

**ZAŁĄCZNIK 1**

**MATCAD 5 PLUS**

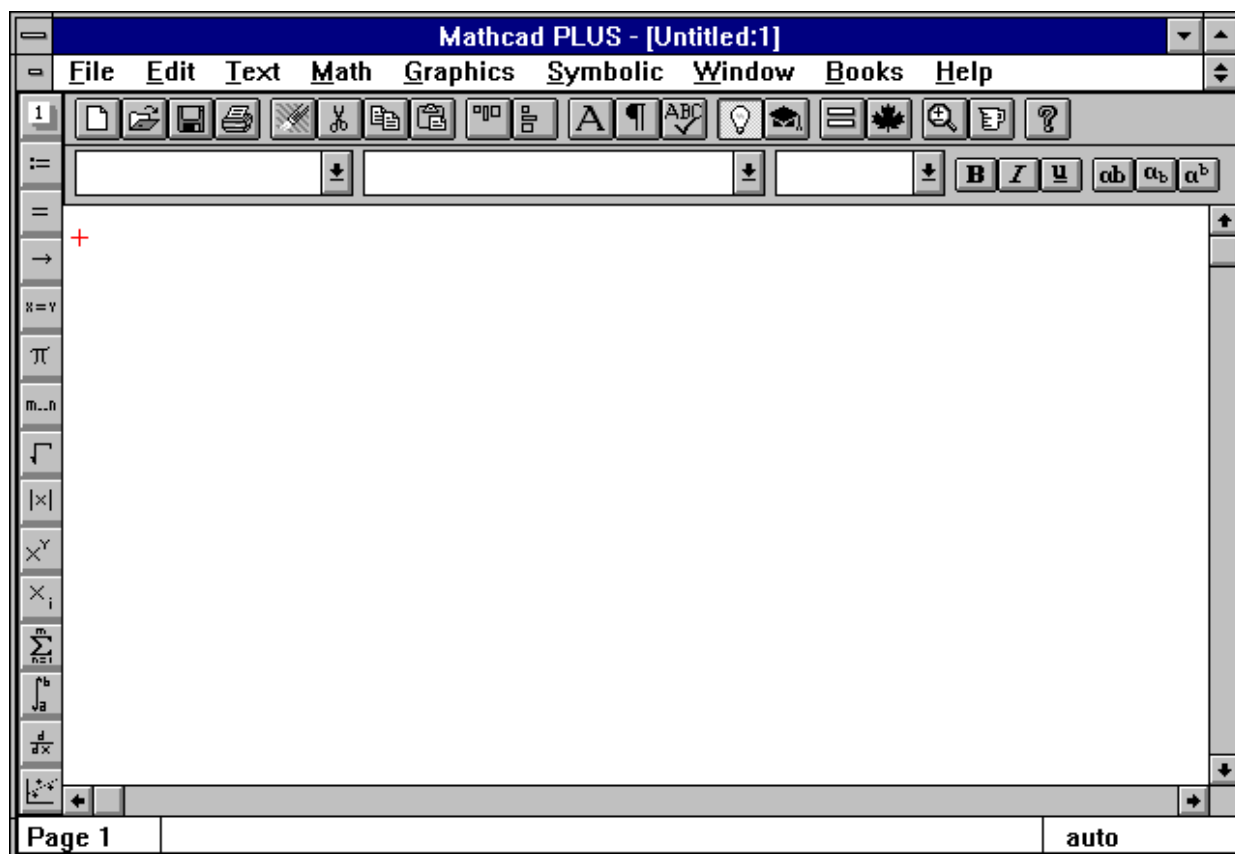
**SKRÓCONA INSTRUKCJA OBSŁUGI**

# 1 EKРАН PODSTAWOWY

## 1.1 Pasek menu

Bezpośrednio po uruchomieniu programu automatycznie zostaje wyświetlony jego ekran podstawowy (roboczy) zbudowany z dwóch zasadniczych części: obszaru roboczego (zajmującego zdecydowanie najwięcej miejsca) oraz obszaru menu, w skład którego wchodzi (rys.Z1.1):

- pasek tytułu ( pierwszy od góry zawierający m.in. nazwę pliku roboczego),
- pasek menu (umieszczony bezpośrednio pod paskiem tytułu),
- pasek narzędzi (umieszczony bezpośrednio pod paskiem menu),
- pasek formatowania tekstu (umieszczony bezpośrednio pod paskiem narzędzi),
- belka operatorów matematycznych (umieszczona pionowo z lewej strony ekranu),
- pasek przewijania pionowego (umieszczony pionowo z prawej strony ekranu),
- pasek przewijania poziomego (umieszczony w dolnej części ekranu),
- linia informacyjna (umieszczona bezpośrednio pod paskiem przewijania poziomego).



Rys.Z1.1. Ekran podstawowy programu MathCad

Pasek menu zawiera następujące polecenia główne:

### FILE

- New** - otwarcie nowego dokumentu,
- Open** - otwarcie dokumentu zapisanego wcześniej na dysku,
- Save** - zapisanie dokumentu pod aktualną nazwą,
- Save As** - zapisanie dokumentu pod nową nazwą,

**Insert** - dołączenie treści innego dokumentu  
**Close** - zamknięcie dokumentu,  
**Save Configuration** - zapamiętanie w pliku aktualnej konfiguracji programu,  
**Execute Configuration File** - załadowanie z pliku żądanej konfiguracji programu,  
**Associate Filename** - przyporządkowanie zmiennej zbioru danych,  
**Page Setup** - ustalenie formatu strony dokumentu,  
**Print Preview** - podgląd dokumentu przed wydrukiem,  
**Print** - drukowanie dokumentu  
**Exit** - zakończenie pracy z programem.

### EDIT

**Undo Last Edit** - anulowanie ostatnio wydanej komendy,  
**Cut** - wycinanie kolekcji do bufora (pamięci podręcznej, schowka),  
**Copy** - kopiowanie kolekcji do bufora,  
**Clear** - usuwanie kolekcji z dokumentu,  
**Paste** - wklejanie do dokumentu zawartości bufora,  
**Paste Special** - wklejanie do dokumentu zawartości bufora z możliwością utworzenia połączenia pomiędzy wklejanym obiektem a aplikacją, w której został on stworzony,  
**Select All Regions** - zaznaczanie wszystkich regionów,  
**Separate Regions** - separacja regionów,  
**Ins/Del Blank Lines** - wstawianie i usuwanie czystych linii,  
**View Regions** - wyświetlanie regionów,  
**Insert Pagebreak** - wstawianie twardego końca strony,  
**Set Right Margin** - wstawianie prawego marginesu,  
**Clear Right Margin** - usunięcie prawego marginesu,  
**Headers/Footers** - tworzenie nagłówka i stopki,  
**Align Regions** - wyrównywanie regionów:  
    **Align Horizontal** - poziome wyrównywanie regionów,  
    **Align Vertical** - pionowe wyrównywanie regionów,  
**Find** - wyszukiwanie ciągu znaków,  
**Replace** - wyszukiwanie i zamiana ciągu znaków,  
**Go to Page** - przemieszczenie się do wybranej strony dokumentu.

### TEXT

**Create Text Region** - tworzenie regionu tekstu,  
**Create Text Paragraph** - tworzenie paska tekstu,  
**Change Font** - zmiana czcionki zaznaczonego fragmentu tekstu,  
**Change Default Font** - zmiana domyślnego wyglądu czcionki,  
**Chack Spelling** - sprawdzanie pisowni.

### MATH

**Matrices** - wprowadzenie tablicy do dokumentu,  
**Built-In Variables** - ustawienie zmiennych systemowych,  
**Units** - ustalenie układu jednostek miar:  
    **Insert Unit** - wstawienie jednostek miar,  
    **Change System of Units** - zmiana obowiązującego układu jednostek miar,  
    **Dimensional Format** - zmiana nazw podstawowych wymiarów,

- Insert Function** - wprowadzenie funkcji do dokumentu,
- Randomize** - ustawienie generatora liczb losowych,
- Calculate** - przeliczenie wyświetlanej na ekranie części dokumentu,
- Calculate Document** - przeliczenie całego dokumentu,
- Toggle Equation** - wyłączenie regionu z obliczeń,
- Automatic Mode** - włączenie automatycznego trybu przeprowadzania obliczeń,
- SmartMath** - wywołanie programu umożliwiającego sprowadzanie wyrażeń do uproszczonej postaci,
- SmartMath Controls** - ustalenie trybu pracy programu sprowadzającego wyrażenia do uproszczonej postaci,
- Show SmartMath** - podgląd zoptymalizowanej postaci wyrażenia algebraicznego,
- Numerical Format** - ustalenie formatu wyników obliczeń,
- Apply Font Tag** - ustalenie etykiety wybranej zmiennej lub stałej,
- Modify Font Tag** - zmiana etykiety zmiennych i stałych,
- Change to Greek Variable** - zmiana liter alfabetu łacińskiego na litery alfabetu greckiego

## GRAPHICS

- Create X-Y Plot** - utworzenie wykresu dwuwymiarowego,
- Create Polar Plot** - utworzenie wykresu w biegunowym układzie współrzędnych,
- Create Surface Plot** - utworzenie wykresu trójwymiarowego,
- Create Contour Plot** - utworzenie wykresu konturowego,
- Create Picture** - utworzenie rysunku,
- X-Y Plot Format** - modyfikacja wykresu dwuwymiarowego
- Polar Plot Format** - modyfikacja wykresu w biegunowym układzie współrzędnych,
- Picture Format** - modyfikacja rysunku.

## SYMBOLIC

- Evaluate** - oszacowanie wyrażeń;
  - Evaluate Symbolically** - oszacowanie wyrażeń symbolicznych,
  - Complex Evaluation** - oszacowanie wyrażeń symbolicznych zespolonych,
- Simplify** - upraszczanie wyrażeń,
- Expand Expression** - wymnażanie wyrażeń,
- Factor Expression** - rozkładanie wyrażeń na czynniki,
- Collect on Subexpression** - wyłączanie wybranej zmiennej przed nawias,
- Polynomial Coefficients** - współczynniki wielomianu,
- Differentiate on Variable** - znajdowanie pochodnej wyrażenia,
- Integrate on Variable** - znajdowanie całki nieoznaczonej,
- Solve for Variable** - rozwiązywanie równań i nierówności,
- Substitute for Variable** - podstawienie wyrażeń pod zmienną,
- Expand to Series** - rozwijanie funkcji w szereg Taylora,
- Convert to Partial Fraction** - przedstawienie wyrażenia w postaci sumy ułamków,
- Matrix Operations** - operacje na macierzy:
  - Transpose Matrix** - transpozycja macierzy,
  - Invert Matrix** - znalezienie macierzy odwrotnej,
  - Determinant of Matrix** - obliczenie wyznacznika macierzy,
- Transforms** - operacje na transformatach:
  - Fourier Transform** - transformata Fouriera,
  - Inverse Fourier Transform** - odwrotna transformata Fouriera,

- Laplace Transform** - transformata Laplacea,
- Inverse Laplace Transform** - odwrotna transformata Laplacea,
- Z Transform** - transformata Z,
- Inverse Z Transform** - odwrotna transformata Z,
- Derivation Format** - ustalenie sposobu wyświetlania wyników obliczeń symbolicznych,
- Derive in Place** - wyświetlanie wyników obliczeń symbolicznych w miejscu zajmowanym przez dane wyrażenie,
- Load Symbolic Procesor** - załadowanie procesora symbolicznego

## WINDOW

- Cascade** - uporządkowanie okien dokumentów w tzw. kaskadę,
- Tile** - uporządkowanie dokumentów poprzez ułożenie ich obok siebie,
- Arrange Icons** - uporządkowanie ikon dokumentów,
- Zoom** - zmiana rozmiaru fragmentu dokumentu,
- Refresh** - odświeżanie ekranu,
- Hide Palette** - wyłączenie belki operatorów matematycznych,
- Hide Tool Bar** - wyłączenie paska narzędzi,
- Hide Font Bar** - wyłączenie paska formatowania tekstu,
- Change Colors** - zmiana koloru poszczególnych elementów dokumentu.

## BOOKS

Grupa poleceń dotyczących działania na podręczniku.

## HELP

Grupa poleceń dotyczących korzystania z systemu pomocy i podręcznika nauki obsługi programu Mathcad 5+.

## 1.2 Pasek narzędzi

Pasek narzędzi znajdujący się pod paskiem menu znacznie usprawnia pracę z programem pozwalając przy pomocy myszki szybciej wybierać najczęściej używane komendy systemu.

## 1.3 Pasek formatowania tekstu

Pasek formatowania tekstu leży bezpośrednio pod paskiem narzędzi. Umieszczone w nim pola z listami rozwijalnymi pozwalają szybko zmienić etykietę tekstu oraz krój i rozmiar czcionki. Dołączone przyciski umożliwiają zmianę atrybutów czcionki.

## 1.4 Belka operatorów matematycznych

Lewą stronę ekranu zajmuje pionowo położona belka operatorów matematycznych, umożliwiająca szybki dostęp do najczęściej powtarzających się operacji matematycznych. Składa się ona z pięciu części (widoczna jest zawsze tylko jedna) wywoływanych kolejno. Korzystanie z niej jest możliwe wyłącznie przy użyciu myszki.

## 1.5 Kursor

W programie MathCad występują dwa zasadnicze rodzaje kursora:

kursor myszki - jest zawsze obecny na ekranie, posiada postać strzałki lub czarnego krzyża zależnie od obszaru, w którym się obecnie znajduje; możliwe jest swobodne przemieszczanie go po całym ekranie,

kursor dokumentu (kursor roboczy) - ma postać małego, czerwonego krzyżyka i może być przemieszczany tylko w obrębie okna aktualnie otwartego dokumentu; występuje on wyłącznie w pustym obszarze dokumentu i wskazuje punkt, gdzie znajduje się początek wprowadzonego obiektu (równania, wykresu, rysunku, tekstu); w obrębie istniejących obiektów (w tzw. regionach) kursor ten przekształca się w punkt wstawienia mający wygląd niebieskiej lub czerwonej pionowej kreski.

## 2 TWORZENIE DOKUMENTU

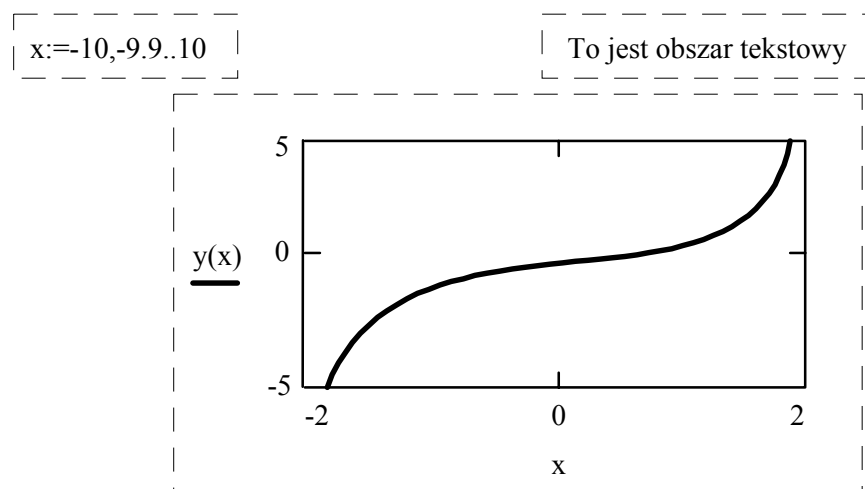
### 2.1 Podstawowe określenia

#### Regiony

Każdy obiekt wprowadzony do dokumentu zajmuje w nim pewien obszar, przy czym granice tego obszaru wyznaczone są zawsze przez minimalny prostokąt, jaki można opisać na znajdującym się wewnątrz niego obiekcie. W zależności od rodzaju obiektu występują:

- obszary równań, znajdują się w nich wyrażenia algebraiczne, równania oraz definicje zmiennych;
- obszary wykresów, zawierają dwu- i trójwymiarowe wykresy;
- obszary rysunków, znajdują się w nich rysunki wykonane w innych programach aplikacyjnych (AutoCad, Paintbrush itp.);
- obszary tekstowe.

Wszystkie te obszary nazywane są regionami. Regiony posiadają zbliżone cechy, można je przesuwać w dowolne miejsce dokumentu, kopiować albo usuwać. Regiony są oznaczane w postaci prostokąta rysowanego linią przerywaną. Wyróżnienie regionu odbywa się poprzez naciśnięcie lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w pobliżu wybranego regionu i przesunięciu kursora myszki w jego kierunku do chwili, aż pojawi się prostokąt zaznaczający dany region. Można w ten sposób zaznaczać większą ilość regionów. Naciśnięcie lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w obszarze wybranego regionu powoduje przeniesienie do niego kursora roboczego i przekształcenie go – stosownie do sytuacji – w ramkę wyboru albo punkt wstawienia. Na rys.Z1.2 przedstawiono przykładowe regiony, jaki mogą znaleźć się w dokumencie.



Rys.Z1.2. Regiony występujące w dokumencie.

#### Pusty obszar

Wszystkie miejsca w dokumencie, które nie są regionami nazywamy pustymi obszarami. Naciśnięcie lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w takim obszarze powoduje pojawienie się w nim kursora roboczego w postaci małego, czerwonego krzyżyka. W pustym obszarze można tworzyć nowe, kolejne obiekty, przy czym należy pamiętać, że położenie kursora roboczego określa miejsce, w którym znajdzie się początek wprowadzanego obiektu.

Wolne przestrzenie w obrębie danego regionu nie są pustymi obszarami.

### **Znak braku**

Znak braku jest małym, czarnym prostokątem pojawiającym się w każdym regionie, który nie został jeszcze dokończony. Oznacza to, że tworzony obiekt jest niekompletny, tzn. brakuje w nim wyrażenia, operatora albo innej niezbędnej części i wskazuje miejsce, gdzie powinien się znaleźć brakujący element. Zlikwidowanie znaku braku następuje poprzez naciśnięcie lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w obszarze znaku braku (zostanie on otoczony ramką wyboru) i wpisanie w jego miejsce brakującego elementu. Zlekceważenie sygnału o niekompletności obiektu i opuszczenie regionu powoduje pojawienie się odnośnika z odpowiednim do zaistniałej sytuacji komunikatem o błędzie. Na rys.Z1.3 przedstawiono proste wyrażenie, w którym znak braku znajduje się w miejscu, gdzie powinien zostać wprowadzony składnik dodawania.

$$3 + \blacksquare$$

Rys.Z1.3. Znak braku

### **Punkt wstawienia**

Punkt wstawienia ma postać pionowej niebieskiej lub czerwonej kreski. Pojawia się on w momencie naciśnięcia lewego klawisza myszki, gdy kursor myszki znajduje się na tle jakiegokolwiek litery lub cyfry wchodzącej w skład danego wyrażenia i dokładnie określa miejsce, gdzie znajdzie się wprowadzony z klawiatury znak (znak ten pojawi się z prawej strony punktu wstawienia). Punkt wstawienia może być przesuwany wewnątrz danego regionu za pomocą klawiszy kierunkowych lub myszki.

## **2.2 Stale**

Podstawowymi elementami, w oparciu o które przeprowadzane są obliczenia w programie MathCad, są wszelkiego rodzaju liczby, zwane też stałymi. System rozróżnia dwa rodzaje liczb:

- rzeczywiste,
- zespolone.

Liczby rzeczywiste mogą się składać z nieskończenie długiego łańcucha cyfr uzupełnionego o znak kropki (oddzielenie części całkowitej od ułamkowej). Mogą być wyświetlane w dowolnym systemie liczbowym (dziesiętnym, szesnastkowym lub ósemkowym), z żadaną dokładnością (do piętnastu miejsc po przecinku) i w określony sposób (np. zapis eksponencjalny).

Liczby zespolone w programie MathCad przedstawiane są w postaci kanonicznej (algebraicznej) i składają się z części rzeczywistej oraz urojonej. Jednostka urojona jest oznaczona literą **i** lub **j** w zależności od dokonanego wyboru w poleceniu **Math | Numerical Format**. Standardowo ustawiona jest litera **i**. Sposób wprowadzenia liczby zespolonej do dokumentu przedstawiono na rys.Z1.4.

wprowadzony ciąg znaków

$$3 + li * 5$$

otrzymane równanie

$$3 + i \cdot 5$$

Rys.Z1.4. Sposób zapisu liczby zespolonej


## **2.3 Zmienne**

Największe zastosowanie w programie MathCad mają tzw. zmienne. Mianem zmiennej określana jest każda wielkość, której użytkownik może nadać dowolną wartość. Korzystanie ze zmiennych wymaga ich zdefiniowania, tzn. przyporządkowania im określonych wartości liczbowych lub innych, wcześniej zdefiniowanych wyrażeń (mogą to być wyrażenia algebraiczne lub funkcje). Każda definicja może mieć charakter globalny lub lokalny.

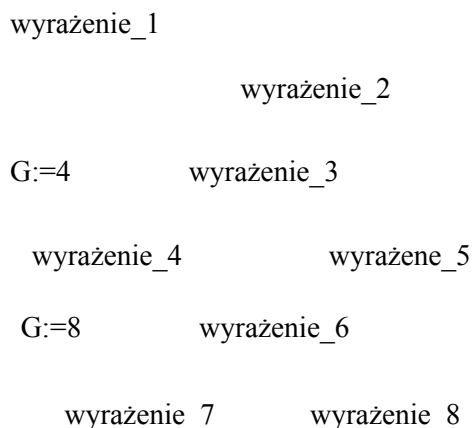
W celu zdefiniowania zmiennej lokalnej należy kolejno wykonać:

- w wybranym miejscu dokumentu wpisać nazwę zmiennej,



- nacisnąć klawisz < := > (dwukropek) w celu wprowadzenia znaku definicji lokalnej (lub przycisk z belki operatorów matematycznych ) ,
- wpisać wartość lub wyrażenie przyporządkowywane definiowanej zmiennej.


Zmienna zdefiniowana lokalnie obowiązuje w dokumencie od miejsca, w którym została wprowadzona (dotyczy obszarów na prawo i w dół dokumentu od miejsca jej zdefiniowania). Na rys.Z1.5 określenia "wyrażenie\_1", "wyrażenie\_2", itd. oznaczają kolejne wyrażenia. Zmienna  $G:=4$  będzie obowiązywać w wyrażeniach 3, 4 i 5.



Rys.Z1.5. Zakres oddziaływania zmiennej zdefiniowanej lokalnie

Jeżeli w dokumencie dana zmienna zostanie ponownie zdefiniowana, to automatycznie przysłoni poprzednią definicję lokalną i od tego miejsca w dalszej części dokumentu obowiązywać będzie jej nowa wartość (każda kolejna definicja lokalna przysłania poprzednią). Na rys.Z1.5 w wyrażeniach 3, 4 i 5 obowiązuje zmienna  $G:=4$ , natomiast w wyrażeniach 6, 7 i 8 zmienna  $G:=8$ .

Definicja globalna różni się od lokalnej jedynie tym, że zmienna globalna obowiązuje w całym dokumencie niezależnie od miejsca, w którym została zdefiniowana. Wprowadzenie do dokumentu zmiennej globalnej wymaga:

- wpisania w dowolnym miejscu dokumentu nazwy zmiennej,
- naciśnięcia klawisza < ~ > w celu wprowadzenia znaku definicji globalnej (lub przycisku z belki operatorów matematycznych ) ,
- wpisania wartości (wyrażenia), które ma zostać przyporządkowane definiowanej zmiennej.

#### UWAGA:

*Definicja lokalna zawsze przysłania definicję globalną i zaczyna obowiązywać od miejsca, w którym się pojawiła.*

Przy definiowaniu zmiennych globalnych i lokalnych nie można używać klawisza < = >. Znak ten jest zarezerwowany w programie MathCad do oszacowania wartości wyrażeń. W każdej chwili użytkownik może sprawdzić ile wynosi wartość liczbową dowolnej, zdefiniowanej wcześniej zmiennej. Proces taki nazywany jest oszacowaniem zmiennej. W celu oszacowania zmiennej należy w dowolnym miejscu dokumentu (po wystąpieniu tej zmiennej) wpisać jej nazwę i nacisnąć klawisz < = >. W dokumencie za znakiem równości pojawia się wartość zmiennej. Jeśli zmienna nie została wcześniej zdefiniowana, to próba jej oszacowania kończy się niepowodzeniem - jej symbol zostaje podświetlony, a w linii informacyjnej pojawia się komunikat:

*Undefined variables shown in reverse* (Niezdefiniowane zmienne wyświetlane są w inwersji).

W wielu przypadkach istnieje konieczność zdefiniowania zmiennej po przez przyporządkowanie jej tzw. zakresu zmienności (zmienna zakresowa). Jeśli konieczne jest, żeby zmienna przyjmowała kolejne wartości określonego przedziału, to można określić końce tego przedziału oraz sprecyzować dokładność jego dyskretyzacji. Potrzeba taka zachodzi np. w momencie tworzenia wykresu zadanej funkcji, której

argumenty muszą przyjmować kolejne wartości z określonego przedziału zmienności. Chcąc zdefiniować tego typu zmienną należy kolejno:

- w wybranym miejscu dokumentu wpisać nazwę zmiennej,
- wprowadzić znak definicji lokalnej lub globalnej,
- wprowadzić dolną granicę przedziału (będzie to pierwsza wartość, która zostanie podstawiona pod zmienną) i nacisnąć klawisz < , > (przecinek),
- wprowadzić drugą wartość, jaka ma być podstawiona pod zmienną (w ten sposób określa się krok zmiennej) i nacisnąć klawisz < ; > (średnik) lub odpowiedni przycisk z belki operatorów matematycznych m .. n ,
- wprowadzić górną granicę przedziału (ostatnią wartość, która zostanie podstawiona pod zmienną).

Rys.Z1.6 przedstawia przykładową zmienną o nazwie "x" zdefiniowaną jako zmienną lokalną zakresową, w której krok zmiennej wynosi 0.2. Nie wprowadzanie drugiej wartości przy deklaracji zmiennej zakresowej powoduje, że MathCad automatycznie przyjmuje krok zmiennej równy jeden.

wprowadzony ciąg znaków:

x:1,1.2;2

wygląd zmiennej w dokumencie:

x := 1,1.2 .. 2

oszacowanie wartości zmiennej zakresowej:

x=

x

1	- pierwsza wartość zmiennej
1.2	- druga wartość zmiennej
1.4	- trzecia wartość zmiennej
1.6	- czwarta wartość zmiennej
1.8	- piąta wartość zmiennej
2	- ostatnia wartość zmiennej

x:1;10

x := 1 .. 10

Rys.Z1.6. Definiowanie zmiennej zakresowej

Program MathCad posiada szerokie możliwości tworzenia nazw zmiennych. Nazwę może stanowić jeden znak (litera) lub ciąg znaków, w skład którego mogą wchodzić:

- litery (wszystkie litery łacińskie i greckie),
- cyfry,
- znak podkreślenia.

System rozróżnia duże i małe litery, rozmiar czcionki oraz jej krój, przy czym w nazwie zmiennej wszystkie znaki muszą być jednakowego rozmiaru oraz tego samego kroju (dopuszczalne jest jedynie łączenie liter alfabetu greckiego z pozostałymi krojami dostępnymi w systemie).

#### Przykład

Użytkownik zdefiniował dwie zmienne:  $AbC := 5$  oraz  $abC := 9$ . Chcąc wykorzystać zmienną  $AbC$  w dalszej części dokumentu należy konsekwentnie zastosować jej zapis (pamiętając o dużych i małych literach) Wpisanie nazwy  $abC$  spowoduje, że system podstawia do obliczeń wartość 9, a nie 5. Podobnie program reaguje na zmianę rozmiaru oraz kroju czcionki użytej w nazwie zmiennej.

Nazwa zmiennej może posiadać tzw. wskaźnik dolny (nie mylić z indeksem), który służy wyłącznie do identyfikacji dwóch zmiennych o podobnych nazwach. W celu wprowadzenia zmiennej ze wskaźnikiem dolnym należy:

- wpisać główną nazwę zmiennej,
- nacisnąć klawisz  $\langle . \rangle$  (kropka), punkt wstawienia wydłuża się do dołu sygnalizując w ten sposób gotowość wpisania wskaźnika,
- wpisać symbol, który ma być wskaźnikiem.

Program MathCad udostępnia kilka standardowych, zdefiniowanych w systemie zmiennych. Należą do nich:

- symbol nieskończoności, wprowadzany jest do dokumentu poprzez wciśnięcie kombinacji klawiszy  $\langle \mathbf{Ctrl} + \mathbf{Z} \rangle$ ; posiada wartość równą  $10e+307$ ,
- liczba  $\pi$  (Pi), wprowadzana jest do dokumentu poprzez wciśnięcie kombinacji klawiszy  $\langle \mathbf{Ctrl} + \mathbf{P} \rangle$  lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych  $[\pi]$ ; posiada wartość równą  $3.141592653589793$ ,
- liczba e (suma szeregu liczb Nepera), wprowadzana do dokumentu poprzez wpisanie małej litery "e"; posiada wartość równą  $2.718281828459045$
- symbol %, wprowadzany do dokumentu poprzez wciśnięcie klawisza  $\langle \% \rangle$ ; jego wartość wynosi 0.01.

## 2.4 Funkcje

Program MathCad pozwala definiować funkcje. Każda funkcja zbudowana jest podobnie i posiada:

- nazwę (zasady tworzenia nazwy funkcji są identyczne jak w przypadku zmiennych),
- argumenty; elementy, których zbiór stanowi dziedzinę funkcji, argumenty oddzielane są przecinkami i muszą być umieszczone w nawiasach okrągłych znajdujących się bezpośrednio za nazwą funkcji.

Funkcje podobnie jak zmienne mogą być definiowane lokalnie lub globalnie. W celu zdefiniowania funkcji należy kolejno:

- ustawić kursor w wybranym miejscu dokumentu,
- wprowadzić nazwę zmiennej,
- otworzyć nawias, nacisnąć klawisz  $\langle ( \rangle$ ,
- wpisać argumenty funkcji oddzielając je przecinkami,
- zamknąć nawias, nacisnąć klawisz  $\langle ) \rangle$ ,
- wprowadzić znak definicji lokalnej lub globalnej,
- za znakiem definicji wprowadzić wyrażenie określające funkcję.

Rys.Z1.7 przedstawia sposób definiowania przykładowych funkcji lokalnych oraz oszacowanie ich wartości.

wprowadzony ciąg znaków

$$f(x) : 3 * x$$

$$g(x, y, z) : 2 * x + 4 * y / z$$

wygląd funkcji w dokumencie

$$f(x) := 3 \cdot x$$

$$g(x, y, z) := 2 \cdot x + \frac{4 \cdot y}{z}$$

oszacowanie wartości funkcji

$$g(2,3,6) = 6$$

Rys.Z1.7. Sposób definicji i oszacowania funkcji

Oprócz możliwości definiowania własnych funkcji MathCad dostarcza grupę funkcji wbudowanych w system, standardowo w nim zdefiniowanych. Do funkcji tych między innymi należą:

- funkcje trygonometryczne,
- funkcje logarytmiczne,
- funkcja wykładnicza,
- funkcje umożliwiające rozwiązywanie równań (nierówności) i układów równań (nierówności),
- funkcje statystyczne,
- funkcje tablicowe.

## 2.5 Operatory i wyrażenia algebraiczne

Mianem operatorów określane są wszystkie operatory matematyczne umożliwiające przeprowadzenie niezbędnych obliczeń (np.: dodawanie, odejmowanie, mnożenie itp.). Operatory wprowadzane są do dokumentu głównie podczas tworzenia kolejnych wyrażeń algebraicznych. Mogą być wprowadzane bezpośrednio z klawiatury lub poprzez wybieranie odpowiednich przycisków z pierwszej i drugiej części belki operatorów matematycznych. Przy tworzeniu równań, wprowadzając operatory należy pamiętać, że system zachowuje powszechnie obowiązującą kolejność działań matematycznych.

Wyrażeniami nazywane będą wszystkie obiekty (liczby, zmienne, funkcje), które są połączone dowolnym operatorem. Każde wyrażenie składa się z dwóch części wyrażenia i łączącego ich operatora np.:  $a:=1$  jest wyrażeniem, w którym  $a$ ,  $1$  są częściami wyrażenia oraz  $:=$  jest operatorem;  $4 + a$  jest wyrażeniem, w którym  $4$ ,  $a$  są częściami wyrażenia oraz  $+$  jest operatorem.

## 2.6 Ramka wyboru

Ramka wyboru jest ważnym narzędziem edycyjnym w programie MathCad. Zazwyczaj ma ona postać niebieskiej ramki z uciętym prawym górnym narożnikiem i może otaczać każde wyrażenie znajdujące się w równaniu albo występujący w nim znak braku. Narzędzie to umożliwia wszelkiego rodzaju modyfikację istniejących w dokumencie wyrażeń, polegającą na:

- wprowadzaniu do równań dodatkowych stałych, zmiennych, operatorów oraz innych wyrażeń,
- kopiowanie, usuwanie i przenoszenie wybranych części wyrażenia (polecenia **Cut**, **Copy** i **Paste** z menu **EDIT**).

Otoczenie ramką wyboru dowolnego wyrażenia znajdującego się w dokumencie wymaga naciśnięcia lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się na tle operatora łączącego część tego wyrażenia. Rys.Z1.8a przedstawia równanie z ramką wyboru otaczającą jedno z występujących w nim wyrażeń (mianownik). Wprowadzenie pokazanej ramki wymaga naciśnięcia lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się na tle znaku dodawania. Wybór kreski ułamkowej powoduje otoczenie ramką wyboru całego ilorazu (rys.Z1.8b). Otoczenie ramką wyboru znajdującego się w wyrażeniu znaku braku wymaga naciśnięcia lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się na tle tego znaku braku (rys.Z1.8c).

a)  $a:=5$

$$\frac{28}{a+2} = 4 \quad \blacksquare$$

b)  $a:=5$

$$\frac{28}{a+2} = 4 \quad \blacksquare$$

c)  $a:=5$

$$\frac{28}{\blacksquare+2} = \blacksquare \quad \blacksquare$$

Rys.Z1.8. Ramka wyboru

Jeśli ramka wyboru wprowadzona jest do danego równania, to istnieje możliwość zmiany jej rozmiaru. Powiększenie ramki wyboru uzyskuje się naciskając klawisz kierunkowy < **strzałka w górę** >, natomiast zmniejszenie jej wymiarów wymaga naciskania klawisza < **strzałka w dół** >. Należy pamiętać, że

przy powiększaniu ramka wyboru otoczy zawsze to wyrażenie, którego część stanowiła bezpośrednio przed powiększeniem.

## 2.7 Wprowadzanie równań do dokumentu

Podstawą pracy z programem jest umiejętność prawidłowego wprowadzania do dokumentu żądanych równań. Tworzenie równania polega na wpisywaniu poszczególnych jego elementów (liczb, zmiennych, funkcji, wyrażeń) i łączeniu ich odpowiednimi operatorami. Należy zauważyć, że czynność ta w systemie MathCad przypomina klasyczny proces zapisywania równania na kartce papieru (co jest bardzo dużą zaletą tego systemu). Jednocześnie program cały czas wyświetla na ekranie postać wprowadzonego równania, co pozwala użytkownikowi na bieżąco śledzić poprawność zapisywania równania oraz - w razie potrzeby - natychmiastowe korygowanie go, czy też poprawianie zaistniałych w nim błędów. Użytkownik musi pamiętać tylko o dwóch podstawowych zasadach:

- każdy kolejny element równania zostaje zawsze wprowadzony wewnątrz ramki wyboru otaczającej w danym momencie znak braku, który powstał w wyniku wcześniejszego wprowadzenia dowolnego operatora,
- każdy kolejny operator standardowo zostaje wprowadzony zawsze z prawej strony punktu wstawienia (ewentualnie ramki wyboru) i odnosi się do wyrażenia, które w danej chwili znajduje się bezpośrednio przed tym punktem wstawienia (ewentualnie do wyrażenia, które jest otoczone ramką wyboru).

## 2.8 Modyfikacja równań i wyrażeń

### Zmiana stałej lub nazwy zmiennej występującej w równaniu

Często pojawia się konieczność zmiany wartości liczbowej występującej w równaniu. Czynność taka jest możliwa, a jej procedura wygląda w następujący sposób:

- nacisnąć lewy klawisz myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się na tle liczby, która ma zostać zmieniona; z lewej lub z prawej strony liczby powinien pojawić się punkt wstawienia (jeśli pojawi się ramka wyboru to należy ponownie - dokładniej - powtórzyć tę operację lub za pomocą klawiszy kursowych maksymalnie zmniejszyć ramkę wyboru do postaci punktu wstawienia),
- usunąć istniejącą liczbę (stosując klawisz < **Backspace** >, gdy punkt wstawienia występuje z prawej strony liczby lub klawisz < **Del** >, gdy punkt wstawienia występuje z lewej strony liczby),
- wprowadzić nową, żadaną wartość liczbową (po usunięciu wybranej stałej pojawi się znak braku w miejsce którego należy wpisać nową liczbę),
- opuścić obszar równania (wyrażenia) poprzez naciśnięcie lewego klawisza myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w innym dowolnym regionie dokumentu, albo naciśnięcie klawisza < **ENTER** >.

### Wstawianie dodatkowego operatora

Procedura dołączania operatora do istniejącego wyrażenia jest następująca:

- otoczyć ramką wyboru wyrażenie, do którego ma się odnosić wstawiany operator,
- zmodyfikować ramkę wyboru w celu ustalenia, z której strony wyrażenia ma zostać dołączony operator; modyfikacja ta polega na ustawieniu ściętego górnego narożnika ramki z prawej lub lewej jej strony (wciśnięcie klawisza < **Ins** > ),
- wstawić operator,
- wprowadzić stałą lub zmienną w celu uzupełnienia nowego wyrażenia.

Naciśnięcie klawisza < **Ins** > sprawia, że ramka wyboru zmienia swój kolor (z niebieskiego na czerwony) i kształt (ucięty zostaje jej górny lewy narożnik). Taka postać ramki oznacza, że operator zostanie wstawiony z lewej strony wyrażenia.

### **Zmiana operatora**

Procedura zmiany operatora na inny wygląda następująco:

- nacisnąć lewy klawisz myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się na tle modyfikowanego operatora tak, żeby oparte na nim wyrażenie zostało otoczone ramką wyboru,
- zlikwidować istniejący operator poprzez wciśnięcie klawisza < **Backspace** >,
- wprowadzić nowy operator.

### **Negacja wybranego wyrażenia**

W celu zanegowania wybranego wyrażenia należy:

- otoczyć je ramką wyboru,
- nacisnąć klawisz < **Ins** >, aby zmienić postać ramki wyboru,
- wcisnąć klawisz < - >.

## 3 REALIZACJA OBLICZEŃ

### 3.1 Tryb przeprowadzania obliczeń

Program MathCad może realizować bieżące obliczenia w jednym z dwóch trybów:

- automatycznym (po każdej najmniejszej zmianie w dokumencie system przelicza wszystkie znajdujące się na ekranie równania),
- manualnym (przeprowadzenie obliczeń na wyraźne polecenie operatora).

Po uruchomieniu, program MathCad standardowo ustawia się w automatycznym trybie przeprowadzania obliczeń. Przełączenie na tryb manualny następuje poprzez wybranie polecenia **Math|Automatic Mode**. Zniknięcie znacznika przed nazwą tego polecenia w menu oznacza, że tryb automatyczny jest wyłączony, co jest potwierdzone brakiem napisu auto w linii informacyjnej. Polecenie **Math|Calculate** powoduje przeliczenie tylko tej części dokumentu, która jest widoczna na ekranie (plus niezbędne wcześniejsze wyrażenia). Powrót do trybu automatycznego następuje poprzez ponowne wywołanie polecenia **Math|Automatic Mode**.

### 3.2 Wyłączanie regionów z obliczeń

Program MathCad pozwala na wyłączenie wybranych regionów tak, aby nie były one za każdym razem przeliczane. W tym celu należy:

- otoczyć ramką wyboru część żądanego regionu,
- wywołać polecenie **Math|Toggle Equation** (z prawej strony wyrażenia pojawi się znacznik w kształcie małego niezamalowanego kwadratu),
- powtórzyć dwie pierwsze czynności dla innych regionów wyznaczonych do wyłączenia z obliczeń.

Przywrócenie danego regionu do obliczeń następuje przez:


- otoczenie jego ramką wyboru,
- wywołanie polecenia **Math|Toggle Equation**.

Jeśli kursor roboczy znajduje się w pustym obszarze dokumentu opcja **Math|Toggle Equation** jest niedostępna.

### 3.3 Zastosowanie wybranych operatorów matematycznych

#### Dodawanie z przeniesieniem do następnego wiersza

Jeśli wprowadzane wyrażenie jest bardzo długie (dłuższe niż szerokość strony dokumentu) użytkownik może przenieść jego część do następnego wiersza. Operacja taka następuje po wciśnięciu kombinacji

klawiszy < **Ctrl + Enter** > lub wybraniu przycisku z belki operatorów matematycznych .

#### Silnia

Operator ten wprowadzany jest poprzez wciśnięcie klawisza < **!** >. System oblicza silnię wyłącznie z liczb całkowitych należących do przedziału < 0, 170 >.

#### Szacowanie wartości pochodnej

Operator różniczkowania wprowadzany jest do dokumentu poprzez wciśnięcie klawisza < **?** > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych. Przykład oszacowania wartości pochodnej przedstawiono na rys.Z1.9. W miejsce znaków braku użytkownik powinien wprowadzić

wyrażenie, z którego obliczana będzie pochodna oraz zmienną względem której różniczkowane będzie to wyrażenie. Następnie nacisnąć klawisz  $\langle \Rightarrow \rangle$  (związany z szacowaniem). Wszystkie zmienne występujące w różniczkowanym wyrażeniu powinny być zdefiniowane we wcześniejszej części dokumentu. MathCad umożliwia także oszacowanie wartości pochodnej wyższego rzędu. Wprowadzenie symbolu takiej pochodnej następuje po wciśnięciu kombinacji klawiszy  $\langle \text{Ctrl} + \text{Shift} + ? \rangle$  lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych. Rząd pochodnej maksymalnie może być równy 5.

$$\begin{array}{ll} x := 4 & x := 2 \\ \frac{d}{dx} x^3 = 48 & \frac{d^3}{dx^3} x^4 = 48 \end{array}$$

Rys.Z1.9. Szacowanie wartości pochodnej

### **Obliczanie całek oznaczonych**

Operator całkowania wprowadzany jest do dokumentu poprzez wciśnięcie klawisza  $\langle \& \rangle$  lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych. W miejsce znaków braku użytkownik powinien wprowadzić:

- wyrażenie podcałkowe,
- granice całkowania,
- zmienną względem której całkowane będzie wyrażenie.

Szacowanie całki nastąpi po wciśnięciu klawisza  $\langle \Rightarrow \rangle$ . Zmienne występujące w wyrażeniu podcałkowym nie muszą być zdefiniowane we wcześniejszej części dokumentu. Rys.Z1.10 przedstawia sposób obliczenia wartości całki.

$$\int_2^6 x^3 dx = 320$$

Rys.Z1.10. Obliczanie całki

### **Suma lub iloczyn wyrażeń**

Symbol sumy wyrażeń wprowadzany jest do dokumentu po wciśnięciu klawisza  $\langle \$ \rangle$  lub odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych. Symbol iloczynu wyrażeń wprowadzany jest do dokumentu po wciśnięciu klawisza  $\langle \# \rangle$  lub odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych. W obu przypadkach indeks powinien być zmienną zakresową przyjmującą wartości całkowite. Wymagane jest, aby indeks był zdefiniowany we wcześniejszej części dokumentu.

## **3.4 Wektory i macierze**

### **Wprowadzanie tablic do dokumentu**

Wprowadzanie do dokumentu dowolnej tablicy jednowymiarowej (wektora) lub tablicy dwuwymiarowej (macierzy) o żądanej ilości wierszy i kolumn wymaga:

- ustawienia kursora roboczego w określonym miejscu dokumentu,
- wybranie polecenia **Math|Matrices** lub wciśnięcia kombinacji klawiszy  $\langle \text{Ctrl} + \text{V} \rangle$ , lub wybranie odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych;
- na ekranie pojawi się okno dialogowe **Matrices** (rys.Z1.11), w którym należy wpisać odpowiednią ilość wierszy tablicy (**Rows**) oraz odpowiednią ilość kolumn (**Columns**); maksymalnie w tablicy może znajdować się 100 elementów, a minimalnie 2 (1 x 2 lub 2 x 1),
- nacisnąć przycisk [**Create**]; w miejscu, w którym znajdował się kursor roboczy pojawi się tablica.





- iloczyn wektorowy (realizowany poprzez wciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + **8** > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych), oba wektory muszą mieć trzy elementy,
- mnożenie macierzy (realizowane za pomocą operatora mnożenia, klawisz < \* >),
- wartość bezwzględna wektora (macierzy) (realizowana poprzez wciśnięcie klawisza < | > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych), macierz musi być macierzą kwadratową,
- suma elementów wektora (realizowana poprzez naciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + **4** > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych),
- podnoszenie macierzy do potęgi (realizowana poprzez wciśnięcie klawisza < ^ >), wykładnik musi być liczbą całkowitą, a macierz musi być kwadratowa,
- podawanie wybranej kolumny macierzy (realizowane poprzez naciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + **6** > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych; liczba wpisana wewnątrz ostrych nawiasów oznacza nr podawanej kolumny),
- transpozycja macierzy (realizowana poprzez naciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + **1** > lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych).

### **Zmienna systemowa ORIGIN**

Zmienna systemowa **ORIGIN** pozwala określić, który element wprowadzonej tablicy ma być jej początkiem (umiejscowiony w pierwszym wierszu i pierwszej kolumnie). Jeśli zmienna ta ma wartość 1, to element A[1,1] będzie umiejscowiony w pierwszym wierszu i pierwszej kolumnie. Jeśli **ORIGIN**=0, to element A[1,1] będzie umiejscowiony w drugim wierszu i drugiej kolumnie (początek tablicy będzie wyznaczał element A[0,0]).

Zmianę wartości zmiennej systemowej **ORIGIN** umożliwia polecenie **Math|Built-In Variables**. Standardowo zmienna **ORIGIN** przyjmuje wartość 0.

## **3.5 Rozwiązywanie równań i układów równań**

### **Rozwiązywanie równań liniowych**

W celu rozwiązania równania liniowego należy kolejno:

- sprowadzić równanie do takiej postaci, żeby po jednej stronie znajdowała się wartość zero tzn.  $f(x) = 0$  (znak równości powinien być wprowadzony poprzez naciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + = >),
- określić przybliżoną wartość niewiadomej,
- wprowadzić komendę systemową **root(f(x),x)** i nacisnąć klawisz < = >, po którym zostanie wyświetlone rozwiązanie.

Na rys.Z1.13 przedstawiono sposób rozwiązywania prostego równania liniowego  $5x-25=0$ .

$$5 \cdot x - 25 = 0$$

$$x := 6$$

$$\text{root}(5 \cdot x - 25, x) = 5$$

Rys.Z1.13. Rozwiązywanie równań liniowych

### **Rozwiązywanie układów równań liniowych**

Procedura rozwiązywania układów równań liniowych jest następująca:

- zdefiniować wyznacznik układu równań,

- zdefiniować wektor, w którym poszczególnymi elementami będą kolejne wartości znajdujące się po prawej stronie równań,
- zdefiniować równanie umożliwiające znalezienie wektora będącego rozwiązaniem układu równań,
- oszacować wartość wektora rozwiązań układu równań; kolejne elementy wektora rozwiązań odpowiadają poszczególnym niewiadomym równania.

Rys.Z1.14 przedstawia sposób rozwiązywania prostego układu równań liniowych:

$$\begin{cases} 2a - 3b + 5c = 11 \\ a + 4b - 7c = -12 \\ 3a + 2b + 8c = 31 \end{cases}$$

$$W := \begin{bmatrix} 2 & -3 & 5 \\ 1 & 4 & -7 \\ 3 & 2 & 8 \end{bmatrix} \quad R := \begin{bmatrix} 11 \\ -12 \\ 31 \end{bmatrix}$$

$$x := W^{-1} \cdot R$$

$$x = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{- niewiadoma "a"} \\ \text{- niewiadoma "b"} \\ \text{- niewiadoma "c"} \end{array}$$

Rys.Z1.14. Rozwiązywanie układu równań liniowych

### Rozwiązywanie równań i układów równań nieliniowych

Rozwiązywanie równań i układów równań nieliniowych umożliwiają komendy systemowe **Given** oraz **Find**. Procedura rozwiązywania równania lub układu równań nieliniowych jest następująca:

- określić przybliżone wartości wszystkich niewiadomych występujących w układzie,
- wpisać komendę **Given**,
- wprowadzić kolejne równania układu równań (znak równości powinien być wprowadzony poprzez naciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + = >),
- wpisać komendę **Find**; bezpośrednio za komendą, w nawiasie okrągłym należy umieścić symbole poszukiwanych niewiadomych oddzielone pomiędzy sobą przecinkami.

Rozwiązanie przedstawione jest w postaci tablicy jednowymiarowej, której kolejne elementy odpowiadają kolejnym niewiadomym podanym w komendzie **Find**. Rys.Z1.15 przedstawia sposób rozwiązania przykładowego równania i układu równań nieliniowych.

<p>a)    x:=1              Given              <math>x^2 + 3 \cdot x = 10</math>              Find(x)=2</p>	<p>b)    x:=1                    y:=1              Given              <math>x^2 + x \cdot y = 10</math>              <math>y^2 + x \cdot y = 15</math>              Find(x,y)=<math>\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}</math>    <math>\begin{array}{l} \text{- niewiadoma "x"} \\ \text{- niewiadoma "y"} \end{array}</math></p>
--	---

Rys.Z1.15. Rozwiązywanie równania (a) i układu równań (b) nieliniowych

Równanie nieliniowe można rozwiązać stosując komendę systemową **root**. Tok postępowania podobny jak dla rozwiązywania równania liniowego.

### 3.6 Transformaty dyskretne

Z szeregu funkcji wewnętrznych program MathCad zawiera specjalne funkcje do przeprowadzania obliczeń szybkich transformat Fouriera i ich odwrotności. Funkcje te wymagają argumentów wektorowych. W programie wyróżniane są następujące pary funkcji:

- fft i ifft,
- cfft i icfft,
- FFT i IFFT,
- CFFT i ICFFT.

Funkcja  $\text{fft}(\mathbf{v})$  oblicza transformatę Fouriera  $2^m$ -elementowego wektora  $\mathbf{v}$  o składowych rzeczywistych, odpowiadających pomiarom dokonywanym w równych przedziałach dziedziny czasu. Wektor ten musi mieć  $2^m$  składowych. W rezultacie otrzymuje się inny wektor ( $\mathbf{c}$ ), składający się z  $1+2^{m-1}$  współczynników zespolonych oznaczających wartości w dziedzinie częstotliwości. Elementy wektora wynikowego z funkcji  $\text{fft}$  spełniają następujące równanie:

$$c_j = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{k=0}^{n-1} v_k e^{2\pi i(j/n)k}$$

gdzie:  $n$  – liczba elementów wektora  $\mathbf{v}$ ,  
 $i$  – jednostka urojona.

Natomiast funkcja  $\text{ifft}(\mathbf{v})$  jest odwrotną transformatą Fouriera  $1+2^m$ -elementowego wektora o składowych, odpowiadających wartościom z dziedziny częstotliwości. Wektor  $\mathbf{v}$  musi posiadać  $1+2^m$  składowych ( $m$  – liczba całkowita). Rezultat jest wektorem  $\mathbf{d}$  o  $2^{m+1}$  składowych oznaczających wartości w dziedzinie czasu. Elementy wektora  $\mathbf{d}$  obliczane są wg równania:

$$d_j = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{k=0}^{n-1} w_k e^{-2\pi i(j/n)k}$$

gdzie:  $\mathbf{w}$  – nowy wektor, utworzony przez program MathCad.

Jeżeli dane należą do zbioru liczb zespolonych lub wektor danych nie może mieć  $2^m$  składowych, to należy zastosować funkcje:

- $\text{cfft}(\mathbf{A})$  – obliczającą szybką transformatę Fouriera wektora lub macierzy zespolonych danych, odpowiadających równo oddalonym pomiarom z dziedziny czasu; wynik jest tablicą o wymiarach takich samych jak argument,
- $\text{icfft}(\mathbf{A})$  – obliczającą odwrotną transformatę Fouriera dla wektora lub macierzy danych odpowiadających wartościom z dziedziny częstotliwości; wynik jest tablicą o wartościach z dziedziny czasu.

Dla zmiennych rzeczywistych druga część transformaty jest sprzężeniem pierwszej. Stąd MathCad dla funkcji  $\text{fft}$  i  $\text{ifft}$  opuszcza drugą połowę wektora wynikowego, co prowadzi do oszczędności czasu i pamięci. Funkcje  $\text{cfft}$  i  $\text{icfft}$  nie korzystają z założenia o symetrii transformaty.

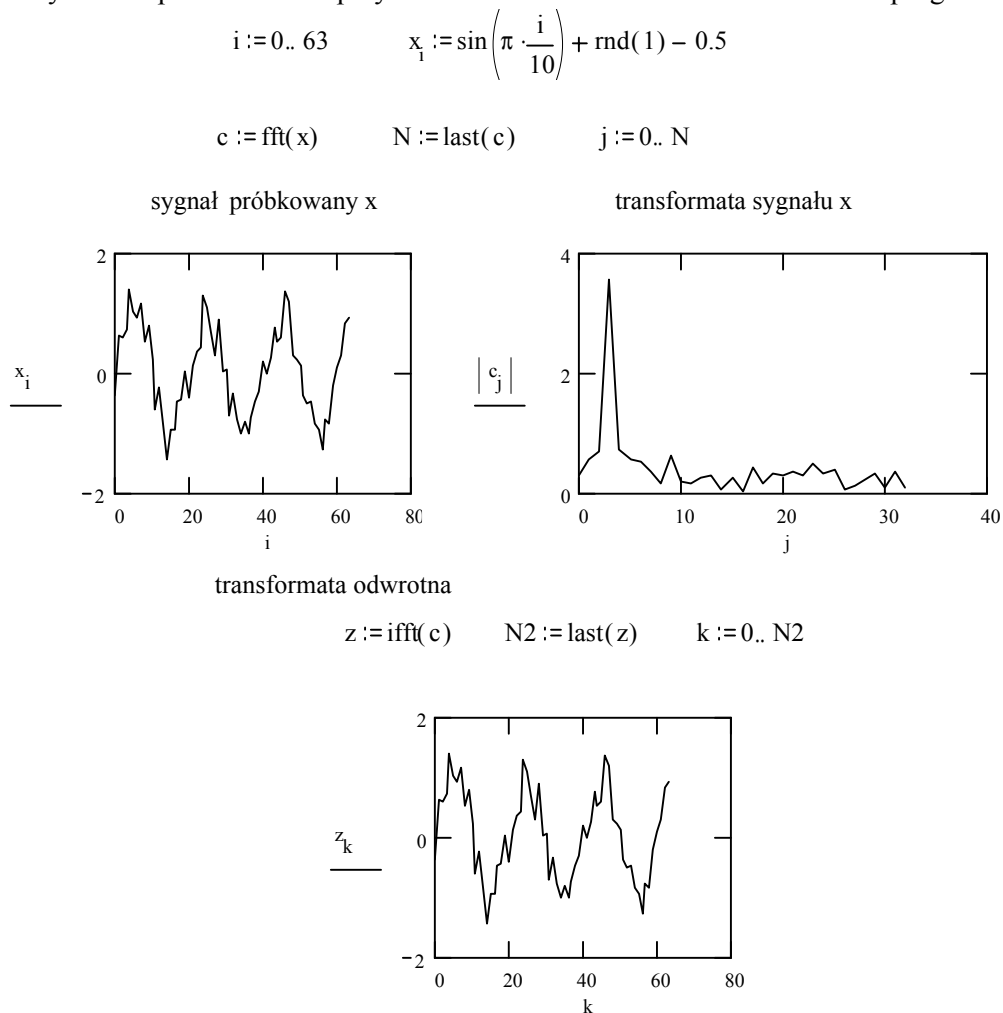
W zastosowaniach inżynierskich spotykane są bardzo często następujące definicje dyskretnej transformaty Fouriera i jej odwrotności:

$$F(v) = \frac{1}{n} \sum_{\tau=0}^n f(\tau) e^{-2\pi i(v/n)\tau}$$

$$f(\tau) = \sum_{v=0}^n F(v) e^{2\pi i(\tau/n)v}$$

Skorzystanie z powyższych definicji do obliczeń transformat w programie MathCad wymaga zastosowania następujących funkcji: FFT, IFFT, CFFT oraz ICFFT. Funkcje te stosuje się w dokładnie taki sam sposób jak opisane powyżej funkcje fft, ifft, cfft oraz icfft.

Na rys.Z1.16 przedstawiono przykład zastosowania transformat Fouriera w programie MathCad.



Rys.Z1.16. Przykład obliczania transformat Fouriera

### 3.7 Wybrane funkcje programu MathCad

#### Funkcje trygonometryczne

- $\sin(x)$  - sinus,
- $\cos(x)$  - cosinus,
- $\tan(x)$  - tangens,
- $\cot(x)$  - cotangens,
- $\sec(x)$  - secans,
- $\csc(x)$  - cosecans.

#### Funkcje hiperboliczne

- $\sinh(x)$  - sinus hiperboliczny,
- $\cosh(x)$  - cosinus hiperboliczny,
- $\tanh(x)$  - tangens hiperboliczny,

- $\coth(x)$  - cotangens hiperboliczny,
- $\operatorname{sech}(x)$  - secans hiperboliczny,
- $\operatorname{csch}(x)$  - cosecans hiperboliczny.

### **Funkcje cyklotometryczne**

- $\operatorname{asin}(x)$  - arcus sinus,
- $\operatorname{acos}(x)$  - arcus cosinus,
- $\operatorname{atan}(x)$  - arcus tangens,
- $\operatorname{asinh}(x)$  - arcus sinus hiperboliczny,
- $\operatorname{acosh}(x)$  - arcus cosinus hiperboliczny,
- $\operatorname{atanh}(x)$  - arcus tangens hiperboliczny.

### **Funkcje logarytmiczne**

- $\ln(a)$  - logarytm naturalny liczby "a",
- $\log(a)$  - logarytm dziesiętny liczby "a".

### **Funkcja wykładnicza**

- $\exp(a)$  - podaje wartość liczby "e" podniesionej do potęgi "a".

### **Funkcje zmiennej zespolonej**

- $\operatorname{Re}(z)$  - część rzeczywista liczby zespolonej "z",
- $\operatorname{Im}(z)$  - część urojona liczby zespolonej "z",
- $\operatorname{arg}(z)$  - argument główny liczby zespolonej "z".

### **Funkcje działające na wektorach i macierzach**

- $\max(w)$  - podaje liczbę odpowiadającą wartości największego elementu wektora "w",
- $\min(w)$  - podaje liczbę odpowiadającą wartości najmniejszego elementu wektora "w",
- $\operatorname{last}(w)$  - podaje indeks ostatniego elementu wektora "w",
- $\operatorname{tr}(M)$  - podaje sumę wartości elementów znajdujących się na głównej przekątnej kwadratowej macierzy "M",
- $\operatorname{rows}(M)$  - podaje ilość wierszy macierzy "M",
- $\operatorname{cols}(M)$  - podaje ilość kolumn macierzy "M",
- $\operatorname{augment}(M,N)$  - dodaje kolumny macierzy "N" do macierzy "M" pod warunkiem, że obie macierze posiadają taką samą ilość wierszy.

## 4 WYKRESY

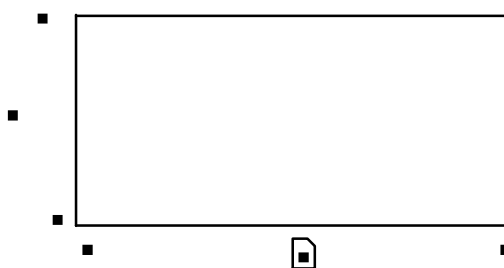
### 4.1 Wykresy dwuwymiarowe

#### Tworzenie wykresów dwuwymiarowych

Wstawienie wykresu dwuwymiarowego do dokumentu wymaga:

- ustawienia kursora roboczego w tym miejscu dokumentu, w którym ma się znaleźć początek wykresu tj. jego górny, lewy róg (kursor musi się znajdować w pustym obszarze dokumentu),
- wybrania polecenia **Graphics|Create X-Y Plot** lub wciśnięcia klawisza < @ >, lub wciśnięcia odpowiedniego przycisku na belce operatorów matematycznych.

Po wykonaniu wyżej wymienionych czynności w dokumencie pojawi się charakterystyczny układ współrzędnych z sześcioma znakami braku rozłożonymi wzdłuż dolnej i lewej jego krawędzi (rys.Z1.17). Dolna krawędź układu współrzędnych symbolizuje oś odciętych (oś X), lewa zaś - oś rzędnych (oś Y). Znaki braku znajdujące się przy osiach układu są ściśle im przyporządkowane i oznaczają miejsca, w które użytkownik powinien wpisać wszystkie dane niezbędne do sporządzenia wykresu żądanej funkcji.



Rys.Z1.17. Układ współrzędnych dwuwymiarowego wykresu

Wpisanie określonego wyrażenia w miejsce wybranego znaku braku jest możliwe po uprzednim otoczeniu tego znaku ramką wyboru. Przemieszczanie ramki wyboru realizowane jest poprzez:

- naciskanie klawisza < **Tab** > lub
- wybranie przy pomocy myszki żądanego znaku braku.

W miejsce środkowego znaku braku znajdującego się pod osią X należy wpisać wyrażenie określające dziedzinę (zbiór argumentów) wykreslanej funkcji. Wyrażenia te muszą być zdefiniowane we wcześniejszej części dokumentu, przy czym zmienna będąca argumentem funkcji musi być zmienną zakresową.

W miejsce środkowego znaku braku znajdującego się z lewej osi Y należy wpisać wyrażenie będące przeciwdziedziną (zbiór wartości) funkcji.

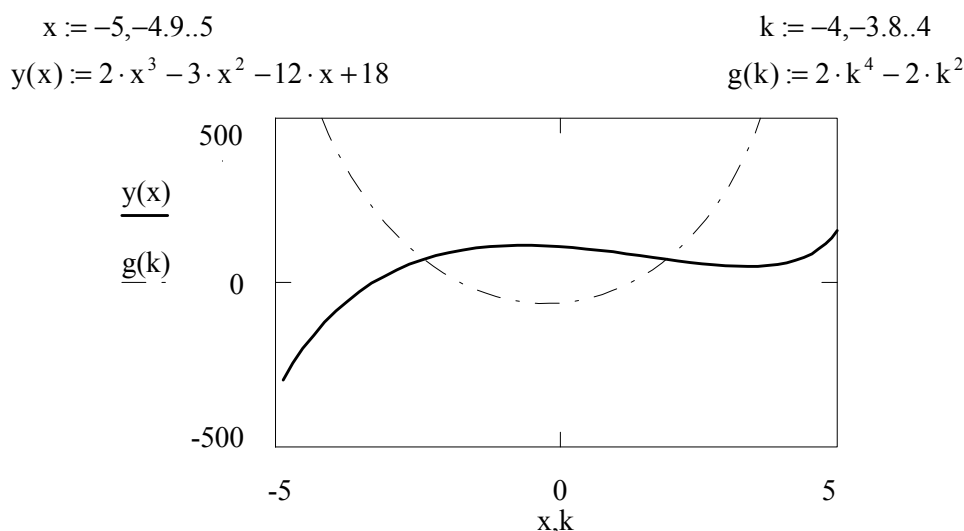
W miejsce dwóch skrajnych znaków braku położonych przy początku i końcu osi X użytkownik może wpisać dolną i górną granicę dziedziny rysowanej funkcji, przy czym wprowadzone wyrażenia muszą być liczbami lub takimi wyrażeniami, po obliczeniu których otrzymuje się konkretny wynik. Jeśli użytkownik nie określi granic dziedziny, to zostanie ona przyjęta automatycznie (MathCad odpowiednio wyskaluje wykres).

W miejsce dwóch skrajnych znaków braku położonych przy początku i końcu osi Y użytkownik może wpisać dolną i górną granicę zbioru wartości rysowanej funkcji, przy czym - podobnie jak w poprzednim przypadku muszą być to liczby lub wyrażenia wyliczalne. Jeśli użytkownik nie określi granic zbioru wartości, to zostanie ona przyjęta automatycznie (MathCad odpowiednio wyskaluje wykres).

O dokładności wykreslanego wykresu decyduje krok, jaki przyjmie użytkownik podczas definiowania zmiennej zakresowej stanowiącej argument funkcji.

Program MathCad umożliwia przedstawianie kilku wykresów na jednym układzie współrzędnych. W tym celu określając osie układu należy wpisać kolejne wyrażenia oddzielając je przecinkami. Wykreślane funkcje mogą mieć różne argumenty (rys.Z1.18).

Każdą kolejną funkcję MathCad rysuje innym rodzajem linii, dzięki czemu zachowana zostaje czytelność wykresu.



Rys.Z1.18. Rysowanie kilku wykresów na jednym układzie współrzędnych

### Modyfikacja wykresu funkcji

Każdy wprowadzony do dokumentu wykres funkcji może być swobodnie modyfikowany, przy czym zmieniane mogą być praktycznie wszystkie jego parametry. Jedną z najczęściej wykonywanych operacji jest zmiana wielkości obszaru zajmowanego przez wykres. Wykonanie tej operacji wymaga:

- zaznaczenia wykresu jako regionu,
- zmiany wielkości regionu zgodnie z zasadami zmiany wielkości okna w MS Windows; wykres jest automatycznie dostosowywany do nowych rozmiarów.

MathCad umożliwia zmianę poszczególnych parametrów wykresu, przy czym zmiana ta może mieć charakter globalny (dotyczy wszystkich wykresów znajdujących się w dokumencie) lub lokalny (dotyczy jednego, wskazanego wcześniej wykresu). Globalna zmiana parametrów następuje po wybraniu polecenia **Graphics|X - Y Plot Format**, przy czym w momencie wywoływania polecenia kursor roboczy nie może znajdować się w obszarze żadnego wykresu. Zmiana parametrów jednego wybranego wykresu nastąpi, gdy:

- obszar wybranego wykresu, w którym mają być zmienione parametry, zostanie otoczony ramką wyboru, a następnie wywołać polecenie **Graphics|X - Y Plot Format**,
- lub dwukrotnie zostanie naciśnięty lewy klawisz myszki w momencie, gdy kursor myszki znajduje się w obszarze wykresu, którego parametry mają być zmieniane.

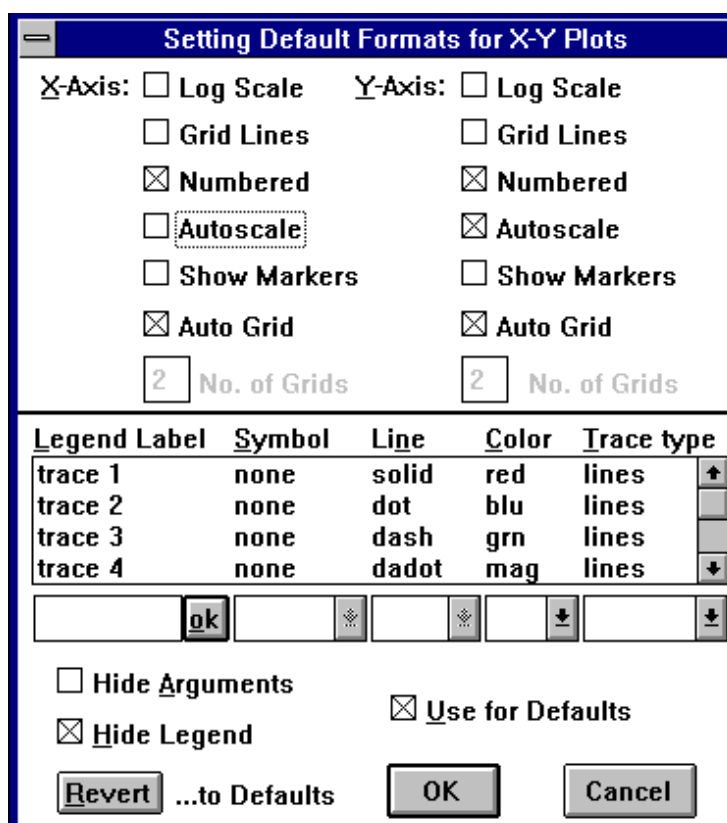
Na ekranie pojawi się okno dialogowe (rys.Z1.19) z polami umożliwiającymi dokonanie zmian osobno dla osi X i osi Y oraz dla rysowanych krzywych.

Pole **Log Scale** pozwala określić, jaka skala ma być przyjęta na danej osi układu współrzędnych (pole niezakreślone oznacza skalę liniową, zakreślone skalę logarytmiczną). Skala logarytmiczna może być przyjęta tylko wtedy, gdy wyrażenie określające daną oś przyjmuje wartości większe od zera.

Pole **Grid Lines** umożliwia włączenie i wyłączenie siatki nałożonej na wykres (nałożenie na wykres równoległych linii przechodzących przez znajdujące się na osiach wskaźniki).

Pole **Numbered** sprawia, że podziałka na danej osi układu współrzędnych jest numerowana (zaznaczone są wartości liczbowe odpowiadające poszczególnym wskazom podziałki).





Rys.Z1.19. Okno dialogowe do formatowania wykresu dwuwymiarowego

Pole **Clip to Markers** pozwala określić przedział na danej osi liczbowej, w jakim ma być rysowana funkcja (skalowanie wykresu funkcji).

Pole **Auto Grid** określa sposób nakładania na uzyskany wykres siatki. Jeśli pole to nie jest zakreślone to użytkownik może sam określić gęstość siatki (linii) wpisując liczbę z przedziału (1, 99) w znajdującym się poniżej polu tekstowym **No. of Grids**.

Środkową część okna dialogowego zajmuje pole dialogowe umożliwiające określenie sposobu wyświetlania poszczególnych krzywych. Poszczególne opcje mają następujące znaczenie:

- **Label** - pozwala nadać krzywej nową, wybraną przez użytkownika nazwę,
- **Symbol** - pozwala określić jakimi symbolami mają być zaznaczone na wykresie kolejne punkty wyznaczające przebieg funkcji; punkty mogą być zaznaczone krzyżykami przypominającymi literę "x" (opcja **x's**), znakami plus (opcja **+'s**), małymi kwadratami (opcja **box**), znakami karo (opcja **dmnd**) lub bez zaznaczania (opcja **none**),
- **Line** - pozwala ustalić rodzaj linii, jakim narysowana ma być funkcja; system oferuje linię ciągłą (**solid**), przerywaną (**dot**), kreskową (**dash**) i punktową (**dadot**), wybranie opcji **none** powoduje zaznaczenie na wykresie samych punktów wyznaczających przebieg funkcji (wyjątek stanowi sytuacja, gdy w opcjach **Symbol** i **Line** ustawione są jednocześnie pozycje **none** - w takiej sytuacji funkcja rysowana jest linią ciągłą),
- **Color** - określa kolor jakim rysowana ma być dana krzywa,
- **Trace type** - pozwala ustalić typ wykresu; wykres liniowy - opcja **lines**, wykres punktowy - opcja **points**, wykres słupkowy - opcja **bar**, wykres schodkowy - opcja **step**, opcja **error** zaznacza odległości pomiędzy dwoma wybranymi krzywymi.

Pozostałe elementy okna dialogowego mają następujące znaczenie:

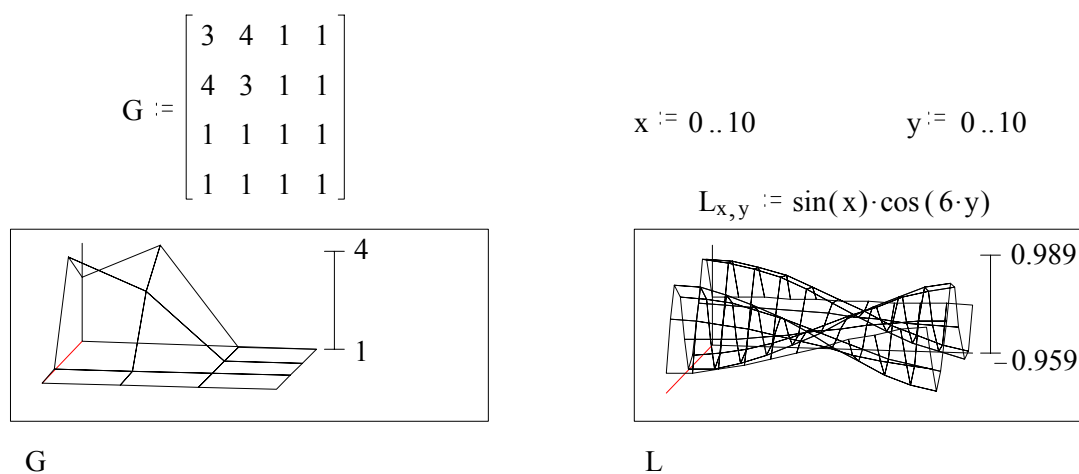
- **Hide Arguments** - zakreślenie tego pola powoduje ukrycie oznaczeń przyporządkowanych obu osiom układu współrzędnych,
- **Hide Legend** - zakreślenie tego pola powoduje ukrycie legendy wykresu,

- **Use for Defaults** - zakreślenie tego pola spowoduje, że parametry aktualnie ustawione w oknie staną się parametrami domyślnymi wykresu,
- **Revert** - naciśnięcie tego przycisku sprawi, że parametry w oknie zostaną ustawione zgodnie z przyjętymi ostatnio parametrami domyślnymi.

## 4.2 Wykresy trójwymiarowe

### Wprowadzanie wykresów trójwymiarowych do dokumentu

Wykres trójwymiarowy, będący graficzną reprezentacją wybranej tablicy, jest tworzony w przestrzennym prostokątnym układzie współrzędnych. Rysowana powierzchnia składa się z szeregu punktów, z których każdy posiada trzy współrzędne (x, y, z). Współrzędne x i y określane są w oparciu o położenie elementu w tablicy (x - nr wiersza, y - nr kolumny), rzędna z natomiast - w oparciu o wartość elementu. Wprowadzenie wykresu do dokumentu wymaga zdefiniowania w pierwszej kolejności tablicy, a następnie ustawienia kursora roboczego w tym miejscu dokumentu, w którym ma się znaleźć początek wykresu. Po wybraniu polecenia **Graphics|Create Surface Plot** lub naciśnięciu kombinacji klawiszy **< Ctrl + 2 >**, lub naciśnięciu odpowiedniego przycisku z belki operatorów matematycznych na ekranie pojawi się ramka wykresu ze znajdującym się pod nim znakiem braku. W miejsce znaku braku należy wpisać nazwę zdefiniowanej wcześniej tablicy. Po przeprowadzeniu niezbędnych obliczeń MathCad wyświetla wykres, który automatycznie dostosowywany jest do wielkości ramki. Na rys.Z1.20 przedstawione są dwa wykresy trójwymiarowe. Pierwszy z nich został utworzony w oparciu o tablicę "G" zdefiniowaną kolejnymi wartościami elementów. Tablica "L" jest zdefiniowana poprzez podanie funkcji według której ustalane są wartości wszystkich jej elementów.



Rys.Z1.20. Przykładowe wykresy trójwymiarowe

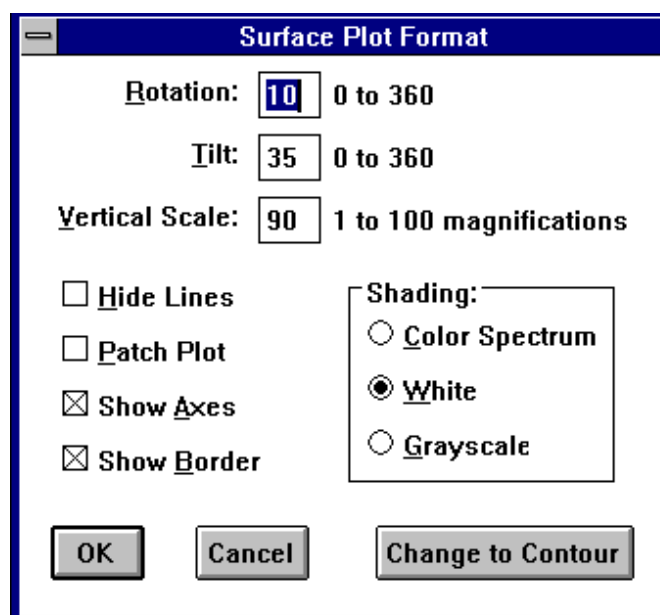
### Modyfikacja wykresów trójwymiarowych

Zmiana rozmiarów wykresu trójwymiarowego wykonywana jest podobnie jak dla wykresów dwuwymiarowych. Podobnie też jak dla wykresów dwuwymiarowych można zmienić parametry wprowadzonych do dokumentu wykresów trójwymiarowych. W tym celu należy:

- obszar wykresu, którego parametry mają być zmienione otoczyć ramką wyboru, a następnie wywołać komendę **Graphics|Surface Plot Format**,
- lub dwukrotnie zostanie naciśnięty lewy klawisz myszki w momencie, gdy kursor myszki znajdzie się w obszarze wykresu, którego parametry mają być zmieniane.

Na ekranie pojawi się okno dialogowe **Surface Plot Format** (rys.Z1.21), w którym pojawią się następujące pola umożliwiające zmiany wybranych parametrów:

- Pole tekstowe **Rotation** pozwala określić kąt obrotu wykresu w płaszczyźnie x-y,



Rys.Z1.21. Okno dialogowe do formatowania wykresu trójwymiarowego

- Pole tekstowe **Tilt** pozwala określić kąt nachylenia wykresu względem płaszczyzny x-y,
- Pole tekstowe **Vertical Scale** pozwala określić skalę, z jaką wyświetlany jest wykres w kierunku osi "z",
- Pole wyboru **Hide Lines** powoduje usunięcie z rysunku wszystkich niewidocznych linii,
- Pole wyboru **Patch Plot** powoduje, że wykres zostanie przedstawiony jako zbiór równoległych do płaszczyzny x-y płatów powierzchni,
- Pole wyboru **Show Axes** powoduje, że z prawej strony wykresu umieszczane są dwie ikony symbolizujące układ współrzędnych i podziałkę na osi "z",
- Pole wyboru **Show Border** powoduje, że wykres zostanie otoczony prostokątną ramką.

Użytkownik może w każdej chwili zacieniować otrzymany wykres, co umożliwiają trzy przyciski sekwencyjne znajdujące się w polu **Shading**. Znaczenie tych przycisków jest następujące:

- **White** - powierzchnia przedstawiana jest w postaci siatki rozpiętej pomiędzy poszczególnymi punktami wykresu,
- **Color Spectrum** - powierzchnia jest cieniowana w ten sposób, że punkty o tej samej wartości współrzędnej "z" zaznaczane są takim samym kolorem (zalecane dla monitorów kolorowych),
- **Grayscale** - powierzchnia jest cieniowana w ten sposób, że punkty o tej samej wartości współrzędnej "z" zaznaczane są takim samym odcieniem koloru szarego (zalecane dla monitorów monochromatycznych).

Program MathCad umożliwia również tworzenie wykresów konturowych i wykresów w biegunowym układzie współrzędnych.

## 5 ZBIORY DANYCH

Mathcad posiada możliwość wykorzystywania informacji zawartych w tzw. zbiorach danych. Każdy zbiór danych jest osobnym plikiem tekstowym zapisywanym na dysku, w którym użytkownik może przechowywać dowolne dane. W zależności od sposobu zapisania danych, pliki mają rozszerzenia:

- **DAT** - w pliku o takim rozszerzeniu liczby są zapisywane jedna za drugą i oddzielane spacjami; pliki te znajdują szczególne zastosowanie do przechowywania wartości zmiennych zakresowych oraz kolejnych elementów tablic jednowymiarowych tj. wektorów (zapis wierszowy),
- **PRN** - w pliku o takim rozszerzeniu liczby są zapisywane w postaci prostokątnych tablic; pliki te znajdują szczególne zastosowanie do przechowywania wartości liczbowych zapisanych w tablicach dwuwymiarowych tj. macierzach (każdy wiersz w pliku odpowiada wierszowi zapisanej macierzy).

Pliki danych o rozszerzeniu **PRN** (ze względu na kolumnowy sposób zapisu) mają m.in. zastosowanie do przekazywania danych do programu **GRAPHER**.

W celu utworzenia na dysku zbioru danych typu **PRN** należy wprowadzić do dokumentu funkcję **WRITEPRN** (rys.Z1.22), określić nazwę jaką ma mieć tworzony plik dyskowy, a następnie przyporządkować mu dowolną tablicę, której kolejne elementy określać będą zbiór danych. Utworzony plik zostanie zapisany do katalogu, w którym jest zapisany aktualny dokument programu MathCad.

Funkcja **WRITEPRN** musi być koniecznie napisana dużymi literami.

$$x := -5, -4.5 \dots 5 \qquad \text{WRITEPRN(osx)} := x$$

$$y(x) := 2x - 3 \qquad \text{WRITEPRN(osy)} := y(x)$$

*Rys.Z1.22. Wprowadzanie danych do zbiorów typu PRN*

Na rys.Z1.22 przedstawiono przykładowe zastosowanie funkcji **WRITEPRN** do zapisu danych na pliku o nazwie osx.prn, związanych z zmienną zakresową  $x$  oraz na pliku osy.prn związanych z wartościami funkcji liniowej  $y(x)$ .

Dane zapisane w plikach z rozszerzeniem **PRN** można w dowolnym momencie wprowadzić do dokumentu i przedstawić w postaci macierzy, której poszczególne elementy będą kolejnymi liczbami odczytanymi z pliku. W celu wczytania do dokumentu zbioru danych typu **PRN** należy zdefiniować dowolną zmienną (będącą macierzą) poprzez wprowadzenie funkcji **READPRN**, a następnie określić nazwę pliku **PRN**, z którego mają być wczytane dane. Nazwa funkcji **READPRN** musi być koniecznie napisana dużymi literami. Na rys.Z1.23 przedstawiono przykładowy zapis w dokumencie umożliwiający zmiennej  $T$  (macierzy) przypisanie danych zapisanych na pliku o nazwie test.prn.

$$T := \text{READPRN(test)}$$

*Rys.Z1.23. Wprowadzenie danych z pliku do dokumentu*

W MathCadzie istnieje również możliwość dołączenia nowych danych do istniejącego już pliku poprzez zastosowanie funkcji **APPENDPRN**. Forma zapisu tej funkcji jest taka sama jak dla funkcji **WRITEPRN**. Nowe dane zostają dołączone na końcu zadeklarowanego pliku.

Dla zbiorów typu **DAT** należy zastosować odpowiednio funkcje **WRITE**, **READ** i **APPEND**.

## 6 OBLICZENIA SYMBOLICZNE

### 6.1 Procesor symboliczny

MathCad pozwala wykonywać operacje matematyczne na tzw. wyrażeniach symbolicznych. W celu przeprowadzenia obliczeń symbolicznych należy w pierwszej kolejności wgrać procesor symboliczny poprzez wybranie polecenia **Symbolic|Load Symbolic Processor**. Po załadowaniu procesora symbolicznego, polecenie **Load Symbolic Processor** jest automatycznie usuwane z menu.

### 6.2 Rozkładanie wyrażeń na czynniki

Działanie to umożliwia rozłożenie większości wyrażeń na czynniki, tzn. przedstawienia w postaci iloczynu prostszych wyrażeń. Na czynniki mogą być rozkładane:

- liczby całkowite - przedstawiane są w postaci iloczynu innych liczb,
- wyrażenia algebraiczne,
- suma wyrażeń.

Procedura rozkładania wyrażeń na czynniki jest następująca:

- otoczyć ramką wyboru całe wyrażenie,
- wybrać polecenie **Symbolic|Factor Expression**.

Przy standardowym ustawieniu systemu pod wyrażeniem wyświetlany jest wynik obliczeń (wyrażenie rozłożone na czynniki). Rys.Z1.24 przedstawia wynik rozłożenia na czynniki podanych przykładów.

a)  $x^2 + 2x - 15$

$$(x + 5)(x - 3)$$

b)  $x^2 + 2x - 15$

$$x(x + 2) - 15$$

c)  $630$

$$(2)(3)^2(5)(7)$$

Rys.Z1.24. Rozkładanie wyrażeń na czynniki

### 6.3 Mnożenie wyrażeń

Mnożenie wyrażeń polega na sprowadzeniu ich do postaci sumy prostszych wyrażeń. MathCad umożliwia mnożenie:

- wyrażeń algebraicznych,
- wzorów trygonometrycznych (np.  $\cos(4x)$ ).

W celu wymnożenia danego wyrażenia należy:

- otoczyć je w całości ramką wyboru,
- wybrać polecenie **Symbolic|Expand Expression**.

Rys.Z1.25 przedstawia efekt mnożenia przykładowych wyrażeń.

a)

$$(x^2 - 3)(x + 5)$$

$$x^3 + 5x^2 - 3x - 15$$

b)

$$\cos(4x)$$

$$8\cos(x)^4 - 8\cos(x)^2 + 1$$

Rys.Z1.25. Mnożenie wyrażeń

## 6.4 Upraszczanie wyrażeń

MathCad pozwala upraszczać, zgodnie z zasadami matematyki klasycznej, wyrażenia matematyczne oraz wzory trygonometryczne. Umożliwia to polecenie **Symbolic|Simplify** wydane po wcześniejszym otoczeniu ramką wyboru upraszczanego wyrażenia. Rys.Z1.26 przedstawia efekt uproszczenia przykładowego wyrażenia.

$$\frac{x^2 - 4}{x + 1} \cdot \frac{x + 1}{x - 2}$$

$$x + 2$$

Rys.Z1.26. Upraszczanie wyrażeń

## 6.5 Obliczanie pochodnej

Istnieją dwa sposoby obliczania pochodnej danego wyrażenia. Pierwszy z nich polega na wpisaniu wyrażenia do dokumentu, otoczeniu ramką wyboru dowolnej zmiennej w różniczkowanym wyrażeniu względem której będzie różniczkowane to wyrażenie i wywołaniu polecenia **Symbolic|Differential on Variable**. Drugi sposób znajdowania pochodnej polega na:

- wprowadzeniu do dokumentu symbolu pochodnej (naciśnięcie klawisza < ? >),
- wpisaniu żadanego wyrażenia oraz zmiennej względem której będzie różniczkowane to wyrażenie,
- otoczeniu ramką wyboru całego wyrażenia,
- wywołaniu polecenia **Symbolic|Evaluate Symbolically**.

Drugi sposób zalecany jest szczególnie w przypadku obliczania pochodnych wyższego rzędu.

Na rys.Z1.27 przedstawiono przykłady pierwszego i drugiego sposobu znajdowania pochodnej wyrażenia.

a)  $x (2 \boxed{x} y + 1)$

$$4 x + 1$$

b)  $\frac{d}{dx} \frac{d}{dx} x (2 x y + 1)$

$$4$$

Rys.Z1.27. Znajdowanie pochodnej z wyrażenia wg pierwszego sposobu (a) i drugiego sposobu (b)

## 6.6 Całkowanie

### Wyznaczanie całki nieoznaczonej

W celu wyznaczenia całki nieoznaczonej wybranego wyrażenia, należy kolejno:

- wprowadzić wyrażenie do dokumentu,
- otoczyć ramką wyboru dowolną zmienną względem której znajdowana będzie całka,
- wybrać polecenie **Symbolic|Integrate on Variable**.

Rys.Z1.28a przedstawia przykład wyznaczania całki nieoznaczonej.

### Wyznaczanie całki oznaczonej

W celu wyznaczenia całki oznaczonej wybranego wyrażenia, należy kolejno:

- nacisnąć klawisz < & > w celu wprowadzenia do dokumentu symbolu całki,
- określić wyrażenie oraz granice całkowania,

- otoczyć ramką wyboru całe wprowadzone wyrażenie,
  - wybrać polecenie **Symbolic|Evaluate Symbolically**.
- Rys.Z1.28b przedstawia przykład wyznaczania całki oznaczonej.

<p>a) <math>\boxed{x}^3</math></p> $\frac{1}{4} x^4$	<p>b) </p> $\frac{1}{4} z_2^4 - \frac{1}{4} z_1^4$
--	---

Rys.Z1.28. Wyznaczanie całki nieoznaczonej (a) i oznaczonej (b)

## 6.7 Rozwiązywanie równań i nierówności

MathCad pozwala w sposób symboliczny rozwiązać podstawowe równania matematyczne. Procedura postępowania jest następująca:

- wprowadzenie do dokumentu lewej strony równania (wyrażenia zawierającego zmienną),
- wciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + = > (do wyrażenia dołączony zostaje znak równości),
- wpisanie prawej strony równania,
- otoczenie ramką wyboru symbolu niewiadomej (pozostałe zmienne potraktowane zostaną jako parametry),
- wybranie polecenia **Symbolic|Solve for Variable**.

Po przeprowadzeniu niezbędnych obliczeń program wyświetla poszukiwane rozwiązanie. Jeśli rozwiązań jest więcej niż jedno, to są one przedstawione w postaci jednowymiarowej tablicy. Rys.Z1.29 przedstawia sposób rozwiązania prostego równania kwadratowego.

$$x^2 - 2\boxed{x} - 35 = 0$$

$$\begin{pmatrix} 7 \\ -5 \end{pmatrix}$$

Rys.Z1.29. Rozwiązywanie równań

Rozwiązywanie nierówności przebiega w bardzo podobny sposób z tą różnicą, że zamiast znaku równości użytkownik wprowadza:

- znak mniejsze od (wciśnięcie klawisza < < > ),
- znak większe od (wciśnięcie klawisza < > > ),
- znak mniejsze lub równe od (wciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + ( > ),
- znak większe lub równe od (wciśnięcie kombinacji klawiszy < **Ctrl** + ) > ).

## 6.8 Rozwiązywanie układu równań i nierówności

W rozdziale 3.5 przedstawiono numeryczne rozwiązywanie układu równań liniowych i nieliniowych z zastosowaniem funkcji **Given** (Dane) i **Find** (Znajdź). Funkcje te mogą być również zastosowane do obliczeń symbolicznych związanych z określeniem wzorów stanowiących opis pierwiastków układu równań lub nierówności. Procedura postępowania jest wówczas następująca:

- wpisać funkcję **Given**; wszystkie wyrażenia występujące po tej funkcji będą interpretowane przez program MathCad jako kolejne równania lub nierówności układu,
- poniżej funkcji **Given** wpisać w dowolnym porządku równania i/lub nierówności (do wprowadzenia znaku równości należy wcisnąć kombinację klawiszy < **Ctrl** + = > ),

- użyć moduł SmartMath – zaznaczyć opcję **SmartMath** w menu **Math**,
- wpisać funkcję **Find** wraz z jej argumentami (niewiadomymi rozwiązywanego układu równań lub nierówności),
- wcisnąć kombinację klawiszy < **Ctrl + .** > ( klawisz Ctrl w połączeniu z kropką); MathCad wyświetli rozwiązanie układu równań po prawej stronie strzałki.

UWAGI:

1. W przypadku nadokreślonych układów równań nieliniowych należy zamiast funkcji **Find** zastosować funkcję **Minerr**.
2. W obliczeniach symbolicznych nie podaje się wartości startowych dla szukanych zmiennych.

Na rys.Z1.30 przedstawiono przykład rozwiązywania układu równań nieliniowych.

$$\begin{aligned} &\text{Given} \\ &x + 2 \cdot x \cdot y = a \\ &4 \cdot x + y = b \\ &\text{Find}(x, y) \rightarrow \left[ \begin{array}{c} \frac{-2 \cdot x \cdot b + a}{-1 + 8 \cdot x} \\ \frac{4 \cdot a - b}{-1 + 8 \cdot x} \end{array} \right] \end{aligned}$$

Rys.Z1.30. Symboliczne rozwiązywanie układu równań nieliniowych

W przypadku symbolicznego rozwiązywania układu równań liniowych można zastosować również następującą procedurę obliczeniową:

- zdefiniować macierz odwrotną, której elementami są elementy wyznacznika układu równań,
- wprowadzić za macierzą odwrotną operator mnożenia, a następnie w miejsce znaku braku zdefiniować wektor składający się z elementów stanowiących kolejne wyrażenia (nie zawierające niewiadomych) znajdujące się po prawej stronie równań,
- całość objąć ramką wyboru,
- wywołać polecenie **Symbolic|Evaluate|Evaluate Symbolically**; MathCad wyświetli rozwiązanie w postaci wektora, którego elementami są wzory stanowiące opis pierwiastków rozwiązywanego układu równań liniowych.

Na rys.Z1.31 przedstawiono przykład rozwiązywania następującego układu równań liniowych z niewiadomymi a, b, c.

$$\begin{cases} 2a - 3b + 5c = d \\ a + 4b - 7c = e \\ 3a + 2b + 8c = f \end{cases}$$

utworzone wyrażenie do obliczeń symbolicznych

$$\left[ \begin{array}{ccc} 2 & -3 & 5 \\ 1 & 4 & -7 \\ 3 & 2 & 8 \end{array} \right]^{-1} \cdot \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$$

otrzymany wynik obliczeń symbolicznych

$$\begin{bmatrix} \frac{46}{129} \cdot d + \frac{34}{129} \cdot e + \frac{1}{129} \cdot f \\ -\frac{29}{129} \cdot d + \frac{1}{129} \cdot e + \frac{19}{129} \cdot f \\ \frac{-10}{129} \cdot d - \frac{13}{129} \cdot e + \frac{11}{129} \cdot f \end{bmatrix}$$

Rys.Z1.31. Symboliczne rozwiązywanie układu równań liniowych



## 6.9 Podstawianie wyrażeń pod dowolną zmienną

W celu podstawienia wybranego wyrażenia pod dowolną zmienną w innym równaniu należy:

- skopiować wyrażenie do bufora,
- otoczyć ramką wyboru tę zmienną znajdującą się w równaniu, która ma być zastąpiona skopionym wyrażeniem,
- wybrać polecenie **Symbolic|Substitute for Variable**.

Należy zwrócić uwagę, że wyrażenie znajdujące się w buforze zostaje podstawione pod wszystkie zmienne tego samego typu znajdujące się w równaniu.

## 6.10 Przedstawianie wyrażenia w postaci sumy ułamków

Wybranie polecenia **Symbolic|Conver to Partical Fraction** spowoduje przedstawienie wybranego wyrażenia w postaci sumy ułamków, których mianowniki będą wielomianami co najwyżej drugiego stopnia. Przed wywołaniem tego polecenia należy otoczyć ramką wyboru zmienną występującą w wyrażeniu.

## 6.11 Operacje symboliczne na macierzach

Trzy polecenia umieszczone w grupie **Symbolic|Matrix Operations** menu systemu umożliwiają przeprowadzenie podstawowych operacji na macierzach. Przed wywołaniem polecenia macierz powinna zostać w całości otoczona ramką wyboru. Działanie poszczególnych poleceń jest następujące:

- **Transpose Matrix** - powoduje przeprowadzenie transpozycji macierzy,
- **Invert Matrix** - powoduje znalezienie macierzy odwrotnej do zadanej macierzy kwadratowej,
- **Determinant of Matrix** - powoduje obliczenie wyznacznika zadanej macierzy kwadratowej.

## 6.12 Obliczenia symboliczne transformaty Laplace'a

Sześć poleceń umieszczonych w grupie **Symbolic|Transforms** menu systemu umożliwia przeprowadzenie symbolicznych transformacji Fouriera, Laplace'a i transformaty z (oraz transformat do nich odwrotnych).

W celu przeprowadzenia obliczeń symbolicznych transformaty Laplace'a z danej funkcji należy:

- wprowadzić transformowane wyrażenie,
- zaznaczyć ramką wyboru zmienną transformaty t,
- wybrać polecenie **Symbolic|Transforms|Laplace Transform**.

W odpowiedzi MathCad obliczy symboliczną wartość wyrażenia zmiennej s.

Podobnie postępujemy przy określaniu odwrotnej transformaty Laplace'a:

- wprowadzić transformowane wyrażenie,
- zaznaczyć ramką wyboru zmienną transformaty s,
- wybrać polecenie **Symbolic|Transforms|Inverse Laplace Transform**.

W odpowiedzi MathCad obliczy symboliczną wartość wyrażenia zmiennej t.

Na rys.Z1.32 przedstawiono przykładowe obliczenie odwrotnej transformaty Laplace'a dla odpowiedzi y(t) przetwornika I rzędu przy wymuszeniu x(t) typu skok jednostkowy.

UWAGA:

*Transformata Y(s) odpowiedzi przetwornika o transmitancji K(s) na skok jednostkowy x(t)=1(t) wyraża się ogólnym wzorem*

$$Y(s) = \frac{1}{s} \cdot K(s)$$

transformowane wyrażenie

$$\frac{1}{s} \cdot \frac{k}{1 + s \cdot T}$$

wynik obliczeń

$$-k \cdot \exp\left(\frac{-1}{T} \cdot t\right) + k$$

*Rys.Z1.32. Przykład obliczania odwrotnej transformaty Laplace'a*