

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

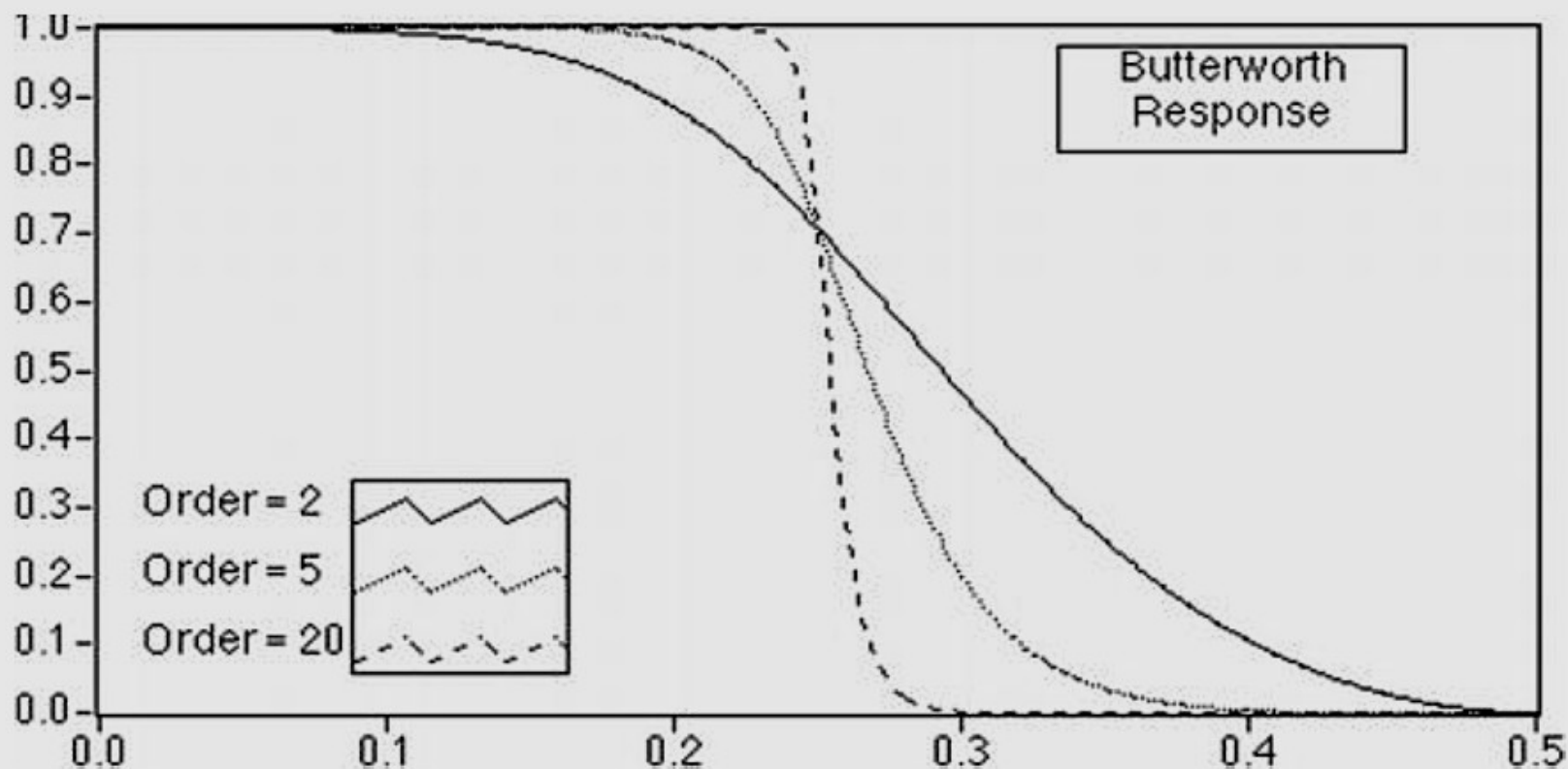
- dolnoprzepustowe (pasmo przepustowe od 0 do f_g),
- górnoprzepustowe (pasmo przepustowe powyżej f_g),
- środkowoprzepustowe (pasmo przepustowe od f_1 do f_2),
- środkowozaporowe (pasmo zaporowe od f_1 do f_2).

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

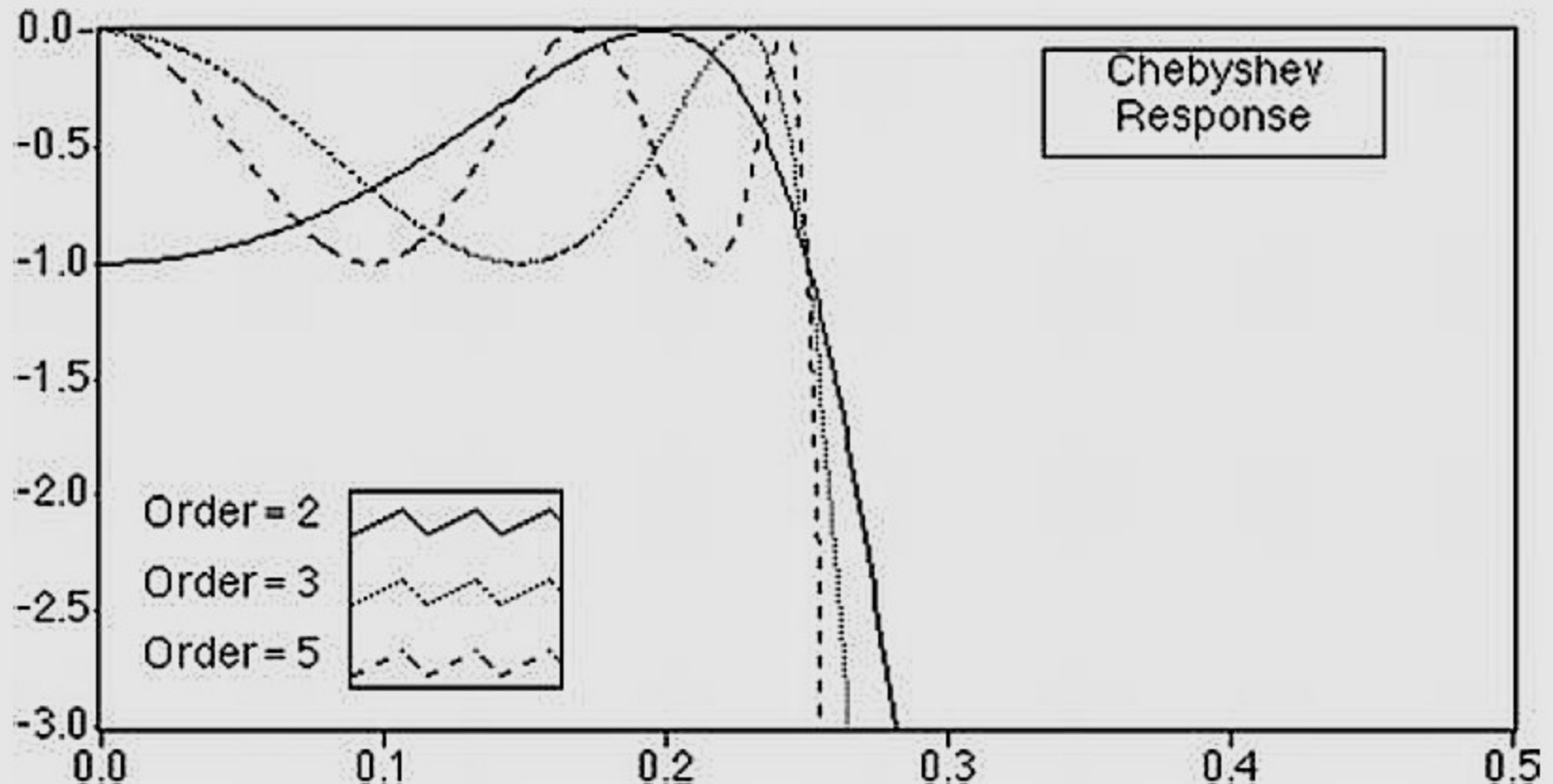
Płaski w paśmie przenoszenia – małe zniekształcenia sygnału
Powolny spadek wzmocnienia w paśmie przejściowym



Filtr Czebyszewa

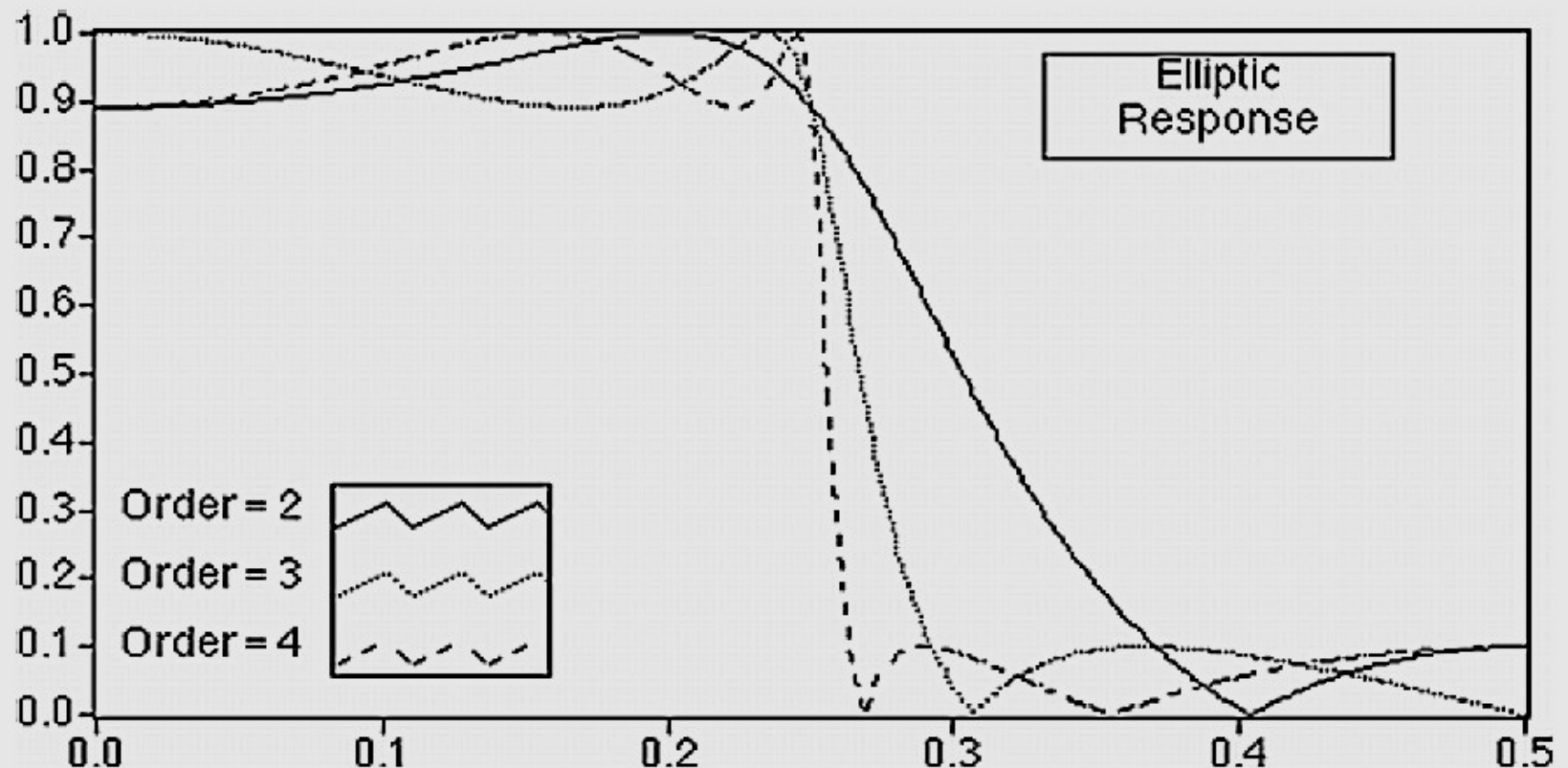
Zoptymalizowany dla najszybszego spadku wzmacnienia w paśmie przejściowym

Zafalowania w paśmie przepustowym



Filtr eliptyczny

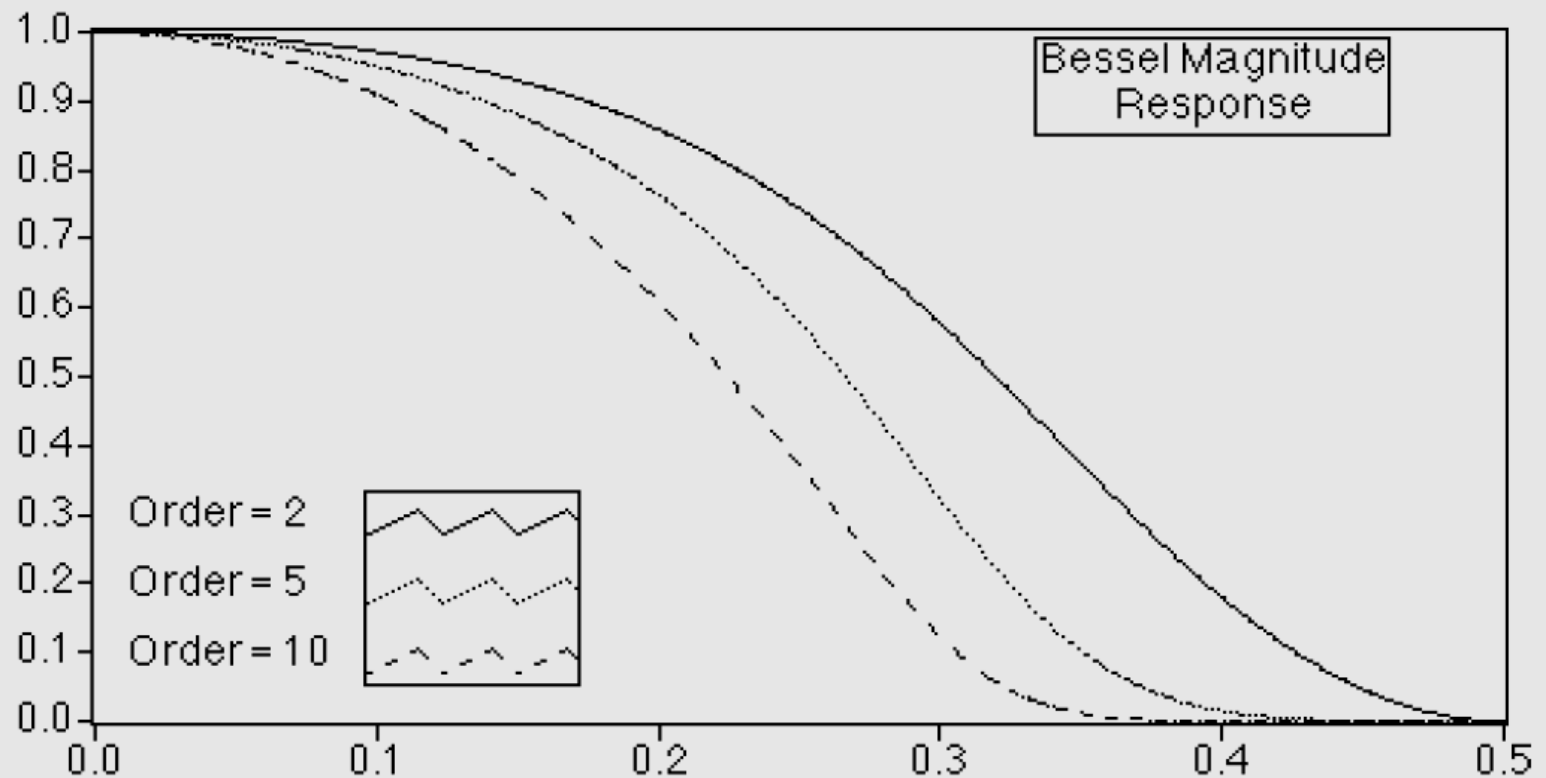
Najszybszy spadek wzmocnienia w paśmie przejściowym
Zafalowania w paśmie przepustowym i zaporowym



Filtr Bessela

Najbardziej liniowa charakterystyka fazowa

Bardzo powolny spadek wzmacnienie w paśmie przejściowym

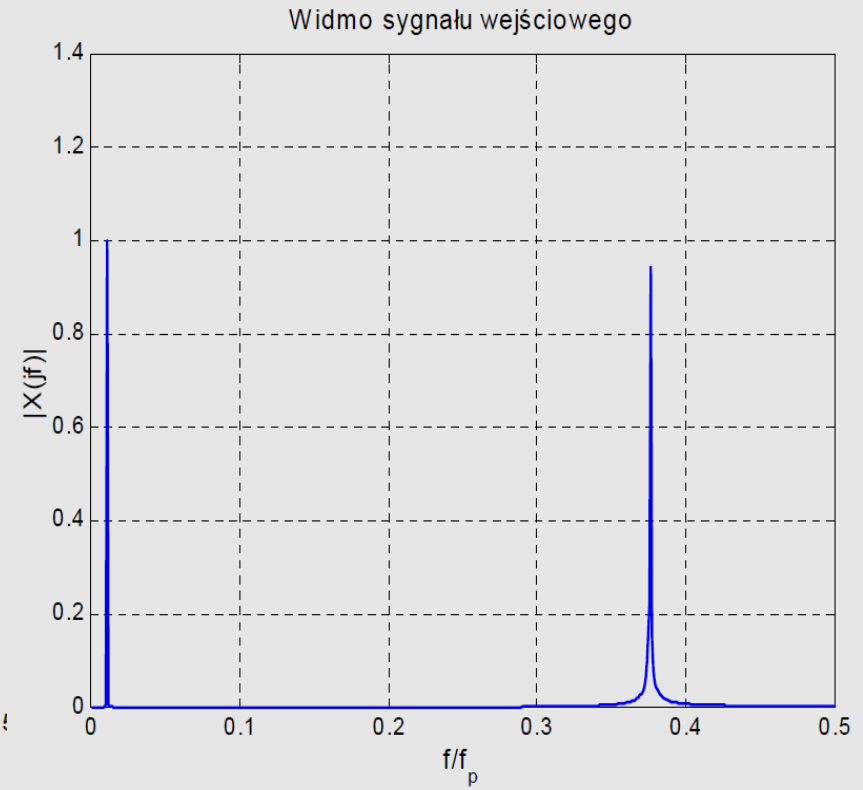
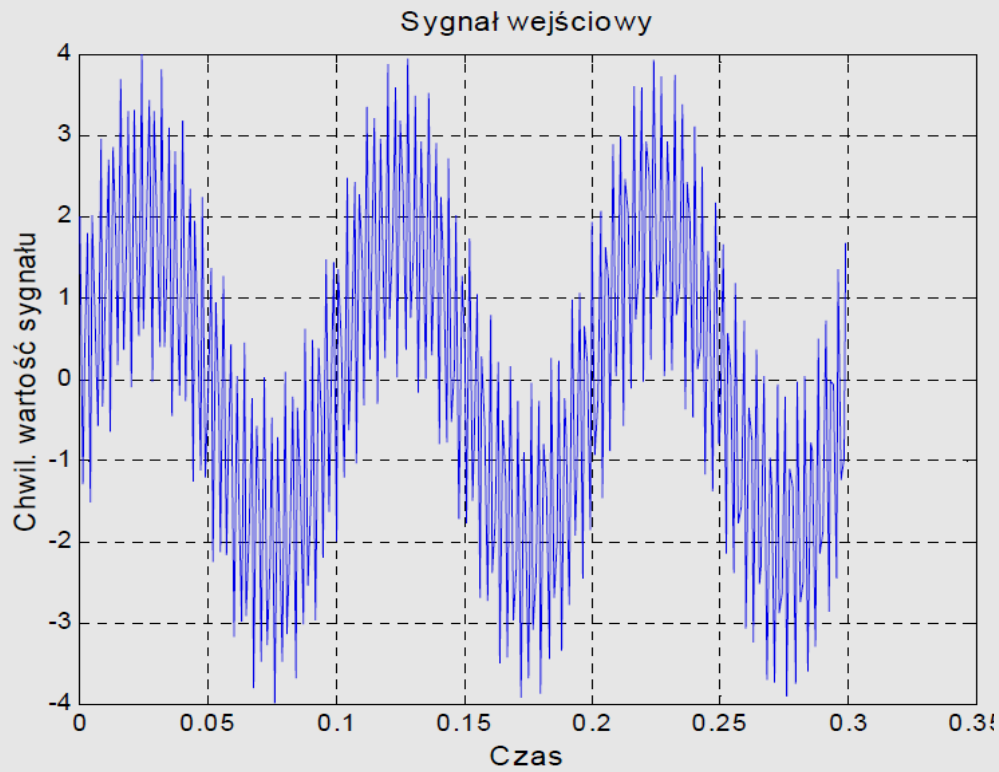


Model matematyczny filtra cyfrowego

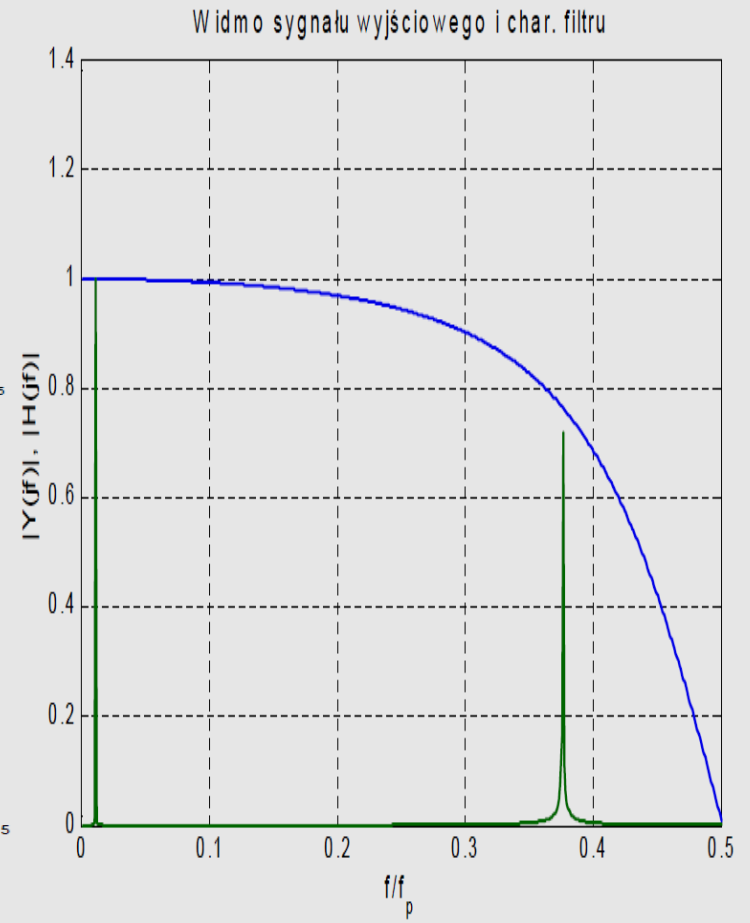
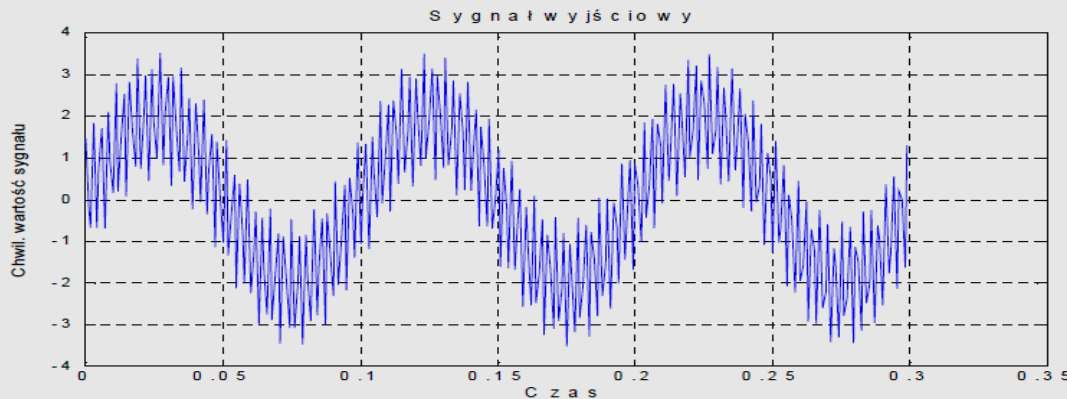
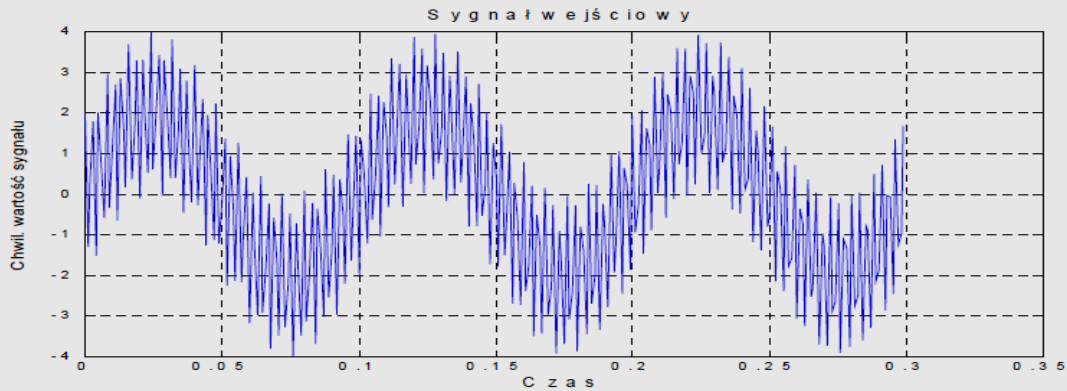
$$y(n) = \sum_{k=0}^L b_k y(n-k) + \sum_{k=0}^M a_k x(n-k)$$

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

Przykład:

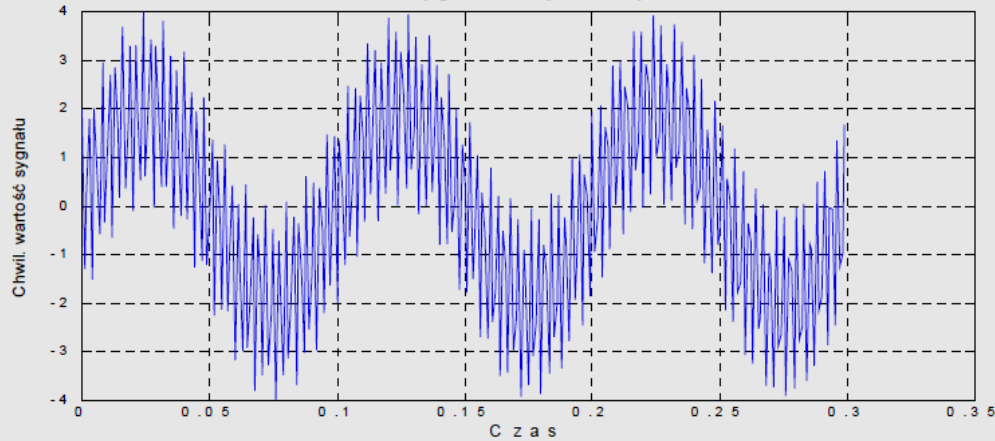


Filtr 1-go rzędu (Czeb.)

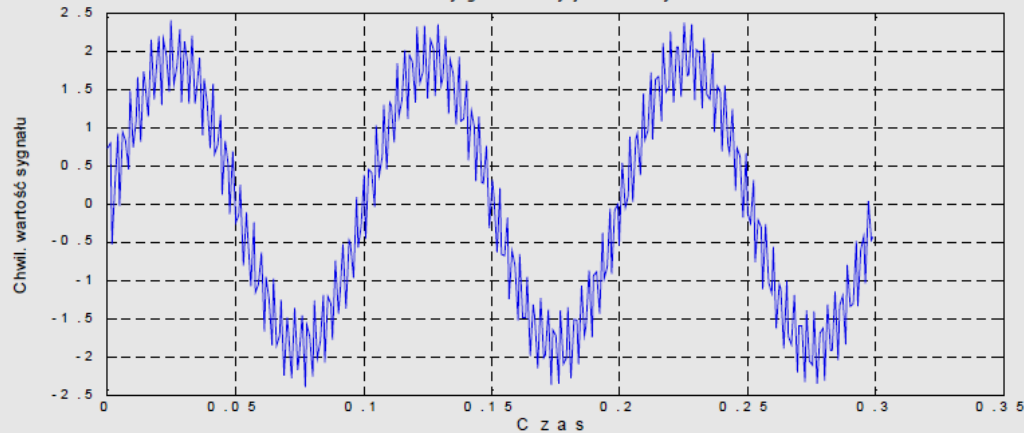


Filtr 2-go rzędu (Czeb.)

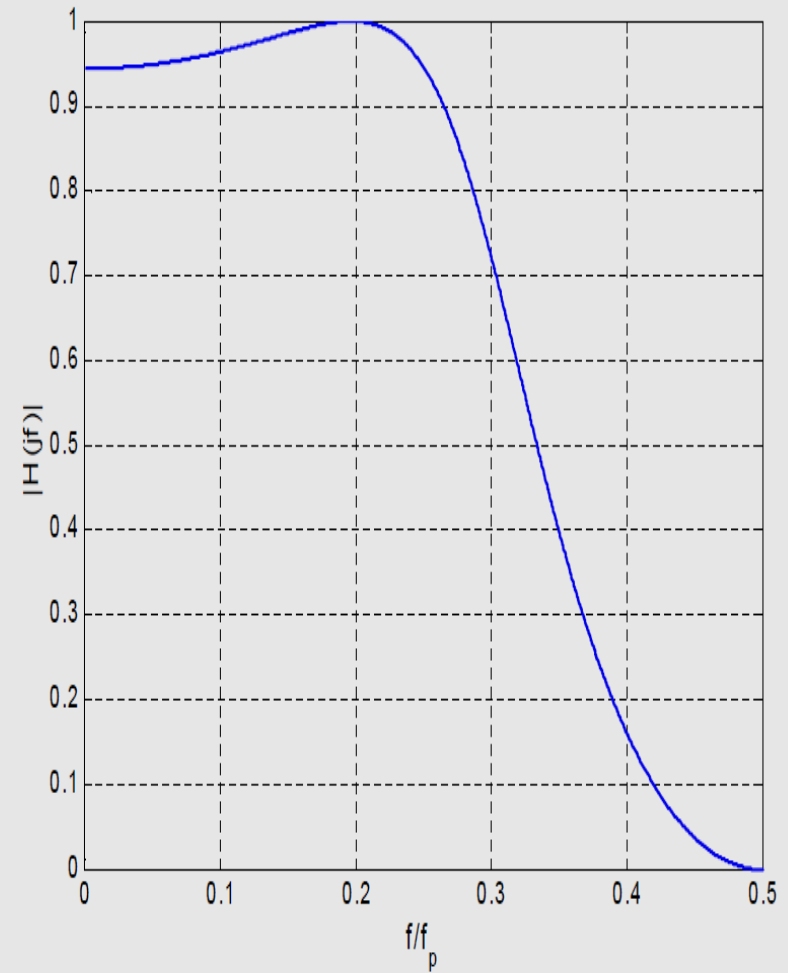
Sygnał wejściowy



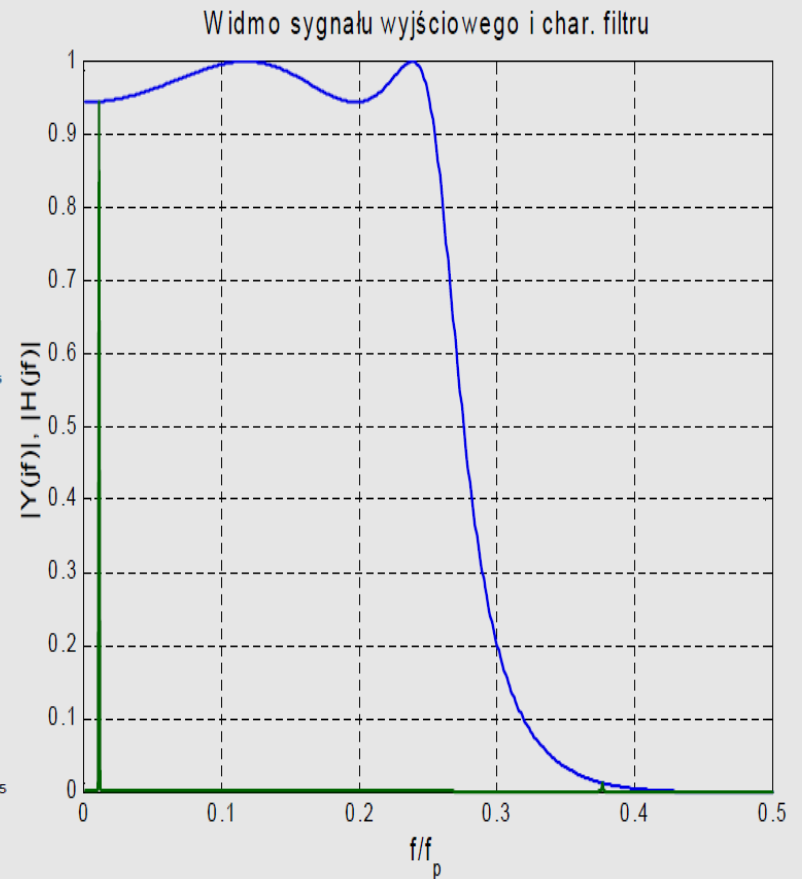
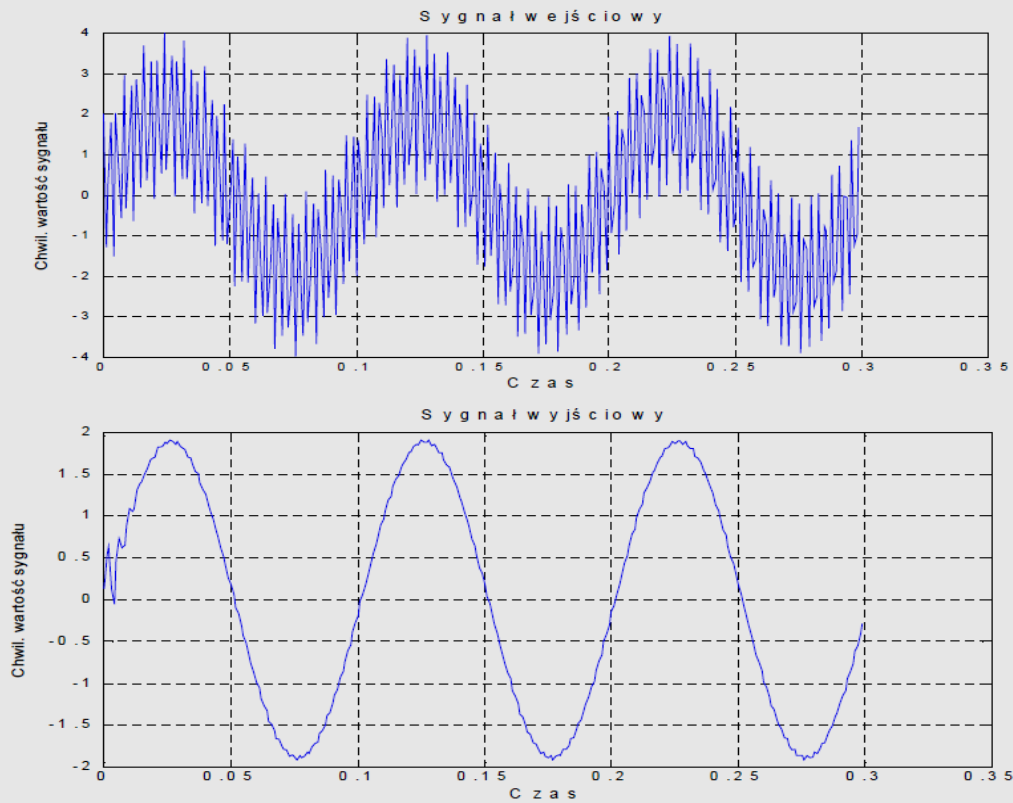
Sygnał wyjściowy



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

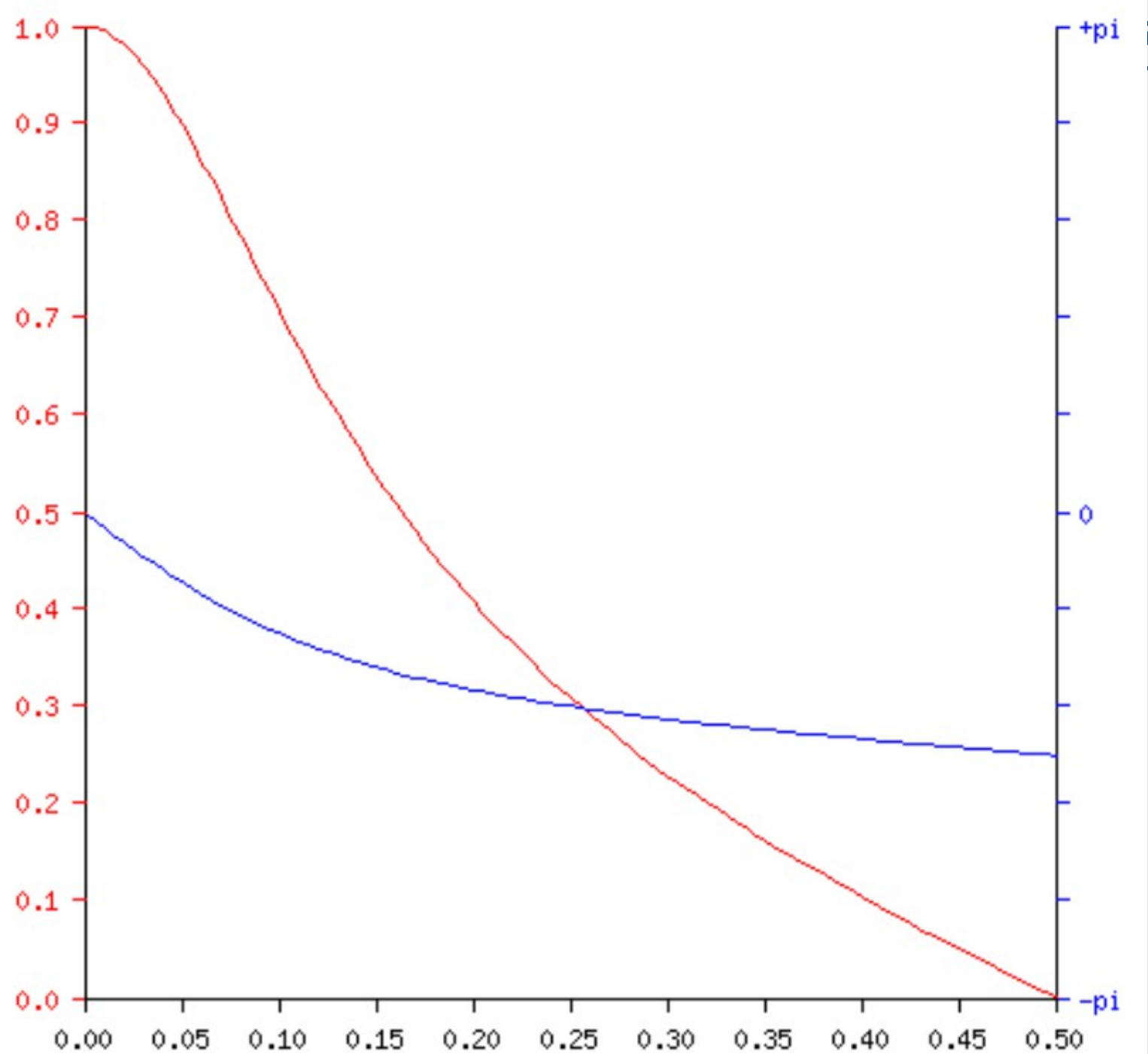
Ansi ``C" Code

```
/* Digital filter designed by mkfilter/mkshape/gencode    A.J. Fisher
   Command line: /www/usr/fisher/helpers/mkfilter -Bu -Lp -o 4 -a 1.000000000000

#define NZEROS 4
#define NPOLES 4
#define GAIN    2.072820954e+02

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

static void filterloop()
{ for (;;)
  { xv[0] = xv[1]; xv[1] = xv[2]; xv[2] = xv[3]; xv[3] = xv[4];
    xv[4] = next input value / GAIN;
    yv[0] = yv[1]; yv[1] = yv[2]; yv[2] = yv[3]; yv[3] = yv[4];
    yv[4] = (xv[0] + xv[4]) + 4 * (xv[1] + xv[3]) + 6 * xv[2]
            + ( -0.1873794924 * yv[0]) + ( 1.0546654059 * yv[1])
            + ( -2.3139884144 * yv[2]) + ( 2.3695130072 * yv[3]);
    next output value = yv[4];
  }
}
```



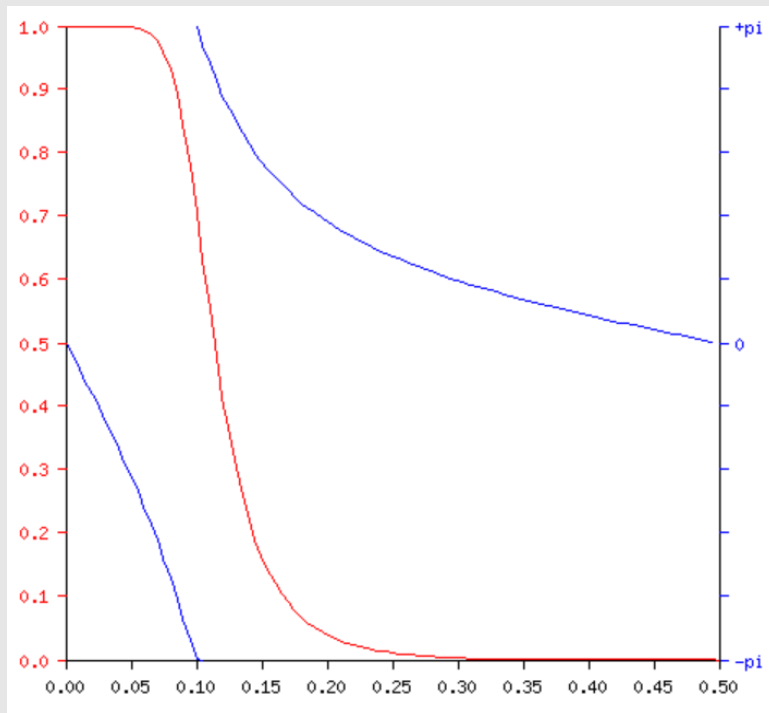
Ansi ``C" Code

```
/* 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



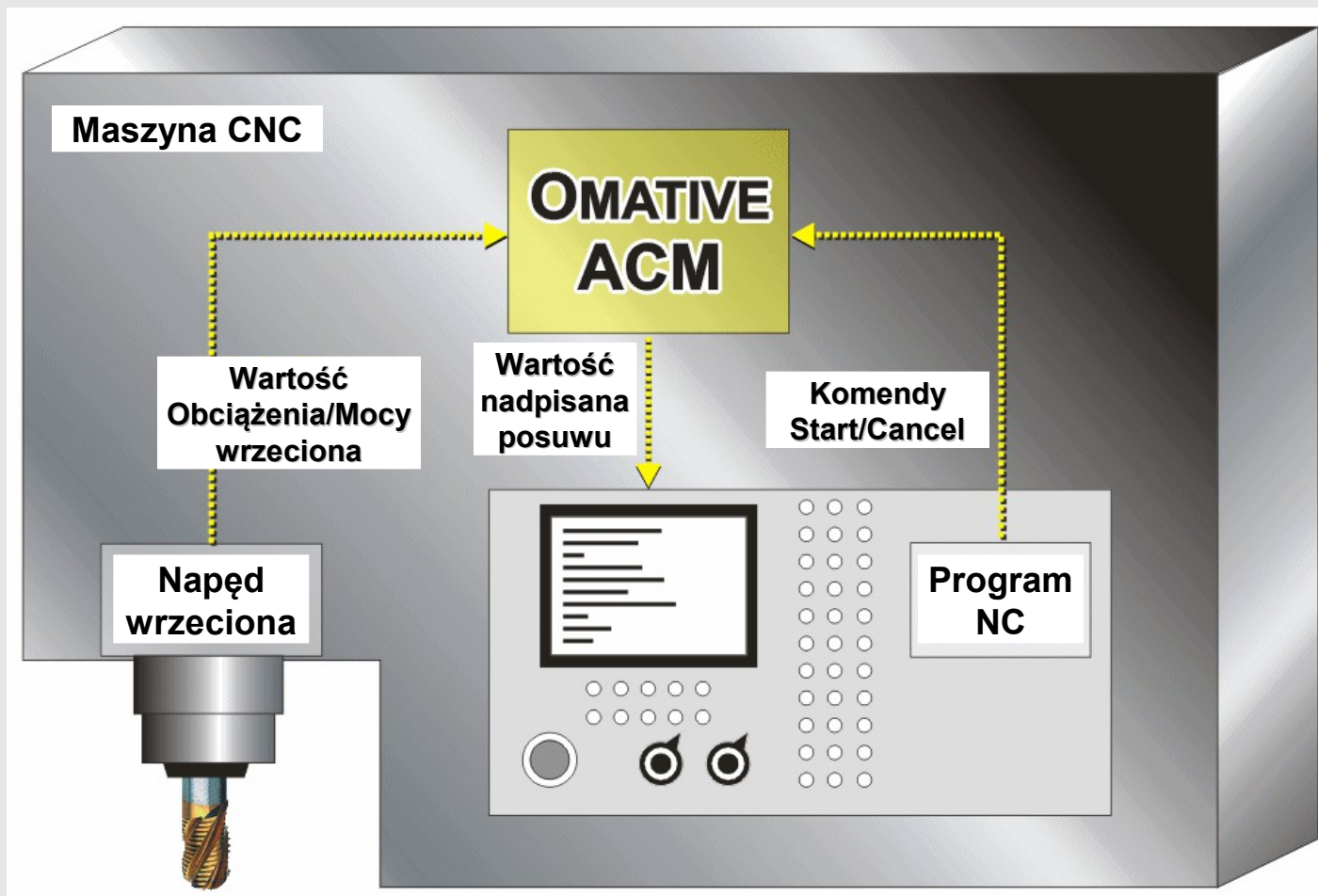
Przyczyny zmian warunków obróbki

- 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 półfabrykatak, 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.

Funkcje systemu

- Optymalizacja posuwu w czasie rzeczywistym
- Ochrona narzędzia przed złamaniem
- Ochrona wrzeciona
- Sterowanie posuwem z uwzględnieniem zużycia narzędzia
- Nadzorowanie zużycia narzędzia
- Wykrywanie złamania narzędzia
- Wykrywanie przeciążenia narzędzia
- Monitorowanie przepływu chłodziwa
- Statystyki pracy narzędzia
- Statystyki procesu obróbki

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.

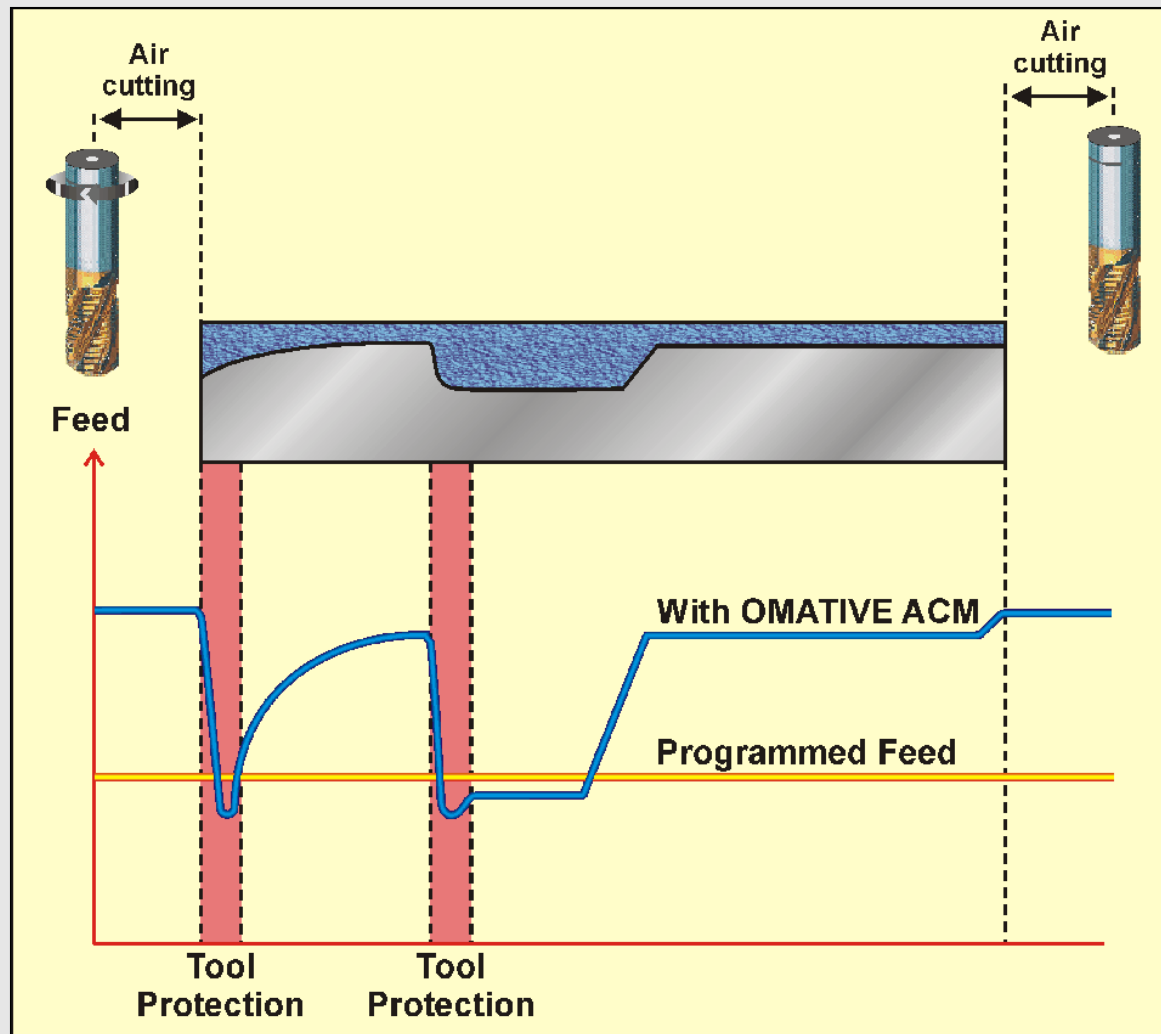
- **Nadzorowanie**

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



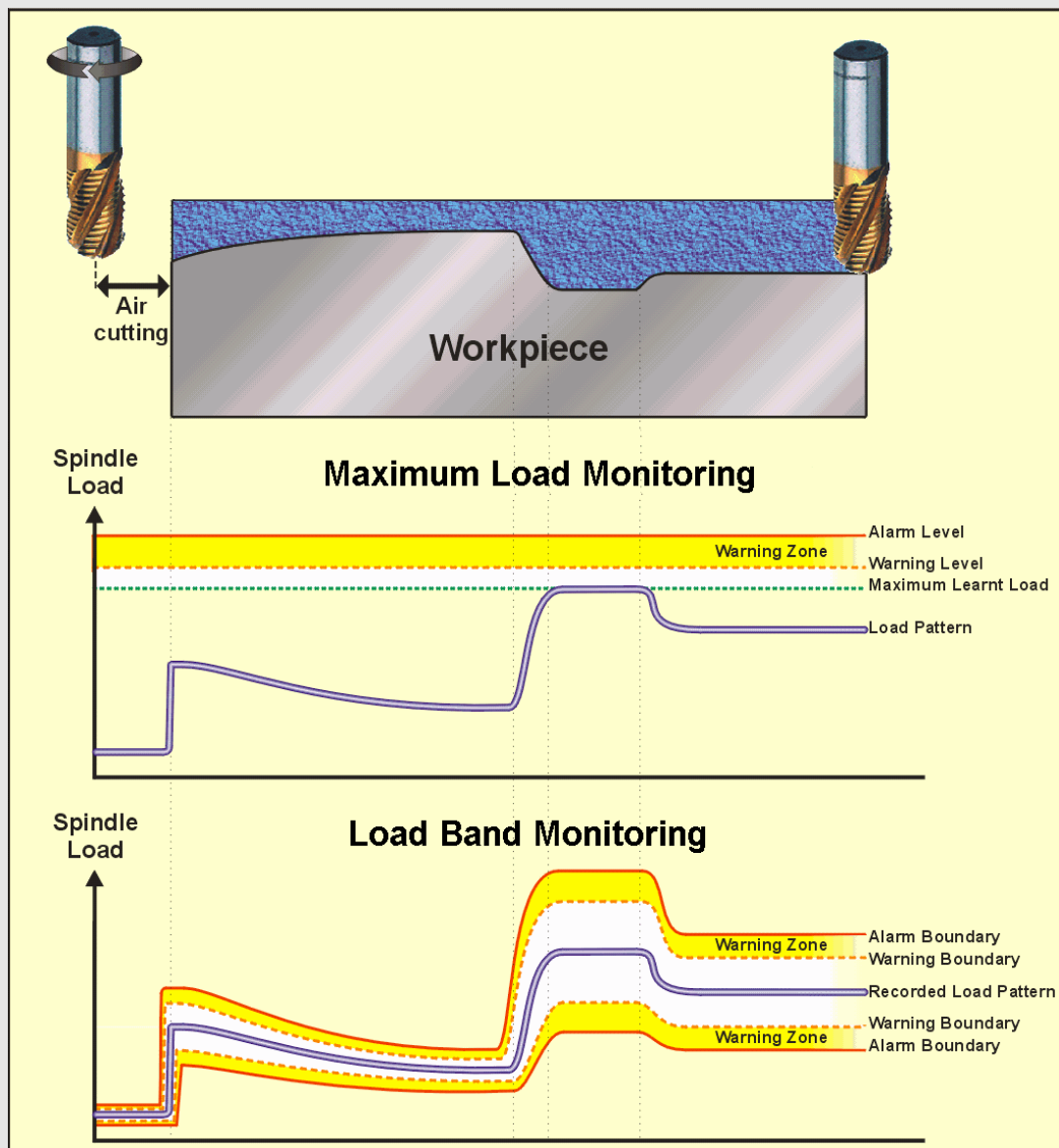
Zabezpieczenie przed złamaniem

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.

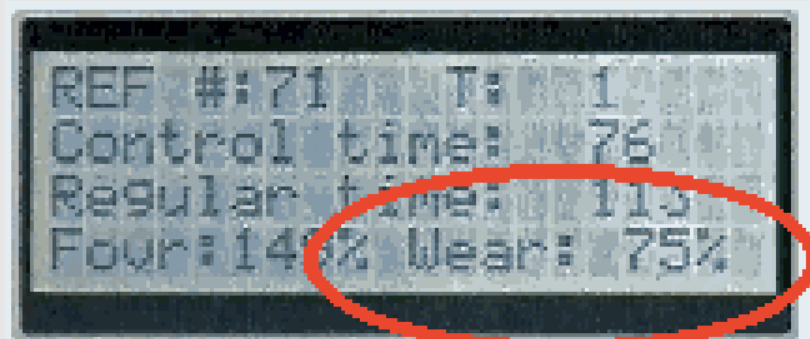
W przypadku złamania narzędzia podczas obróbki obrabiarka jest natychmiast zatrzymywana i emitowany jest sygnał alarmowy. System umożliwia operatorowi zmianę na czas narzędzia, przez co zapobiega uszkodzeniu przedmiotu, oprawki, mocowania przedmiotu i obrabiarki.

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 osiąarów 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'. On the right, there are buttons for '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, there are two graphs: 'OverLoad Cutting Operation Spindle Offline' and 'Power 100% Feed 100%'. The 'Power' graph shows a purple line for feed rate (F%) and a green line for power (P%). The 'Feed' graph shows a blue line for power (P%) and a green line for feed rate (F%). The 'OMATIVE ACM Status' is shown as 'CONTROL'. At the bottom, there are 'Soft Keys' for 'Machine Setup', 'Job Setup', 'Tool Setup', 'Operation Setup', 'Status Report', 'Status Monitoring', 'Job Ops. Statistics', and 'Machine Setup'. Annotations point to various elements: 'Wykres warunków skrawania' (Bar chart of cutting conditions), 'Wyświetla miniaturę statusu w czasie rzeczywistym dla wybranych parametrów na kolorowym wykresie słupkowym' (Displays a real-time status miniature for selected parameters on a colored bar chart), 'Wykres posuwu i mocy' (Feed and power graph), 'Wyświetla miniaturę wartości mocy wrzeciona i posuwu w czasie rzeczywistym. Kropkowana linia wyznacza posuw 100%' (Displays a real-time miniature of spindle power and feed. A dotted line indicates 100% feed), 'Soft Keys: Nastawy i sterowanie systemem OMATIVE ACM' (Soft Keys: Settings and control of the OMATIVE ACM system), 'Komunikaty OMATIVE ACM: Pokazuje komunikaty i ostrzeżenia OMATIVE ACM' (OMATIVE ACM messages: Shows OMATIVE ACM messages and warnings), 'Wartości aktualnych operacji: Pokazuje wartości aktualnie uruchomionych operacji' (Current operation values: Shows values of currently running operations), 'Przycisk startu: Uruchamia proces sterowania biblioteką operacji' (Start button: Starts the control process with the operation library), and 'Przycisk restartu: Restartuje aktualną pracę procesu sterowania' (Restart button: Restarts the current control process work).

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

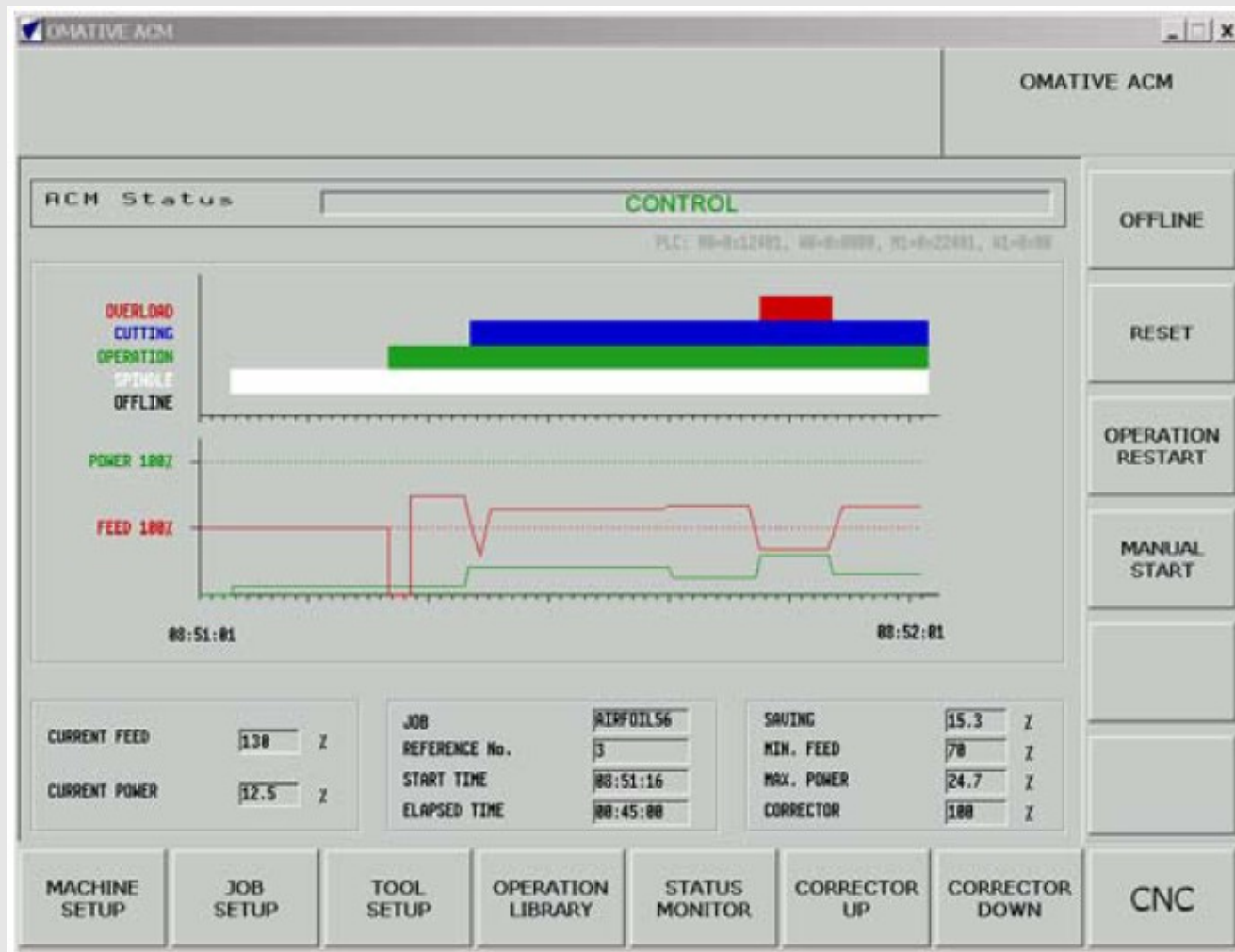
Przycisk startu:
Uruchamia proces sterowania biblioteką operacji

Przycisk restartu:
Restartuje aktualną pracę procesu sterowania

System ACM w sterowaniu Fanuc

OMATIVE ADAPTIVE CONTROL AND MONITORING		00111 N00134	
ACM STATUS: CONTROL			
PROGRAM N134X20.462Y-71.364; N136X16.369Y-73.491; N138X0.Y-82.; G65P899R999.; M5; N139G04X5.; G04X1;		(CURRENT OPERATION) REF. NO: <input type="text" value="1"/> PART COUNT: <input type="text" value="8"/> START TIME: <input type="text" value="15:18:40"/> RUN TIME: <input type="text" value="13"/> SEC. TIME IN MATERIAL: <input type="text" value="7"/> SEC. SAVING: <input type="text" value="15"/> % FEED MIN.: <input type="text" value="100"/> % POWER MAX.: <input type="text" value="78.57"/> % CORRECTOR: <input type="text" value="130"/> %	
S _(ACTUAL)	<input type="text" value="1250"/> RPM		
F _(ACTUAL)	<input type="text" value="750"/> MM/M		
FEED%	<input type="text" value="150"/>  OVERLOAD		
POWER%	<input type="text" value="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



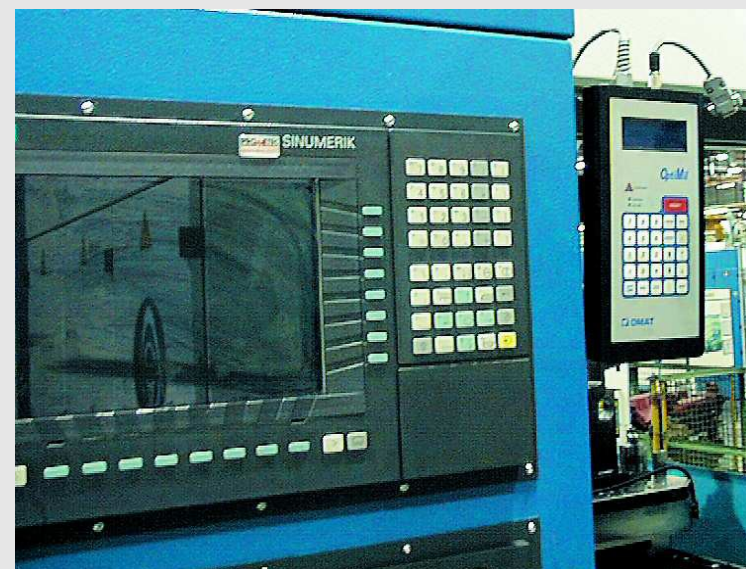
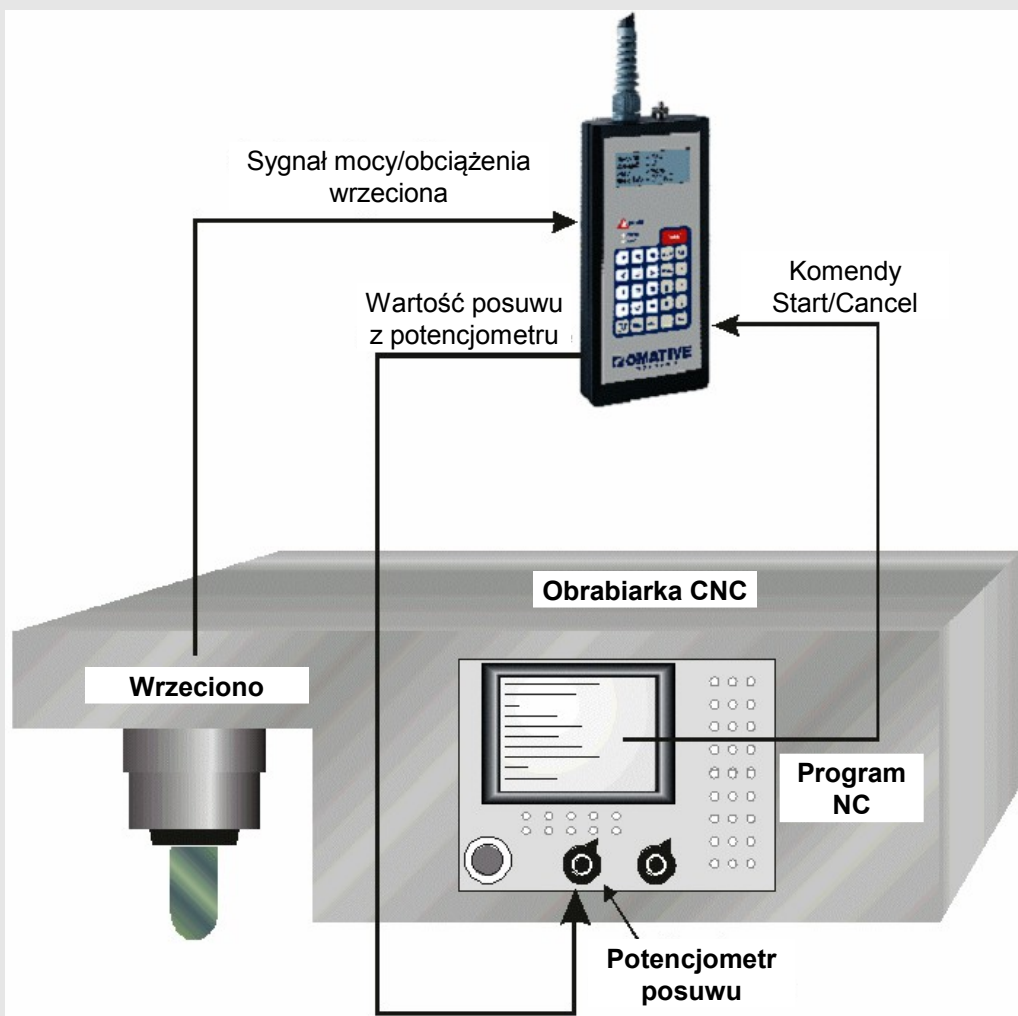
Zalety systemu ACM zintegrowanego ze sterownikiem CNC

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

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

Do 40% oszczędności czasu w obróbce zgrubnej

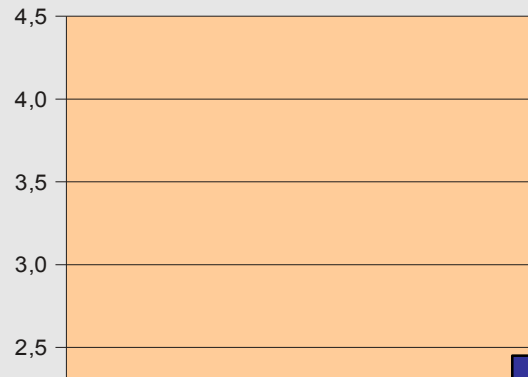
Dodatkowa konfiguracja dla wszystkich maszyn/sterowników CNC



GE Gas Turbine Division, USA

ACM w frezowaniu łopatek

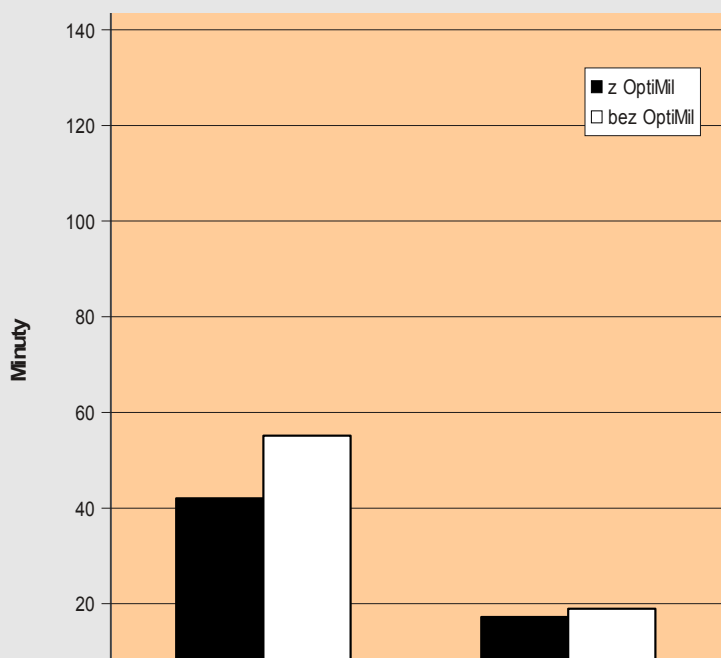
Porównanie czasów skrawan



Całkowita oszczędność czasu: **31.2%**

Airbus, Francja

ACM w obróbce wspornika kadłuba



Całkowita oszczędność czasu : **17.5%**