

Chaos deterministyczny

Marek Domański

Materiały pomocnicze do wykładu

Teoria Systemów

Politechnika Poznańska

© Marek Domański

Materiały są przeznaczone wyłącznie do użytku podczas zajęć z przedmiotu *Teoria Systemów* prowadzonych przez prof. Marka Domańskiego na studiach na kierunku Elektronika i Telekomunikacja.

Uwaga: Niektóre ilustracje pochodzą z podręczników zalecanych jako pomocnicze do przedmiotu.

Kopiowanie, rozpowszechnianie i używanie w innych celach jest stanowczo zabronione.

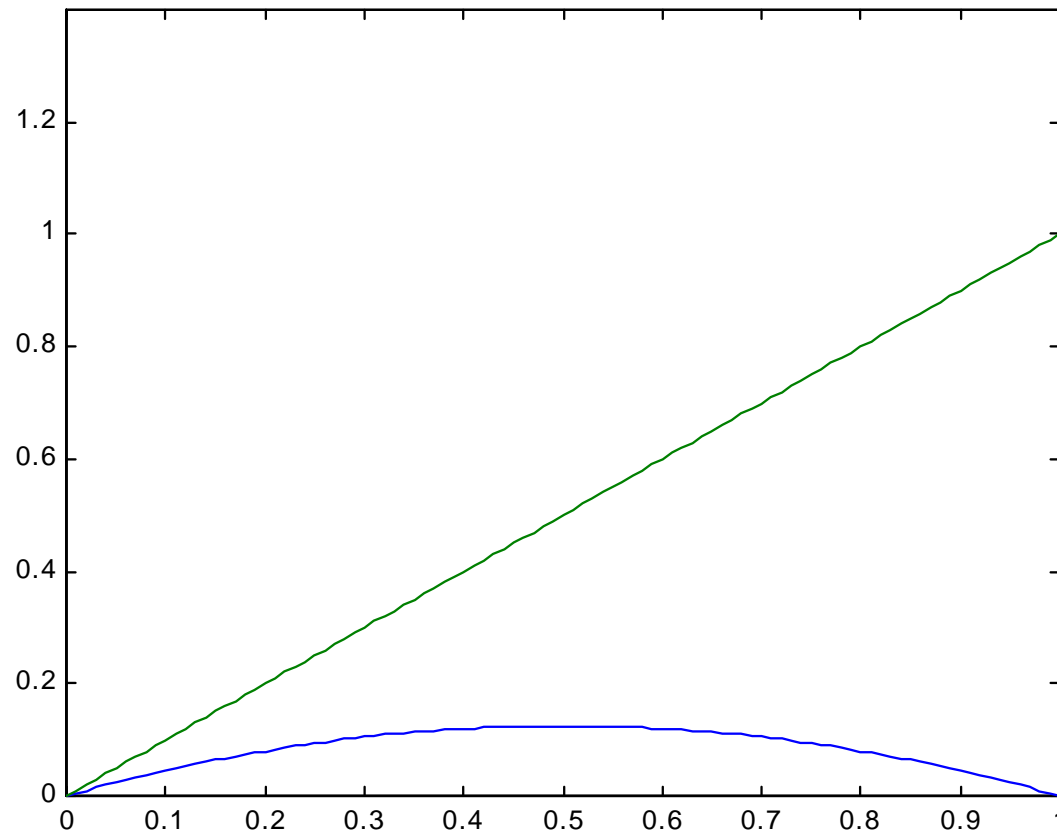
W szczególności, nieuprawnione rozpowszechnianie drogą elektroniczną np. w Internecie jest nielegalne

Odwzorowanie logistyczne

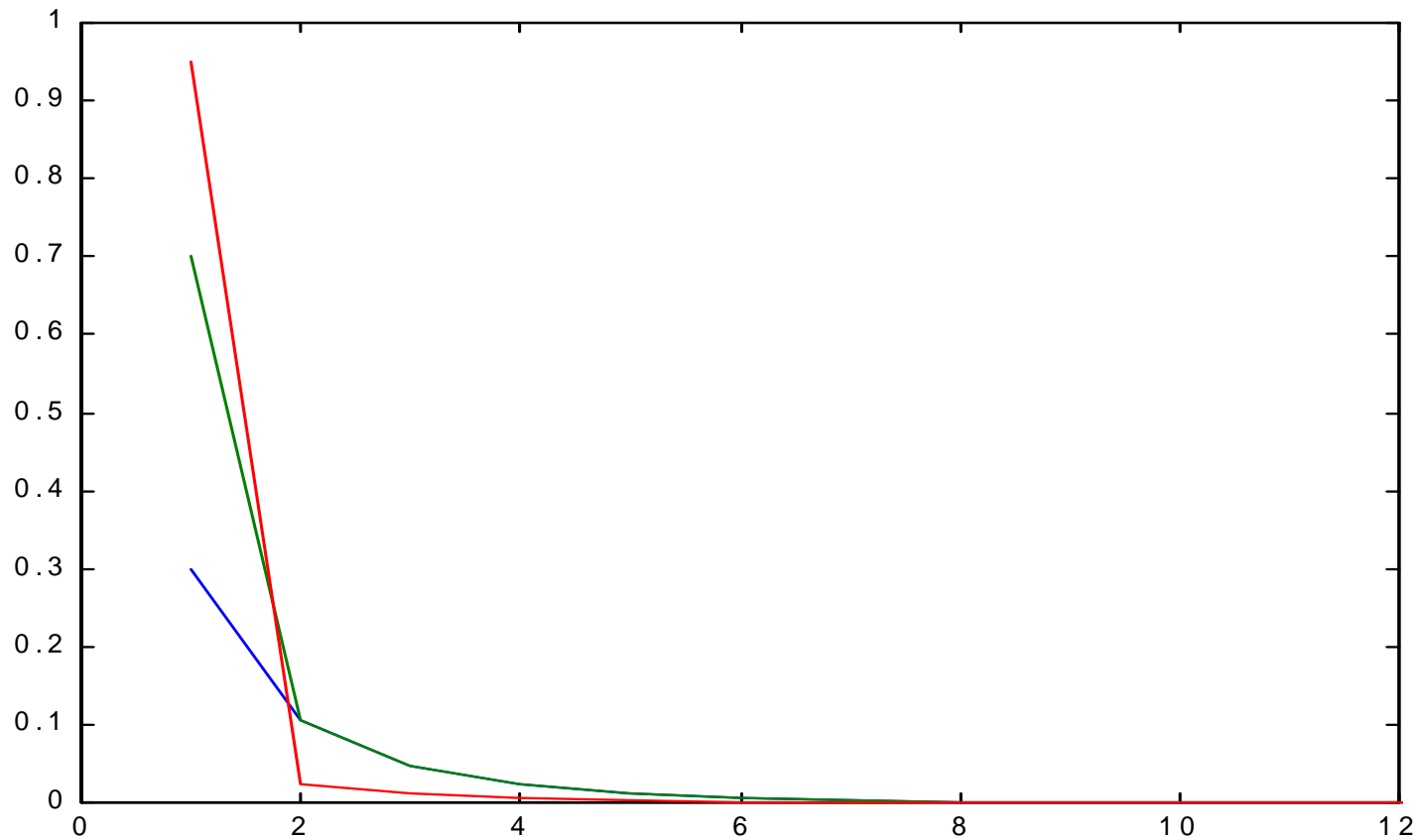
$$x(n+1) = r \cdot x(n) [1 - x(n)]$$

Przypadek $0 < r < 1$

Wykres odwzorowania dla $r = 0,5$



Wartości zmiennej stanu
dla warunków początkowych
 $x(1) = 0,300$, $x(1) = 0,700$, $x(1) = 0,950$
Parametr $r = 0,5$

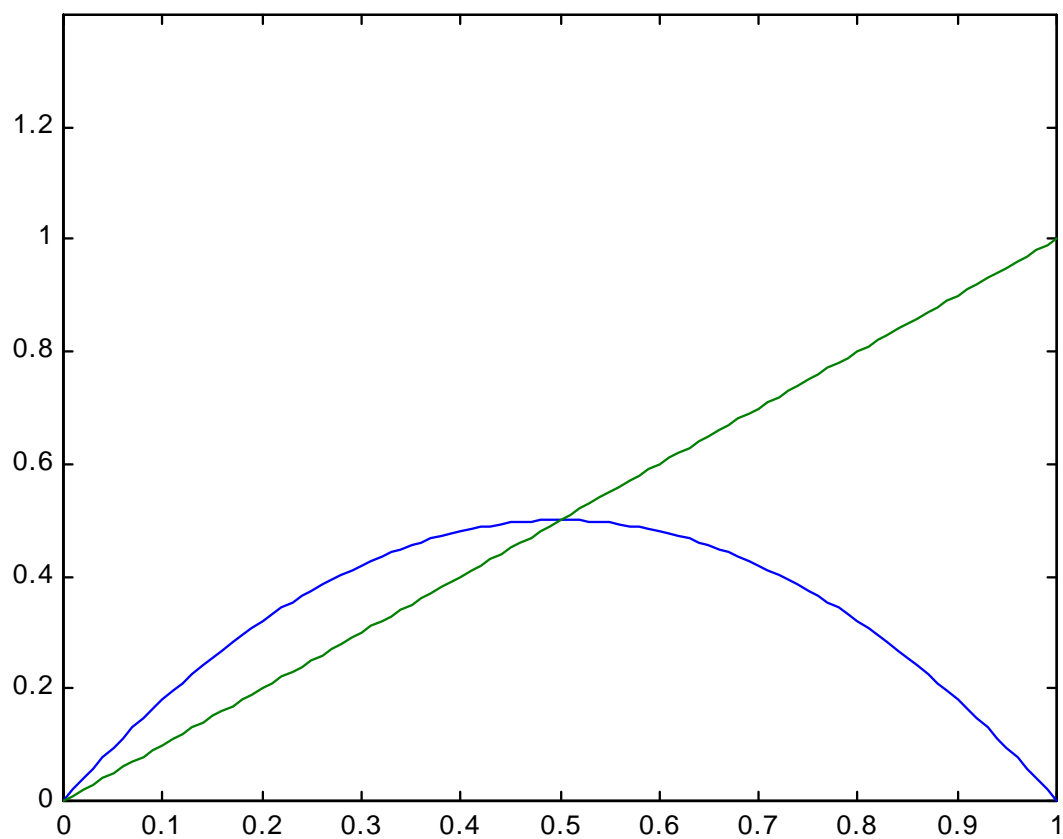


Odzworowanie logistyczne

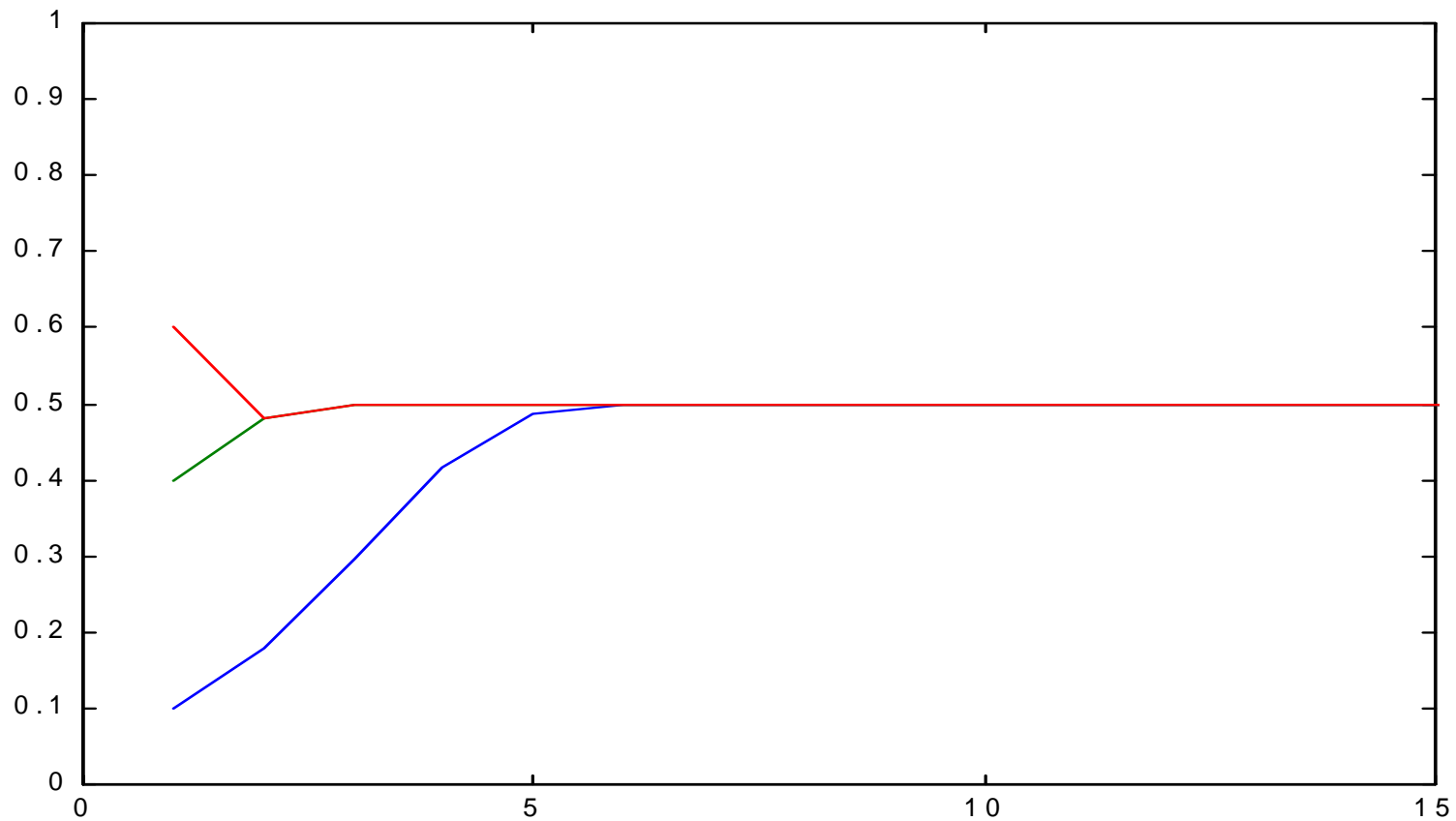
$$x(n+1) = x(n)[1 - x(n)]$$

Przypadek $1 < r < 3$

Wykres odzworowania dla $r = 2,0$



Wartości zmiennej stanu
dla warunków początkowych
 $x(1) = 0,1; x(1) = 0,4; x(1) = 0,6$
Parametr $r = 0,5$

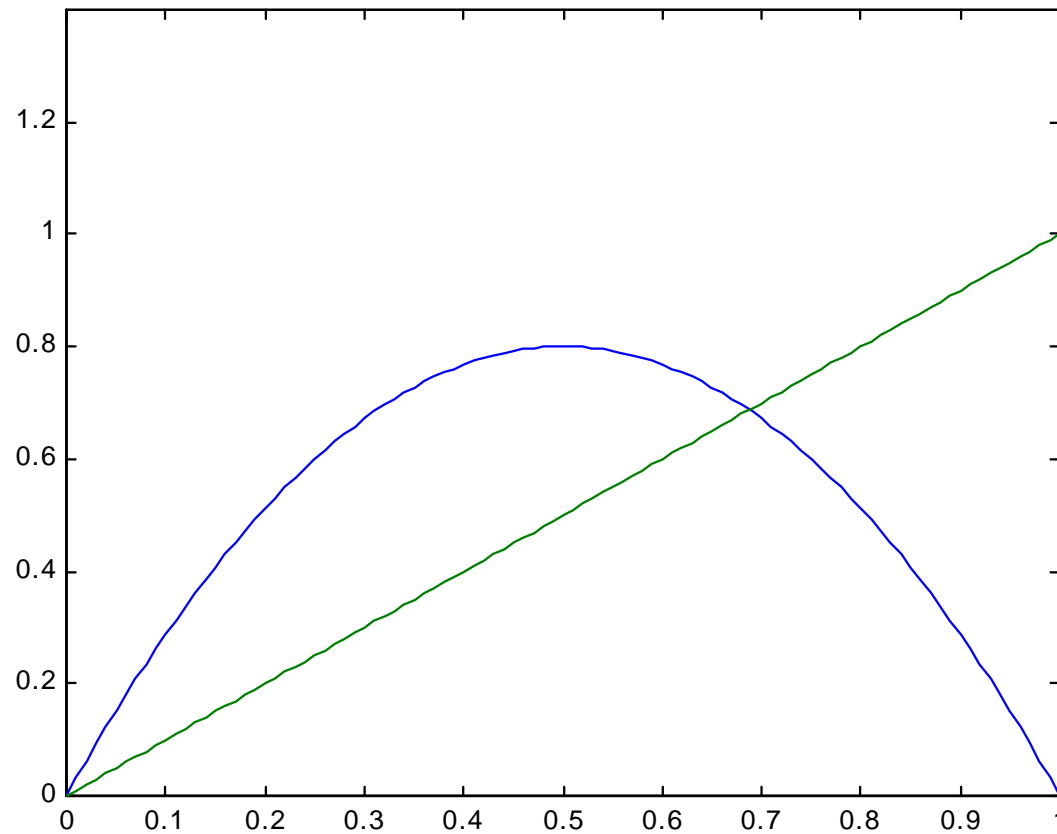


Odzworowanie logistyczne

$$x(n+1) = r \cdot x(n) [1 - x(n)]$$

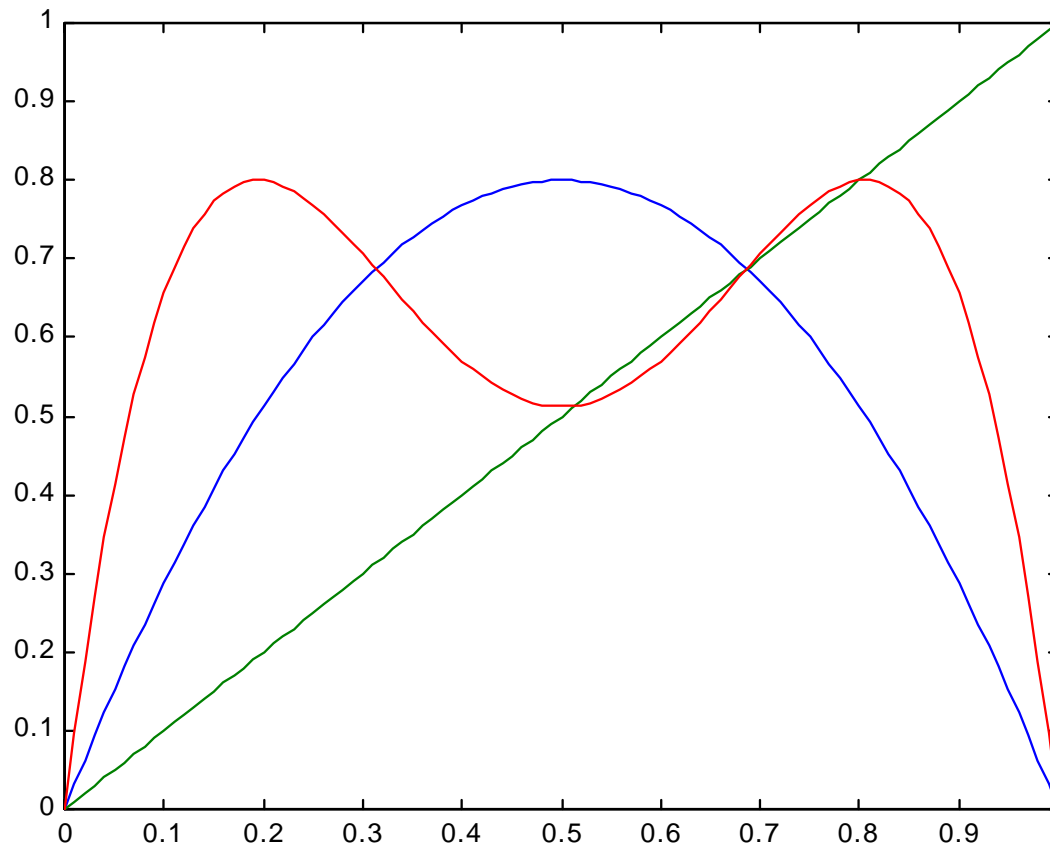
Przypadek $r > 3$

Wykres odzworowania dla $r = 3,2$

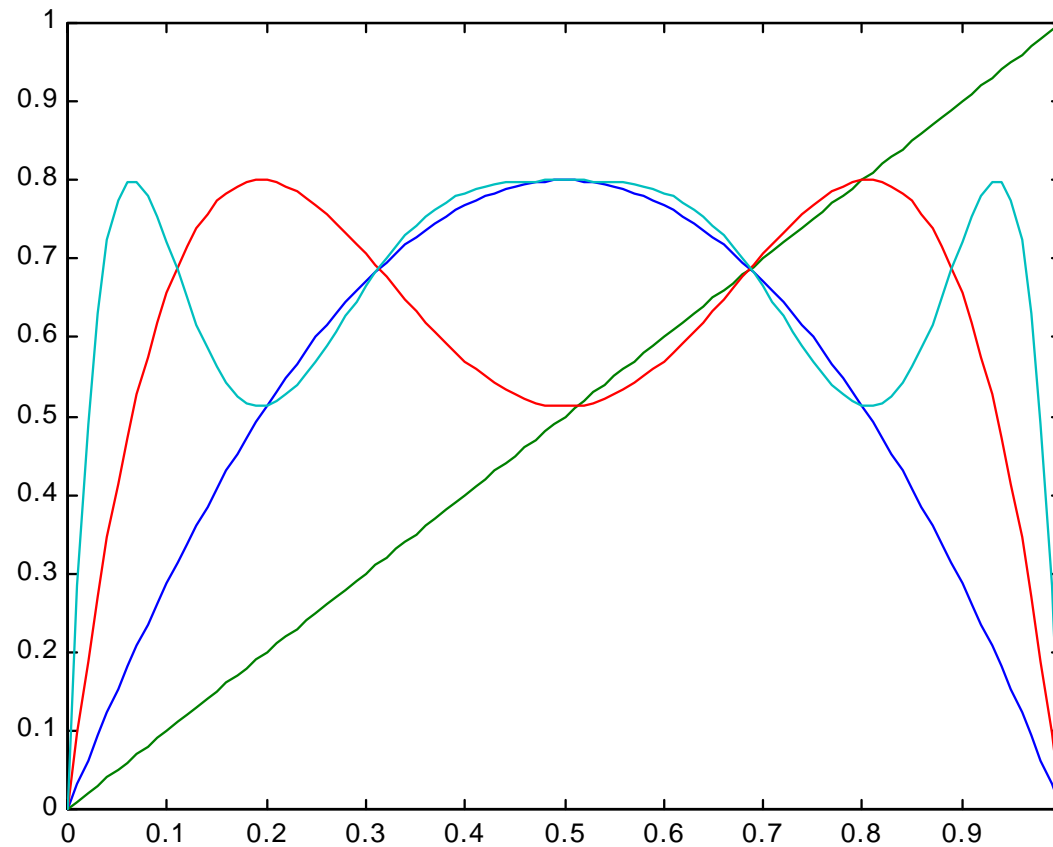


Odzworowanie F^2

dla odwzorowania logistycznego
 $x(n+1) = F[x(n)]$ dla $r = 3,2$



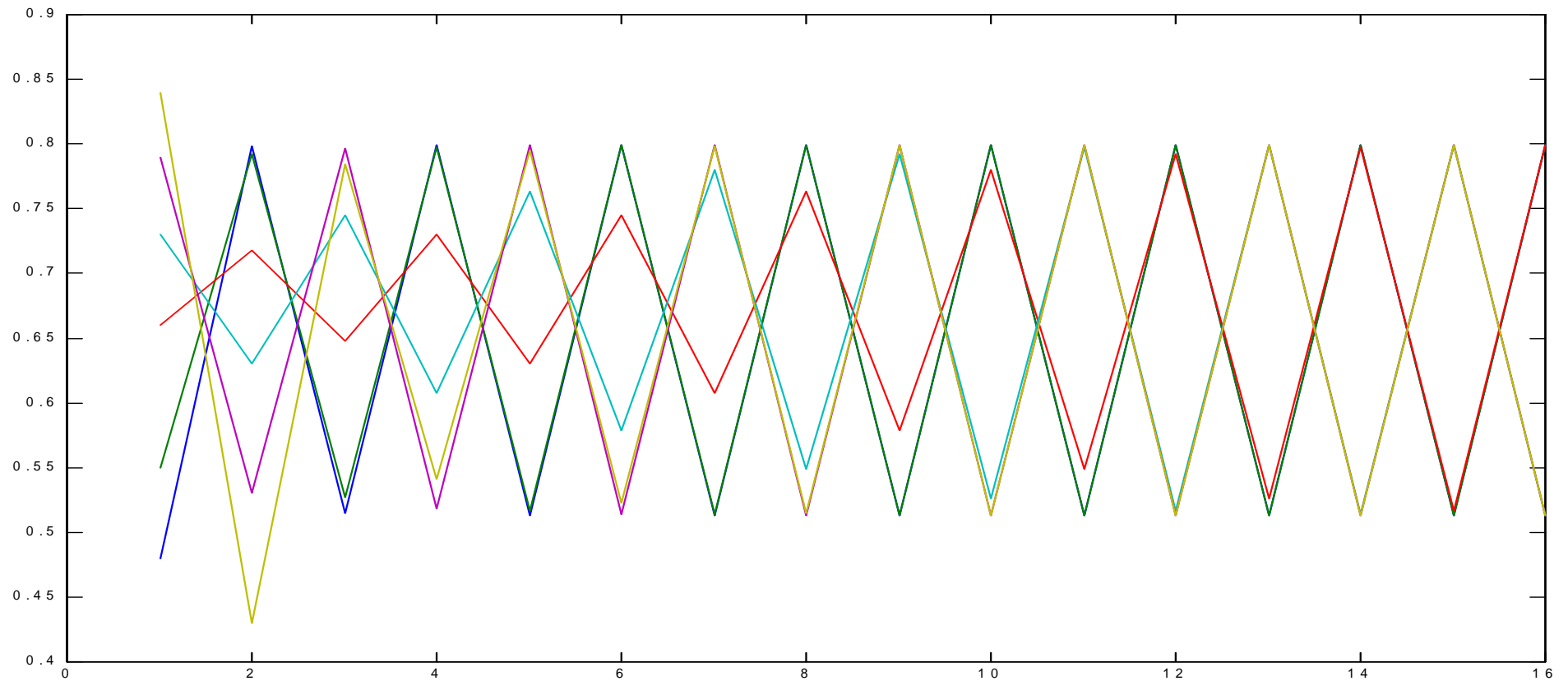
Odzworowanie F^4 dla odwzorowania logistycznego $x(n+1) = F[x(n)]$ dla $r = 3,2$



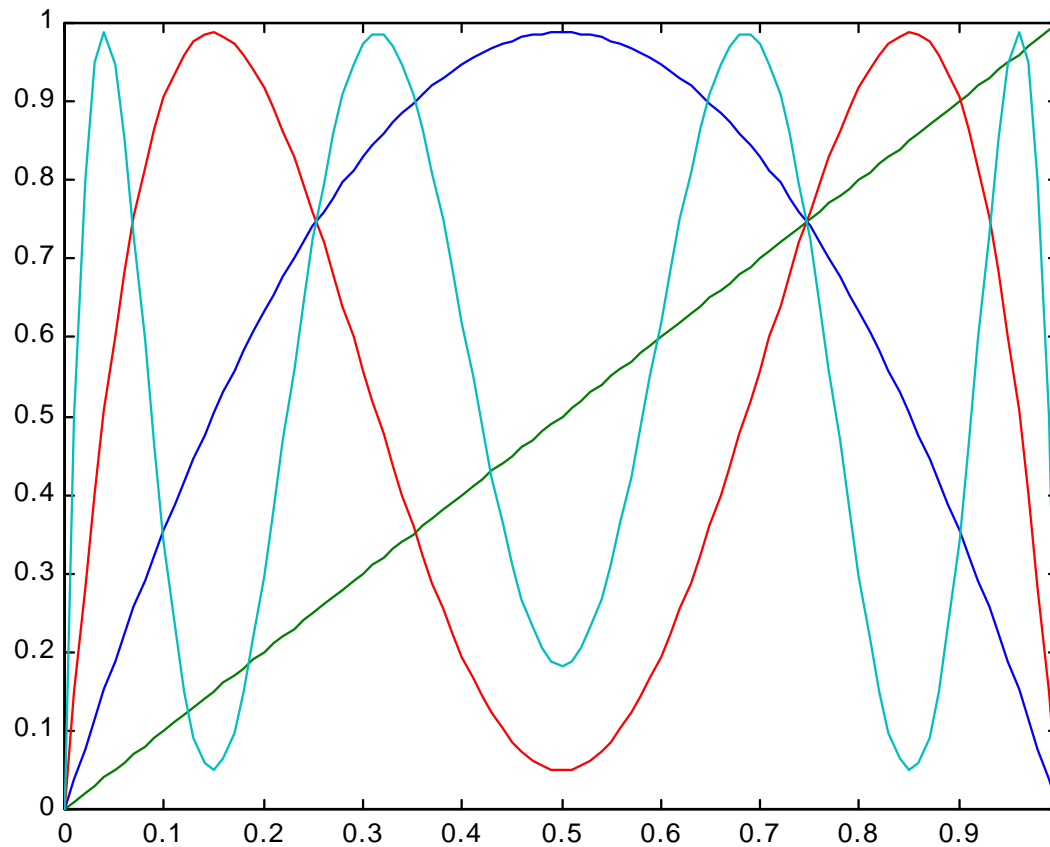
Zmienna stanu jako funkcja czasu dla warunków początkowych

$$x(1) = 0,48; x(1) = 0,55; x(1) = 0,66 ;$$
$$x(1) = 0,73 ; x(1) = 0,79 ; x(1) = 0,84$$

$$\text{Parametr } r = 3,2$$



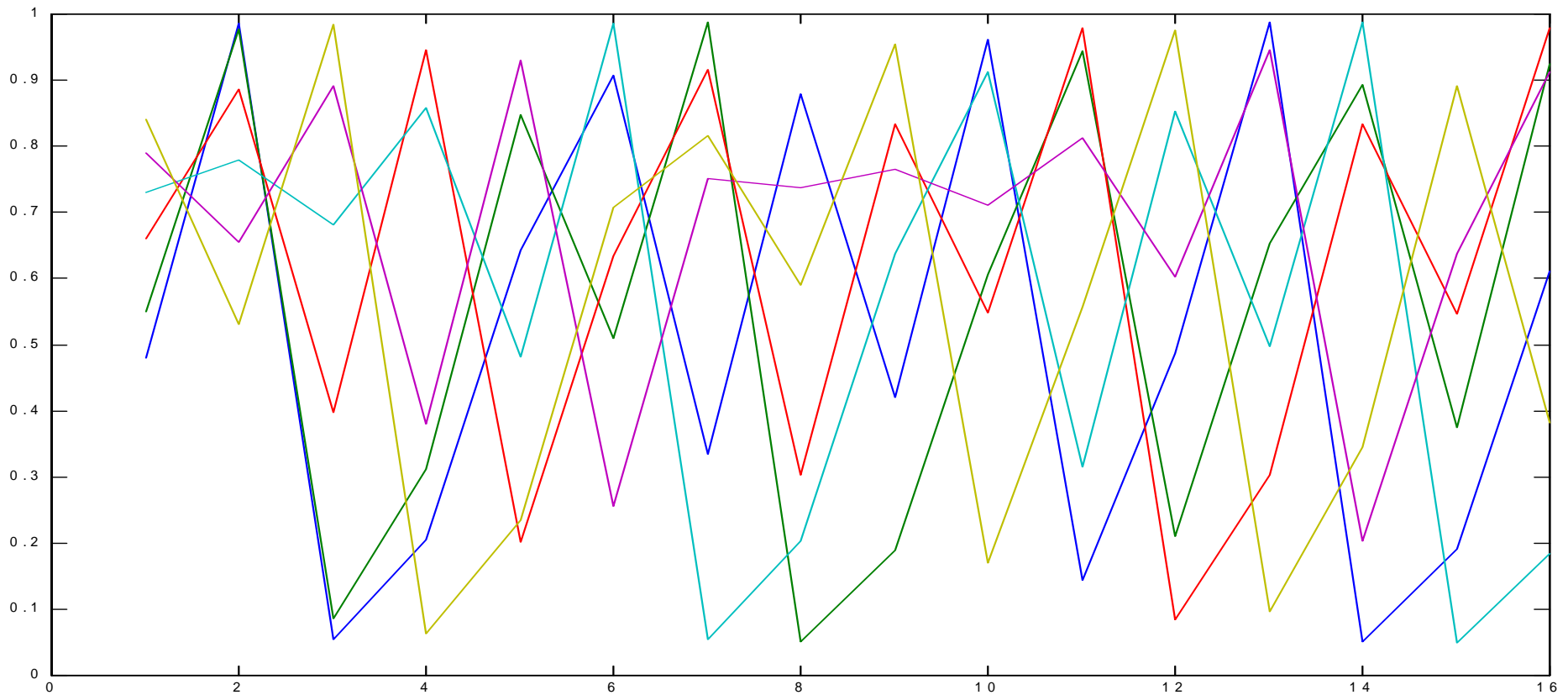
Odzworowanie F^4
dla odzworowania logistycznego
 $x(n+1) = F[x(n)]$ dla $r = 3,95$



Zmienna stanu jako funkcja czasu dla warunków początkowych

$$x(1) = 0,48; x(1) = 0,55; x(1) = 0,66 ;$$
$$x(1) = 0,73 ; x(1) = 0,79 ; x(1) = 0,84$$

$$\text{Parametr } r = 3,95$$

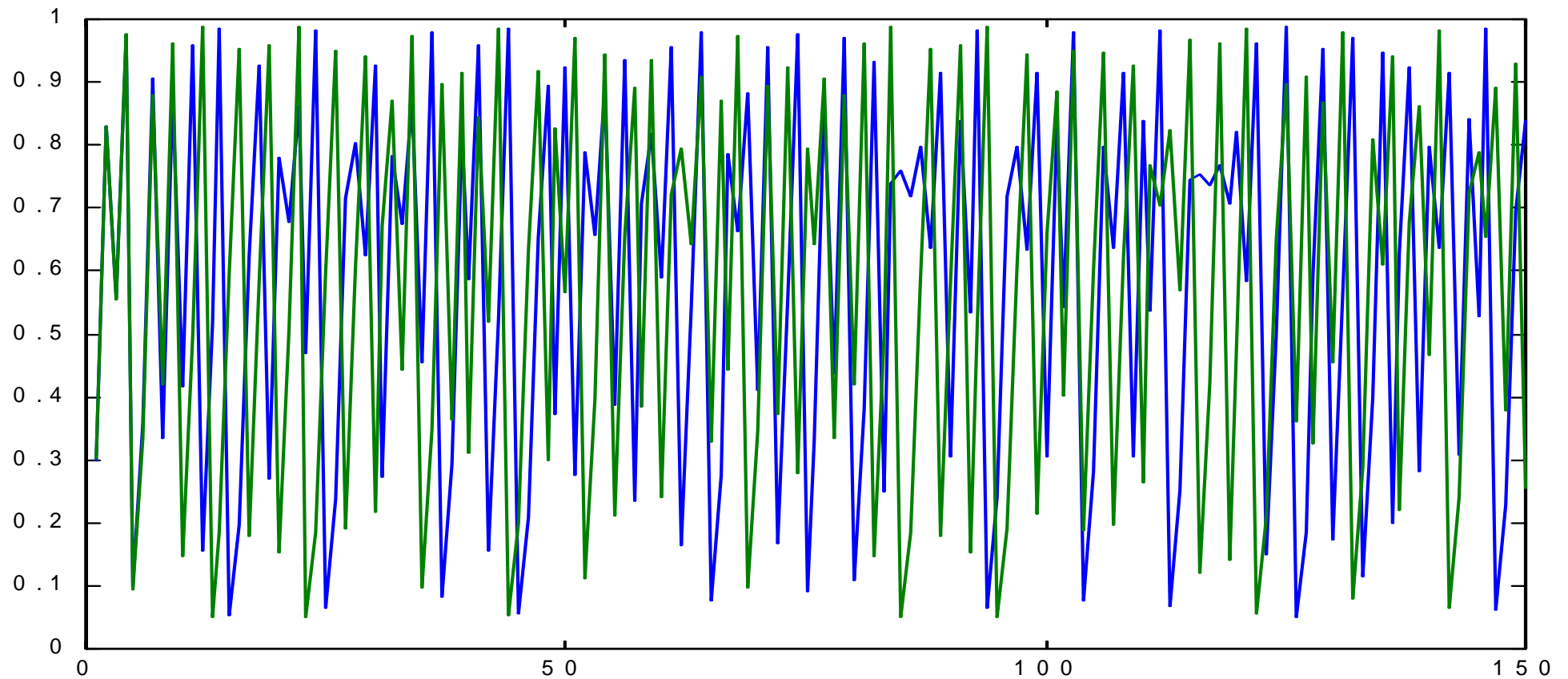


Drgania generowane dla warunków początkowych

$x(1) = 0,300$ (niebieska linia)

oraz $x(1) = 0,301$ (zielona linia)

Parametr $r = 3,95$

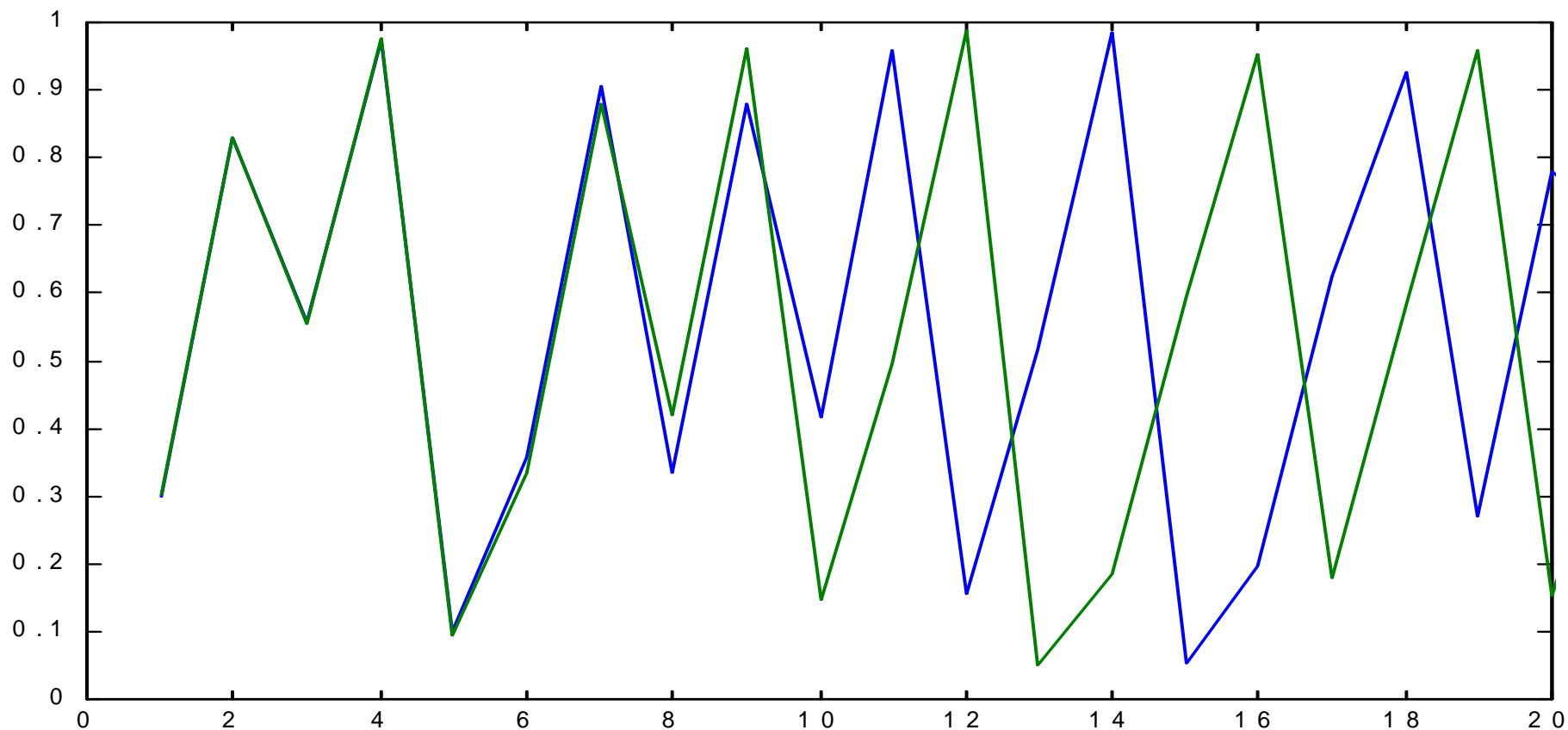


Drgania generowane dla warunków początkowych

$x(1) = 0,300$ (niebieska linia)

oraz $x(1) = 0,301$ (zielona linia);

Parametr $r = 3,95$; Przedział czasu $\langle 1,20 \rangle$

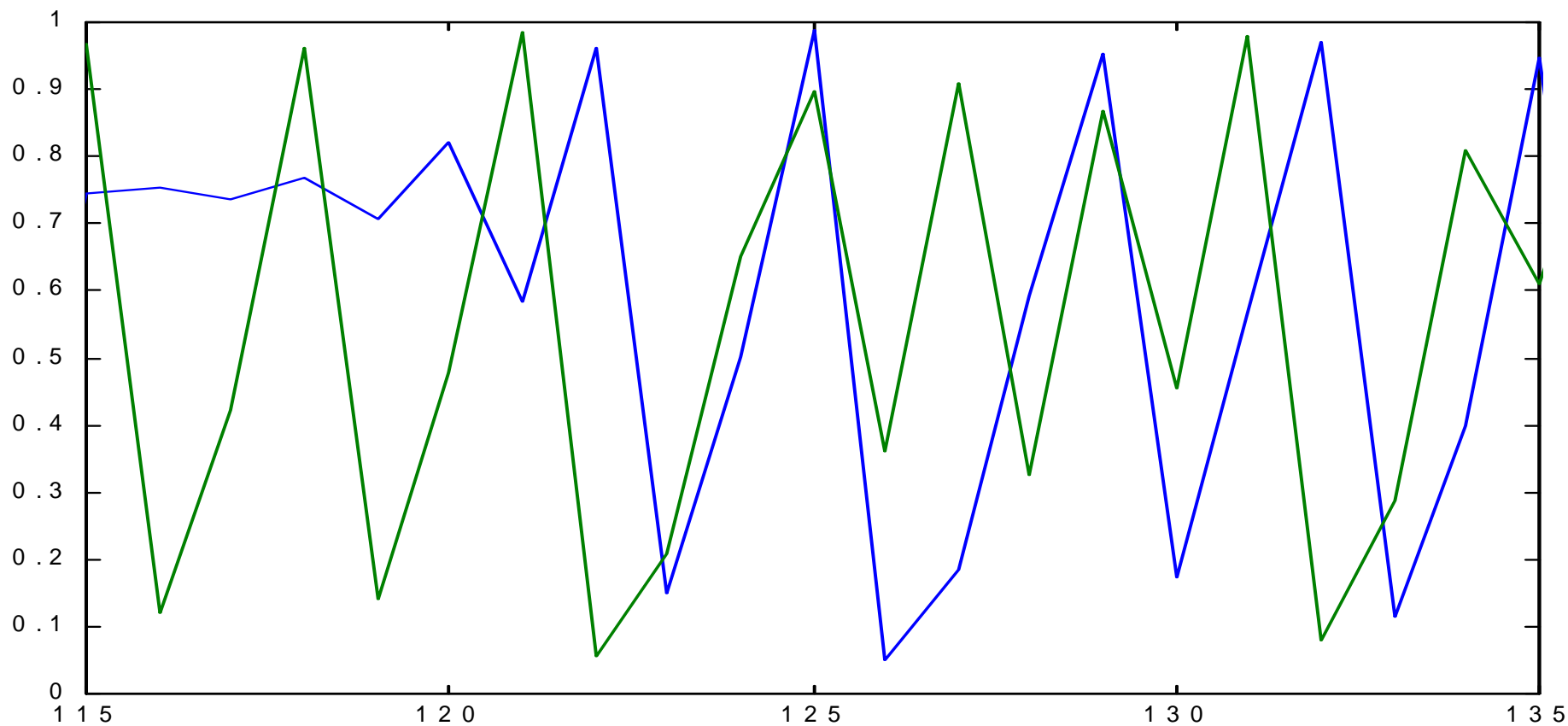


Drgania generowane dla warunków początkowych

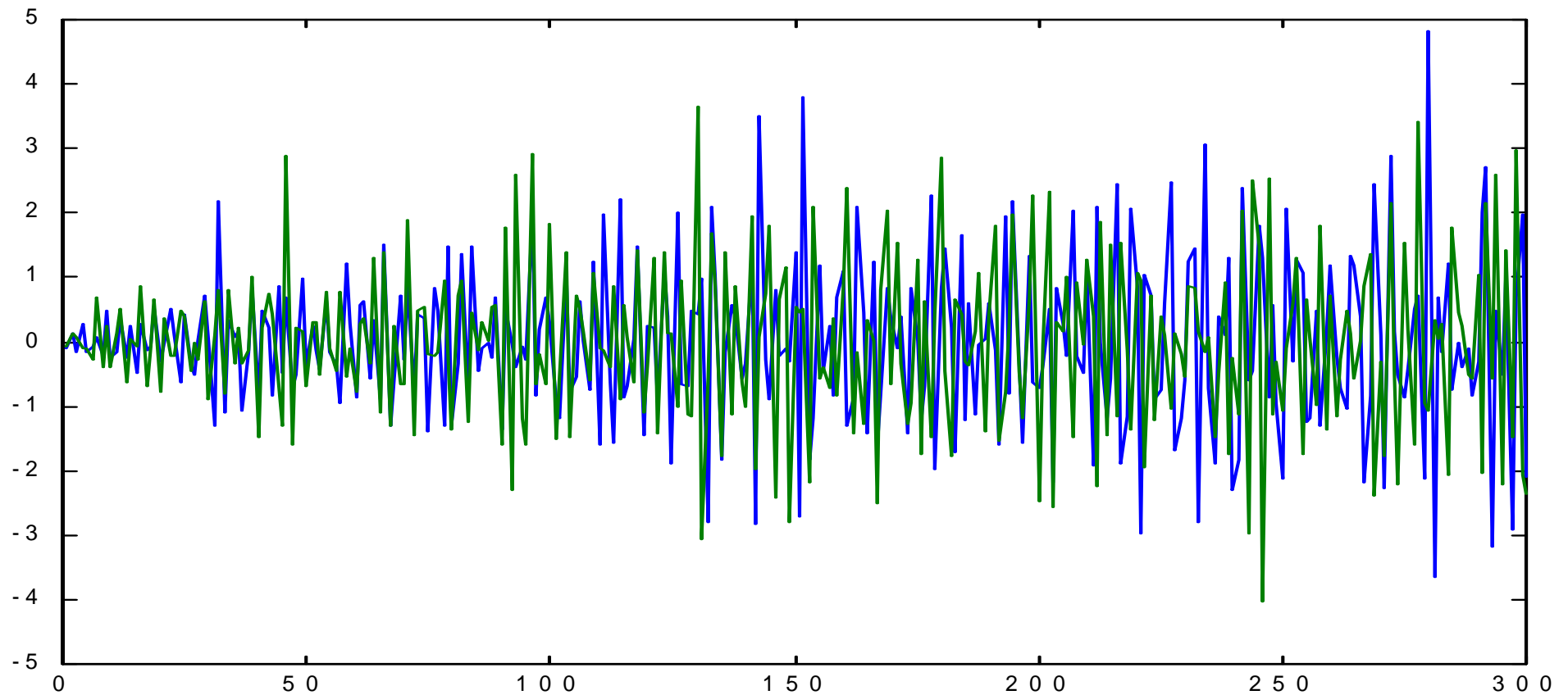
$x(1) = 0,300$ (niebieska linia)

oraz $x(1) = 0,301$ (zielona linia);

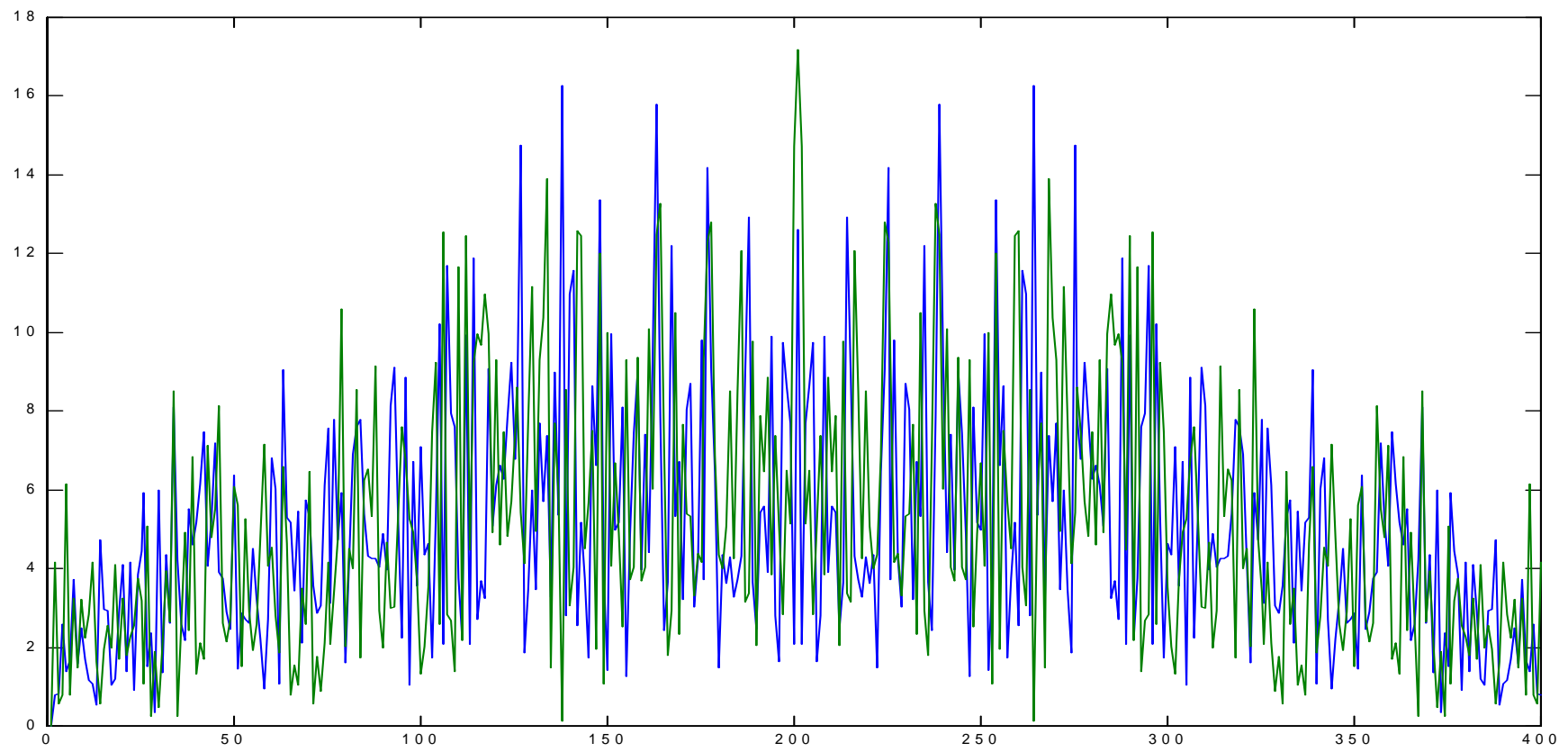
Parametr $r = 3,95$; Przedział czasu $\langle 115, 135 \rangle$



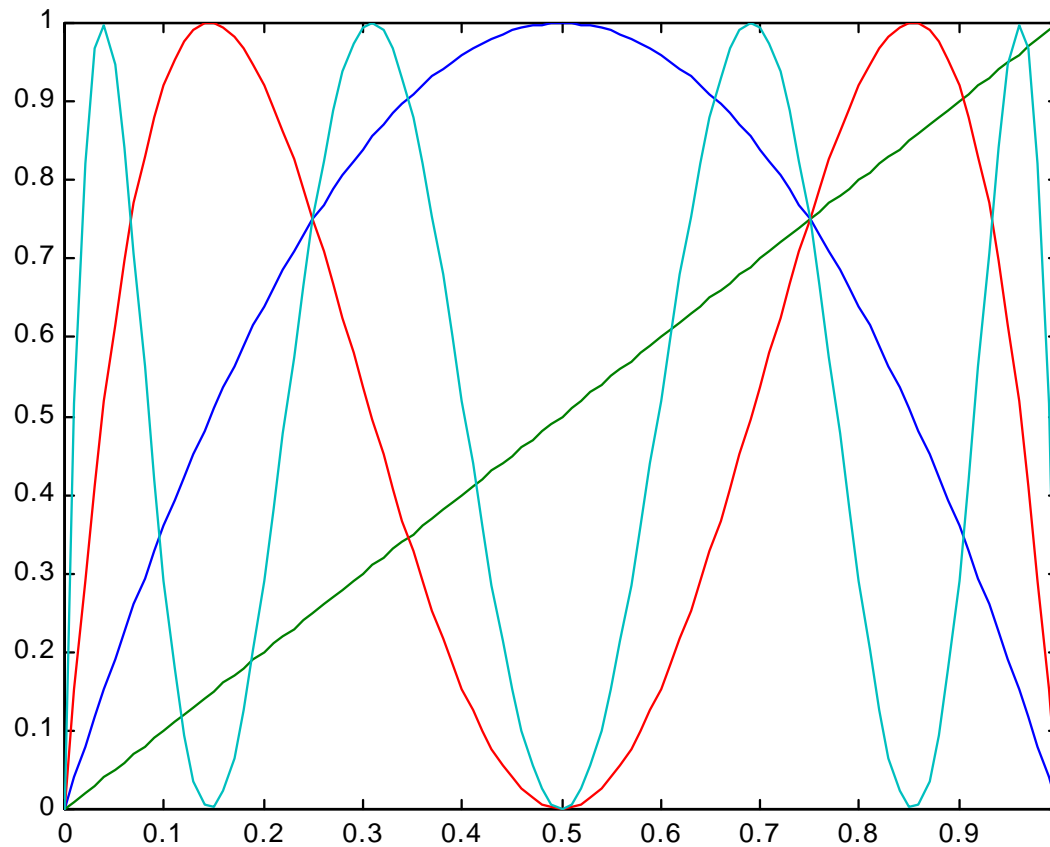
Autokowariancja drgań generowanych dla warunków początkowych $x(1) = 0,300$ (niebieska linia) oraz dla $x(1)=0,301$ (zielona linia);
Parametr $r = 3,95$



Widmo (DFT) drgań generowanych dla warunków początkowych $x(1) = 0,300$ (niebieska linia) oraz dla $x(1)=0,301$ (zielona linia); Parametr $r = 3,95$
Widmo wyznaczono dla sygnałów bez składowej stałej.



Odzwzorowanie F^4
dla odwzorowania logistycznego
 $x(n+1) = F[x(n)]$ dla $r = 4,00$



Autokowariancja drgań generowanych dla warunków początkowych $x(1) = 0,300$ (niebieska linia) oraz dla $x(1)=0,301$ (zielona linia);
Parametr $r = 4,00$

