

Reprezentacja sygnałów w dziedzinie czasu

Opracowanie: Tomasz Mąka <tmaka@zut.edu.pl>

1. Wprowadzenie

Celem zajęć laboratoryjnych jest nabycie umiejętności generowania sygnałów cyfrowych reprezentowanych przez funkcje. Zakładając, że czas trwania sygnału wynosi T_e sekund i częstotliwość próbkowania wynosi f_s Hz to liczba próbek przypadających na cały sygnał wynosi $N = T_e f_s$ (w przypadku, gdy T_e nie jest wartością całkowitą, uzyskaną wartość N należy zaokrąglić do najbliższej liczby całkowitej). Zgodnie z twierdzeniem o próbkowaniu [1] częstotliwość próbkowania f_s (okres próbkowania $T_s = 1/f_s$) powinna być co najmniej dwa razy większa niż górna granica częstotliwości sygnału próbkowanego f_{max} . Każdej próbce sygnału n (gdzie $n = 0, \dots, N - 1$) odpowiada czas $t = n/f_s = n \cdot T_s$.

2. Ćwiczenia

1. Proszę wybrać z tabeli 1 funkcję $x(t)$, wygenerować próbki do bufora oraz wykreślić postać uzyskanego sygnału. Należy dokonać samodzielnego wyboru parametrów f , ϕ oraz $f_s > 8\text{kHz}$, $T_e = 1\text{s}$. 2. Dla dowolnego zestawu funkcji z tabeli 2 należy wygenerować trzy sygnały reprezentujące funkcje $y(t)$, $z(t)$ oraz $v(t)$, gdzie $x(t)$ jest funkcją wybraną w ćwiczeniu 1. Wykonać wykresy dla każdego z wygenerowanych sygnałów przy takich samych parametrach f , oraz T_e jak w poprzednim ćwiczeniu. 3. Wykreślić wykres dla dowolnej funkcji $u(t)$ wybranej z tabeli 3. Czas trwania sygnału wynika z definicji funkcji, natomiast częstotliwość próbkowania f , jest taka sama jak w poprzednim ćwiczeniu.

4. Wygenerować i wykreślić sygnały $b_k(t)$ ($k = 1, 2, 3$) dla $f_s = 22.05\text{kHz}$ oraz $T_2 = 1\text{s}$.

3. Uwagi

- Numery wybranych funkcji z tabel 1-4 należy umieścić w komentarzu kodu źródłowego danego zadania.
- Kod do każdego z ćwiczeń powinien być umieszczony w osobnym katalogu wraz z plikami graficznymi reprezentującymi wygenerowane sygnały.
- Wszystkie wykonane ćwiczenia należy umieścić w repozytorium GIT w katalogu *lab-1*.
- Łączna liczba wykresów do wygenerowania ze wszystkich zadań wynosi 8 ($x(t)$, $y(t)$, $z(t)$, $v(t)$, $u(t)$, $b_1(t)$, $b_2(t)$ i $b_3(t)$).

Literatura

[1] R. G. Lyons, *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, War-

Tabela 1

Lp. Funkcje do zadania 1

1.

$$x(t) = \cos(2\pi f t +) \cos(2.5 \cdot 10.2 \cdot \pi)$$

 $x(t):$

$$2. \quad |x(t) = | \sin(2\pi \cdot f \cdot t^2) |^3 + \cos(2\pi \cdot t)$$

$$3. \quad x(t) = 0.2 \log_{10}(t+8) \sin(2\pi \cdot f \cdot t^2 +) + \cos(t/8)$$

$$4. \quad |x(t) = \sin(2\pi \cdot f \cdot t - + \cos(40\pi \cdot t)) \cdot (1.2 - t/0.03 + 0.3)$$

$$5. \quad |x(t) = \sin(2\pi \cdot f \cdot t \cdot \cos(3\pi \cdot t) + t \cdot b)$$

$$6. \quad x(t)$$

7.

8.

9.

10.

$$t \cdot \sin(\pi \cdot f \cdot t)$$

$$2.0001 + \cos(t)$$

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot f \cdot t) |6 \cdot (1.2 + \sin(\pi \cdot t + ()))$$

$$x(t) = (1-t) \sin(2\pi f t +) \cdot \cos(4\pi t)$$

 $x(t)$
 $x(t):$

$$\sin(2\pi \cdot f t + \cos(1/2))$$

$$= 2.07 + \sin(3t + 6)$$

$$x(t) = \sin(2\pi \cdot f \cdot t +) - \log_2 (| \sin(\pi \cdot (f/32) \cdot t) | + \pi)$$

$$11. \quad x(t): 0.45 \cos(2\pi$$

$$f \cdot t + 6)$$

$$t + 0.101$$

$$+ \cos(2\pi \cdot f/4 \cdot t + 2.56)$$

$$x(t) = \sin(f/4 \cdot t) + \sin(1.4\pi f t) \cos(0.3\pi \cdot f \cdot t)$$

$$12. \quad x(t)$$

13.

$$x(t) = 0.9 \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi) \cos(21\pi t) + (t-0.66t)$$

14. $x(t)$:

$$1+3\cdot t^2$$

$$\sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi) + \cos(4t^2)$$

Tabela 2

Funkcje do zadania 2

Lp.

1.

$$y(t)$$

$$z(t)$$

=

$$x(t) \cdot t^3 + \cos(20\pi \cdot t)$$

$$t^2 \cdot |$$

2

$$\cdot x(t) \cdot y(t) -$$

$$10 + y(t)$$

$$v(t) = z(t)^3 + 3 \cdot \sin(z(t) \cdot y(t)) \cdot |y(t) - x(t)|$$

2.

$$y(t)$$

$$x(t) \cdot t^3$$

3.

3

$$z(t) = 1.92 (\cos(3\pi \cdot t/2) + \cos(y(t)^2/(8 \cdot x(t) + 3) \cdot t)) \quad v(t) = (y(t) \cdot z(t)/(x(t) + 2)) \cdot \cos(7.2\pi \cdot t) + \sin(\pi \cdot t^2) \quad y(t) = (t^3 - 1) + \cos(4t^2 \cdot \pi) \cdot t$$

$$z(t) =$$

$$v(t)$$

4.

5.

6.

$$\frac{x(t) \ln(y(t)) \cos(5t) - x(t) y(t) + 3}{x(t) \cdot 662 |x(t) - y(t)| + 0.5}$$

$$y(t) = t^2 \cos(t/0.2) \cdot x(t)$$

$$z(t) = x(t) \cos(2\pi t^2 + \pi) + 0.276t^2 x(t)$$

$$v(t) = \sqrt[3]{1.77 - y(t) + z(t)} \cdot \cos(5.2\pi \cdot t) + x(t) + 4$$

$$y(t) = [2 \cdot t \cdot \sin(0.5 \cdot t \cdot \pi) + 1.5] \cdot \cos(9\pi \cdot t + \pi \cdot t)$$

$$z(t) = y(t)x(t) + |x(t) + 2| \cdot [y(t)^2 + 0.32]$$

$$v(t) = \sqrt[3]{|x(t)z(t) + 10|} \cdot (|y(t)| + 1.2) \cdot \sin(2\pi \cdot t)$$

$$y(t) = 30.3 \cdot \sin(20\pi t) \sin(7.7\pi t)$$

$$z(t) = -t^2 \sqrt{\max(y(t)) + y(t) - x(t)/5|}$$

$$v(t) = -x(t) \cdot (|y(t) \cdot t| \cdot e^{x(t)})$$

Ciąg dalszy na kolejnej stronie...

Lp. Funkcje do zadania 2

7. $|y(t) = \sin(\pi \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot x(t) \cdot \pi \cdot t)$

$$z(t) = \sqrt[3]{|y(t)| - 3} \cdot x(t)$$

$$v(t) = x(t) \cdot y(t)^2 - z(t) \cdot \cos(x(t))$$

$$y(t) = e$$

8. $y(t)$

$$z(t) = x(t) + 0.17 \cdot \log_2(|y(t) + x(t)|) + 3 \cdot \sin(4t^2)$$

$$v(t) = \sqrt[3]{(1 - x(t)) \cdot (1 - y(t)) \cdot (1 - z(t))} \cdot 9 \cdot y(t) x(t)^2 - \frac{\cos(x(t)) + 2}{\sin(4t^2) - 0.12}$$

$$z(t) = x(t) \cdot (\sqrt[3]{|x(t) + y(t)|} - \cos(10 \cdot x(t) \cdot y(t)))$$

$$v(t) = 1 \cdot z(t) \cdot \cos(6 \cdot y(t) \cdot \pi \cdot t) - t \cdot \sin(2\pi \cdot t)$$

$$y(t) = \cos(2 \cdot \sqrt{t} \cdot (\sin(\pi \cdot t^2) + 2\pi)/3)$$

$$10. y(t)$$

$$z(t) = y(t) \cdot (\sin(0.2\pi \cdot t) \cdot |x(t)/5|)$$

$$v(t) = \sqrt[3]{|x(t)|} \cdot \cos(0.5 \cdot y(t)) + z(t)$$

$$11. y(t)$$

$$= 2 \cdot x(t)^2 + 12 \cdot \cos(t)$$

$$z(t) = \sin(2\pi 7t) x(t) - 0.2 \log_{10}(|y(t)| + \pi)$$

$$v(t) = \sqrt[3]{y(t) \cdot y(t) \cdot z(t)} - 1.8 \cdot \sin[0.4 \cdot t \cdot z(t) \cdot x(t)] \quad 12. |y(t) = x(t) \cdot \sin(10t) - \log_2(|3x(t) \cdot t + 1| + \pi)$$

$$z(t) = x(t)^2 + 50\pi \cdot y(t)^2 - 10t^2$$

$$v(t) = \log_2(|z(t) \cdot |\cos(x(t)/200 \cdot t) \cdot \sin(20t)||) + \pi)$$

$$13. y(t) = \sin(x(t)/5 \cdot \pi \cdot t) \cdot \cos(2\pi \cdot t + x(t))$$

$$z(t) = \sqrt[3]{y(t)/2 + x(t)/0.2 \cdot \log_2(x(t)/3)} + 0.14 \cdot v(t)$$

$$= \sqrt{|x(t) + y(t) + z(t) \cdot \sin(2\pi \cdot t)|}$$

$$14. y(t)$$

$$\frac{-x(t)^3}{x(t) + \max(x(t))}$$

$$z(t) = [y(t) + e^{x(t) + y(t)}] \cdot$$

$$|y(t)|^{0.333}$$

$$v(t) = 3 \cos(13t) - y(t) + 2(t) \cdot$$

$$\sin(z(t) + x(t))$$

$$\sin(6\pi t) \cos(5\pi t)$$

dla

$$0.1 > t > 0$$

$$-1.1t \cos(41\pi - t^2)$$

dla

$$0.4 \leq t \leq 0.1$$

1. $u(t)$

:

$$t \cdot \sin(20t)$$

dla $0.72 > t > 0.4$

$$3.3(t - 0.72) \cos(27t + 1.3) \text{ dla}$$

$$1 > t > 0.72$$

Ciąg dalszy na kolejnej stronie...

Lp. Funkcje do zadania 3

$$(\cos(3\pi t) \sin(2.2\pi t^2) + 0.32) \text{ dla } 0.3 > t > 0$$

1.1. t

(

$$\frac{\cos(10\pi t - \pi)}{\sin(\pi t^2) + 4}$$

dla

$$1 > t > 0.3$$

2. $u(t) =$

:

$$(t+1) \sin(8t^2 + \pi/2 + 0.14) + 3$$

dla

$$2 > t > 1$$

8.6

$$t \cdot \log_{10}(t)$$

dla

$$2.6 > t > 2$$

30

3. $u(t)$

:

$$4. u(t) =$$

$$5. u(t) =$$

$$6. u(t)$$

$$(-t^2+0.5) \sin(30\pi t) \cdot \log_2 (t^2 + 1) \text{ dla } 1.2 > t > 0$$

$$0.8 \sin(24\pi t) - 0.1t \text{ dla } 2 > t > 1.2$$

$$|\sin(2\pi - 12)| 10.8 \text{ dla } 2.4 > t > 2$$

$$0.23 \sin(20\pi t) \cdot \sin(12\pi \cdot t) \text{ dla } 3.1 > t > 2.4$$

$$0.9 \sin(2t^8 - \pi/3) + \log_2 (\cos(7t^2) + 2.21) \text{ dla}$$

$$\sin(2 \cos(4\pi t) \cdot \pi t) \\ 2t^2 + 1$$

$$(t-1.9)^2-\cos(13t)$$

$$0.5t0.7.\sin(8t)$$

$$2+\sin(18t)$$

$$3+\cos(28t)$$

$$0.5>t>0$$

$$\text{dla}$$

$$1.9\leq 0.5$$

$$\text{dla } 3.7>t>1.9$$

$$\text{dla } 4.9>t>3.7$$

$$\text{dla } 6.4>t>4.9$$

$$t\sqrt{t+0.7\sin(22\pi t\cos(t^2))}$$

$$0.5>t>0$$

$$\log_{10}((t+1)\cdot |\sin(20t^3)|)-0.4$$

$$\text{dla } 1.3>t>0.5$$

$$(t^2+1)\cdot \sin(2\pi\cdot t\cdot \cos(4t))$$

$$0.5\sin(20\pi\,t+t/3+2.3)$$

$$\text{dla } 2.2>t>1.3$$

$$\text{dla } 2.7>t>2.2$$

$$\cdot \sin(2013-18t^2)\text{ dla } 1.8>t>0$$

$$\cos(5\pi\,t)\sin(12\,t^2)\text{ dla } 3>t>1.8$$

$$t-3$$

3

$$13\cdot \sin((12-t)\pi\cdot t^2)$$

$$\text{dla } 4.5 > t > 3$$

$$\sin(12 \cos(t) \pi t) + t^2$$

$$\text{dla}$$

$$1.8 > t > 0$$

$$3. (t - 1.7) \sin(3\pi t) \cos(2012) \text{ dla } 2.3 > t > 1.8$$

$$7. u(t) =$$

$$16$$

$$1. \sin(8\pi - t)$$

$$\frac{\log_2(t)}{2 + \sin(4\pi - t)}$$

$$\text{dla}$$

$$3 > t > 2.3$$

$$\text{dla}$$

$$3.5 > t > 3$$

Ciąg dalszy na kolejnej stronie...

Lp. Funkcje do zadania 3

$$-t \cdot \sin(7\pi \cdot (t - 0.8)) \cdot \cos(25\pi \cdot (t - 0.2)) + 0.8 \text{ dla}$$

$$0.91 > t > 0$$

$$\text{dla } 2.3 > t > 0.91$$

$$8. u(t)$$

$$=$$

$$1 \sin(2\pi t) + 1.1$$

$$(0.5 \cdot (t - 2.3) \cdot \cos(12\pi \cdot (t - 0.7))) + 0.48$$

$$\text{dla}$$

$$3 > t > 2.3$$

$$\log_2(t^2 + 1)$$

$$\text{dla}$$

$$0.25 > t > 0$$

$$e^{-t} \cdot \cos(2\pi t)$$

$$\text{dla } 0.8 > t > 0.25$$

$$9. u(t)$$

$$=$$

$$0.8 \cdot (-1)^{[8]}$$

$$\text{dla}$$

$$1.8t \cdot 0.8$$

$$t^2$$

$$2 + \cos(20 \cdot (t - \pi))$$

dla

$$2.5 \leq t \leq 1.8$$

$$\sin(2t) \cdot (-1)^{\lfloor 10 \rfloor} \quad \text{dla}$$

$$3.7 > t \geq 2.5$$

$$t^2 \cdot \cos(5\pi - t)$$

dla

$$1.7 > t \geq 0$$

$$10. \quad u(t) =$$

$$(t - 1.7) \cdot t \cdot \sin(\pi t + \sin(6t)) \quad \text{dla } 2.9 > t \geq 1.7$$

$$\pi + \cos(12t^2)$$

$$\text{dla } 4.2 > t \geq 2.9$$

-0.1

dla

$$5 > t \geq 4.2$$

$$(1.1 + \cos(5\pi t)) - 0$$

$$(1 - 7t) \cdot \sin(2\pi \cdot t \cdot 10/(t + 0.04)) \quad \text{dla}$$

$$0.22 > t \geq 0$$

$$11. \quad u(t) =$$

$$0.63 t \sin(125 \cdot t) + \log_2(2t)$$

$$\text{dla } 0.57 > t \geq 0.22$$

$$t - 0.662 + 0.77 \sin(8t)$$

$$\text{dla } 0.97 > t \geq 0.57$$

$$\cos(10t^2)$$

dla

$$0.35 > t \geq 0$$

$$\sin(4\pi t^2) \cos(8\pi t^2) \quad \text{dla } 0.6 > t \geq 0.35$$

$$12. \quad u(t) = 0.92t^2 \cdot (-1)^{\lfloor 25 \rfloor}$$

0.6t^2

$$\log_2(t + \cos(10t))$$

$$10.5 - t^3$$

$$\text{dla } 1.1 > t \geq 0.6$$

dla

$$1.8t \leq 1.1$$

dla

$$2.5t \leq 1.8$$

$$0.1 \cdot (\cos(36\pi \cdot t) + \sin(22\pi \cdot t))$$

dla

$$0.3 > t > 0$$

13. $u(t) =$

$$(t - 0.3) \cos(26\pi t) + \sin(12t)$$

dla $0.8t > 0.3$

$$0.1 (\log(t+2) \sin(6\pi t) + \log 2 (\cos(44\pi t) + 2)) \text{ dla}$$

$$1 > t > 0.8$$

Ciąg dalszy na kolejnej stronie...

Lp. Funkcje do zadania 3

$$t^2 \cdot \sin(20\pi \cdot t)$$

14. $u(t) =$

dla

$$0.6 > t > 0$$

$$t \cdot e^{t-0.6} \cdot \sin(10\pi t)$$

dla $1.5 > t > 0.6$

$$(1 + 0.4 \cdot \sin(2t)) \sin(30\pi t) \text{ dla } 2.4 > t > 1.5$$

$$t + \cos(14t) \cdot \sin(10\pi \cdot t)$$

dla

$$3 > t > 2.4$$

Tabela 4

Lp. Funkcje do zadania 4

$$1. \text{bk} (t) = 2/ (-1) \sin (h \cdot \pi \cdot 2t)$$

$$\sum_{h=1}^{Hk} \frac{1}{h}$$

$$2. \text{bk} (t) = \sum_{h=1}^H \sin(\sin(h/7 \cdot t).\pi \cdot t \cdot h)^{2h2+1}$$

$$3. \text{bk} (t)$$

$$4. \text{bk} (t) = \sum_{h=1}^H \frac{1}{h^k} \cos(4\pi.h.t) \cdot 4h \cdot (\sin(8\pi \cdot h \cdot t)+2) \cdot \sum_{h=1}^H \sin(67.t.h^2)^{(2h+1)2+\sin(12\pi \cdot t)}$$

H1, H2, H3

5, 20, 50

2,5,25

1,5,50

2,6,26

$$5. \text{bk} (t) = \sum_{h=1}^{Hr} \frac{Hk \cdot (-1)^h}{3h^2} \cos(2\pi \cdot ht+\sin(6\pi t))$$

2, 20, 40

6. $b_k(t)$

$$\sum_{h=1}$$

7. $b_k(t) =$

$$b_k(t) = \frac{\sum_{Hk} \sin(h-r-t)}{2+\cos(2h\pi t)}$$

$$Hk \sin(t \cdot (2h^2+h))$$

$$1.2.22$$

$$2,4,20$$

$$\sum_{h=1}^{2h^2(2.5+\cos(h\pi)-1)}$$

8. $b_k(t) = 2 \cdot (+1) \sin((8h+4) \cdot \pi \cdot t) + \cos(6h\pi t)$ 5,20,60

$$\sum_{h=0}^{Hk}$$

$$Hk$$

9. $b_k(t)$

$$h=1$$

$$b_k(t) = (-1)^h \cdot (\sin(2\pi h t) + \cos(6\pi \cdot h \cdot t))$$

$$2,20,60$$

10. $b_x(t) = \sin(x-t \cdot (h^2 - \sin(h)))$

11. $b_k(t)$

$$\sum_{h=1}$$

$$Hk$$

$$\sum_{h=1}$$

$$7h$$

$$\cos$$

$$s(12t \cdot h^2) + \cos(16t \cdot h)$$

$$h^2$$

$$b_k(t) = 1/2$$

$$E \sum$$

$$2,4,8$$

$$9$$

2,4,16

12. $b_k(t)$

Hk

$\sin(2\pi \cdot h \cdot t) + \cos(2\pi \cdot h \cdot t) \cdot 2h + 4$

2, 10, 20

$h=1$

13. $b_k(t)$

Hk

$-$

14. $b_k(t)$

$h=1$

$\sin((6h+1) \cdot t \cdot \pi) \cdot \sin(h3) \cdot 6h+2$

$Hk \sin(ht)$

2.4.8

$-$

Σ

$2 + \cos(h2 \cdot T \cdot \pi \cdot t)$

2,6,10

$h=1$