

# PSPICE

*Skrócona instrukcja obsługi programu*



Pakiet *MicroSim Evaluation 8* jest wersja pakietu symulacji układów elektronicznych *PSPICE* pracująca w środowisku *Windows*, zawiera następujące aplikacje:

**Schematic** pozwala narysować schemat projektu, określać rodzaj i wartości elementów, sparametryzować elementy dla optymalizacji oraz określić rodzaje analiz.

Opcje edycyjne umożliwiają zapisywanie stworzonego projektu, jego usuwanie, przenoszenie, zmianę orientacji, wyświetlanie właściwości danego elementu, parametrów danego modelu.

Opcje analiz tworzą listę połączeń dla układu, określają rodzaj i przedziały zmian wartości dla analiz, pozwalają dopisać ścieżki dostępu do bibliotek, ustawić opcje *Probe*, uruchomić *Probe*, przejrzeć listę połączeń i plik wyjściowy.

**PSpice A/D** umożliwia wykonanie obliczeń do symulacji analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Wykonuje analizę stacjonarną, zmiennoprądową, czasową, wrażliwości, Fouriera, tolerancji i temperaturową.

W procesie obliczeń zostają wykryte błędy wynikające z nieprawidłowego połączenia układu, z braku zdefiniowanych elementów, ustawień lub błędnych ustawień analiz.

W czasie symulacji na ekranie pojawiają się wyniki obliczeń wybrane dla punktów określonych w deklaracji analiz.

**Probe** umożliwia analizę wyników symulacji, daje możliwość interaktywnego podglądu charakterystyk dla interesujących nas punktów

Program wizualizuje przebiegi napięć i prądów w układzie, jak również pozwala wykreślić wyrażenia obliczone przy użyciu funkcji arytmetycznych i funkcji specjalnych.

W oknie dialogowym można zmieniać osie, zmieniać ich zakresy i skale, dodawać osie, dodawać nowe wykresy i zmieniać rodzaje analiz.

Opcje analizy przebiegu pozwalają powiększać i zmniejszać wykres lub jego fragmenty. Wykorzystanie kursora umożliwia znalezienie szukanej wartości (maksymalnej, minimalnej, znalezienie zbocza, itp.)

Opcje graficzne pozwalają dodać tekst, linie, strzałki, punkty charakterystyczne, elipsy itp.

Specjalne funkcje umożliwiają „wkomponowanie” w analizowany przebieg własnych zdefiniowanych przebiegów funkcyjnych.

## Program Schematics

Menu główny programu *Schematics* zawiera następujące polecenia :

### Polecenia File :

<i>New</i>	otwarcie nowego pliku
<i>Open</i>	otwarcie istniejącego pliku
<i>Close</i>	zamknięcie pliku
<i>Export</i>	służy do eksportowania danych z innego pliku
<i>Save</i>	zapamiętywanie pliku
<i>Save as</i>	zapamiętywanie pliku jako...
<i>Print</i>	drukuj
<i>Print setup</i>	ustawienie drukarki
<i>Edit library</i>	otwiera edytor biblioteki ( służy do graficznej obróbki tworzonych elementów )
<i>Symbolize</i>	symbolizować ( umożliwia bezpośrednie wygenerowanie elementu, który został zadeklarowany jako „czarna skrzynka”
<i>Report</i>	sprawozdanie o użytych elementach w schemacie
<i>View messages</i>	uaktywnia podgląd listy błędów lub zastrzeżeń, które wystąpiły w czasie symulacji tworzonego projektu
<i>Exit</i>	wyjscie z programu

### Polecenia Edit :

<i>Undo</i>	cofnij
<i>Redo</i>	ponów
<i>Cut</i>	pozwala na wycięcie wybranej charakterystyki z aktywnego okna
<i>Copy</i>	kopiuje wybrany element lub charakterystykę z aktywnego okna do schowka
<i>Paste</i>	umieszcza zawartość schowka na schemacie
<i>Copy to clipboard</i>	kopiuje do Clipboardu (pozwala na zaznaczenie określonego fragmentu schematu i przeniesienia go do innego projektu lub innego programu)

<i>Delete</i>	usun
<i>Select all</i>	wybierz wszystko
<i>Attributes</i>	atrybuty elementu ( pozwala na otwarcie okna dialogowego danego elementu i zmianę jego parametrów np. nazwę COMPONENT. Do edycji przeznaczone są jedynie te atrybuty przy których nie znajduje się znak „*” )
<i>Label</i>	etykieta ( umożliwia nadanie nazw poszczególnym węzłom lub połączeniom. Użycie tego polecenia jest jednak tylko możliwe wtedy, gdy na schemacie został umieszczony węzeł połączeniowy, port globalny lub źródło zasilające układ
<i>Model</i>	pozwala użytkownikowi bezpośrednio wpływać na model oznaczonego elementu.
<i>Stimulus</i>	powoduje otwarcie programu <i>Stimulus</i> służącego do edycji sygnałów źródeł zasilających
<i>Symbol</i>	powoduje otwarcie edytora bibliotek dla wcześniej wybranego elementu
<i>Graphich proprteis</i>	graficzne właściwości elementu
<i>Views</i>	służy do umieszczenia alternatywnych bloków na schemacie
<i>Convert block</i>	pozwala na zapamiętywanie w jednej z dostępnych bibliotek zadeklarowany wcześniej podobwód
<i>Rotate</i>	umożliwia obracanie elementu
<i>Flip</i>	pozwala na uzyskanie lustrzanego odbicia elementu
<i>Align horizontal</i>	ustawienie zaznaczonych symboli względem jednej wspólnej poziomej osi
<i>Align vertical</i>	ustawienie zaznaczonych symboli względem jednej wspólnej pionowej osi
<i>Replace</i>	automatyczna zamiana wybranego elementu na inny
<i>Find</i>	znajdź element

**Polecenia Draw ( rysowanie ) :**

<i>Repeat</i>	powtarza ostatnie wybrane polecenie
<i>Place part</i>	uaktywnienie pobieranie elementów ostatnio używanych z biblioteki podrecznej

<i>Wire</i>	standardowe polaczenie elementów
<i>Bus</i>	polaczenie elementów układu za pomoca magistrali danych
<i>Block</i>	umieszcza w edytorze blok w hierarchicznej budowie schematu. Kazdemu blokowi moze zostac przyporzadkowany jeden z wczesniej utworzonych projektów, a nastepnie moze on byc polaczony w calosc w schemacie blokowym.
<i>Get new part</i>	uaktywnienie okna dialogowego bibliotek.
<i>Rewire</i>	przesuwa polaczenie w razie potrzeby umieszczenie jakiegos elementu w jej miejscu

Polecenie *Draw* umożliwia również rysowanie luków, kół, prostokątów, krzywych oraz wklejanie rysunków stworzonych w innych edytorach graficznych.

Za pomoca *Draw/text...* mozna na rysunku umiescic dowolny komentarz, co w znaczny stopniu ulatwia czytania obwodu przez uzytkownika.

- Polecenia *Navigate* zawiera komendy, które nie maja zastosowania w tej wersji programu

### **Polecenia View :**

<i>Fit</i>	dopasowanie rozmiaru opracowywanego schematu do rozmiaru ekranu
<i>In</i>	powiekszenie układu
<i>Out</i>	pomniejszenie układu
<i>Previous</i>	podglad poprzedniego stanu schematu
<i>Entire page</i>	podglad calej strony
<i>Redraw</i>	odswiezenie ekranu
<i>Pan-New-Center</i>	powoduje bardziej uwidocznienie jednej czesci obwodu

### **Polecenia Options :**

<i>Display options</i>	pozawala na ustawienie podstawowych funkcji pulpitu roboczego takich jak: zalaczanie i wylaczanie siatki, dociaganie elementów do siatki itp.
<i>Page size</i>	format strony
<i>Auto-repeat</i>	powtarzanie wykonanych czynnosci umieszczenia elementów lub stworzonych bloków na schemacie

<i>Auto-naming</i>	automatyczne numerowanie użytych elementów
<i>Editor configuration</i>	konfiguracja edytora (można dowolnie zadeklarować wielkość obszaru roboczego, biblioteki które będą uaktywniane w momencie ładowania programu itp.)
<i>Display preferences</i>	pozwalają na odpowiedni dobór potrzebnych oznaczeń, które mają się znaleźć zarówno na ekranie jak i w czasie wydruku. Wśród tych opcji znajdują się takie polecenia jak : numerowanie węzłów, nazwy węzłów, granicy strony itd.

### **Polecenia Analysis :**

<i>Electrical rule check</i>	sprawdzanie połączeń elektrycznych
<i>Creat netlist</i>	stworzenie listy połączeń elementów
<i>Edit stimuli</i>	uruchomienie edytora impulsów
<i>Setup</i>	uaktywnia okno dialogowe wyboru typu analizy oraz ich deklaracja
<i>Library and include files</i>	otwiera okno służące do połączenia bibliotek modeli z tekstowym opisem symulowanego układu
<i>Simulate</i>	uruchomienie symulacji
<i>Probe setup</i>	uaktywnia okno dialogowe z ustawieniami programu <i>Probe</i>
<i>Run probe</i>	uruchomienie programu <i>Probe</i> . W czasie symulacji tworzony jest spis połączeń obwodu, w którym w sposób tekstowy opisany jest cały układ
<i>Examin netlist</i>	podgląd listy połączeń obwodu
<i>Examin output</i>	podgląd pliku wyjściowego
<i>Display results on schematics</i>	wyświetla wyniki na schemacie

### **Polecenia Markers**

<i>Mark voltage /level</i>	spowoduje automatyczne wyświetlenie przebiegu napięcia w danym punkcie zaznaczonego potencjału
<i>Mark voltage differential</i>	Wyświetla różnicę napięć pomiędzy dwoma węzłami
<i>Mark current into pin</i>	uaktywnia znacznik prądu, który musi być umieszczony na schemacie bezpośrednio w węzle, dla którego ma być wyświetlony przebieg prądu
<i>Mark advanced</i>	uaktywnia okno dialogowe z wyborem następujących znaczników takich jak np. wyświetlenie przebiegu prądu lub

	napiecia w skali logarytmicznej, przedstawienie czesci rzeczywistej i urojonej prądu lub napiecia dla określonego wezła
<i>Clear all</i>	powoduje usuniecie wszystkich znaczników z aktywnego schematu
<i>Show all</i>	powoduje pokazanie wszystkich charakterystyk sygnałów
<i>Show selected</i>	powoduje pokazanie wybranych charakterystyk sygnałów

**Polecenia Tools** : Polecenia menu *Tools* słuza głównie do zmiany układu na inne rodzaje projektów przeznaczonych dla innych programów. Przekladem tego moze byc tworzenie spisu elementów dla programu słuzacego do tworzenia plyt drukowanych lub dla innego programu wspomagajacego projektowanie układów elektronicznych. Za pomoca menu *Tools* mozna również tworzyć podobwoły dla budowanych układów.

<i>Package</i>	uruchamia okno dialogowe słuzaace do pogrupowania układu przez odpowiednie oznaczenie elementów przed generowaniem plytki.
<i>Create Layuot Netlist</i>	powoduje stworzenie spisu elementów calego projektu. Czynnosc ta jest wymagana, jezeli tworzona bedzie plytka dla danego projektu.
<i>Run PCBoards</i>	powoduje uruchomienie programu do tworzenia schematu plyt drukowanych
<i>Back Annotate..</i>	przeprowadza przy pomocy pliku ECO adnotacje wsteczna dla stworzonego projektu.
<i>Brows Back Annotation Log</i>	umoziwiwia otwarcie pliku ze stworzona adnotacja wsteczna przez jej wybór z bibliotek
<i>Configure Layout Editor</i>	umoziwiwia konfiguracje formatu dla tworzonego projektu.
<i>Brows Netlist</i>	uruchamia w edytorze tekstu spis elementów stworzony dla wybranego edytora schematu.
<i>View Package Defention</i>	pokazuje w jaki sposób zostal upakowany wybrany element
<i>Create Subcircuit</i>	generuje z aktywnego schematu podobwoły. Stworzony w ten sposób nowy element ma nazwe otwartego okna dialogowego z rozszerzeniem *.sub. Dzieki temu mozna dowolnie tworzyć nowe elementy lub cale ich grupy, a nastepnie w bardzo łatwy i wygodny sposób łączyc je ustalając bloki.
<i>Run Optimizer</i>	uaktywnia program optymalizacji układów elektronicznych

*Use Optimized Params* powoduje wpisanie w miejsce wartości nominalnych dla wybranego elementu, wartości otrzymanych w procesie optymalizacji

### **Polecenia Windows :**

<i>News</i>	otwarcie nowego okna edycji
<i>Tile Horizontal</i>	uporządkowanie okien względem siebie poziomo
<i>Tile Vertical</i>	uporządkowanie okien względem siebie pionowo
<i>Cascade</i>	powoduje kaskadowe ułożenie okien edycji
<i>Arrange Icons</i>	pozwała ustawić ikony

### **Polecenia help :**

W czasie pracy można uzyskać szybka pomoc dzięki funkcji *help*. Jej treść jest podana w języku angielskim.

### **Program Pspice A/D**

Program *Pspice* jest główną częścią pakietu *MicroSimEval8*, dzięki której wykonywane są wszystkie analizy, począwszy od stałoprądowej do analizy najgorszego przypadku włączenia. W momencie uruchomienia programu uaktywnia się okno, w którym zawarte są następujące wiadomości :

<i>Simulating Circuit</i>	-	ścieżka dostępu do symulowanego układu
<i>Memory Used</i>	-	ilość pamięci zajmowanej przez dane obliczeniowe
<i>DC Analysis</i>	-	rodzaj wykonanej analizy

Oprócz tego wyświetlane są wartości początkowe i końcowe przedziałów, dla których wykonana ma być analiza.



## **Program Probe**

Program *Probe* służy do graficznej analizy wyników symulacji, otrzymanych podczas obliczeń przeprowadzonych przez program *Pspice A/D*. Wyniki symulacji zapisywane są w plikach danych w formacie binarnym z rozszerzeniem \*. Dat.

Menu główne programu *Probe* zawiera następujące polecenia :

### **Polecenia file**

<i>Open</i>	wczytanie nowego pliku danych ( przed wczytaniem charakterystyk konieczne jest wybranie rodzaju analizy, dla której mają zostać wyświetlone charakterystyki
<i>Append</i>	pozawala na polaczenie wybranych plików danych ( mozliwe jest to tylko dla danych wynikowych takiej samej analizy, jak aktywny plik (AC,AC,Transient). Opcja ta pozawala na analize wyników z kilku różnych symulacji na jednym wykresie
<i>Close</i>	zamkniecie otwartego projektu
<i>Print</i>	umozliwia drukowanie wybranych charakterystyk
<i>Print Preview</i>	umozliwia podglad wydruku
<i>Page Setup..</i>	umozliwia ustawienie strony
<i>Printer Setup..</i>	umozliwia ustawienie wydruku oraz wybór typu drukarki
<i>Log Commands</i>	pozawala na zapamietanie czynnosci wykonywanych podczas analizy, zapamietanie uzyskanej charakterystyki i późniejsze odczytanie w innym analizowanym układzie w czasie kolejnych symulacji.
<i>Run Commands</i>	uruchamiane jest wtedy, gdy chcemy odtworzyc komendy zapamietane w <i>Log Commands</i>
<i>Exit</i>	Wyjscie z programu

### **Polecenia Edit**

<i>Cut</i>	pozawala na wyciecie wybranej charakterystyki z aktywnego okna
<i>Copy</i>	kopiuje wybrany element lub charakterystyke z aktywnego okna do schowka
<i>Paste</i>	umieszcza zawartosc schowka na schemacie
<i>Delete</i>	usuwa wybrany element

*Modify Object* umożliwia modyfikację wybranej charakterystyki przez zastąpienie jej inną

*Modify Title* umożliwia zmianę nazwy całego okna, która zostanie umieszczona na wydruku

### **Polecenia Trace**

*Add..* polecenie wybory charakterystyk do wykreslenia. W poleceniu tym istnieje możliwość wyboru wszystkich charakterystyk lub tylko poszczególnych grup.

*Delete All* powoduje usunięcie wszystkich charakterystyk

*Undelete* pozwala na przewrócenie wymazanej charakterystyki

*Fourier* uruchamia analizę Fouriera

*Performance Analysis* pozwala na przesledzenie zależności występujących przy zmianach któregoś z parametrów badanego obwodu dla kilkakrotnie przeprowadzonej analizy

*Macros..* w razie jakiegoś działania powtarza się, to ono może być zadeklarowane jako *Macro* i obliczone w tle programu

*Goal Functions..* umożliwia kopiowanie stworzonych funkcji z innych przykładów, edycję nowych, modyfikację oraz wykorzystanie już istniejących

*Eval Goal Function..* pozwala na dokładniejszą analizę układu

### **Polecenia Plot**

*X Axis Settings* ustawienie zakresu wartości dla osi X

*Y Axis Settings* ustawienie zakresu wartości dla osi Y

*Add Y Axis* powoduje dodanie osi Y do wykresu

*Delete Y Axis* powoduje usunięcie aktywnej osi Y

*Add Plot* dodanie następnego wykresu do istniejącego okna dialogowego

*Delete Plot* usunięcie dodatkowego wykresu

*Unsync Plot* umożliwia wyświetlenie wykresów z niezależnymi wartościami

*Digital Size* ustala wielkość okna dla przebiegów cyfrowych

### **Poleenia View**

<i>Fit</i>	dopasowanie rozmiaru opracowywanego schematu do rozmiaru ekranu
<i>In</i>	powiększenie układu
<i>Out</i>	pomniejszenie układu
<i>Aria</i>	powiększenie wybranego wycinka charakterystyki
<i>Previous</i>	podgląd poprzedniego stanu schematu
<i>Redraw</i>	odświeżenie ekranu
<i>Pan-New-Center</i>	powoduje bardziej uwidocznienie jednej części obwodu
<i>Toolbar</i>	uaktywowanie ikon

### **Polecenia Tools**

<i>Labels</i>	umożliwia stworzenie etykiet na wykresie
<i>Cursor</i>	umożliwia przeprowadzenie bardzo szczegółowej analizy charakterystyk i odczytanie dokładnych parametrów wykresu w interesujących użytkownika punktach
<i>Simulation Messengers..</i>	otwiera okno z podanymi dokładnymi meldunkami błędów, które wystąpiły w czasie symulacji układów cyfrowych
<i>Display Control..</i>	otwiera okno dialogowe, które umożliwia zapis aktualnej charakterystyki z naniesionymi poprawkami, ustawieniami osi oraz opisami.
<i>Copy to Clipboard</i>	umożliwia skopiowanie aktualnego okna oraz przeniesienie go do innej aplikacji systemu <i>Windows</i>
<i>Options..</i>	użytkownik może sobie dowolnie zmieniać w zależności od potrzeb wygląd okna i wykorzystanie funkcji

### **Polecenia Windows :**

<i>News</i>	otwarcie nowego okna edycji
<i>Tile Horizontal</i>	uporządkowanie okien względem siebie poziomo
<i>Tile Vertical</i>	uporządkowanie okien względem siebie pionowo
<i>Cascade</i>	powoduje kaskadowe ułożenie okien edycji
<i>Arrange Icons</i>	pozwala ustawić ikony

## Definicja analizy w pakiecie „SPICE” (Microsim)

### Definiowanie analiz

Aby dla stworzonego schematu układu elektronicznego mogła zostać wykonana analiza, należy zdefiniować jej parametry. Wyboru analizy można dokonać po uaktywnieniu *Analysis/setup...*

Jednocześnie można zadeklarować kilka rodzajów analiz. Po uaktywnieniu tego polecenia na ekranie zostanie pokazane okno dialogowe analiz.

Wybrane rodzaje analiz oznaczane są automatycznie za pomocą znacznika po naciśnięciu klawisza analizy i zadaniu jej parametrów lub przez naciśnięcie lewego klawisza myszy w wybranym polu. Użytkownik ma możliwość przeprowadzenia takich analiz jak :

- Analiza zmiennoprądowa
- Analiza stałoprądowa
- Analiza czasowa
- Analiza temperaturowa
- Analiza parametryczna
- Analiza wrażliwości
- Analiza Fouriera
- Analizy statystyczne ( *Worst Case, Monte Carlo* )

W czasie deklaracji parametrów analiz można również zadeklarować obliczenie dla układu punktu pracy lub można zadać inny punkt, który został zachowany w pliku.

## **Analiza zmiennopradowa AC**

W czasie analizy AC obliczane sa zmiennopradowe wartosci wielkosci wyjsciowych w funkcji czestotliwosci. Poczatkowo obliczane sa stalopradowe punkty pracy elementow ukkladu, a nastepnie wyznaczane sa parametry modeli nieliniowych. Po tych obliczeniach ukklad jest analizowany w dziedzinie czestotliwosci. Wynikiem analizy jest zwykle wartosc jednej z transmitancji ukkladu dla podanych czestotliwosci. Jesli ukklad zawiera tylko jedno zrodlo napieciowe (pradowe), dogodnie jest przyjac dla niego wartosc jednostkowa lub zerowa.

### **Deklaracja analizy AC**

Po uaktywnieniu polecenia *Analysis/setup* zostaje otwarte okno dialogowe wyboru analiz. Wybrany rodzaj analizy oznaczony zostaje przez znacznik znajdujacy sie w kwadracie obok danego typu analizy. Do pelnej deklaracji konieczne jest jeszcze ustalenie jej parametrów:

- w polu *AC Sweep Type* deklarowany jest sposob zmian czestotliwosci, moze byc on liniowy – *Linear*, logarytmiczny osiemkowy – *Octave* lub logarytmiczny dziesietny - *Decade*,
- w polu *Sweep params* okreslony jest przedzial oraz liczba punktów wybranych do analizy.

Jesli wszystkie te parametry zostaly zadeklarowane, okno dialogowe mozna zamknac przez naciśnięcie klawisza *OK*. Mozna teraz uruchomic analize przez wybór polecenia *Analysis/ Simulate*. Analiza wykonywana jest przez modul *PSpice*. Po wykonanej symulacji program automatycznie przechodzi do postprocesora *Probe*, jesli w opcjach *Analysis/Probe\_setup...* znalazla sie odpowiednia deklaracja. Jesli nie, to z celu uruchomienia programu *Probe* nalezy wybrac *Analysis/Run\_Probe*.

## **Analiza stalopradowa DC**

W czasie analizy DC obliczane sa stalopradowe punkty pracy dla zmieniajacych sie parametrów ukkladu, Program wykonuje analize zastepujac indukcyjnosci bardzo malymi rezystancjami (ok.  $0.01\Omega$ ), a pojemnosci bardzo duzymi (ok.  $10^8\Omega$ ).

Przed analiza stanów nieustalonych wykonana jest zawsze analiza stalopradowa w celu wyznaczenia warunków poczatkowych.

## **Deklaracja analizy DC**

Po uaktywnieniu polecenia *Analysis/setup* zostaje otwarte okno dialogowe wyboru analiz. Analiza DC zostaje wybrana przez postawienie znacznika w kwadracie obok *DC Sweep*. Do pełnej deklaracji konieczne jest jeszcze ustalenie jej parametrów .

Analiza DC może być wykonywana względem zmian wartości źródła napięciowego, temperatury, zmian wartości źródła prądowego, zmian parametru modelu lub zmian parametru globalnego.

Polecenie *Sweep Var Type* określa typ elementu, względem którego będzie zmiany podczas analizy. Polecenie *Sweep Type* określa sposób w jaki będzie wykonywana analiza, liniowy - *Linear* , logarytmiczny ósemkowy – *Octave* lub logarytmiczny dziesiętny - *Decade* lub według zadanej listy - *Value list*.

Podczas analizy DC istnieje możliwość wykonania dodatkowej analizy, dzięki której można wykazać zależność między zmianami zadeklarowanego parametru lub wartości elementu oraz zmianami innego parametru zadeklarowanego w *Nested Sweep*.

*Start Value* – określa wartość początkową, *End Value* określa wartość końcową, *Increment* określa krok z jakim ma być wykonywana analiza.

Jeśli wszystkie te parametry zostały zadeklarowane, okno dialogowe zamknięte zostanie przez naciśnięcie klawisza *OK*. Po zadeklarowaniu wszystkich parametrów należy uruchomić analizę przez wybór polecenia *Analysis/ Simulate*. Analiza wykonana jest przez moduł *PSpice*. Po wykonanej symulacji program automatycznie przechodzi do programu *Probe*, gdy zostało to zadeklarowane w opcjach *Analysis/Proce\_setup...* W innym wypadku program *Probe* można uruchomić w *Analysis/Run\_Probe*.

## **Analiza stanów nieustalonych w dziedzinie czasu (Transient)**

Wynikiem analizy jest odpowiedź czasowa układu w przedziale od do podanej wartości końcowej. Warunki początkowe są obliczane w czasie wykonanej wcześniej analizy stacjonarnej przy założeniu, że przed chwilą  $t = t_0$  w układzie panował stan ustalony.

Po uaktywnieniu polecenia *Analysis/setup* zostaje otwarte okno dialogowe wyboru analiz. Analiza *Transient* zostaje wybrana przez postawienie znacznika w kwadracie obok *Transient...* Do pełnej deklaracji konieczne jest zadeklarowanie dwóch parametrów: wartości kroku z jakim ma być wykonywana analiza (*Print Step*) oraz wartości końcowej przedziału czasowego (*Final Time*). Wykres będzie wyświetlony przez *Probe* dla zadanego przedziału czasowego zaczynając od wartości podanej jako czas opóźnienia *No-Print/Delay* do końca przedziału.

Graniczna wartość kroku czasowego, dla której powinny zostać wykonane obliczenia, określona jest w *Step Ceiling*. Jeżeli pozadane jest pominięcie obliczenia warunków początkowych, to trzeba podać komendę *Skip initial transient solution*.

Po zadeklarowaniu wszystkich parametrów i wykonaniu analizy można obejrzeć wyniki przy pomocy programu *Probe*.

### **Analiza temperaturowa (Temperature)**

Analiza temperaturowa umożliwia zasymulowanie pracy układu dla zmieniającej się temperatury. Standardowo temperatura bazowa przyjęta została jako  $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Wartość ta zadeklarowana jest w *Analysis/setup... Options* i zapisana w polu TNOM. Analiza temperaturowa może być przeprowadzona w połączeniu z inną analizą w celu pokazania zmiany charakterystyki układu, a również można ją wykonać samodzielnie. Jeśli analiza temperaturowa zostanie wykonana samodzielnie, to wyniki obliczeń znajdują się w pliku \*.out, w którym zapisane zostaną parametry modeli elementów z uwzględnieniem wpływu zmieniającej się temperatury.

### **Analiza parametrowa (Parametric)**

Podczas analizy parametrycznej są wykonywane wielokrotne iteracje wybranego rodzaju analizy przy jednoczesnych zmianach parametru globalnego, parametru modelu, źródła prądu, źródła napięcia lub temperatury. Wynikiem jest szereg wartości lub charakterystyk będących odpowiedzią układu na podane zmiany.

### **Analiza wrażliwości (Sensitivity)**

W analizie wrażliwości obliczana jest pochodna cząstkowa wielkości wyjściowej względem wszystkich parametrów układu. Wielkością wyjściową może być np. prąd lub napięcie, a parametrami układu rezystancja, pojemność, napięcie źródłowe itd.

Program oblicza też wrażliwość znormalizowaną:

$$\text{wrażliwość znormalizowana} = (\text{wrażliwość} * \text{wartość elementu})/100$$

Poleceniem *Analysis/Setup... Sensitivity* uaktywniamy okno dialogowe analizy wrażliwości i wpisujemy wielkość wyjściową V(OUT). Wyniki analizy znajdują się w pliku \*.out

#### **Analiza Fouriera**

Każdy przebieg okresowy może być przedstawiony za pomocą szeregu trygonometrycznego zwanego szeregiem Fouriera. Analiza Fouriera umożliwia obliczenie poszczególnych składowych szeregu aż do 9 harmonicznej.

Analize Fouriera uaktywnia sie w analizie *Transient*, okreslajac jednoczesnie czestotliwosc podstawowa, numer harmoniczej, do której ma byc obliczony szereg Fouriera, oraz zmienna wyjsciowa.

Proces obliczen rozpoczynamy poleceniem *Analysis/Simulate*. W pliku wyjsciowym \*.out znajda sie wyniki tej analizy.

## **Analiza FFT**

Przy uzyciu opcji *Trace/Fourier* w *Probe* mozliwe jest wykonanie szybkiego przekształcenia Fouriera dla przebiegów wygenerowanych po analizie *AC* lub *Transient*. Program *Probe* przelicza wartosci z dziedziny czasu do dziedziny czestotliwosci i odwrotnie. Transformata FFT jest wykonywana w zakresie od wartosci startowej  $t = t_0$  do wartosci koncowej. Dokladnosc FFT zalezy od liczby kroków czasowych branych pod uwage w analizie czasowej.

W pliku wyjsciowym \*.out mozliwe jest uzyskanie parametru NUMTTP, który jest dokladna liczba wewnetrznie widzianych kroków czasowych. Parametr ten jest obliczany tylko wtedy, jesli w *Analysis/Setup..Options* uaktywniona jest opcja ACCT.

## **Analizy statyczne**

Analiza *Monte Carlo* i analiza *Worst Case* sa analizami statycznymi, które podczas obliczen zmieniaja wartosci wybranych elementów w przedziale ograniczonym zadeklarowana tolerancja dla kolejnych iteracji analizy *AC*, *DC* lub *Transient*. Przed wykonaniem analizy nalezy wybrac element lub parametr danego elementu i okreslic tolerancje jego zmian.

Analizy *Monte Carlo* i *Worst Case* generuja nastepujace typy raportów:

- Wartosci elementów lub parametrów modelu w kazdej symulacji
- Przebiegi graficzne zmiennej wyjsciowej dla poszczególnych (wynikajacych z tolerancji) zmian wartosci parametrów
- Przebieg graficzny funkcji wyjsciowej przy zmianie wartosci wszystkich parametrów.

W *Analysis/Setup...Monte Carlo/Worst Case* mozna wybrac rodzaj analizy statycznej, analize stalopradowa, zmiennopradowa, czasowa oraz musimy okreslic funkcje wyjsciowa.



Pole *Function* umożliwia wybór rodzaju funkcji wyjściowej:

- YMAX - znajduje największe odchylenie od wartości nominalnej
- MAX - znajduje maksymalną wartość z każdego przebiegu
- MIN - znajduje minimalną wartość z każdego przebiegu
- RISE\_EDGE - znajduje pierwszą większą wartość wielkości wyjściowej znajdującą się powyżej założonej wartości w *Rise/Fall*
- FALL\_EDGE - znajduje pierwszą większą wartość wielkości wyjściowej znajdującą się poniżej założonej wartości w *Rise/Fall*
- Range Lo - dolna granica przedziału zmienności wartości, dla których będzie obliczana funkcja wyjściowa
- Range Hi - górna granica przedziału zmienności wartości, dla których będzie obliczana funkcja wyjściowa

### Analiza Worst Case

Analiza *Worst Case* pozwala znaleźć najgorsze zachowanie się układu przy zmianach określonych parametrów w ramach zadanej tolerancji. *Worst Case* przeprowadza pierwszą symulację z wartościami nominalnymi, następnie oblicza wrażliwość wielkości wyjściowej przy zmianach określonych parametrów i na koniec znajdowane jest największe odchylenie.

Proces *Worst Case* składa się z trzech części:

- określenie wartości wejściowych,
- określenie sposobu przeprowadzenia analizy,
- określenie wartości wyjściowych.

Dla wybranych elementów należy określić ich tolerancje. Do wyboru jest DEV i LOT. Użycie DEV powoduje modyfikację wartości wybranych elementów odwołujących się do .MODEL w sposób niezależny, a LOT w sposób synchroniczny.

Opcje *Worst Case* :

- Output All - opcja ta umożliwia umieszczenie w pliku wyjściowym danych z obliczeń oraz wykreszenie krzywych w *Probe* dla wszystkich elementów zadeklarowanych w analizie
- List - umożliwia wyszczególnienie elementów, dla których zostanie przeprowadzona analiza *Worst Case*

- Vary Dev, Lot, Both -umożliwia wybór grup elementów, dla których rodzaj tolerancji został określony przy pomocy DEV lub LOT; opcja BOTH umożliwia wybór obu grup
- Direction Hi,LO -wybór rodzaju odchylenia, największego lub najmniejszego
- Devices -po tym słowie kluczowym możemy określić, która grupa elementów będzie brana pod uwagę w procesie *Worst Case*.

Każda analiza *Worst Case* generuje plik wyjściowy, w którym znajdują się między innymi informacje, czy wartości elementów w zadanym przedziale tolerancji zostały zwiększone lub zmniejszone.

### Analiza Monte Carlo

Analiza *Monte Carlo* oblicza zachowanie się układu przy przypadkowych zmianach wartości elementów lub wartości parametrów modelu elementów, dla których została określona tolerancja. Wynikiem analizy są dane statyczne, które pozwalają projektującemu ocenić zachowanie się układu przy zmianach wartości elementów wewnątrz założonego przedziału. Tak jak w analizie *Worst Case*, przy określeniu tolerancji do wyboru jest DEV i LOT.

Opcje *Monte Carlo* :


- MC Runs - liczba symulacji
- Output Name - polecenie to powoduje, że w *Probe* nie zostaną umieszczone wyniki obliczeń
- Output All - wszystkie wyniki zostaną wygenerowane
- Output Value\* - wartości wyjściowe tylko dla pierwszych n symulacji
- Output Every\* - wartości wyjściowe dla każdej n-tej symulacji
- Output Runs\* - wyniki tylko tych symulacji, które zostały wyszczególnione (maksymalnie 25)
- List - opcja ta zapisuje w pliku wyjściowym dokładne, wybrane losowo, wartości elementów w kolejnych iteracjach
- value - wartości dla *Value*, *Every\**, *Runs\**
- Speed - liczba przedziału od 1 do 32767, która wpływa na wybierane losowo wartości elementów

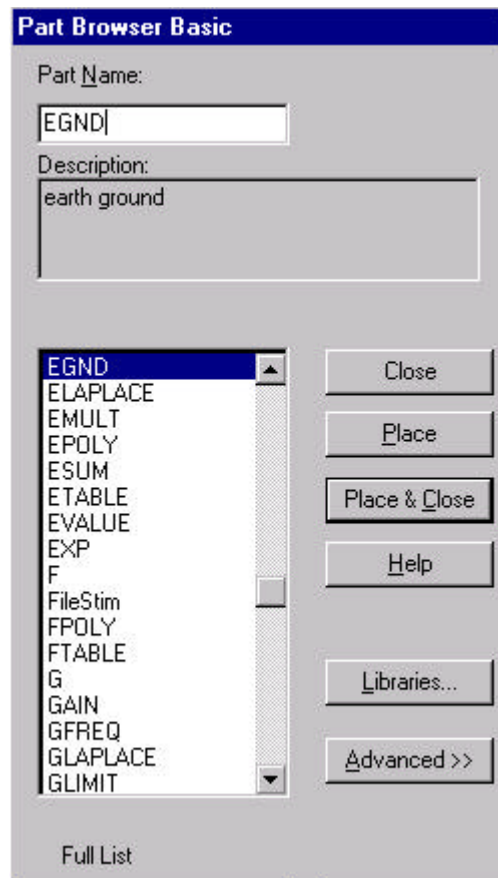
## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA W PROGRAMIE SPICE:

### 1. Wybór oraz uruchomienie z grupy programów DesignLab Eval 8 ikony *schematics*



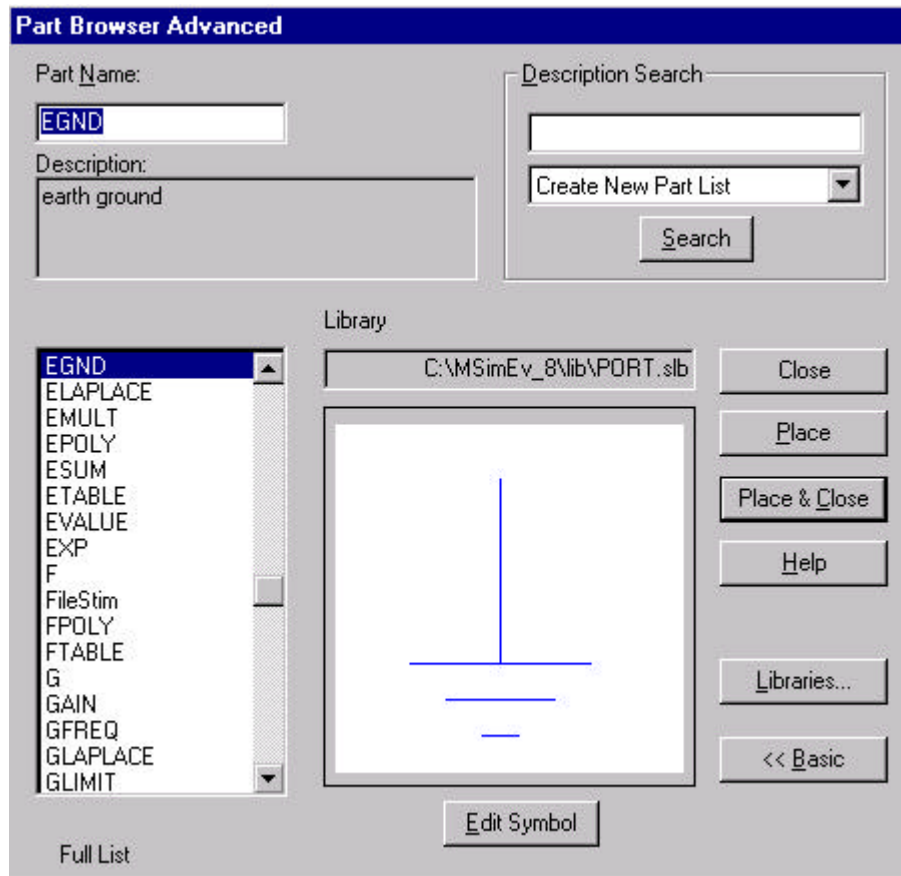
### 2. Narysowanie układu w module *schematics*,

- biblioteki programu zawierają graficzną reprezentację wszystkich dostępnych symboli. Aby wybrać odpowiedni symbol, należy wybrać **Draw/Get New Part**, ikonę  lub skrót **Ctrl-G**.
- w efekcie pojawia się następujące okienko (Rys 1)



Rys. 1 Pobieranie elementów

natomiast po naciśnięciu przycisku **Advanced** (Rys 2)



Rys. 2. Nazwa oraz postać graficzna symbolu

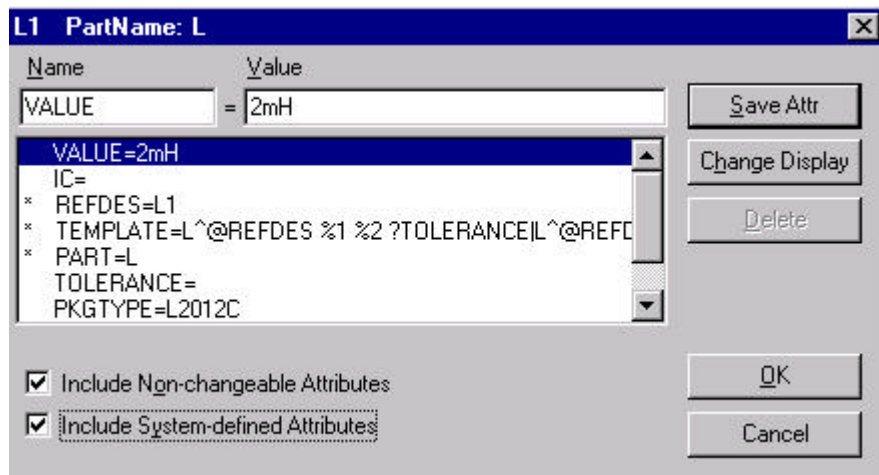
poprzez wykorzystanie przycisku *Place* bądź *Place&Close* a następnie kliknięcie lewym przyciskiem myszki zatwierdza się wybór elementu i umieszcza na w schemacie

Wybrany element umieszczony na schemacie można obracać *Edit/Rotate (Ctrl-R)*, natomiast poleceniem *Edit/Flip (Ctrl-F)* uzyskuje się efekt lustrzanego odbicia.

Symbol elementów można łączyć wybierając polecenie *Draw/Wire (Ctrl-W)*. Jest to bardzo istotny etap, gdyż układ „pozornie połączony” nie zostanie zasymulowany w wybranej analizie. Przy łączeniu elementów należy w pierwszej kolejności wskazać początek – poprzez kliknięcie lewym klawiszem myszki – następnie prowadzić linię do miejsca docelowego i ostatecznie wskazać koniec (drugi element) zatwierdzając również kliknięciem. W miejscach załamania linii również należy kliknąć lewym klawiszem myszki.

Równie istotna sprawa jest umiejscowienie markerów w miejscach pomiarów (napieciowych lub napięciowych) – *Marker/*


Aby ustawić atrybuty danego elementu należy dwukrotnie na niego kliknąć lub w jego nominalną wartość przypisaną domyślnie przez program (Rys. 3). (wybrano cewkę L).

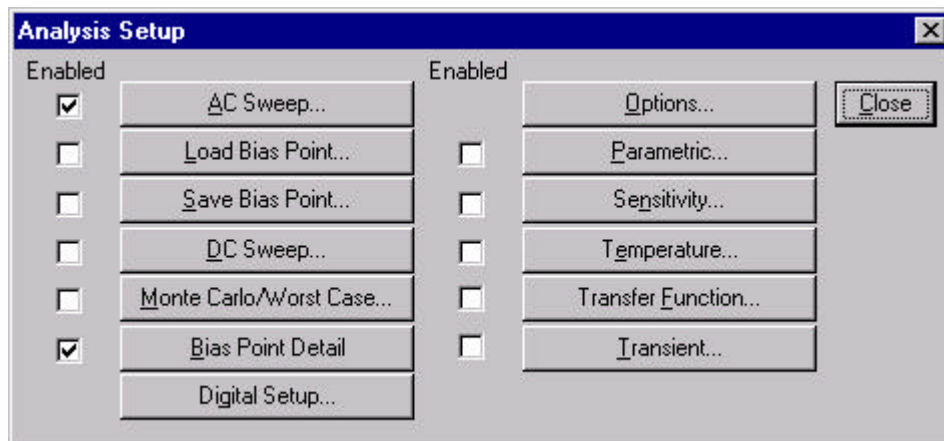


Rys. 3 Przypisywanie wartosci poszczególnym atrybutom

Po poprawnym narysowaniu oraz polaczeniu schematu mozna go zapisac poleceniem *File/ Save as*.

### 3. Wybór pozadanej postaci analizy

W tym celu należy zlokalizowac ikone  lub wybrac z menu polecenie *Analysis/ setup*. Po kliknieciu w ikone ukazuje sie na ekranie okienko (Rys4)



Rys. 4 Wybór analizy

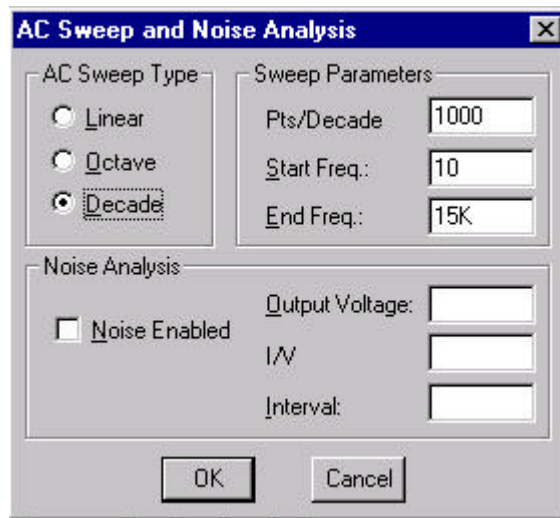
3a) *AC Sweep* – analiza zmiennopradowa,

3b) *DC Sweep* – analiza stalopradowa,

3c) *Transient* – analiza stanów nieustalonych.

### **ANALIZA ZMIENNOPRADOWA:**

- włącza się *AC Sweep* oraz odznacza („CheckBox – fajeczka”) wówczas pojawia się okno:



Rys. 5 Parametry analizy zmiennopradowej

### AC Sweep Type

Typ wykresu:

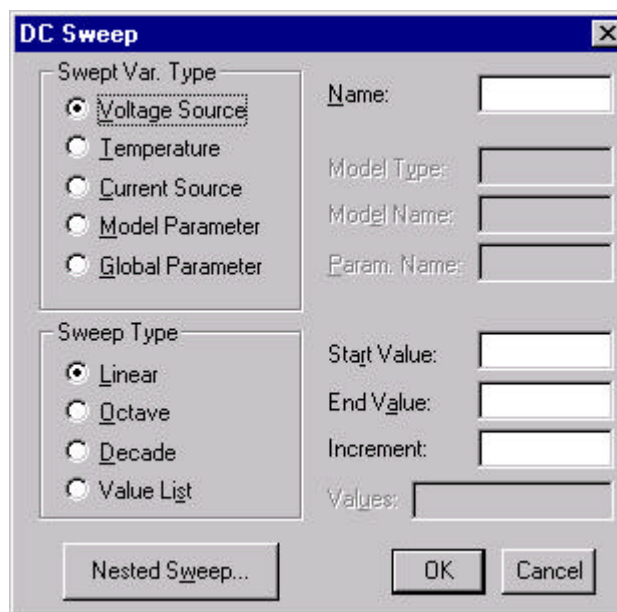
- liniowy,
- logarytmiczny (Oktave, Decade)

### Sweep Parameters:

PTS/ Decade – ilość symulacji przypadająca na jedną dekadę,  
Częstotliwość początkowa,  
Częstotliwość końcowa,  
Wciśnijmy *OK.*, następnie zatwierdzamy przyciskiem *Close*

### **ANALIZA STALOPRADOWA:**

- włącza się *DC Sweep* („CheckBox – fajeczka”), rys.6



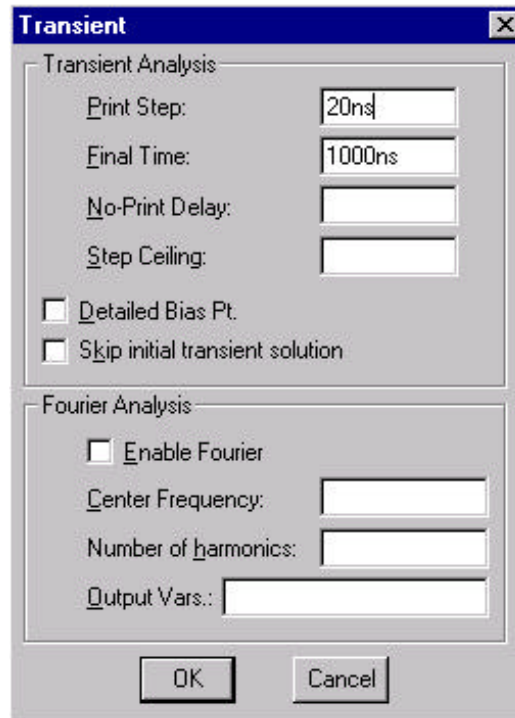
Rys. 6 Parametry DC Sweep

– analogicznie do poprzedniego przypadku

Wciskamy *OK.*, następnie zatwierdzamy przyciskiem *Close*

#### **ANALIZA STANÓW NIEUSTALONYCH:**

– włącza się *Transient* („CheckBox – fajeczka”), rys.7



Rys. 7 Parametry analizy stanów nieustalonych

**Step Ceiling** – krok,

**Final Time** – czas końcowy,

**Not-Print Delay** – “założenie okna na wykres”

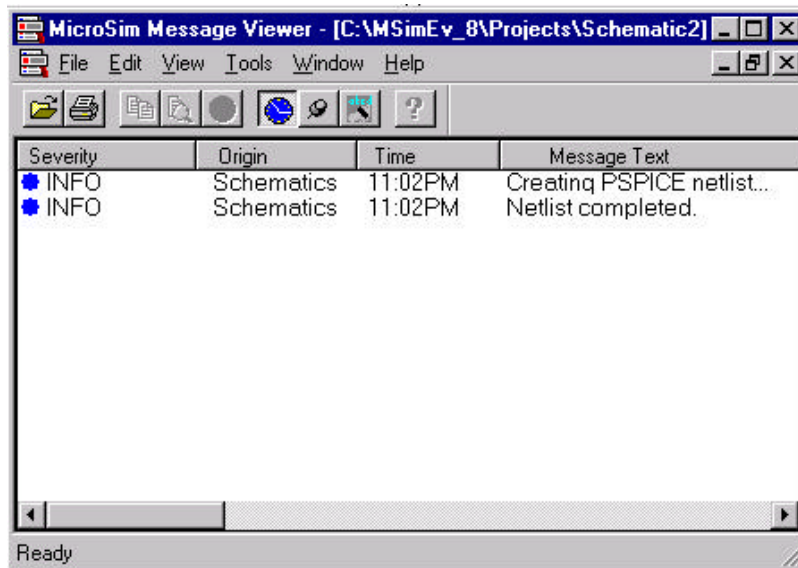
#### **4. Wykres**



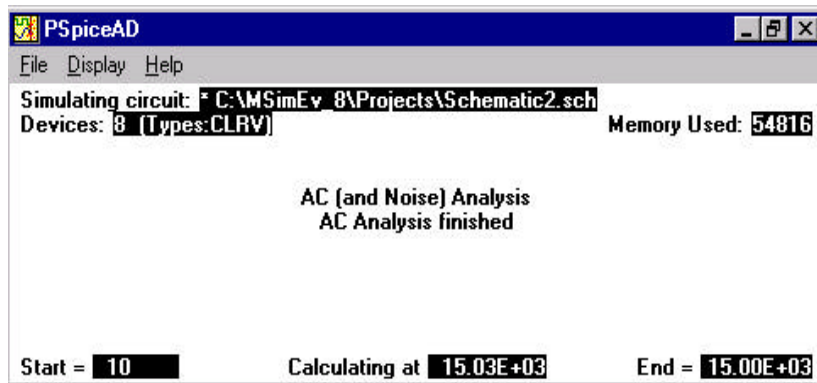
- ikona inicjująca symulację,

– lub polecenie **Analysis/ Simulate**

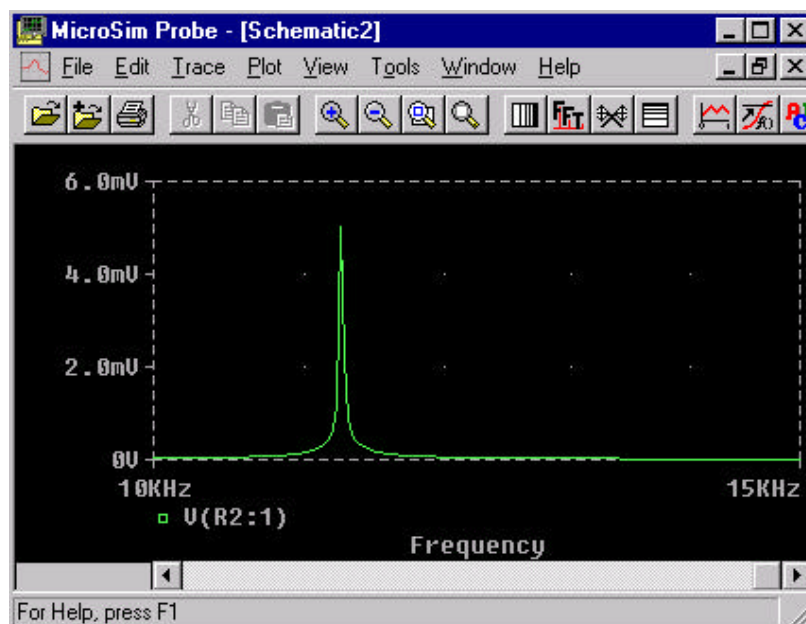
Te czynności wywołują automatycznie moduły: rys. 8,9,10



Rys. 8 Okno komunikatów



Rys.9 Okno informacyjne



Rys. 10. Modul Probe