UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ din BUCUREŞTI
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei

Proiect
Semnale și Programare

Analiza semnalelor cu ajutorul matlab

Stan Rareș-Gabriel

Grupa 423F

București 2023

CUPRINS

Date și cerințe

$n=6$; $a_1=0,5333$; $a_2=-0,0889$; $a_3=1,0141$; $a_4=0,6703$

Se consideră semnalele:

$$x(t)=a_1t^3-a_2t^2-a_3t-a_4,\ t\in[-1,1],\ t\,[ms]$$

$$\left.\begin{aligned} x_i(t)&=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-kT_i)\\ x_{i+2}(t)&=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}(-1)^k\delta(t-kT_i)\end{aligned}\right\}\ i=\overline{1,2}$$

$T_1=2$, $T_2=4$

$$\left.\begin{aligned} y_i(t)&=x(t)*x_i(t)\\ y_{i+2}(t)&=x(t)*x_{i+2}(t)\end{aligned}\right\}\ i=\overline{1,2}$$

Se cere:

a) Să se reprezinte grafic $x(t)$ pe suportul $[-1,1)$, marcându-se pe axele de coordonate valorile semnificative. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii

b) Să se reprezinte grafic semnalul $y_i(t)$ $i=\overline{1,4}$, pentru 3, respectiv 15 perioade. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii.

c) Să se determine analitic componenta continuă a celor 4 semnale $y_i(t)$

d) Să se reprezinte grafic semnalele $y_i(t)$, $i=\overline{3,4}$ pentru 3, respectiv 15 perioade fără componenta continuă. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii.

e) Fie:

$z_i(t) = |y_i(t)|$ $\qquad$ $w_i(t) = \dfrac{(y_i(t) + |y_i(t)|)}{2}$

Să se reprezinte grafic semnalele $z_i(t)$ și $w_i(t)$, $i=\overline{1,4}$, pentru 3, respectiv 15 perioade. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii.

f) Să se determine analitic componenta continuă a semnalelor $z_i(t)$ și $w_i(t)$, $i=\overline{1,4}$.

g) Să se reprezinte grafic semnalele $z_i(t)$ și $w_i(t)$ $i=\overline{1,4}$, pentru 3, respectiv 15 perioade fără componentă continuă. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii.

h) Utilizându-se funcții simbolice din MATLAB cunoscute, să se reprezinte grafic semnalele:

$$f_1(t) = 3u(t) - 5u\left(t-\frac{\pi}{2}\right) + 8u(t-\pi) - 7u\left(t-\frac{3}{2}\pi\right) + 4u(t-2\pi) - 3u\left(t-\frac{5}{2}\pi\right), \quad t \in [-1, 3\pi)$$

$$f_2(t) = 2(t-\pi)(u(t-\pi) + u(t-\pi-1)) + 3(u(t-\pi-1) - u(t-\pi-2)) + 2(\pi+3-t)(u(t-\pi-2) - u(t-\pi-3)); \quad t \in [\pi-1, \pi+\frac{7}{2})$$

i) Să se calculeze P_t analitic pentru $y_i(t)$, $i=\overline{1,4}$.

j) Să se calculeze puterea pe o perioadă cu ajutorul funcției int.m din MATLAB.

k) Să se scrie un program în MATLAB care să calculeze P_t cu o precizie de 5 zecimale care să determine valoarea integralei prin metoda aproximațiilor.

CAPITOLUL I

Introducere

Se numeste semnal o mărime fizică măsurabilă, purtătoare de informatie, care poate fi transmisă la distanță, recepționată și prelucrată.

Orice semnal x(t) poate fi caracterizat prin două reprezentări:

- reprezentare în domeniul timp;
- reprezentare în domeniul frecventă;

Aceste reprezentări mai sunt denumite în mod curent:

- formă de undă a semnalului;
- spectrul de frecvență a semnalului;

În acest proiect vom folosi doar semnalele din domeniul timp.

Pentru a prelucra semnalele ne vom folosi de mediul de lucru numit „Matlab". Numele „Matlab" este prescurtarea sintagmei „Matrix Laboratory".

Matlab este un limbaj de nivel înalt și un mediu de lucru interactiv care permite efectuarea de calcule numerice mai eficient decât utilizând limbaje de programare clasice.

Principalele aplicatii ale acestui limbaj vizează scrierea de algoritmi, analiza și vizualizarea datelor, prelucrarea semnalelor, modelare asistată de calculator, ~~pe~~ proiectarea sistemelor automate.

CAPITOLUL II

Noțiuni teoretice

2.1 Analiza Fourier a semnalelor periodice

Fie: $x_p(t) = x_p(t + KT_0)$; $K \in \mathbb{Z}$ $(\forall)$ $t \in \mathbb{R}$

T_0 – perioada fundamentală [s]

$f_0 = \frac{1}{T_0}$ – frecvența fundamentală ~~(SFE)~~ [Hz]

$\omega_0 = 2\pi f_0$ – pulsația fundamentală [rad/s]

① Seria Fourier exponențială (SFE)

(2.1.1) $x_p(t) = \sum_{K=-\infty}^{\infty} a_{KC} e^{jK\omega_0 t}$, unde:

$$a_{KC} = \frac{1}{T} \int_T x_p(t) e^{-jK\omega_0 t} dt \quad (2.1.2)$$

$$a_{0C} = \frac{1}{T} \int_T x_p(t) dt$$ – componenta continuă a $x_p(t)$ (2.1.3)

② Seria Fourier armonică (SFA)

(2.1.4) $x_p(t) = A_0 + \sum_{K=1}^{\infty} A_K \cos(K\omega_0 t + \varphi_K)$, unde:

$$A_0 = a_{0C} = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} x_p(t) dt$$ – componenta continuă (2.1.5)

$$A_K = 2|a_{KC}|, \quad K>0$$

③ Seria Fourier trigonometrică (SFT)

(2.1.6) $x_p(t) = C_0 + \sum_{K=1}^{\infty} (C_K \cos(K\omega_0 t) + S_K \sin(K\omega_0 t))$, unde:

$$C_0 = a_{0C} = A_0 = \frac{1}{T} \int_T x_p(t) dt$$ – componentă continuă (2.1.7)

$$C_K = \frac{2}{T} \int_T x(t) \cos(K\omega_0 t) dt \quad (2.1.8)$$

$$S_K = \frac{2}{T} \int_T x(t) \sin(K\omega_0 t) dt \quad (2.1.9)$$

Relații de legătură între SFE, SFA, SFT

$a_{0C} = A_0 = C_0$

$a_{KC} = \frac{C_K}{2} - j\frac{S_K}{2}$

$|a_{KC}| = \sqrt{\frac{C_K^2 + S_K^2}{2}} = \frac{A_K}{2} \Rightarrow A_K^2 = S_K^2 + C_K^2$

$S_K = -A_K \sin(\varphi_K)$

$C_K = A_K \cos(\varphi_K)$

$\arg\{A_{KC}\} = -\operatorname{arctg}\left(\frac{S_K}{C_K}\right)$

$\arg\{A_{-KC}\} = \operatorname{arctg}\left(\frac{S_K}{C_K}\right)$

Relația lui Parseval

$\mathcal{E} = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)\, dt \quad (2.1.10)$

$(2.1.11)\ P_T = \frac{1}{T}\int_T x_p^2(t)\, dt = \sum_{K=-\infty}^{\infty} |a_{KC}|^2 =$

$= A_0^2 + \sum_{K=1}^{\infty} \frac{A_K^2}{2} = C_0^2 + \sum_{K=1}^{\infty} \frac{C_K^2 + S_K^2}{2}$ - puterea semnalului

Proprietățile seriilor Fourier

① Limitele de integrare se aleg convenabil pentru calculele efectuate pe o perioadă.

② $C_0 = A_0 = a_{0C} = \frac{1}{T}\int_T x_p(t)\, dt = \frac{1}{T}\cdot$ Aria semnalului (cu semnul algebric)

③ Proprietatea de paritate a semnalului

$x(t) = x(-t),\ \forall t \in \mathbb{R}$ (simetric față de OY)

$\Rightarrow C_K = \frac{4}{T}\int_{\frac{T}{2}} x(t) \cos(K\omega_0 t)\, dt$

$S_K = 0$

$C_0 = \frac{2}{T}\int_{\frac{T}{2}} x_p(t)\, dt \quad a_{KC} \in \mathbb{R}$

④ Proprietatea de imparitate a semnalului

$x(-t) = -x(t)$ $(\forall) t \in \mathbb{R}$ (simetrie față de origine)

$\Rightarrow C_0 = 0$; $C_K = 0$

$$S_K = \frac{4}{T} \int_{\frac{T}{2}} x(t) \sin(K\omega_0 t) dt$$

$a_{KC} \in \mathbb{C} = j S$ - pur imaginar

⑤ Proprietatea simetriei de rotație;

Un semnal are simetrie de rotație dacă $x(t) = -x(t \pm \frac{T}{2})$ $(\forall) t \in \mathbb{R}$

$\Rightarrow$ Un semnal are simetrie de rotație dacă prin deplasarea la stânga sau la dreapta cu jumătate de perioadă $\left(\frac{T}{2}\right)$ și apoi rotirea în jurul axei O_x se obține semnalul de la care am plecat.

<u>Observație</u>: Un semnal care are simetrie de rotație are armonicele pare nule și $C_0 = 0 \Rightarrow a_{2KC} = 0$

$c_{2K} = S_{2K} = 0$

$c_0 = A_0 = a_{0C} = 0$

⑥ Proprietatea de simetrie ascunsă:

Fie $x(t)$ care nu are proprietățile 2, 4, 5, unde $x(t) = C_0 + x_1(t)$, iar $x_1(t)$ este $x(t)$ fără componenta continuă. Se poate întâmpla ca $x_1(t)$ să aibă una sau mai multe dintre proprietățile anterioare. Se spune că respectiva proprietate este ascunsă de componenta continuă.

⑦ Proprietatea de deplasare în timp (întârziere)

<u>SFE</u>: $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{jk\omega_0 t}$

$y(t) = x(t-t_0) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} b_k e^{jk\omega_0 t}$, unde $b_k = a_k e^{-jk\omega_0 t_0}$

<u>SFT</u>: $x(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (c_k \cos(k\omega_0 t) + s_k \sin(k\omega_0 t))$

$y(t) = x(t-t_0) = c_0' + \sum_{k=1}^{\infty} (c_k' \cos(k\omega_0 t) + s_k' \sin(k\omega_0 t))$, unde:

$c_0' = c_0$

$c_k' = c_k \cos(k\omega_0 t_0) - s_k \sin(k\omega_0 t_0)$

$s_k' = c_k \sin(k\omega_0 t_0) - s_k \cos(k\omega_0 t_0)$

<u>SFA</u>: $x(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} [A_k \cos(k\omega_0 t) + \varphi_k]$

$x(t-t_0) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega_0 t \cancel{+} - \varphi_k - k\omega_0 t_0)$

$y(t) = B_0 + \sum_{k=1}^{\infty} B_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k')$, unde

$A_0 = B_0$

$A_k = B_k$

$\varphi_k' = \varphi_k - k\omega_0 t_0$

⑧ Proprietatea de derivare

<u>SFE</u>: $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{jk\omega_0 t} + a_0$

$y(t) = x'(t) = \sum_{\substack{k=-\infty \\ k\neq 0}}^{\infty} a_k (jk\omega_0) e^{jk\omega_0 t} =$

$= \sum_{\substack{k=-\infty \\ k\neq 0}}^{\infty} b_k e^{jk\omega_0 t}$, $k \in \mathbb{Z}$, $b_0 = 0$

SFT: $x(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (c_k \cos(k\omega_0 t) + s_k \sin(k\omega_0 t))$

$y(t) = x'(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (-k\omega_0 c_k \sin(k\omega_0 t) + k\omega_0 s_k \cos(k\omega_0 t))$

SFA: $x(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k)$

$y(t) = x'(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (-k\omega_0 A_k \sin(k\omega_0 t + \varphi_k))$

9 Proprietatea de integrare

$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_{kc} e^{jk\omega_0 t}$; $a_{0c} = 0$

$y(t) = \int_0^t x(\tau) d\tau = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \frac{a_{kc}}{jk\omega_0} e^{jk\omega_0 t} + c$

2.2. Analiza Fourier a semnalelor neperiodice

Transformata Fourier directă:

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt = \mathcal{F}\{x(t)\} \quad (2.2.1)$$

Transformata Fourier inversă:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{j\omega t} d\omega = \mathcal{F}\{X(\omega)\} \quad (2.2.2)$$

Teorema Rayleigh a energiei:

$$\mathcal{E} = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |X(\omega)|^2 d\omega \quad (2.2.3)$$

Observatie: $X(\omega) = \text{Aria} \cdot \text{sinc}\left(\frac{\omega \cdot \text{lungime}}{2}\right)$ (2.2.4)

Proprietățile transformatei Fourier:

① Proprietatea de liniaritate

$$x_1(t) \longleftrightarrow X_1(\omega)$$
$$x_2(t) \longleftrightarrow X_2(\omega)$$

$$x(t) = \alpha_1 x_1(t) + \alpha_2 x_2(t) \longleftrightarrow X(\omega) = \alpha_1 X_1(\omega) + \alpha_2 X_2(\omega);\ \alpha_1, \alpha_2 \in \mathbb{R}$$

② Consecințele ale caracterului real a lui $x(t)$

$$|X(\omega)| = |X(-\omega)|$$
$$\varphi(\omega) = -\varphi(-\omega)$$
$$Re\{X(\omega)\} = Re\{X(-\omega)\}$$
$$Im\{X(\omega)\} = -Im\{X(-\omega)\}$$
$$x_{par}(t) = \frac{x(t) - x(t)}{2}$$

$$x_{impar}(t) = \frac{x(t) - x(-t)}{2}$$

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$
$$x_{par}(t) \longleftrightarrow Re\{X(\omega)\}$$
$$x_{impar}(t) \longleftrightarrow j\, Im\{X(\omega)\}$$

③ Proprietatea de întârziere în timp:

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$
$$x(t-t_0) \longleftrightarrow X(\omega)\, e^{-j\omega t_0}$$

$$x(t+t_0) \longleftrightarrow X(\omega)\, e^{j\omega t_0}$$

④ Proprietatea de deplasare în frecvență:

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$x(t)\, e^{j\omega_0 t} \longleftrightarrow X(\omega-\omega_0)$$

⑤ Proprietatea de dualitate

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$\cancel{X(t) \longleftrightarrow 2\pi x(-\omega)} \quad X(t) \longleftrightarrow 2\pi x(-\omega)$$

⑥ Proprietatea de schimbare de scală

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$x(at) \longleftrightarrow \frac{1}{|a|} X\left(\frac{\omega}{a}\right), \; a \in \mathbb{R}^*$$

⑦ Proprietatea de derivare în timp;

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$x'(t) \longleftrightarrow j\omega X(\omega)$$

⑧ Proprietatea de integrare în timp

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$\int_{-\infty}^{t} x(\tau)\, d\tau \longleftrightarrow \frac{X(\omega)}{j\omega}$$

⑨ Proprietatea de derivare în frecvență

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$(-jt)\, x(t) \longleftrightarrow X'(\omega)$$

⑩ Proprietatea de integrare în frecvența

$$x(t) \longleftrightarrow X(\omega)$$

$$\frac{x(t)}{-jt} \longleftrightarrow \int_{-\infty}^{\omega} X(\lambda)\, d\lambda$$

2.3. Convoluția semnalelor

$$x(t) = x_1(t) * x_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x_1(\tau) x_2(t-\tau) d\tau =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t-\tau) x_2(\tau) d\tau \quad (2.3.1)$$

Teorema integralei de convoluție (TIC)

$$x_1(t) \longleftrightarrow X_1(\omega)$$

$$x_2(t) \longleftrightarrow X_2(\omega)$$

$$x(t) = x_1(t) * x_2(t) \longleftrightarrow X(\omega) = X_1(\omega) \cdot X_2(\omega)$$

Consecințe ale teoremei integralei de convoluție (TIC):

① Comutativitatea

$$x_1(t) * x_2(t) = x_2(t) * x_1(t)$$

② Asociativitatea

$$x_1 * (x_2(t) * x_3(t)) = (x_1(t) * x_2(t)) * x_3(t)$$

③ Distributivitatea

$$x_1(t) * (x_2(t) + x_3(t)) = x_1(t) * x_2(t) + x_1(t) * x_3(t)$$

④ Produsul de convoluție nu se schimbă la derivare/integrare simetrică:

$$x(t) = x_1(t) * x_2(t) =$$

$$= x_1'(t) * \int_{-\infty}^{t} x_2(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^{t} x_1(\tau) d\tau * x_2'(t)$$

(5) Derivarea produsului de convoluție

$$x(t) = x_1(t) * x_2(t)$$

$$x'(t) = x_1'(t) * x_2(t) = x_1(t) * x_2'(t)$$

$$x''(t) = x_1'(t) * x_2'(t) = x_1''(t) * x_2(t) = x_1(t) * x_2''(t)$$

(6) Dacă $x(t) = x_1(t) * x_2(t) \Leftarrow\Rightarrow$

$$\Rightarrow x_1(t-t_1) * x_2(t-t_2) = x(t-t_1-t_2)$$

<u>Convoluția în frecvență:</u>

Dacă $X_1(\omega)$ și $X_2(\omega) \in L_1(\mathbb{R})$

$$X(\omega) = X_1(\omega) * X_2(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} X_1(\lambda) X_2(\omega-\lambda)\, d\lambda \quad (2.3.2)$$

Teorema integrării de convoluție în frecvență (TICF)

$$x_1(t) \longleftrightarrow X_1(\omega)$$

$$x_2(t) \longleftrightarrow X_2(\omega)$$

$$2\pi\, x_1(t) x_2(t) \longleftrightarrow X_1(\omega) * X_2(\omega)$$

<u>Corelația și autocorelația semnalelor:</u>

Fie $x_1(t) \in L_1(\mathbb{R}), x_2(t) \in L_1(\mathbb{R})$, atunci

$$\left.\begin{aligned} k_{12}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t)\, x_2(t+\tau)\, dt \\ k_{21}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} x_2(t)\, x_1(t+\tau)\, dt \end{aligned}\right\} (2.3.3)\text{-corelație}$$

$$\left.\begin{aligned} k_{22}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} x_2(t)\, x_2(t+\tau)\, dt \\ k_{11}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t)\, x_1(t+\tau)\, dt \end{aligned}\right\} (2.3.4)\text{-autocorelație}$$

Dacă semnalele pentru care $K_{12}(\tau)$ şi $K_{21}(\tau)$ sunt nule se numesc necorelate.

Autocorelaţia reprezintă corelaţia unui semnal cu el însuşi.

$$\mathcal{F}\{K_{12}(\tau)\} = \overline{X_1(\omega)} \cdot X_2(\omega)$$

$$\mathcal{F}\{K_{21}(\tau)\} = X_1(\omega) \cdot \overline{X_2(\omega)}$$

$$\mathcal{F}\{K_{11}(\tau)\} = \overline{X_1(\omega)} \cdot X_1(\omega) = |X_1(\omega)|^2$$

$$\mathcal{F}\{K_{22}(\tau)\} = X_2(\omega) \cdot \overline{X_2(\omega)} = |X_2(\omega)|^2$$

Functia de autocorelaţie în originea unui semnal periodic este egală cu puterea pe o perioadă =>

$$\Rightarrow K_{11}^T(0) = \frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x_1^2(t)\,dt = P_T$$

2.4 Distribuţii

- un proces de atribuire printr-o funcţională $f(t)$ a unor valori $v(t)$ pentru o funcţie $X(t)$

Ex: - distribuţia Dirac
- distribuţia Heaviside

distribuţie regulată = tip funcţie

Proprietăţile distribuţiei regulate:

① Anularea unei distribuţii

Fie $\varphi \in D$, $supp\{\varphi\} = J$

Dacă $\langle f, \varphi \rangle = 0$ $(\forall) f \in D \Rightarrow f = 0$

② Egalitatea a două distribuții

Dacă $\langle f_1, \varphi \rangle = \langle f_2, \varphi \rangle \ \forall \varphi \in D \Rightarrow f_1 = f_2$

③ Limita unui șir de distribuții

dacă $\lim\limits_{n \to \infty} \langle f_n, \varphi \rangle = \langle f, \varphi \rangle \ \forall \varphi \in D \Rightarrow \lim\limits_{n \to \infty} f_n = f$

④ Schimbarea de variabilă

$\langle f(at+b); \varphi(t) \rangle = \frac{1}{|a|} \langle f(t), \varphi(\frac{t-b}{a}) \rangle, \ \forall \varphi \in D, \ a \in \mathbb{R}^*, \ b \in \mathbb{R}$

⑤ Înmulțirea unei distribuții cu o funcție $g \in C^\infty$

$\langle g f, \varphi \rangle = \langle f, g \varphi \rangle \ (\forall) \varphi \in D$

⑥ Derivarea unei distribuții

$\langle f^{(n)}, \varphi \rangle = (-1)^n \langle f, \varphi^{n} \rangle \ (\forall) \varphi \in D$

⑦ Liniaritatea unei distribuții

$\langle \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2, \varphi \rangle = \alpha_1 \langle f_1, \varphi \rangle \ \alpha_2 \langle f_2, \varphi \rangle (\forall) \varphi \in \mathbb{R}; \alpha_1, \alpha_2 \in \mathbb{C}$

<u>Distribuția Dirac - proprietăți:</u>

① - este distribuție punctuală

dacă $supp\{\varphi\} = (-\infty, -\varepsilon); \varepsilon > 0 \Rightarrow \langle \delta, \varphi \rangle = \varphi(0) = 0$

dacă $supp\{\varphi\} = (\varepsilon, \infty); \varepsilon > 0 \Rightarrow \langle \delta, \varphi \rangle = \varphi(0) = 0$

② $\delta(at) = \frac{1}{|a|} \delta(t)$

dacă $a = -1 \Rightarrow \delta(-t) = \delta(t) \Rightarrow \delta(t)$ este distribuție pară

③ Fie $g(t) \in C^\infty(\mathbb{R}) \Rightarrow g(t)\delta(t) = g(0)\delta(t)$

④ $\langle \delta(t-t_0), \varphi(t) \rangle = \varphi(t_0)$

⑤ $g(t)\delta'(t) = g(0)\delta'(t) - g'(0)\delta(t)$

⑥ $\delta(t) = \frac{du(t)}{dt}$, unde $u(t)$ este distribuţia Heaviside

⑦ Fie $f(t)$ funcţia continuă pe $(\mathbb{R})$ cu un punct de discontinuitate t_0 de prima speţă.

$s_{t_0} = f(t-t_0) - f(t_0 - 0) \Rightarrow f'(t) = s_{t_0}\delta(t-t_0) + f'(t)$

- generalizând, $f'(t) = \sum_k s_{t_k} \delta(t-t_k) + f'_-(t)$, unde

$f'_-(t)$ - derivata funcţiei pe intervale

t_k - punctul discontinuităţii speţa I;

$\mathcal{F}\{\delta(t)\} = 1(\omega)$

$\Rightarrow \delta(t) \longleftrightarrow 1(\omega)$

$1(t) \longleftrightarrow 2\pi\,\delta(-\omega) = 2\pi\,\delta(\omega)$

$x(t)\, e^{j\omega_0 t} \longleftrightarrow X(\omega-\omega_0)$

$\cos(\omega_0 t) \longleftrightarrow \pi\,[\delta(\omega-\omega_0) + \delta(\omega+\omega_0)]$

$\sin(\omega_0 t) \longleftrightarrow \frac{\pi}{j}\,[\delta(\omega-\omega_0) - \delta(\omega+\omega_0)]$

$1(t) \longleftrightarrow 2\pi\,\delta(\omega)$

$u(t) \longleftrightarrow \frac{1}{j\omega} + \pi\,\delta(\omega)$

<u>Distribuţia Dirac Periodică</u>

$$\delta_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t-nT) = \frac{1}{T}\sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{jk\omega_0 t} \quad (2.4.1)$$

$e^{j\omega_0 t} \longleftrightarrow 2\pi\,\delta(\omega-\omega_0)$

$\delta_T(t) \longleftrightarrow \omega_0\,\delta_{\omega_0}(\omega)$, unde $\delta_{\omega_0}(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - n\omega_0)$

2.5 Transformata Laplace

$$\mathcal{L}_B\{x(t)\} = X_B(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\, e^{-st}\, dt, \quad s \in \mathbb{C}$$ — transformata Laplace bilaterală (2.5.1)

unde $s = \sigma + j\omega$; σ — factor de convergență

$$\mathcal{L}_B^{-1}\{X_B(s)\} = \frac{1}{2\pi j}\int_{\sigma - j\infty}^{\sigma + j\infty} X_B(s)\, e^{st}\, ds = x(t)$$ — transformata Laplace bilaterală inversă (2.5.2)

$$e^{at}u(t) \longleftrightarrow \frac{1}{s-a};\ \sigma > a$$

$$-e^{at}u(-t) \longleftrightarrow \frac{1}{s-a};\ \sigma < a \Rightarrow \mathcal{L}_B^{-1}\left\{\frac{1}{s-a}\right\} = \begin{cases} e^{at}u(t), & \sigma > a \\ -e^{at}u(-t), & \sigma < a \end{cases} \quad (2.5.3)$$

Transformata Laplace unilaterală

$$X(s) = \int_{0}^{\infty} x(t)\, e^{-st}\, dt$$ — T.L. directă (2.5.4)

$$x(t)u(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{\sigma - j\infty}^{\sigma + j\infty} X(s)\, e^{st}\, ds$$ — TL inversă (2.5.5)

Proprietăți:

1. Proprietatea de liniaritate

$$x_k(t)u(t) \longleftrightarrow X_k(s),\ \sigma > \alpha_k$$

$$x(t) = \sum_k \alpha_k x_k(t) u(t) \longleftrightarrow X(s) = \sum_k \alpha_k X_k(s);\ \sigma > \max\{\alpha_i\}$$

2. Proprietatea de întârziere în timp

$$x(t)u(t) \longleftrightarrow X(s),\ \sigma > \alpha$$

$$y(t) = x(t-t_0)u(t-t_0) \longleftrightarrow X(s)e^{-st_0},\ \sigma > \alpha$$

3. Proprietatea de deplasare în frecvență

$$x(t)u(t) \longleftrightarrow X(s),\ \sigma > \alpha$$

$$e^{s_0 t}x(t)u(t) \longleftrightarrow X(s-s_0),\ \sigma > \alpha + \mathrm{Re}\{s_0\}$$

④ Proprietatea de schimbare de scală

$x(t)\,u(t) \longleftrightarrow X(s)\,,\ \sigma > \alpha$

$x(at)\,u(t) \longleftrightarrow \frac{1}{|a|} X\left(\frac{s}{a}\right),\ \sigma > \alpha_a,\ a \in \mathbb{R}_+^*$

⑤ Proprietatea de derivare în „frecvență"

$x(t)\,u(t) \longleftrightarrow X(s)\,,\ \sigma > a$

$-t\,x(t)\,u(t) \longleftrightarrow X'(s)\,;\ \sigma > \alpha$

⑥ Proprietatea de integrare în frecvență

$x(t)\ u(t) \longleftrightarrow X(s)\ ,\ \sigma > \alpha$

$\frac{x(t)}{t}\,u(t) \longleftrightarrow \int_s^{\infty} X(\lambda)\,d\lambda\,,\ \sigma > \alpha$

⑦ Proprietatea integralei de convoluție în timp

$x_1(t)\,u(t) \longleftrightarrow X_1(s)\ ,\ \sigma > \alpha_1$

$x_2(t)\,u(t) \longleftrightarrow X_2(s)\ ,\ \sigma > \alpha_2$

$x(t) = (x_1 * x_2)(t)\,u(t) \longleftrightarrow X(s) = X_1(s)\,X_2(s),\ \sigma > \max\{\alpha_1, \alpha_2$

⑧ Proprietatea de convoluție în frecvență

$x_1(t)\,u(t) \longleftrightarrow X_1(s)\ ,\ \sigma > \alpha_1$

$x_2(t)\,u(t) \longleftrightarrow X_2(s)\,,\ \sigma > \alpha_2$

$2\pi j\,x_1(t)\,x_2(t)\,u(t) \longleftrightarrow X_1(s) * X_2(s)$

9) Proprietatea de derivare în timp

$$x(t) \longleftrightarrow X(s), \ \sigma > \alpha$$

$$x'(t)u(t) \longleftrightarrow sX(s) - x(0^-), \ \sigma > \alpha$$

10) Proprietatea de integrare în timp

$$x(t)\,u(t) \longleftrightarrow X(s), \ \sigma > \alpha$$

$$\int_{0^-}^{t} x(\tau)\,d\tau \longleftrightarrow \frac{X(s)}{s}, \ \sigma > \max\{\alpha, 0\}$$

11) Proprietatea valorii inițiale

$$X(s) = \mathcal{L}\{x(t)\,u(t)\}, \ \sigma > \alpha$$

$$x(0^+) = \lim_{s \to \infty} sX(s)$$

12) Teorema valorii finale

$$X(s) = \mathcal{L}\{x(t)\,u(t)\}, \ \sigma > \alpha$$

$$x(\infty) = \lim_{s \to 0} sX(s)$$

13) Proprietatea de semiperiodizare a unui semnal cauzal

$$\operatorname{supp}\{x(t)\,u(t)\} = \tau; \ T \geq \tau$$

$$x_{sp}(t) = \sum_{k=0}^{\infty} x(t - kT) = x(t)u(t) * \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - kT)$$

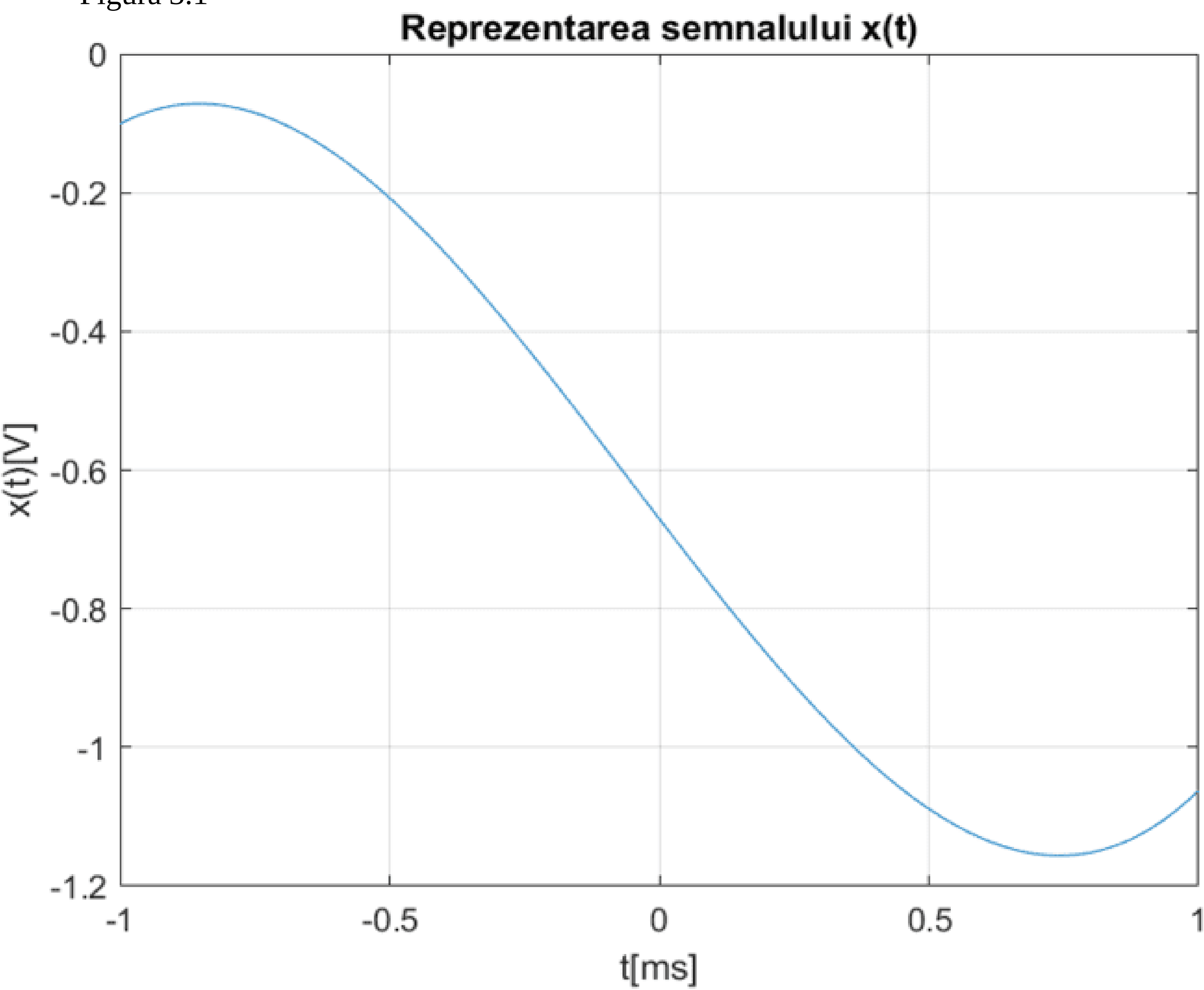
CAPITOLUL III

GRAFICE. REZULTATE EXPERIMENTALE

a) Să se reprezinte grafic semnalul x(t) pe suportul [-1;1], marcându-se pe axele de coorodnate valorile semnificative. Se vor scrie comenzile utilizate pentru obținerea figurii.

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
plot(t,x);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('x(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului x(t)');
```

Figura 3.1

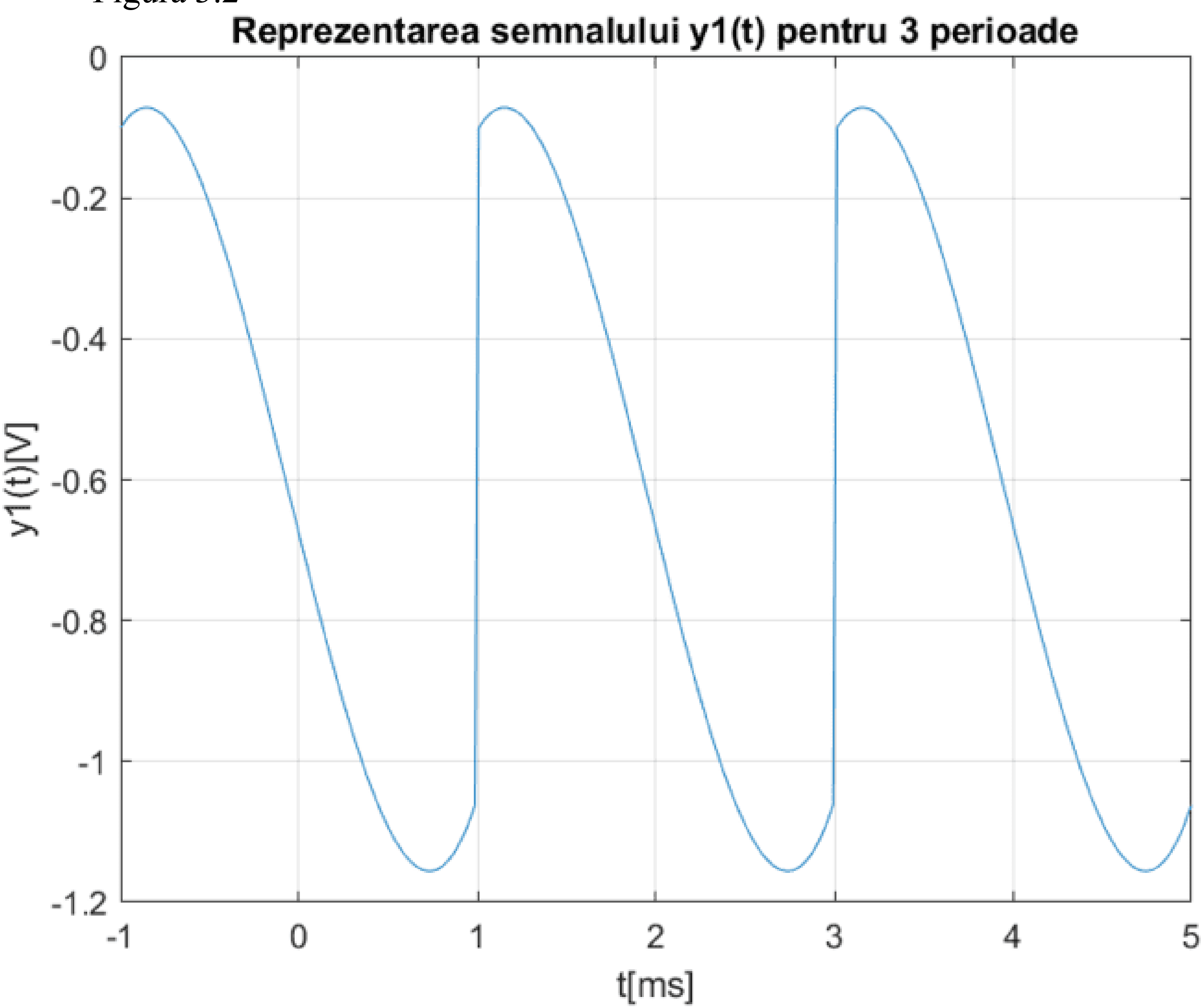


b) Să se reprezinte grafic semnalul $y_i(t)$ i=1,4, pentru 3, respectiv 15 perioade.

y1(t) - 3perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
y1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
plot(a,y1);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y1(t) pentru 3 perioade');
```

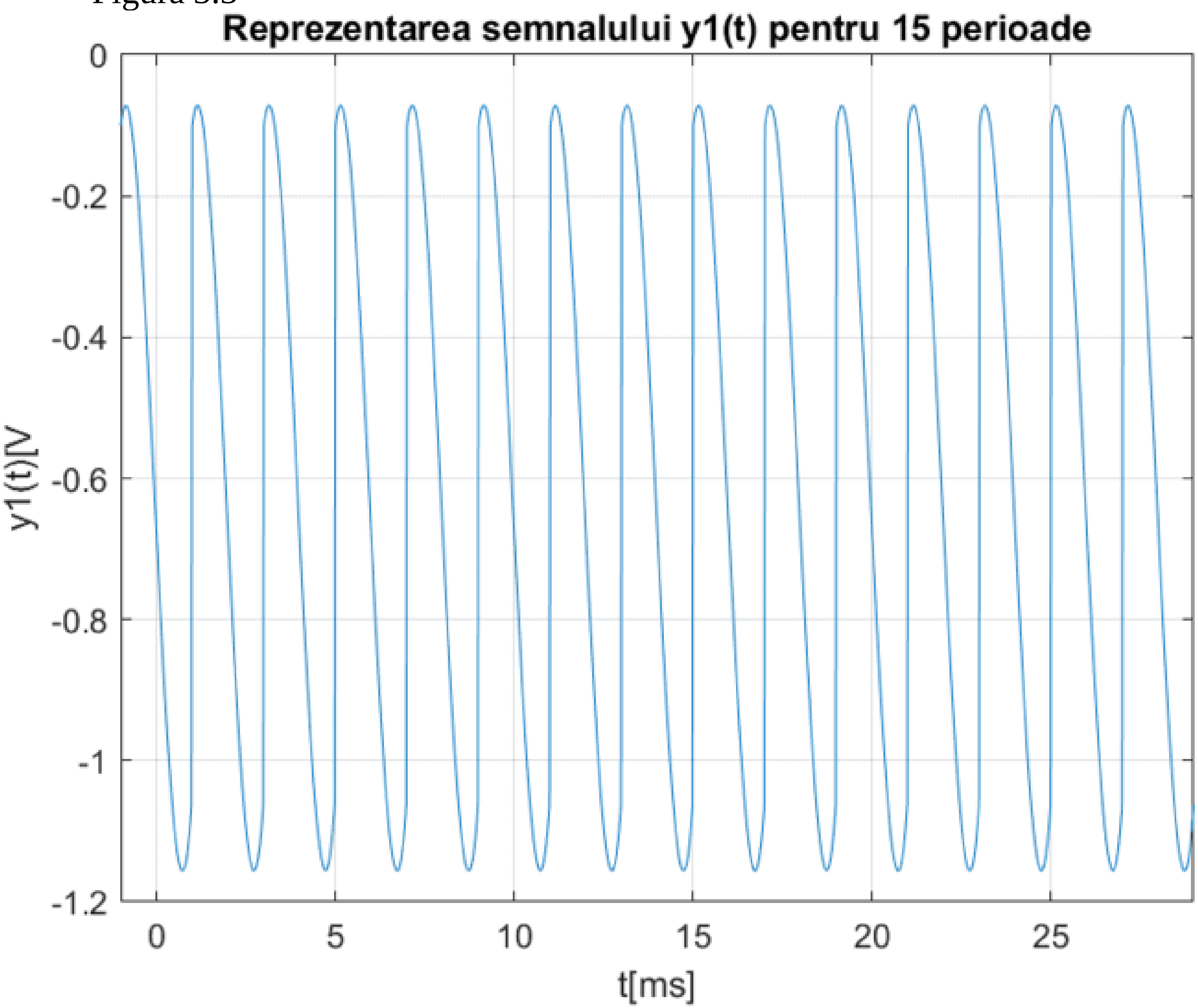
Figura 3.2



y1(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
y1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
plot(a,y1);
axis([-1 29 -1.2 0]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y1(t)[V');
title('Reprezentarea semnalului y1(t) pentru 15 perioade');
```

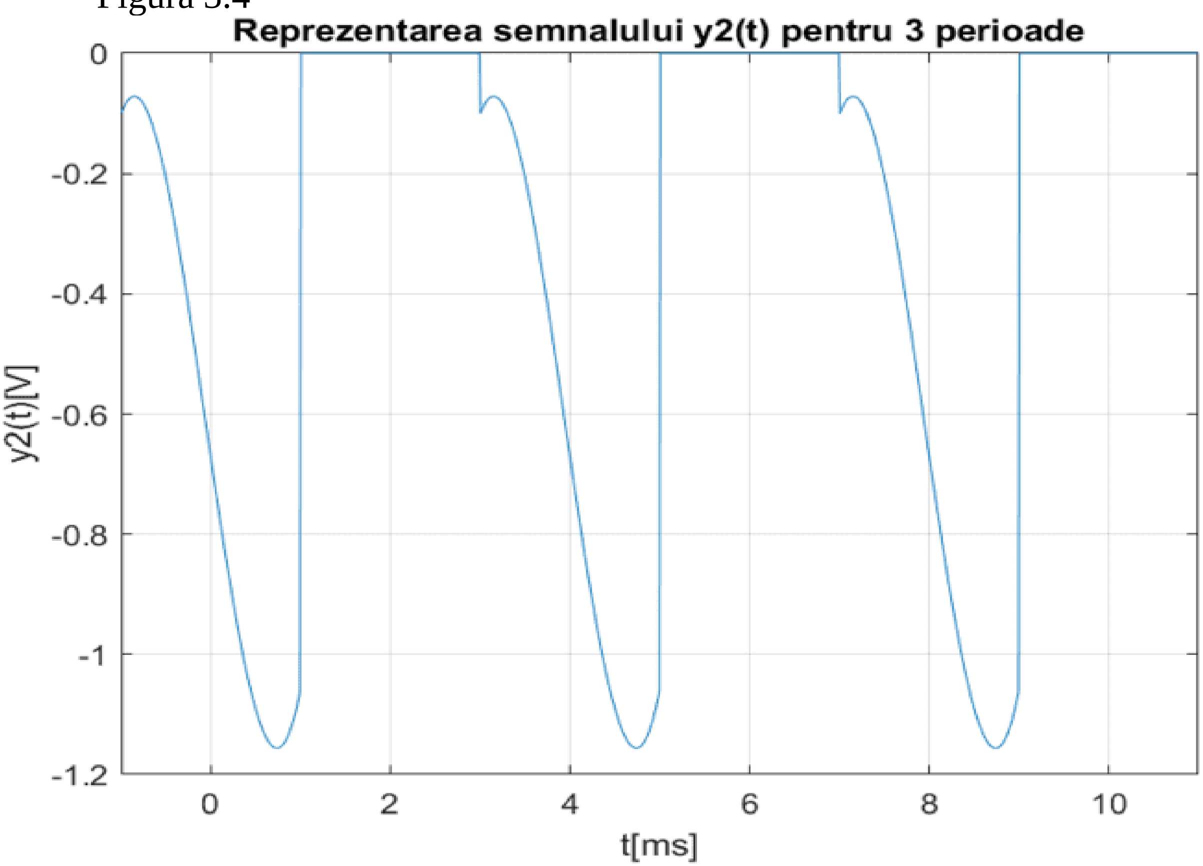
Figura 3.3



y2(t) - 3 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,11,1200);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        y2(i) = x(i);
    else
        y2(i) =0;
    end;
end;
y2 = y2'*ones(1,3);
y2 = y2(:);
plot(val, y2);
axis([-1 11 -1.2 0]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y2(t) pentru 3 perioade');
```

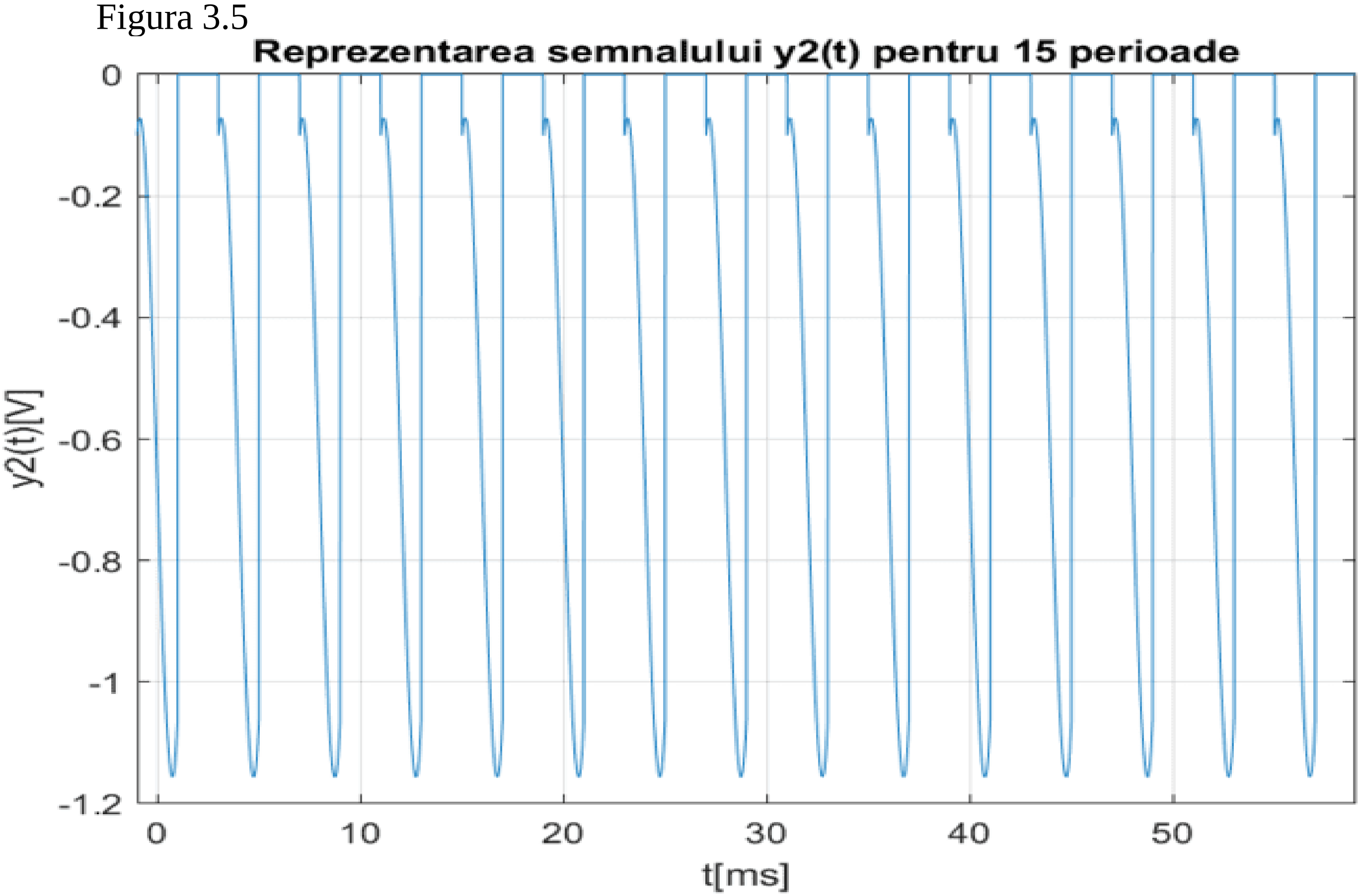
Figura 3.4



y2(t) - 15 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,59,6000);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        y2(i) = x(i);
    else
        y2(i) =0;
    end;
end;
y2 = y2'*ones(1,15);
y2 = y2(:);
plot(val, y2);
axis([-1 59 -1.2 0]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y2(t) pentru 15 perioade');
```

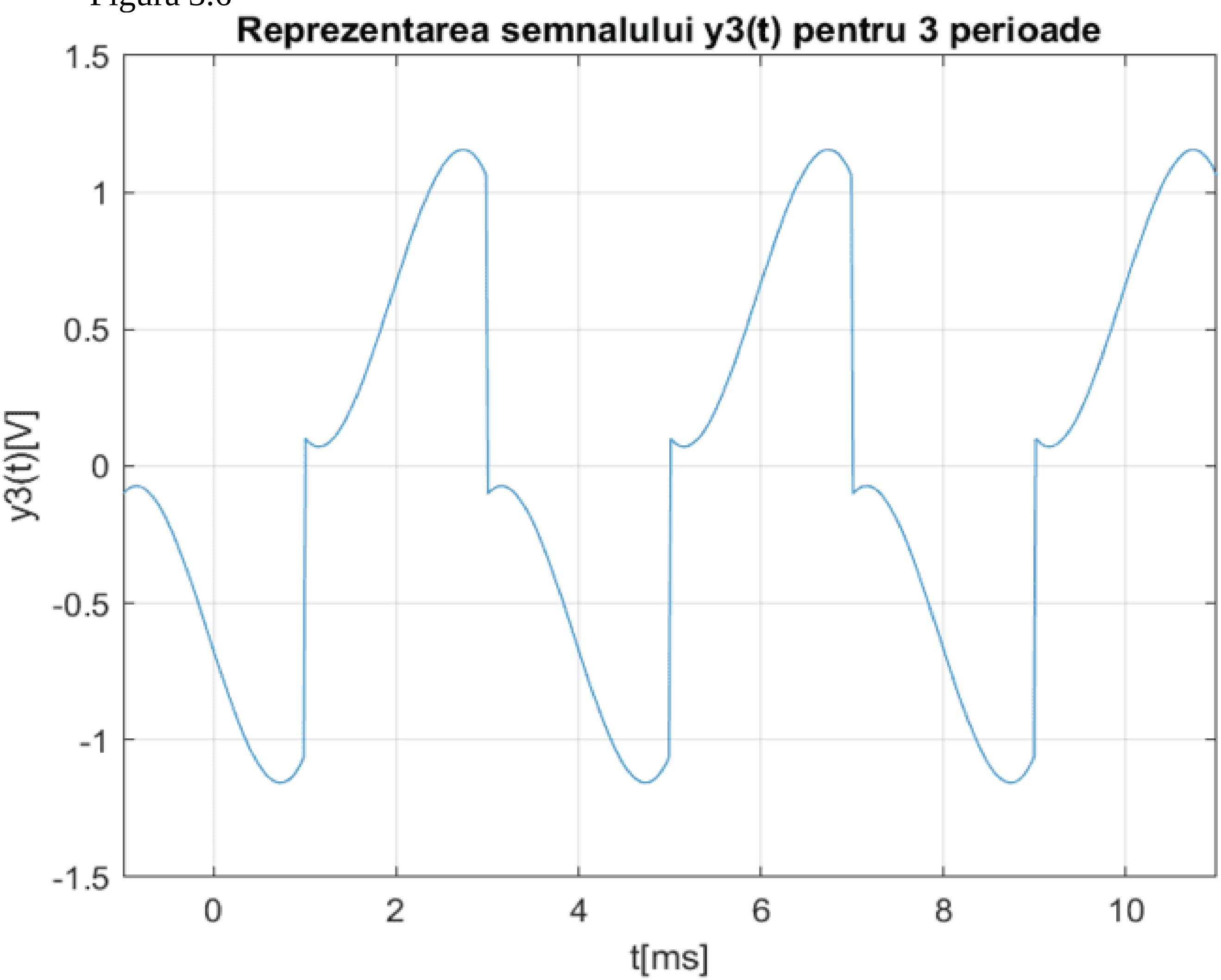
Figura 3.5



y3(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,11,600);
y3=x'*ones(1,6);
for i=1:6
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1)*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
plot(a,y3);
axis([ -1 11 -1.5 1.5]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y3(t) pentru 3 perioade');
```

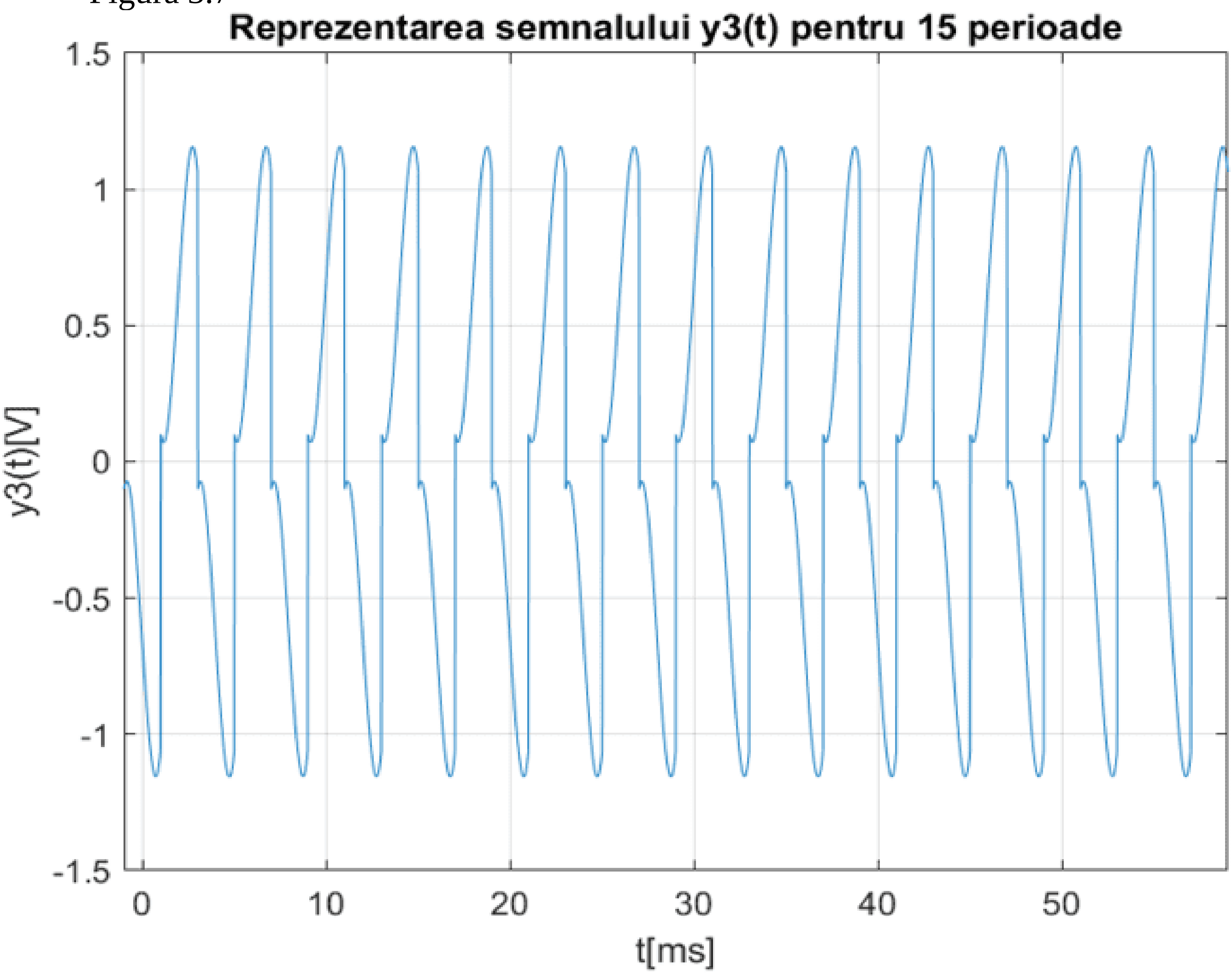
Figura 3.6



y3(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,59,3000);
y3=x'*ones(1,30);
for i=1:30
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1))*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
plot(a,y3);
axis([-1 59 -1.5 1.5]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y3(t) pentru 15 perioade');
```

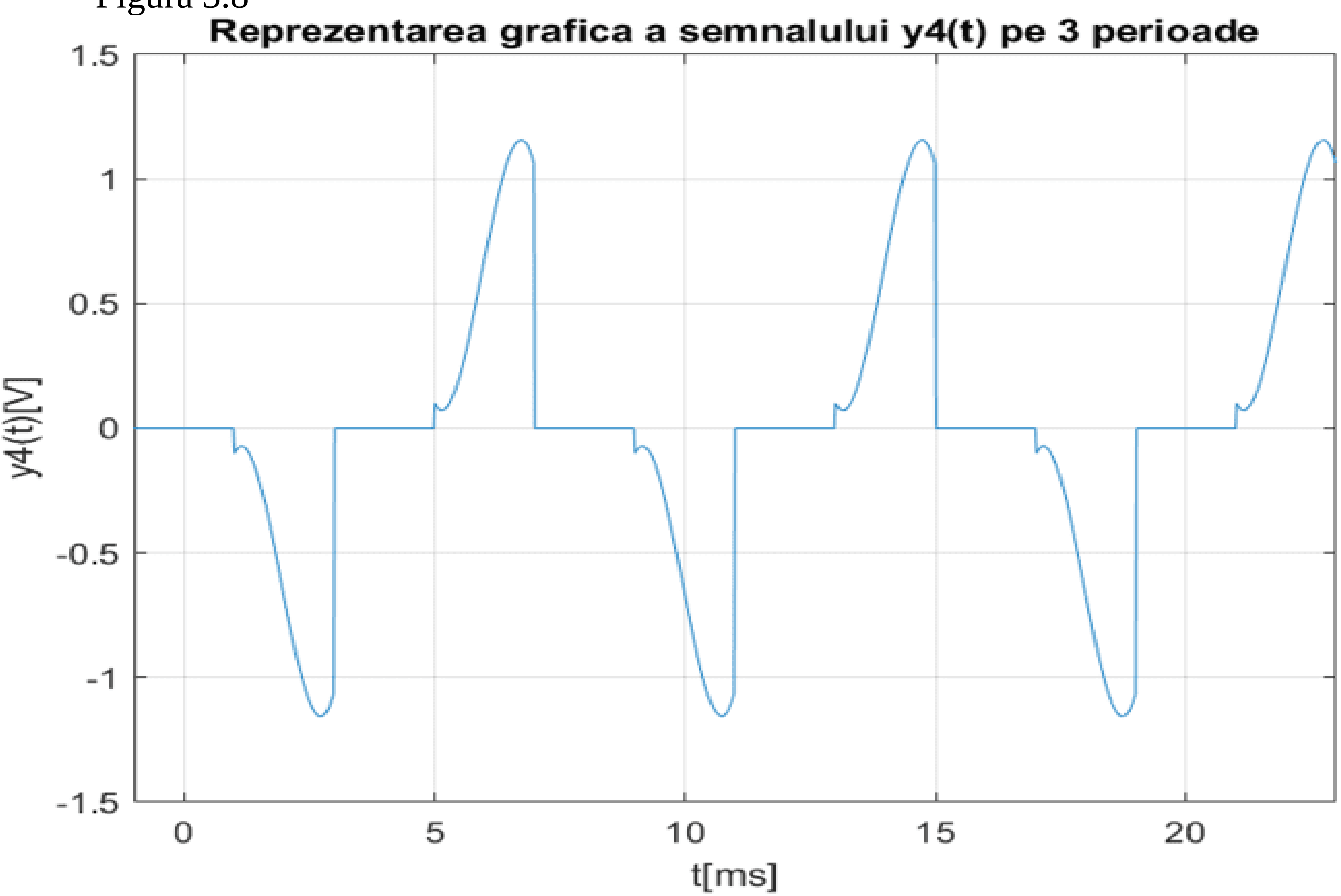
Figura 3.7



y4(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 24);
for i = 1:6
    if mod(i,2) == 0
        v(2*i) = -1;
    else
        v(2*i) = 1;
    end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 23, 1200);
val = val(:);
plot(val, y4);
axis([-1 23 -1.5 1.5]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului y4(t) pe 3 perioade');
```

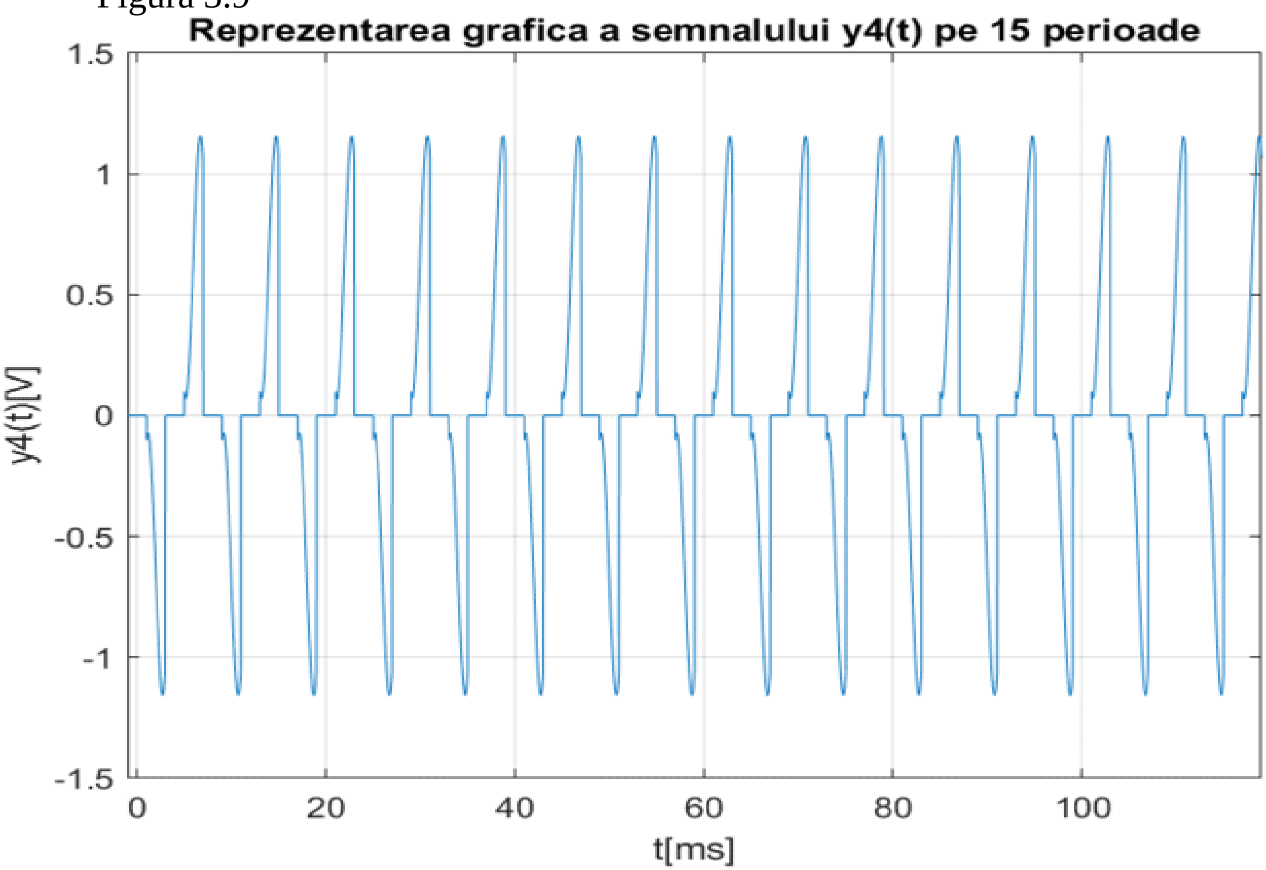
Figura 3.8



y4(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 120);
for i = 1:30
    if mod(i,2) == 0
        v(2*i) = -1;
    else
        v(2*i) = 1;
    end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 119, 6000);
val = val(:);
plot(val, y4);
axis([-1 119 -1.5 1.5]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului y4(t) pe 15 perioade');
```

Figura 3.9



c) Să se determine analitic componenta continua celor 4 semnale yi(t).

$x(t) = 0,5333t^3 + 0,0889t^2 - 1,0141t - 0,6703$

Pentru $y_1(t)$:

$C_{0_1} = \frac{1}{T_1}\int_{T_1} y_1(t) = \frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3 + 0,0889t^2 - 1,0141t - 0,6703)\,dt =$

$= \frac{1}{2}\left(0,5333\frac{t^4}{4}\Big|_{-1}^{1} + 0,0889\frac{t^3}{3}\Big|_{-1}^{1} - 1,0141\frac{t^2}{2}\Big|_{-1}^{1} - 0,6703\Big|_{-1}^{1}\right) =$

$= \frac{1}{2}\left(0,5333\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4}\right) + 0,0889\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right) - 1,0141\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) - 0,6703 \cdot 2\right) =$

$= \frac{1}{2}\left(0 + 0,0889 \cdot \frac{2}{3} - 0,6703 \cdot 2\right) =$

$= \frac{1}{2}(0,05926 - 1,3406) = \frac{1}{2} \cdot (-1,28134) = -0,64067$

Pentru $y_2(t)$:

$C_{0_2} = \frac{1}{T_2}\int_{T_2} y_2(t) = \frac{1}{4}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3 + 0,0889t^2 - 1,0141t - 0,6703)\,dt =$

$= \frac{1}{2} \cdot (-0,65067) = 0,32033$

Pentru $y_3(t)$:

$C_{0_3} = \frac{1}{T_3}\int_{T_3} y_3(t) = \frac{1}{4}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3 + 0,0889t^2 - 1,0141t - 0,6703)\,dt\ -$

$-\frac{1}{4}\int_{1}^{3}(0,5333(t-2)^3 + 0,0889(t-2)^2 + 1,0141(t-2) - 0,6703)\,dt =$

$= -0,32033 - \frac{1}{4}\int_{1}^{3}(0,5333(t^3 - 6t^2 + 12t - 8) + 0,0889(t^2 - 4t + 4) +$

$+ 1,0141(t-2) - 0,6703$ $dt =$ ~~$dt\ 8 = 0,533 + 4\,0,0889 - 2\cdot 1,0141)\,dt =$~~

$= -0,32033 - \frac{1}{4}\int_{1}^{3} 0,5333t^3 + (0,0889 - 6\cdot 0,5333)t^2 + ($

$+ (12 \cdot 0,5333 - 4 \cdot 0,0889 + 1,0141)t - 0,6703\ dt\ -\ 8 \cdot 0,5333 +$

$+ 4 \cdot 0,0889 - 2 \cdot 1,0141)\,dt =$

$$= -0,32033 - \frac{1}{4}\int_1^3 \left(0,5333t^3 - 3,1109t^2 + 7,0581t - 6,6093\right)dt =$$

$$= -0,32033 - \frac{1}{4}\left(0,5333\frac{t^4}{4}\Big|_1^3 - 3,1109\frac{t^3}{3}\Big|_1^3 + 7,0581\frac{t^2}{2}\Big|_1^3 - 6,6093\,t\Big|_1^3\right)$$

$$= -0,32033 - \frac{1}{4}\left(0,5333\,\frac{81-1}{4} - 3,1109\cdot\frac{27-1}{3} + 7,0581\,\frac{9-1}{2} -\right.$$

$$\left. - 6,6093\cdot 2\right) =$$

$$= -0,32033 - \frac{1}{4}\left(0,5333\cdot 20 - 3,1109\cdot\frac{26}{3} + 7,0581\cdot 4 - 6,6093\cdot 2\right) =$$

$$\cancel{= -0,300} = -0,32033 - \frac{1}{4}\left(-1,28132\right) = -0,32033 + 0,32033 =$$

$$= 0$$

Pentru $y_4(t)$:

$$C_{04} = \frac{1}{T_4}\int_{T_4} y_4(t) = +\frac{1}{8}\int_1^3 \left[0,5333(t-2)^3 + 0,0889(t-2)^2 - 1,0141(t-2) - 0,6703\right]dt$$

$$-\frac{1}{8}\int_5^7 \left[0,5333(t-6)^3 + 0,0889(t-6)^2 - 1,0141(t-6) - 0,6703\right]dt =$$

$$= \frac{1}{2}\cdot(-0,32033) - \frac{1}{8}\int_5^7 \left[0,5333\left(t^3 - 216 - 18t^2 + 108t\right) +\right.$$

$$\left. + 0,0889\left(t^2 - 12t + 36\right) - 1,0141(t-6) - 0,6703\right]dt =$$

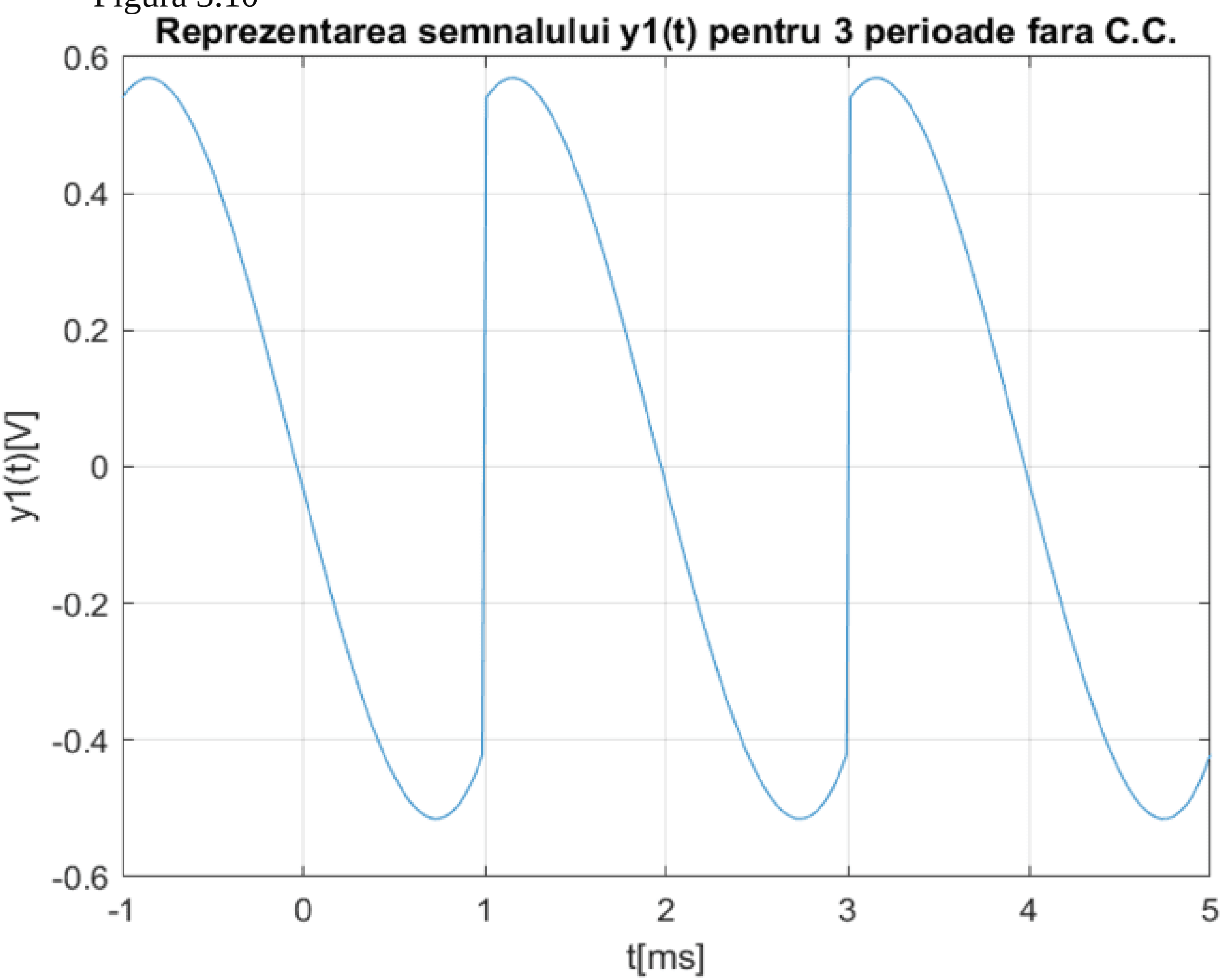
$$= -0,16016 + 0,16016 = 0$$

d)Să se reprezinte grafic semnalele $y_i(t)$ i=1,4 pentru 3, respectv 15 perioade fără componentă continuă.

y1(t) - 3perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
y1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
plot(a,y1+0.64067);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y1(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

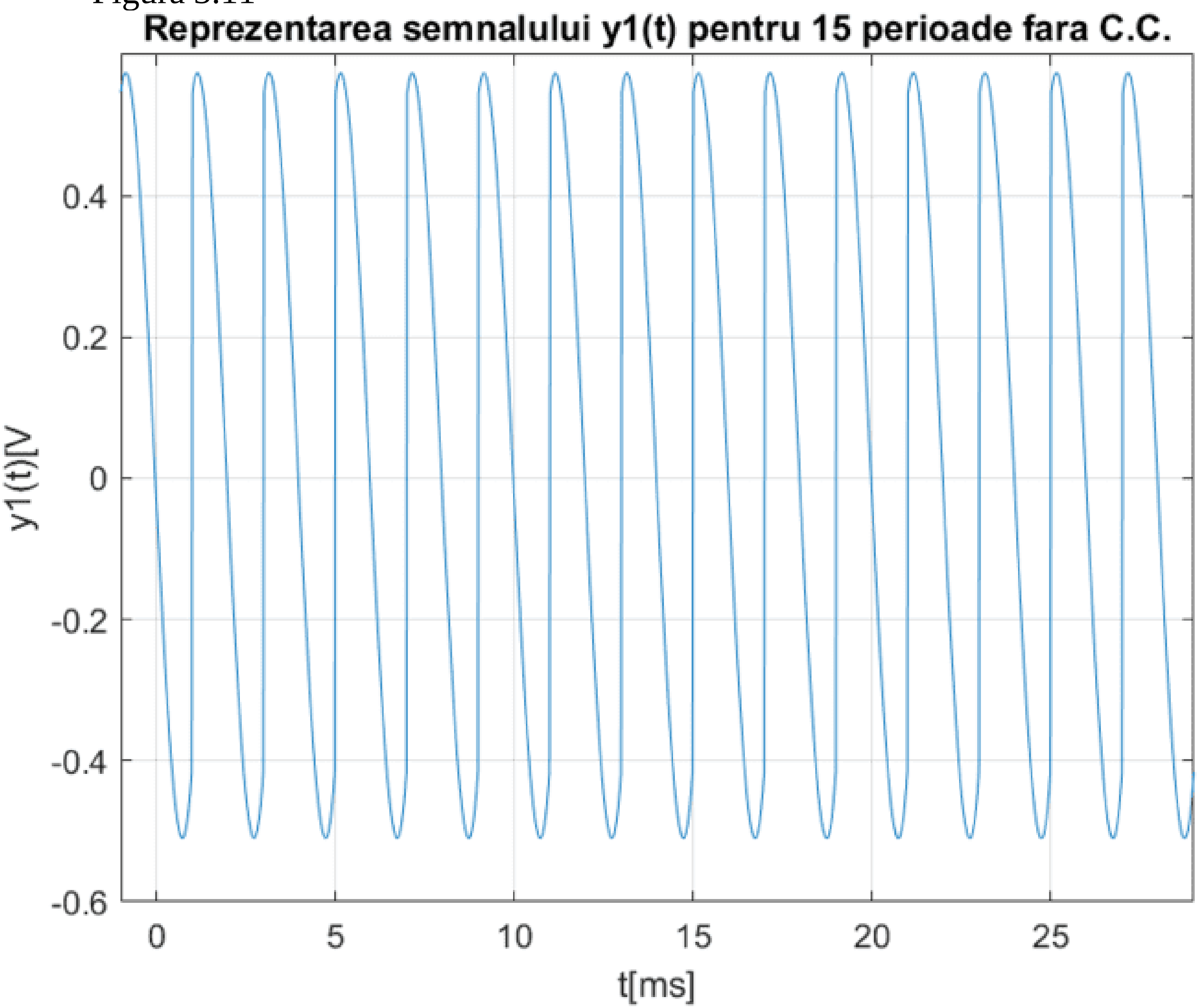
Figura 3.10



y1(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
y1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
plot(a,y1+0.64607);
axis([-1 29 -0.6 0.6]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y1(t)[V');
title('Reprezentarea semnalului y1(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

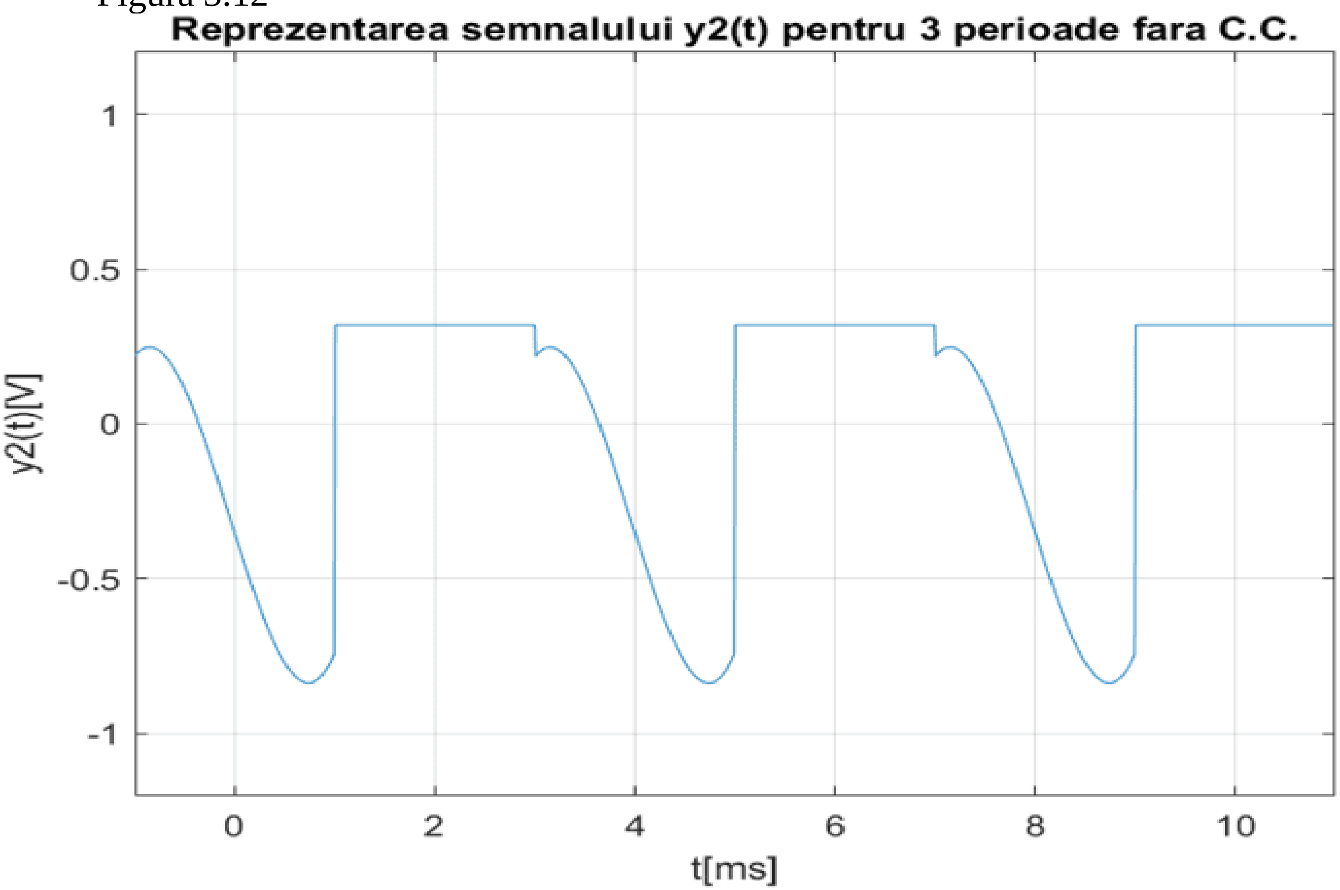
Figura 3.11



y2(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,11,1200);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        y2(i) = x(i);
    else
        y2(i) =0;
    end;
end;
y2 = y2'*ones(1,3);
y2 = y2(:);
plot(val, y2+0.32033);
axis([-1 11 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y2(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

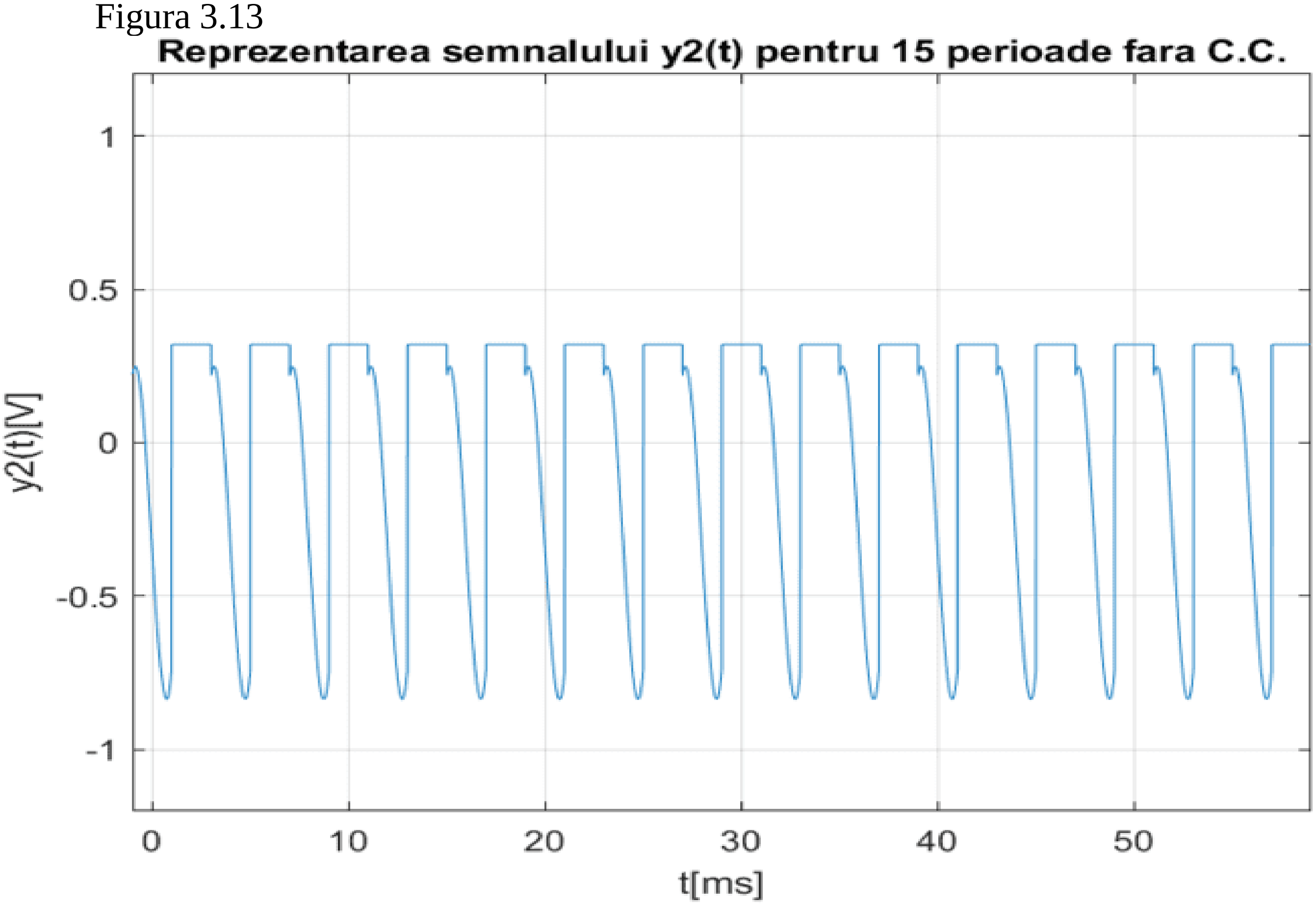
Figura 3.12



y2(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,59,6000);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        y2(i) = x(i);
    else
        y2(i) =0;
    end;
end;
y2 = y2'*ones(1,15);
y2 = y2(:);
plot(val, y2+0.32033);
axis([-1 59 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('y2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului y2(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

Figura 3.13

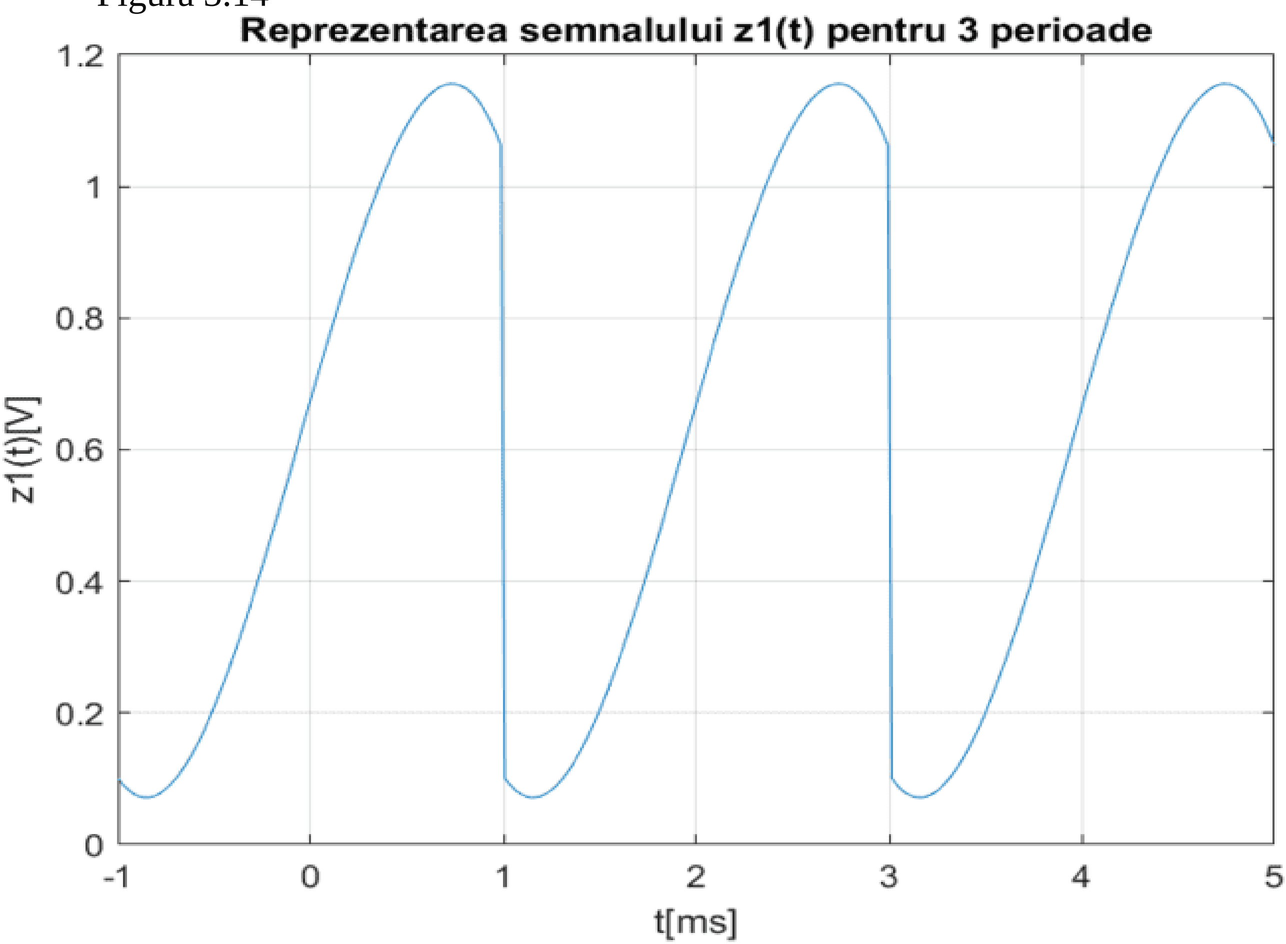


e) Să se reprezinte grafic semnalele $z_i(t)$ și $w_i(t)$ i=1,4 pentru 3, respectv 15 perioade.

<u>z1(t) - 3 perioade:</u>

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
z1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        if(z1(j,i)<0)
            z1(j,i)=-z1(j,i);
        end
    end
end
z1=z1(:);
plot(a,z1);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z1(t) pentru 3 perioade');
```

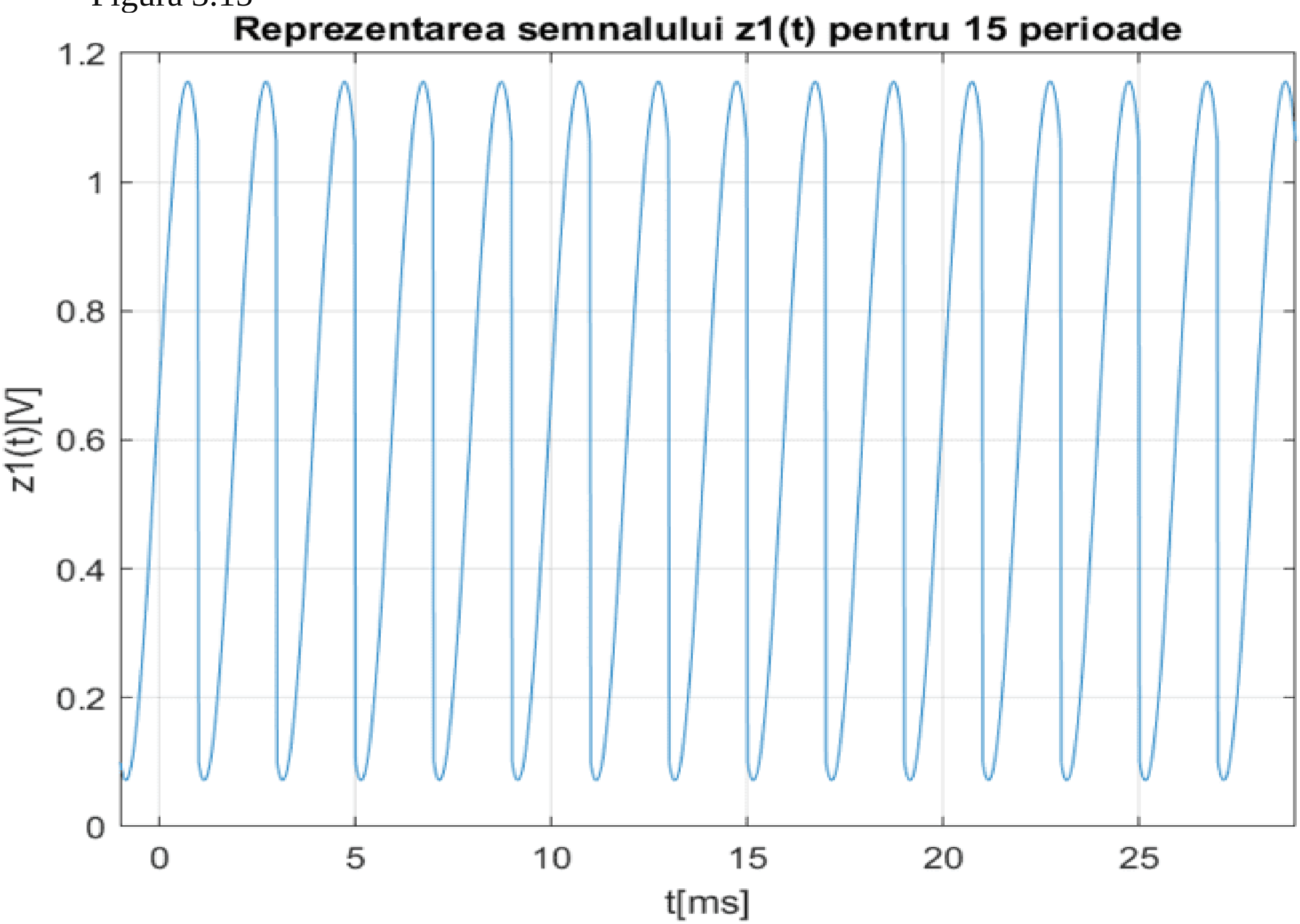
Figura 3.14



z1(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
z1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        if(z1(j,i)<0)
            z1(j,i)=-z1(j,i);
        end
    end
end
z1=z1(:);
plot(a,z1);
axis([-1 29 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z1(t) pentru 15 perioade');
```

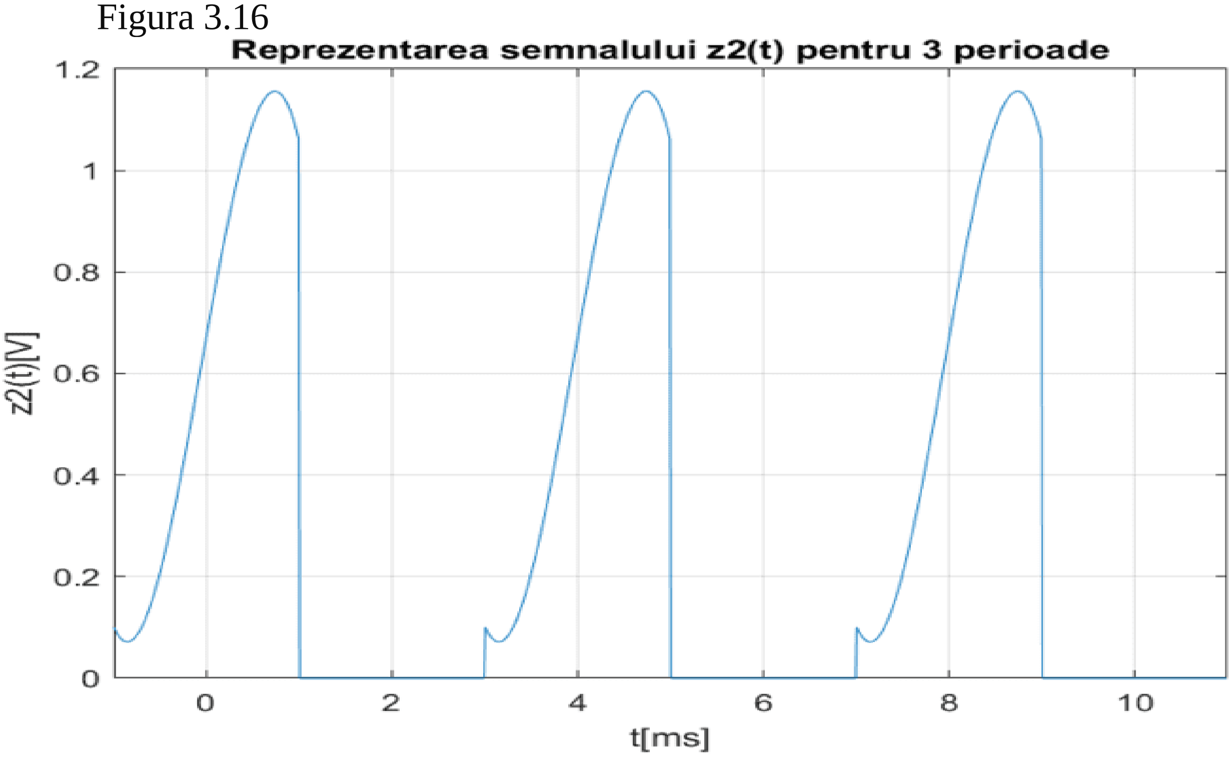
Figura 3.15



z2(t) - 3 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,11,1200);
val = val(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
   if(i<201)
      if(x(i)<0)
         z2(i) = -x(i);
      else
         z2(i) = x(i);
      end;
   else
      z2(i) =0;
   end;
end;
z2 = z2'*ones(1,3);
z2 = z2(:);
plot(val, z2);
axis([- 1 11 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z2(t) pentru 3 perioade');
```

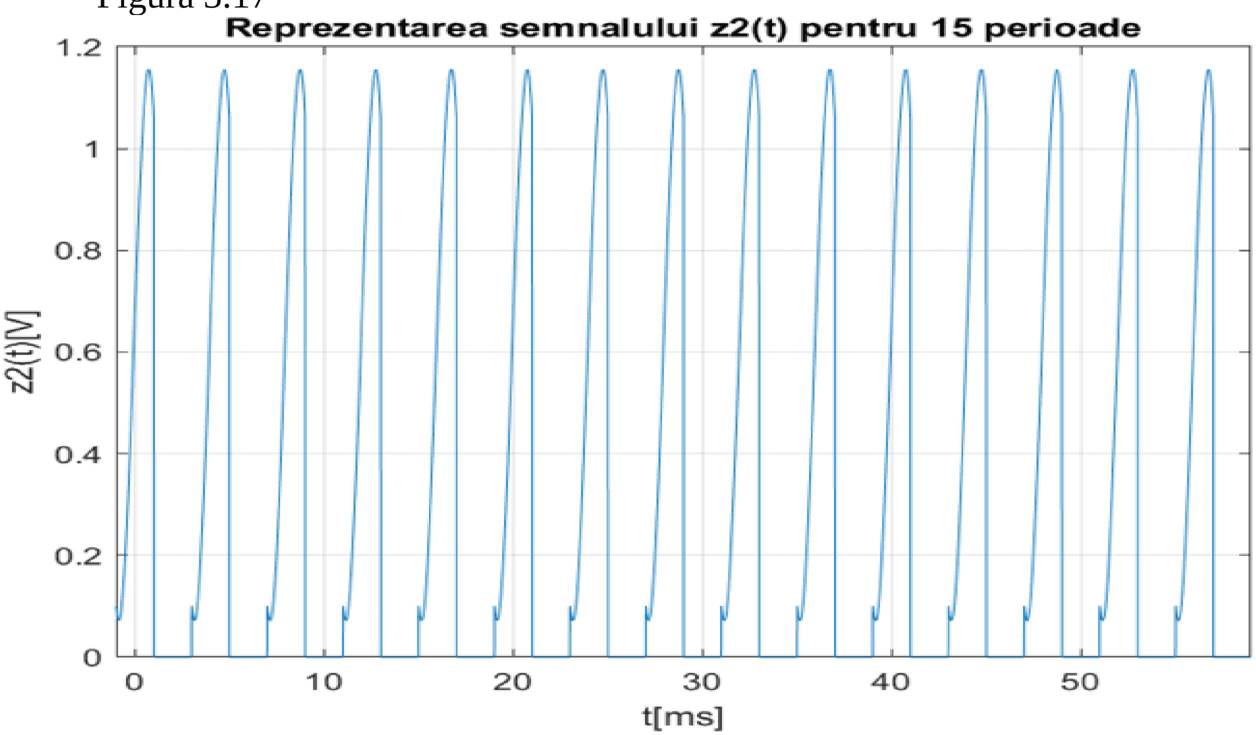
Figura 3.16



z2(t) - 15 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,59,6000);
val = val(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        if(x(i)<0)
            z2(i) = -x(i);
        else
            z2(i) = x(i);
        end;
    else
        z2(i) =0;
    end;
end;
z2 = z2'*ones(1,15);
z2 = z2(:);
plot(val, z2);
axis([-1 59 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z2(t) pentru 15 perioade');
```

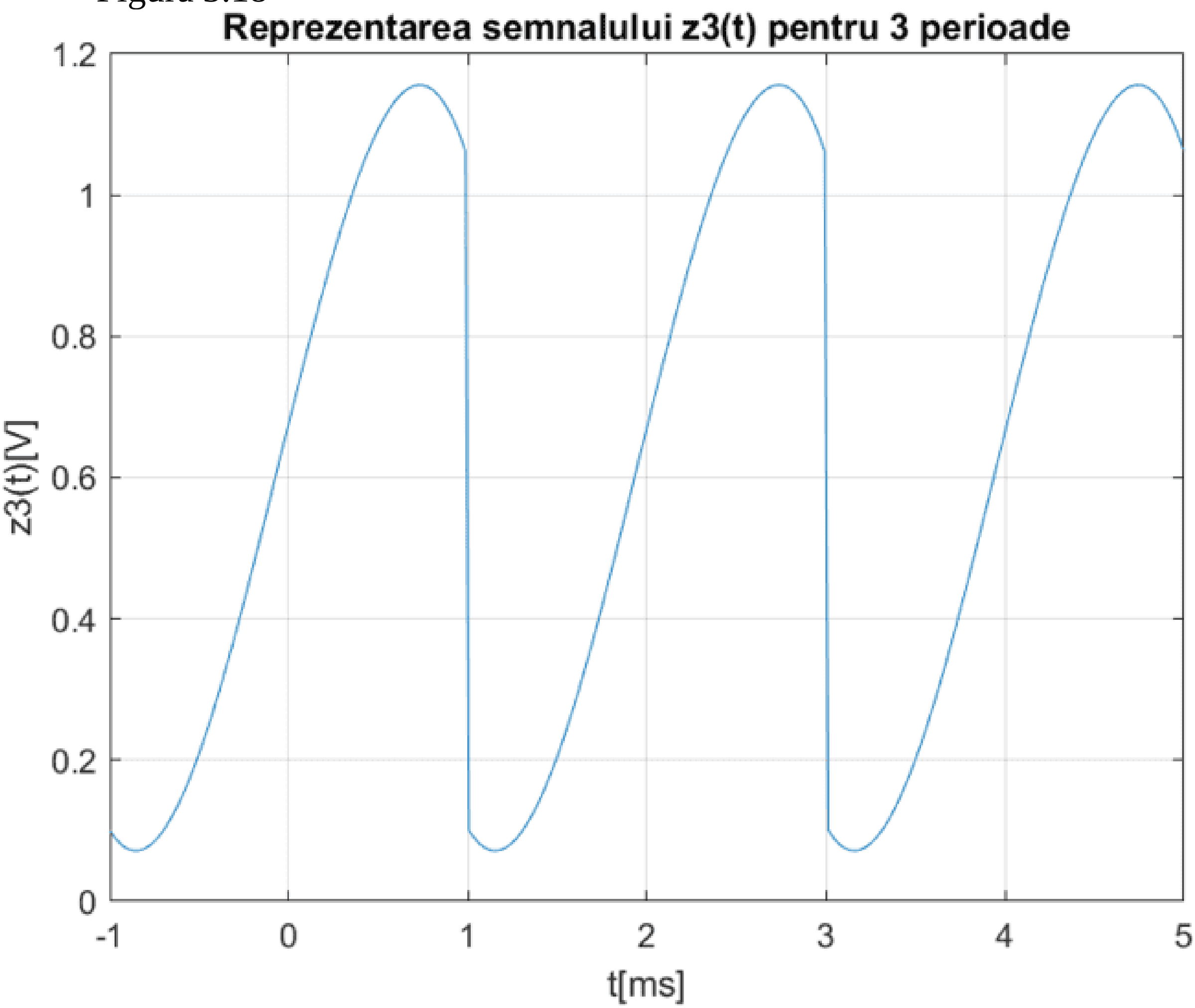
Figura 3.17



z3(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
z3=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
plot(a,z3);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z3(t) pentru 3 perioade');
```

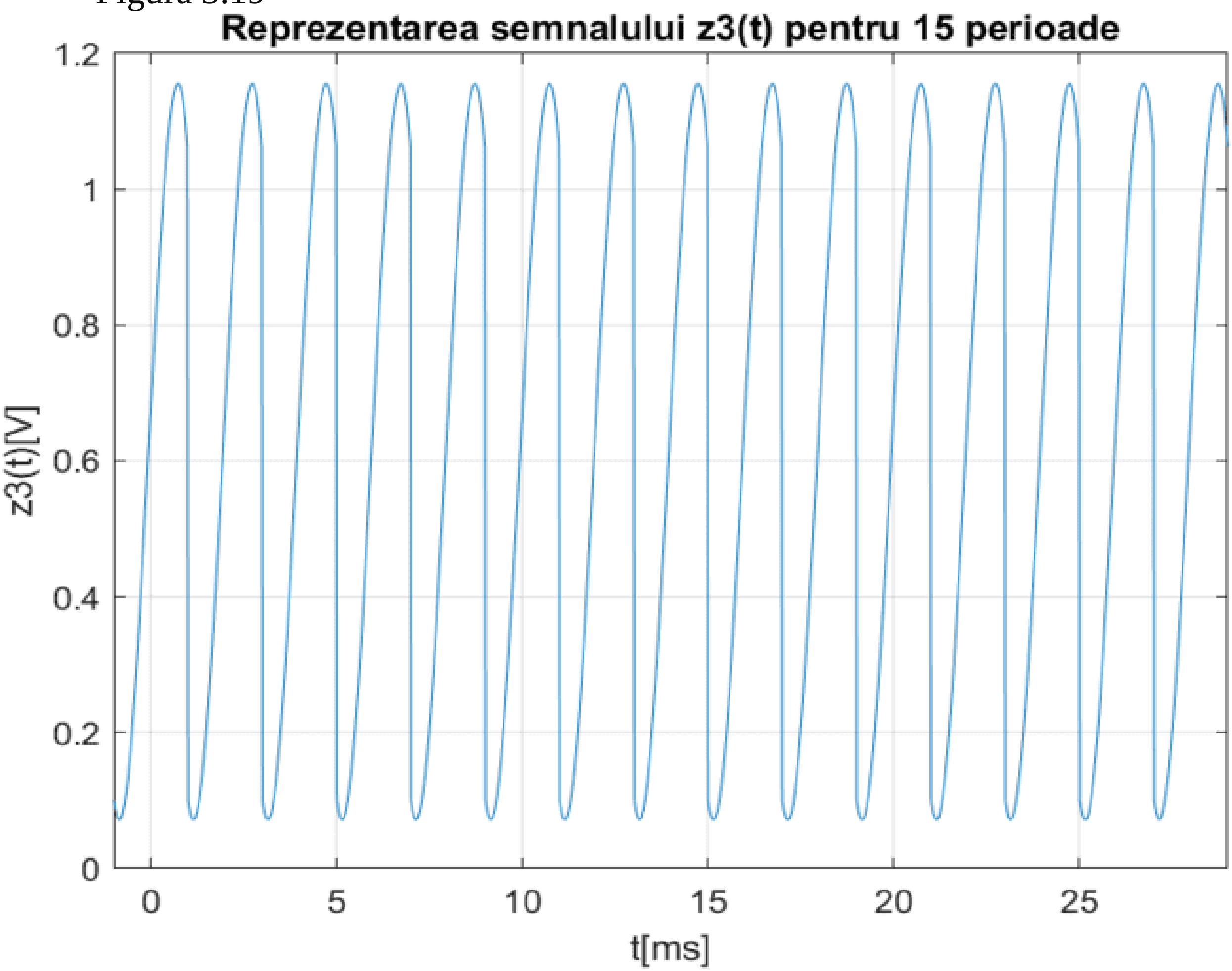
Figura 3.18



z3(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
z3=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
plot(a,z3);
axis([-1 29 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z3(t) pentru 15 perioade');
```

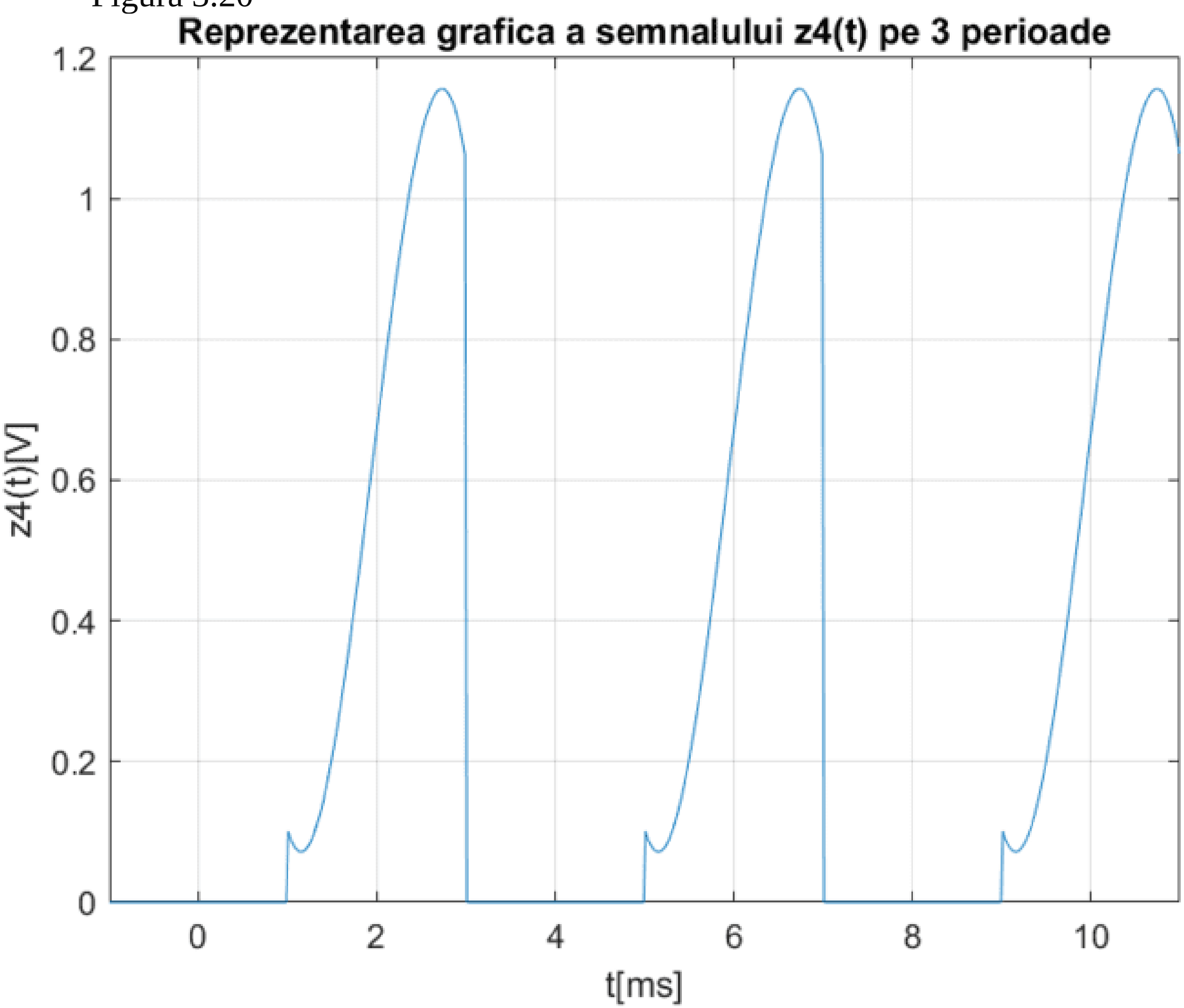
Figura 3.19



z4(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 12);
for i = 1:3
        v(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v;
z4 = z4(:);
val = linspace(-1, 11, 600);
val = val(:);
plot(val, z4);
axis([-1 11 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului z4(t) pe 3 perioade');
```

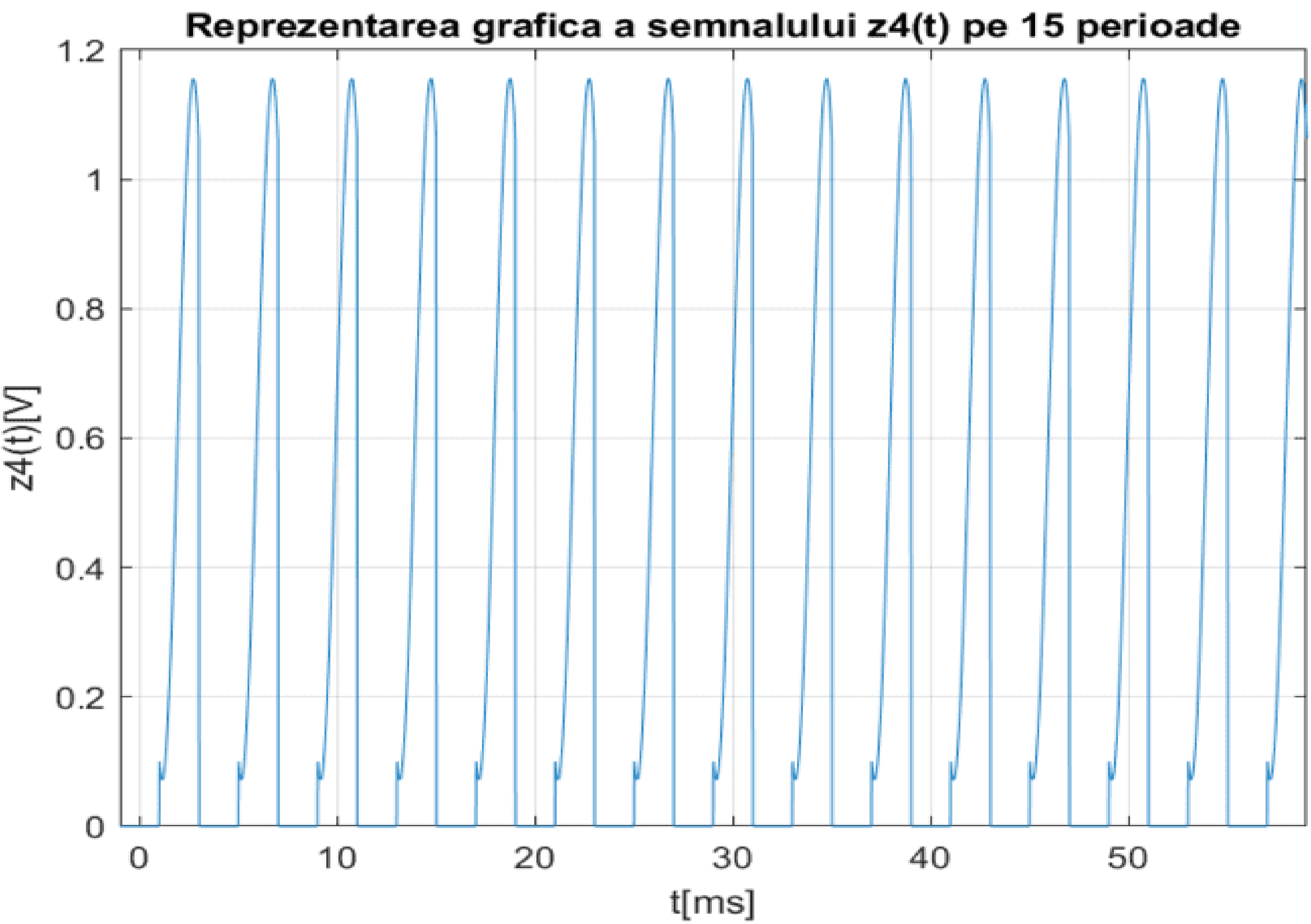
Figura 3.20



z4(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 60);
for i = 1:15
	v(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v;
z4 = z4(:);
val = linspace(-1, 59, 3000);
val = val(:);
plot(val, z4);
axis([-1 59 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului z4(t) pe 15 perioade');
```

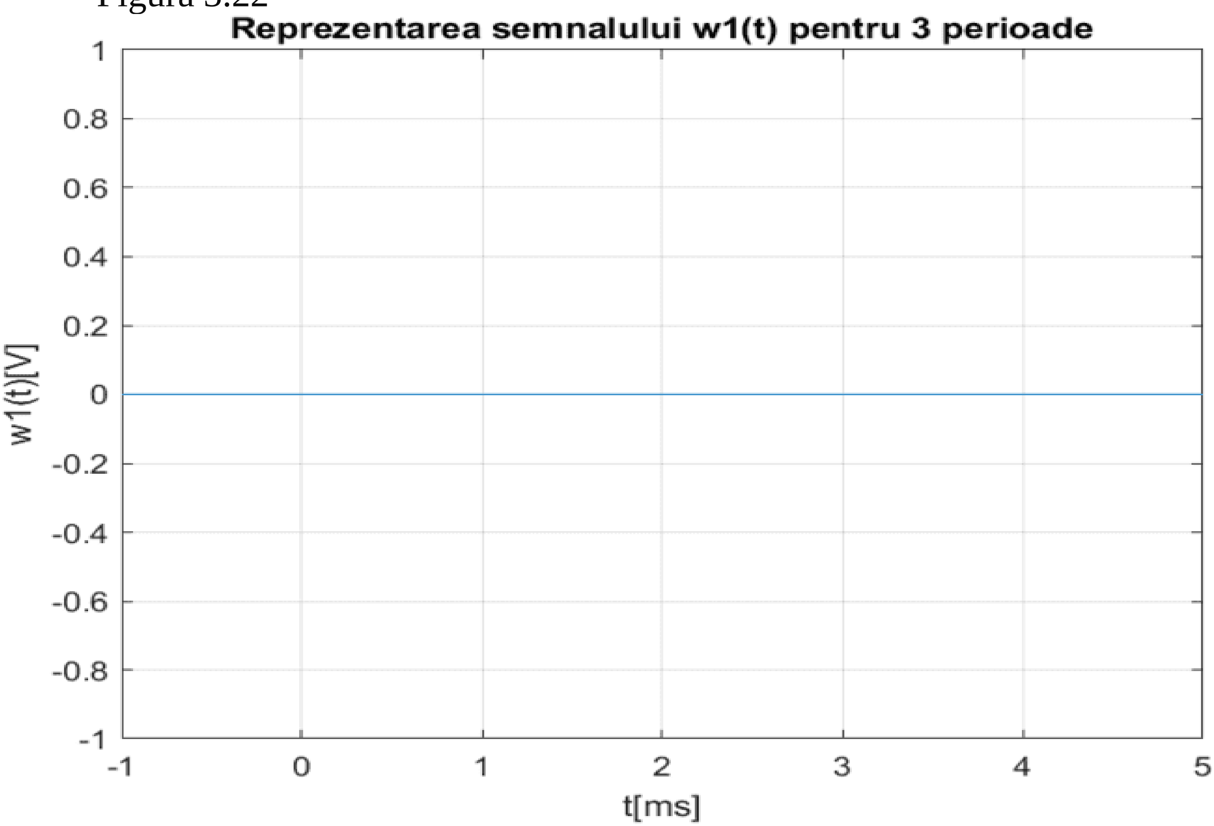
Figura 3.21



w1(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
y1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
z1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        if(z1(j,i)<0)
            z1(j,i)=-z1(j,i);
        end
    end
end
z1=z1(:);
suma=0.5*(y1+z1);
plot(a,suma);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w1(t) pentru 3 perioade');
```

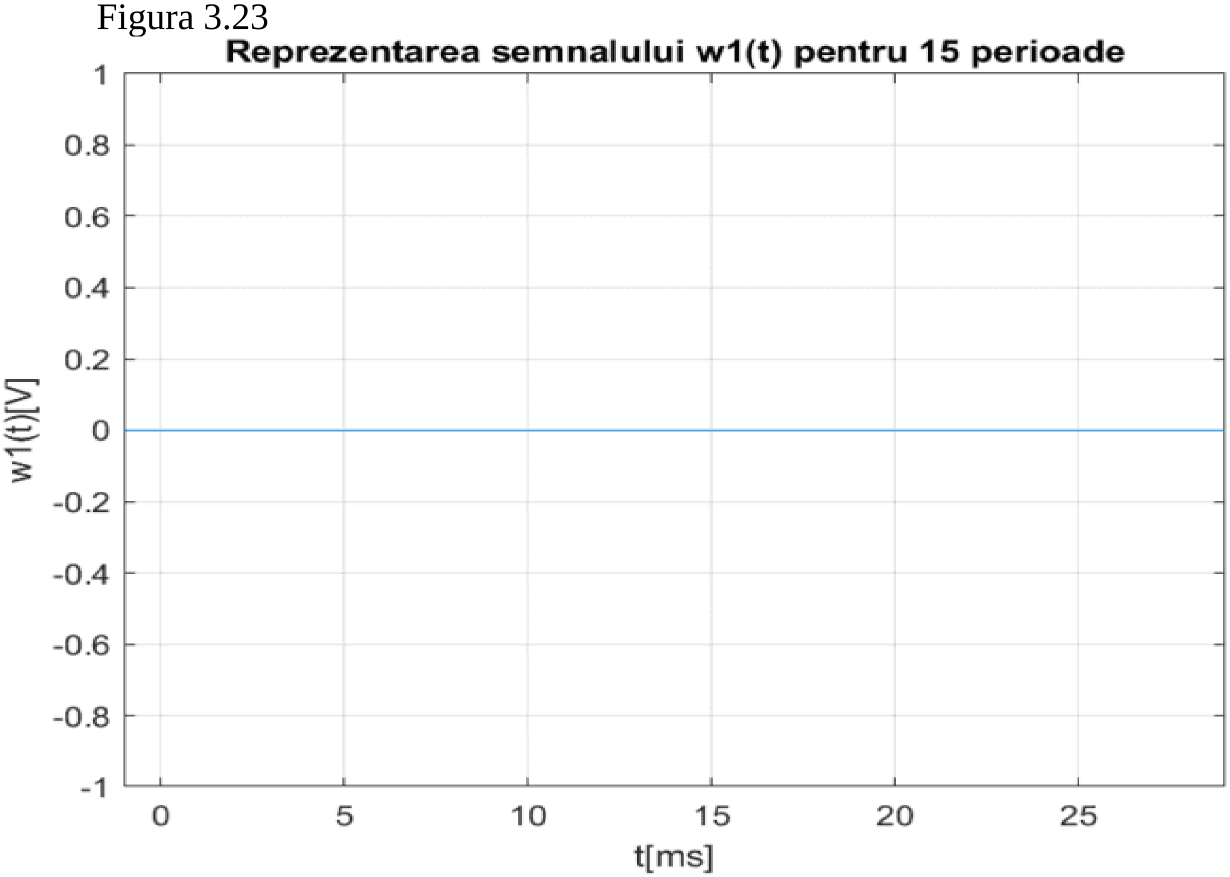
Figura 3.22



w1(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
y1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        y1(j,i)=y1(j,i);
    end
end
y1=y1(:);
z1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        if(z1(j,i)<0)
            z1(j,i)=-z1(j,i);
        end
    end
end
z1=z1(:);
suma=0.5*(y1+z1);
plot(a,suma);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w1(t) pentru 15 perioade');
```

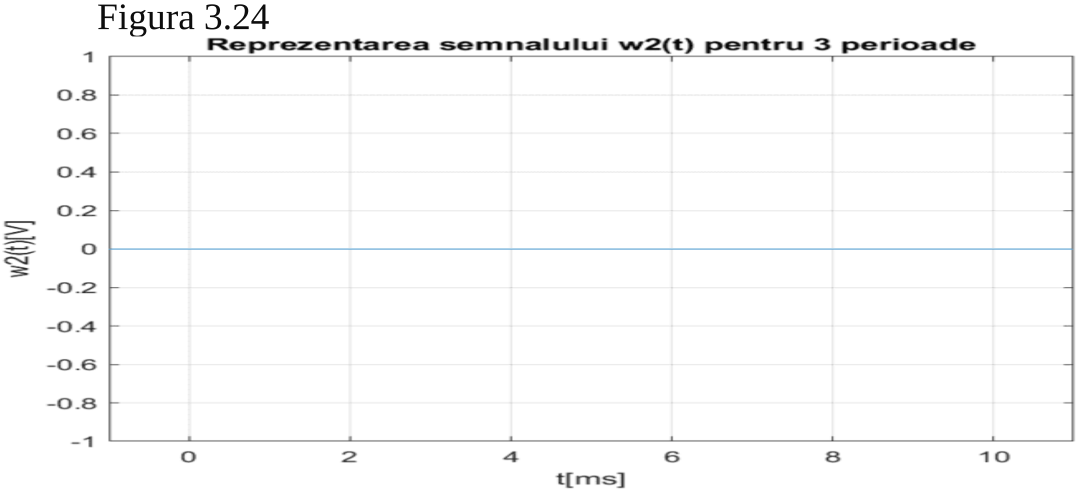
Figura 3.23



w2(t) - 3 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,11,1200);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        y2(i) = x(i);
    else
        y2(i) =0;
    end;
end;
y2 = y2'*ones(1,3);
y2 = y2(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        if(x(i)<0)
            z2(i) = -x(i);
        else
            z2(i) = x(i);
        end;
    else
        z2(i) =0;
    end;
end;
z2 = z2'*ones(1,3);
z2 = z2(:);
suma=0.5*(y2+z2);
plot(val, suma);
axis([-1 11 -1 1]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w2(t) pentru 3 perioade');
```

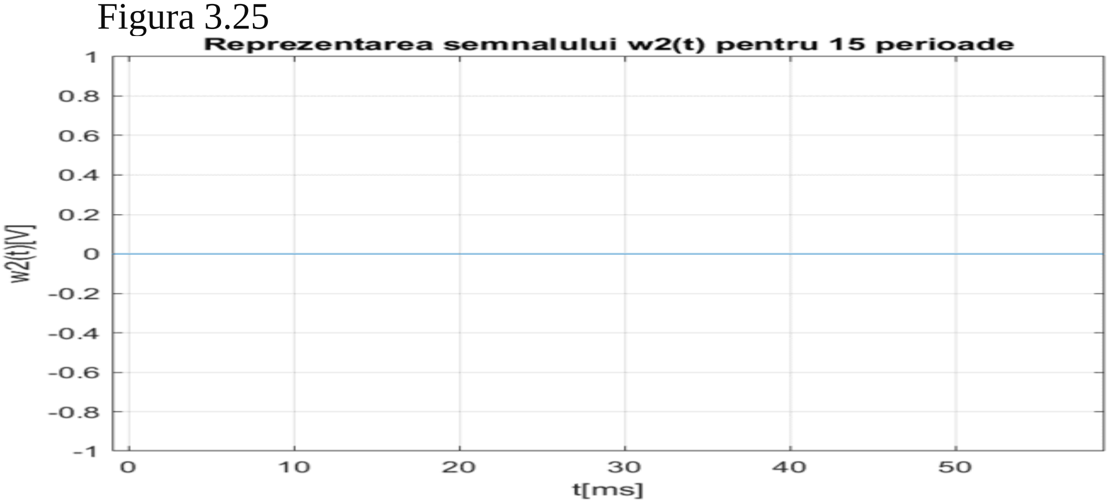
Figura 3.24



w2(t) - 15 perioade:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,59,6000);
val = val(:);
y2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
   if(i<201)
      y2(i) = x(i);
   else
      y2(i) =0;
   end;
end;
y2 = y2'*ones(1,15);
y2 = y2(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
   if(i<201)
      if(x(i)<0)
         z2(i) = -x(i);
      else
         z2(i) = x(i);
      end;
   else
      z2(i) =0;
   end;
end;
z2 = z2'*ones(1,15);
z2 = z2(:);
suma=0.5*(y2+z2);
plot(val, suma);
axis([-1 59 -1 1]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w2(t) pentru 15 perioade');
```

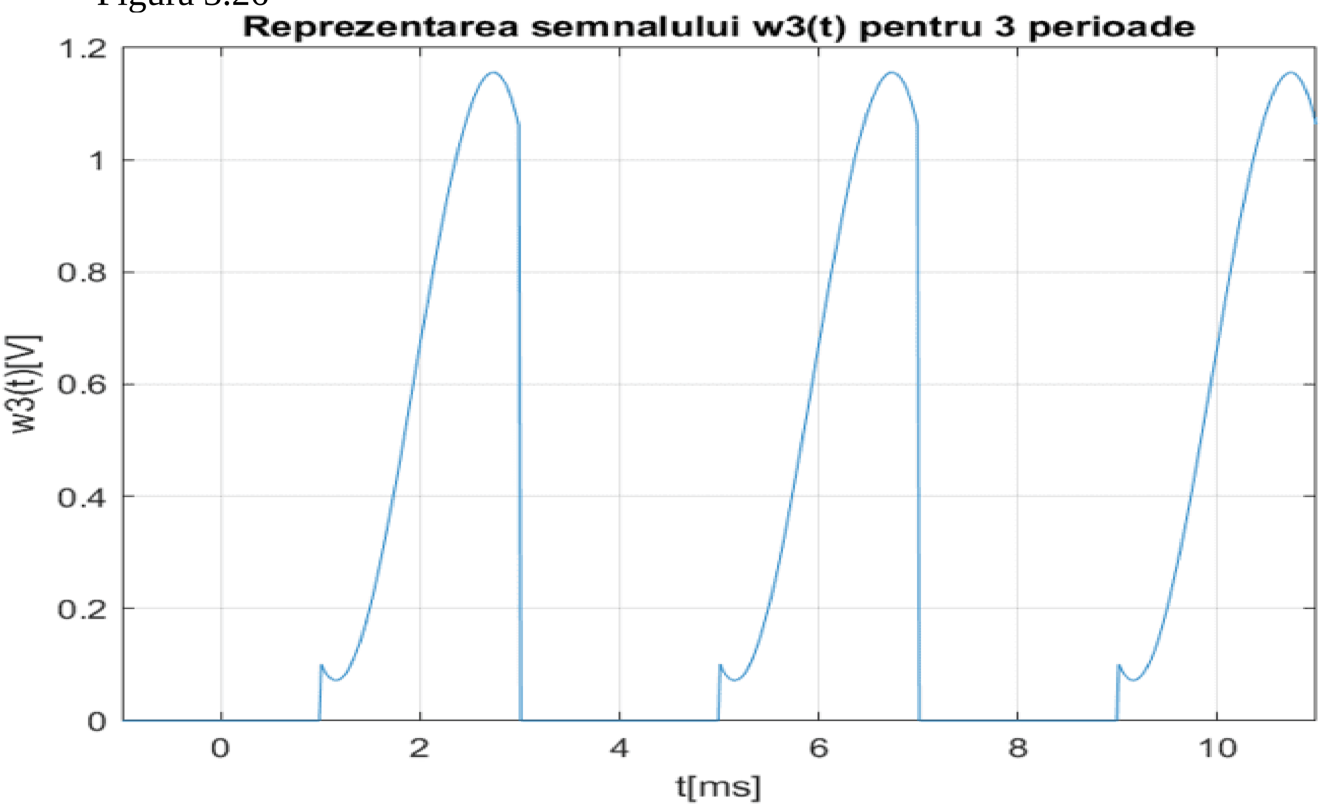
Figura 3.25



w3(t) - 3 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,11,600);
y3=x'*ones(1,6);
for i=1:6
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1))*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
z3=x'*ones(1,6);
for i=1:6
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
suma=0.5*(y3+z3);
plot(a,suma);
axis([-1 11 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w3(t) pentru 3 perioade');
```

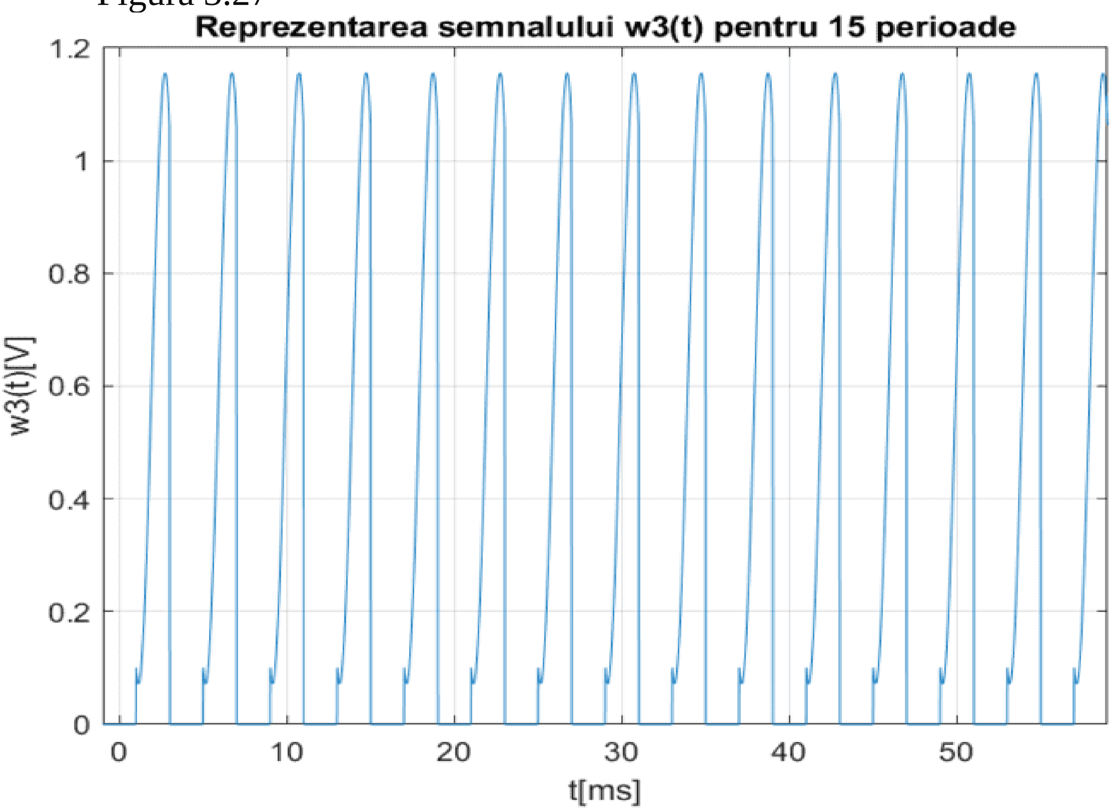
Figura 3.26



w3(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,59,3000);
y3=x'*ones(1,30);
for i=1:30
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1))*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
z3=x'*ones(1,30);
for i=1:30
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
suma=0.5*(y3+z3);
plot(a,suma);
axis([-1 59 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w3(t) pentru 15 perioade');
```

Figura 3.27



w4(t) - 3 perioade:

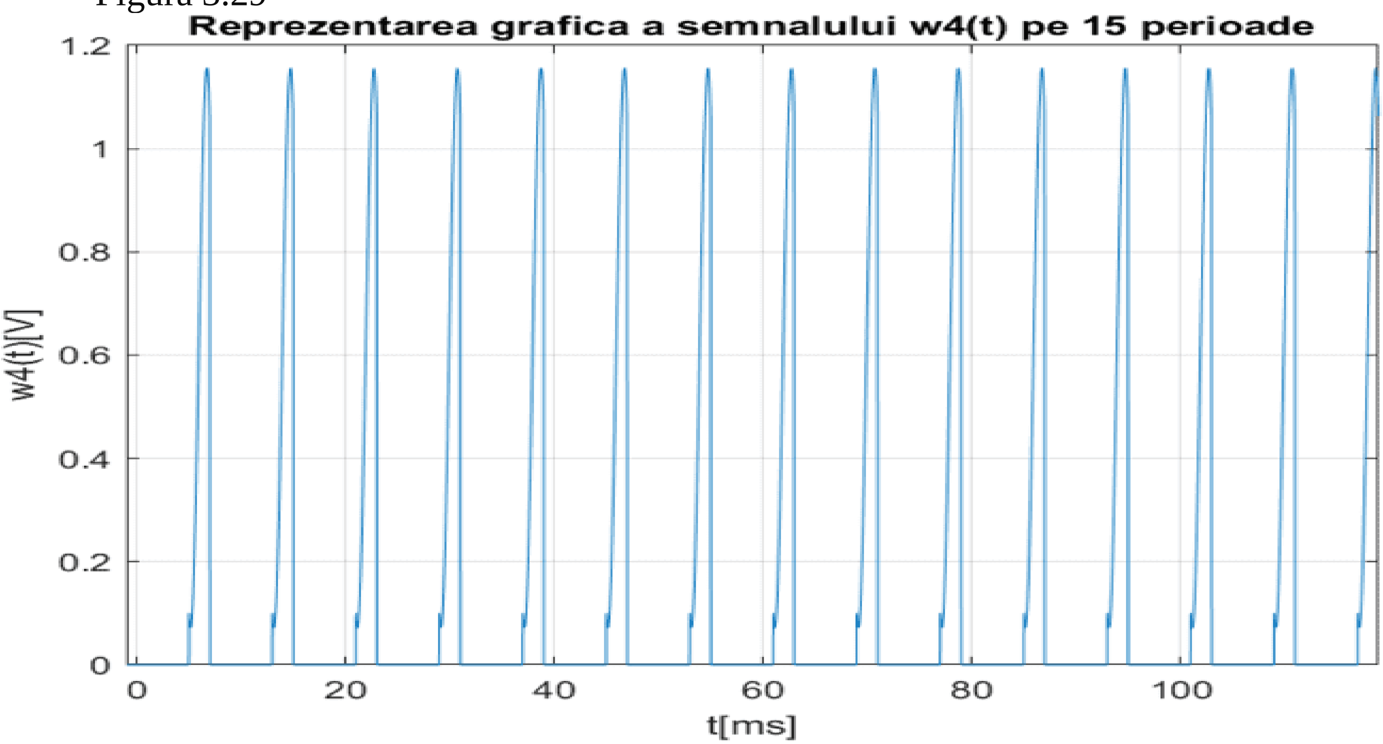
```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 24);
for i = 1:6
   if mod(i,2) == 0
       v(2*i) = -1;
   else
       v(2*i) = 1;
   end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 23, 1200);
val = val(:);
v1 = zeros(0, 24);
for i = 1:6
       v1(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v1;
z4 = z4(:);
suma=0.5*(y4+z4);
plot(val, suma);
axis([-1 23 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului w4(t) pe 3 perioade');
```

Figura 3.28

w4(t) - 15 perioade:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 120);
for i = 1:30
    if mod(i,2) == 0
        v(2*i) = -1;
    else
        v(2*i) = 1;
    end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 119, 6000);
val = val(:);
v1 = zeros(0, 120);
for i = 1:30
        v1(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v1;
z4 = z4(:);
suma=0.5*(y4+z4);
plot(val, suma);
axis([-1 119 0 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului w4(t) pe 15 perioade');
```

Figura 3.29



f) Să se determine analitic componenta continuă a semnalelor $z_i(t)$ și $w_i(t)$ i=1:4.

$x(t) = 0{,}5333t^3 + 0{,}0889t^2 - 1{,}0141t - 0{,}6703$

Pentru $z_1(t)$:

$C_{z_1} = \frac{1}{T}\int_T z_1(t)dt = -\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0{,}5333t^3 + 0{,}0889t^2 - 1{,}0141t - 0{,}6703)dt =$

$= -(-0{,}64067) = 0{,}64067$ (aceeași integrală ca la y_1)

Pentru $z_2(t)$:

$C_{z_2} = \frac{1}{T}\int_T z_2(t)dt = -\frac{1}{4}\int_{-1}^{1}(0{,}5333t^3 + 0{,}0889t^2 - 1{,}0141t - 0{,}6703)dt =$

$= -\frac{1}{2}\cdot(-0{,}64067) = +0{,}32033$ (aceeași integrală ca la y_2)

Pentru $z_3(t)$:

$C_{z_3} = \frac{1}{T}\int_T z_3(t)dt = -\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0{,}5333t^3 + 0{,}0889t^2 - 1{,}0141t - 0{,}6703)dt =$

$= 0{,}64067$ (aceeași componenta continuă ca z1)

Pentru $z_4(t)$:

$C_{z_4} = \frac{1}{T}\int_T z_4(t)dt = -\frac{1}{4}\int_{1}^{3}(0{,}5333(t-2)^3 + 0{,}0889(t-2)^2 - 1{,}0141(t-2)$

$- 0{,}6703)dt = -\frac{1}{4}(-1{,}28132) =$

$= \frac{1}{4}\cdot 1{,}28132 = 0{,}32033$

(aceeași integrală ca la y_3)

$C_{w_1} = 0$; $C_{w_2} = 0$; (nu avem semnal)

Pentru $w_3(t)$:

$$c_{w_3} = \frac{1}{T}\int_T w_3(t)\,dt = -\frac{1}{4}\int_1^3 (0,5333(t-2)^3 + 0,0889(t-2)^2 - 1,0141(t-2) - 0,6703)\,dt$$

$= 0,32033$ (aceeași componentă continuă ca la z_4)

Pentru $W_4(t)$:

$$C_{w_4} = \frac{1}{T}\int_T w_4(t)\,dt = -\frac{1}{8}\int_5^7 [0,5333(t-6)^3 + 0,0889(t-6)^2 -$$
$$- 1,0141(t-6) - 0,6703]\,dt =$$
$$= -\frac{1}{8}\int_5^7 [0,5333(t^3 - 216 - 18t^2 + 108t) + 0,0889(t^2 - 12t + 36) -$$
$$- 1,0141(t-6) - 0,6703]\,dt =$$
$$= -\frac{1}{8}\int_5^7 [0,5333t^3 + (0,0889 - 18\cdot 0,5333)t^2 + (108\cdot 0,5333 - 12\cdot 0,0889 -$$
$$- 1,0141)t + 36\cdot 0,0889 - 216\cdot 0,5333 + 6\cdot 1,0141 - 0,6703]\,dt =$$
$$= -\frac{1}{8}\int_5^7 (0,5333t^3 - 9,5105t^2 + 51,5155t - 106,5781)\,dt =$$

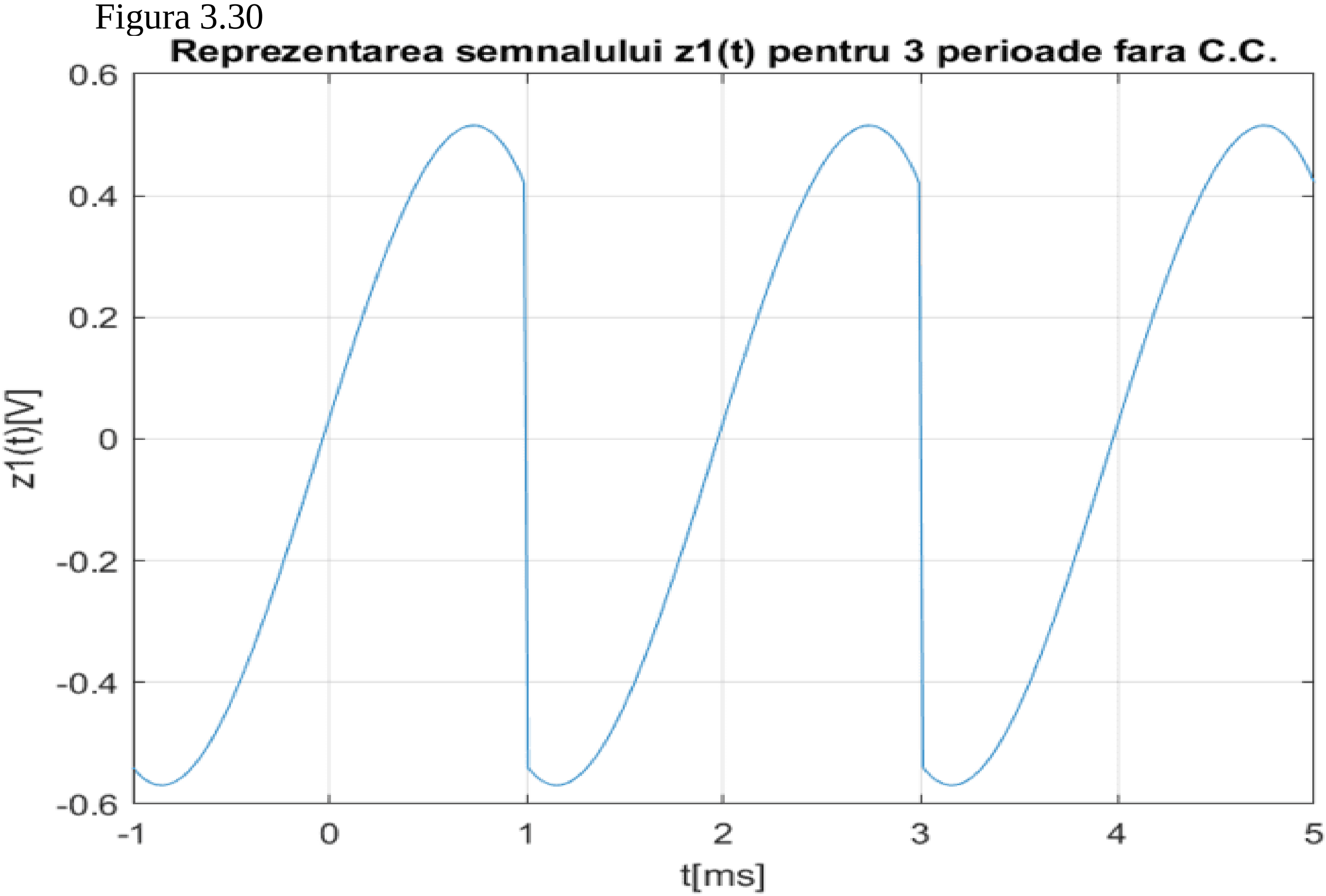
$= +0,16016$ (aceeași integrală ca la z_4)

g)Să se reprezinte grafic semnalele $z_i(t)$ și $w_i(t)$ i=1,4 pentru 3, respectv 15 perioade fără componentă continuă.

<u>z1(t) - 3 perioade fara C.C.:</u>

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
z1=x'*ones(1,3);
for i=1:3
   for j=1:100
      if(z1(j,i)<0)
         z1(j,i)=-z1(j,i);
      end
   end
end
z1=z1(:);
plot(a,z1-0.64067);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z1(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

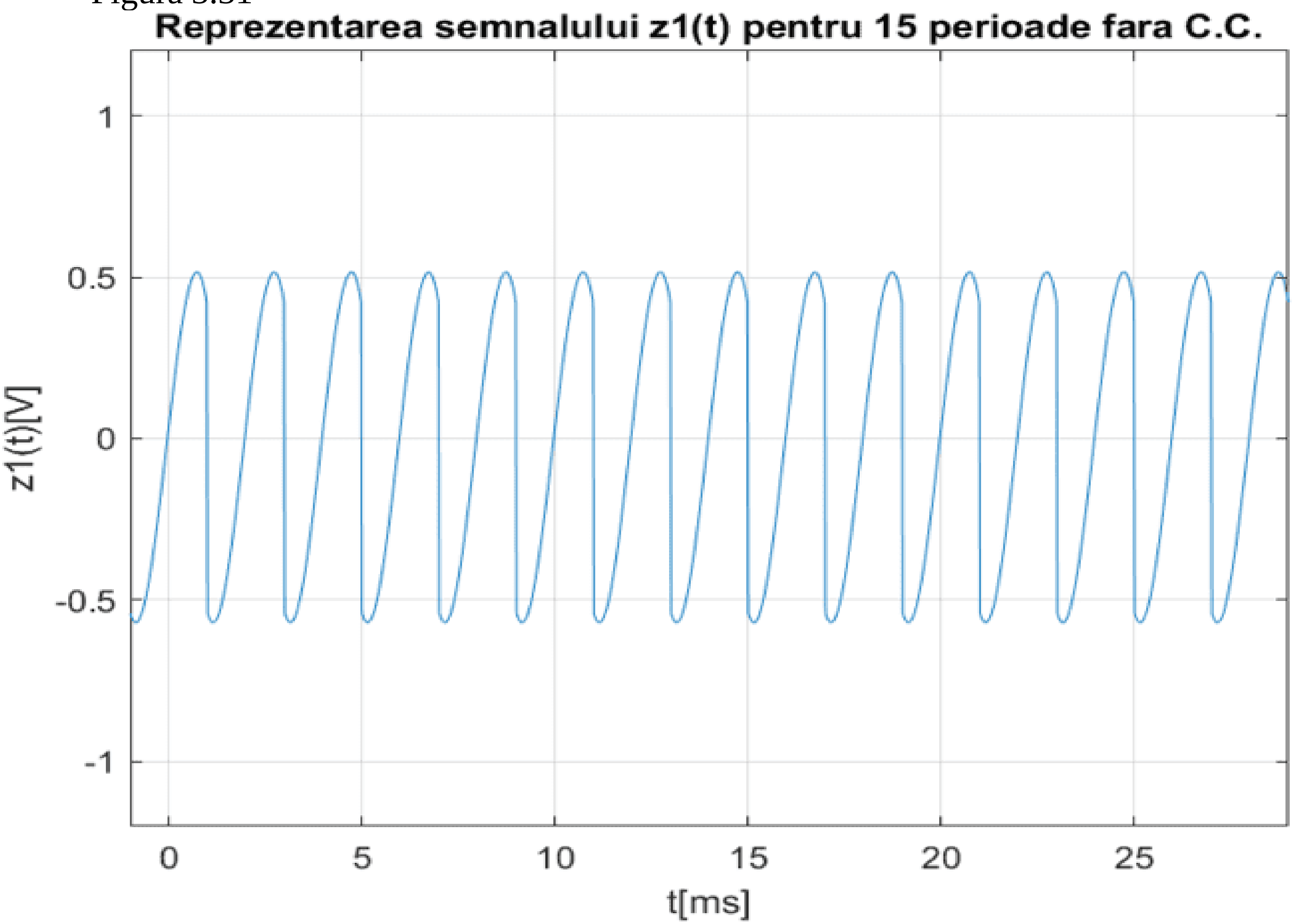
Figura 3.30



z1(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
z1=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        if(z1(j,i)<0)
            z1(j,i)=-z1(j,i);
        end
    end
end
z1=z1(:);
plot(a,z1-0.64067);
axis([-1 29 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z1(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z1(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

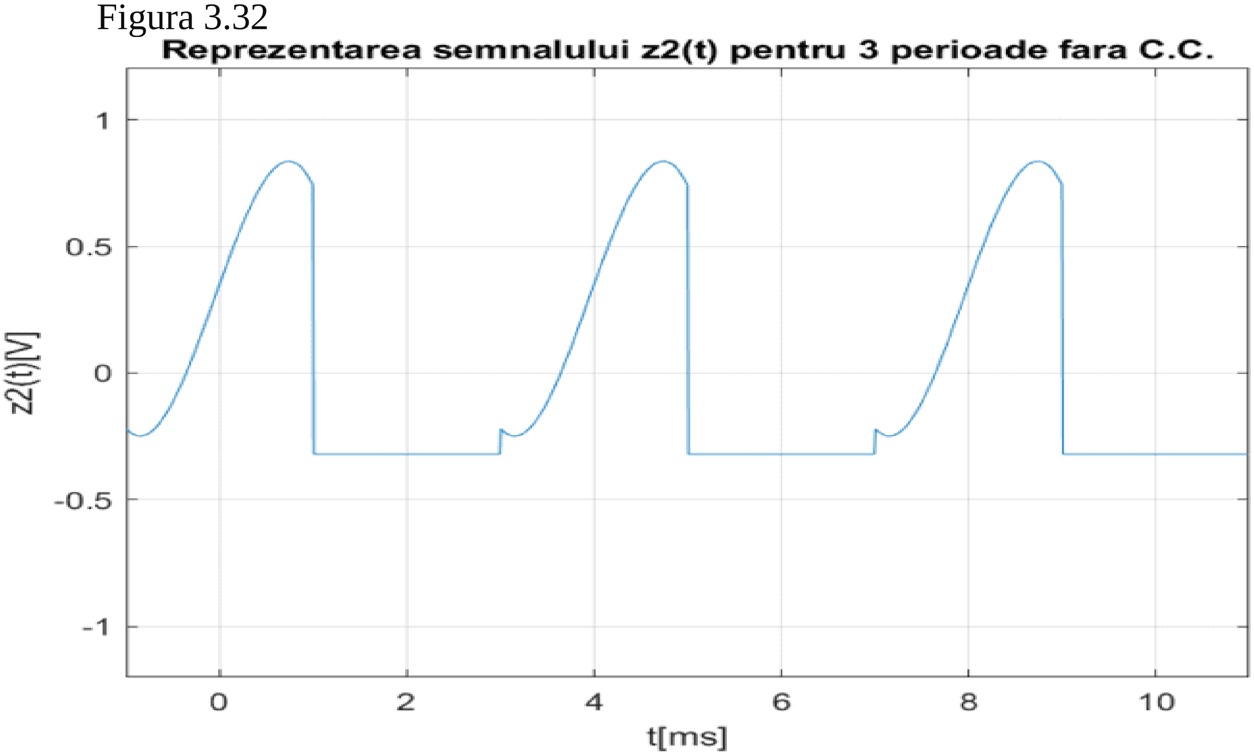
Figura 3.31



z2(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,11,1200);
val = val(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        if(x(i)<0)
            z2(i) = -x(i);
        else
            z2(i) = x(i);
        end;
    else
        z2(i) =0;
    end;
end;
z2 = z2'*ones(1,3);
z2 = z2(:);
plot(val, z2-0.32033);
axis([- 1 11 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z2(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

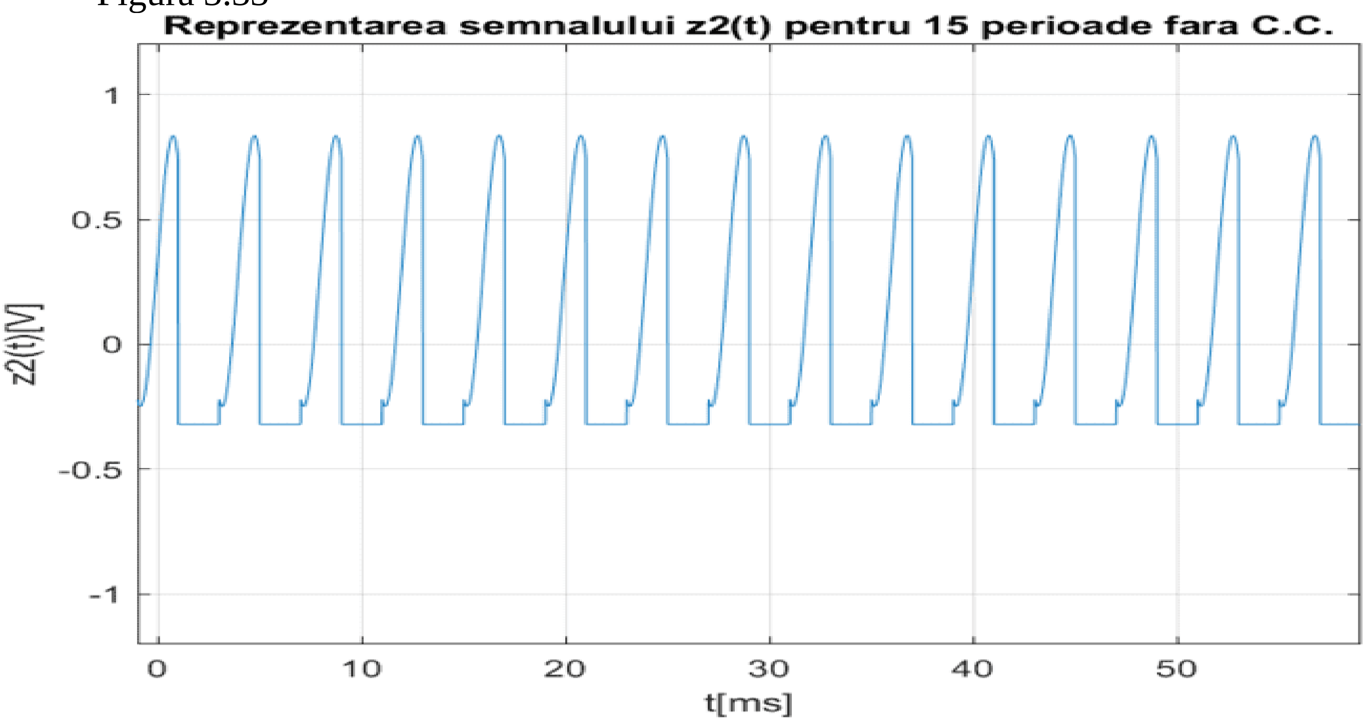
Figura 3.32



z2(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t = linspace(-1,1,200);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
val = linspace(-1,59,6000);
val = val(:);
z2 = linspace(0, 4, 400);
for(i = 1:400)
    if(i<201)
        if(x(i)<0)
            z2(i) = -x(i);
        else
            z2(i) = x(i);
        end;
    else
        z2(i) =0;
    end;
end;
z2 = z2'*ones(1,15);
z2 = z2(:);
plot(val, z2-0.32033);
axis([-1 59 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z2(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z2(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

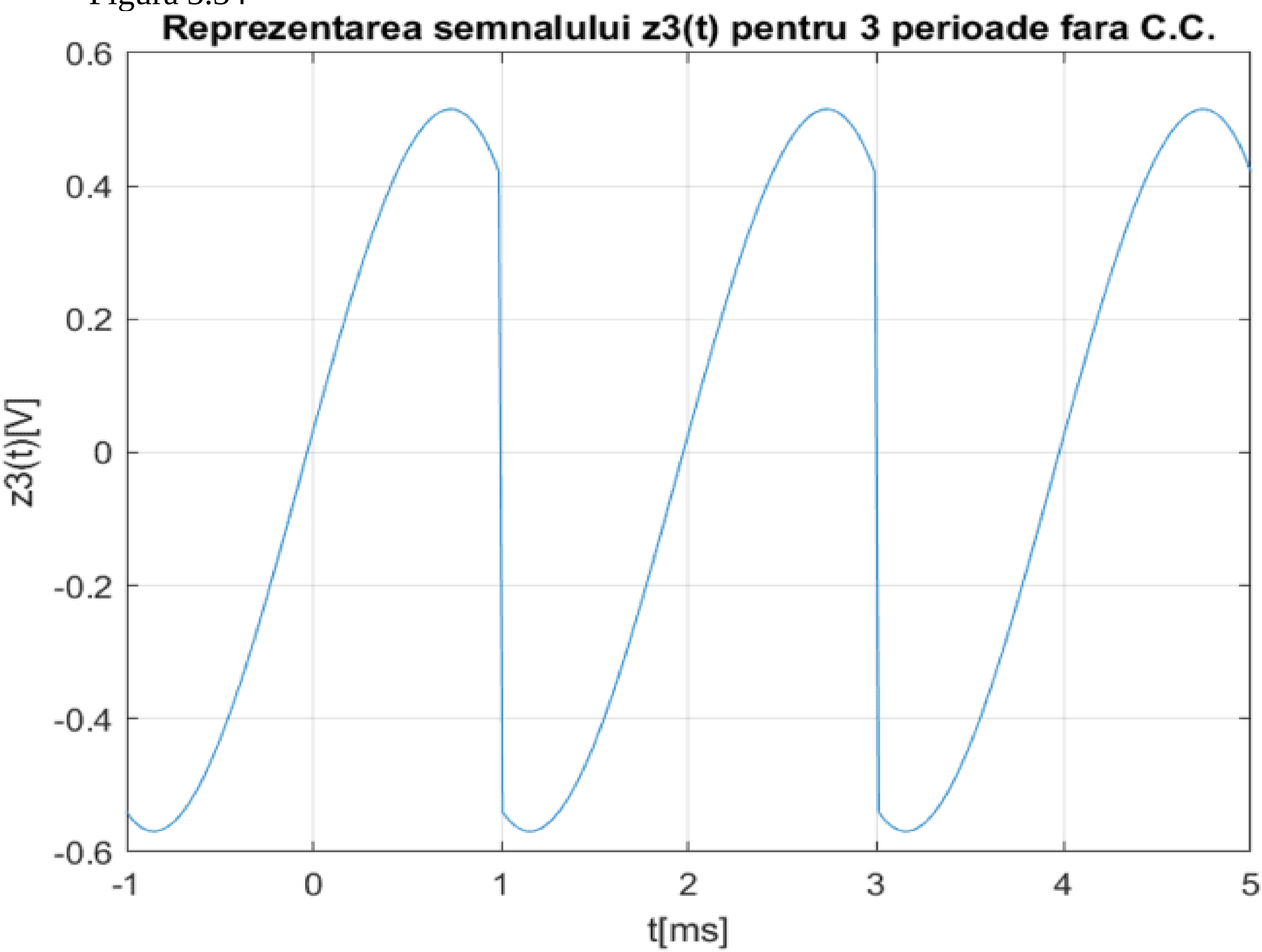
Figura 3.33



z3(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,5,300);
z3=x'*ones(1,3);
for i=1:3
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
plot(a,z3-0.64067);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z3(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

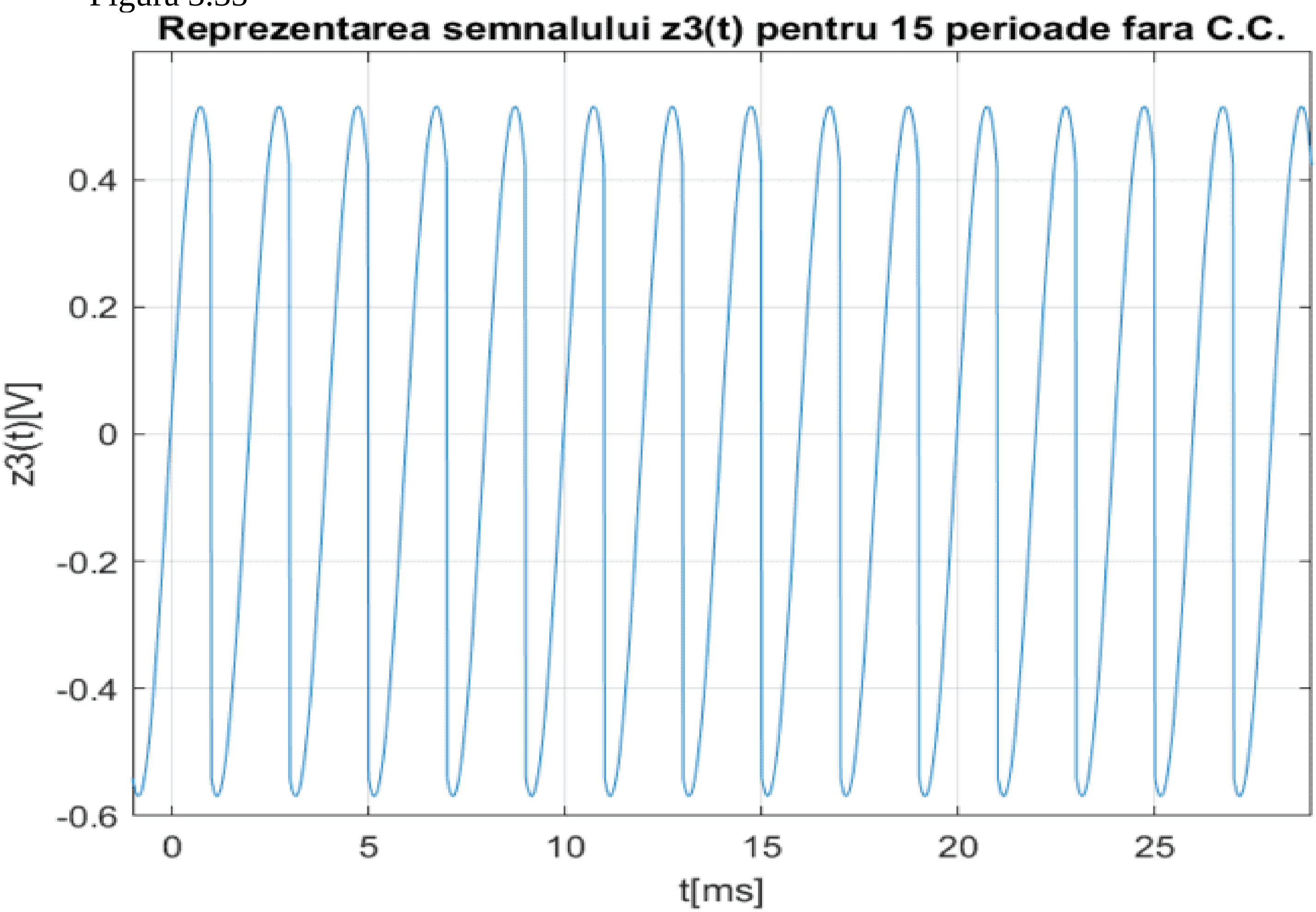
Figura 3.34



z3(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,29,1500);
z3=x'*ones(1,15);
for i=1:15
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
plot(a,z3-0.64067);
axis([-1 29 -0.6 0.6]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului z3(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

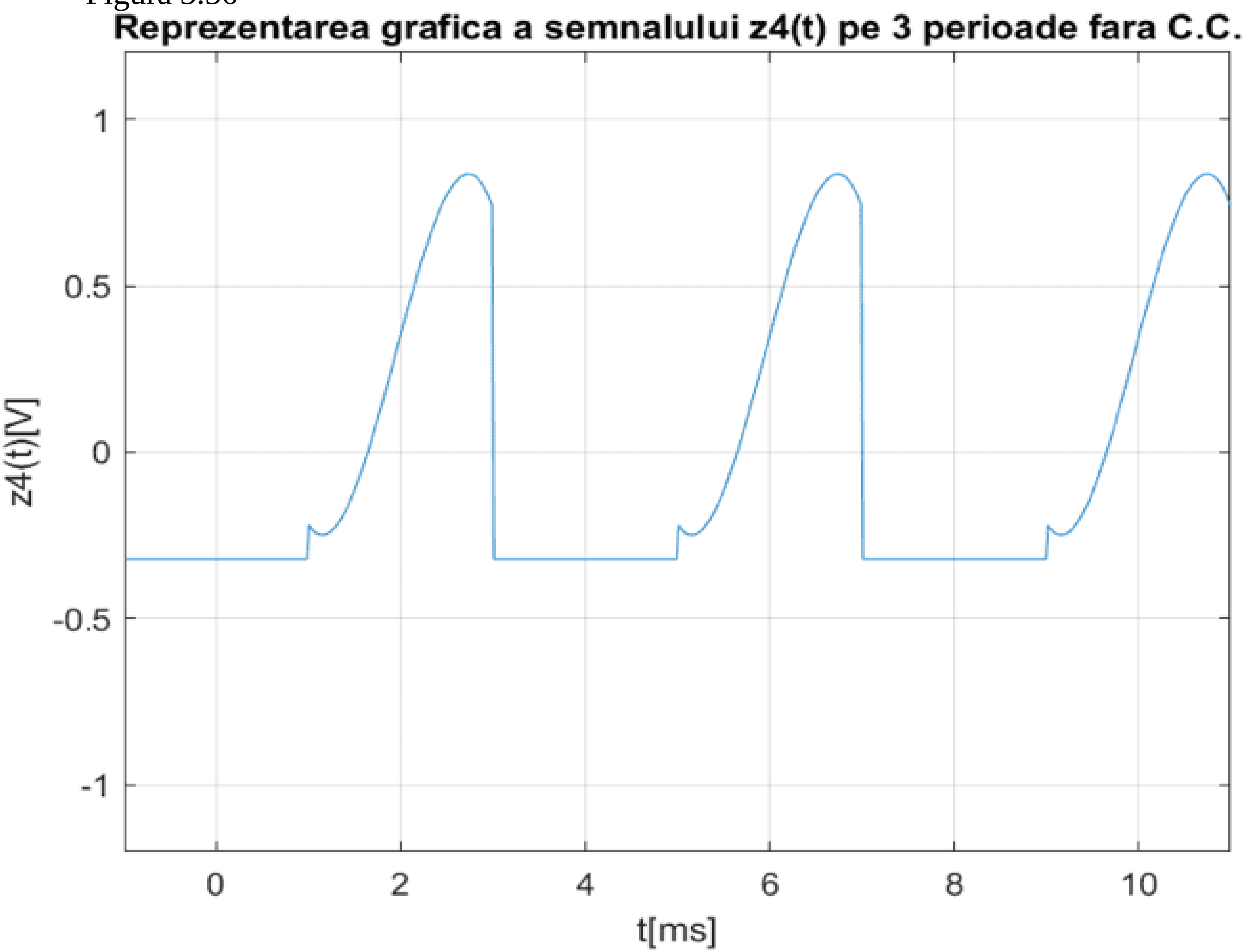
Figura 3.35



z4(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 12);
for i = 1:3
	v(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v;
z4 = z4(:);
val = linspace(-1, 11, 600);
val = val(:);
plot(val, z4-0.32033);
axis([-1 11 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului z4(t) pe 3 perioade fara C.C.');
```

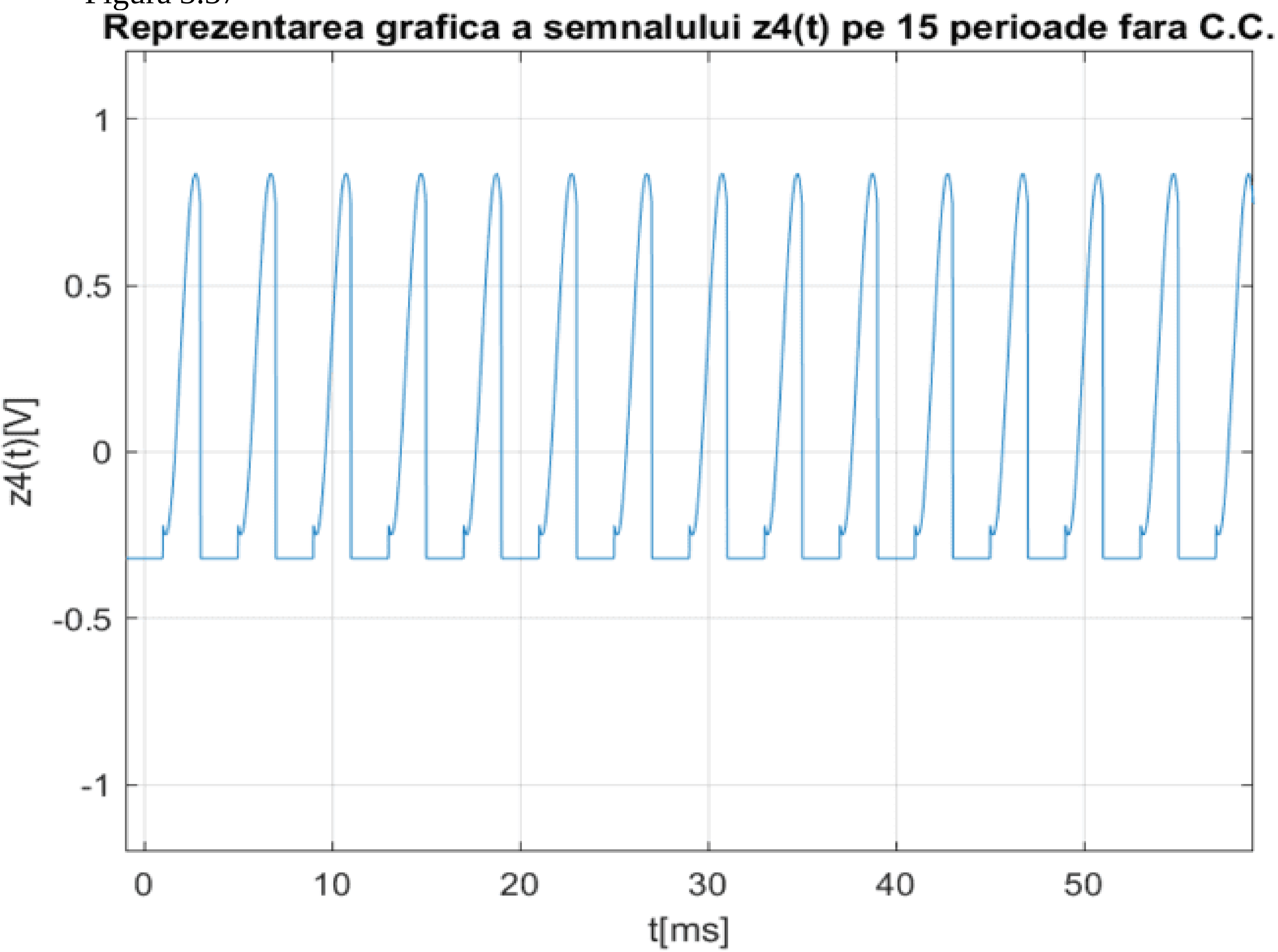
Figura 3.36



z4(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 60);
for i = 1:15
        v(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v;
z4 = z4(:);
val = linspace(-1, 59, 3000);
val = val(:);
plot(val, z4-0.32033);
axis([-1 59 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('z4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului z4(t) pe 15 perioade fara C.C.');
```

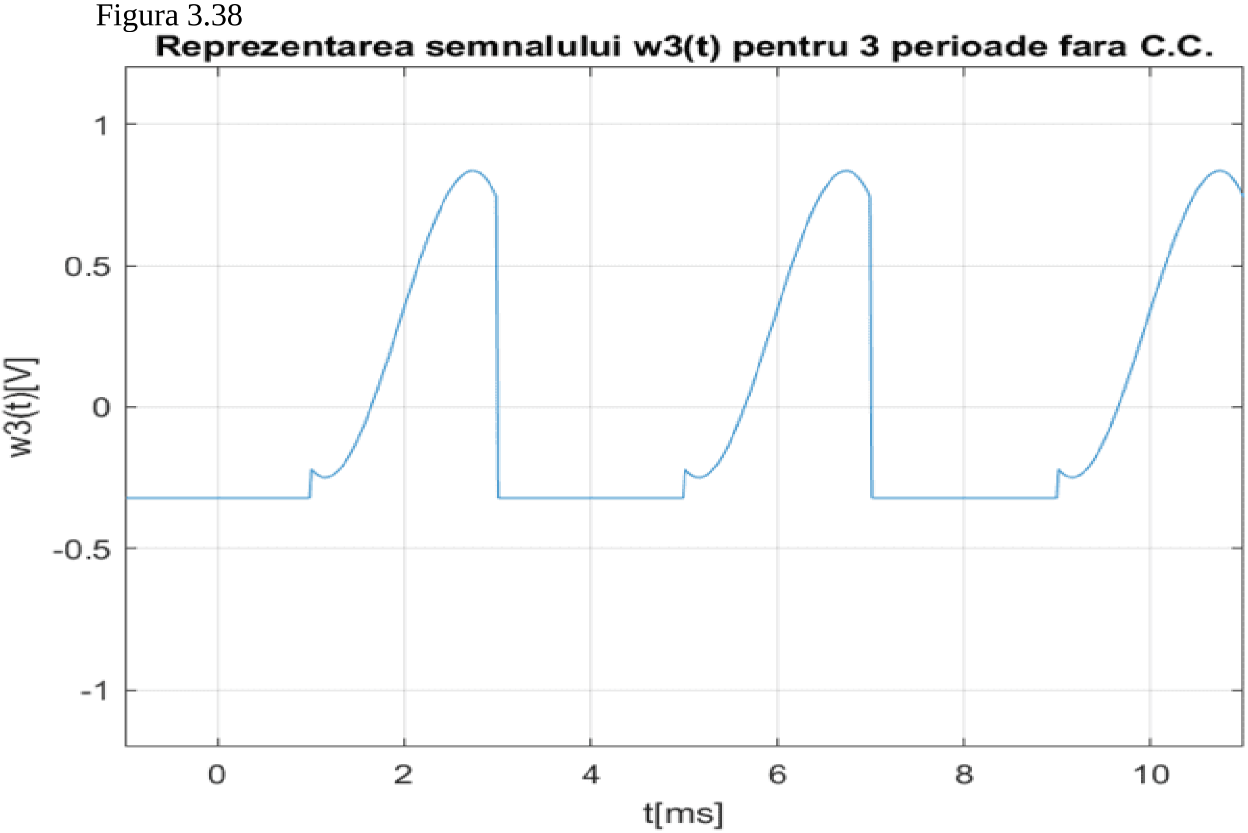
Figura 3.37



w3(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,11,600);
y3=x'*ones(1,6);
for i=1:6
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1))*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
z3=x'*ones(1,6);
for i=1:6
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
suma=0.5*(y3+z3);
plot(a,suma-0.32033);
axis([-1 11 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w3(t) pentru 3 perioade fara C.C.');
```

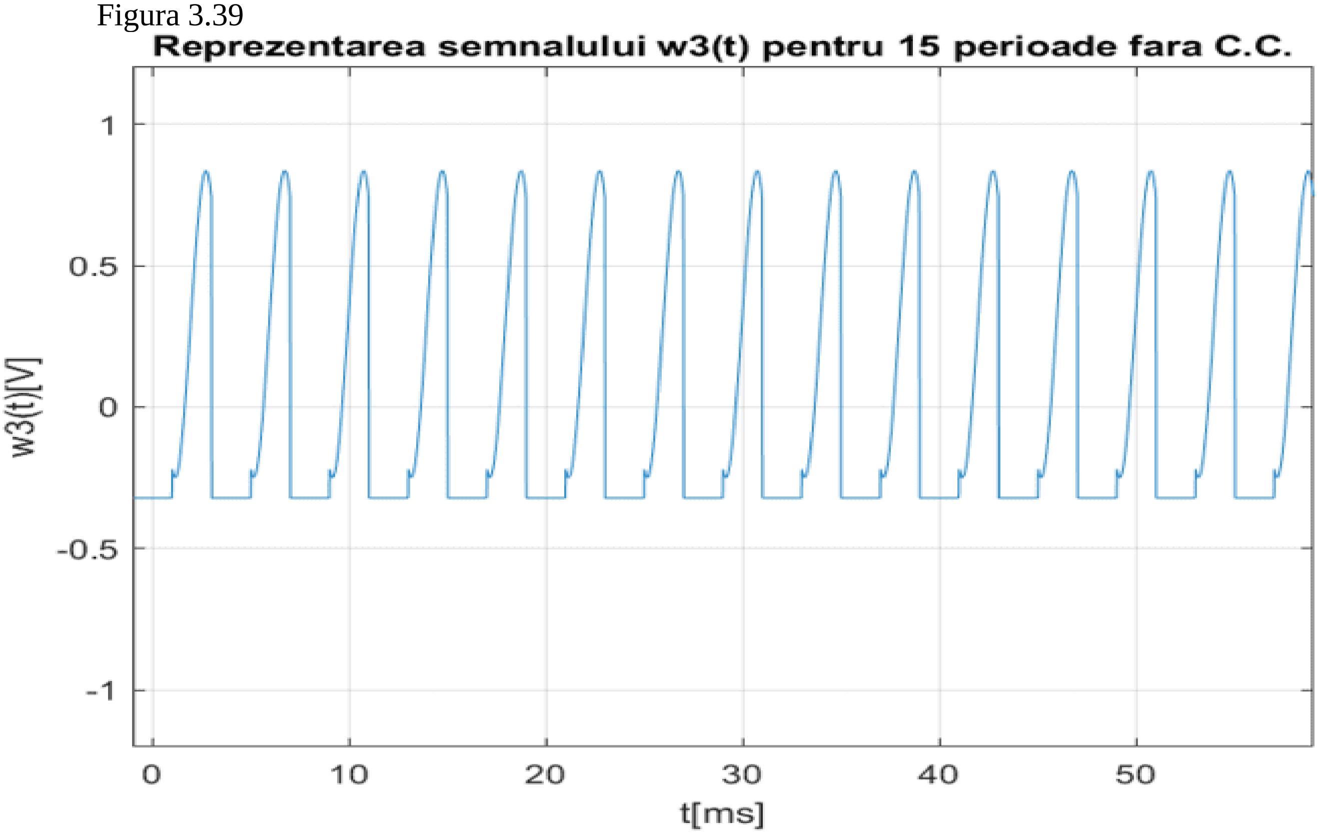
Figura 3.38



w3(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
a=linspace(-1,59,3000);
y3=x'*ones(1,30);
for i=1:30
    for j=1:100
        y3(j,i)=((-1).^(i+1))*y3(j,i);
    end
end
y3=y3(:);
z3=x'*ones(1,30);
for i=1:30
    for j=1:100
        if(z3(j,i)<0)
            z3(j,i)=-z3(j,i);
        end
    end
end
z3=z3(:);
suma=0.5*(y3+z3);
plot(a,suma-0.32033);
axis([-1 59 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w3(t)[V]');
title('Reprezentarea semnalului w3(t) pentru 15 perioade fara C.C.');
```

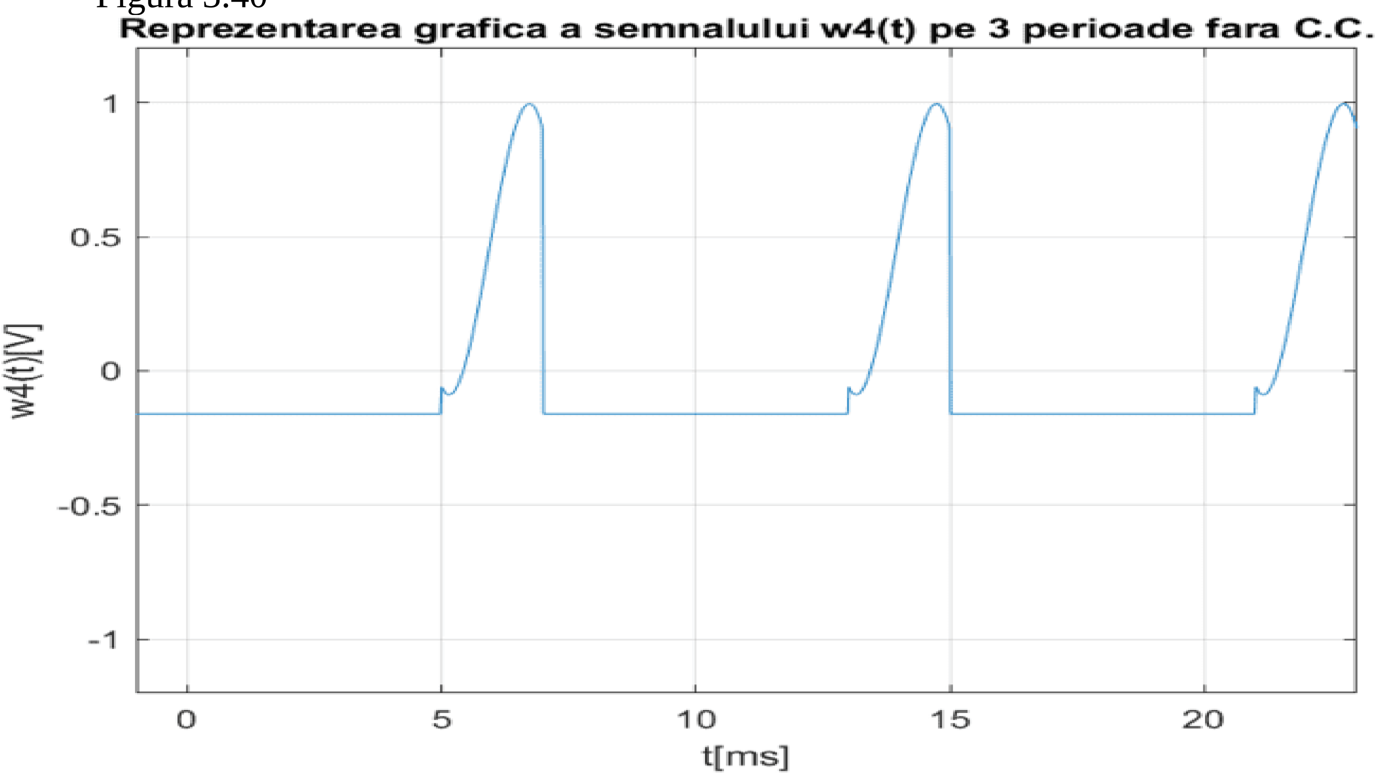
Figura 3.39



w4(t) - 3 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 24);
for i = 1:6
    if mod(i,2) == 0
        v(2*i) = -1;
    else
        v(2*i) = 1;
    end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 23, 1200);
val = val(:);
v1 = zeros(0, 24);
for i = 1:6
        v1(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v1;
z4 = z4(:);
suma=0.5*(y4+z4);
plot(val, suma-0.16016);
axis([-1 23 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului w4(t) pe 3 perioade fara C.C.');
```

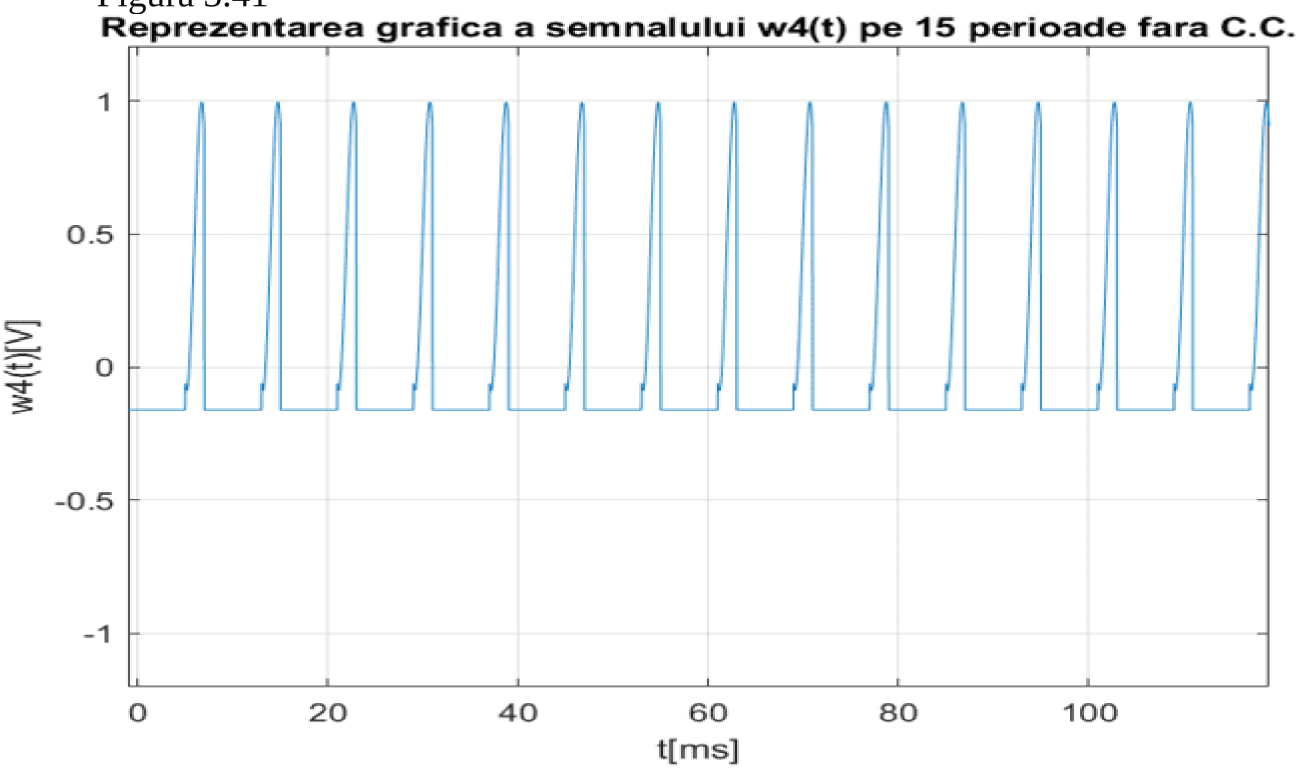
Figura 3.40



w4(t) - 15 perioade fara C.C.:

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
v = zeros(0, 120);
for i = 1:30
    if mod(i,2) == 0
        v(2*i) = -1;
    else
        v(2*i) = 1;
    end
end
y4 = x'*v;
y4 = y4(:);
val = linspace(-1, 119, 6000);
val = val(:);
v1 = zeros(0, 120);
for i = 1:30
        v1(2*i) = -1;
end
z4 = x'*v1;
z4 = z4(:);
suma=0.5*(y4+z4);
plot(val, suma-0.16016);
axis([-1 119 -1.2 1.2]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('w4(t)[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului w4(t) pe 15 perioade fara C.C.');
```

Figura 3.41

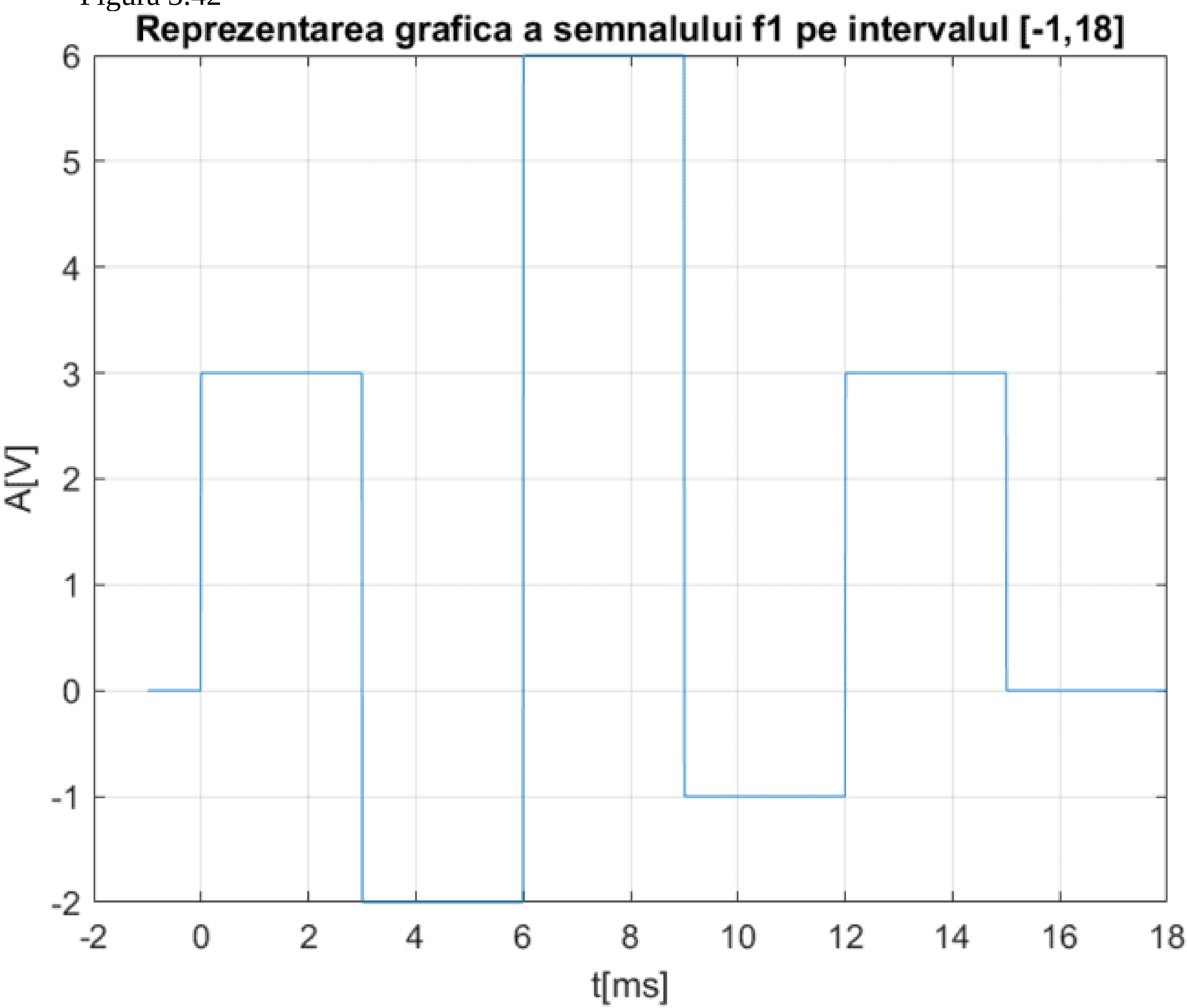


h) Utilizându-se funcții simbolice din MATLAB cunoscute, sa se reprezinte grafic semnalele f1(t) și f2(t).

<u>f1(t); t=[-1;18]:</u>

```
t = linspace(-1,18,1900);
f1=3*heaviside(t)-5*heaviside(t-3)+8*heaviside(t-6)-7*heaviside(t-9)+4*heaviside(t-12)-3*heaviside(t-15);
plot(t,f1);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f1 pe intervalul [-1,18]');
```

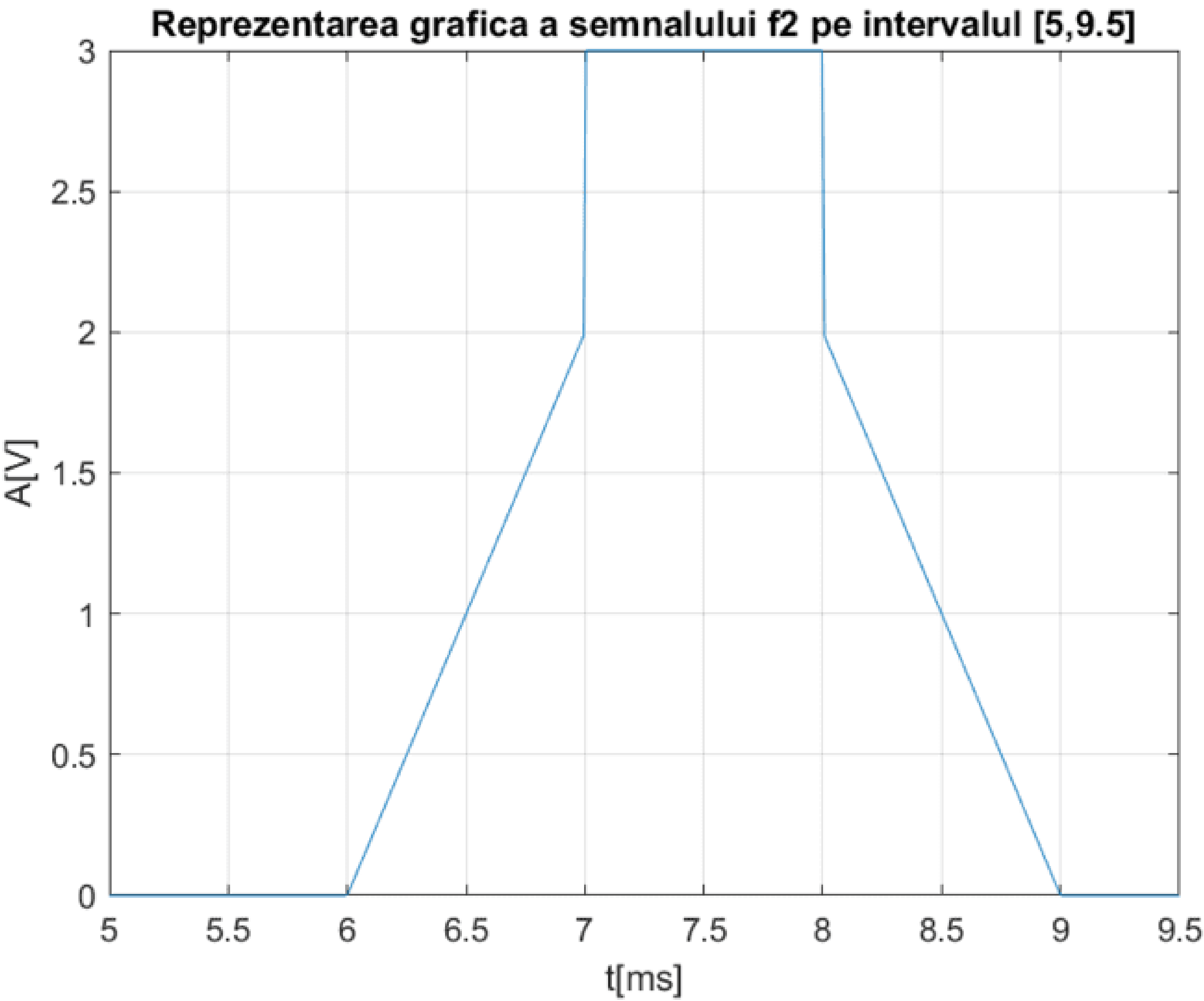
Figura 3.42



f2(t); t=[5;9.5]:

```
t = linspace(5,9.5,450);
f2=2*(t-6).*(heaviside(t-6)-heaviside(t-7))+3*(heaviside(t-7)-heaviside(t-
8))+2*(9-t).*(heaviside(t-8)-heaviside(t-9));
plot(t,f2);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f2 pe intervalul [5,9.5]');
```

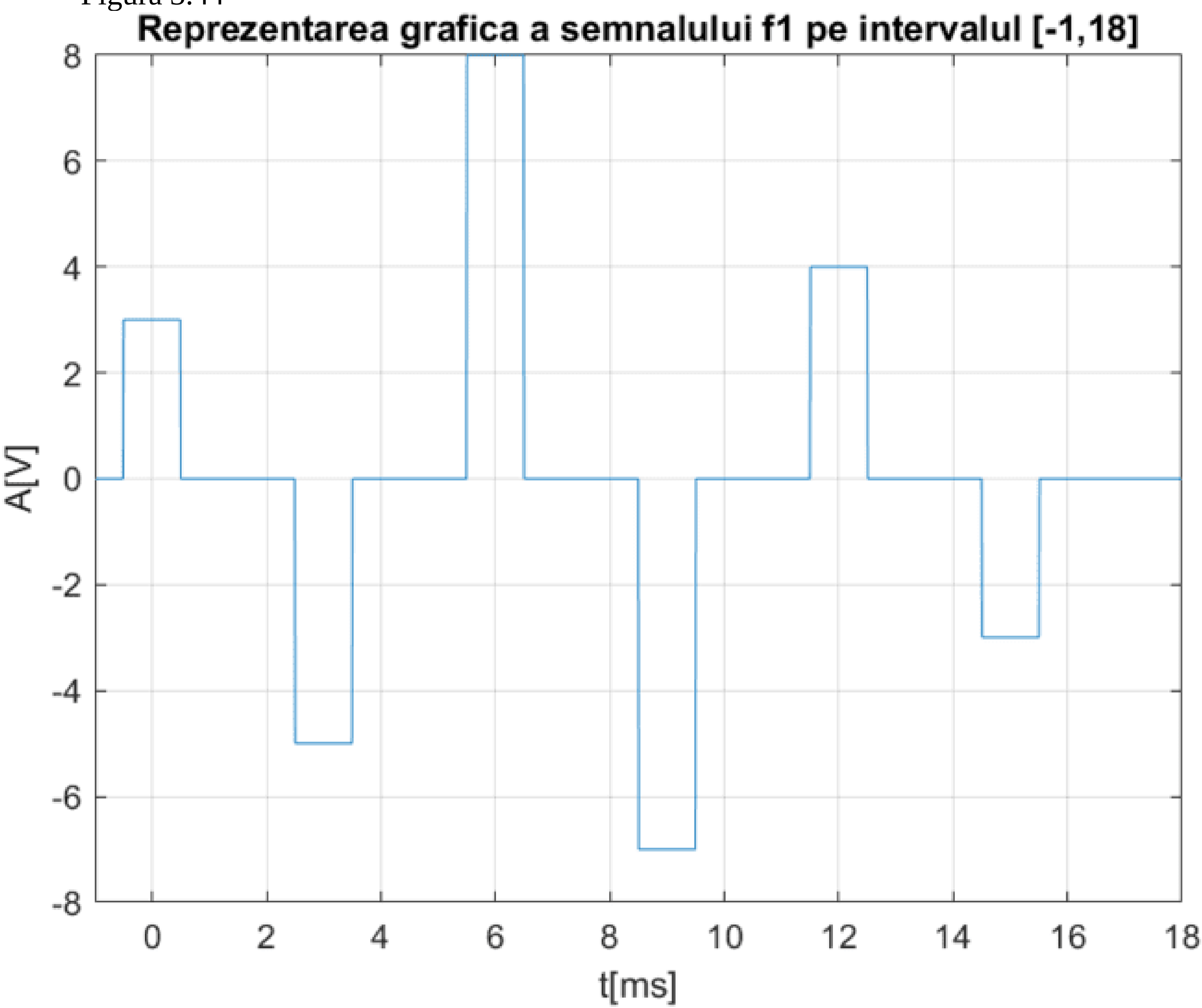
Figura 3.43



f1(t); t=[-1;18]:

```
t = linspace(-1,18,1900);
f1=3*rectangularPulse(t)-5*rectangularPulse(t-3)+8*rectangularPulse(t-6)-
7*rectangularPulse(t-9)+4*rectangularPulse(t-12)-3*rectangularPulse(t-15);
plot(t,f1);
axis([-1 18 -8 8]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f1 pe intervalul [-1,18]');
```

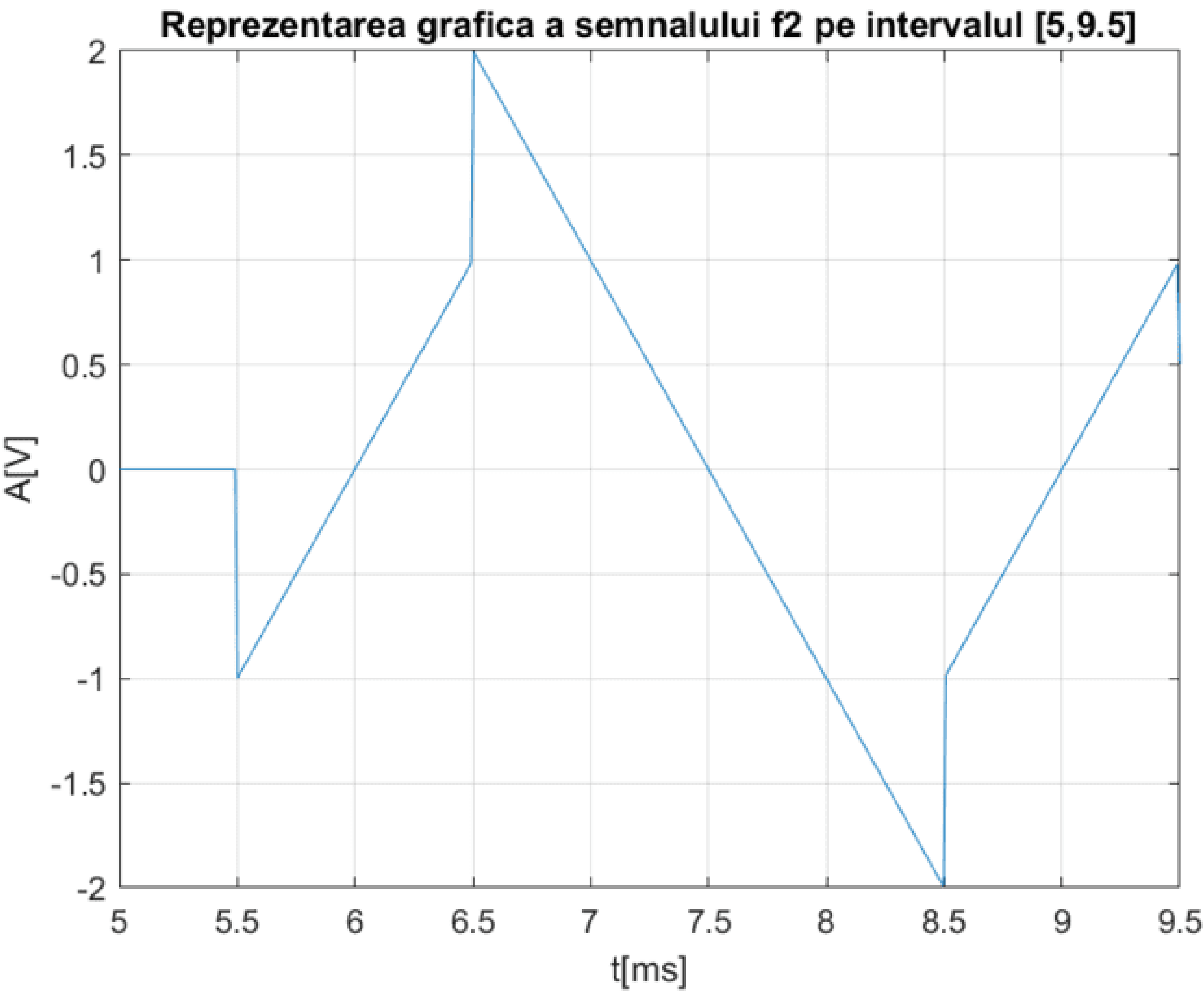
Figura 3.44



f2(t); t=[5;9.5]:

```
t = linspace(5,9.5,450);
f2=2*(t-6).*(rectangularPulse(t-6)-rectangularPulse(t-7))+3*(rectangularPulse(t-7)-rectangularPulse(t-8))+2*(9-t).*(rectangularPulse(t-8)-rectangularPulse(t-9));
plot(t,f2);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f2 pe intervalul [5,9.5]');
```

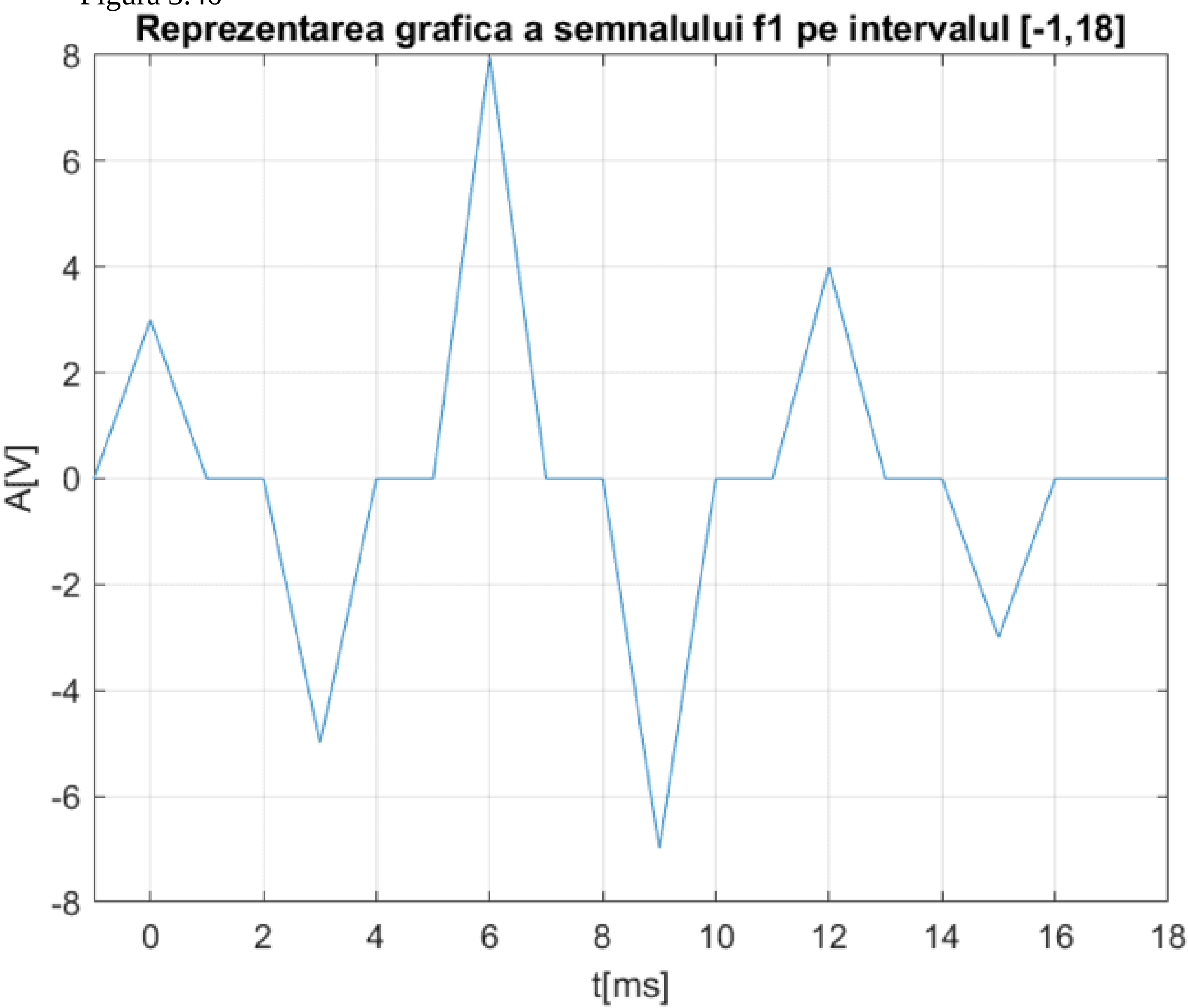
Figura 3.45



f1(t); t=[-1;18]:

```
t = linspace(-1,18,1900);
f1=3*triangularPulse(t)-5*triangularPulse(t-3)+8*triangularPulse(t-6)-
7*triangularPulse(t-9)+4*triangularPulse(t-12)-3*triangularPulse(t-15);
plot(t,f1);
axis([-1 18 -8 8]);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f1 pe intervalul [-1,18]');
```

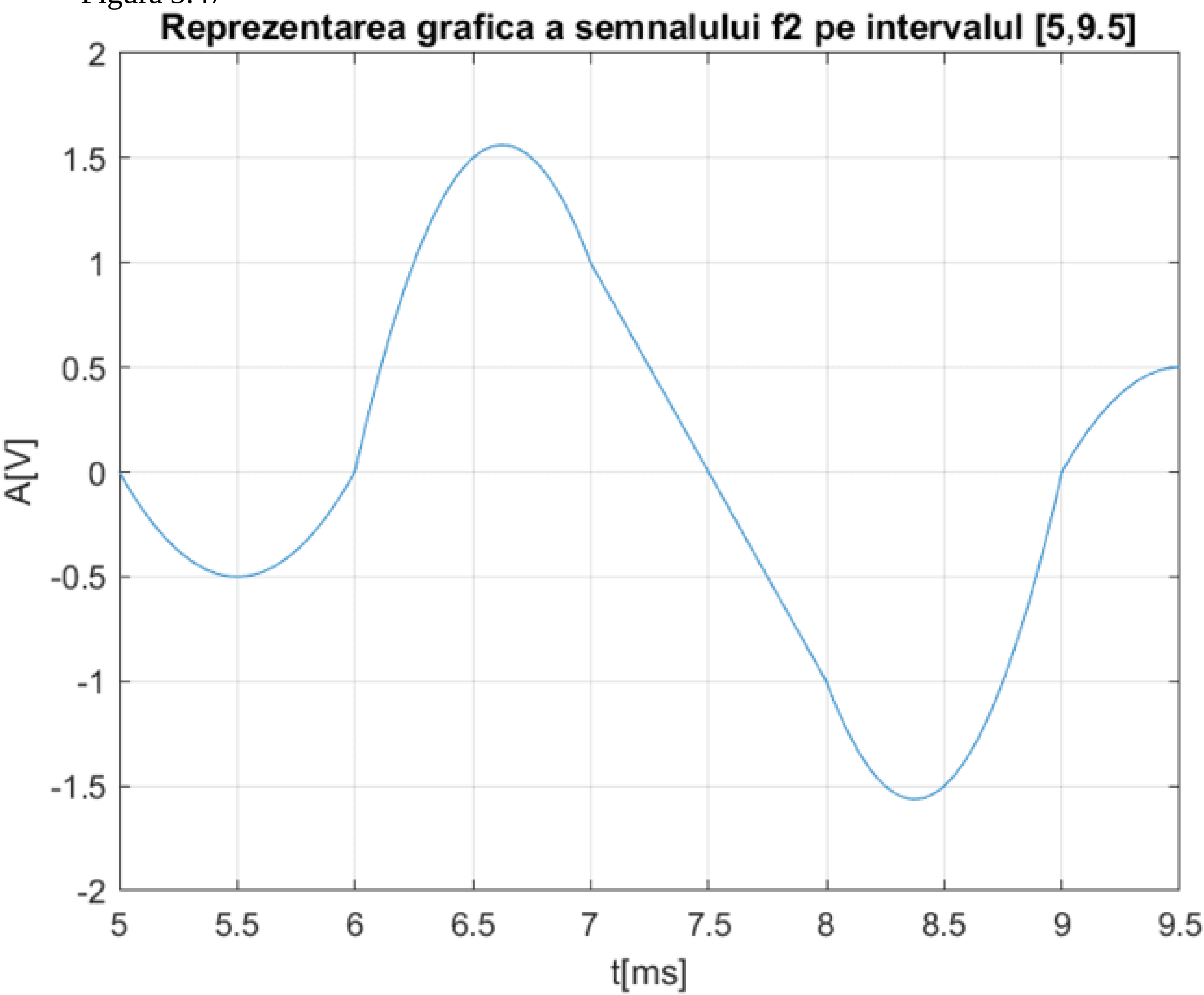
Figura 3.46



f2(t); t=[5;9.5]:

```
t = linspace(5,9.5,450);
f2=2*(t-6).*(triangularPulse(t-6)-triangularPulse(t-7))+3*(triangularPulse(t-7)-triangularPulse(t-8))+2*(9-t).*(triangularPulse(t-8)-triangularPulse(t-9));
plot(t,f2);
grid on;
xlabel('t[ms]');
ylabel('A[V]');
title('Reprezentarea grafica a semnalului f2 pe intervalul [5,9.5]');
```

Figura 3.47



i)Să se calculeze P_t analitic pentru $y_i(t)$, i=1,4.

$x(t)=0,5333t^3+0,0889t^2-1,0141t-0,6703$

Pentru $y_1(t)$:

$P_{T_1}=\frac{1}{T}\int_T (y_1(t))^2 dt=\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3+0,0889t^2-1,0141t-0,6703)^2 dt=$

$=\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3+0,0889t^2-1,0141t-0,6703)(0,5333t^3+0,0889t^2-1,0141t-0,6703)dt$

$=\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3\cdot 0,5333t^3+0,5333t^3\cdot 0,0889t^2+0,5333t^3(-1,0141t)+$

$+0,5333t^3\cdot(-0,6703)+0,0889t^2\cdot 0,5333t^3+0,0889t^2\cdot 0,0889t^2+0,0889t^2\cdot$

$\cdot(-1,0141t)+0,0889t^2\cdot(-0,6703)-1,0141t\cdot 0,5333t^3-1,0141t\cdot 0,0889t^2$

$-1,0141t(-1,0141t)-1,0141t(-0,6703)-0,6703\cdot 0,5333t^3-0,6703\cdot$

$\cdot 0,0889t^2-0,6703(-1,0141t)-0,6703\cdot(-0,6703))dt=$

$=\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}(0,28440t^6+0,09482t^5-1,07373t^4-0,89525t^3\cancel{+0,90921}$

$+0,90921t^2+1,35950t+0,44930)dt=$

$=\frac{1}{2}\left(0,28440\frac{t^7}{7}\Big|_{-1}^{1}+0,09482\frac{t^6}{6}\Big|_{-1}^{1}-1,07373\frac{t^5}{5}\Big|_{-1}^{1}-0,89525\frac{t^4}{4}\Big|_{-1}^{1}\right.$

$\left.+0,90921\frac{t^3}{3}\Big|_{-1}^{1}+1,35950\frac{t^2}{2}\Big|_{-1}^{1}+0,44930t\Big|_{-1}^{1}\right)=$

$=\frac{1}{\cancel{2}}\left(0,28440\frac{\cancel{2}}{7}+0-1,07373\frac{\cancel{2}}{5}-0+0,90921\frac{\cancel{2}}{3}+0+0,44930\cdot\cancel{2}\right)$

$=0,04062-0,214746+\overset{0,30307}{\cancel{23,36364}}+0,44930=$

$=0,57825$ W.

Pentru $y_2(t)$:

$P_{T_2}=\frac{1}{T}\int_T (y_2(t))^2 dt=\frac{1}{4}\int_{-1}^{1}(0,5333t^3+0,0889t^2-1,0141t-0,6703)^2 dt=$

$=\frac{1}{2}\cdot 0,57825=0,28912$ W

Pentru $y_3(t)$:

$$P_{T_3} = \frac{1}{T_n} \int_T (y_3(t))^2 dt = \frac{1}{4} \int_{-1}^{1} (0{,}5333t^3 + 0{,}0889t^2 - 1{,}0141t - 0{,}6703)^2 dt =$$

$$+ \frac{1}{4} \int_{1}^{3} (0{,}5333(t-2)^3 + 0{,}0889(t-2)^2 - 1{,}0141(t-2) - 0{,}6703)^2 dt =$$

$$= 0{,}28912 + \frac{1}{4} \int_{1}^{3} (0{,}5333(t^3 - 6t^2 + 12t - 8) + 0{,}0889(t^2 - 4t + 4) - 1{,}0141(t-2)$$

$$- 0{,}6703)^2 dt =$$

$$= 0{,}28912 + 0{,}28912 = 0{,}57825 \text{ W}$$

Pentru $y_4(t)$:

$$P_{T_4} = \frac{1}{T} \int_T (y_4(t))^2 dt = \frac{1}{8} \int_{1}^{3} (0{,}5333(t-2)^3 + 0{,}0889(t-2)^2 - 1{,}0141(t-2) - 0{,}6703)^2$$

$$+ \frac{1}{8} \int_{5}^{7} (0{,}5333(t-6)^3 + 0{,}0889(t-6)^2 - 1{,}0141(t-6) - 0{,}6703) dt =$$

$$= \frac{0{,}28912}{2} + \frac{1}{8} \int_{5}^{7} (0{,}5333(t^3 - 18t^2 + 108t - 216) + 0{,}0889(t^2 - 12t + 36) -$$

$$- 1{,}0141(t-6) - 0{,}6703)^2 dt =$$

$$= 0{,}14456 + 0{,}14456 = 0{,}28912 \text{ W}$$

j)Să se calculeze puterea $y_i(t)$ cu ajutorul funcției int.m MATLAB (calcul simbolic).

<u>Pentru y1(t):</u>

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
x1=@(t)(0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703).^2;
P1=integral(x1,-1,1);
PT=0.5*P1;
```

<u>Rezultat:</u>

```
PT =

    0.5783
```

<u>Pentru y2(t):</u>

```
t=linspace(-1,1);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
x1=@(t)(0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703).^2;
P2=integral(x1,-1,1);
PT=0.25*P2;
```

<u>Rezultat:</u>

```
PT =

    0.2891
```

Pentru y3(t):

```
t=linspace(-1,3);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
x1=@(t)(0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703).^2;
P3_1=integral(x1,-1,1);
x2=@(t)(0.5333*(t-2).^3+0.0889*(t-2).^2-1.0141*(t-2)-0.6703).^2;
P3_2=integral(x2,1,3);
suma=P3_2+P3_1;
PT=0.25*suma;
```

Rezultat:

```
PT =

    0.5783
```

Pentru y4(t):

```
t=linspace(-1,7);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
x1=@(t)(0.5333*(t-2).^3+0.0889*(t-2).^2-1.0141*(t-2)-0.6703).^2;
P4_1=integral(x1,1,3);
x2=@(t)(0.5333*(t-6).^3+0.0889*(t-6).^2-1.0141*(t-6)-0.6703).^2;
P4_2=integral(x2,5,7);
suma=P4_2+P4_1;
PT=0.125*suma;
```

Rezultat:

```
PT =

    0.2891
```

k)Să se scrie un program in MATLAB care să calculeze P_t cu o precizie de 5 zecimale care să determine valoarea integralei prin metoda aproximațiilor.

```
t = linspace(-1,1,100000);
x=0.5333*t.^3+0.0889*t.^2-1.0141*t-0.6703;
x=x.^2;
PT=0;
for i=1:100000-1
    PT=PT+(x(i)+x(i+1))*0.00001;
end
PT=PT/2;
vpa(PT,5);
```

<u>Răspuns:</u>

```
ans =

0.57825
```

CAPITOLUL IV

CONCLUZII. OBSERVAȚII PERSONALE

În domeniul de electronică și telecomunicații, analiza semnalelor reprezintă o ramură foarte importantă. Cu ajutorul acestui proiect am pus bazele înțelegerii noțiunilor analizei semnalelor utilizând programul Matlab. Am învățat cum funcționează acest software și care sunt funcțiile sale de bază.

Programul funcționează pe baza matricelor, iar elementele care alcătuiesc pot aparține oricărei mulțimi numerice, inclusiv mulțimea numerelor complexe. În cazul semnalelor, ce constituie subiectul principal al proiectului, acestea sunt utilizate în Matlab prin intermediul vectorilor.

În ~~a~~ concluzie, programul Matlab este foarte util în domeniul Telecomunicațiilor, acesta ușurând și reducând munca inginerilor.

BIBLIOGRAFIE

- Notițe curs prof. Mircea Răducanu 2022-2023
- Platforme de lucru “Semnale și programare” prof. Mircea Răducanu
- https://ro.wikipedia.org
- https://despretot.info
- https://profs.info.uaic.ro