

# WPROWADZENIE do programu MULTISIM 2001

Opracowała: B.Dziurdzia, 2005 r.

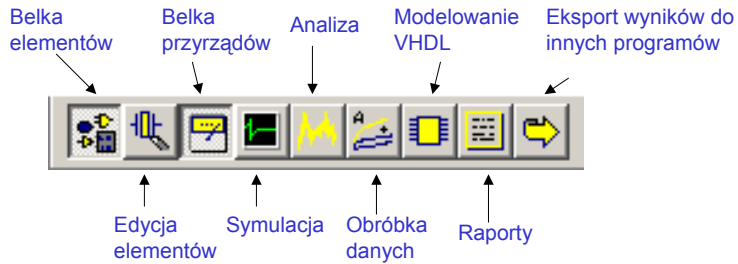
1

## Okno programu Multisim

The screenshot shows the Multisim 2001 software interface. The main window displays a circuit diagram titled "My tutorial circuit". The circuit includes a 5V DC source (V1), a 10k resistor (R2), a 100k resistor (R1), a 2N2222A transistor (Q1), a 220nF capacitor (C1), and an LED (LED1). A digital multimeter (XSC1) is connected to the LED. The interface includes a menu bar (File, Place, Edit, View, Simulate, Transfer, Debug, Dokona, Window, Help), a toolbar with various icons, and a component list on the right. Labels with arrows point to specific parts of the interface:

- Menu główne (Main menu)
- Menu systemowe (System menu)
- Narzędzia projektowe (Design tools)
- Lista użytkownika (User list)
- Wyłącznik start/stop do symulacji ciągłej; także funkcja-pauza (Start/stop simulation switch; also pause function)
- Okno projektowe (Design window)
- Informacje pomocnicze (Auxiliary information)
- Połączenie z bazą danych (Database connection)
- Elementy (Elements)
- Przyrządy (Instruments)

## Narzędzia projektowe



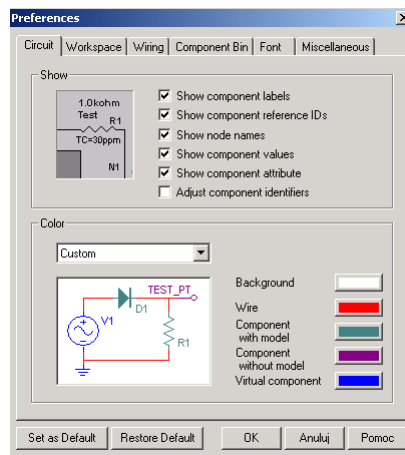
3

## Ustawienia okna projektowego

Options

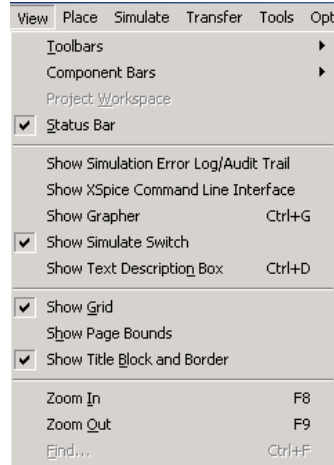
↓  
Preferences

Ustalamy kolor tła, kolor przewodów łączących i elementów, sposób opisu schematu, ustawienie strony, widoczność siatki, symbole elementów w systemie ANSI (amerykański) lub DIN (europejski), rodzaj i wielkość czcionki itd



## Ustawienia okna projektowego

Niektóre ustawienia okna projektowego są możliwe również z innego rozwinięcia menu głównego.



5

## Podstawowa belka elementów



Naciśnięcie tej ikony powoduje pojawienie się z boku belki elementów



### Źródła

Rezystory, kondensatory i in. bierne

Diody

Tranzystory

Analogowe układy scalone

Układy TTL

Układy CMOS

Różne cyfrowe układy scalone

Mixed chips

Wskaźniki

Różne

Bloki funkcyjnei

Elementy RF

Elementy elektromechaniczne


Połączenie z bazą danych f-my Workbench

**Rozwinięta belka elementów**

Najechanie kursorem na wybraną ikonę głównej belki elementów powoduje rozwinięcie belki szczegółowej

Elementy wirtualne (na zielonym tle), których parametry możemy dowolnie ustalać w czasie edycji

Elementy rzeczywiste (na szarym tle), które możemy jedynie wybierać z załączonej listy



7

**Belka przyrządów**

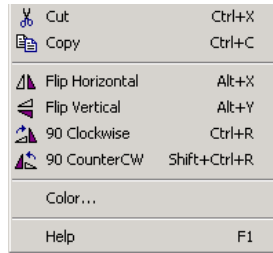
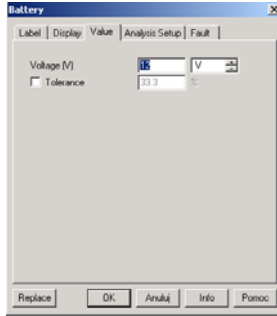
Naciśnięcie tej ikony powoduje pojawienie się z boku belki przyrządów



- Multimetr
- Generator funkcyjny
- Watomierz
- Oscyloskop
- Plotter Bode'go
- Generator słów
- Analizator stanów logicznych
- Konwerter
- Analizator zakłóceń
- Analizator widma
- Analizator obwodów

8

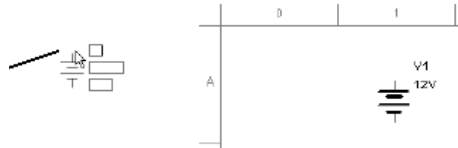
## Osadzanie elementów w oknie projektowym



Należy nacisnąć kursorem ikonę wybranego elementu na rozwiniętej belce elementów a następnie przesunąć cień elementu na okno projektowe i kliknąć wybranym miejscu.

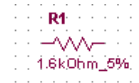
2 x klik lewym klawiszem na elemencie (jeśli jest wirtualny można zmieniać jego parametry)

1 x klik prawym klawiszem na elemencie



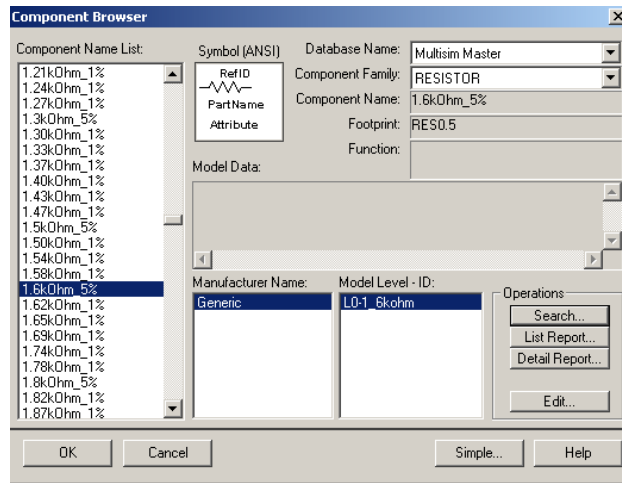
9

## Osadzanie elementów rzeczywistych



Z przeglądarki elementów wybierz potrzebny element i naciśnij OK. Pojawia się cień elementu, który można osadzić przy pomocy kursora w oknie projektowym.

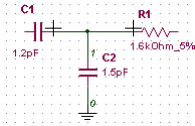
Gdy chcesz zmienić taki rzeczywisty element, musisz go usunąć z okna projektowego np. przy pomocy Delete i wybrać z przeglądarki nowy element.



10

## Łączenie elementów przewodami

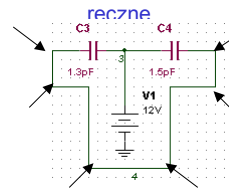
automatyczne



Każdy z elementów posiada zacpek, który objawia się pojawieniem krzyżyka, gdy najedziemy na niego kursorem.

Należy chwycić za zacpek i pociągnąć aż do zacpeku sąsiadującego elementu.

Program automatycznie narysuje połączenie.



Gdy chcemy poprowadzić przewody wg swojego zamysłu, pojedyncze kliknięcia umożliwiają zmianę o 90 deg kierunku prowadzenia przewodu.

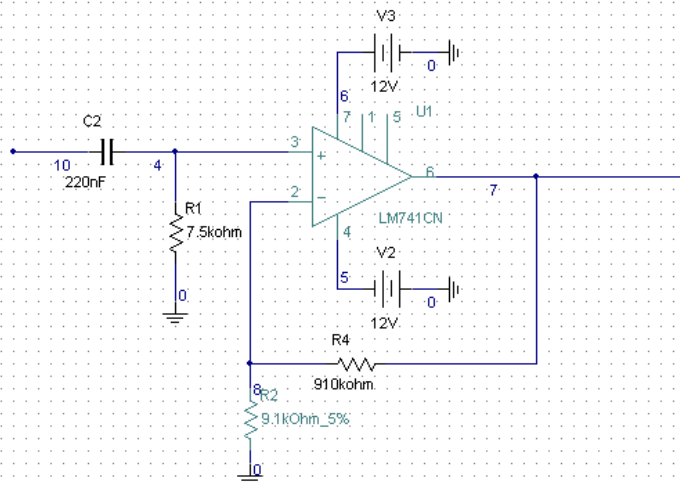
Pojedyncze kliknięcie na przewodzie prawym klawiszem myszy powoduje otwarcie menu dodatkowego, przy pomocy którego można np. zmienić kolor przewodu.

11

## Przykład\_1

Zadanie:

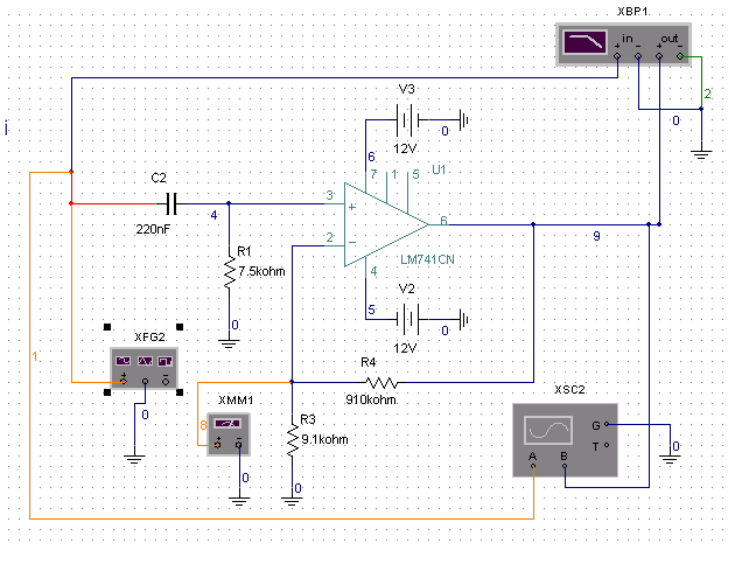
Ułóż w oknie w oknie projektowym następujące elementy układu elektronicznego wzmacniacza i połącz przewodami.



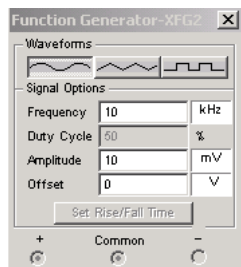
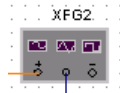
## Przykład\_1

Zadanie:

Dołącz generator,  
multimetr, oscyloskop i  
ploter Bode'go.



## Generator



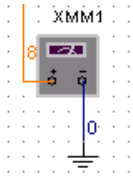
Uwaga:

Zakres częstotliwości: 1Hz do 999 MHz

Amplituda: 1 $\mu$ V do 999kV

Duty cycle (współczynnik wypełnienia - dot. przebiegów trójkątnych i prostokątnych): 1% do 99%

Offset (poziom składowej stałej względem którego zmienia się składowa zmienna): -999kV do 999kV



## Multimetr



Funkcje:

Pomiar prądu DC, AC,

Pomiar napięcia DC, AC (wartość skuteczna RMS),

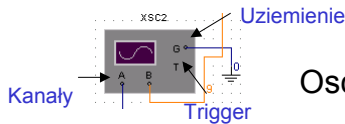
Pomiar rezystancji (domyślnie przy prądzie 1 mA, można to zmienić przez ustawienie w Set),

Pomiar spadku napięcia w dB pomiędzy dwoma węzłami w układzie:

$$dB = 20 \log_{10} \left( \frac{U_{out}}{U_{in}} \right)$$



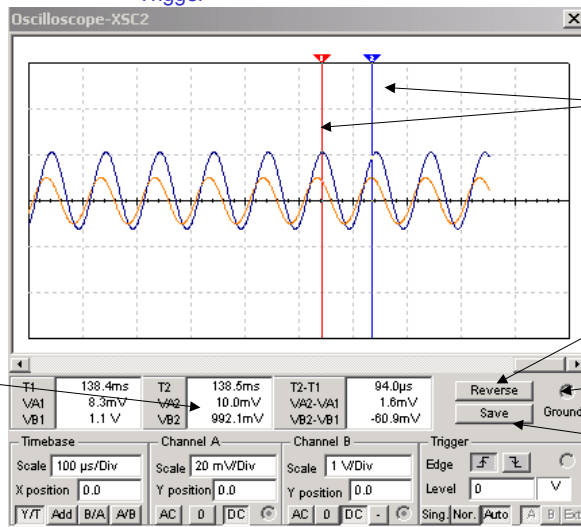
15



## Oscyloskop



Współrzędne punktów przecięcia kursorów z osią X i krzywymi oraz różnica tych współrz.



kursory

Zmiana koloru tła z białego na czarny

Uziemienie

Zapis danych w systemie ASCII

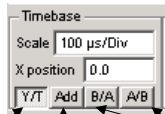
16



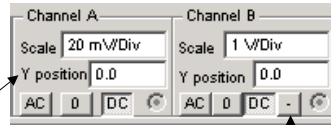
# Oscyloskop-szczegóły

Podstawa czasu (0.1 ns/dz do 1 s/dz)

Kanał A i kanał B



X position (-5 do 5)  
ustala punkt startowy  
wykresu wzdłuż osi X



Y position (-3 do 3)  
ustala punkt  
startowy wykresu  
wzdłuż osi Y

Używany samodzielnie odwraca  
fazę o 180°. Używany w  
połączeniu z Add odejmuje B od A

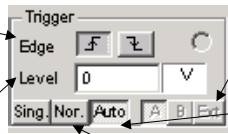
Przebieg  
czasowy

Dodawanie  
dwóch  
przebiegów

Ch-ki  
przejściowe

Wyzwalanie  
zbroczem  
narastającym  
lub  
opadającym

Trigger



Wyzwalanie może być wewnętrzne  
względem kanału A lub B oraz  
zewnętrzne (external)

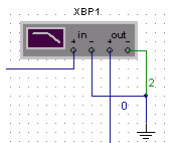
Auto – automatyczny wybór poziomu  
wyzwalania

Poziom  
wyzwalania

Wyzwalanie pojedyncze (Single) lub powtarzalne (Normal).

17

# Plotter Bode'go (charakterograf)



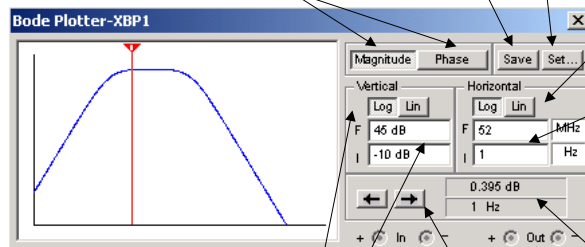
Mierzy wzmocnienie napięciowe w dB lub fazę  
pomiędzy dwoma węzłami w funkcji częstotliwości

Zapis  
ch-ki

Ustalenie liczby  
punktów symulacji

$$dB = 20 \log_{10} \left( \frac{U_{out}}{U_{in}} \right)$$

Zakres skali  
częstotliwości:  
1mHz do 999.9  
GHz)



Poziomo-  
wybór-skala  
log lub liniowa,

Zakres skali  
poziomej  
(wartość  
początkowa i  
końcowa)

Współrzędne  
punktów  
przecięcia  
kursora z  
krzywą i osią  
X

Pionowo -wybór-  
skala log lub  
liniowa,

Zakres skali pionowej  
(wartość początkowa i  
końcowa)

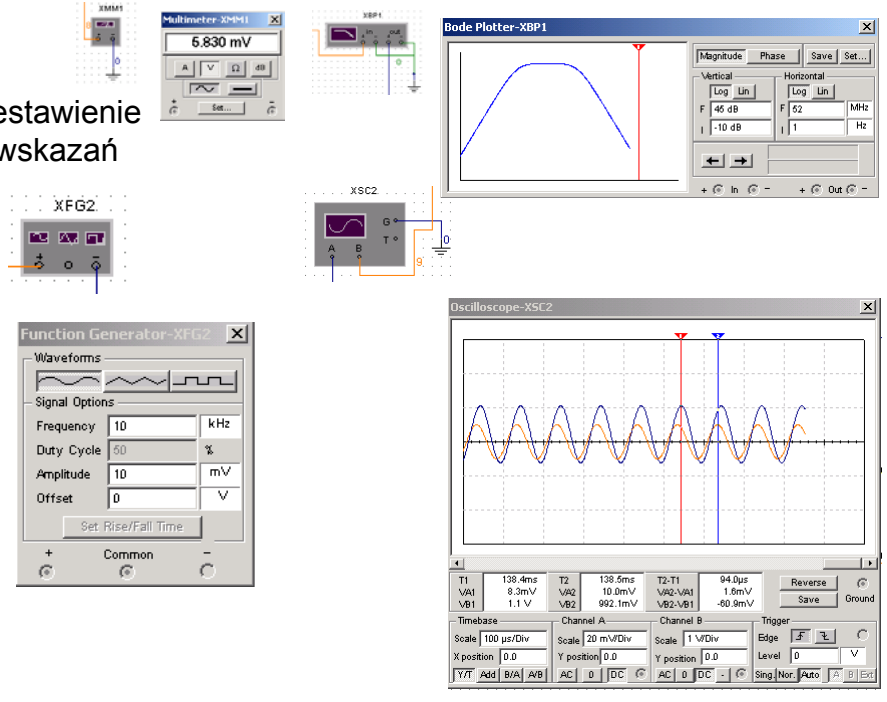
We

Wy

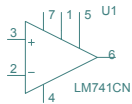
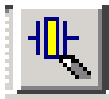
Przesuw  
kursora

18

## Zestawienie wskaźń



## Opis elementów-ogólne



**Component Properties**

General | Symbol | Model | Footprint | Electronic Parameters

Component:

Name:

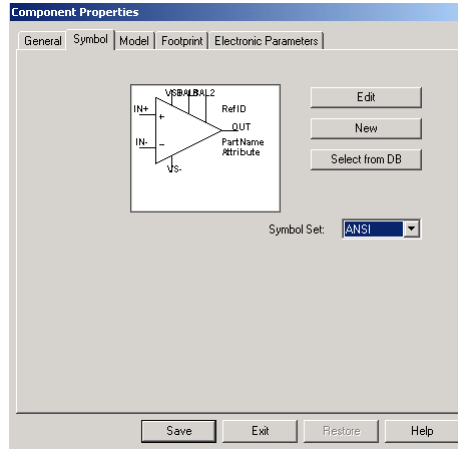
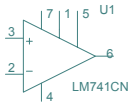
Manufacturer:

Date(mm/dd/yy):

Author:

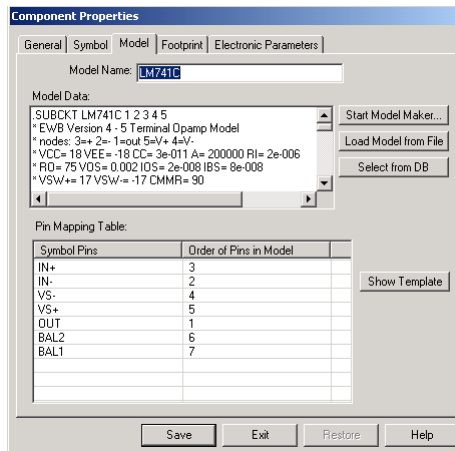
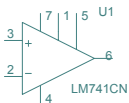
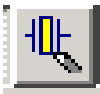
Save | Exit | Restore | Help

## Opis elementów-symbol



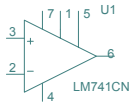
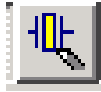
21

## Opis elementów-model



22

## Opis elementów-oznaczenia wyprowadzeń



**Component Properties**

General | Symbol | Model | Footprint | Electronic Parameters

Package Type:  Standard Footprint

Number of Pins:

Number of Sections:

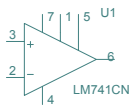
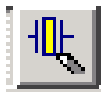
Symbol to Footprint Pin Mapping Table:

Logical Pins	Footprint Pins	Section
BAL1	1	A
IN-	2	A
IN+	3	A
VS-	4	COM
BAL2	5	A
OUT	6	A
VS+	7	COM
NC	8	Not_Connected

Enter physical and package information so that your part can be properly exported to PCB layout. The pin mapping table is used to match each pin on your symbol to a physical pin location. The section column is used to identify to which group a pin applies in a multi-sections. The type column identifies the pin's function. A simulation only component always use 'NONE' as its package type.

Save Exit Restore Help

## Opis elementów-parametry



**Component Properties**

General | Symbol | Model | Footprint | Electronic Parameters

Common Parameters:

Thermal Resistance Junction:

Thermal Resistance Case:

Power Dissipation:

Derating Knee Point:

Min. Operating Temperature:

Max. Operating Temperature:

ESD Rating:

Device Specific Parameters:

Label	Value
Function	741 Operational Amplifier
Input_Voffset	6000.00
Input_Ibias	500.00
Gain_BW	0.437
Slew_Rate	0.50
Number	1
Package	DIP-8(NO8E)

The electronic parameters displayed do not affect the simulation results. These parameters are only used for detail report.

Save Exit Restore Help

## Rodzaje analizy

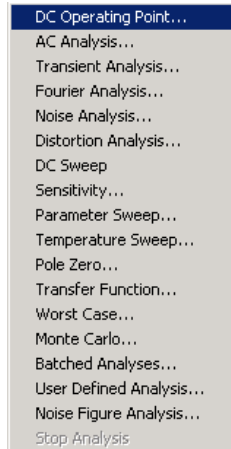


Z menu głównego:

Simulate

Analysis

Wybór rodzaju analizy



Będziemy stosowali analizę stałoprądową, zmiennoprądową i przejściową (czyli trzy pierwsze z listy)

25

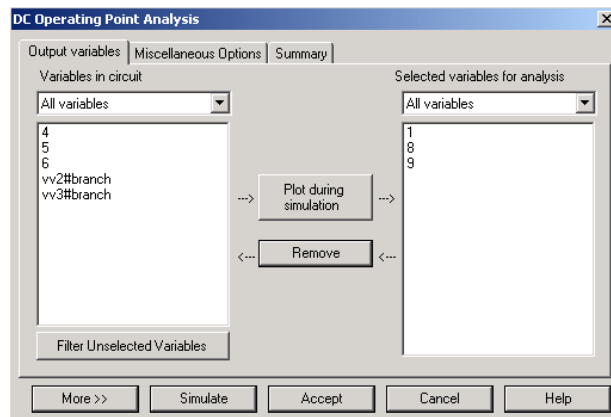


## Analiza stałoprądowa DC

W tej analizie przyjmuje się, że źródła zmiennoprądowe wytwarzają sygnał stały równy 0, kondensatory są przerwą a cewki zwarciami.

Analiza DC ustala napięcia w węzłach układu i prądy gałęziowe i jest zazwyczaj etapem wstępnym do innych rodzajów analizy.

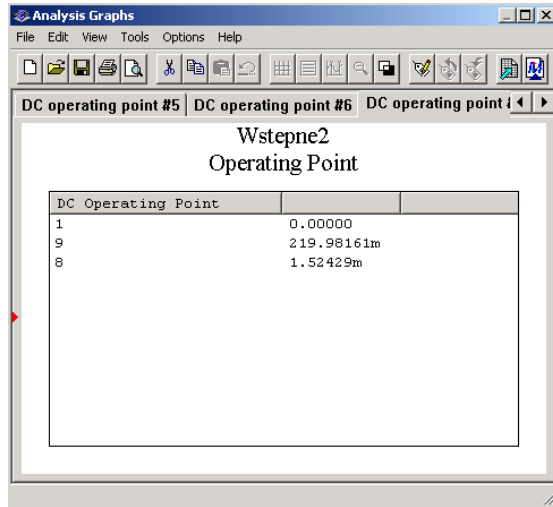
Zaczynamy od ustalenia numerów węzłów, które chcemy badać w czasie symulacji



26



## Analiza DC-wynik



27

## Analiza AC-ogólnie

Pierwszym etapem analizy AC jest wyznaczenie stałoprądowych punktów pracy układu w celu zbudowania liniowych, mało-sygnałowych modeli wszystkich elementów nieliniowych. Następnie budowana jest macierz zespolona układu. W tym celu wszystkim źródłom DC zostaje przyporządkowana wartość 0. Źródła zmiennoprądowe AC, kondensatory i cewki są reprezentowane przez ich modele AC. Elementy nieliniowe są reprezentowane przez liniowe modele mało-sygnałowe wyprowadzone z stałoprądowych punktów pracy DC. Wszystkie źródła wejściowe są uważane za sinusoidalne. Częstotliwość źródeł jest ignorowana. Jeśli generator funkcyjny jest ustawiony jako generator sygnału trójkątnego lub prostokątnego zostaje automatycznie przełączony na generowanie sygnału sinusoidalnego. Analiza AC wyznacza odpowiedź układu AC w funkcji częstotliwości. Elementy cyfrowe są traktowane jako duże rezystancje uziemione.

Wynik analizy AC jest przedstawiany w postaci wzmocnienia w funkcji częstotliwości i fazy w funkcji częstotliwości.

28



## Analiza AC-ustawienia

Ustala się zakres częstotliwości, w którym analizowany jest układ (start, stop).

Ustala się sposób przemiatania tego zakresu co dekadę, co oktawę lub liniowo – najczęściej co dekadę.

Ustala się liczbę punktów analizy.

Wybiera się skalę osi pionowej np. decybelowa, liniowa, logarytmiczna.

AC Analysis

Frequency Parameters | Output variables | Miscellaneous Options | Summary

Start frequency (FSTART) 1 Hz

Stop frequency (FSTOP) 10 MHz

Sweep type Decade

Number of points per decade 100

Vertical scale Decibel

Reset to default

More >> Simulate Accept Cancel Help

29



## Analiza AC-zmienne

Tutaj wybiera się węzły układu do analizy AC: zaznaczenie węzła w tabeli Variables in circuit – Plot during simulation – numer węzła pojawia się automatycznie w tabeli Selected Variables

AC Analysis

Frequency Parameters | Output variables | Miscellaneous Options | Summary

Variables in circuit

All variables

4  
5  
6  
8  
vv2#branch  
vv3#branch

Selected variables for analysis

All variables

1  
9

Plot during simulation

Remove

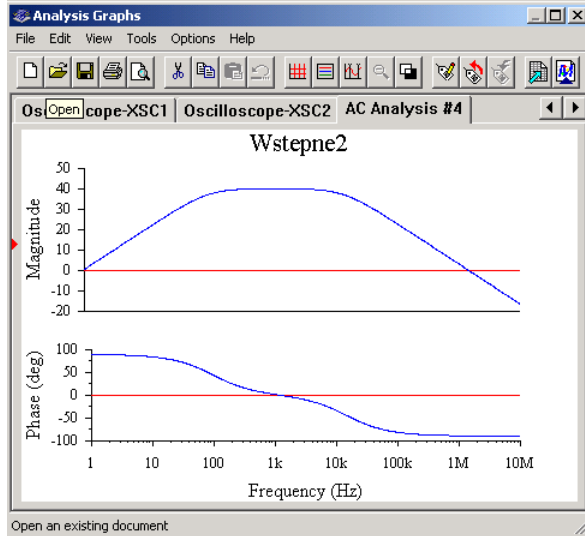
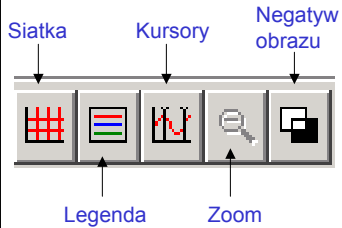
Filter Unselected Variables

More >> Simulate Accept Cancel Help

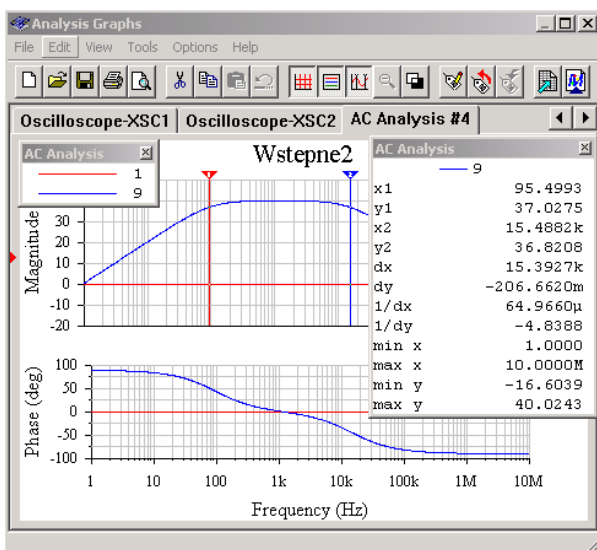
30

## Analiza AC-wynik

Wynik analizy AC zostaje przedstawiony w postaci dwóch wykresów: moduł i faza wzmocnienia napięciowego między badanymi węzłami w funkcji częstotliwości



## Analiza AC-dodatkowe



Możliwe jest uzupełnienie wykresów o siatkę, legendę, kursory oraz tabelę przedstawiającą współrzędne przecięcia kursorów z krzywymi  $x_1, y_1$  oraz  $x_2, y_2$ . Tutaj uwaga – kliknięcie kursorem na krzywej powoduje wywołanie tabeli odpowiadającej tej krzywej (kolor krzywej zaznaczony jest zawsze w górnej części tabeli).



## Analiza Transient (Przejęciowa) - ogólnie

Analiza Transient pozwala przedstawić odpowiedź układu w funkcji czasu.

Przyjmuje się, że źródła DC mają stałe wartości, źródła AC wartości zależne od czasu. Kondensatory i cewki są opisywane jako modele magazynujące energię. Poprzez całkowanie ustala się ilość energii transferowanej przez układ w czasie każdego cyklu.

Zaczyna się tak:

Simulate – Analysis – Transient Analysis

33



## Analiza Transient-warunki początkowe i inne

Najpierw ustala się warunki początkowe analizy. Są cztery możliwości:

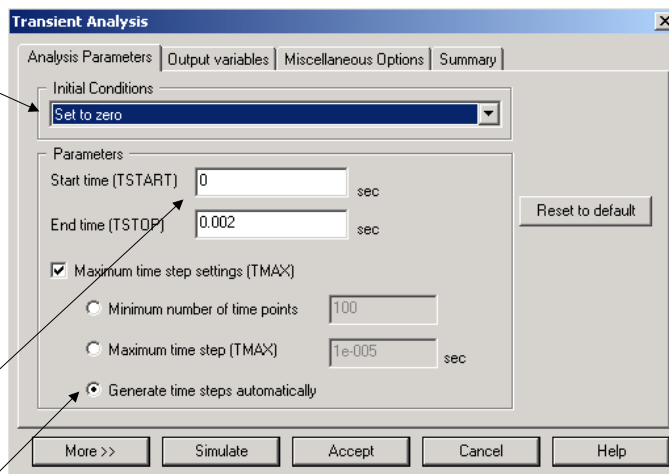
Automatycznie ustalone wartości początkowe,

Stałoprądowy punkt pracy DC

Zerowe warunki początkowe

Warunki ustalone przez użytkownika.

Potem ustala się czas trwania analizy. Program przyjmuje domyślnie start: 0s, stop po 1 ms, ale można ustalić inaczej.



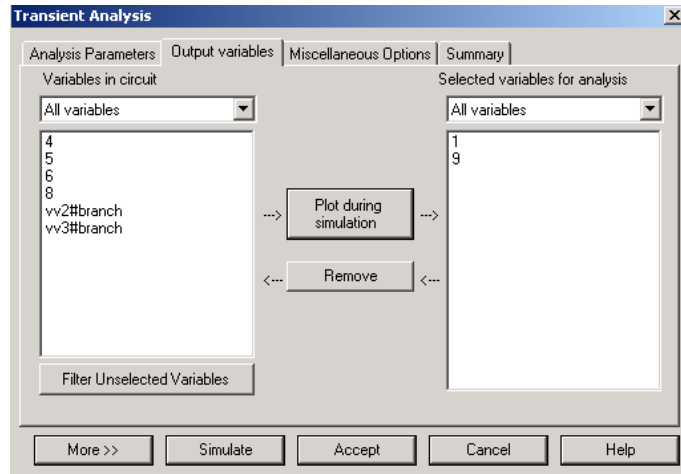
Program domyślnie ustala też podział przedziału czasowego symulacji na kroki symulacji, ale można samodzielnie zażyczyć sobie inny krok.

34



## Analiza Transient-zmienne

Teraz wybieramy węzły, w których interesuje nas obserwacja przebiegu czasowego.

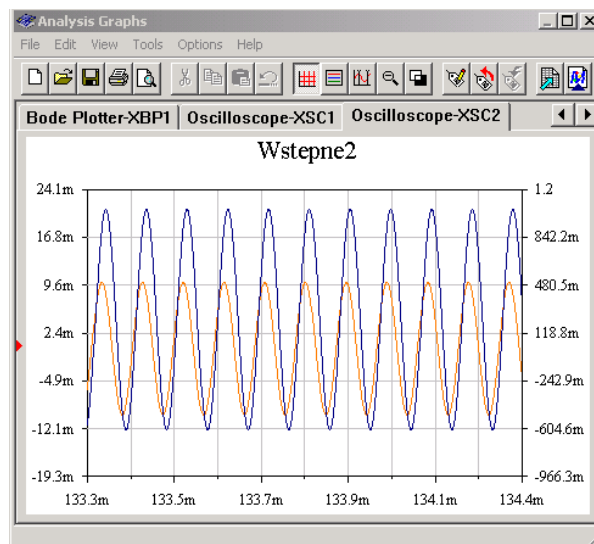


35

## Analiza Transient-wynik

Wynik analizy zostaje przedstawiony w formie wykresu.

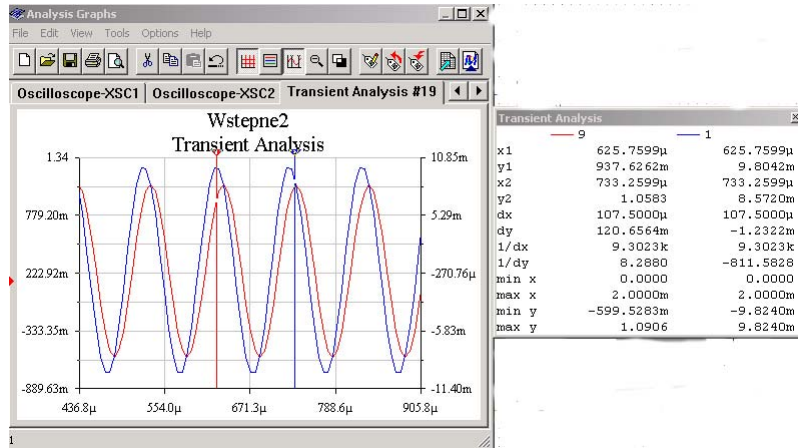
Można dodać siatkę.



36

## Analiza Transient-dodatkowe

Można dodać kursory i odczytać przy pomocy towarzyszącej im tabeli różne parametry układu.



## Graf-ikony



Ustalenie szczegółów dotyczących wykresu (opis osi, tytuł, tło itp.). Stąd można wprowadzić również drugą oś wykresu z własną skalą.

Usuwanie zadanej aranżacji wykresu

Ponowne przywrócenie zadanej aranżacji wykresu



## Graf-ustawienia ogólne

**Graph Properties** [X]

General | Left Axis | Bottom Axis | Right Axis | Top Axis | Traces

Title  
Title:   
Font

Grid  
Pen Size:    
 Grid On

Trace Legend  
 Legend On

Cursors  
 Cursors On  
 Single Trace  
 All Traces  
Trace:

OK Anuluj Restore Zastosuj Pomoc

39



## Graf-ustawienia lewej osi

**Graph Properties** [X]

General | Left Axis | Bottom Axis | Right Axis | Top Axis | Traces

Label  
Label:  Font

Axis  
 Enabled Pen Size:   Font

Scale  
 Linear  Logarithmic  Decibels  Octave Autorange

Range  
Minimum:  Maximum:

Divisions  
Total Ticks:  Minor Ticks:  Precision:

OK Anuluj Restore Zastosuj Pomoc

40



## Graf-ustawienia prawej osi

**Graph Properties** [X]

General | Left Axis | Bottom Axis | Right Axis | Top Axis | Traces

Label  
Label:  Font

Axis  
 Enabled Pen Size:  Black Font

Scale  
 Linear  Logarithmic  Decibels  Octave Autorange

Range  
Minimum:  Maximum:

Divisions  
Total Ticks:  Minor Ticks:  Precision:

OK Anuluj Restore Zastosuj Pomoc

41



## Graf-ustawienia przebiegu 1

**Graph Properties** [X]

General | Left Axis | Bottom Axis | Right Axis | Top Axis | Traces

Trace:  Label:

Pen Size:  Sample:

Color:

X Range:  Bottom Axis  Top Axis

Y Range:  Left Axis  Right Axis

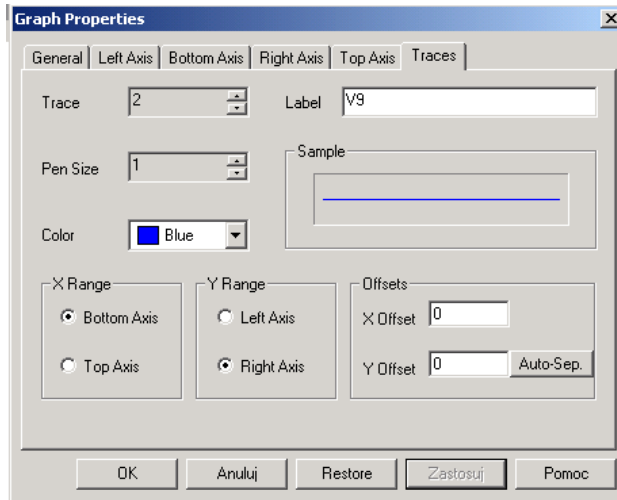
Offsets: X Offset:  Y Offset:  Auto-Sep.

OK Anuluj Restore Zastosuj Pomoc

42

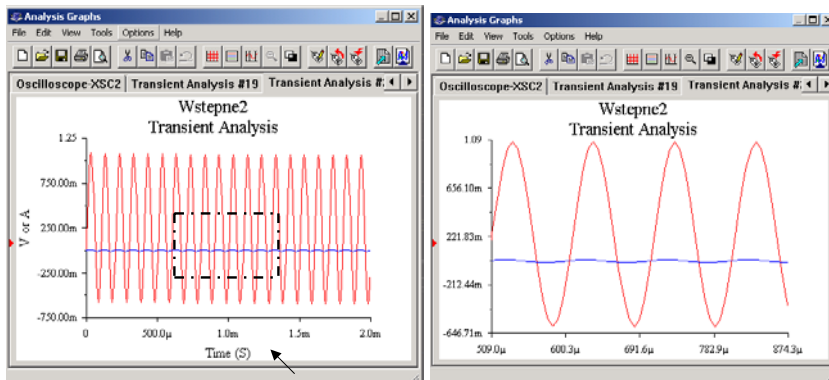


## Graf-ustawienia przebiegu 2



43

## Graf powiększenie fragmentu wykresu



Przeniesienie danych do Excella lub MatCada

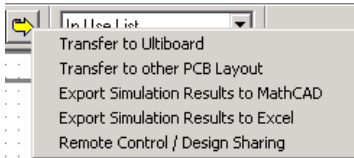


Excel

MathCad

44

## Przeniesienie danych z Multisim do innych programów

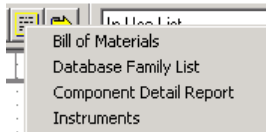


Ultiboard jest programem do projektowania płytek drukowanych firmy Workbench

Inne programy do projektowania płytek drukowanych to Eagle, OrCAD, Protel, Tango, PCAD

45

## Raport



Raport pozwala wygenerować listę elementów rzeczywistych stosowanych w układzie, listę przyrządów.

Quantity	Description	Reference_ID
1	OPAMP, LH741CN	U1

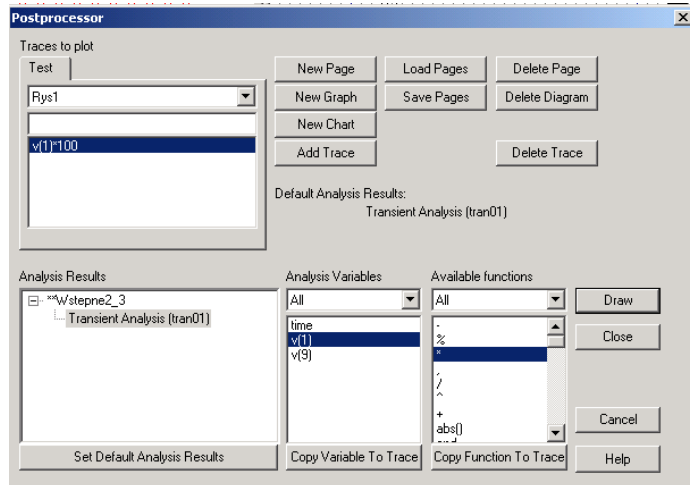
46



## Postprocessor

Pozwala wykonywać operacje matematyczne na danych otrzymanych w wyniku analizy układu i wyniki przedstawić w postaci wykresu.

Należy przeprowadzić analizę układu np. Transient, otworzyć okno postprocesora, utworzyć równanie (wybrać jedną zmienną przez Copy Variable to Trace, wybrać funkcję przez Copy Function to Trace, wybrać drugą zmienną przez Copy Variable to Trace, potem New page, New graph, Draw.



47

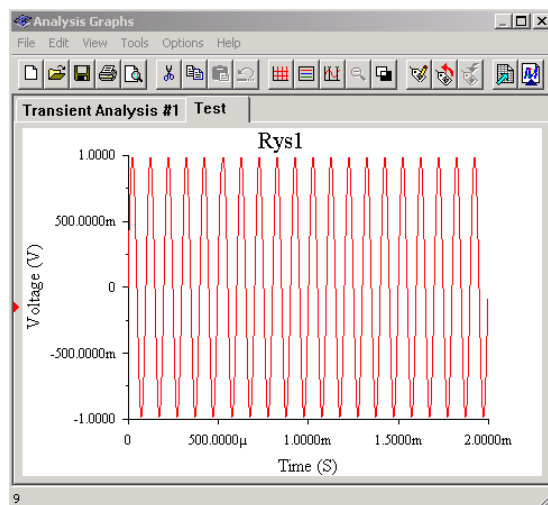
## Postprocessor

Wykres funkcji

$V(1)*100$

wygenerowany przez postprocessor

Uwaga: kłopot z dzieleniem bardzo dużych wielkości przez bardzo małe.



48



# Zadanie

Zbuduj układ i  
przeprowadź  
analizę AC i  
Transient

