

Autokorelacja i korelacja wzajemna

Autor:

Tymon Tobolski (181037)

Jacek Wieczorek (181043)

Prowadzący:

Dr inż. Paweł Biernacki

Wydział Elektroniki

II rok

WT/TN 13:15–15:00

1. Cel ćwiczenia

Zbadanie przebiegu funkcji autokorelacji i korelacji wzajemnej dla różnych typów sygnałów.

2. Algorytm przetwarzający

Wykorzystane funkcje:

- generujące sygnał (**sinus**, **prostokat**, **randn**)
- obliczające korelacje (**xcorr**)

```
1  setenv GNUTERM 'x11'

# Stale
F = 4;
Fpr = 200;
T = 2;
A = 1;
N = T*Fpr;
taumax = 0.4*N;

11 # cosinus = sinus(faza = 90)

# Punkt 1 – Autokorelacja
figure(1);

# a) sinus
[t,y] = sinus(A, F, Fpr, 0, T);
subplot(2,2,1)
plot(t,y);
title("sinus");
21 xlabel("czas");
ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
subplot(2,2,2)
plot(b,a);
title("Autokorelacja sinus");
xlabel("Przesunecie");
ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

31 # b) cosinus
[t,y] = sinus(A, F, Fpr, 90, T);
subplot(2,2,3)
plot(t,y);
title("cosinus");
xlabel("czas");
ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
subplot(2,2,4)
41 plot(b,a);
title("Autokorelacja cosinus");
xlabel("Przesunecie");
ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

print(["out/Figure1.png"], "-dpng", "-landscape")

figure(2)

51 # d) szum bialy
y = randn(1, N);
subplot(2,2,1)
plot(y);
title("Szum bialy")
xlabel("czas");
```

```

ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
subplot(2,2,2)
61 plot(b,a);
   title("Autokorelacja szum bialy")
   xlabel("Przesuniecie");
   ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

# c) prostokat
# 0.1
[t,y] = prostokat(A, F, Fpr, 0, T, 0.1);
subplot(2,2,3)
71 plot(t,y);
   title("Prostokat wyp = 0.1")
   xlabel("czas");
   ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
subplot(2,2,4)
plot(b,a);
title("Autokorelacja prostokat wyp = 0.1");
xlabel("Przesuniecie");
81 ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

print(["out/Figure2.png"], "-dpng", "-landscape")

figure(3);

# 0.5
[t,y] = prostokat(A, F, Fpr, 0, T, 0.5);
subplot(2,2,1)
plot(t,y);
91 title("Prostokat wyp = 0.5")
   xlabel("czas");
   ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
subplot(2,2,2)
plot(b,a);
title("Autokorelacja prostokat wyp = 0.5");
xlabel("Przesuniecie");
101 ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

# 0.9
[t,y] = prostokat(A, F, Fpr, 0, T, 0.9);
subplot(2,2,3)
plot(t,y);
title("Prostokat wyp = 0.9")
xlabel("czas");
ylabel("wartosc sygnalu");

[a,b] = xcorr(y, taumax);
111 subplot(2,2,4)
plot(b,a);
title("Autokorelacja prostokat wyp = 0.9");
xlabel("Przesuniecie");
ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

print(["out/Figure3.png"], "-dpng", "-landscape")

121 # Punkt 2 - Korelacja wzajemna
figure(4)
# a)  $x=\sin$ ,  $y=\cos$ 
[t,x] = sinus(A, F, Fpr, 0, T);
[t,y] = sinus(A, F, Fpr, 90, T);
subplot(2,2,1)
plot(t,x,t,y)

```

```

    title("sin , cos");
    xlabel("czas");
131 ylabel("wartosc sygnalu");

    [a,b] = xcorr(x, y, taumax);
    subplot(2,2,2)
    plot(b,a);
    title("Korelacja wzajemna sin , cos");
    xlabel("Przesunecie");
    ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

    # b) x=cos , y=sin
141 [t,x] = sinus(A, F, Fpr, 0, T);
    [t,y] = sinus(A, F, Fpr, 90, T);
    subplot(2,2,3)
    plot(t,y,t,x)
    title("cos , sin");
    xlabel("czas");
    ylabel("wartosc sygnalu");

    [a,b] = xcorr(y, x, taumax);
    subplot(2,2,4)
151 plot(b,a);
    title("Korelacja wzajemna cos , sin");
    xlabel("Przesunecie");
    ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

    print(["out/Figure4.png"], "-dpng", "-landscape")

    figure(5)
    # c) x=sin , y=prostokat
161 [t,x] = sinus(A, F, Fpr, 0, T);
    [t,y] = prostokat(A, F, Fpr, 0, T, 0.5);
    subplot(2,2,1)
    plot(t,x,t,y)
    title("sin , prostokat");
    xlabel("czas");
    ylabel("wartosc sygnalu");

    [a,b] = xcorr(x, y, taumax);
    subplot(2,2,2)
171 plot(b,a);
    title("Korelacja wzajemna x=sin , y=prostokat");
    xlabel("Przesunecie");
    ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

    # d) x=sin , y=szum
    [t,x] = sinus(A, F, Fpr, 0, T);
    y = randn(1, N);
    subplot(2,2,3)
181 plot(t,x,t,y)
    title("sin , szum");
    xlabel("czas");
    ylabel("wartosc sygnalu");

    [a,b] = xcorr(x, y, taumax);
    subplot(2,2,4)
    plot(b,a);
    title("Korelacja wzajemna x=sin , y=szum");
    xlabel("Przesunecie");
191 ylabel("Wartosc funkcji korelacji");

    print(["out/Figure5.png"], "-dpng", "-landscape")

```

3. Autokorelacja

3.1. Sygnał sinus

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

$$A = 1, f = 4, f_{pr} = 200, f_{aza} = 0, T = 2$$

Funkcja autokorelacji osiąga największą wartość, dla przesunięcia równego zero. oraz najmniejszą dla przesunięcia π i πi . Wykres funkcji corr. jest symetryczny względem osi y. i w danych przedziałach przyjmuje wartość największą gdy przesunięcie jest całkowitą wielokrotnością 2π , najmniejszą dla całkowitej wielokrotności π , a zero dla przesunięcia $\frac{\pi}{2}$.

Wykresy znajdują się na stronie 6.

3.2. Sygnał cosinus

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

$$A = 1, f = 4, f_{pr} = 200, f_{aza} = 0, T = 2$$

Wykres funkcji autokorelacji funkcji cosinus, jest identyczny jak wykres korelacji funkcji sinus. Dzieje się to dlatego, że funkcja cosinus jest taką samą funkcją okresową jak sinus, tylko przesuniętą o $\frac{\pi}{2}$.

Wykresy znajdują się na stronie 6.

3.3. Sygnał prostokątny

Sygnał prostokątny został określony parametrami:

$$A = 1, f = 4, f_{pr} = 200, f_{aza} = 0, T = 2, \omega$$

Funkcja autokorelacji została zbadana dla wartości wypełnienia $\omega \in \{0.1, 0.5, 0.9\}$

Wraz ze wzrostem wypełnienia sygnału prostokątnego, funkcja korelacji przyjmuje mniej wartości zerowych, ponieważ, zmniejszają się przedziały okresu sygnału, w którym przyjmuje wartość zero. Wartość maksymalną przyjmuje dla przesunięcia równego zero.

Wykresy znajdują się na stronach 7 i 8.

3.4. Szum biały

Szum biały jest generowany na podstawie funkcji **randn**, opartej o rozkład normalny. Maksymalną wartość, znacznie większą od pozostałych, funkcja przyjmuje dla 0 przesunięcia. W pozostałych przypadkach wartości funkcji oscylują wokół wartości zero.

Wykresy znajdują się na stronie 7.

4. Korelacja wzajemna

4.1. Sygnały sinus i cosinus

Wykorzystane zostały sygnały o identycznych parametrach jak w punktach 3.1 oraz 3.2.

Korelacja sygnałów sinusoidalnego i cosinusoidalnego przyjmuje wartość największą dla przesunięcia $\frac{\pi}{2}$ i najmniejszą dla przesunięcia $-\frac{\pi}{2}$. Wykres funkcji nie jest symetryczny względem żadnej osi układu współrzędnych.

Wykresy znajdują się na stronie 9.

4.2. Sygnały cosinus i sinus

Korelacja cosinus i sinus stanowi lustrzane odbicie funkcji korelacji dla sinusa i cosinusa (opisanej w punkcie 4.1).

Wykresy znajdują się na stronie 9.

4.3. Sygnały sinus i prostokątny

Wykorzystany został sygnał sinus o parametrach jak w punkcie 3.1 oraz sygnał prostokątny o parametrach jak w punkcie 3.3 i wypełnieniu $\omega = 0.5$

Funkcja korelacji wzajemnej osiąga maksymalną wartość dla zerowego przesunięcia, a minimalną dla przesunięcia równego połowie okresu sygnału prostokątnego. Wykres funkcji jest symetryczny względem środka układu współrzędnych.

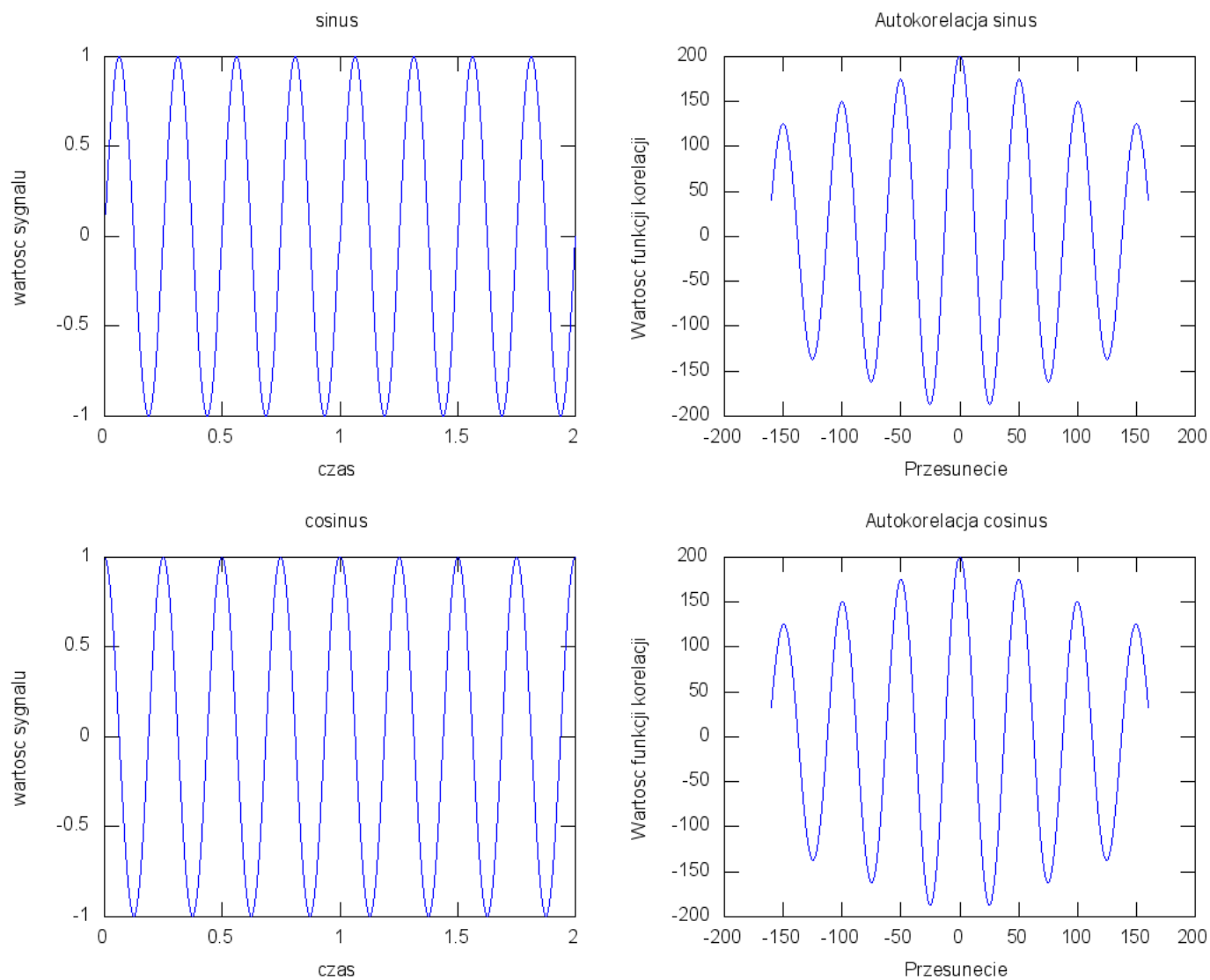
Wykresy znajdują się na stronie 10.

4.4. Sygnały sinus i szum biały

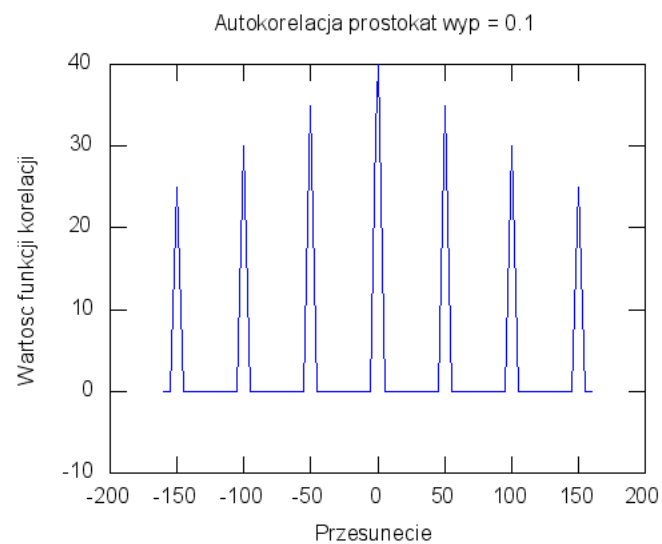
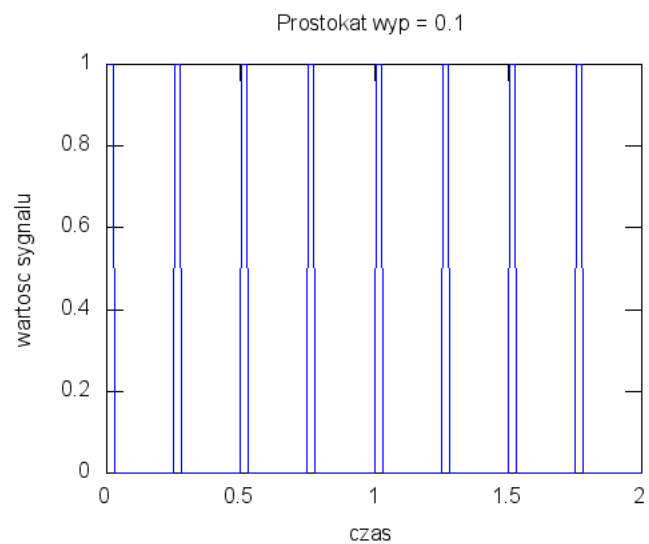
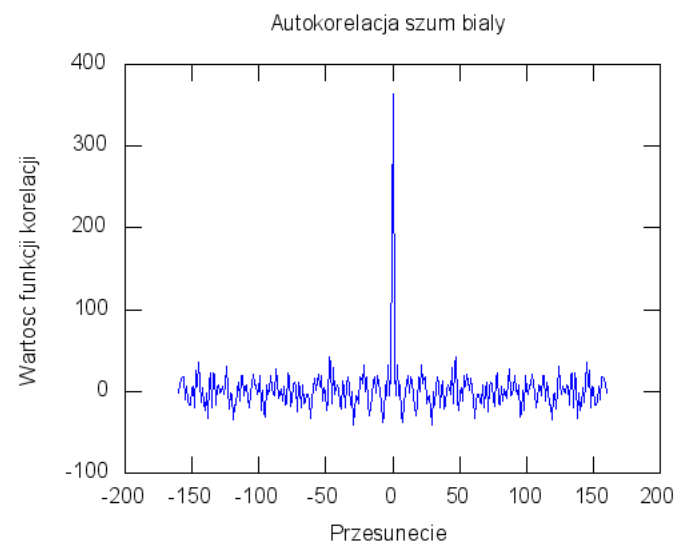
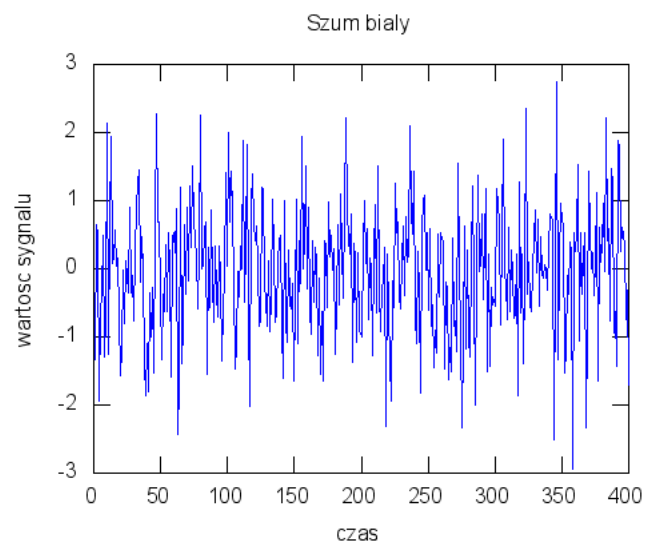
Wykorzystany został sygnał sinus o parametrach jak w punkcie 3.1 oraz szum biały.

Funkcja korelacji jest nieregularna, przyjmuje różne wartości dla różnych przesunięć, nie tworzące żadnych regularności.

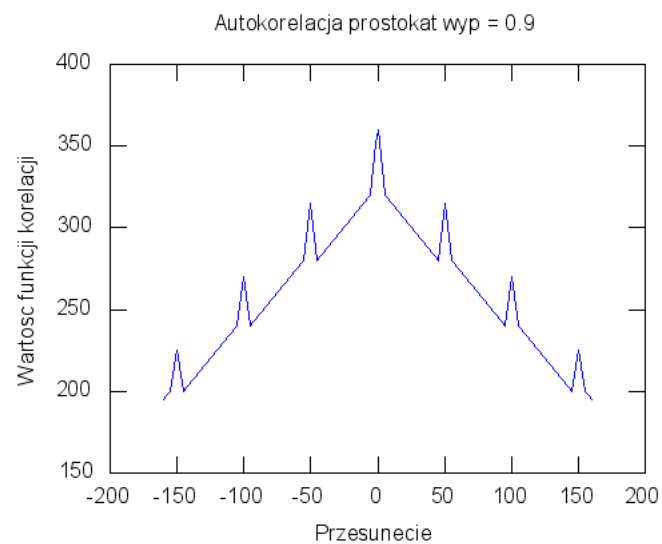
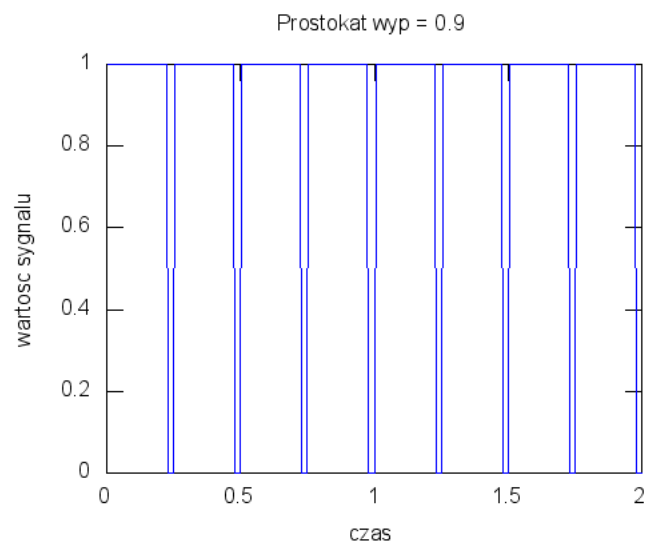
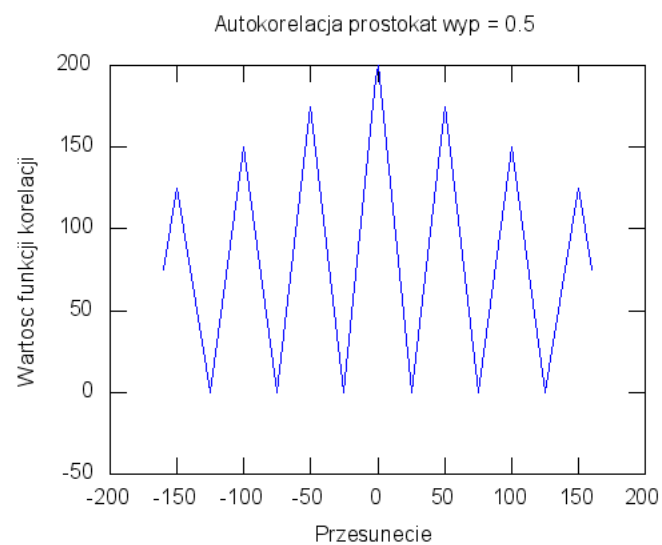
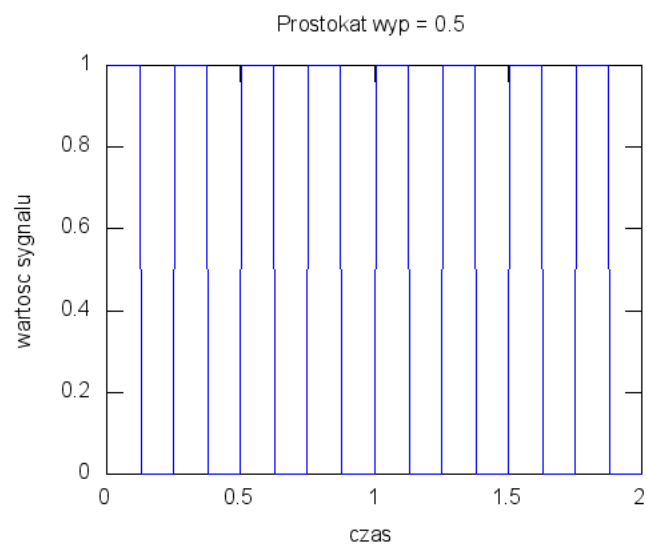
Wykresy znajdują się na stronie 10.



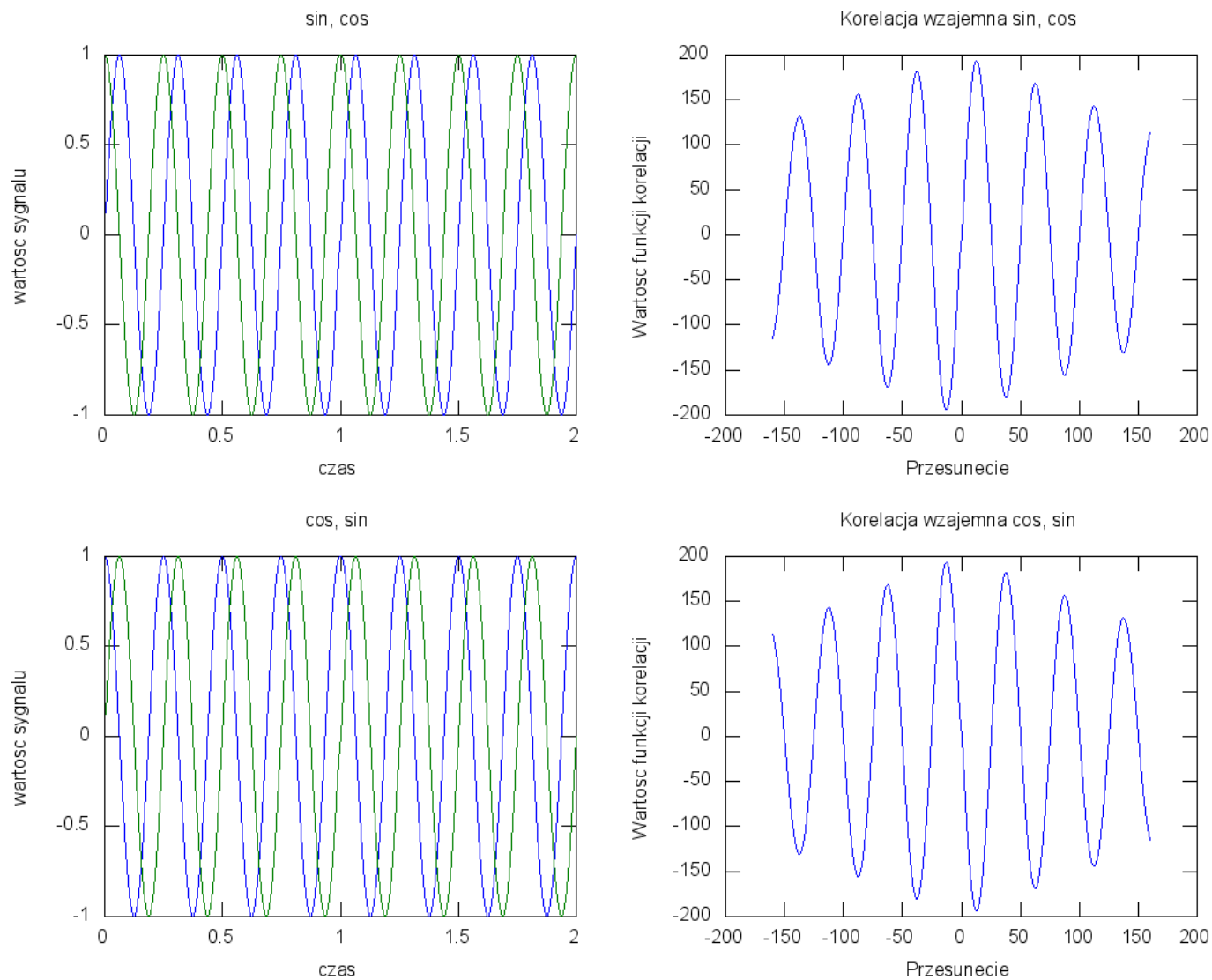
Rysunek 1. Autokorelacja sinus i cosinus



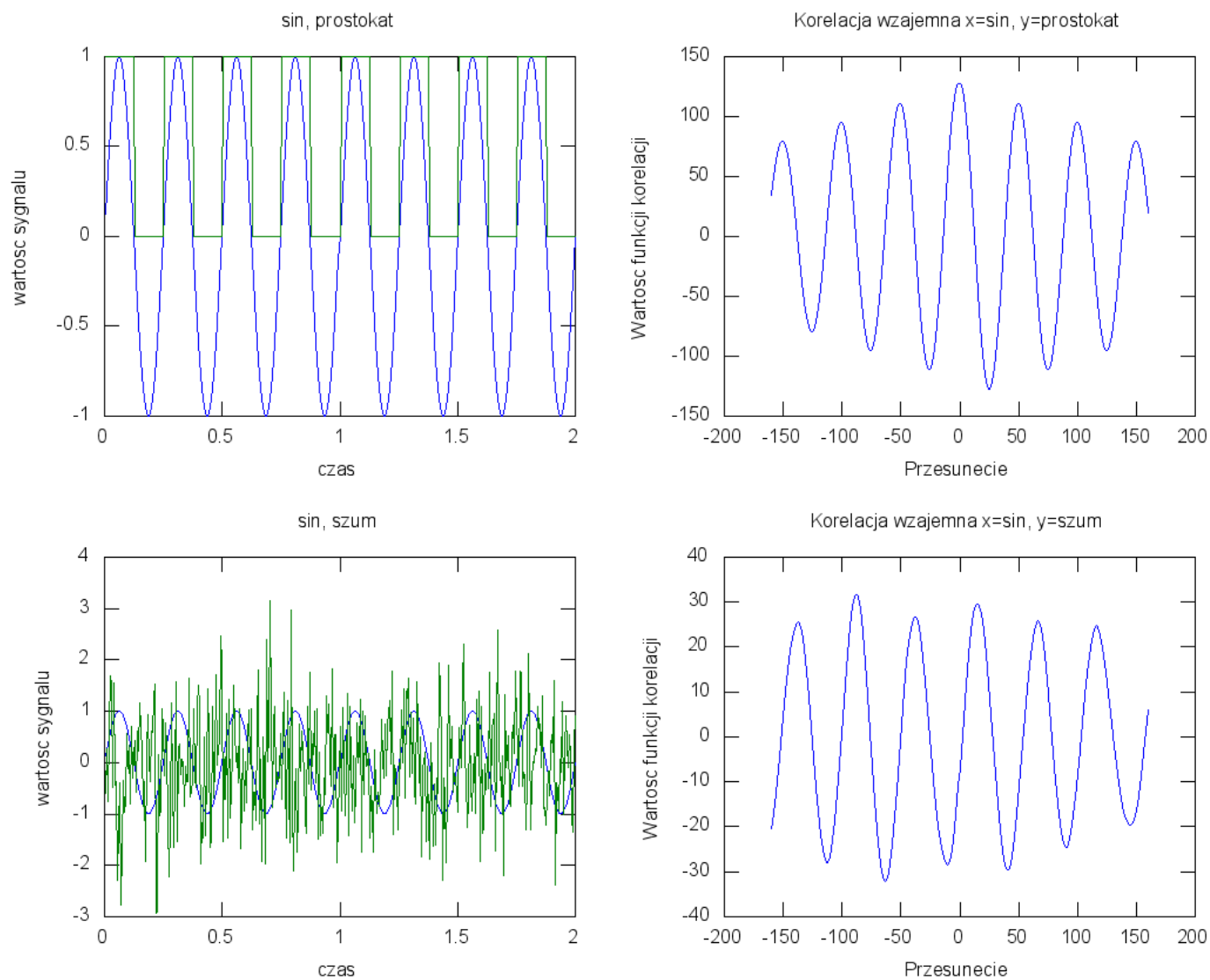
Rysunek 2. Autokorelacja szumu białego i sygnału prostokątnego



Rysunek 3. Autokorelacja sygnału prostokątnego c.d.



Rysunek 4. Korelacja wzajemna sinus i cosinus oraz cosinus i sinus



Rysunek 5. Korelacja wzajemna: sinus i sygnał prostokątny oraz sinus i szum biały