

Próbkowanie i kwantowanie

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

Celem ćwiczenia jest analiza procesu próbkowania i kwantyzacji sygnałów okresowych.

2. Algorytm przetwarzający

Wykorzystane funkcje:

- generujące sygnał (**sinus**, **prostokat**, **trojkat**)
- wyznaczająca widmo (**fftg**)

```
1  % Laboratorium nr 3

% 1. Probkowanie

setenv GNUTERM 'x11'
F = 1000;
T = 1;
A = 1;

zak = 300;
11 baseFpr = 10000;

function [] = probkowanie(F, T, A, fpr, base, zak, j)
    figure(j);
    [t,y] = sinus(A, F, fpr, 0, T);

    subplot(3,1,1);
    if (fpr == base)
        plot(t(1:1000), y(1:1000))
    else
21         plot(t, y);
    endif
    title(["fpr = ", num2str(fpr), " calosc"]);
    xlabel("czas")
    ylabel("wartosc")

    subplot(3,1,2);
    plot(t(1:fpr/base*zak), y(1:fpr/base*zak));
    title(["fpr = ", num2str(fpr), " fragment"]);
    xlabel("czas")
31    ylabel("wartosc")

    subplot(3,1,3);
    [f,res] = fftg(y, fpr);
    semilogy(f,res,'r-');
    title(["fpr = ", num2str(fpr), " widmo"]);
    xlabel("f")
    print(["out/prob", num2str(j), ".png"], "-dpng", "-landscape");
end

41 probkowanie(F, T, A, 10000, baseFpr, zak, 1);
   probkowanie(F, T, A, 2*F, baseFpr, zak, 2);
   probkowanie(F, T, A, 490, baseFpr, zak, 3);

% 2. Kwantowanie

function [] = kwantowanie(t,y,j)
    zak = 100;
    N = [1, 2, 4, 10];
    for i=1:length(N)
51         fig = (j-4)*4+3+i;
            figure(fig);
            subplot(2, 1, 1);
            a = 2^N(i)-1;
            sq = round(y*a)/a;
            b = y-sq;
```

```

61      plot(t(1:zak),y(1:zak),'-b;sygnal_oryginalny;',t(1:zak),sq(1:zak),'-g;sygnal_sprobkowany;');
      title(['n = ', num2str(N(i))]);
      xlabel("czas")
      ylabel("wartosc")

      subplot(2, 1, 2);
      [f,ffty] = fftg(y, 500);
      [f,fftsq] = fftg(sq, 500);
      semilogy(f,ffty,'-b;sygnal_oryginalny;',f,fftsq,'-g;sygnal_sprobkowany;');
      title(['n = ', num2str(N(i)), " widmo"]);
      xlabel("f")

      print(['out/kwant', num2str(j-3), "-", num2str(N(i)) ".png"], "-dpng", "-landscape");
71 end

F = 10
fpr = 500
[t,y] = sinus(A, F, fpr, 0, T);
kwantowanie(t,y, 4);
[t,y] = prostokat(A, F, fpr, 0, T, 0.5);
kwantowanie(t,y, 5);
[t,y] = trojkat(A, F, fpr, 0, T, 0.5);
kwantowanie(t,y, 6);

```

3. Próbkowanie sygnału sinus

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

$$A = 1, f = 1000, f_{aza} = 0, T = 1$$

3.1. Częstotliwość próbkowania $f_{pr} > 2f, f_{pr} = 10000$

Wykresy znajdują się na stronie 4.

3.2. Częstotliwość próbkowania $f_{pr} = 2f, f_{pr} = 2000$

Wykresy znajdują się na stronie 5.

3.3. Częstotliwość próbkowania $f_{pr} < f, f_{pr} = 490$

Wykresy znajdują się na stronie 6.

3.4. Wnioski

Sygnał spróbkowany z częstotliwością $f_{pr} \gg f$ w pkt 3.1, odzwierciedla realny przebieg sygnału sinusoidalnego.

W pkt 3.2 spróbkowany sygnał przestawia w przybliżeniu sygnał ciągły o wartości równej 0. Spowodowane jest to tym, iż próbkowanie następuje tylko raz na dwa okresy sygnału, za każdym razem przybierając taką samą wartość.

W pkt 3.3 spróbkowany sygnał przedstawia również sinusoidę, lecz o innej częstotliwości. Jej wartość nie jest prawdziwa, ze względu na nie zachowania warunków twierdzenia Kotelnikowa - Shannona dotyczących próbkowania, gdzie $f_{pr} > 2 * f$. Zachodzi zjawisko aliasingu : niejednoznaczność w dziedzinie częstotliwości. Nieskończenie wiele przebiegów sinusoidalnych pasuje do podanego zestawu próbek. Z takeigo zestawu próbek nie da się utworzyć oryginalnego sygnału, nie jesteśmy w stanie odróżnić sygnału f od $f + k * f_{pr}$.

4. Kwantowanie

Badana rozdzielczość (ilość bitów przetwornika) $n \in \{1, 2, 4, 10\}$

4.1. Sygnał sinus

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

$$A = 1, f = 10, f_{pr} = 500, f_{aza} = 0, T = 1$$

Wraz ze wzrostem współczynnika n , liniowe odwzorowanie sygnału coraz bardziej przypomina sinusoidę, a błąd kwantyzacji maleje. Dzieje się dlatego, że zwiększając parametr n , zwiększamy tak na prawdę liczbę bitów w przetworniku AC. Kolejne próbki sygnału przypisywane są donajbliższego poziomu reprezentacji. Im większa jest liczba bitów, tym liczba poziomów kwantyzacji też jest większa. Błąd kwantyzacji, jest to różnica pomiędzy wartością próbki, a jej poziomem reprezentacji. Wraz ze wzrostem liczby bitów, błąd maleje. Kwantyzacja ma również wpływ na widmo sygnału. W wyniku kwantowania, do widma amplitudowego dodane zostają pewne składowe, wynikające z niedokładności odwzorowania, cechującego sygnał skwantowany. Im wyższy poziom kwantyzacji, tym odwzorowanie widma jest dokładniejsze.

Wykresy znajdują się na stronach 7, 8, 9 i 10.

4.2. Sygnał prostokątny

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

$$A = 1, f = 10, f_{pr} = 500, f_{aza} = 0, T = 1$$

Dla sygnału prostokątnego szum kwantyzacji jest równy zero dla wszystkich wartości współczynnika n . Dzieje się to dlatego, że sygnał ten przyjmuje tylko dwie wartości 0 i A , czyli nie ma problemu z dopasowaniem ich do konkretnych przedziałów kwantowania. Kwantyzacja nie zmienia również widma sygnału.

Wykresy znajdują się na stronach 11, 12, 13 i 14.

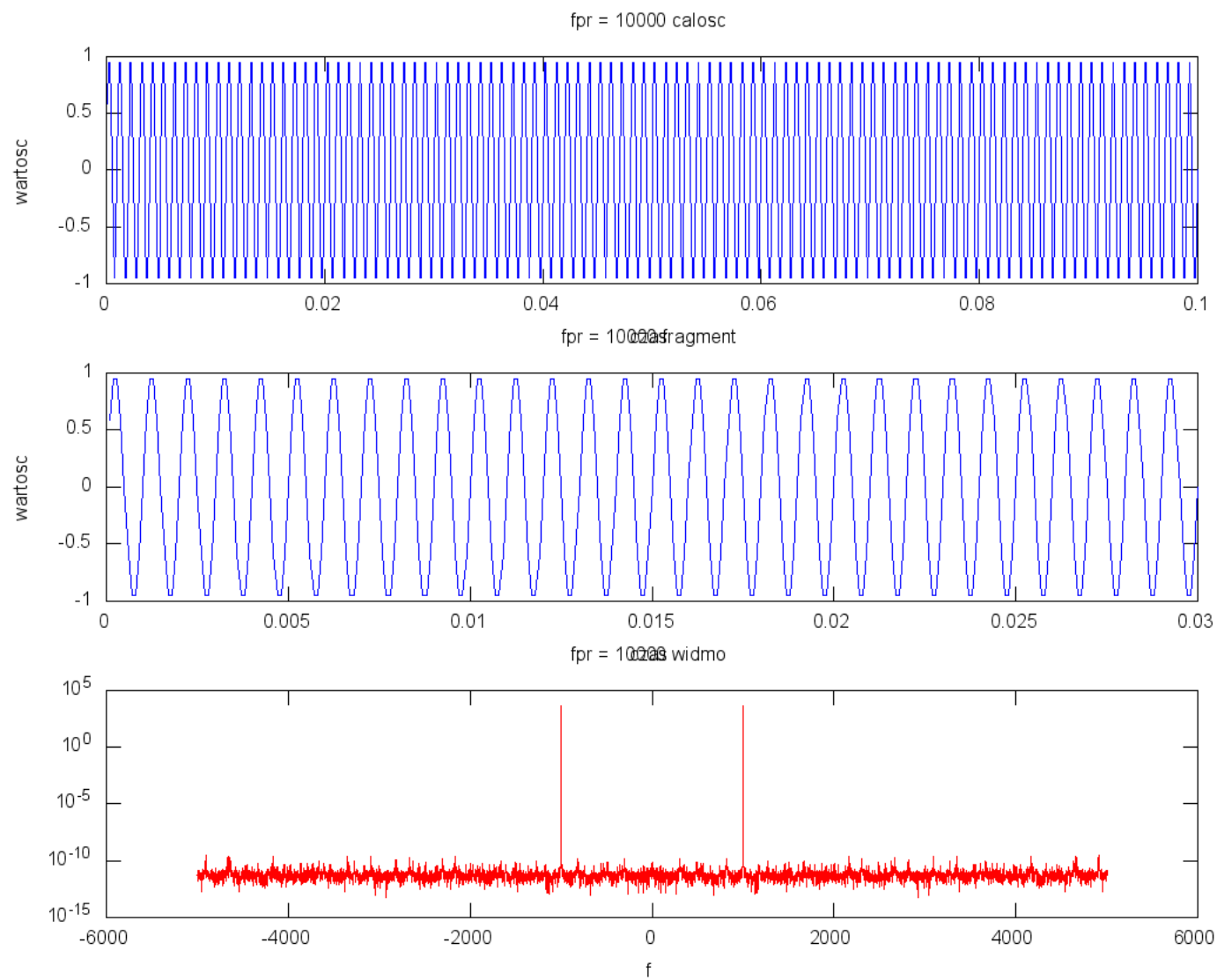
4.3. Sygnał trójkątny

Badany sygnał został określony następującymi parametrami:

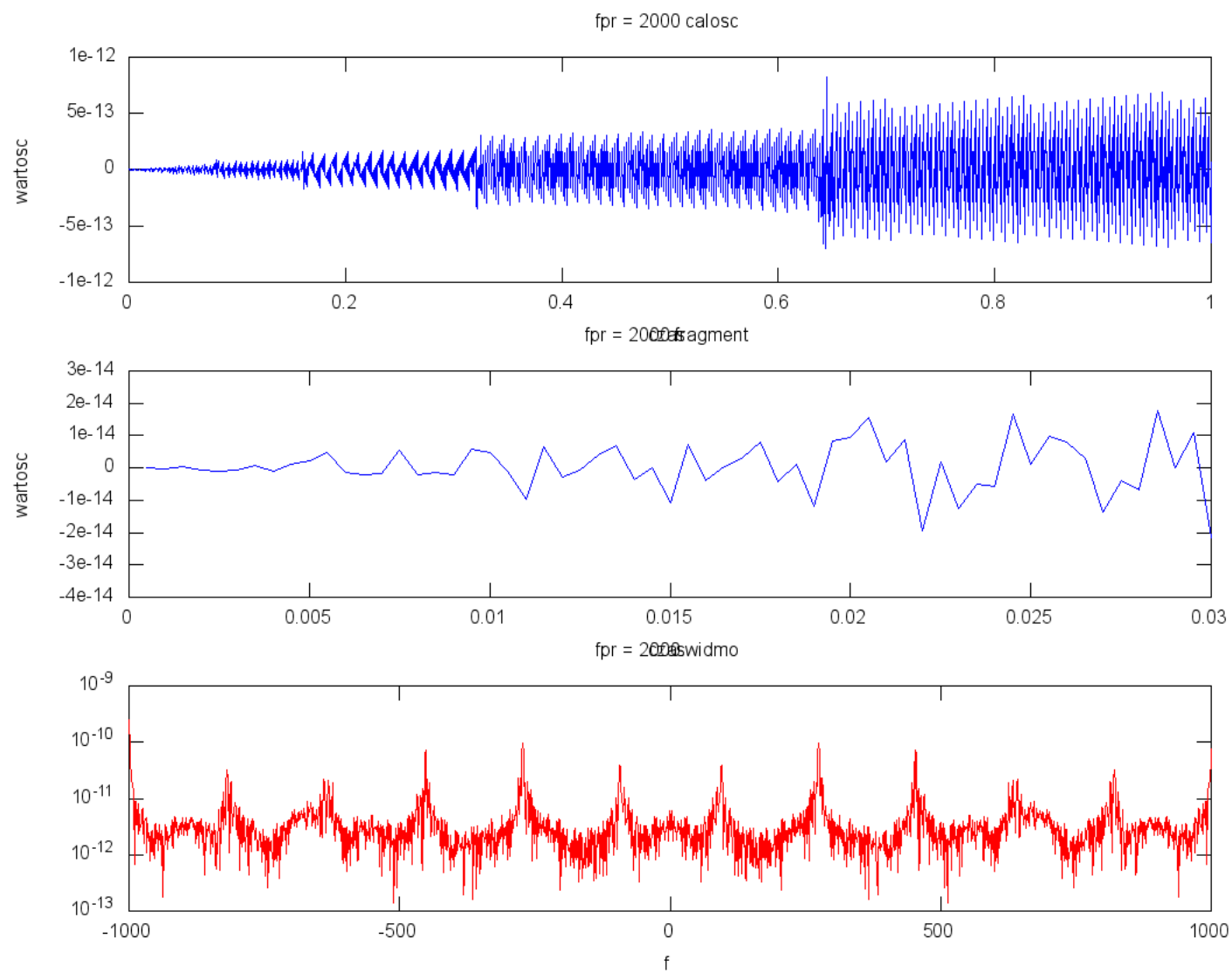
$$A = 1, f = 10, f_{pr} = 500, f_{aza} = 0, T = 1$$

Kwantyzacja sygnału trójkątnego przebiega podobnie jak sygnału sinusoidalnego. Wraz ze wzrostem ilości bitów przetwornika, sygnał skwantowany coraz bardziej przypomina sygnał oryginalny, a jego widmo, widmo sygnału oryginalnego.

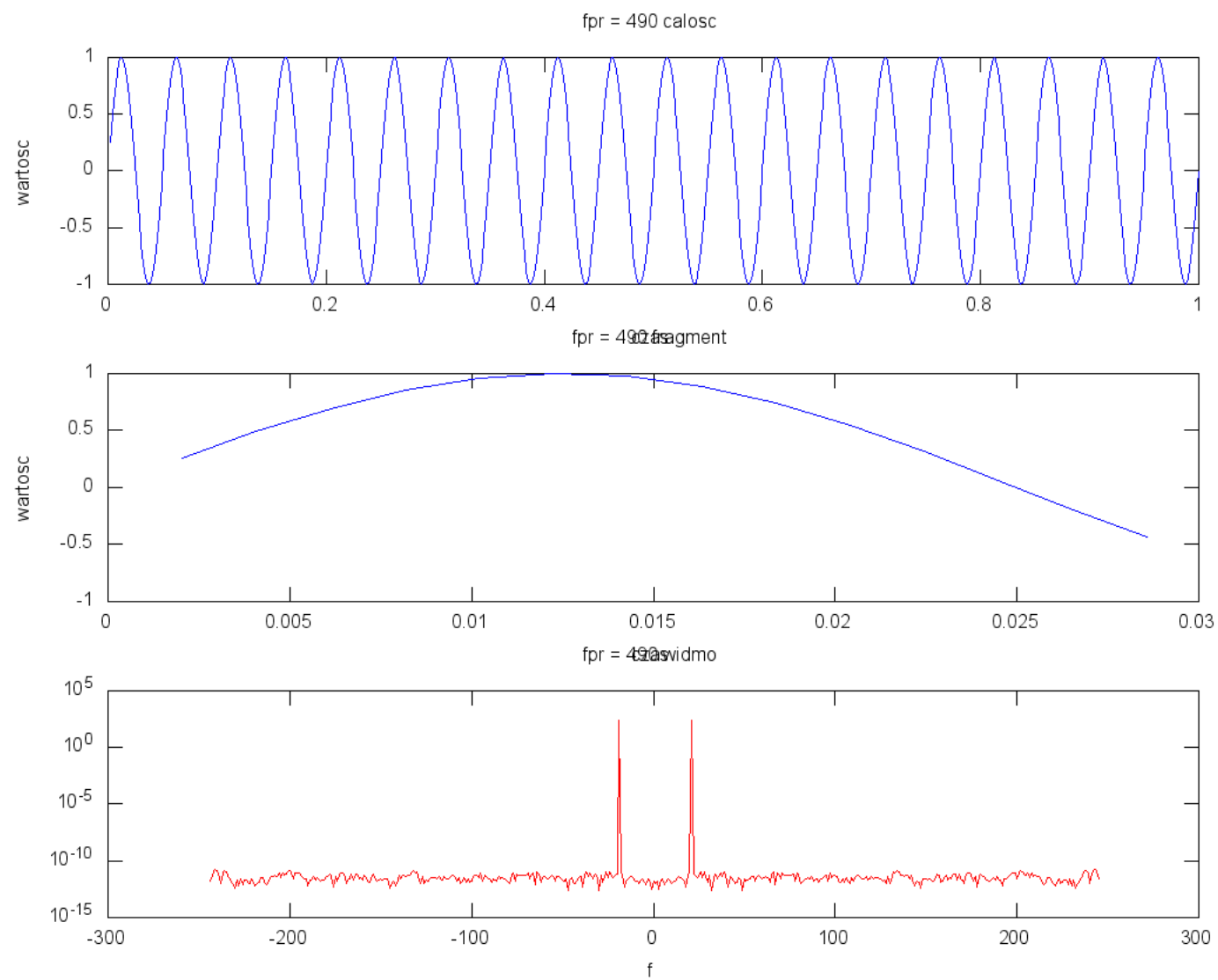
Wykresy znajdują się na stronach 15, 16, 17 i 18.



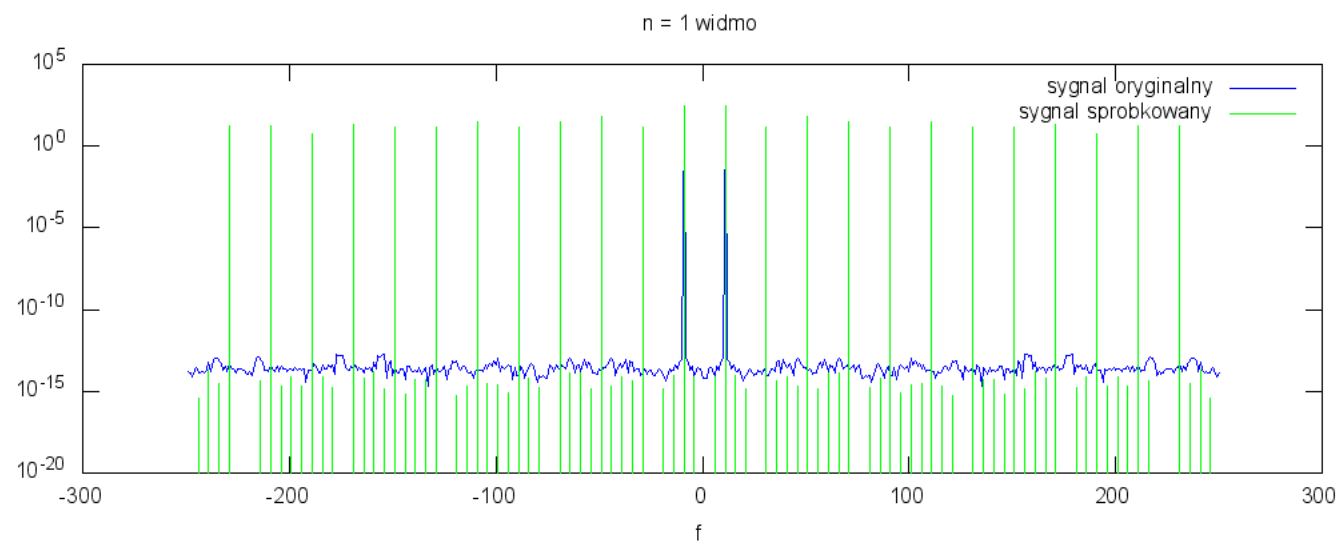
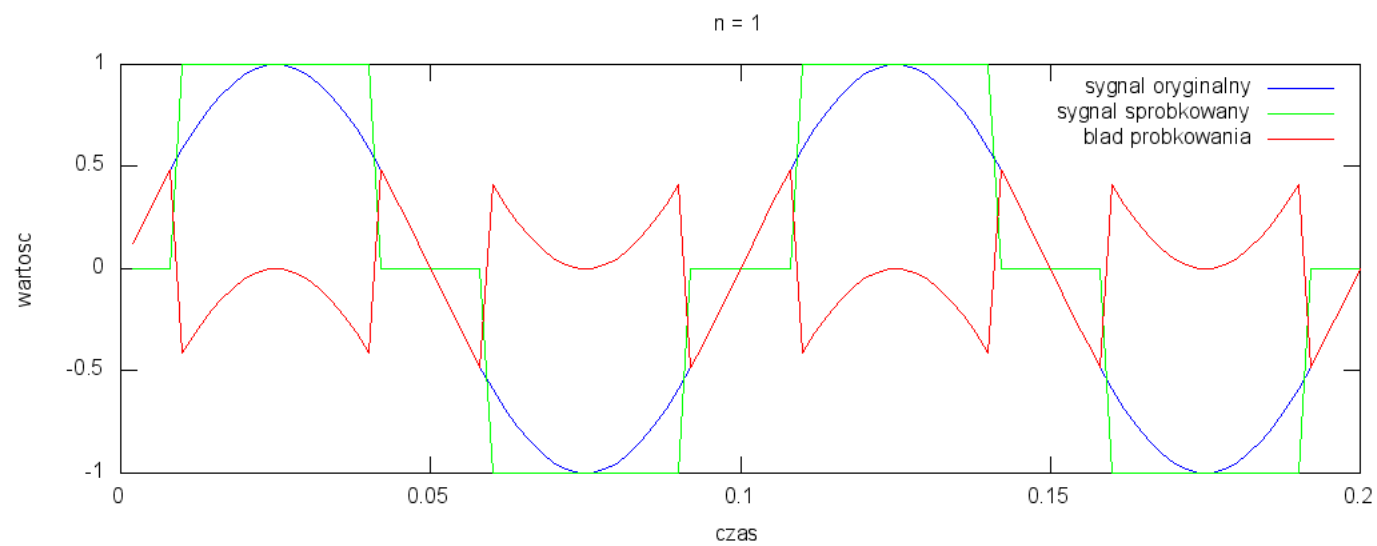
Rysunek 1. Próbkowanie sygnału sinus, $f_{pr} \gg f$



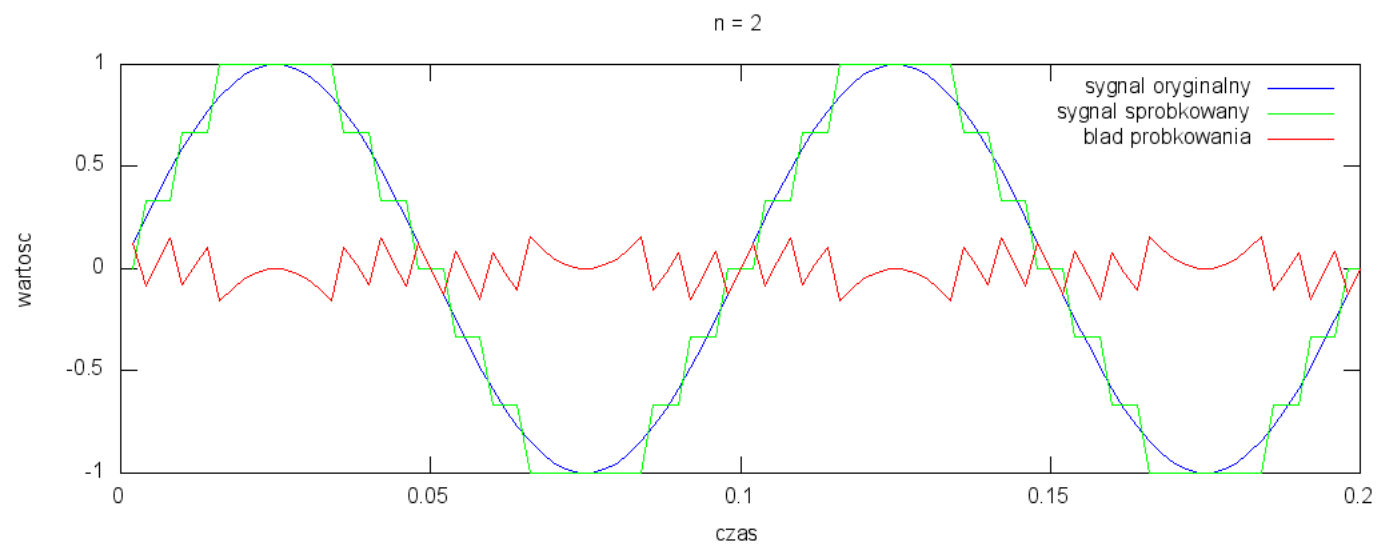
Rysunek 2. Próbkowanie sygnału sinus, $fpr = 2f$



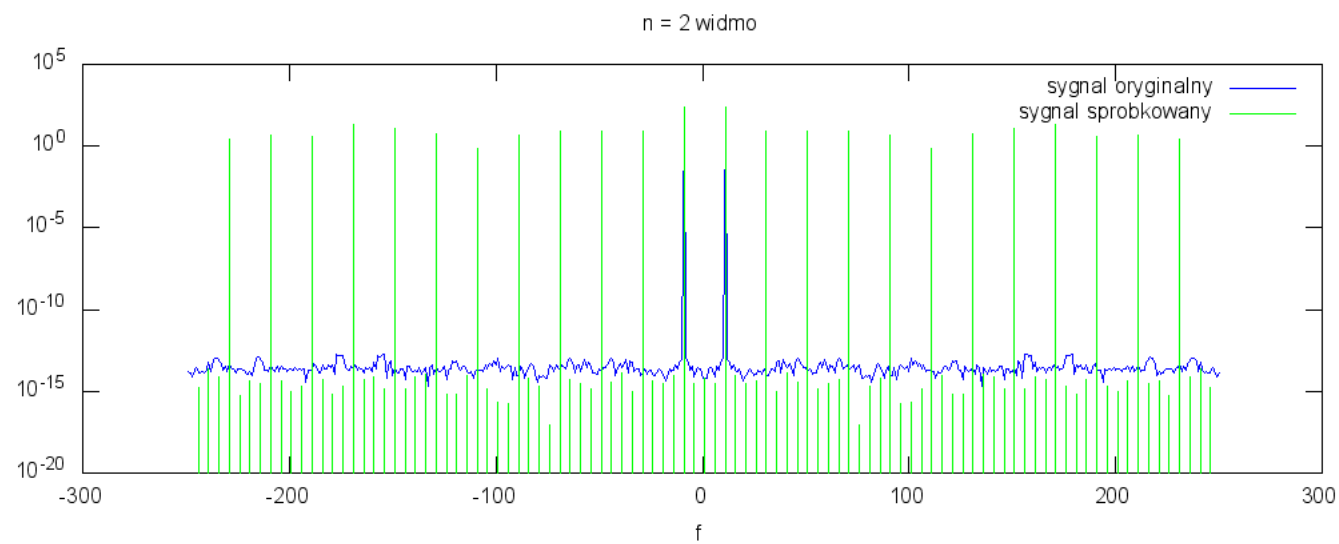
Rysunek 3. Próbkowanie sygnału sinus, $f_{pr} < f$



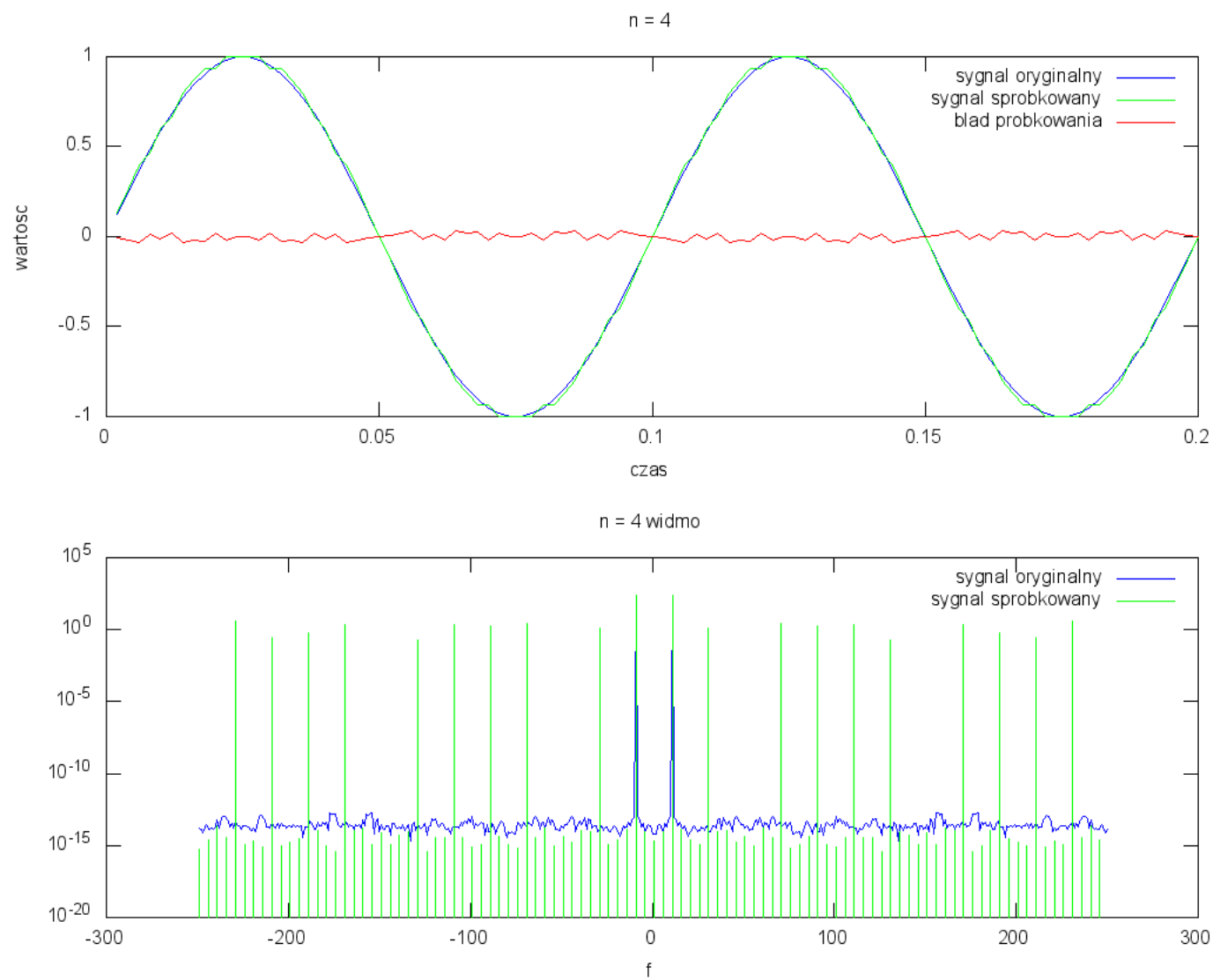
Rysunek 4. Kwantyzacja sygnału sinus, $n = 1$



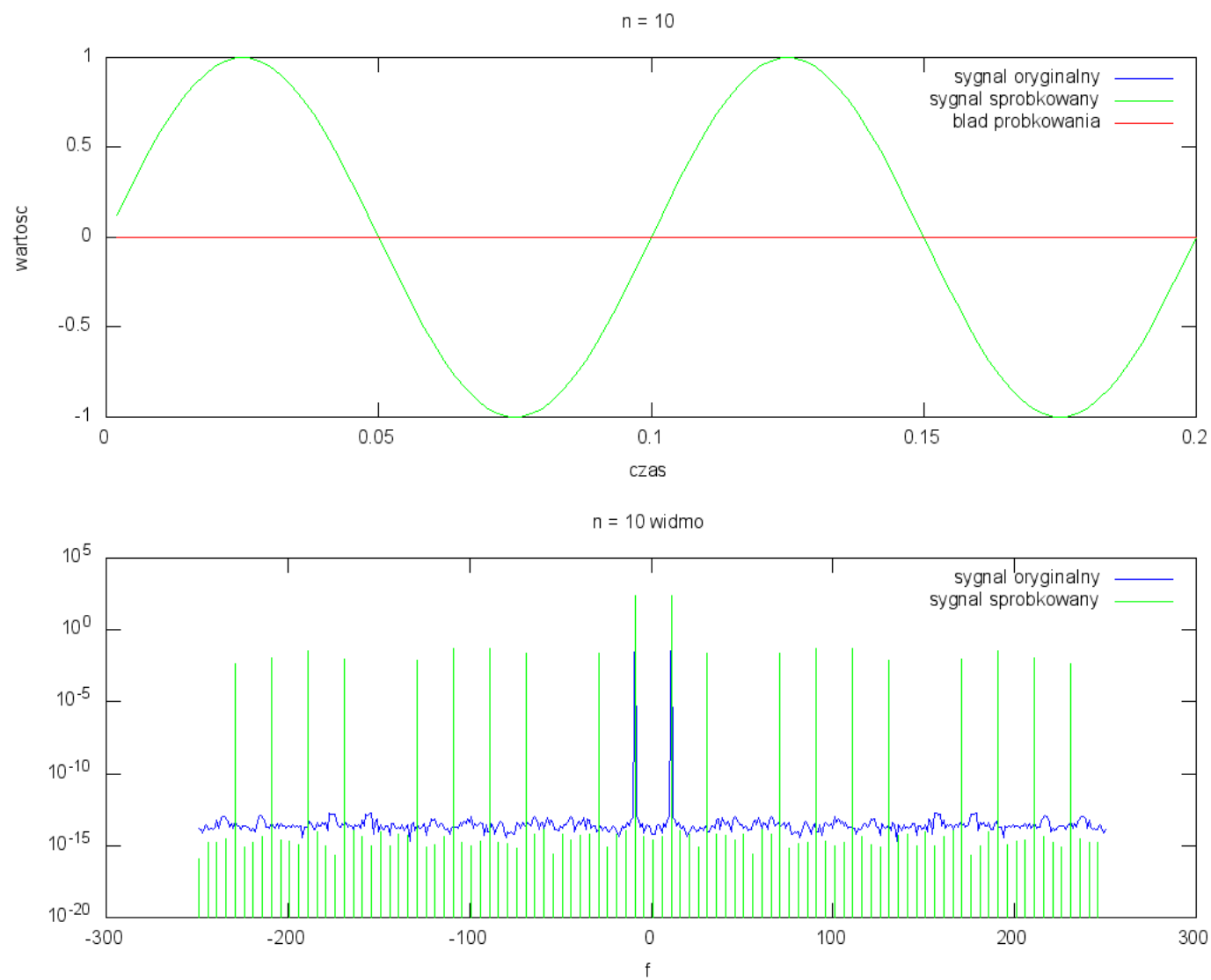
∞



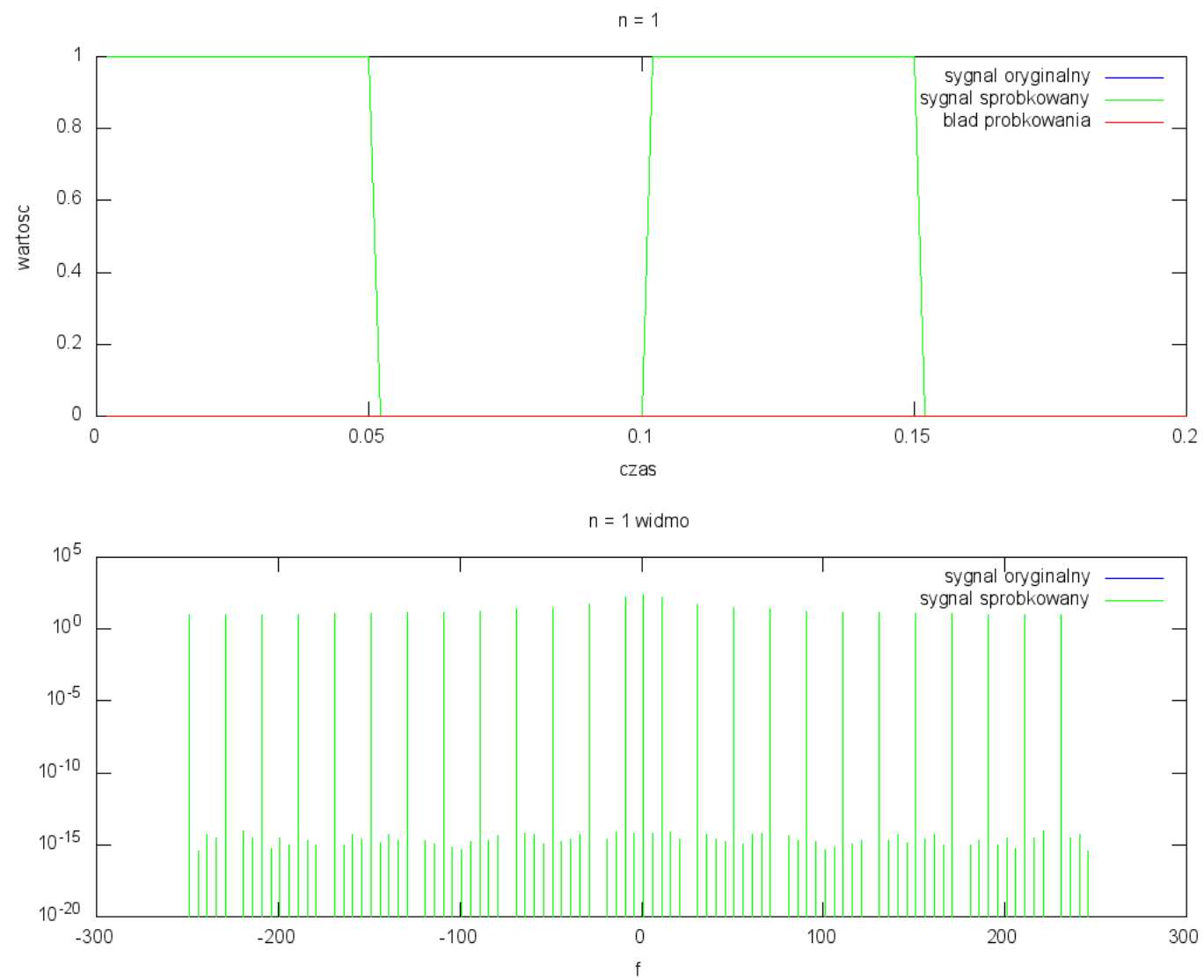
Rysunek 5. Kwantyzacja sygnału sinus, $n = 2$



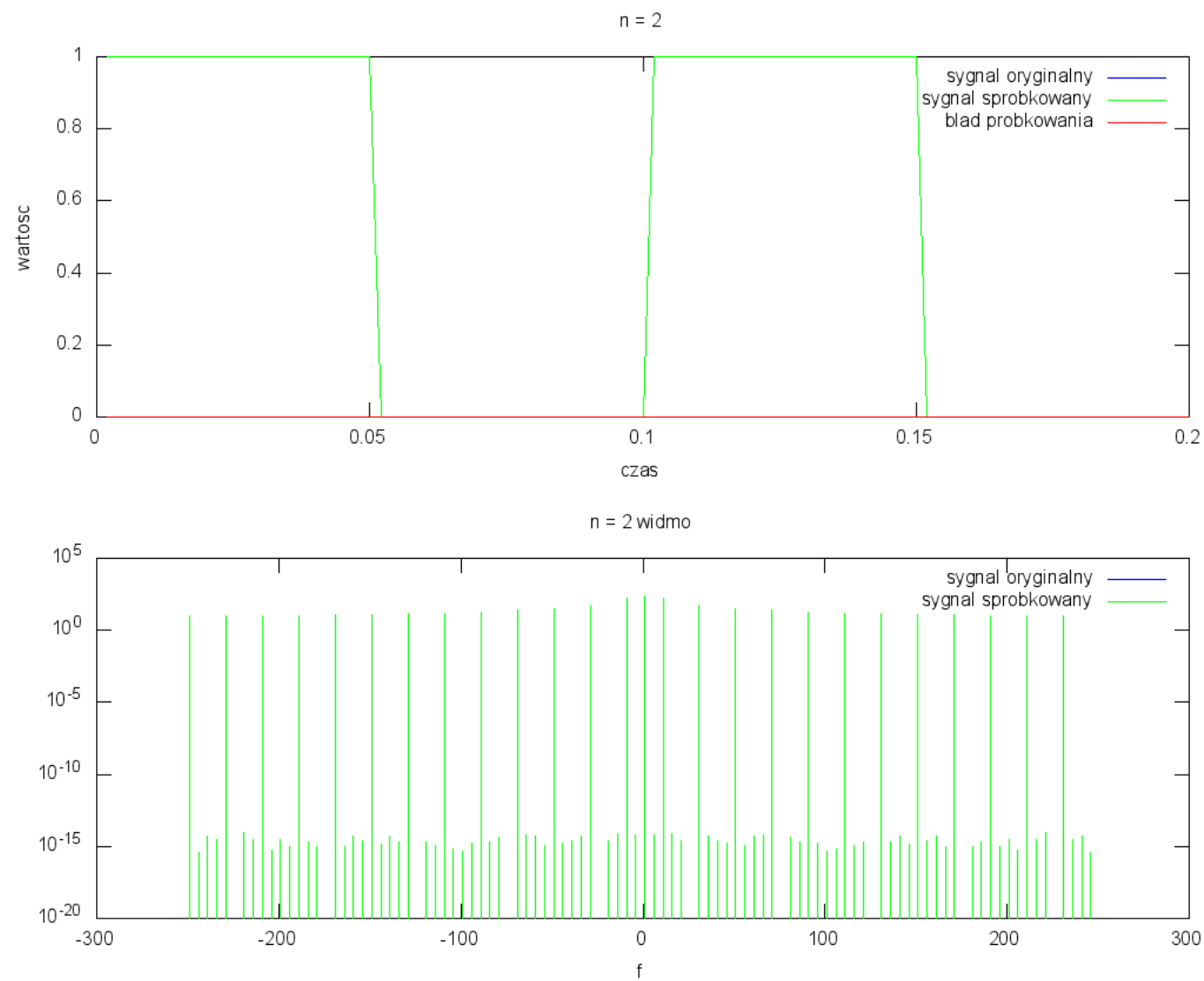
Rysunek 6. Kwantyzacja sygnału sinus, $n = 4$



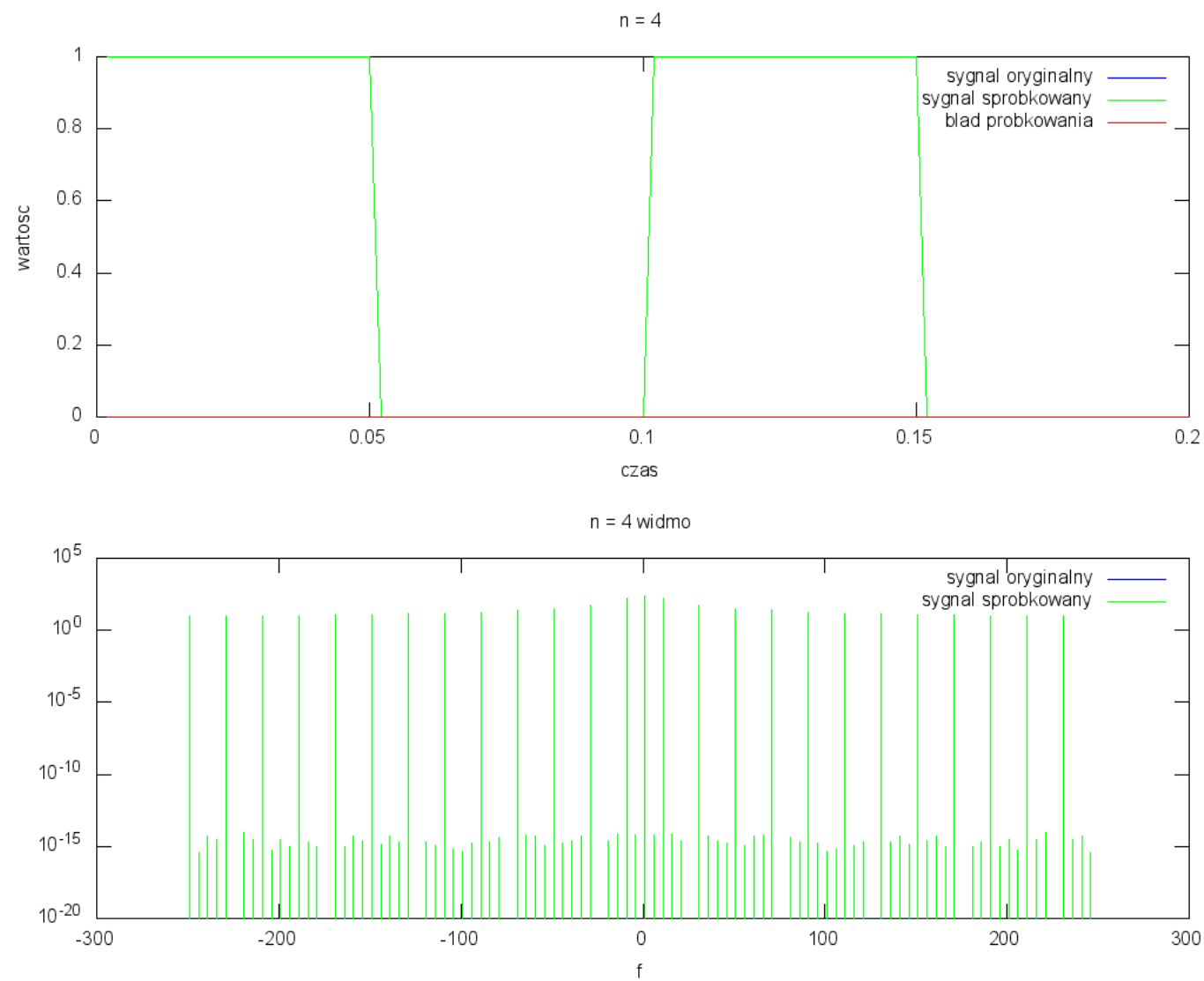
Rysunek 7. Kwantyzacja sygnału sinus, $n = 10$



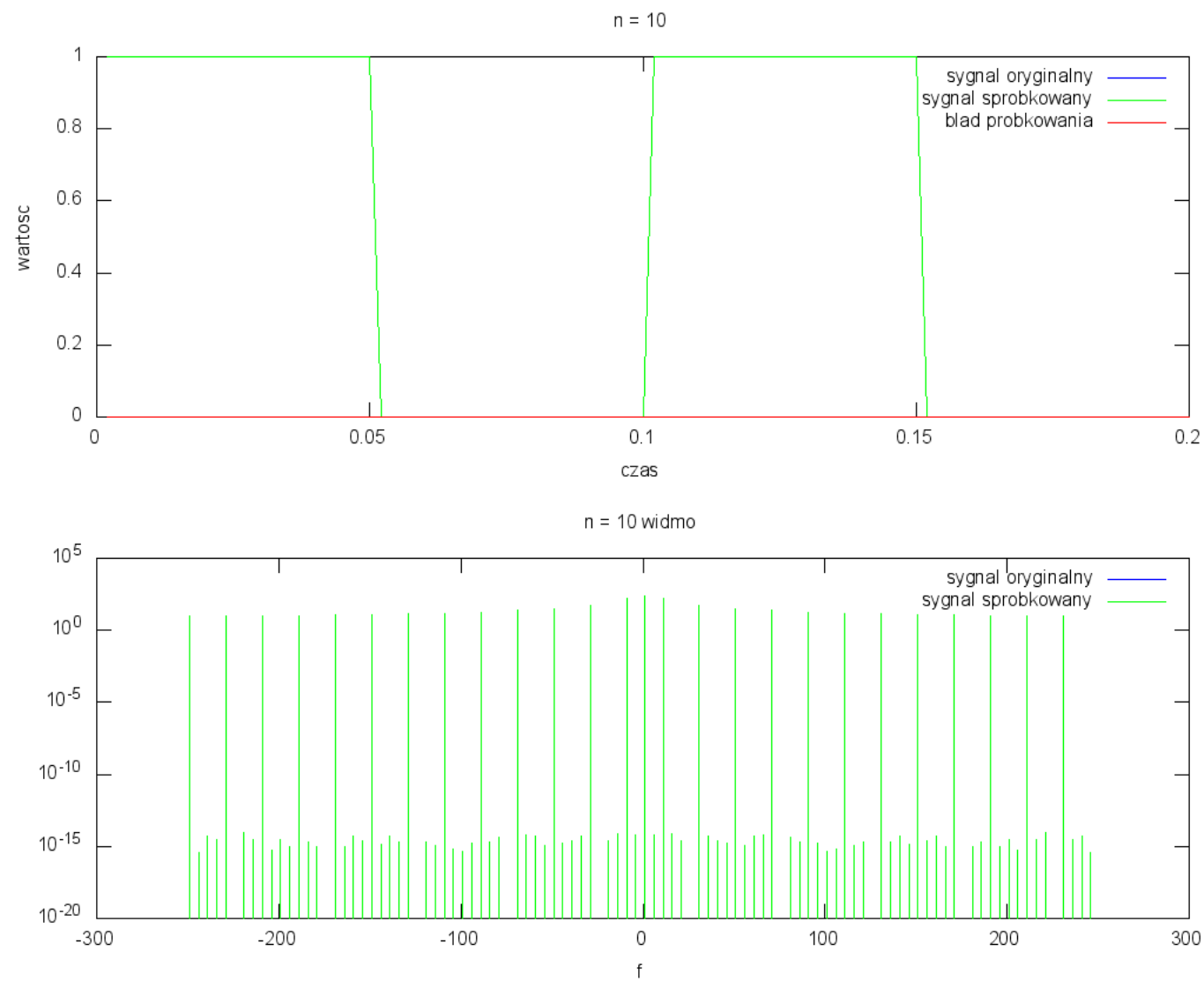
Rysunek 8. Kwantyzacja sygnału prostokątnego, $n = 1$



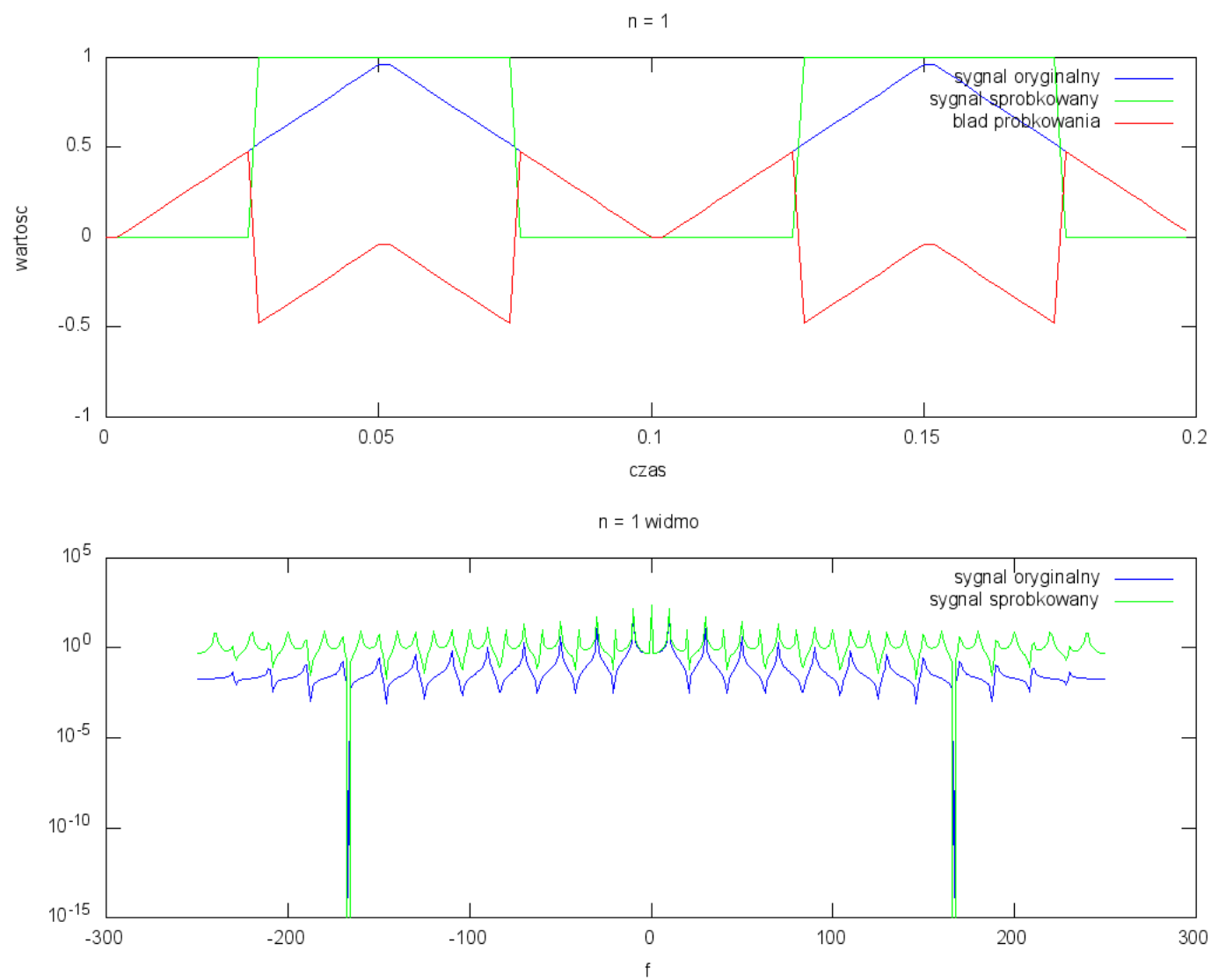
Rysunek 9. Kwantyzacja sygnału prostokątnego, $n = 2$



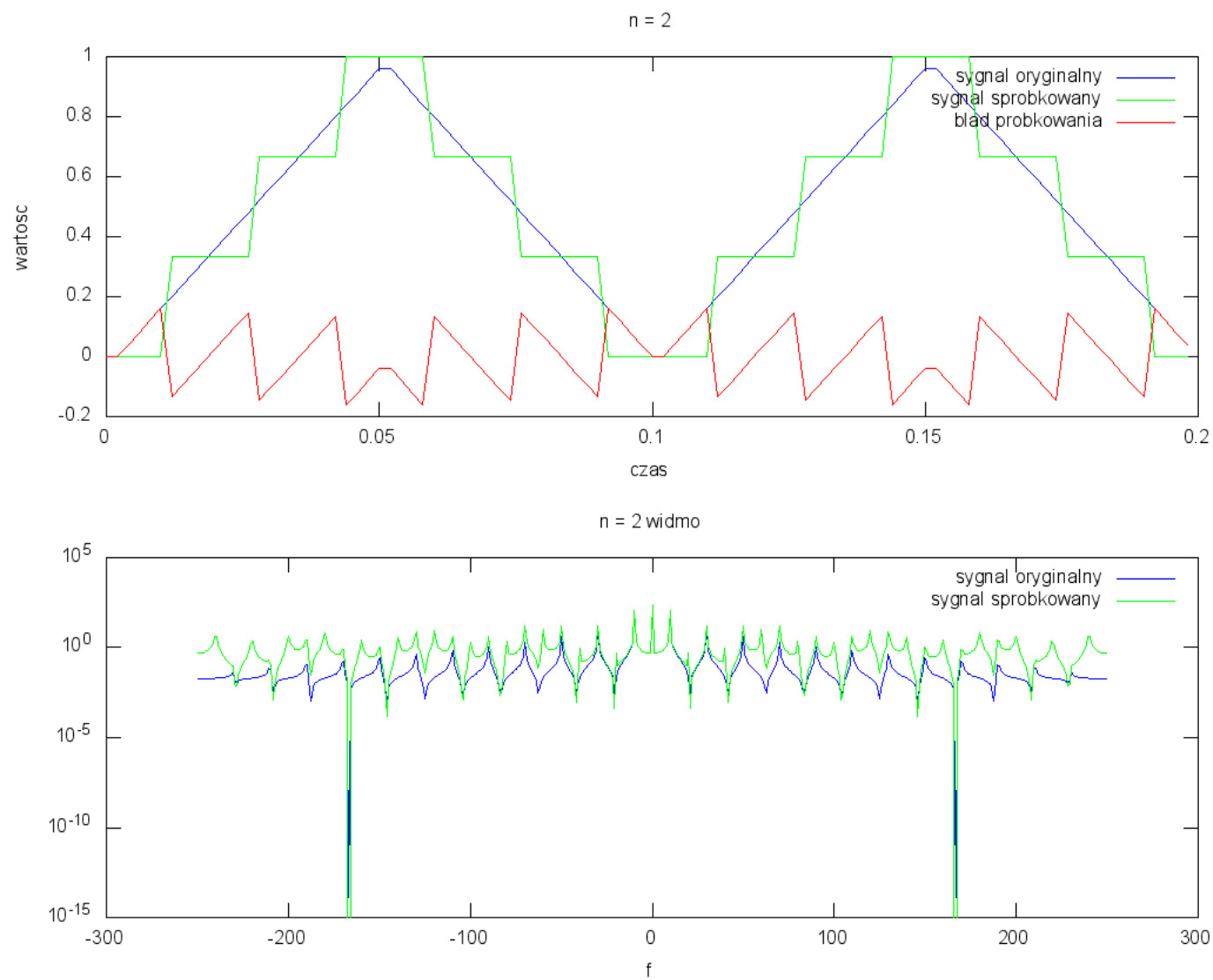
Rysunek 10. Kwantyzacja sygnału prostokątnego, $n = 4$



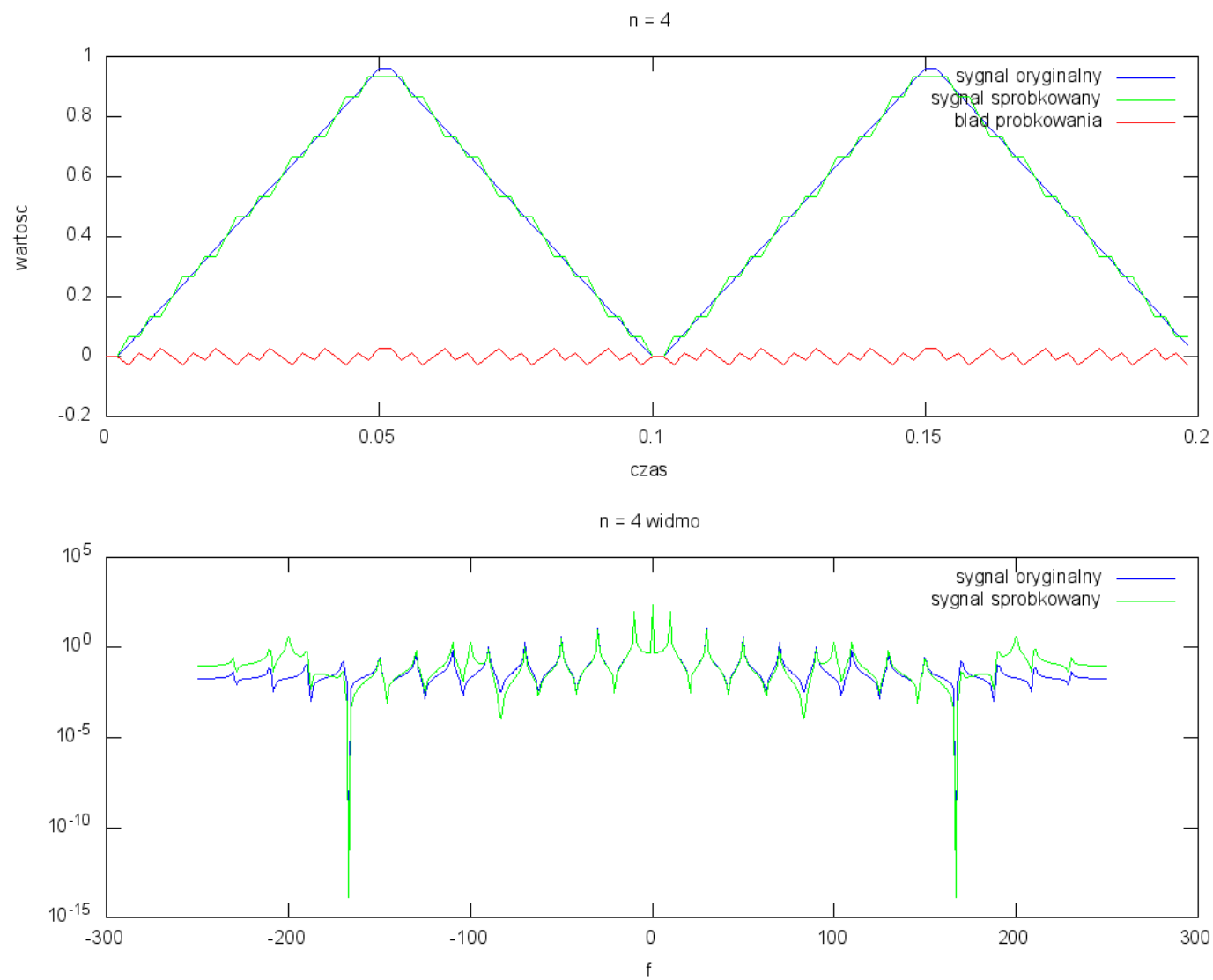
Rysunek 11. Kwantyzacja sygnału prostokątnego, $n = 10$



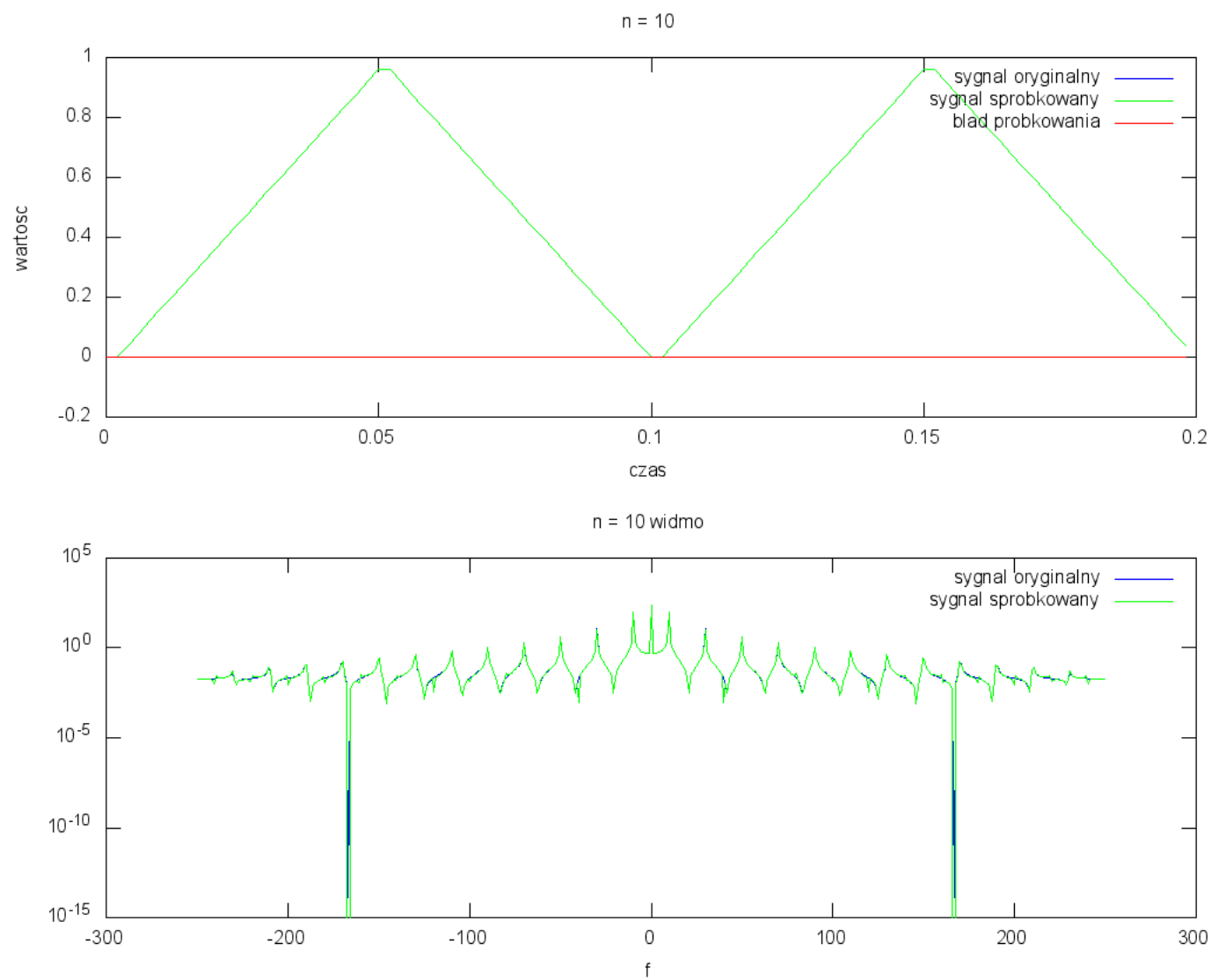
Rysunek 12. Kwantyzacja sygnału trójkątnego, $n = 1$



Rysunek 13. Kwantyzacja sygnału trójkątnego, $n = 2$



Rysunek 14. Kwantyzacja sygnału trójkątnego, $n = 4$



Rysunek 15. Kwantyzacja sygnału trójkątnego, $n = 10$