

Opis środowiska MULTISIM 10.1

1.Wymagania sprzętowe programu

Pakiet Multisim do poprawnego działania wymaga systemów z rodziny Windows. Wersja programu, która była wykorzystywana w czasie pisania niniejszej pracy to Multisim 10.1.1 (10.1.372). Wersja ta niestety nie działa poprawnie na systemach Windows 7. Na dzień dzisiejszy jest już dostępna kolejna odsłona pakietu Multisim w wersji 11, która już poprawnie współpracuje z nowym systemem Windows 7. Okno powitalne tego symulatora przedstawia rys 1.1.



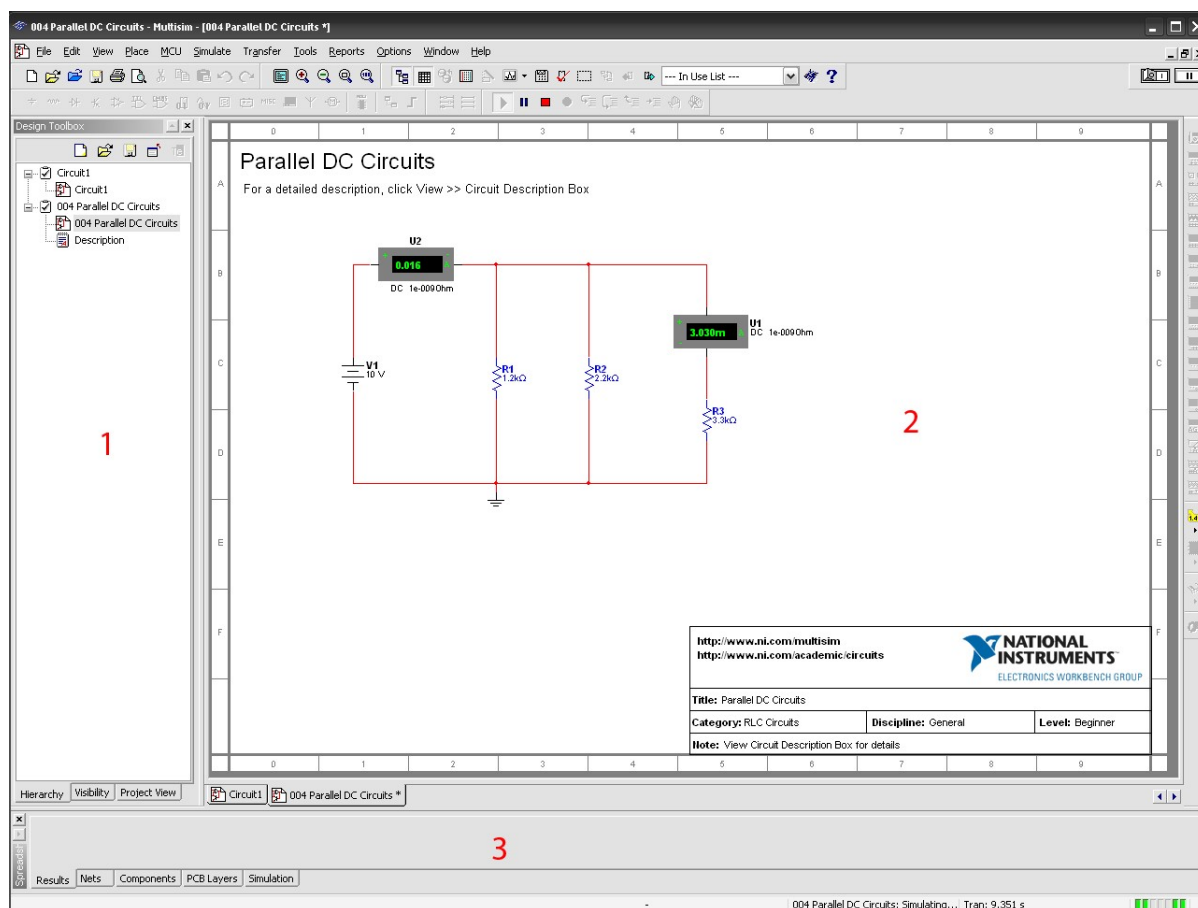
Rys. 1.1. Wersja programu Multisim wykorzystywanego podczas pisanie pracy

Program Multisim do prawidłowego działania wymaga oprócz w/w systemu także: komputera z procesorem min. 300MHz, 512 MB pamięci RAM i ok. 200MB pamięci w przypadku instalacji podstawowego pakietu. Do komfortowej pracy jednak, wymagany jest procesor 1 GHz

i 1 GB pamięci RAM oraz, co wynikało z spostrzeżeń w czasie pracy z w/w programem, monitor o jak największej rozdzielczości i rozmiarach, co bardzo ułatwia prace.

2. Obszar roboczy

Obszar roboczy Multisim składa się zasadniczo z 3 głównych części pokazanych na rys 2.2.



Rys. 2.2 Wygląd interfejsu programu.

1 - okno projektu, 2 - okno schematu, 3 - okno komunikatów

Można tu wyróżnić:

- okno projektu (oznaczone jako 1)
- okno schematu (oznaczone jako 2)
- okno komunikatów (oznaczone jako 3)

Okno projektu składa się z 3 zakładek:

- **zakładka Hierarchy** (Hierarchia), na której jest podgląd struktury tworzonego projektu
- **zakładka Visibility** (Widoczność), na której można manipulować widocznością poszczególnych warstw projektu
- **zakładka Project View** (Widok projektu), na której jest podgląd struktury plików projektu

Okno schematu jest oknem, w którym możemy rysować nasz schemat ideowy układu. Natomiast okno komunikatów składa się z 4 zakładek:

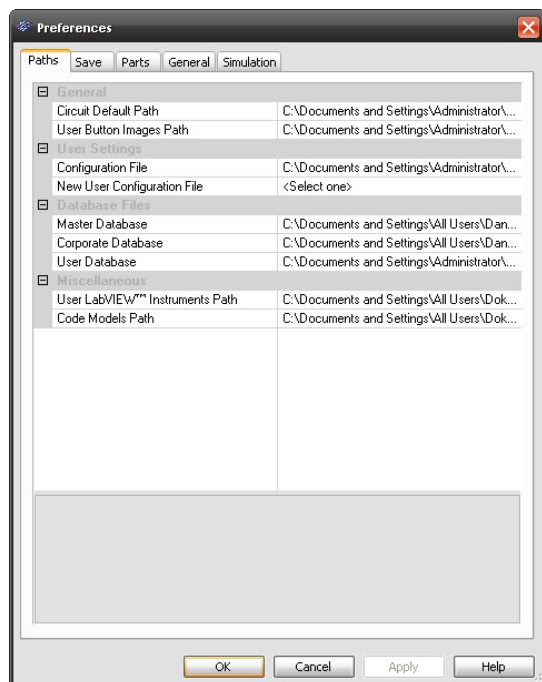
- **Result** (*Wyniki*), która wyświetla stan symulatora i ewentualne ostrzeżenia które występują w czasie symulacji
- **Nets** (*Sieć*), która zawiera listę gałęzi, z możliwością druku i eksportu do pliku tekstowego, czy programu Excel
- **Components** (*Komponenty*), która zawiera listę komponentów składających się na symulowany układ, z opcją wydruku, eksportu danych do pliku tekstowego czy programu Excel
- **PCB Layers** (*Warstwy PCB*), która zawiera listę warstw w płycie drukowanej, mające znaczenie gdy korzystamy z programu Utilboard

3. Najważniejsze ustawienia programu

Przed przystąpieniem do pracy z programem Multisim, pierwszym krokiem powinno być zapoznanie się z najważniejszymi ustawieniami programu. Aby przejść do nich klikamy: [Options \(Opcje\)](#) → [Global Preferences \(Ustawienia globalne\)](#). Otworzone w ten sposób okno zawiera pięć zakładek: **Paths**, **Save**, **Parts**, **General** i **Simulation**, których zawartość została opisana poniżej.

Zakładka Paths (Ścieżki)

Zakładka ta pozwala zmienić lokalizację określonych katalogów i plików używanych przez program. Można tu znaleźć następujące pola:



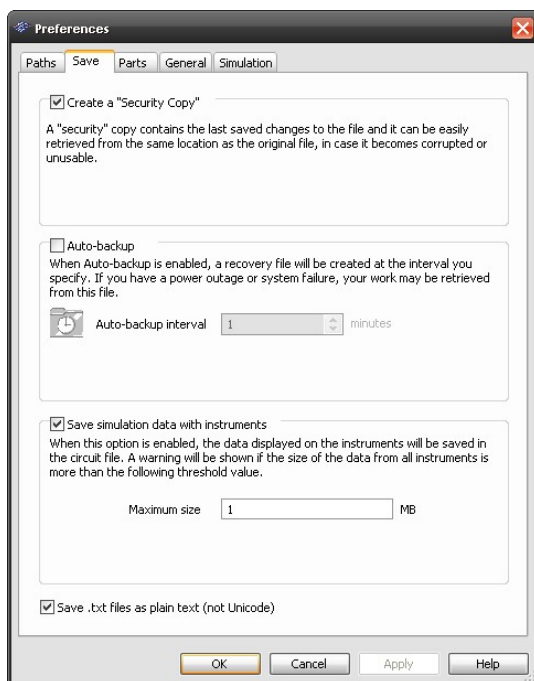
- **Circuit Default Path** – jest to folder domyślny, przechowujący pliki które zawierają schematy zapisywane pierwszy raz
- **User Button Images Path** – oznacza folder z plikami graficznymi zmienionych grafik przycisków
- **Configuration File** – ścieżka do pliku z bieżącą konfiguracją programu, opcja ważna gdyż dzięki temu można definiować ustawienia ze względu na różnych użytkowników, czy różne zastosowania programu

Rys 2.3 Zakładka Paths
(Options → Global Preferences)

- ***New User Configuration File*** – umożliwia utworzenia nowego pliku konfiguracyjnego
- ***Master, Corporate, User Database*** – są to ścieżki do głównej, firmowej lub bazy komponentów użytkownika
- ***User LabVIEW Instrument Path*** – ścieżka do instrumentów stworzonych w programie LabVIEW przez użytkownika
- ***Code Models Path*** – ścieżka do modeli stworzonych przez użytkownika

Zakładka Save (Zapis)

Zakładka ta zawiera opcje zapisu schematu do pliku, którymi są kolejno:

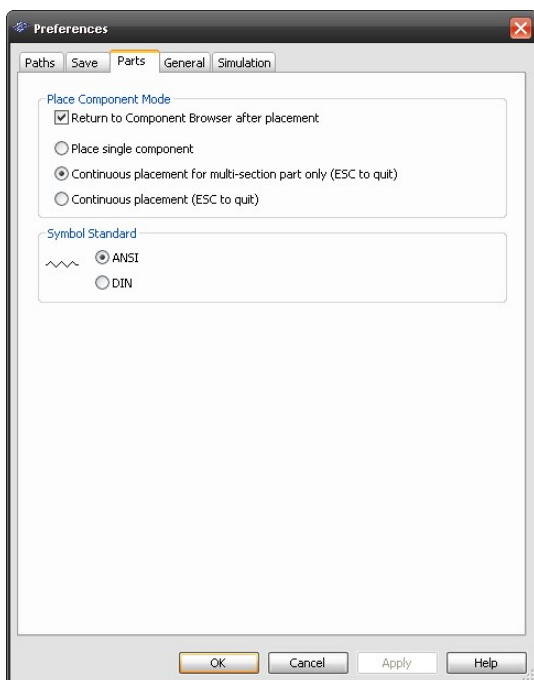


- ***Create a „Security Copy”*** - która tworzy kopie bezpieczeństwa, z uwzględnieniem ostatnich zmian na schemacie
- ***Auto-backup*** - która zaznaczona, pozwala automatycznie zapisywać co pewien czas (określony przez użytkownika (Auto-backup interwał) w minutach) stan aktualny projektu
- ***Save simulation data with instrument*** - która pozwala zapisywać aktualny schemat wraz z wynikami symulacji (należy określić maksymalny rozmiar pliku z wynikami)

Rys 2.4 Zakładka Save ***(Options → Global Preferences)***

Zakładka Parts (Komponenty)

Pozwala ona ustawić następujące reguły zachowania się komponentów symulacji:



Rys 2.5 Zakładka Parts

(Options → Global Preferences)

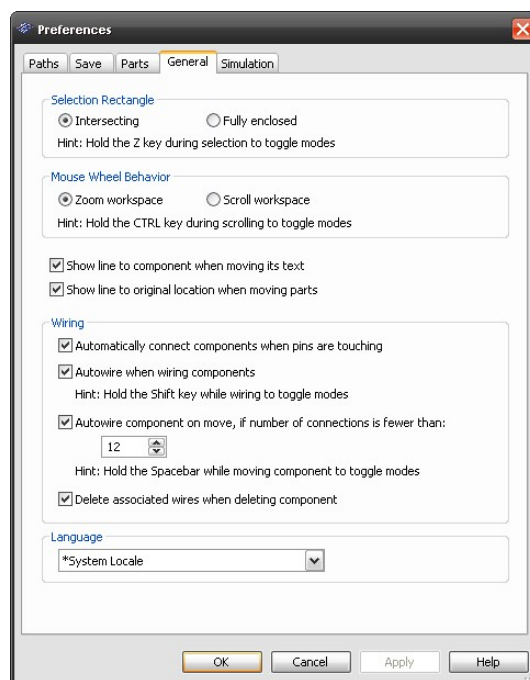
(ANSI czyli amerykański, oraz DIN standard europejski)

- **Return to Component Browser after placement** – reguła ta powoduje automatyczny powrót do przeglądarki elementów, zaraz po umieszczeniu danego elementu na schemacie
- **Place component mode** – która określa zasady zachowania edytora schematu podczas umieszczania elementów. „Place single component” umieszcza tylko jeden komponent, „Continuous placement for multi-section part only” pozwala na wielokrotne umieszczanie elementu dla układów składających się z wielu sekcji (do momentu naciśnięcia ESC), natomiast opcja „Continuous placement” pozwala na wielokrotne umieszczanie elementu (do momentu naciśnięcia ESC)
- **Symbol standard** – która pozwala na wybór standardu symboli elementów

Zakładka General (Główne ustawienia)

Zawiera opcje pozwalające na ustawienia zachowania się edytora schematu. Można tu wyróżnić:

- **Selection Rectangle** (Zaznaczenie prostokątne) – określa zachowanie edytora schematów w czasie zaznaczania elementów przy pomocy myszy. „Intersecting” pozwala na zaznaczanie elementów razem z elementami przeciętymi przez prostokąt, natomiast opcja „Fully enclosed” zaznacza tylko te elementy które w całości mieszczą się w prostokącie zaznaczenia
- **Mouse Wheel Behavior** – określa zachowanie się edytora schematu na kółko myszki. „Zoom workspace” to reakcja powodująca powiększenie obszaru w

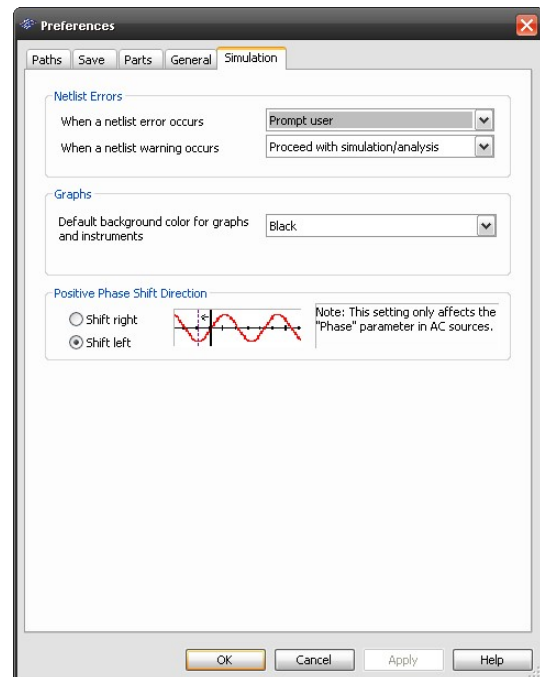


Rys 2.6 Zakładka General

(Options → Global Preferences)

miejscu wskaźnika myszy, „*Scroll workspace*” przewija natomiast okno schematu

- **Show line to component when moving its text** – opcja ta umożliwia pokazanie linii, która łączy początkową i końcową pozycje etykiety elementu podczas przesuwania go
- **Show line to original location when moving parts** - opcja ta umożliwia pokazanie linii, która łączy początkową i końcową pozycje elementu podczas przesuwania go
- **Wiring (Połączenia)** – opcje dotyczące łączenia elementów na schemacie. „*Automatically connect components when pins are touching*” łączy elementy gdy dotykamy elementy obok siebie swoimi pinami. „*Autowire when wiring components*” pozwala na automatyczne rysowanie ścieżki połączenia. „*Autowire component on move, if number of connection is fewer than ...*” pozwala na automatyczne rysowanie ścieżki połączenia gdy przesuwamy komponent, ale tylko wtedy gdy liczba połączeń jest mniejsza niż przez nas ustawiona. „*Delete associated wires when deleting component*” - usuwa natomiast połączenia które dochodzą do elementu który usuwamy ze schematu.
- **Language** – ustawia język interfejsu programu



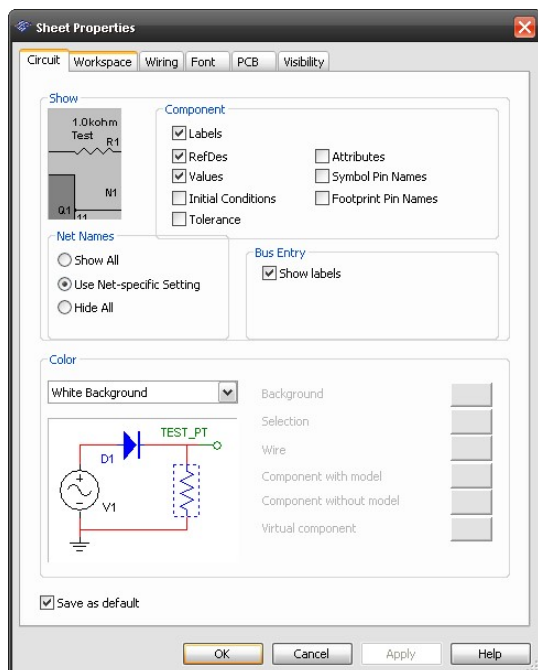
Rys 2.7 Zakładka Simulation
(Options → Global Preferences)

Zakładka Simulation (Symulacja)

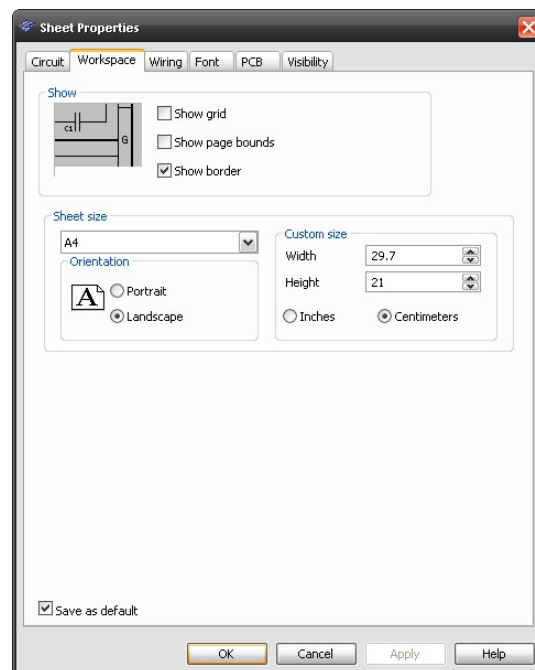
Pozwala ustawić zasady zachowania się programu w czasie symulacji. Można tu wyróżnić

- **Netlist Errors** – to opcja ustawiająca zachowanie się programu w przypadku błędnych połączeń na schemacie
- **Graphs** – która pozwala ustawić kolor tła dla wykresów oraz instrumentów
- **Positive Phase Shift Direction** – określająca kierunek dodatniego przesunięcia fazy

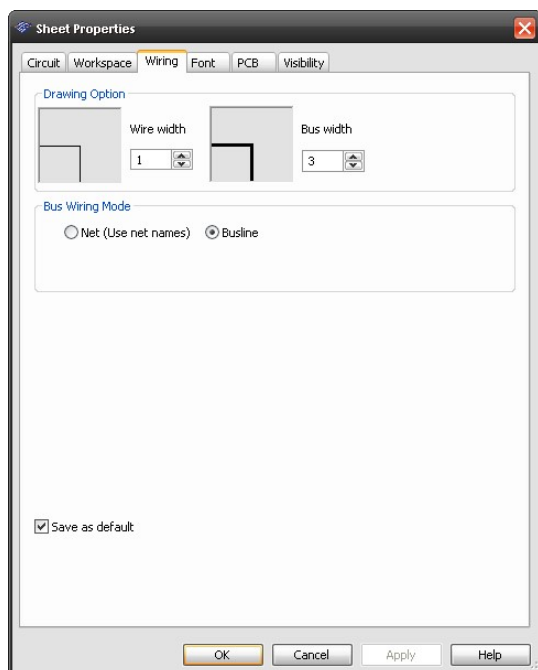
Po zapoznaniu się z w/w opcjami przeglądamy opcje wyglądu schematu. Aby przejść do właściwego menu klikamy *Options (Opcje) → Sheet Properties (Właściwości strony)*. Opcje dostępne w tym menu pozwalają na dostosowanie wyglądu rysowanego schematu.



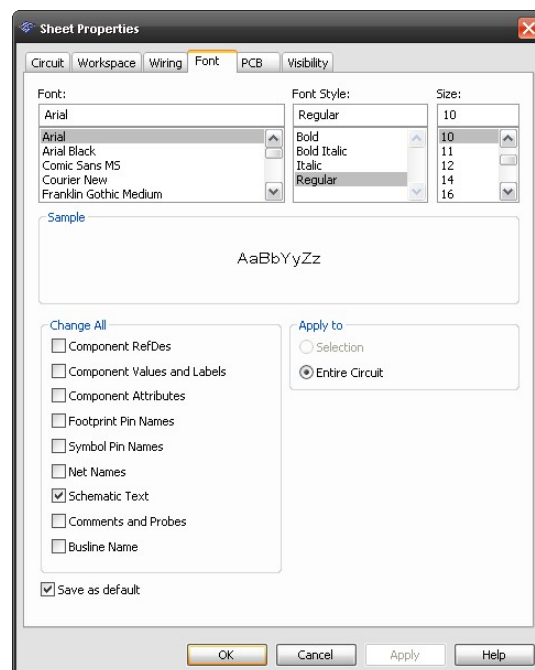
Rys 2.8 Zakładka Circuit
(Options → Sheet Properties)



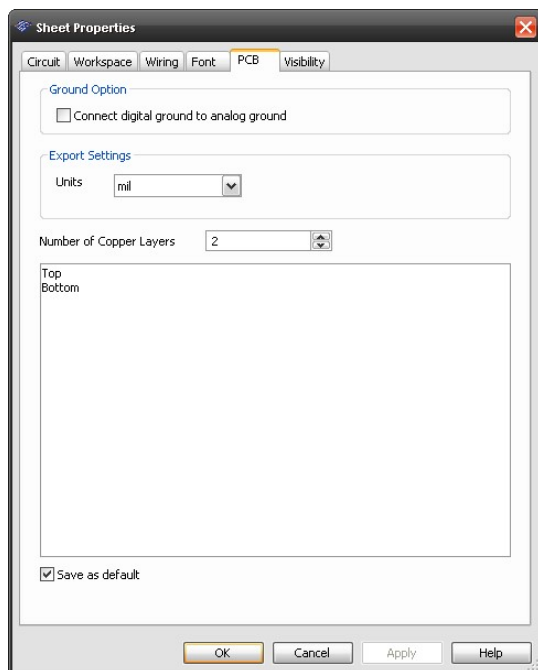
Rys 2.9 Zakładka Workspace
(Options → Sheet Properties)



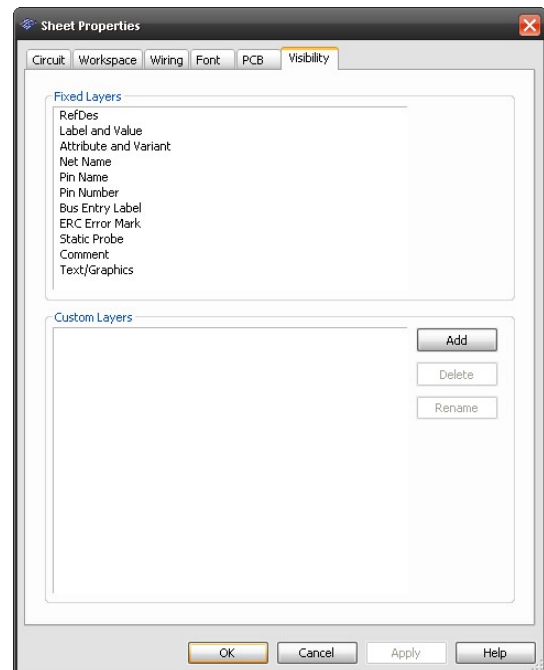
Rys 2.10 Zakładka Wiring
(Options → Sheet Properties)



Rys 2.11 Zakładka Font
(Options → Sheet Properties)



Rys 2.12 Zakładka PCB
(Options → Sheet Properties)

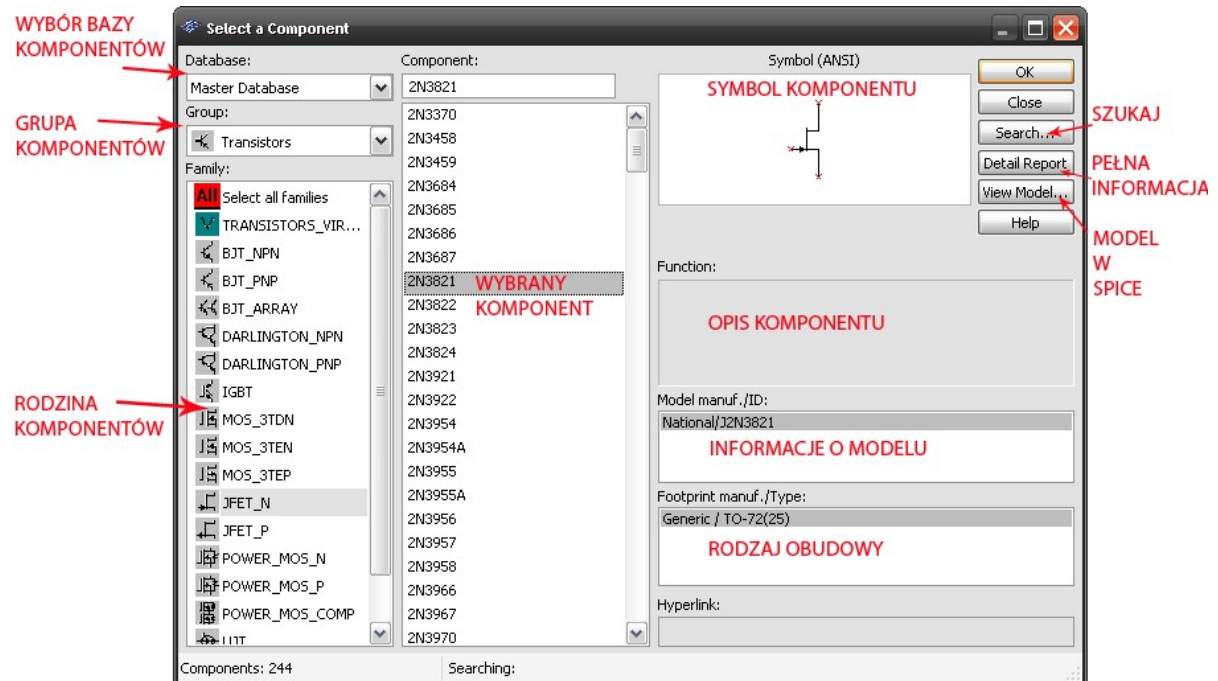


Rys 2.13 Zakładka Visibility
(Options → Sheet Properties)

- **Circuit** (Obwód) – ustawienia liczby i kolorów wyświetlanych szczegółów
- **Workspace** (Przestrzeń robocza, pulpit roboczy) – opcje dotyczące ustawień obszaru na którym przyjdzie nam rysować schemat tj. rozmiar obszaru roboczego (Sheet size) oraz co na schemacie ma się pojawiać (Show)
- **Wiring** (Połączenia) – opcje dotyczące rysowanych połączeń
 - **Drawing Option** – ustawiamy szerokość połączenia lub magistrali
 - **Bus Wiring Mode** – zasady przypisywania połączeń z wykorzystaniem magistrali
- **Font** (Czcionka) – ustawienia dotyczące czcionki, jej kroju, rozmiaru itp.
- **PCB** (Płytki drukowane) oraz **Visibility** (Widoczność) – opcje związane z tworzeniem płytki drukowanej

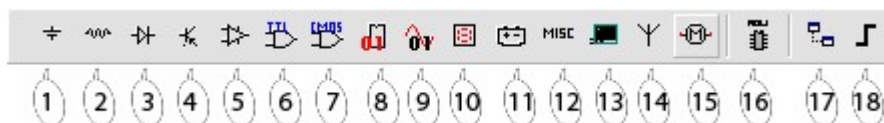
4. Wstawianie elementów do na obszar roboczy

Aby wstawić elementy na obszar roboczy programu Multisim należy kliknąć *Place (Wstaw)* → *Component (Element)* lub można użyć kombinacji klawiszy *CTRL + W*.



Rys 2.14 Okno wyboru komponentów

Komponenty możemy też wstawić w inny sposób. Na rys 2.15 pokazany jest pasek narzędzi z ikonami grup komponentów więc wybierając jedną grupę, przeniesiemy się wtedy automatycznie do menu wyboru komponentu (z grupy przez nas wybranej).



Rys 2.15 Pasek narzędzi z ikonami grup komponentów do wyboru

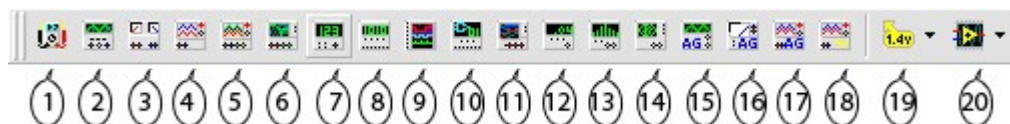
Poniżej zostały opisane grupy dostępnych komponentów do wyboru, wg. kolejności zaprezentowanej na rys 2.15. Oto one:

1. **Sources (Źródła)** – źródła napięciowe, prądowe, sterowane, źródła sygnałów pobudzających, układy sumujące, mnożące, dzielące i ograniczające, transmitancja

2. **Basic** (*Podstawowe*) – elementy pasywne, typu rezystor, kondensator, cewka, potencjometr, przełącznik, przekaźnik, transformator, wtyczka czy gniazdko
3. **Diodes** (*Diody*) – standardowe diody, Zenera, elektroluminescencyjne, mostki, Schottky’ego, tyrystory, diaki, triaki oraz pojemnościowe
4. **Transistors** (*Tranzystory*) – bipolarne, polowe, układy Darlingtona, IGBT, MOS, JFET oraz tranzystory mocy
5. **Analog** (*Elementy analogowe*) – wzmacniacze operacyjne, komparatory oraz scalone wzmacniacze różnego typu oraz różnego przeznaczenia
6. **TTL** – cyfrowe układy scalone TTL z różnych serii
7. **CMOS** – cyfrowe układy scalone CMOS różnych serii
8. **Misc Digital** (*Różne cyfrowe*) – różne układy cyfrowe, np. programowalne FPGA, mikrokontrolery, mikroprocesory, procesory DSP
9. **Mixed** (*Mieszane*) – układy mieszane sygnałowo
10. **Indicators** (*Wskaźniki*) – różnego rodzaju wskaźniki, amperomierz, woltomierze, wyświetlacze segmentowe itd.
11. **Power Component** – różnego rodzaju elementu mocy
12. **Misc** (*Różne*) – elementy nie pasujące do określonych kategorii np. elementy optoelektroniczne, przetwornice, linie transmisyjne i inne
13. **Urządzenia peryferyjne** – klawiatury numeryczne, ekrany LCD, taśmociąg, terminale
14. **RF** (*Radiowe*) – elementy radiowe, specjalne kondensatory, prądnice, diody tunelowe i inne
15. **Electro Mechanical** (*Elektromechaniczne*) – styczniki, przekaźniki, elementy zabezpieczające, grzałki, silniki
16. **MCU** (*Mikrokontrolery itp.*) – mikrokontrolery, pamięci RAM, ROM
17. **Place Hierarchical Block** (*Blok podrzędny*) – można dzięki temu wstawić plik Multisima jako obiekt podrzędny
18. **Place Bus** (*Wstaw szynę*) - dzięki temu jesteśmy w stanie wstawić wirtualną szynę połączeniową

5. Wykorzystanie przyrządów pomiarowych

Podczas symulacji program oferuje wiele wirtualnych przyrządów pomiarowych. Dostępne są one na pasku narzędzi domyślnie umieszczonym po prawej stronie ekranu.



Rys 2.16 Pasek narzędzi z wirtualnych przyrządów do wyboru

Oto one:

1. **Multimeter** (Multimetr cyfrowy)
2. **Function Generator** (Generator przebiegów)
3. **Wattmeter** (Watomierz)
4. **Oscilloscope** (Oscyloskop analogowy dwukanałowy)
5. **4 Channel Oscilloscope** (Oscyloskop analogowy czterokanałowy)
6. **Bode Plotter** (Ploter Bode'a do badania charakterystyk częstotliwościowych)
7. **Frequency Counter** (Licznik częstotliwości)
8. **Word Generator** (32-bitowy generator słów logicznych)
9. **Logic Analyzer** (16-bitowy analizator stanów logicznych)
10. **Logic Converter** (8-bitowy przyrząd do analizy i syntezy prostych układów logicznych)
11. **IV Analyzer** (do pomiaru charakterystyk statycznych prądowo-napięciowych)
12. **Distortion Analyzer** (Analizator zniekształceń)
13. **Spectrum Analyzer** (Analizator widma sygnałów)
14. **Network Analyzer** (Analizator sieci podający charakterystyki Nyquista)
15. **Agilent Function Generator** (Generator przebiegów źródłowych)
16. **Agilent Multimeter** (Graficzny multimetr cyfrowy)
17. **Agilent Oscilloscope** (Graficzny oscyloskop dwukanałowy)
18. **Tektronix Oscilloscope** (Czterokanałowy oscyloskop analogowo-cyfrowy)
19. **Measurement probe** (Sonda pomiarowa)
20. **LabVIEW Instrument** (Instrumenty stworzone w programie LabVIEW)

6. Symulacje układów elektronicznych

Multisim posiada wiele mechanizmów analizy układów przez nas zbudowanych.

Po stworzeniu schematu układu i rozpoczęciu symulacji, rozwiązywany jest układ i generowane dane, które są wyświetlane na wirtualnych instrumentach (typu oscyloskop). Odpowiada za to symulator. Symulator jest częścią programu Multisim, który oblicza numeryczne rozwiązanie matematycznej reprezentacji obwodu. Dla tych obliczeń każda część układu, każdy komponent są reprezentowane poprzez matematyczny model. Model łączy schemat z matematyczną reprezentacją potrzebną do symulacji. Dokładność modeli matematycznych decyduje o stopniu odzwierciedlenia badanego problemu w rzeczywistości. Im dokładniejszy model tym wyniki są realniejsze.

Matematyczna reprezentacja obwodu to zbiór równoczesnych, nieliniowych równań różniczkowych. Głównym zadaniem symulatora jest rozwiązanie tych równań numerycznie. Symulator bazujący na SPICE'ie przekształca nieliniowe równania różniczkowe w zestaw liniowych równań algebraicznych. Równania te są dalej linearyzowane przy użyciu zmodyfikowanej metody Newtona-Raphsona. Wynikowy zestaw równań algebraicznych liniowych jest skutecznie rozwiązywany z wykorzystaniem metody przetwarzania macierzy metodą LU.

6.1. Rodzaje analiz dostępnych w programie Multisim

Multisim oferuje wiele rodzajów analizy. Zakres tych analiz jest szeroki, tj. od zupełnie podstawowych do bardzo skomplikowanych, więc bardzo często jedna analiza będzie wykonywana automatycznie jako część innej.

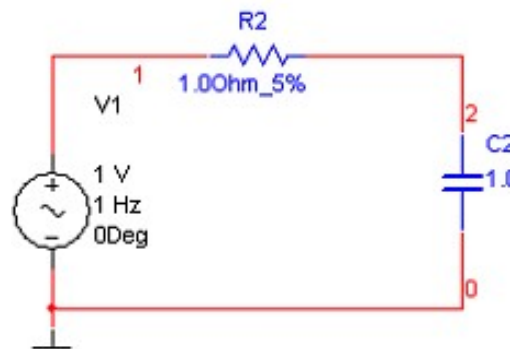
Do każdej analizy, użytkownik jest zmuszony podjąć decyzje, które powiedzą programowi które dane w analizie szczególnie go interesują. Musi także ustawić podstawowe parametry wybranej analizy. Oprócz analiz przewidzianych przez program Multisim, można też tworzyć własne bazując na komendach SPICE, które trzeba własnoręcznie wpisać.

Wynik jest wyświetlany w postaci tabeli czy wykresu w programie Grapher, chyba że użytkownik zdecyduje inaczej i będzie korzystał z danych zapisanych (do użytku) w Postprocesorze.

W ramach omawianego pakietu dostępne są następujące analizy:

- **DC Operation Point** – analiza stałoprądowa
- **AC Analysis** – analiza zmiennoprądowa
- **Transient Analysis** – analiza czasowa, tzn. określa zachowanie się układu w funkcji zmieniającego się czasu
- **Fourier Analysis** – metoda do badania złożonych przebiegów okresowych. Pozwala ona przedstawić dowolną funkcję niesinusoidalną okresową w postaci szeregu funkcji okresowych (sinusa czy cosinusa) i składowej stałej. Określa nam to w jaki sposób poszczególne częstotliwości składają się na pierwotną funkcję.

- **Noise Analysis** – analiza szumu, pozwala ona określić zachowanie układu gdy mamy w układzie wiele rezystorów czy przyrządów półprzewodnikowych uważanych za generatory szumu samoistnego w układzie.
- **Distortion Analysis** – analiza zakłóceń, zniekształceń.
- **DC Sweep** – analiza tak pozwala symulować obwód wiele razy, zmieniając wartości stałoprądowe według ustalonej inkrementacji. Gdy zakres zostanie wyczerpany symulacja następuje ponownie, i tak w kółko. Jest to metoda stałoprądowa.
- **Sensitivity** – analiza wrażliwości układu pomaga określić, ile komponentów obwodu wpłynie na sygnał. Możliwe są dwa badania wrażliwości: stałoprądowa DC oraz zmiennoprądowa AC. Przykładowo w prostym obwodzie filtra dolnoprzepustowego jesteśmy w stanie określić, że w zakresie od 1Hz do 100Hz, napięcie na wyjściu ulegnie zmianie jeśli rezystor R2 zmieni wartość o 1 Ω w zakresie zmienianej częstotliwości napięcia wejściowego.
- **Parameter Sweep** – pozwala analizować wpływ zmian parametru określonego komponentu na zachowanie się całego układu. Zakres zmian jest ustalany granicami, od – do. Możliwe analizy to: zmiany DC i AC, oraz czasowe.
- **Temperature Sweep** – analiza określająca wpływ temperatury na zachowanie układu.
- **Pole Zero** – Określa stabilność układu, poprzez określenie „zer” i „biegunów” w funkcji transmitancji układu.
- **Transfer Function** – analiza oblicza funkcję (DC) przejścia pomiędzy źródłem wejściowym a wyjściowym. Także pozwala określić rezystancje wejściową układu, oraz rezystancje wyjściową.
- **Worst Case** – pozwala analizować wpływ najgorszego przypadku doboru parametrów komponentów w układzie na zachowanie się układu badanego.
- **Monte Carlo** – analiza Monte Carlo to technika statystyczna, pozwalająca określić jak zmieniające się właściwość elementu wpływają na wydajność układu. Analiza ta wykonuje DC, AC i Transient Analysis i zmienia przy tym właściwości składników obwodu.
- **Trace Width Analysis** – analiza ta określa minimalną szerokość ścieżki (połączenia) w układzie, aby mogła przez tą ścieżkę popłynąć określona wartość skuteczna prądu.
- **Batched Analysis** – analiza ta pozwala połączyć kilka analiz, które mają się wykonać automatycznie w danej sekwencji analizy. Pozwala to na wygodny sposób wykonać wiele analiz z jednego polecenia.



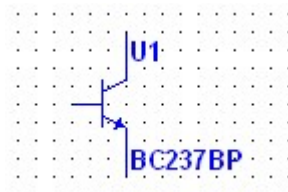
Rys 2.17 Przykładowy układ filtra dolnoprzepustowego RC

- **User Defined Analysis** – analiza ta pozwala ręcznie załadować plik SPICE czy jego netlistę korzystając z komend SPICE. Daje to więcej wolności dostosowania symulacji niż przy użyciu graficznego interfejsu Multisim. Jednak znajomość SPICE jest niezbędna.

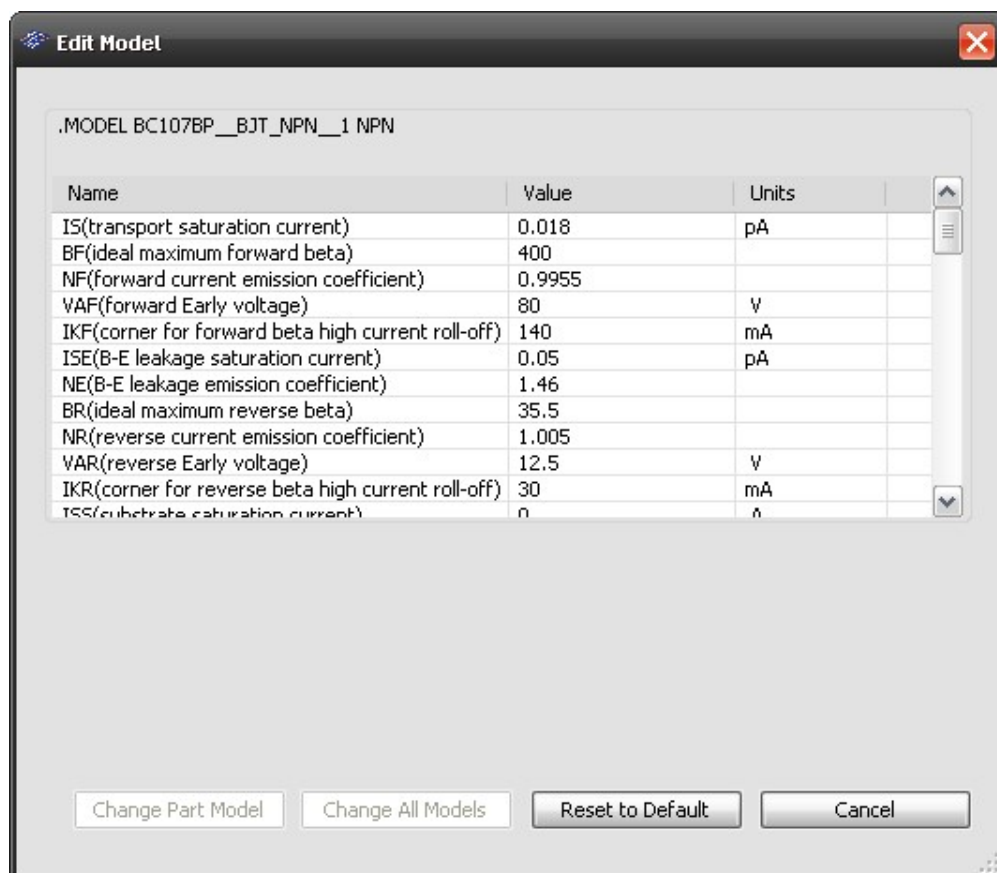
6.2. Przykładowa symulacja

Z dostępnych komponentów w programie Multisim, do symulacji został wybrany tranzystor BC237BP. Każdy element jak wiadomo przedstawiony jest w postaci modelu zapisanego w SPICE, więc na potrzeby symulacji trzeba wyjaśnić jak zmieniać parametry tranzystora.

Po umieszczeniu komponentu tranzystora w oknie schematu aby przejść do jego właściwości należy kliknąć dwukrotnie lewym przyciskiem myszy w komponent, lub kliknąć prawym przyciskiem myszy i wybrać *Properties (Właściwości)* a następnie przejść do zakładki *Value (Wartość)*. Tutaj aby na potrzeby symulacji zmienić któryś z parametrów modelu należy kliknąć w „*Edit Model*” i następnie przystąpić do zmian parametrów danego komponentu.



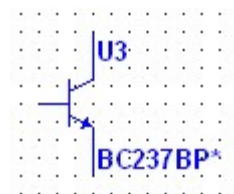
Rys 2.18 Wygląd tranzystora BC207BP w programie



Rys 2.19 Edycja parametrów modelu wybranego komponentu

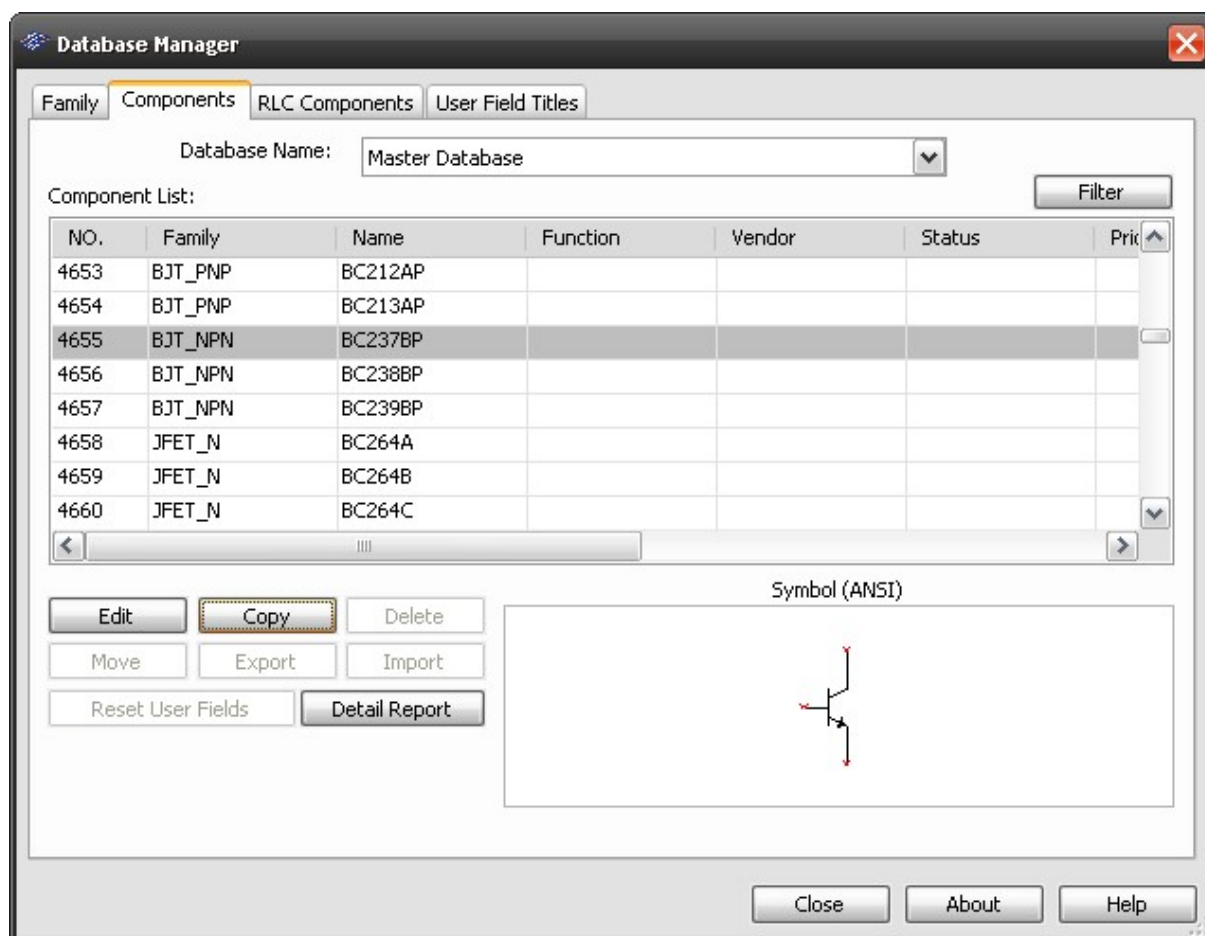
Należy sobie zdawać sprawę że zmiany te nie powodują zmiany modelu w bazie komponentów, ale chwilową zmianę parametrów tego elementu na potrzeby przeprowadzanej symulacji. W oknie schematu komponent ze zmienionymi parametrami modelu zostanie oznaczony dodatkową gwiazdką obok swojej nazwy (rys 2.20).

Aby zmiany modelu tranzystora czy innego komponentu były trwałymi zmianami i tak zmodyfikowany element mógł być używany w późniejszych symulacjach należy skopiować dany element do bazy *Corporate Database* lub *User Database*. Wynika to z tego, że Multisim nie pozwala na trwałe zmiany parametrów modeli elementów w bazie głównej *Master Database*. Aby skopiować dany element do bazy użytkownika lub bazy korporacyjnej należy postąpić w następujący sposób:



Rys 2.20 Wygląd tranzystora BC207BP ze zmianami w modelu

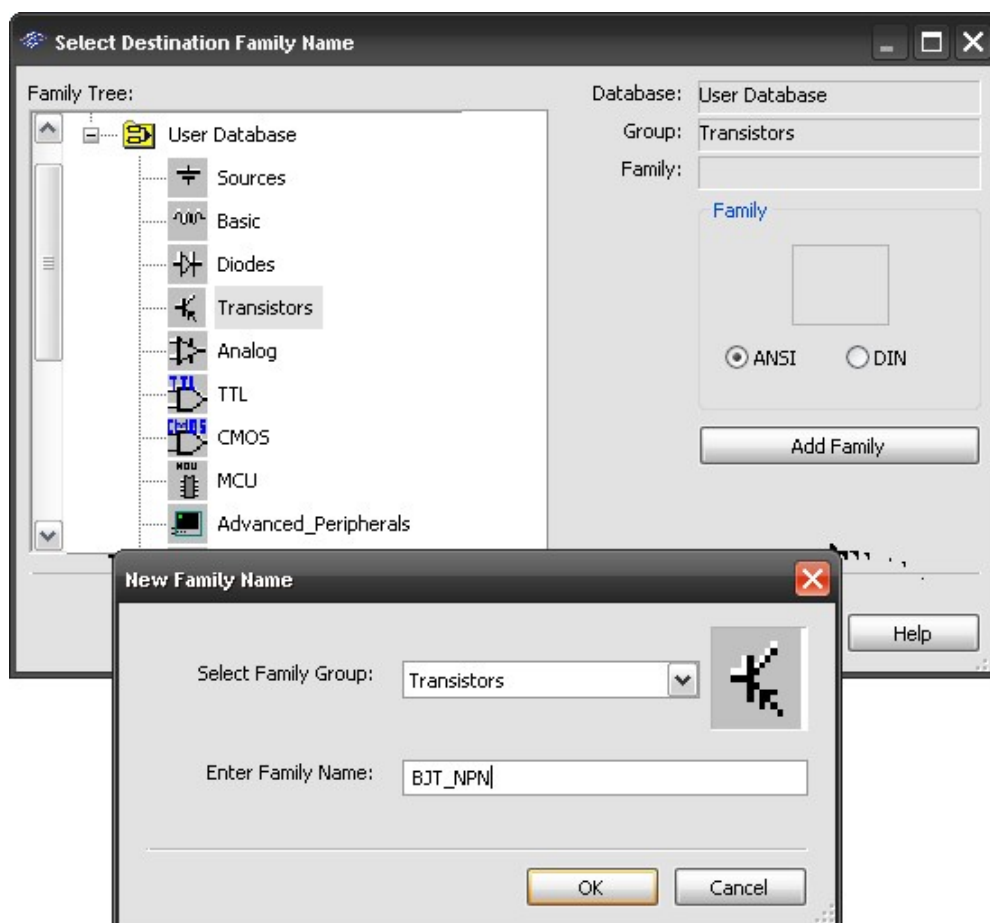
Tools → *Database* → *Database Manager* i przejść do zakładki *Components*.



Rys 2.21 Menu do zarządzania komponentami

Tutaj z listy komponentów należy wybrać szukany przez nas komponent a mianowicie

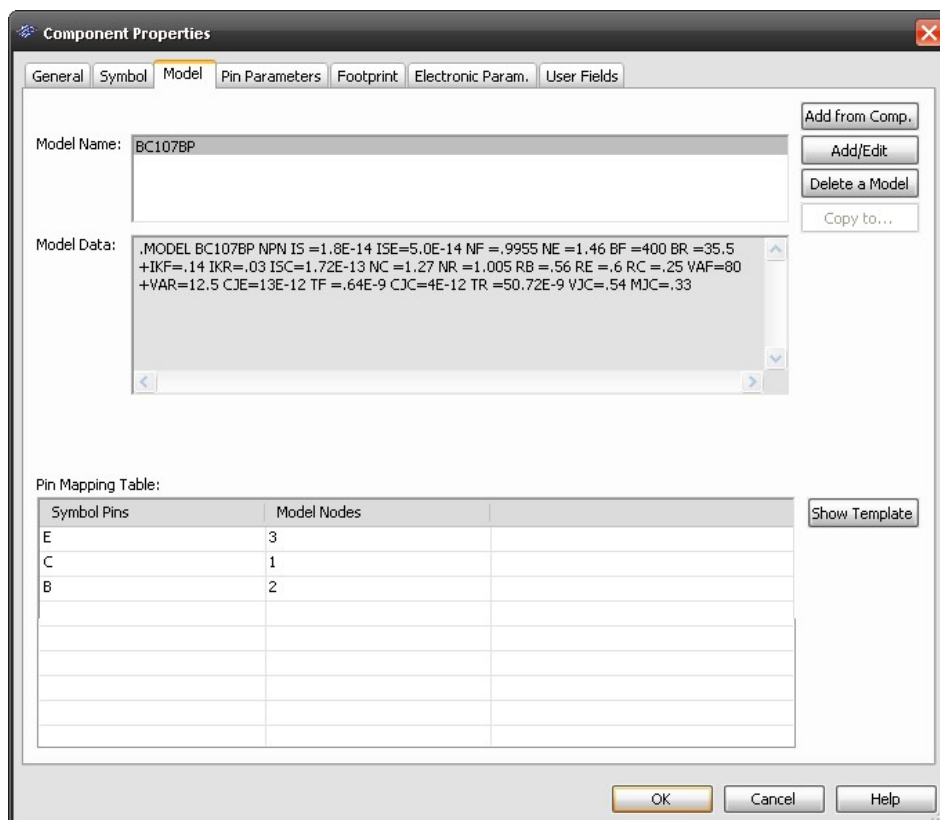
BC237BP i należy kliknąć „Copy”. W oknie które się ukaże wybieramy bazę danych *User / Corporate Database* (w celach prezentacji wybrano bazę *User*) i wybieramy grupę komponentów do której chcemy skopiować nasz nowy element czyli klikamy w „*Transistors*” a następnie „*Add Family*”.



Rys 2.22 Menu wyboru miejsca skopiowania elementu

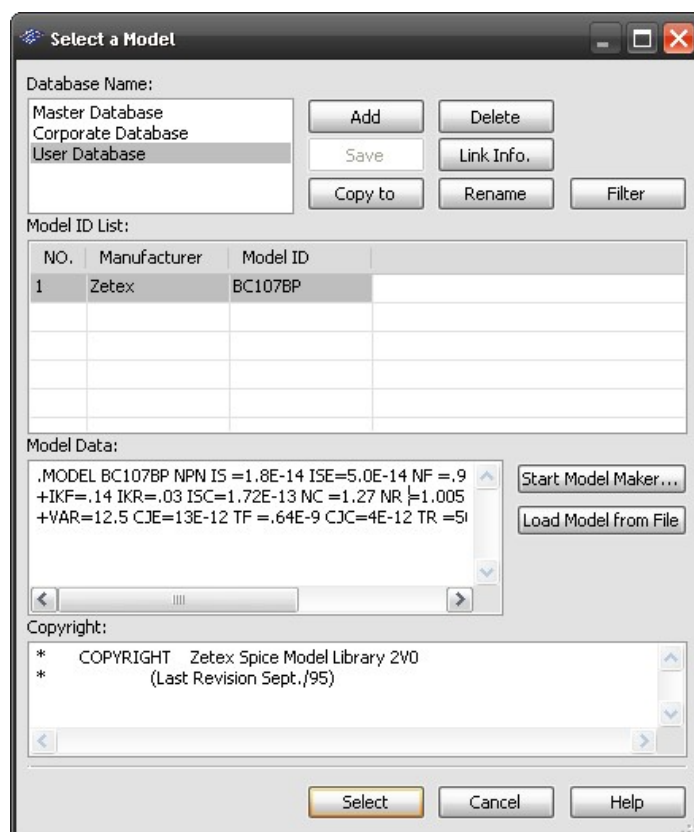
Tutaj należy wybrać grupę z „*Select Family Group*” czyli ponownie „*Transistors*” a w miejscu oznaczonym „*Enter Family Name*” wpisać nazwa rodziny elementów (wpisane zostało przykładowo BJT_NPN aby zasygnalizować z jakiej rodziny tranzystorów pochodzi kopiowany element). Po tym klikamy dwukrotnie *OK*. Element został skopiowany do bazy użytkownika. Teraz możemy na stałe zmienić jego parametry i używać w innych symulacjach wg naszych potrzeb. Jak zmienić model naszego nowego tranzystora?

W oknie *Database Menager* wybieramy z menu „*Database Name*” nazwę bazy użytkownika (*User Database*) i z dostępnych tam komponentów wybieramy nasz świeżo skopiowany element. Możemy w tym miejscu zmienić mu nazwę klikając w niego i zmieniając aktualną nazwę na BC237BP_2. Następnie klikamy *Edit*.



Rys 2.23 Menu zarządzania modelem danego elementu

Pojawi się nam menu *Component Properties* w którym przechodzimy do zakładki „*Model*” a następnie klikamy w przycisk z prawej strony tego okna a mianowicie w „*Add/Edit*”. Pojawi się okno *Select Model* i wybieramy w nim nasz model tranzystora (w tym wypadku tranzystor BC237BP bazuje na modelu tranzystora BC107BP) i następnie w oknie poniżej możemy zmieniać ręcznie parametry modelu ręcznie zmieniając poszczególne wpisy lub stworzyć go od podstaw („*Start Model Maker*” – wygodny kreator) albo załadować gotowy spice’owski model klikając w „*Load Model from File*” (pliki źródłowe modelu



Rys 2.24 Menu wprowadzania zmian w skopiowanym elemencie

powinny być w formacie *.cir, *.vix, *.v lub *.dll).

Po wprowadzeniu zmian klikamy w „Save” i potwierdzamy zmianę danych. Potwierdzamy następnie wszelkie pytania programu o fakt nadpisania modelu modelem z nowymi wartościami. Po tej operacji w menu tranzystorów w bazy użytkownika (*User Database*) mamy do wyboru tranzystor ze zmienionymi parametrami.

Poniżej została przeprowadzona przykładowa symulacja, na przykładzie układu filtru środkowo zaporowego. Symulacja nie była związana w jakiś szczególny sposób z zakresem realizowanym w pracy, pozwoliła natomiast oswoić się z możliwościami programu, przy testach układu dobrze znanego o przewidywalnym sposobie zachowania.