

# Przetwarzanie sygnałów w torze pomiarowym



## Filtracja sygnałów

Częstotliwości sygnałów przepuszczanych przez filtr bez znacznego tłumienia stanowią pasmo przepustowe filtru, natomiast częstotliwości tłumione przez filtr stanowią pasmo tłumieniowe (zaporowe).

Częstotliwości oddzielające pasma przepustowe i tłumieniowe (zaporowe) to częstotliwości graniczne.

## Podział filtrów

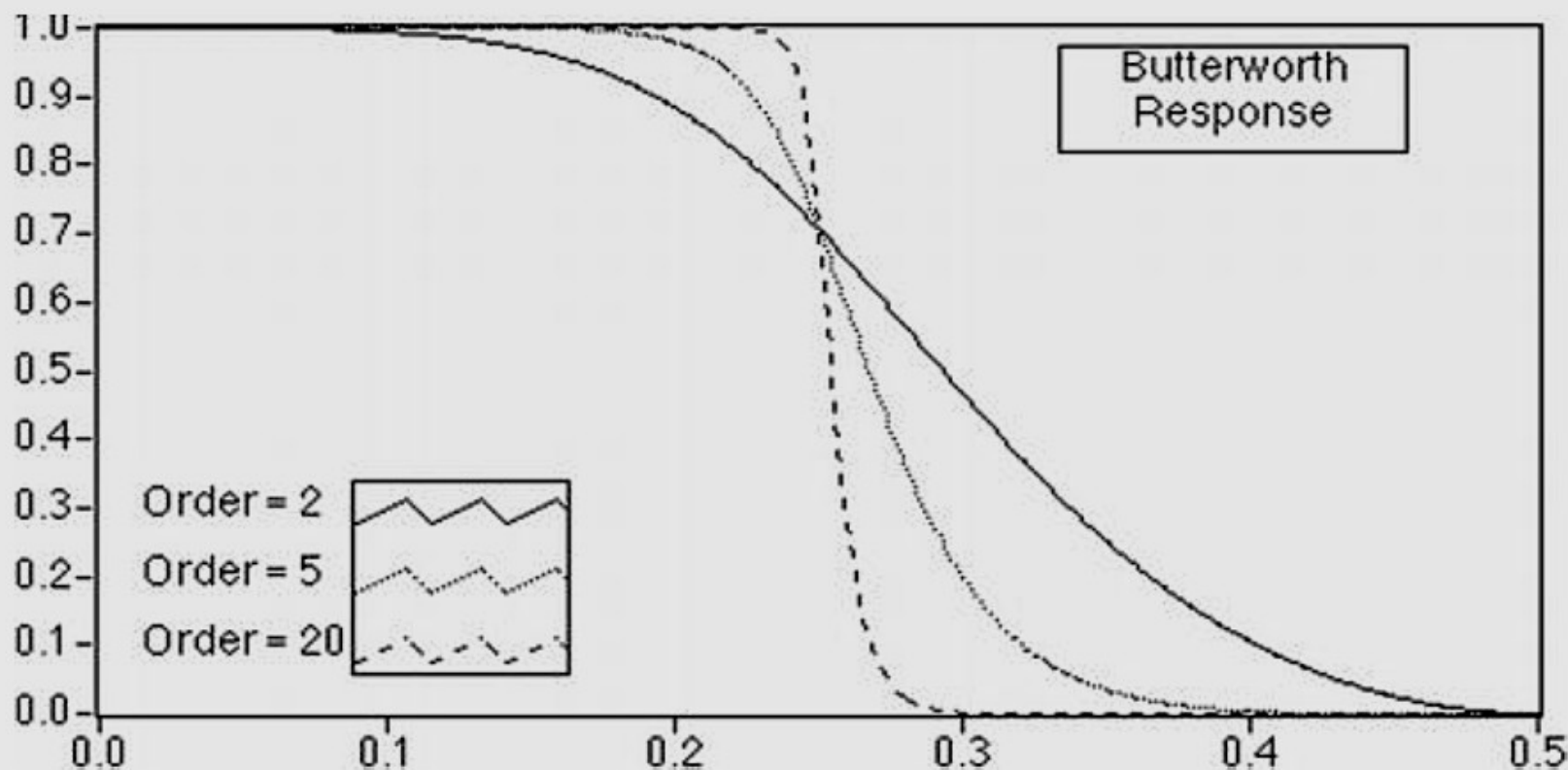
- dolnoprzepustowe (pasmo przepustowe od 0 do  $f_g$ ),
- górnoprzepustowe (pasmo przepustowe powyżej  $f_g$ ),
- środkowoprzepustowe (pasmo przepustowe od  $f_1$  do  $f_2$ ),
- środkowozaporowe (pasmo zaporowe od  $f_1$  do  $f_2$ ).

## Charakterystyki filtrów

- Butterwortha – maksymalnie płaska charakterystyka,
- Czebyszewa – równomierna falistość charakterystyki modułu transmitancji w paśmie przepustowym,
- Eliptyczne (Czebyszewa II rodzaju) – równomierna falistość w paśmie tłumienia.

## Filtr Butterwortha

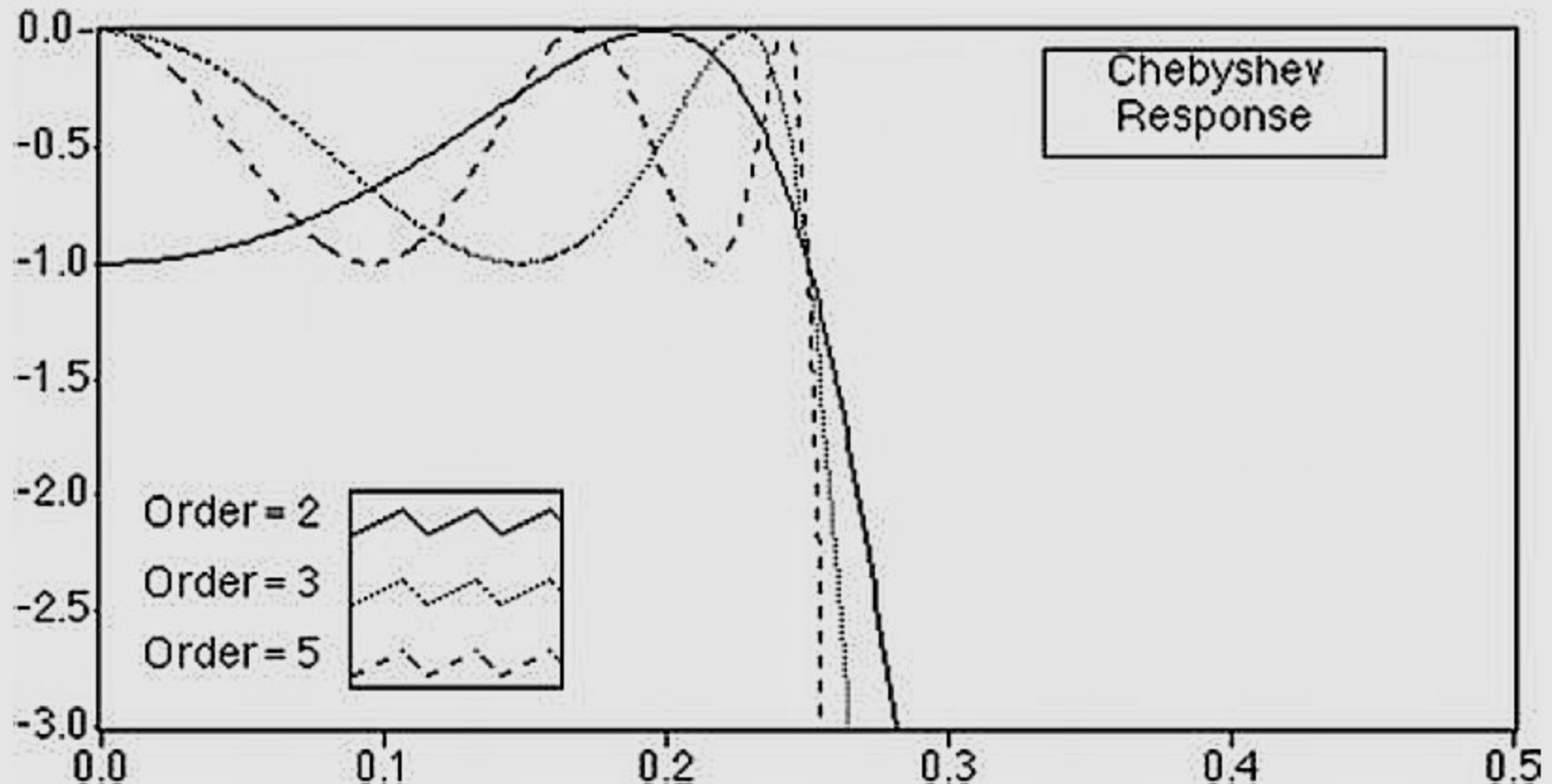
Płaski w paśmie przenoszenia – małe zniekształcenia sygnału  
Powolny spadek wzmocnienia w paśmie przejściowym



## Filtr Czebyszewa

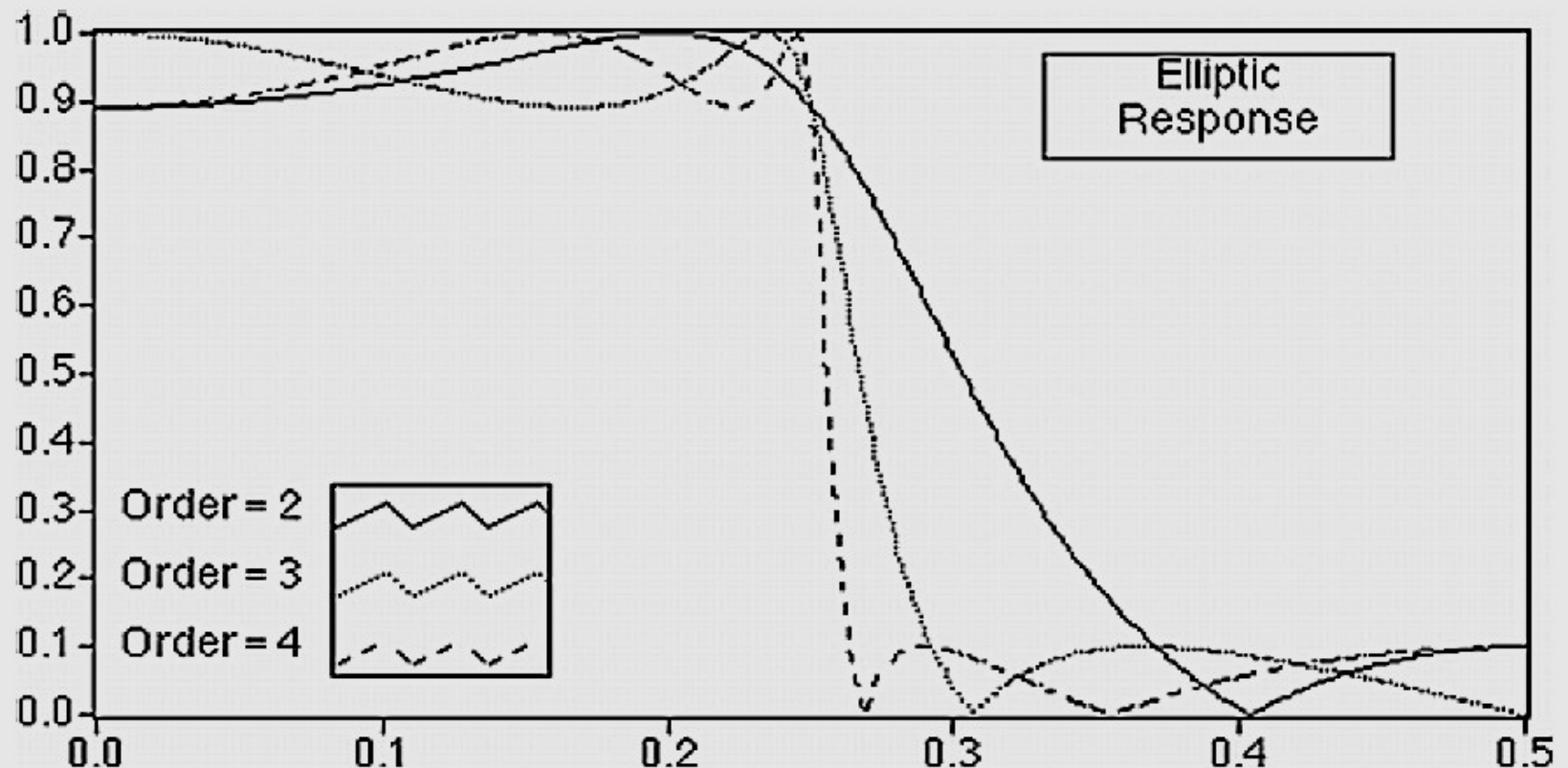
Zoptymalizowany dla najszybszego spadku wzmacnienia w paśmie przejściowym

Zafalowania w paśmie przepustowym



## Filtr eliptyczny

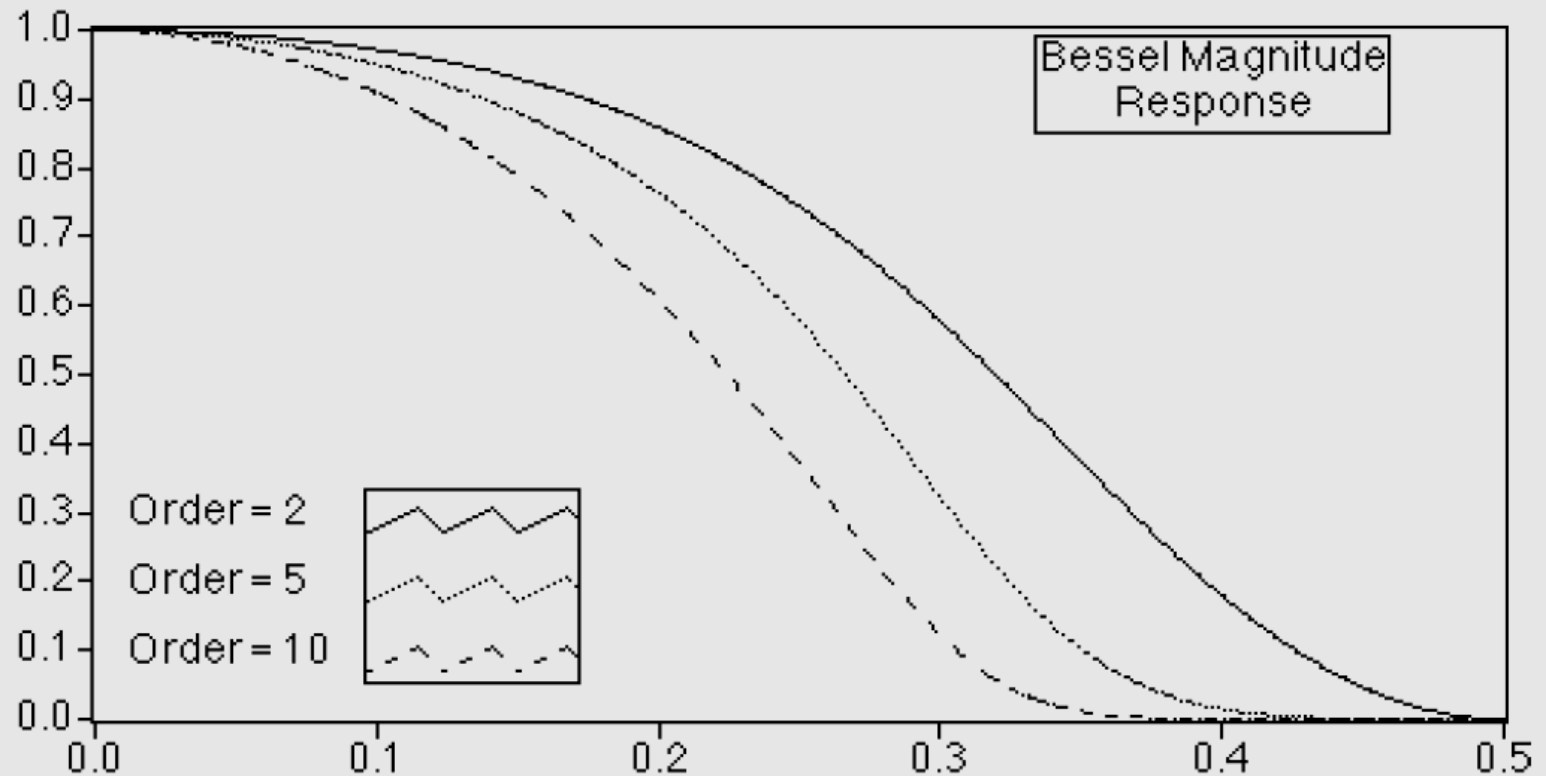
Najszybszy spadek wzmocnienia w paśmie przejściowym  
Zafalowania w paśmie przepustowym i zaporowym



## Filtr Bessela

Najbardziej liniowa charakterystyka fazowa

Bardzo powolny spadek wzmacnienie w paśmie przejściowym



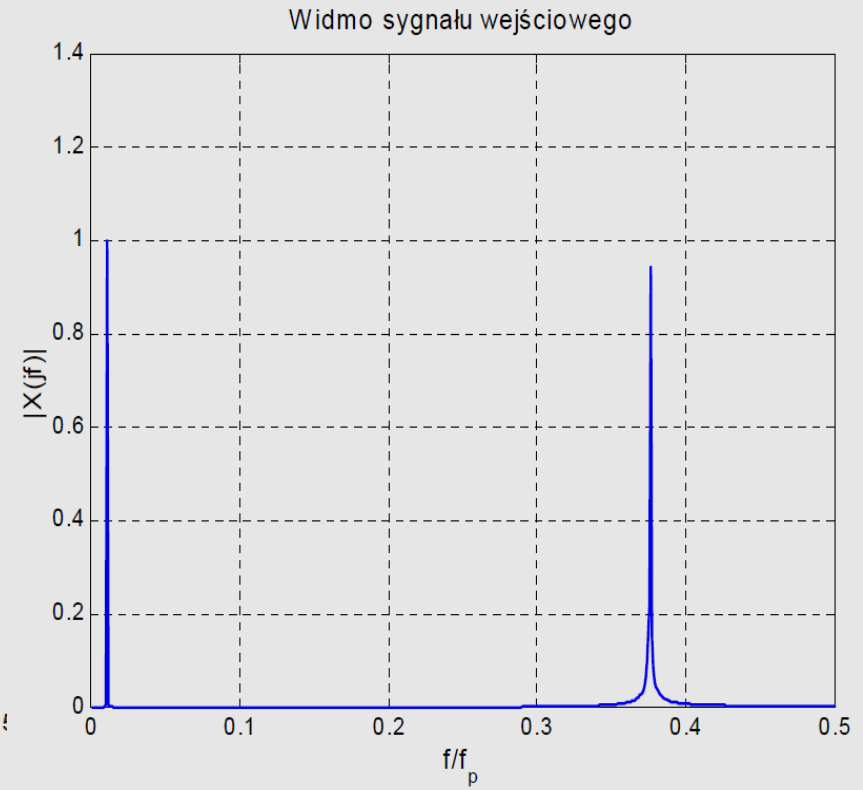
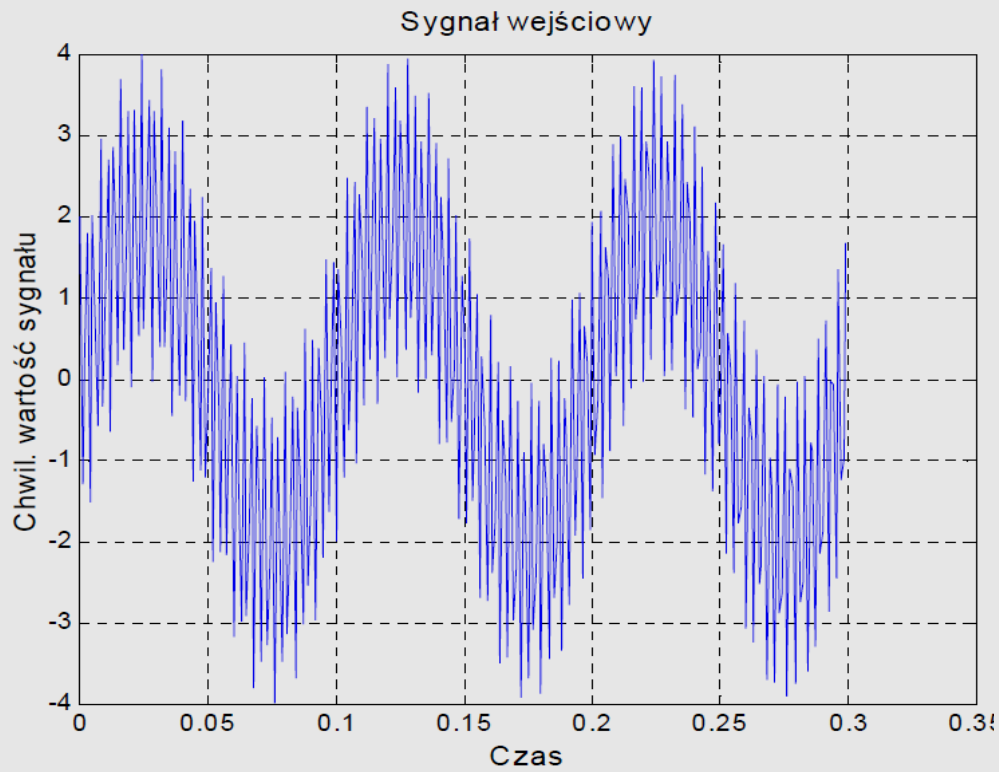


## Model matematyczny filtra cyfrowego

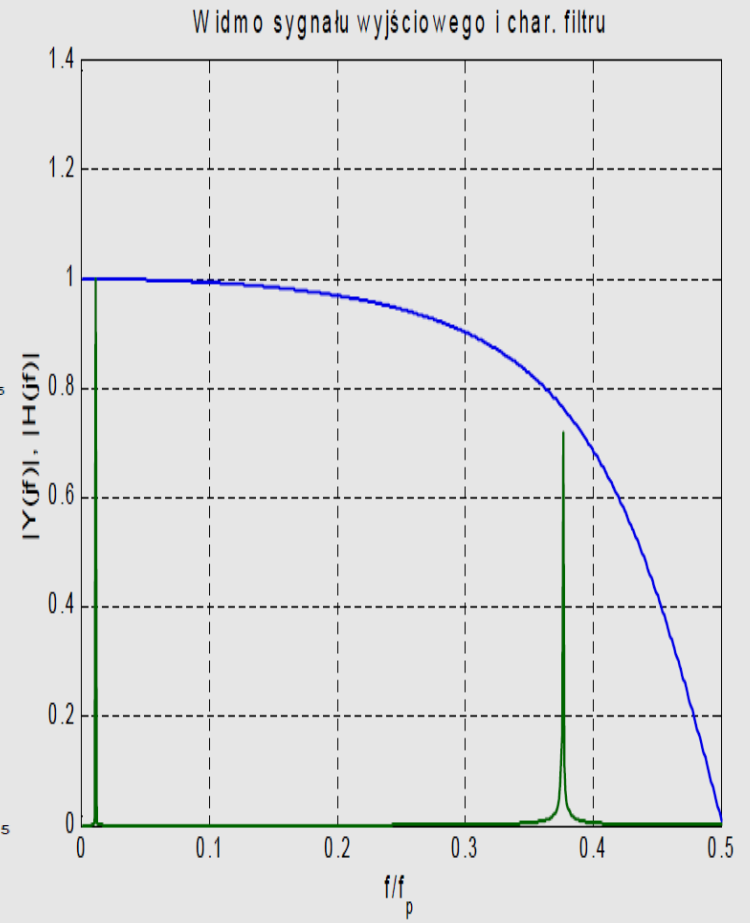
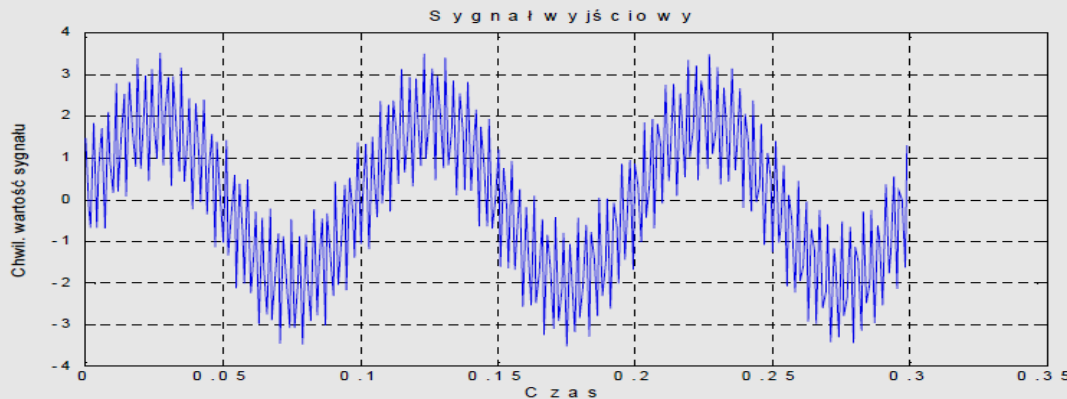
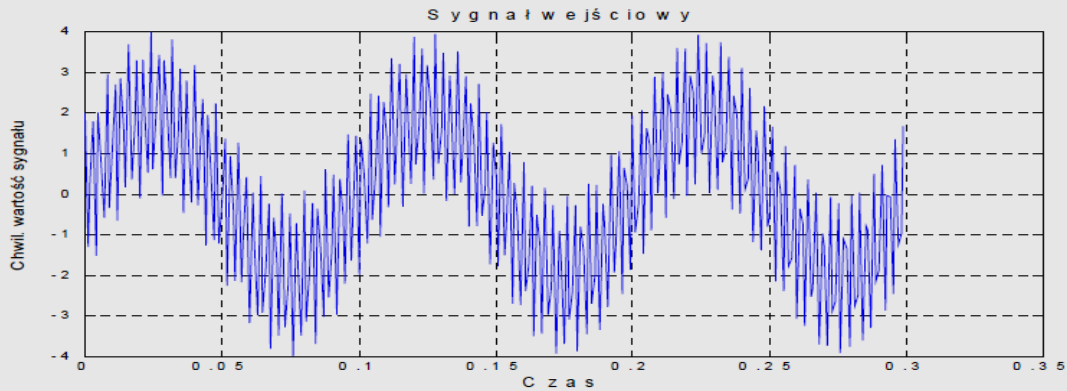
$$y(n) = \sum_{k=0}^L b_k y(n-k) + \sum_{k=0}^M a_k x(n-k)$$

$n = 1, 2, \dots, N$  - numer próbki,  
 $y$  – sygnał wyjściowy,  
 $x$  – sygnał wejściowy,  
 $a, b$  – współczynniki.

# Przykład:

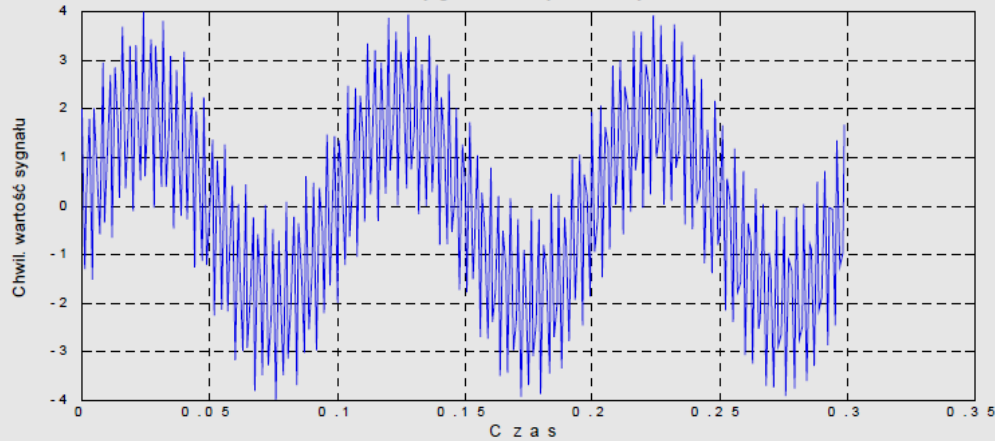


## Filtr 1-go rzędu (Czeb.)

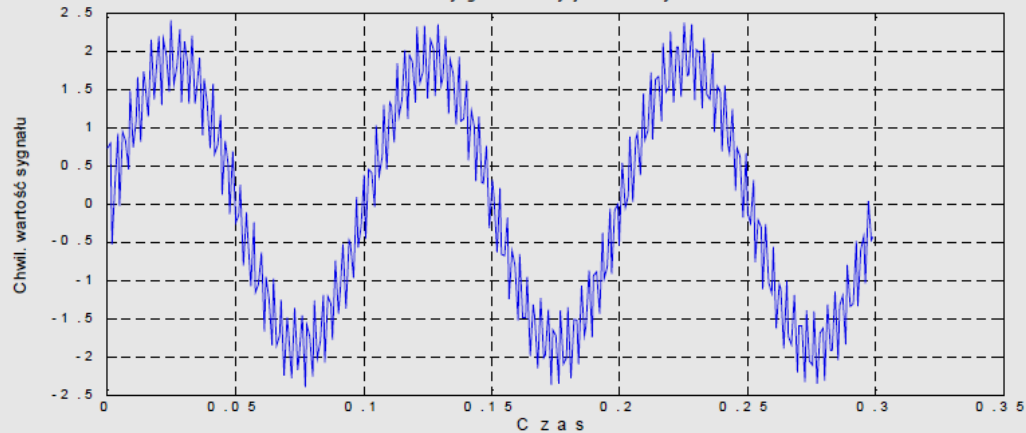


## Filtr 2-go rzędu (Czeb.)

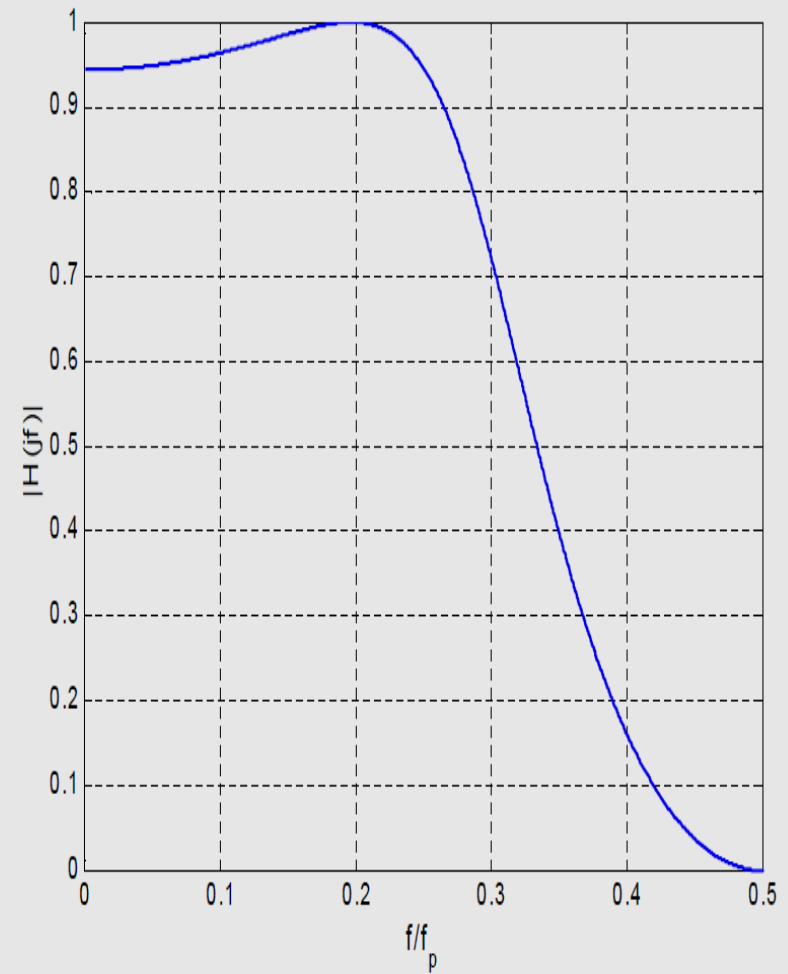
Sygnał wejściowy



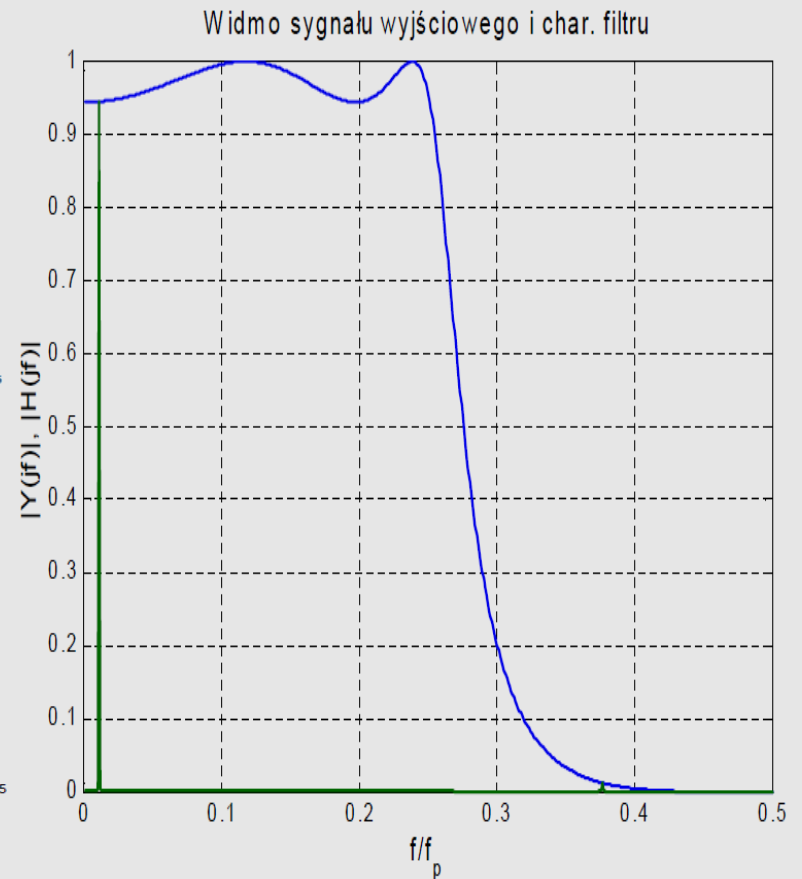
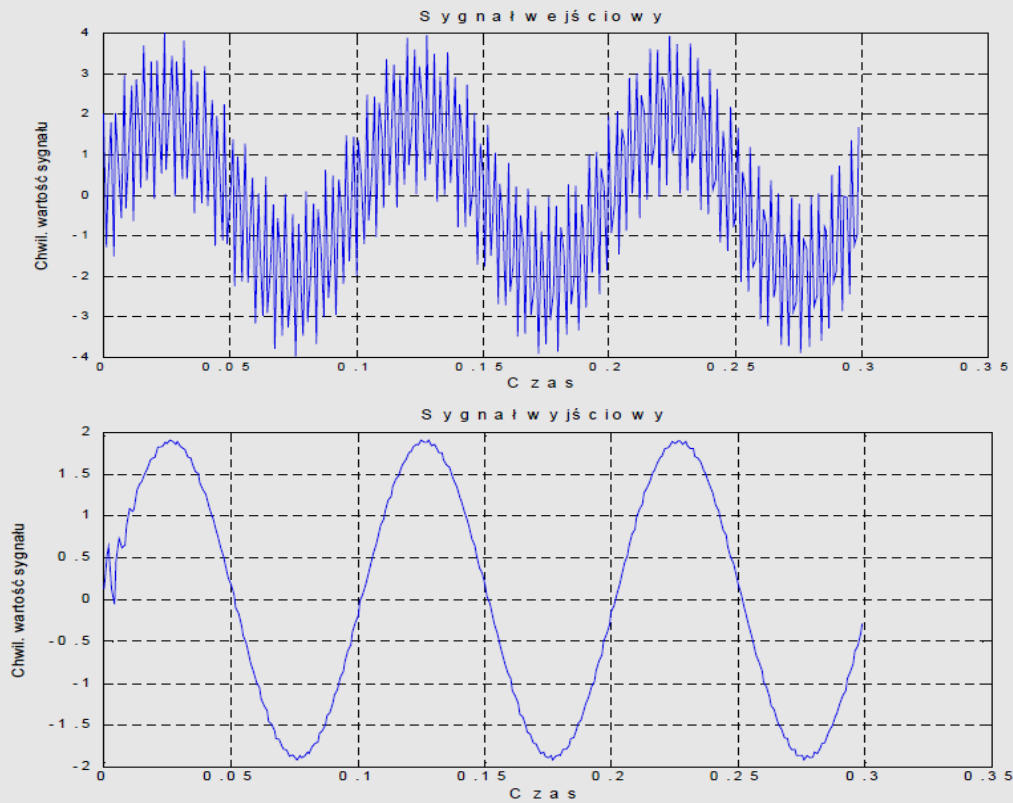
Sygnał wyjściowy



Ch. ampl-częst.



## Filtr 4-go rzędu (Czeb.)



<http://www-users.cs.york.ac.uk/~fisher/mkfilter>

1. Select filter type:

<input checked="" type="radio"/> Butterworth	<input checked="" type="radio"/> Lowpass
<input type="radio"/> Bessel	<input type="radio"/> Highpass
<input type="radio"/> Chebyshev	<input type="radio"/> Bandpass
	<input type="radio"/> Bandstop

2. If you specified ``Chebyshev'' above, enter ripple in dB here:

(The ripple, if specified, must be a negative number. For other filter types, leave this field blank.)

3. Enter the filter order:

(For lowpass and highpass, this is the number of poles. For bandpass and bandstop, the number of

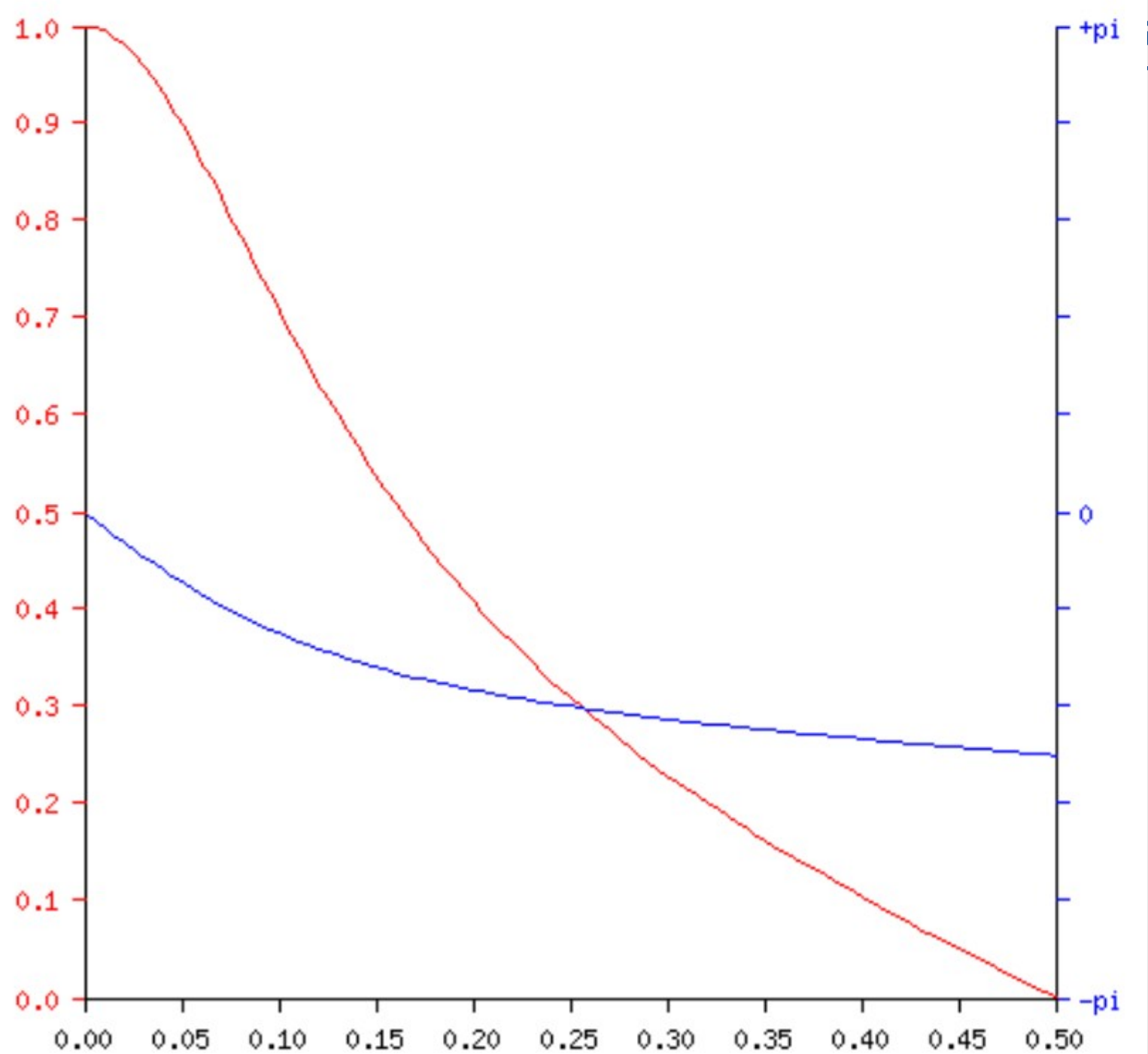
4. Sample rate, in samples per second:

5. Enter corner frequency/ies, in Hz.

Corner frequency 1:  Hz

Corner frequency 2:  Hz

[illegible]





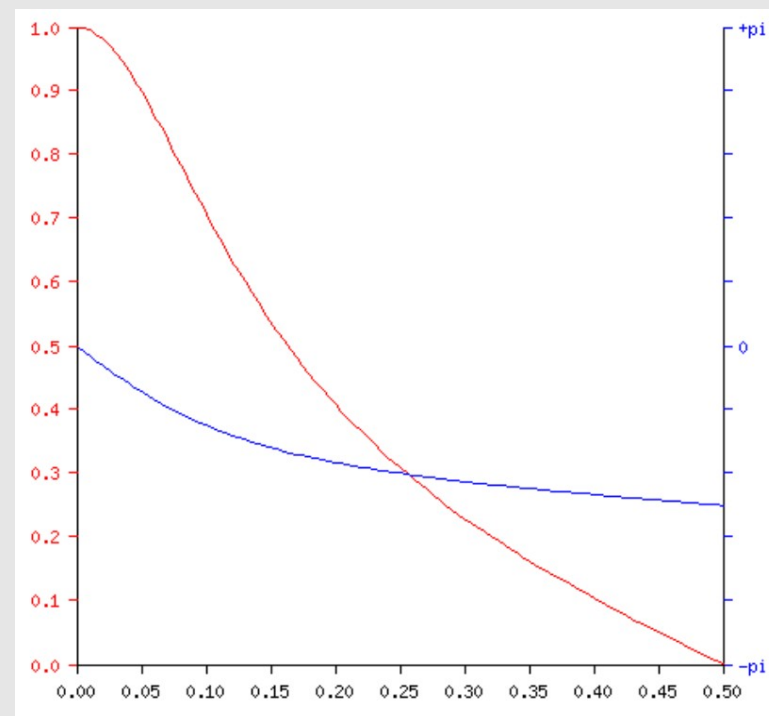
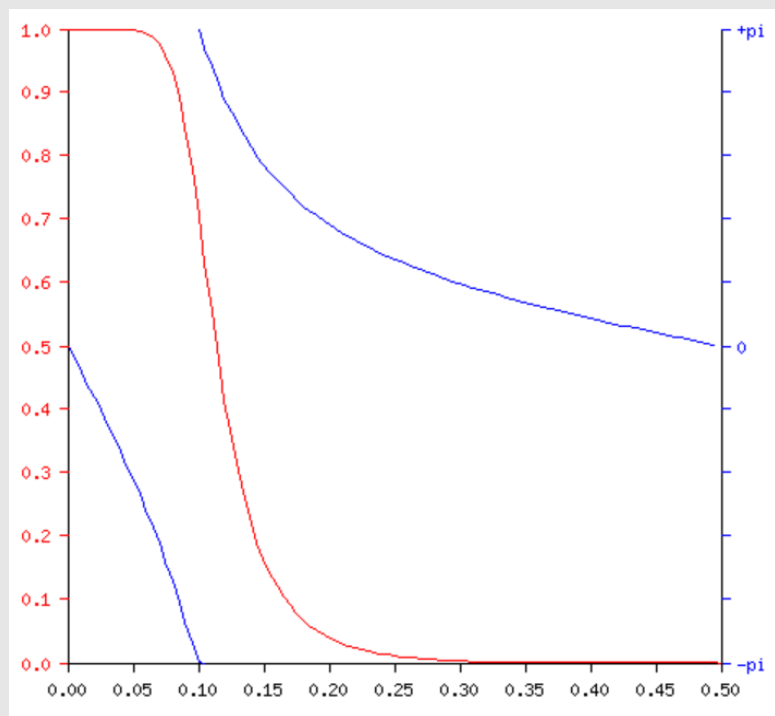
# Ansi ``C" Code

```
/* Digital filter designed by mkfilter/mkshape/gencode    A.J. Fisher  
   Command line: /www/usr/fisher/helpers/mkfilter -Bu -Lp -o 1 -a 1.0
```

```
#define NZEROS 1  
#define NPOLES 1  
#define GAIN    4.077683537e+00
```

```
static float xv[NZEROS+1], yv[NPOLES+1];
```

```
static void filterloop()  
{ for (;;)   
    { xv[0] = xv[1];  
      xv[1] = next input value / GAIN;  
      yv[0] = yv[1];  
      yv[1] = (xv[0] + xv[1])  
              + ( 0.5095254495 * yv[0]);  
      next output value = yv[1];  
    }  
}
```



## Układy sterowania adaptacyjnego



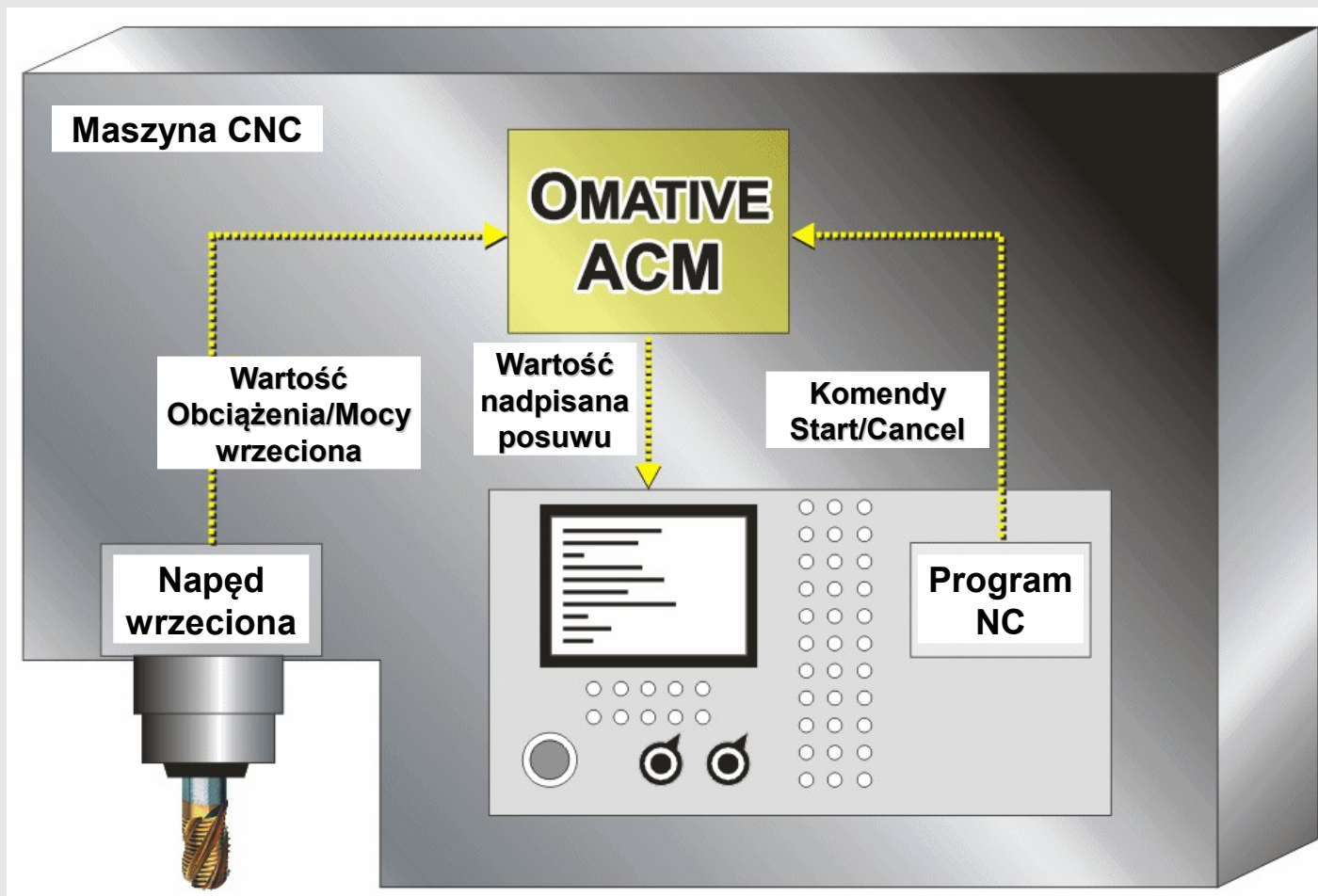
# Przyczyny zmian warunków obróbki

- Dynamika sił skrawania wpływająca ujemnie na stabilność mocowania – sztywność układu OUPN
- Wahania głębokości i szerokości skrawania – szczególnie podczas obróbki zgrubnej
- Malejąca podczas obróbki ostrość narzędzia powodowana jego zużyciem
- Zmiany twardości materiału obrabianego w przedmiocie
- Nierówności powierzchni obrabianej, np. w odlewie, odkuwce czy pręcie
- Wahania twardości materiału i wymiarów w półfabrykatch, w kolejnych seriach półfabrykatów
- Złe odprowadzanie wiórów – nagromadzenie
- Zmiany wydajności chłodzenia i smarowania podczas obróbki

# Technologia sterowania adaptacyjnego i nadzorowania system OMATIVE ACM

- Optymalizacja produkcji
- Wzrost produktywności maszyny
- Redukcja kosztów wytwarzania do 40%
- Eliminacja uszkodzeń narzędzia, detalu i maszyny
- Optymalizacja i nadzorowanie zużycia narzędzia
- Nadzorowanie produkcji wraz z raportami

# Zasada działania systemu OMATIVE ACM w obrabiarkach CNC



# Zasada sterowania adaptacyjnego

- Ciągłe pomiary aktualnych warunków obróbki poprzez kontrolę obciążenia/mocy wrzeciona.
- Obliczenia optymalnego posuwu dla każdej operacji obróbkowej w czasie rzeczywistym.
- Zapewnienie stabilnej, ciągłej i automatycznej kontroli posuwu oraz dynamicznej ochrony narzędzia w procesie skrawania.



# Tryby pracy sterowania

- **Sterowanie adaptacyjne**

W tym trybie system ciągle monitoruje aktualne obciążenie wrzeciona, oblicza optymalną wartość posuwu dla każdego narzędzia i materiału obrabianego i reguluje wartość posuwu w czasie rzeczywistym. Redukcji ulega czas obróbki, szczególnie w obróbce zgrubnej i pół wykańczającej gdzie występują znaczne zmiany obciążenia. W tym trybie wykonywana jest również rejestracja zdarzeń.

- **Nadzorowanie**

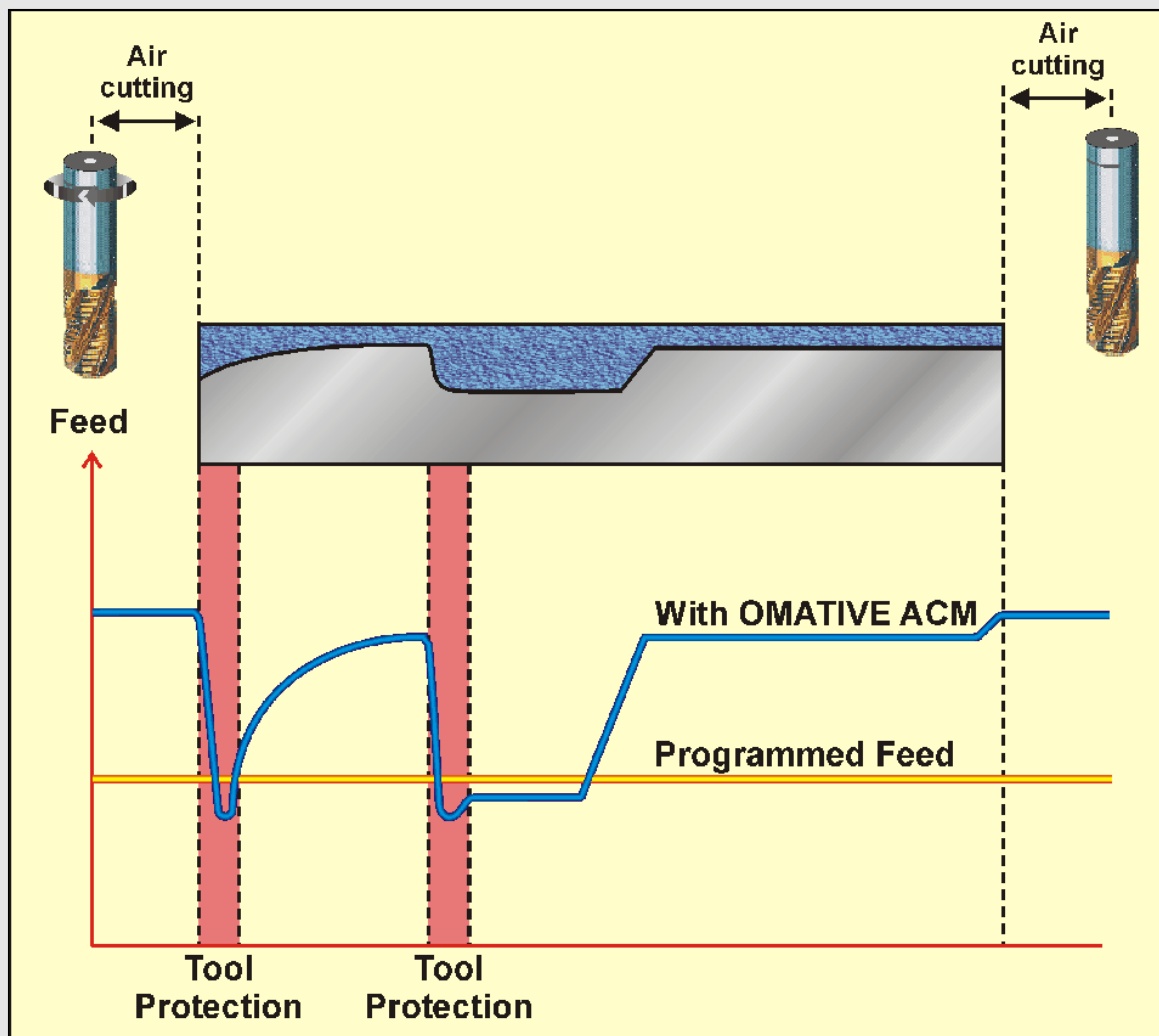
W tym trybie, system monitoruje obciążenie wrzeciona i stanu narzędzia chroniąc narzędzia, wrzeciono i części obrabiane. W tym trybie wykonywana jest również rejestracja zdarzeń. Mogą zostać włączone 2 mechanizmy monitorowania: kontrola maksymalnego obciążenia i kontrola zakresów obciążenia.

- **Rejestracja zdarzeń**

W tym trybie system zapisuje informacje z wszystkich operacji obróbki części, jak: początek i koniec obróbki, status włączenia i wyłączenia wrzeciona, przeciążenie narzędzia i wrzeciona, alarmy, czasy skrawania i skrawania powietrza. Zapisane informacje mogą zostać wyświetlone na ekranie lub załadowane do komputera PC i poddane obróbce statystycznej. Wybranie jakiegokolwiek trybu pracy ACM nie wyłącza trybu rejestracji zdarzeń.



# Sterowanie adaptacyjne w procesie frezowania



# Maksymalizacja wykorzystania narzędzia



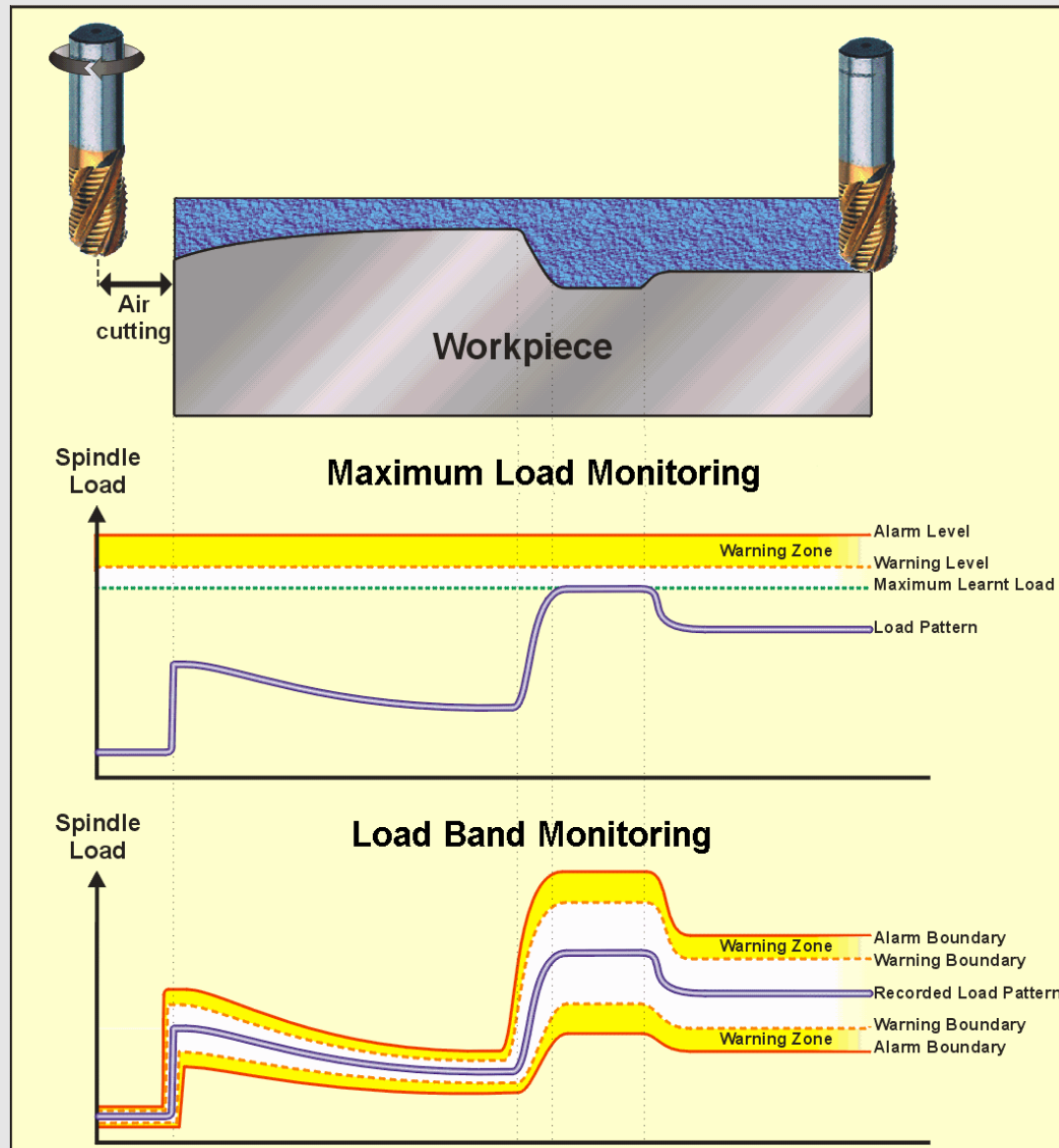
Zabezpieczenie przed złamaniem

Nadzorowanie zużycia

Wydłużenie żywotności

Wykrywanie uszkodzenia

# Nadzorowanie stanu narzędzia



# Zabezpieczenie narzędzia przed złamaniem

W ekstremalnie ciężkich warunkach spowodowanych:

- Uderzeniem narzędzia w materiał
- Nadmierną głębokością skrawania
- Miejscowymi zmianami twardości
- Nadmiernym zużyciem narzędzia
- Wyłączeniem chłodzenia

**posuw jest automatycznie redukowany do najbezpieczniejszej maksymalnej wartości przy której nie wystąpi złamanie narzędzia.**

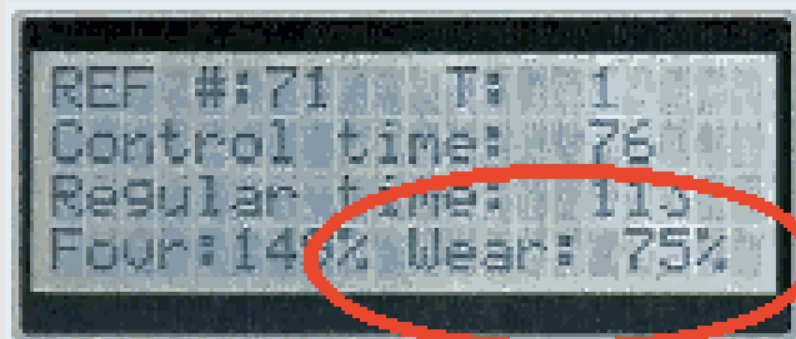
W przypadku złamania narzędzia podczas obróbki obrabiarka jest natychmiast zatrzymywana i emitowany jest sygnał alarmowy. System umożliwia operatorowi zmianę na czas narzędzia, przez co zapobiega uszkodzeniu przedmiotu, oprawki, mocowania przedmiotu i obrabiarki.

# Nadzorowanie zużycia narzędzia

## Maksymalizacja wykorzystania narzędzia poprzez:

- Zapobieganie złamaniu narzędzia powodowanego nadmiernym zużyciem
- Wydłużenie żywotności narzędzia do optimum – umożliwienie zmiany narzędzia dokładnie wtedy gdy będzie zużyte

**Status narzędzia jest ciągle monitorowany a stopień jego zużycia jest wyświetlany jako procent maksymalnego dopuszczalnego zużycia.**



## Zalety działania systemu:

- Wzrost produktywności maszyny.
- Większe zabezpieczenie przed uszkodzeniem produkowanych części, narzędzi skrawających i obrabiarek.
- Maksymalizacja wykorzystania możliwości maszyny i narzędzia.
- Zwiększenie jakości wytwarzanych części.
- Pewny i stały nadzór osiąągów przedsiębiorstwa.

REDUKCJA KOSZTÓW WYTWARZANIA

ZWROT INWESTYCJI W CZASIE 5-8 MIESIĘCY

# Możliwości wdrożenia systemu ACM

- **System zintegrowany ze sterownikiem CNC:**

Aktualnie dostępny dla sterowników:

- Siemens Sinumerik
- DMG MillPlus
- Heidenhain iTNC
- Fidia

- **Dodatkowa jednostka sterująca.**

Dostępna dla dowolnej maszyny/sterownika CNC

# System ACM w sterowaniu SINUMERIK

The screenshot displays the SINUMERIK OMATIVE ACM control interface. At the top, it shows 'OMATIVE ACM', 'CHAN1', 'Auto', and the program path '\WKS.DIR\TESTPRG\_1.WPD TESTPRG\_ML.MPF'. Below this, 'Channel active' and 'Program running' are indicated, along with 'ROY'. A status bar on the right shows 'OFFLINE', 'RESET', 'Operation Restart', 'Manual Start', 'Corrector Up', and 'Corrector Down'. The main area features a 'Current Operation' panel with fields for Ref. No. (1), Part Count (10), Start Time (11:09:40), Run Time (42 sec), Material Time (30 sec), Saving (0 %), Feed Min. (89 %), Power Max. (15.75 %), and Corrector (70 %). Below this is a 'Soft Keys' section with buttons for Machine Setup, Job Setup, Tool Setup, Operation Setup, Status Report, Status Monitoring, Job Ops. Statistics, and a blank key. The bottom section contains 'KOMUNIKATY OMATIVE ACM' and 'WARTOŚCI AKTUALNYCH OPERACJI'.

**Wykres warunków skrawania:**  
Wyświetla miniaturę statusu w czasie rzeczywistym dla wybranych parametrów na kolorowym wykresie słupkowym

**Wykres posuwu i mocy:**  
Wyświetla miniaturę wartości mocy wrzeciona i posuwu w czasie rzeczywistym. Kropkowana linia wyznacza posuw 100%

**Soft Keys:**  
Nastawy i sterowanie systemem OMATIVE ACM

**Komunikaty OMATIVE ACM:**  
Pokazuje komunikaty i ostrzeżenia OMATIVE ACM


**Wartości aktualnych operacji:**  
Pokazuje wartości aktualnie uruchomionych operacji

**Przycisk startu:**  
Uruchamia proces sterowania biblioteką operacji

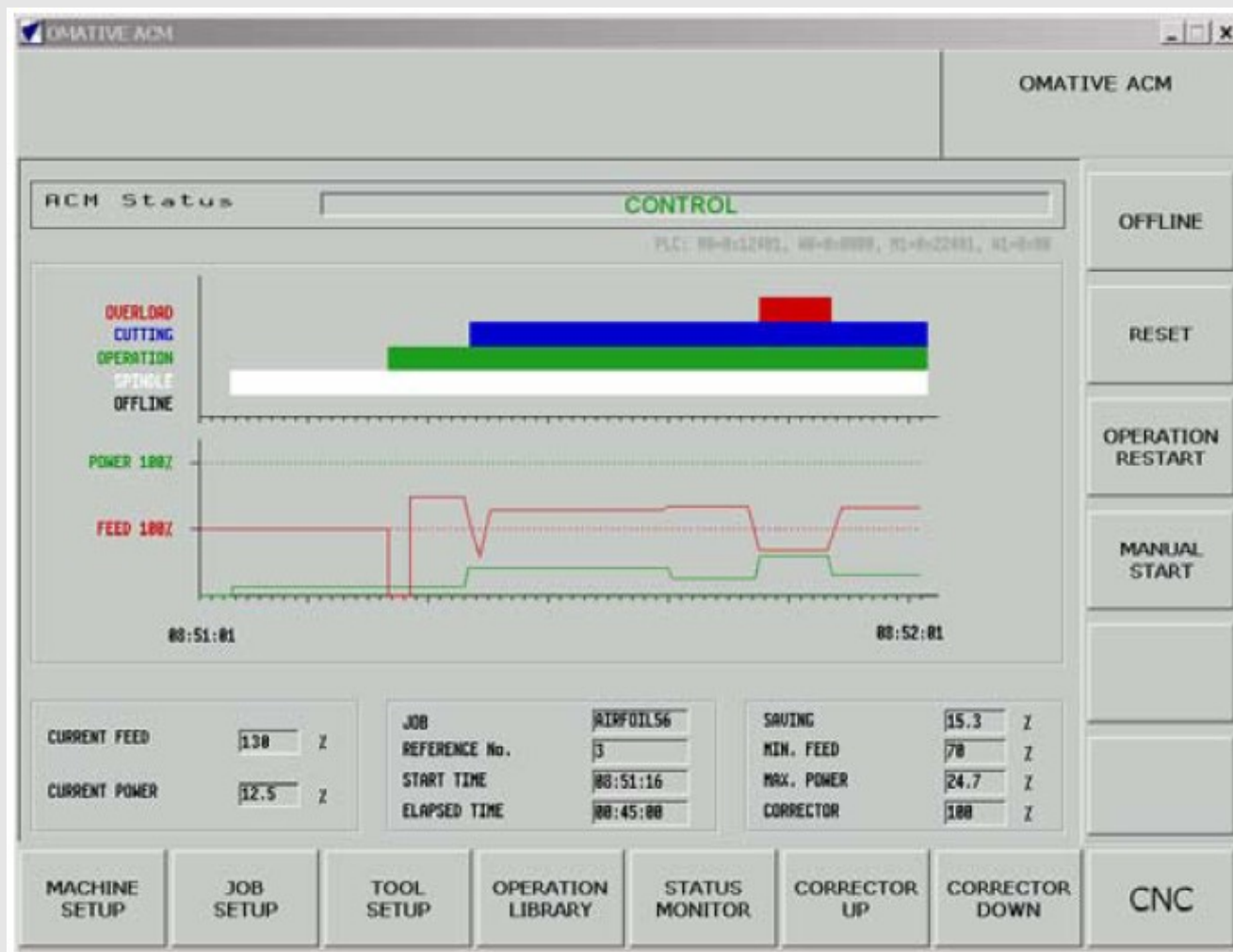
**Przycisk restartu:**  
Restartuje aktualną pracę procesu sterowania



# System ACM w sterowaniu Fanuc

OMATIVE ADAPTIVE CONTROL AND MONITORING		00111 N00134	
ACM STATUS:		CONTROL	
<b>PROGRAM</b> N134X20.462Y-71.364; N136X16.369Y-73.491; N138X0.Y-82.; G65P899R999.; M5; N139G04X5.; G04X1;		<b>(CURRENT OPERATION)</b>  REF. NO: 1 PART COUNT: 8 START TIME: 15:18:40  RUN TIME: 13 SEC. TIME IN MATERIAL: 7 SEC. SAVING: 15 %  FEED MIN.: 100 % POWER MAX.: 78.57 % CORRECTOR: 130 %	
S <sub>(ACTUAL)</sub>	1250 RPM		
F <sub>(ACTUAL)</sub>	750 MM/M		
FEED%	150  OVERLOAD		
POWER%	73.24		
CNC STATUS: MEM STRT MTN ***			
OPERATION START COMPLETE: 1		OMATIVE ACM 15:18	
MACH. SETUP	JOB SETUP	OPER LIB.	CNC
RESET	ON/OFF LINE	MANUAL START	CORR. UP
		CORR. DOWN	+

# System ACM w sterowaniu HEIDENHAIN iTNC oraz MillPlus



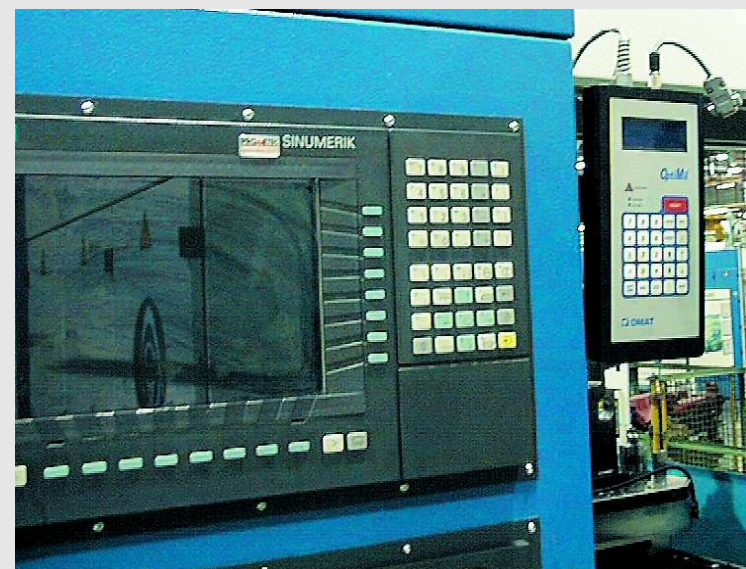
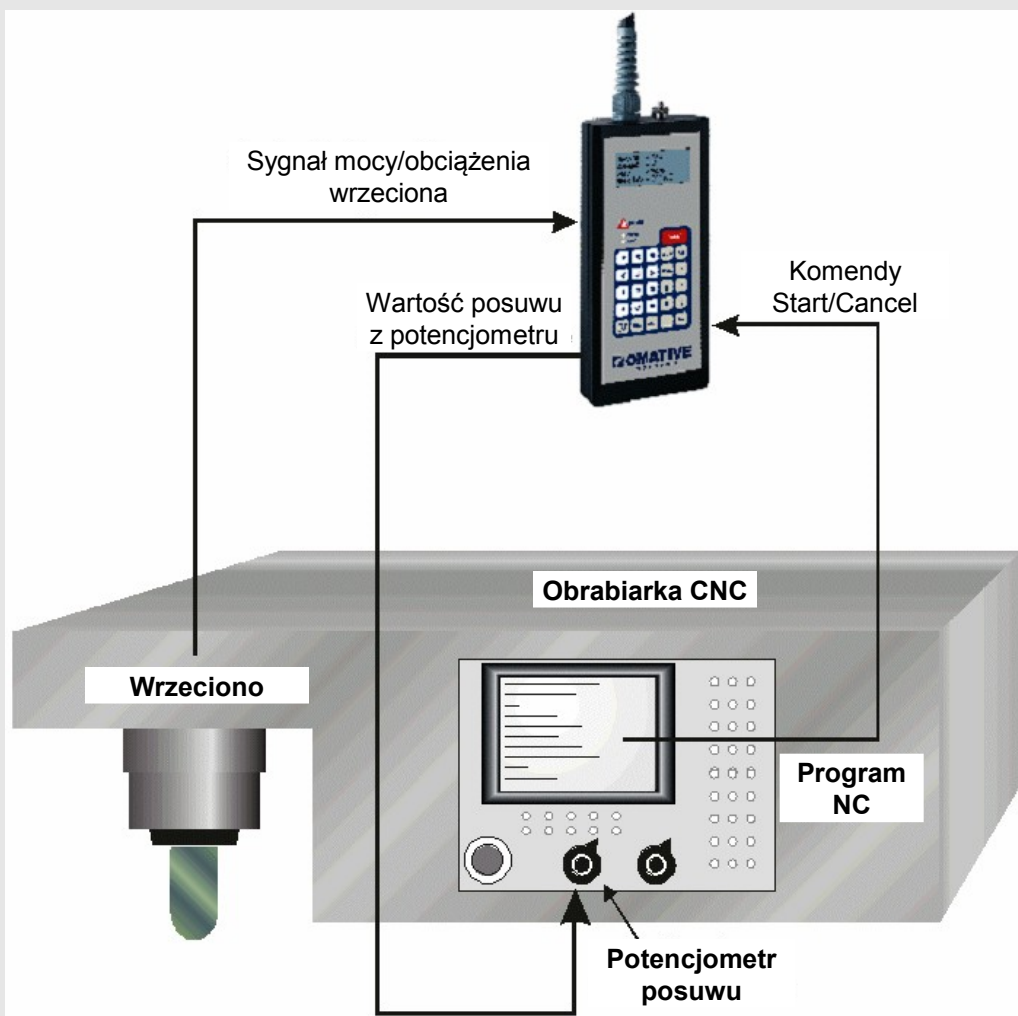
# Zalety systemu ACM zintegrowanego ze sterownikiem CNC

- Szybka instalacja – bez dodatkowego sprzętu
- Interfejs użytkownika
- Prosty układ pracy
- Graficzne nadzorowanie osiągów
- Statystyki obróbki

Posuwy są nastawiane w czasie rzeczywistym na optymalne dla każdego narzędzia i materiału obrabianego.

Do 40% oszczędności czasu w obróbce zgrubnej

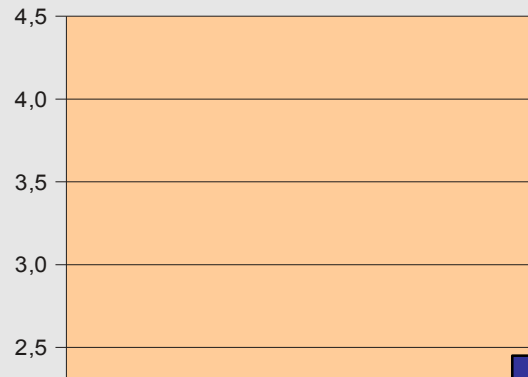
# Dodatkowa konfiguracja dla wszystkich maszyn/sterowników CNC



# GE Gas Turbine Division, USA

## ACM w frezowaniu łopatek

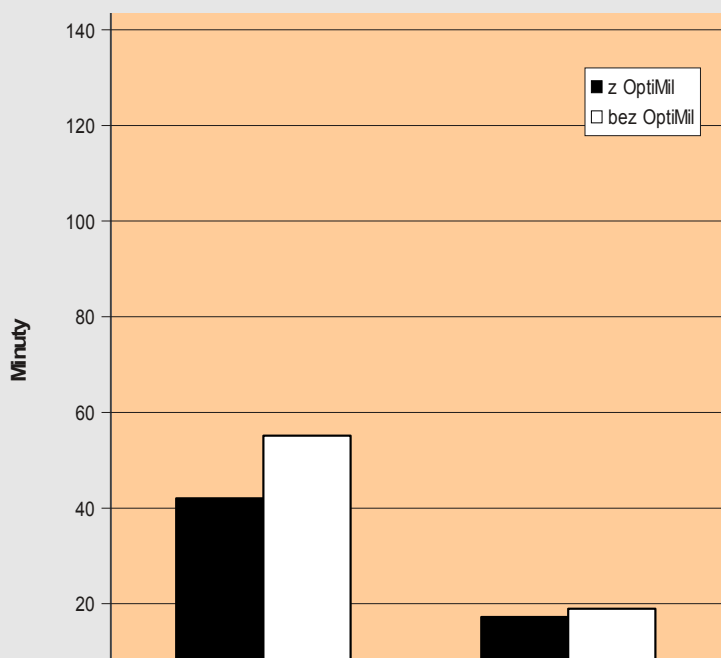
Porównanie czasów skrawan



Całkowita oszczędność czasu: **31.2%**

# Airbus, Francja

## ACM w obróbce wspornika kadłuba



Całkowita oszczędność czasu : **17.5%**