# GENERACJA PRZEBIEGU SINUSOIDALNEGO.

Podstawą generacji sygnału sinusoidalnego jest równanie różnicowe wyprowadzone w sposób następujący.
Transmitancja układu generującego jest równa:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{Z[\sin(w\ n)]}{Z[d(n)]}$$

Na wyjściu spodziewany jest sygnał sinusoidalny.
Jego transformata jest równa:

$$Y(z) = \frac{C * z^{-1}}{1 + A * z^{-1} + z^{-2}}$$

gdzie:

A = 2 * cos ( 2 * π / N )
C = sin ( 2 * π / N )
N – liczba próbek na okres sinusoidy.

Na wejście podawany jest sygnał jednostkowy i jego transformata jest równa 1

X(z) = 1

Z powyższego wynika:

$$\frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{C * z^{-1}}{1 + A * z^{-1} + z^{-2}}$$

Stąd po wymnożeniu stronami i zastosowaniu odwrotnej transformaty Z otrzymujemy

y(n) = C * x(n–1) + A * y(n–1) – y(n–2)

Załóżmy, że układ zostaje pobudzony impulsem jednostkowym x(0) = 1.

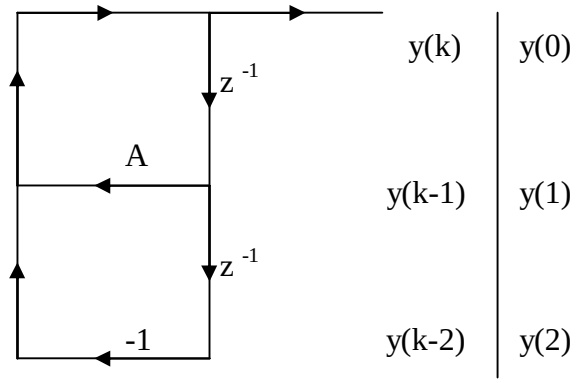
Rozważmy równanie różnicowe:
gdy n = 0 to y(0) = C * x(–1) + A * y(–1) – y(–2) = 0
gdy n = 1 to y(1) = C * x(0) + A * y(0) – y(–1) = C
gdy n = 2 to y(2) = C * x(1) + A * y(1) – y(0) = A * y(1)
gdy n = 3 to y(3) = C * x(2) + A * y(2) – y(1) = A * y(2) – y(1)
**...**
gdy n = k to y(k) = C * x(k-1) + A * y(k-1) – y(k-2) = A * y(k-1) – y(k-2)

Stąd równanie różnicowe przybiera postać:

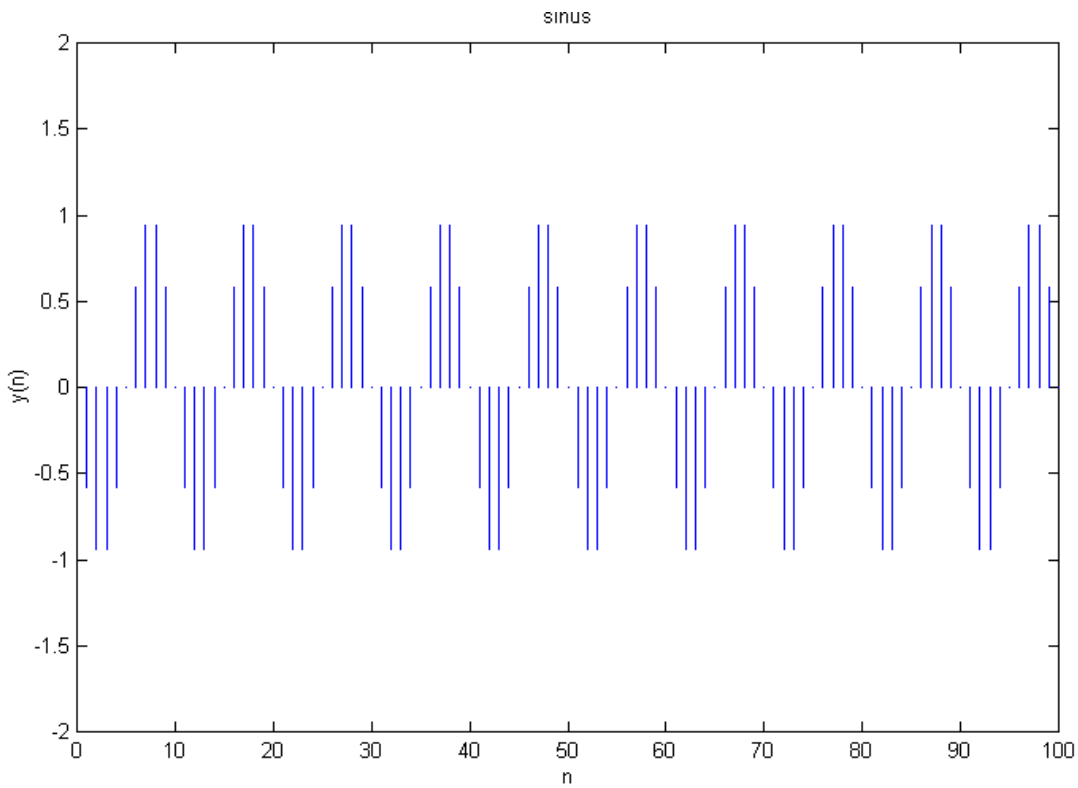
y(0) = 0
y(1) = C
y(k) = A * y(k-1) – y(k-2)

Aby wyznaczyć kolejny wyraz tego ciągu wystarczy mieć dwa poprzednie i można to zapisać w postaci programu ( := oznacza instrukcję podstawienia):

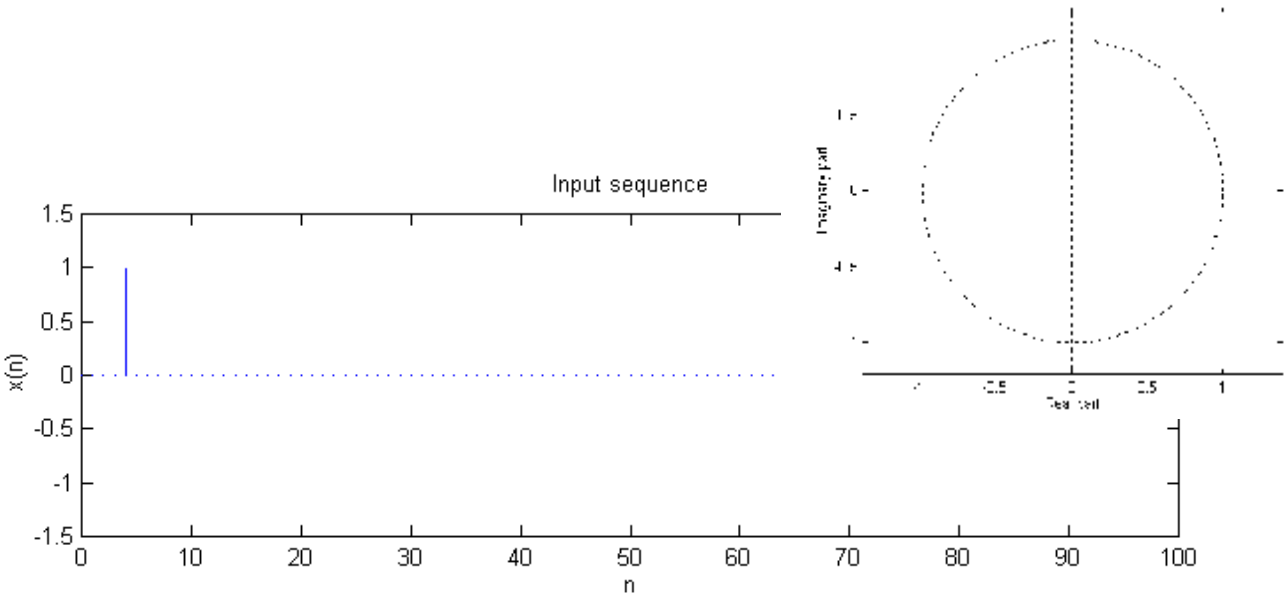
```
y[1] := C;                          <<<warunki początkowe
y[0] := y[2] := 0;                  <<<warunki początkowe

    y[2] := y[1];                   <<<blok operacji powtarzanych
    y[1] := y[0];
    y[0] := A * y[1] – y[2];
```

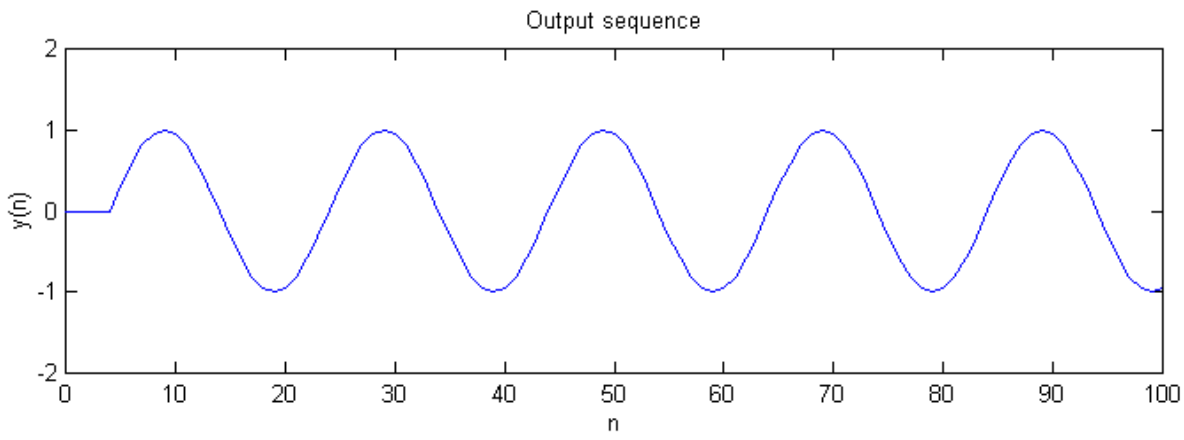



```
% singen.m: Matlab sinus generator
%
close;
n=1:10000;
N=10;                % liczba próbek na okres sinusoidy
a=0.9;
A=2*cos(2*pi/N);
C=sin(2*pi/N);
r=zeros(1,100);      % tablica próbek
y=[0,C,0];
for j=n,
   y(3)=y(2);        % procedura generacji
   y(2)=y(1);
   y(1)=A*y(2)-y(3);
   r(j)=y(1);
end;
grid on;
subplot(1,1,1);stem(n,r)
axis([0,100,-2,2])
title('sinus');xlabel('n');ylabel('y(n)')
pause;
sound(r);
close;
```

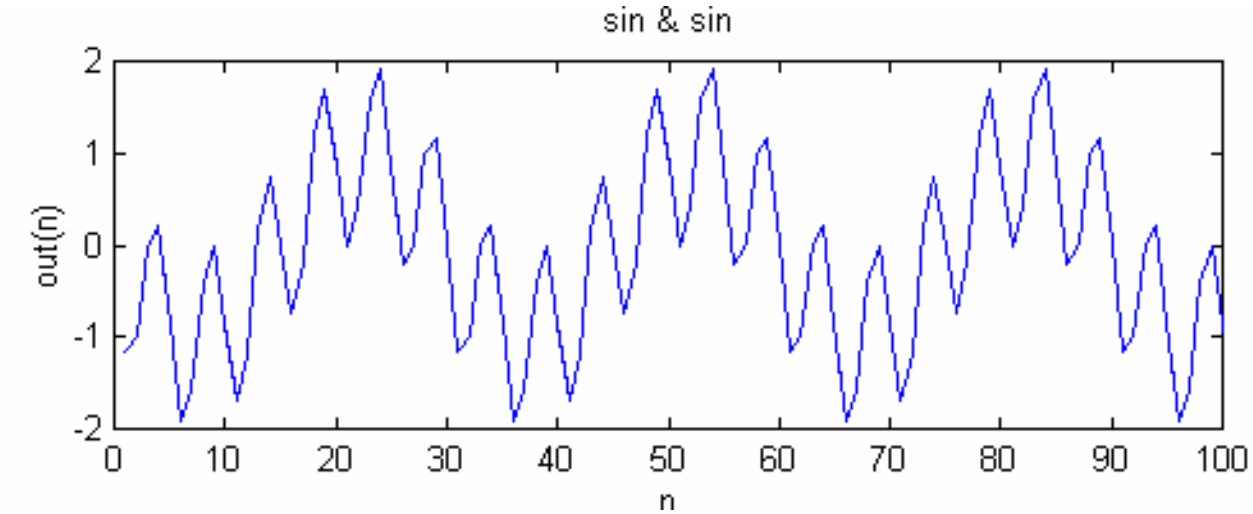


```
% sintry.m :  Sinus  try - z równania rożniczkowego
% diff eqn: y(n)- A y(n-1)+ y(n-2) = C x(n-1)
N=20;
b = [0,sin(2*pi/N)]; a = [1,-2*cos(2*pi/N),1];
n=0:100;
x = [(n==4)];          %delta
y = filter(b,a,x);
subplot(2,1,1); stem(n,x); title('Input sequence')
xlabel('n'); ylabel('x(n)'); axis([0,100,-1.5,1.5])
subplot(2,1,2); plot(n,y); title('Output sequence')
xlabel('n'); ylabel('y(n)'); axis([0,100,-2,2])
pause;
%xic=filtic(b,a,[0],[sin(2*pi/N)]) %filt and initial condition: y(-1) x(-1)
%xic=filtic(b,a,[0],[10]) %filt and initial condition: y(-1) x(-1)
xic=filtic(b,a,[1]) %filt and initial condition: y(-1)
x=zeros(1,101);     %brak sygnału wejściowego
y = filter(b,a,x,xic);
subplot(2,1,1); stem(n,x); title('Input sequence')
xlabel('n'); ylabel('x(n)'); axis([0,100,-1.5,1.5])
subplot(2,1,2); plot(n,y); title('Output with initial cond.')
xlabel('n'); ylabel('y(n)'); axis([0,100,-1.2*abs(max(y)),1.2*abs(max(y))])
pause;
close;
zplane(b,a);
```

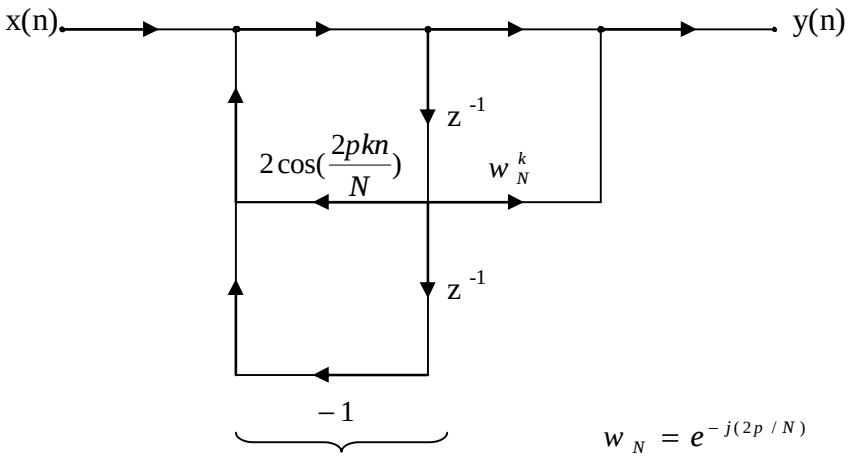


```
% sin2gen.m : Generacja 2 funkcji sinus. Wybieranie tonowe DTMF
%
%                              Column
%                          1       2       3       4
%                       1209Hz  1336Hz  1477Hz  1633Hz
%                      +-----------------------+
%                  1   |   1   |   2   |   3   |   A       697Hz
%                      |       |       |       |
%                      +-------+-------+-------+
%                  2   |   4   |   5   |   6   |   B       770Hz
%              R       |       |       |       |
%              O       +-------+-------+-------+
%              W   3   |   7   |   8   |   9   |   C       852Hz
%                      |       |       |       |
%                      +-------+-------+-------+
%                  4   |   *   |   0   |   #   |   D       941Hz
%                      |       |       |       |
%                      +-----------------------+
%
close;
n=1:10000;
N1=5;
A1=2*cos(2*pi/N1);
C1=sin(2*pi/N1);
y1=[0,C1,0];

N2=30;
A2=2*cos(2*pi/N2);
C2=sin(2*pi/N2);
y2=[0,C2,0];

for j=n,
   y1(3)=y1(2);
   y1(2)=y1(1);
   y1(1)=A1*y1(2)-y1(3);
   y2(3)=y2(2);
   y2(2)=y2(1);
   y2(1)=A2*y2(2)-y2(3);
   r(j)=y1(1)+ y2(1);
end;
grid on;
subplot(2,1,1);plot(n,r)
axis([0,100,-2,2])
title('sin & sin');xlabel('n');ylabel('out(n)')
pause;
sound(r);
close;
```



```
% GOERTZEL.m   - badanie algorytmu
clc;
echo on;
% ALGORYTM GOERTZEL'A
% Prezentacja algorytmu Goertzel'a
%   Implementacja algorytmu znajduje się w funkcji amp2= zgoer(x, N, k)
N=200;                 %liczba próbek sygnału x
fp=8000;

echo off;

%f= 350.7;
%t= [1:N]; % N próbek
%x= sin(2*pi*(f/fp) * t)+0.2*randn(size(t));  % sinus_szum

f1= 1335;
f2= 851.2;
t= [1:N]; % N próbek
x= sin(2*pi*(f1/fp) * t) + sin(2*pi*(f2/fp) * t);  % sinus+sinus

%t= [1:N]; % N próbek                          % chirp
%x= sin(2*pi*(t/fp) .* t);

subplot(3,1,1);
plot(x);

amp2= zeros(1, N);
for i= 0:N-1,
   amp2(i+1)= zgoer(x, N, i);
end;

subplot(3,1,2);
plot(sqrt(amp2));    % algorytm Goertzel'a

subplot(3,1,3);
plot(abs(fft(x,N)),'r')  % dla porównania DFT



% ALGORYTM GOERTZEL'A
%   Obliczanie kwadratu amplitudy dla k-tej harmonicznej
%   N-elementowego zbioru danych x.
function amp2= zgoer(x,N,k)
% zerowanie 2-elementowej historii w stanie początkowym
hist= zeros(1,2);
% wstępne obliczenie współczynnika fact
factor=2*cos(2*pi*k/N);
% główna pętla filtru dla N-elementowego zbioru x
for i=1:N,
   hist=[x(i)+factor*hist(1)-hist(2),hist(1)];
end;
% obliczenie kwadratu amplitudy po N obrotach filtru
% korzystając z zawartości historii
amp2=hist(1)*hist(1)+hist(2)*hist(2)-factor*hist(1)*hist(2);
```




N – times  k = 0,1,2,...,N-1

$$H_k(z) = \frac{1 - w_N^k z^{-1}}{1 - 2\cos(2pk/N) z^{-1} + z^{-2}}$$