000i	-6.2796 -24.2595i
-50.0000 + 0.0000i	-1.4477 +11.9446i
-50.0000 + 0.0000i	-1.4477 -11.9446i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

Columns 11 through 12

-5.9091 +23.5795i	-5.9091 +23.5795i
-5.9091 -23.5795i	-5.9091 -23.5795i
0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0001i
-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 - 0.0001i
Inf + 0.0000i	0.0001 + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

Columns 13 through 14

-50.0000 + 0.0000i	-50.0000 + 0.0000i
-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
-0.0000 - 0.0000i	0.0000 - 0.0000i
Inf + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

είσοδος 2

z2 =

Columns 1 through 2

-50.0000 + 0.0000i	-5.0000 +21.7945i
-5.0000 +21.7945i	-5.0000 -21.7945i

-5.0000	-21.7945i	-1.0000	+15.7797i
Inf + 0.0000i		-1.0000	-15.7797i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 3 through 4

-50.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
-1.0000	+15.7797i	-50.0000	+ 0.0000i
-1.0000	-15.7797i	-5.0000	+21.7945i
Inf + 0.0000i		-5.0000	-21.7945i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 5 through 6

0.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
-5.0000	+21.7945i	-50.0000	+ 0.0000i
-5.0000	-21.7945i	-1.0000	+15.7797i
-1.0000	+15.7797i	-1.0000	-15.7797i
-1.0000	-15.7797i	Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 7 through 8

0.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
0.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
-50.0000	+ 0.0000i	-5.0000	+21.7945i
-5.0000	+21.7945i	-5.0000	-21.7945i
-5.0000	-21.7945i	-1.0000	+15.7797i
Inf + 0.0000i		-1.0000	-15.7797i

Columns 9 through 10

0.0000	+ 0.0000i	-50.0000	+ 0.0000i
0.0000	+ 0.0000i	-5.0000	+21.7945i
-50.0000	+ 0.0000i	-5.0000	-21.7945i
-1.0000	+15.7797i	Inf + 0.0000i	
-1.0000	-15.7797i	Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 11 through 12

-5.0000	+21.7945i	-5.0000	+21.7945i
-5.0000	-21.7945i	-5.0000	-21.7945i
-0.0000	+12.2474i	-0.0000	+12.2474i

-0.0000	-12.2474i	-0.0000	-12.2474i
Inf + 0.0000i		0.0000	+ 0.0000i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 13 through 14

-1.0000	+15.7797i	-1.0000	+15.7797i
-1.0000	-15.7797i	-1.0000	-15.7797i
-0.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
0.0000	+ 0.0000i	-0.0000	+ 0.0000i
Inf + 0.0000i		-0.0000	- 0.0000i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

είσοδος 3

z3 =

Columns 1 through 2

-50.0000	+ 0.0000i	-50.0000	+ 0.0000i
-50.0000	+ 0.0000i	-1.0000	+15.7797i
Inf + 0.0000i		-1.0000	-15.7797i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 3 through 4

-3.2870	+19.5630i	0.0000	+ 0.0000i
-3.2870	-19.5630i	-50.0000	+ 0.0000i
-0.4403	+11.2635i	-50.0000	- 0.0000i
-0.4403	-11.2635i	Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 5 through 6

0.0000	+ 0.0000i	0.0000	+ 0.0000i
-50.0000	+ 0.0000i	-3.2870	+19.5630i
-1.0000	+15.7797i	-3.2870	-19.5630i
-1.0000	-15.7797i	-0.4403	+11.2635i
Inf + 0.0000i		-0.4403	-11.2635i
Inf + 0.0000i		Inf + 0.0000i	

Columns 7 through 8

0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i
-50.0000 + 0.0000i	-50.0000 + 0.0000i
-50.0000 + 0.0000i	-1.0000 +15.7797i
Inf + 0.0000i	-1.0000 -15.7797i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

Columns 9 through 10

0.0000 + 0.0000i	-50.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0000i	-50.0000 + 0.0000i
-3.2870 +19.5630i	Inf + 0.0000i
-3.2870 -19.5630i	Inf + 0.0000i
-0.4403 +11.2635i	Inf + 0.0000i
-0.4403 -11.2635i	Inf + 0.0000i

Columns 11 through 12

-50.0000 + 0.0000i	-50.0000 + 0.0000i
-0.0000 +12.2474i	0.0000 +12.2474i
-0.0000 -12.2474i	0.0000 -12.2474i
Inf + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

Columns 13 through 14

-2.6196 +18.5868i	-2.6196 +18.5868i
-2.6196 -18.5868i	-2.6196 -18.5868i
-0.1985 + 8.7959i	-0.1985 + 8.7959i
-0.1985 - 8.7959i	-0.1985 - 8.7959i
Inf + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i
Inf + 0.0000i	Inf + 0.0000i

υποερώτημα (ε): κέρδη μόνιμης κατάστασης

είσοδος 1

kss_1 =

0.0001
0.0001
0.0001

```
0
0
0
0
0
0
0
1.0000
-0.0000
-0.0000
0.0000
0.0000
```

είσοδος 2

kss_2 =

```
0.0001
0.0002
0.0002
0
0
0
0
0
0
0
1.0000
-1.0000
0.0000
-0.0000
-0.0000
```

είσοδος 3

kss_3 =

```
0.0001
0.0002
0.0004
0
0
0
0
0
0
0
1.0000
```

-1.0000
-0.0000
-1.0000
-0.0000

υποερώτημα (στ): συντελεστές κέρδους του συστήματος

είσοδος 1

k1 =

0.0100
0.0364
0.3636
0.0100
0.0364
0.3636
0.0100
0.0364
0.3636
150.0000
100.0000
2.0000
181.8182
3.6364

είσοδος 2

k2 =

0.0364
0.0182
0.1818
0.0364
0.0182
0.1818
0.0364
0.0182
0.1818
545.4545
-181.8182
-3.6364
90.9091
1.8182

είσοδος 3

k3 =

```
1.0e+03 *  
  
0.0004  
0.0002  
0.0001  
0.0004  
0.0002  
0.0001  
0.0004  
0.0002  
0.0001  
5.4545  
-1.8182  
-0.0364  
-0.5000  
-0.0100
```

υποερώτημα (ι): φυσικές συχνότητες με απόσβεση του συστήματος

wd =

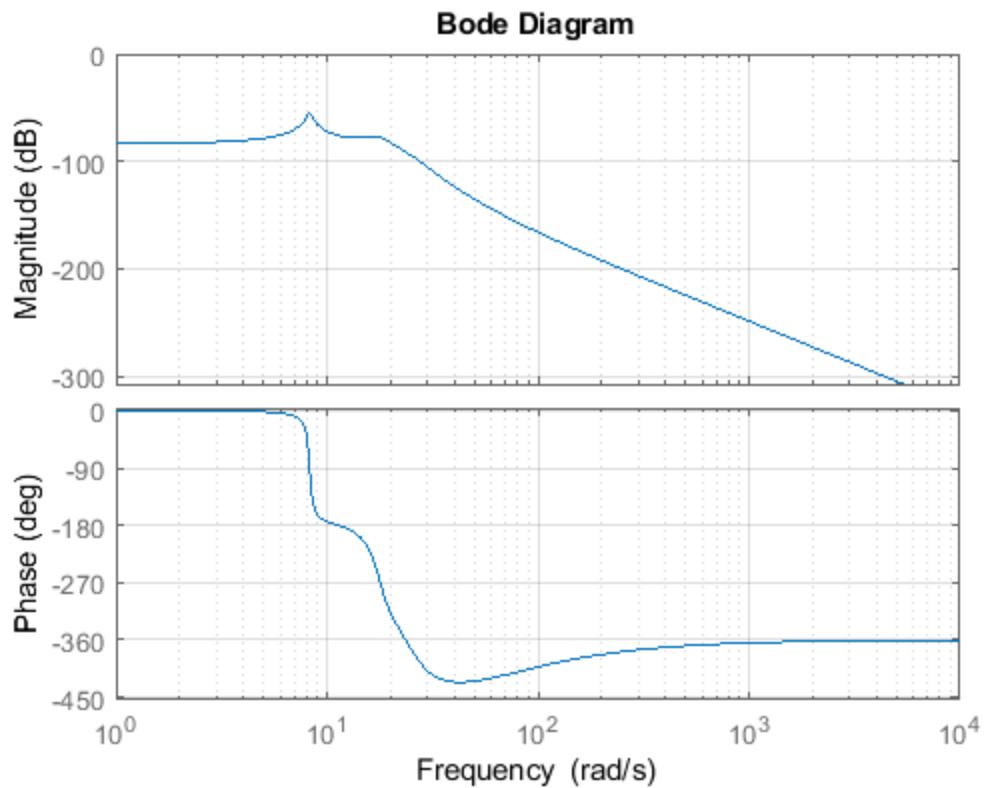
```
24.5002  
24.5002  
17.5220  
17.5220  
8.2611  
8.2611
```

υποερώτημα (κ): μεμονωμένες συναρτήσεις μεταφοράς

είσοδος: 3, έξοδος: 1 – θέση σώματος 1 (υποερώτημα α)

num(1)/den =

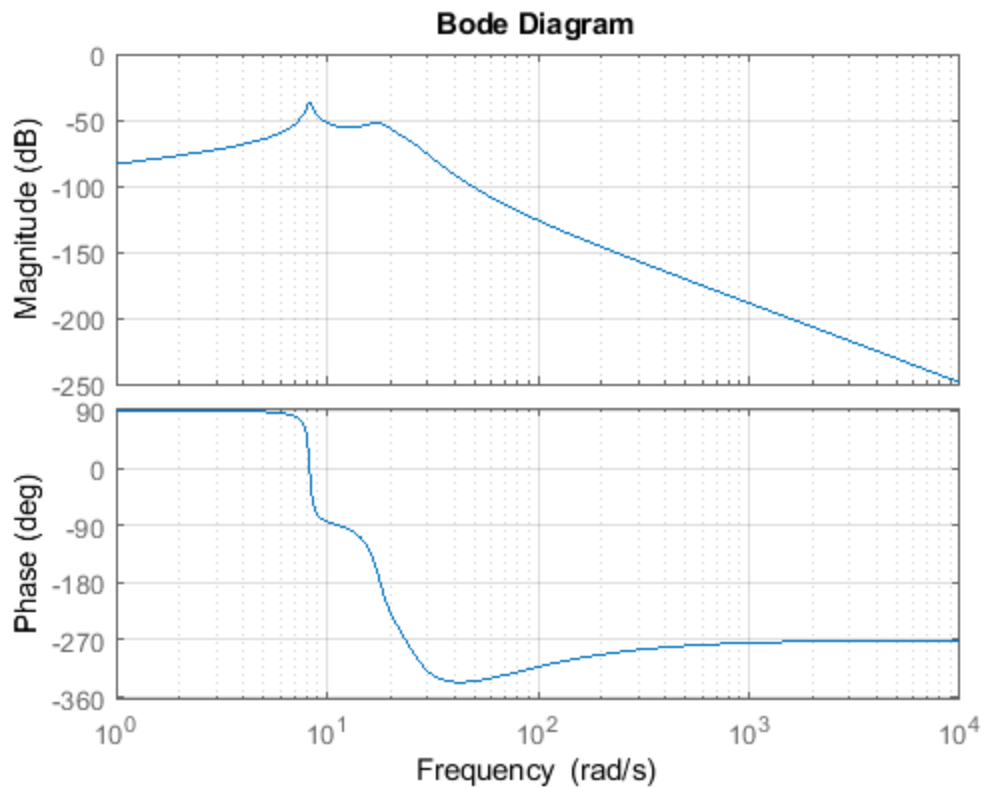
```
0.01 s^4 + 0.15455 s^3 + 8.0909 s^2 + 36.3636 s + 909.0909  
-----  
s^6 + 17.4545 s^5 + 1082.7273 s^4 + 8318.1818 s^3 + 271363.6364 s^2  
+ 545454.5455 s + 13636363.6364
```

είσοδος: 3, έξοδος: 4 – ταχύτητα σώματος 1 (υποερώτημα α)

$\text{num}(2)/\text{den} =$

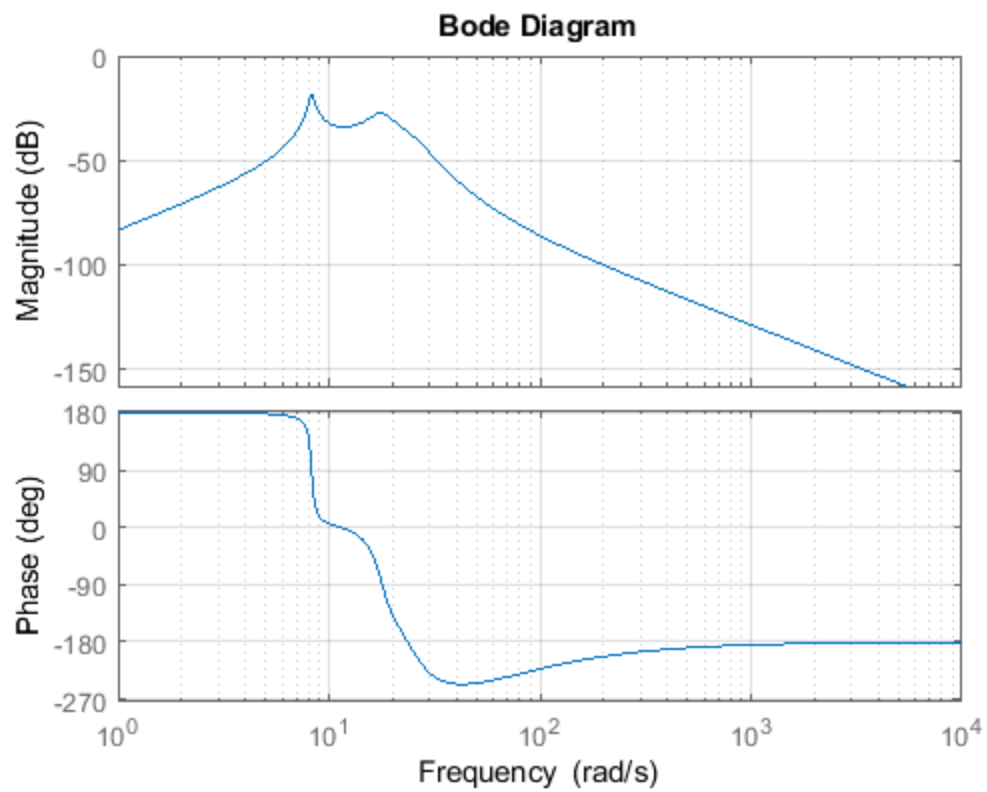
$$\frac{0.036364 \, s^3 + 2.1818 \, s^2 + 36.3636 \, s + 909.0909}{s^6 + 17.4545 \, s^5 + 1082.7273 \, s^4 + 8318.1818 \, s^3 + 271363.6364 \, s^2 + 545454.5455 \, s + 13636363.6364}$$



είσοδος: 3, έξοδος: 7 – επιτάχυνση σώματος 1 (υποερώτημα α)

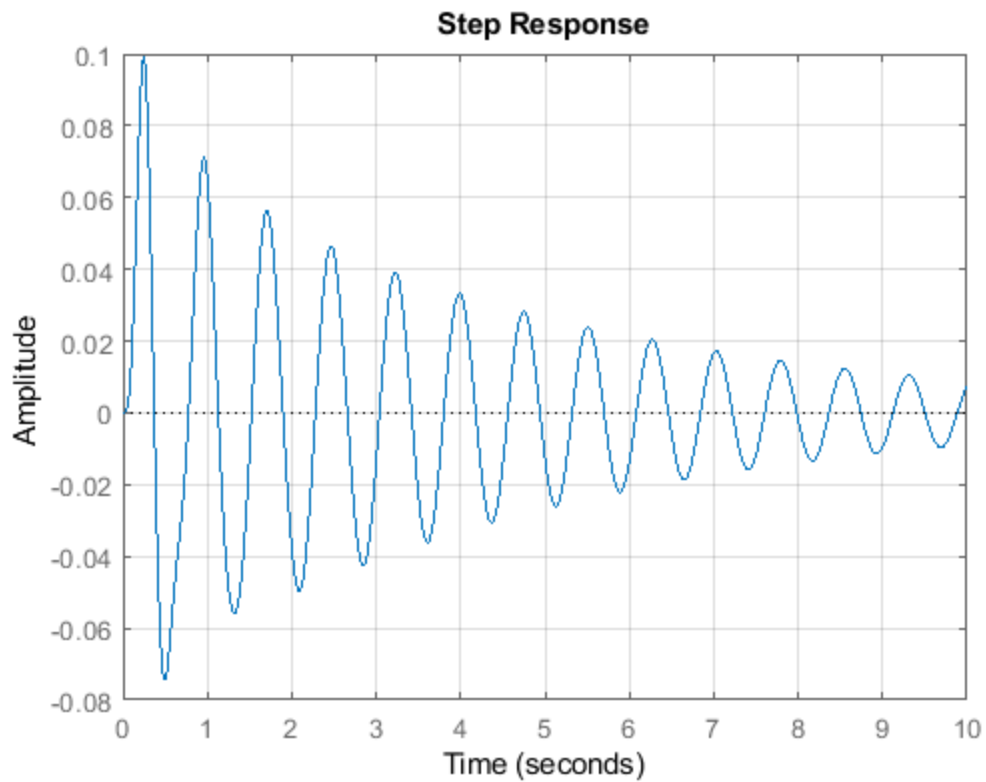
$\text{num}(3)/\text{den} =$

$$\frac{0.36364 \, s^2 + 36.3636 \, s + 909.0909}{s^6 + 17.4545 \, s^5 + 1082.7273 \, s^4 + 8318.1818 \, s^3 + 271363.6364 \, s^2 + 545454.5455 \, s + 13636363.6364}$$



υποερώτημα (λ): γραφικός υπολογισμός χαρακτηριστικών μεγεθών

είσοδος: 3, έξοδος: 4 – ταχύτητα σώματος 1 (υποερώτημα α)



```
stepinfo(100*sysA_04)
```

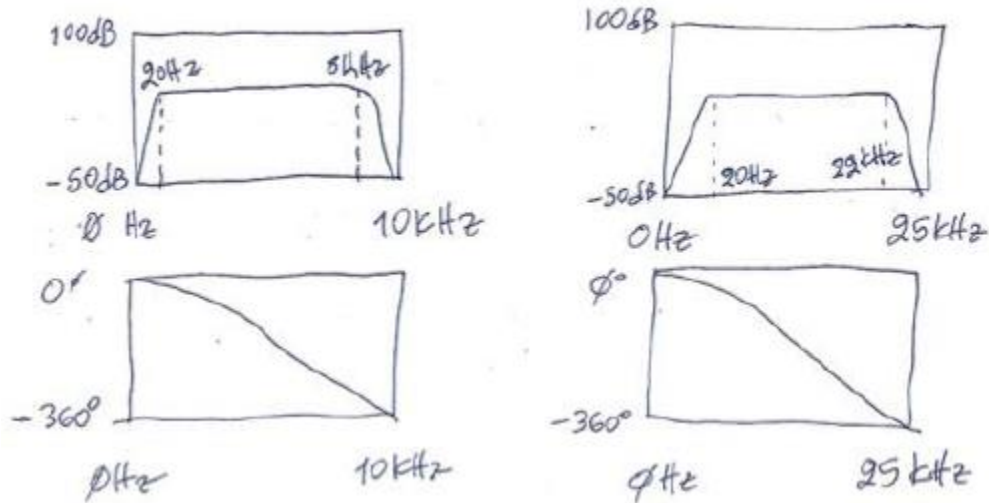
```
ans =
```

```
struct with fields:
```

```
    RiseTime: 0
SettlingTime: 16.9392
SettlingMin: -0.0745
SettlingMax: 0.0993
    Overshoot: Inf
    Undershoot: Inf
        Peak: 0.0993
    PeakTime: 0.2461
```

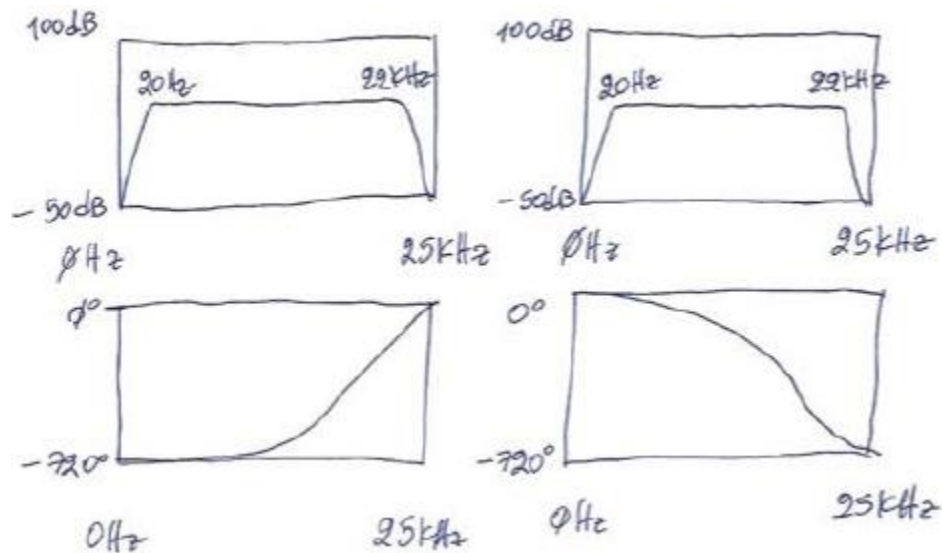
ερώτημα Γ, απόκριση συχνότητας

μουσικά συστήματα αναπαραγωγής ήχου, βέλτιστη επιλογή:



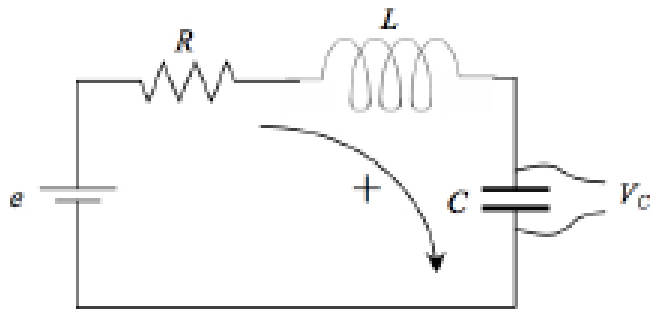
Το συχνотικό περιεχόμενο της ανθρώπινης ακοής εκτείνεται ιδανικά σε συχνότητες μεταξύ των 20Hz και 20kHz. Το μουσικό σύστημα αναπαραγωγής ήχου που κανείς θα επέλεγε, οφείλει να εξασφαλίζει την πιστότερη δυνατή αναπαραγωγή στο σύνολο του συχνотικού εύρους, με την πιστότητα να εξασφαλίζεται με ευθεία στο διάγραμμα απόκρισης για εκάστοτε dB. Ως εκ τούτου, προτιμότερο είναι το **δεύτερο** μουσικό σύστημα αναπαραγωγής ήχου.

ερώτημα Δ, απόκριση φάσης



Η απόκριση φάσης επιτρέπει την εκτίμηση της χρονικής καθυστέρησης στην εκπομπή ακουστικών σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων από το μουσικό σύστημα αναπαραγωγής ήχου. Ιδανικά, θα επιθυμούσε κανείς την ταυτόχρονη εκπομπή όλων των συχνοτήτων, έτσι ώστε η διαφορά φάσης στο μετρούμενο σήμα να εξαρτάται αποκλειστικά από τις σχετικές διαφορές στα μήκη κύματος. Τέτοια περίπτωση αποτυπώνει το διάγραμμα απόκρισης φάσης του **δεύτερου** μουσικού συστήματος αναπαραγωγής ήχου, κατά το οποίο, η διαφορά φάσης που μετριέται σε σήματα χαμηλής συχνότητας (μεγάλου μήκους κύματος) είναι μικρότερη από εκείνη σε σήματα υψηλής συχνότητας (μικρού μήκους κύματος), όπως προβλέπεται κατά την ταυτόχρονη εκπομπή ανεξαρτήτως συχνοτικού περιεχομένου.

ερώτημα δ, συναρτήσεις μεταφοράς



$$\dot{z} = \begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \end{bmatrix}_{2 \times 1} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{C} \\ -\frac{1}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix}}_{A} \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix}}_{z} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix}}_{B} \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} e \end{bmatrix}}_{u}_{1 \times 1}$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}_{3 \times 1} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & R \\ -1 & -R \\ 1 & 0 \end{bmatrix}}_{C} \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix}}_{z} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}}_{D} \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} e \end{bmatrix}}_{u}_{1 \times 1}$$

$$G(s) = C \times (s \times I - A)^{-1} \times B + D$$

```
>> clear
close all
```

```

syms s;
syms R;
syms L;
syms C;

A = [ 0      1/C;
      -1/L   -R/L];

B = [ 0;
      1/L];

C = [ 0  R;
      -1 -R;
      1  0];

D = [0; 1; 0];

I = eye(2);

G = C * inv(s * I - A) * B + D;
>> G

G =

      (C*R*s)/(C*L*s^2 + C*R*s + 1)
1 - (L/(C*L*s^2 + C*R*s + 1) + (C*L*R*s)/(C*L*s^2 + C*R*s + 1))/L
      1/(C*L*s^2 + C*R*s + 1)

>> simplify(G)

ans =

      (C*R*s)/(C*L*s^2 + C*R*s + 1)
(C*L*s^2)/(C*L*s^2 + C*R*s + 1)
      1/(C*L*s^2 + C*R*s + 1)

>>

```

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{CRs}{CLs^2 + CRs + 1} \\ \frac{CLs^2}{CLs^2 + CRs + 1} \\ \frac{1}{CLs^2 + CRs + 1} \end{bmatrix}$$

παράταση εργασίας 3, μηχανοτρονική

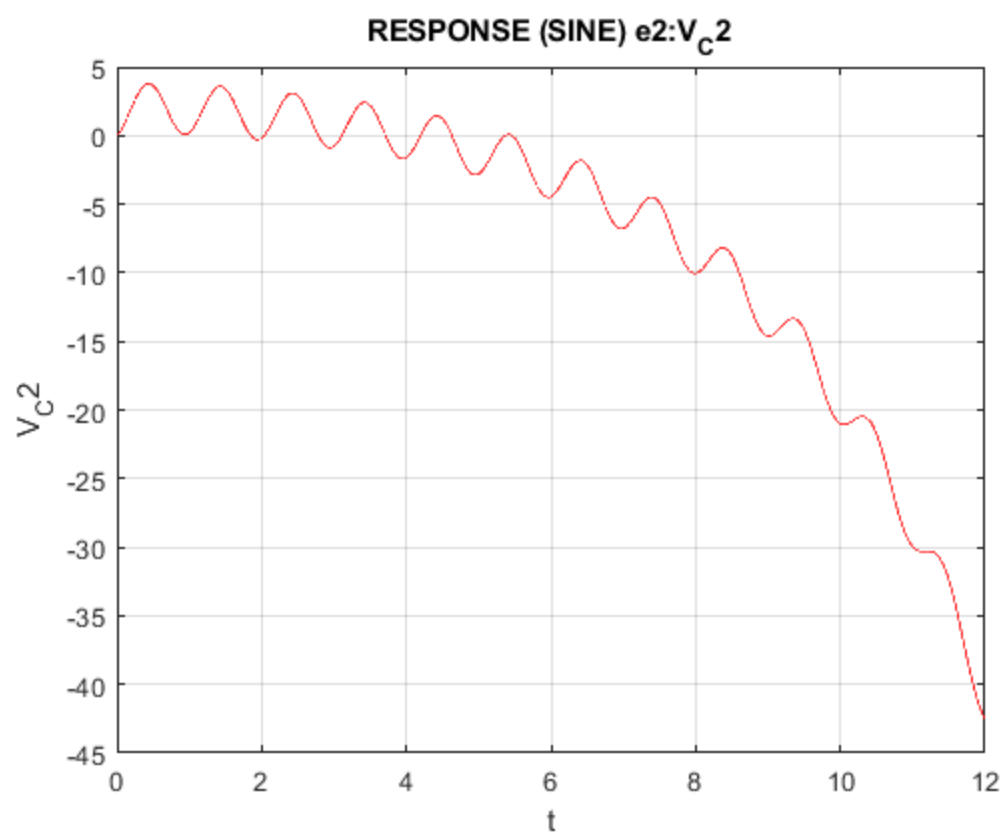
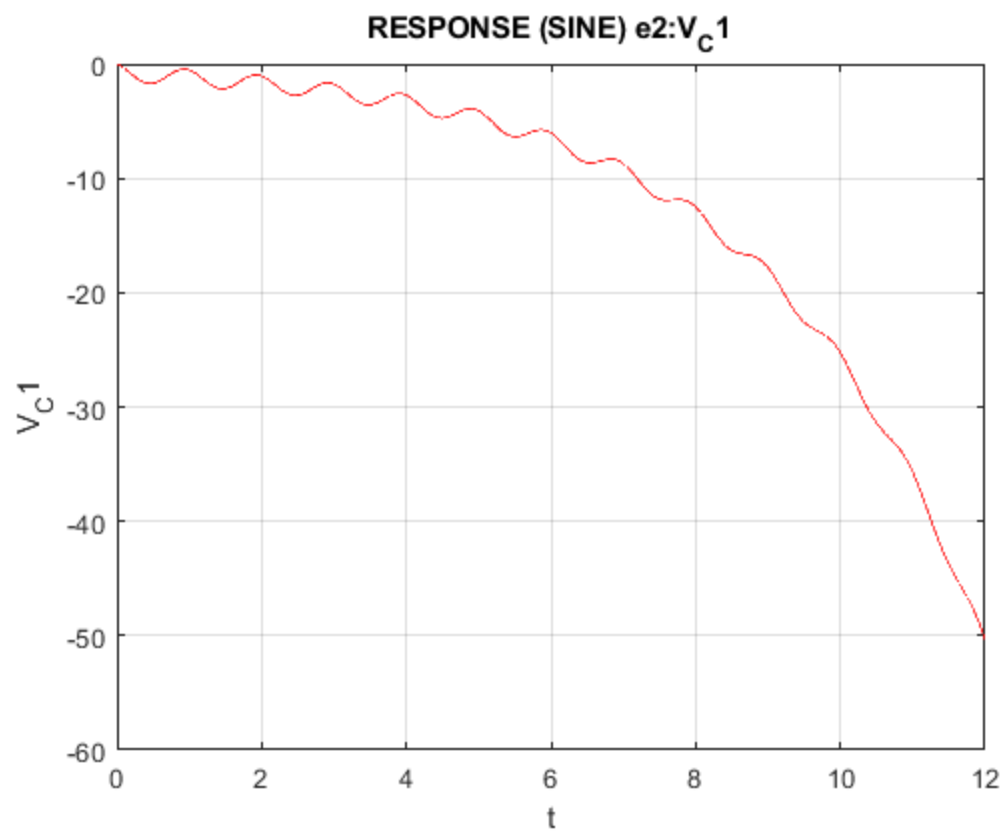
υπολογισμοί μοντελοποίησης των φυσικών συστημάτων της προηγούμενης εργασίας

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΑΡΙΔΑΚΗΣ (MT53)

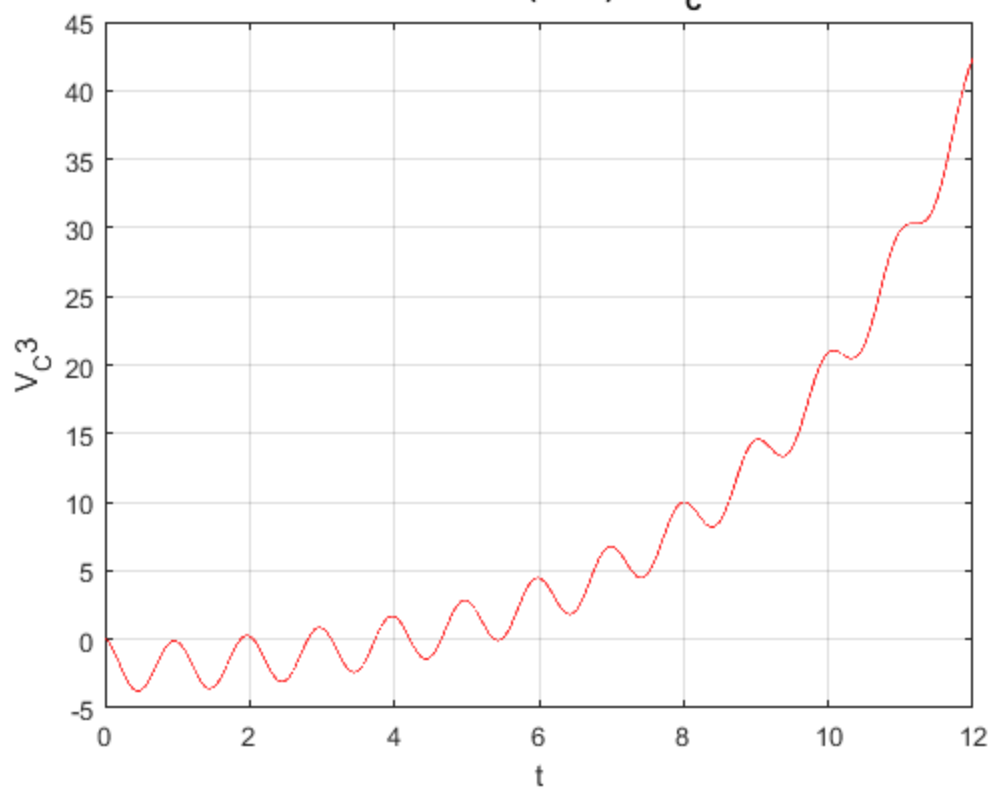
17/02/2020, ΧΑΝΙΑ

παράταση, ερώτημα Α

παράταση, υποερώτημα (δ): αποκρίσεις για ημιτονοειδή είσοδο



RESPONSE (SINE) e2:V_{C3}



RESPONSE (SINE) e2:V_{R1}

