mgr inż. Cezary Rudnicki
CAREL / Intusoft
Pereca 13/19-718
00-849 Warszawa
http://www.carel.waw.pl

Programy symulacji i analizy rodziny ICAP/4 Windows

Słowa kluczowe: Spice, symulacja, układy analogowe, Berkeley, analizy staystyczne, analiza uszkodzeń, Monte Carlo

W artykule przedstawiono przegląd właściwości i wykorzystanie pakietów programowych rodziny ICAP/4 firmy Intusoft do tworzenia wirtualnych prototypów układów analogowych przy użyciu komputera osobistego. Nowe procedury języka SPICE3 umożliwiają symulację rozbudowanych urządzeń z najnowszymi układami scalonymi przy wykorzystaniu bibliotek producentów lub specjalnych algorytmów.

Projektowanie współczesnych układów elektronicznych wymaga wysokiej klasy oprogramowania komputerowego, pracującego na komputerach klasy PC ostatniej generacji, zapewniającego dobrą efektywność i łatwość pracy, gwarantując jednoczenie wysoką jakość, niezawodność oraz ekonomiczność produkcyjną. Gwałtowny rozwój komputerów klasy PC spowodował dostosowanie oprogramowania do ich możliwości i optymalnego wykorzystywanie ich parametrów, przez co czas przygotowywania projektu stał się porównywalny z czasem pracy osiągalnym uprzednio na wielkich stacjach roboczych.

Zastosowanie systemów operacyjnych takich jak Microsoft Windows umożliwiło standaryzację programów pod względem interfejsu graficznego użytkownika i ich współpracę dzięki łatwej wymianie danych i mechanizmom sprzężeń dynamicznych. Powoduje to, że programy dla elektroników współpracują z oprogramowaniem dla mechaników, jak również z programami biurowymi. Na przykład konstruktor części mechanicznej urządzenia przygotowuje zarys płytki drukowanej lub obudowy dla elektronika, a ekonomista łatwo oblicza koszt wykonania całego projektowanego układu, zaś osoba kierująca opracowaniem ma możliwość optymalnego rozdziału zadań, kontroli ich realizacji i optymalnego wykorzystania wszystkich posiadanych środków produkcyjnych. Nowoczesny, przyjazny w użyciu interfejs graficzny umożliwia szybkie nauczenie się korzystania z oprogramowania, a zastosowanie ikon graficznych, rozwijalnego i intuicyjnego menu (najwłaściwszego dla danej sytuacji projektowej) na łatwe, efektywne i sprawne przygotowanie projektu układu lub urządzenia.

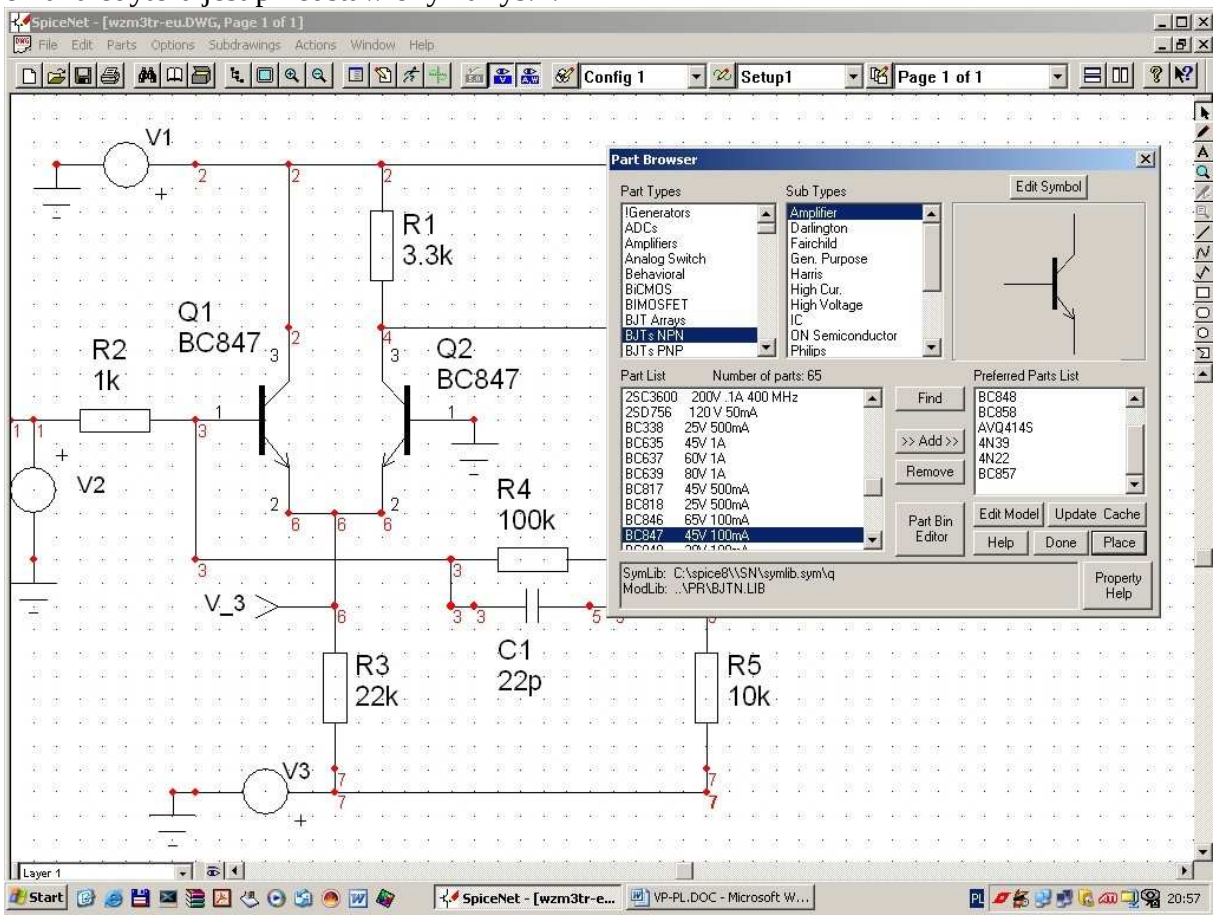
CECHY PAKIETÓW RODZINY ICAP/4

Każdy pakiet jest kompletnym rozwiązaniem programowym, najbardziej rozbudowanym w rodzinie pakietów jest Test Designer, a najbardziej ekonomiczne rozwiązanie reprezentuje ICAP/4Rx. Porównanie właściwości użytkowych poszczególnych wersji pakietów rodziny ICAP/4 zestawiono w tablicy 1. Każda z wersji zawiera:

- zintegrowany edytor schematów z szerokim zakresem matematycznych modeli elementów elektronicznych,
- symulator układów analogowych i mieszanych opracowany przy wykorzystaniu oprogramowania źródłowego SPICE 3 z Uniwersytetu Berkeley,
- graficzny post-procesor do analizy wyników i tworzenia raportów.

ŁATWY W UŻYCIU EDYTOR SCHEMATÓW

Wszystkie działania w programie zaczynają się od edytora schematów SpiceNet. Wygląd ekranu edytora jest przedstawiony na rys.1.



Rys.1. Ekran edytora schematów SpiceNet

Posługiwanie się edytorem schematów jest w znacznym stopniu intuicyjne, wybiera się elementy z obszernej biblioteki, układa na pulpicie, a następnie łączy się przewodami. A oto główne cechy edytora:

- łatwość użycia i efektywność,
- wykorzystywanie mechanizmu wytnij / kopiuj / wklej (Cut / Copy / Paste) do szybkiego ponownego wykorzystania fragmentów schematu ideowego oraz tworzenia z nich rysunków w edytorze tekstów Microsoft Word lub innych programach systemu operacyjnego Microsoft Windows,

- funkcja nieograniczonego kasowania i odtwarzania skasowanego fragmentu,
- nowoczesne wspomaganie przy projektowaniu (Tutorial Movies) oraz pomocnik (Help) zawsze dostępny na każdym etapie projektowania,
- bieżące edytowanie modeli i podukładów na schemacie,
- możliwość dialogowego wprowadzania tolerancji ułatwiająca nadanie ich wartości wszystkim elementom schematu,
- zastosowanie wszystkich opisanych przez producentów modeli SPICE-a, niezależnych od formatu lub syntaktyki zmiennych.

Edytor schematów zawiera wiele niepowtarzalnych właściwości, łączy w sobie wszystkie informacje związane z projektowanym układem, stosowne dla celów automatycznego testowania, wyniki analizy uszkodzeń i dane potrzebne dla testowania sekwencyjnego. Użytkownik nie musi przygotowywać wielu różnych schematów lub różnych wersji programowych – Edytor schematów jest narzędziem CAE (Computer Aided Engineering) umożliwiającym przetestowanie wszystkich wersji.

Edytor umożliwia zwielokrotnienie konfiguracji schematu przez umieszczenie w jednej bazie danych wielu zmiennych projektowych, kilku wariantów symulacyjnych i wersji produkcyjnych, umożliwia to szybkie i łatwe rekonfigurowanie schematu i powtórne symulowanie, Kilka różnych konfiguracji układu elektronicznego umożliwia połączenie różnych symulacji i otoczenia układowego bez potrzeby przerysowywania rdzenia schematu.

Edytor schematów Test Designer umożliwia umieszczenie obiektów schematowych (okna wyników testowania, opisy, rysunki itp.) na różnych warstwach jednego rysunku. Użytkownik konfiguruje kombinacje warstw do symulacji, tworzenia dokumentacji, wydruków lub generowania zbiorów danych do projektowania płytek drukowanych (PCB). Tworzone mogą być różne wersje schematów dla różnych potrzeb projektowych, np.:

- wersja produkcyjna – w celu wygenerowania zbioru danych niezbędnych do projektowania płytki drukowanej,
- wersja testowa 1,
- wersja testowa 2.

Wszystkie wersje należą do tej samej bazy schematowej, nie trzeba zatem rysować różnych wersji dla realizacji poszczególnych zastosowań. Nie potrzebne jest przełączanie między różnymi modułami oprogramowania. We wspólnej bazie danych są umieszczone:

- wszystkie konfiguracje układu, wszystkie konfiguracje symulacji,
- tolerancje analizy Monte Carlo dla wszystkich elementów i parametrów modeli,
- wszystkie typy uszkodzeń i typy charakterystyk dla wszystkich elementów,
- wszystkie instrukcje testowania i pomiarów,
- wyniki symulacji i analizy uszkodzeń,
- wielorakie rozgałęzienia analizy uszkodzeń, dane sekwencji testujących i raportów,

OBIEKTY SYMULACJI

Część symulacyjna pakietu zawiera symulator IsSpice4. Obiektami symulacji są schematy elektryczne urządzeń, a ściślej schematy ideowe układów analogowych lub analogowo-cyfrowych wprowadzone do programu w postaci graficznej, przy użyciu edytora schematów, lub w postaci tekstowej – w postaci listy połączeń. Ostatnio do pakietów ICAP/4 dołączono transkoder plików *.cir używanych w programach rodziny PSpice na pliki IsSpice.

Pierwotnie symulatory klasy IsSpice były stosowane w procesach projektowania analogowych układów scalonych, tam gdzie budowa modeli materialnych była bardzo

kosztowna. Z biegiem lat zakres stosowania symulatorów znacznie rozszerzył się. Obecnie symulatory stosuje się do projektowania takich układów, jak:

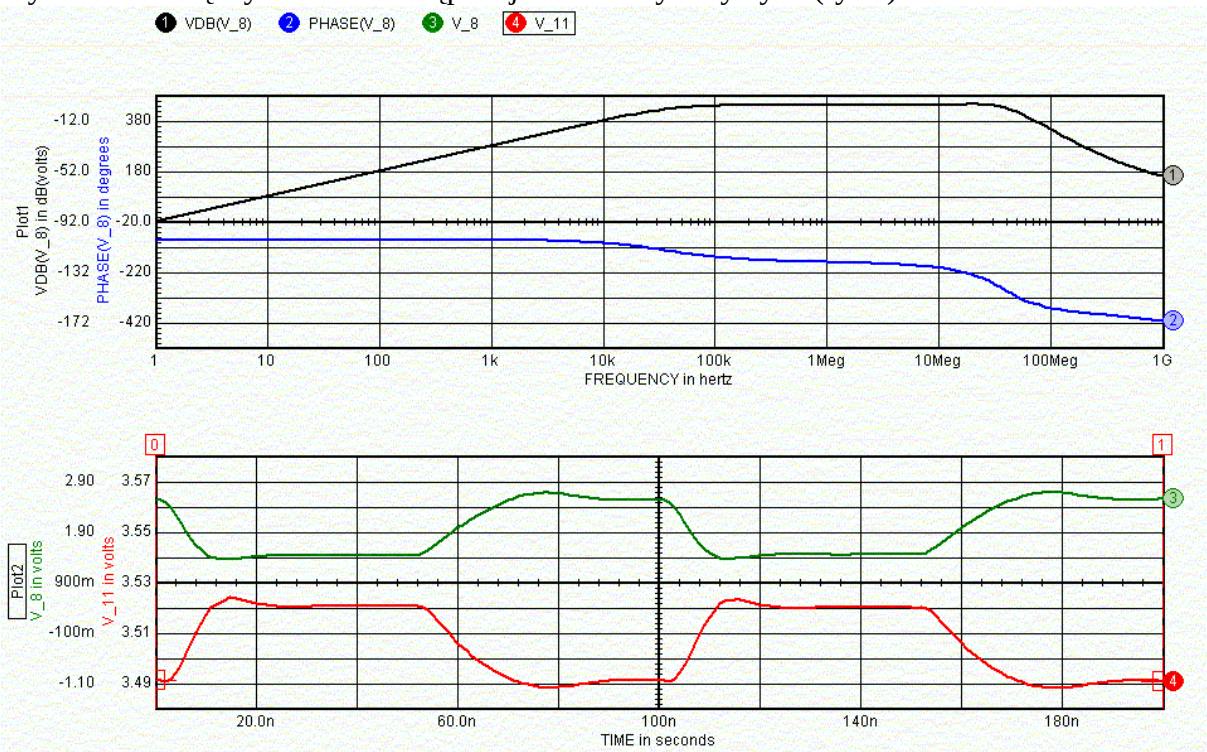
- układy elektroniczne analogowe i analogowo-cyfrowe, układy scalone, układy elektroniczne z uwzględnieniem parametrów płytki drukowanej,
- zasilacze dużej mocy, bezprzewodowe urządzenia nadawczo-odbiorcze pracujące w zakresie wielkich częstotliwości, układy mieszane analogowo-cyfrowe,
- układy elektro-mechaniczne, hydrauliczne i cyfrowe procesory sygnałowe (DSP).

RODZAJE SYMULACJI

Obecnie program IsSpice jest jednym z najbardziej zaawansowanych programów symulacji układów elektronicznych. Program realizuje analizy, takie jak:

- analiza stałoprądowa (DC), ustalanie punktów pracy, analiza zmiennoprądowa (AC), analiza stanów przejściowych, szumowa, zniekształceń, Fouriera, temperaturowa, wrażliwościowa,
- analizy statystyczne (Monte Carlo, najgorszego przypadku itp.), analiza optymalizacyjna układu, symulacja z założoną zmianą parametrów,
- zautomatyzowana analiza uszkodzeń, symulacja uszkodzeń.

Wyniki analiz są wyświetlane wstępnie jako rodziny krzywych (rys.2).



Rys.2. Ekran symulatora IsSpice

Poszczególne przebiegi czasowe lub charakterystyki stałoprądowe lub częstotliwościowe mogą być wyświetlane w dowolnych skalach. Stosownym narzędziem realizującym tę funkcję jest postprocesor graficzny IntuScope.

DIAGNOSTYKA I SYMULACJA USZKODZEŃ

Funkcja analizy uszkodzeń w pakiecie Test Designer tworzy silną, oszczędzającą czas nieocenioną w skuteczności możliwość projektowania, testowania i oceny niezawodności inżynierskiej. Dla wybranych elementów można ustawić wstępnie zdefiniowany rodzaj pracy np. na analizę uszkodzeń lub zdefiniować swój własny sposób analizy uszkodzeń Test

Designer automatycznie zmienia model symulacyjny dla wybranego elementu bez zmiany wyglądu lub połączenia na schemacie.

Nie ma potrzeby edytowania podukładów lub wprowadzania zwarć przewodów, rozwarć rezystorów, itp. w schemacie. Test Designer wykonuje to za konstruktora, któremu pozostaje analiza efektów zdecydowanych uszkodzeń, wystąpienia warunków poza granicami tolerancji i nietypowego zachowania się elementów. Mając takie informacje może on zdefiniować wymagania na testowanie oraz strategię testowania i diagnozowania.

Analiza uszkodzeń obejmuje: automatyczną symulację wszystkich uszkodzeń i warunków pracy poza wyznaczonymi granicami tolerancji, a także służy pomocą w usuwaniu problemów układu. Może być przywołana podczas dowolnej analizy realizowanej przez programy pakiety ICAP/4Windows, nie wymaga kodowego ani skryptowego opisu uszkodzeń - opis układu jest generowany automatycznie.

Po wybraniu rodzaju analizy uszkodzeń, okno dialogowe umożliwia szybkie wybranie zdefiniowanego uszkodzenia i uruchomienie symulacji, a utworzenie scenariusza symulacji umożliwia przeprowadzenie wielokrotnej symulacji automatycznie. Możliwy jest wydruk raportu ze statystyką dobry / zły oraz optycznego wskaźnika stanu pomiaru dla każdej zmiany układu lub uszkodzenia.

Okno dialogowe analizy uszkodzeń umożliwia łatwy wybór i symulacje efektów uszkodzeń dla szczególnie interesującego elementu w badanym układzie.

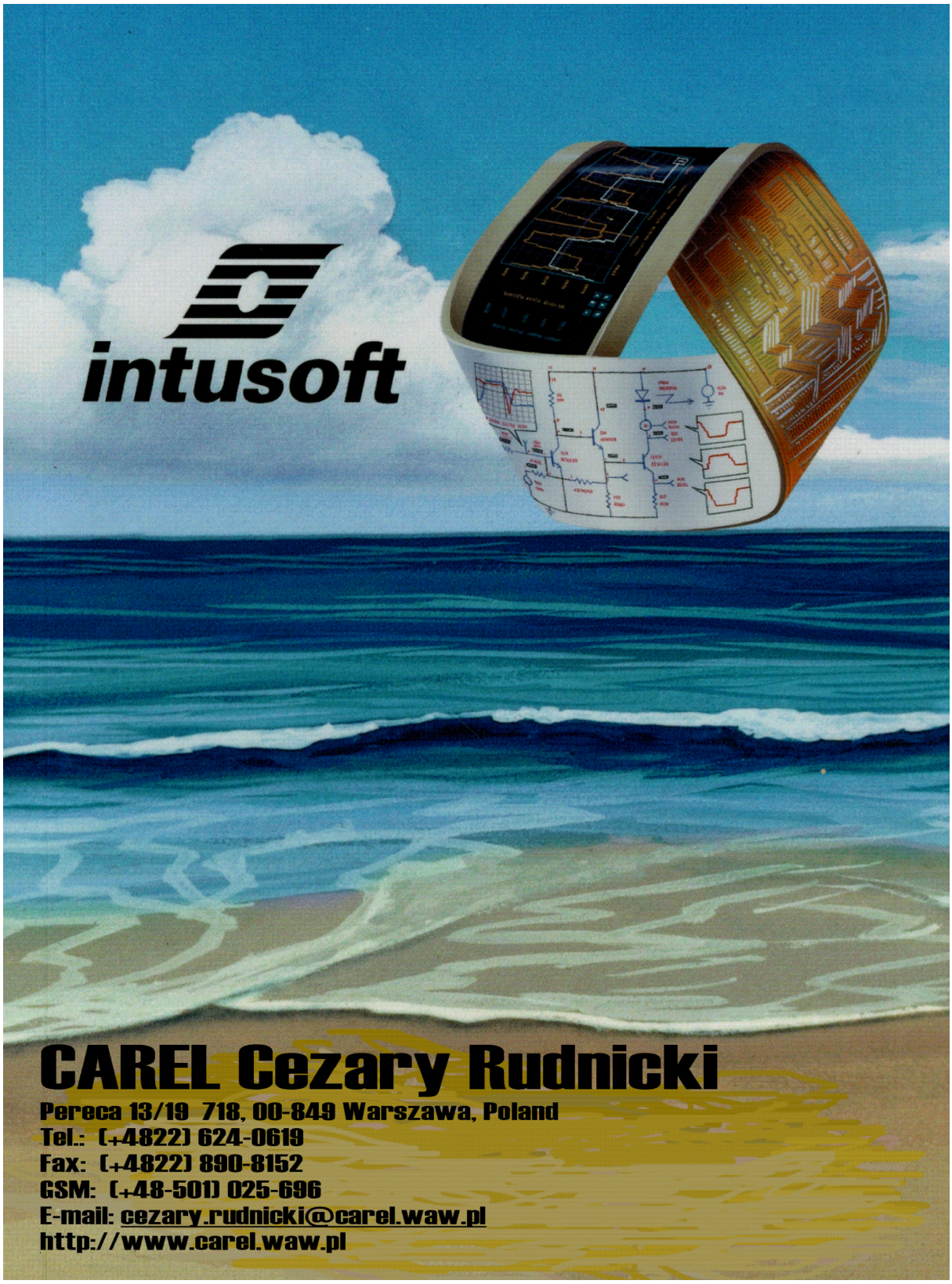
ŁATWOŚĆ UŻYCIA I UNIWERSALNOŚĆ

Każdy z pakietów rodziny ICAP/4 może działać interakcyjnie na komputerze pracującym w systemie operacyjnym Microsoft Windows. Pełny cykl symulacji jest realizowany w wyniku działania wewnętrznego programu zarządzającego. Instrukcje typu menu prowadzą użytkownika umożliwiając zaprogramowanie jednej lub więcej analiz. Raz rozpoczęta analiza może być doprowadzona do końca lub może być w dowolnym momencie przerwana. Po wprowadzeniu niezbędnych korekt może być ponownie rozpoczęta; wszystko to odbywa się bez wychodzenie z programu. Postprocesor graficzny automatycznie tworzy liniowe, logarytmiczne lub bazujące na liście zmian wartości wybranych elementów lub temperatur układów i zobrazowanie wyników w postaci rodzin krzywych.

Tablica 1 Porównanie właściwości pakietów programowych rodziny ICAP/4

.	**ICAP/4Rx**	**ICAP/4RxRF lub Power Deluxe**	**ICAP/4Win**	**ICAP/4Win RF lub Power Deluxe**	**ICAP/4 Professional**	**Test Designer**
Ochrona przed kopiowaniem	+	+	+	+	+	+
Wersja sieciowa	+	+	+	+	+	+
Opcja projektowania filtrów (Active/Passive Filter Design)	+	+	+	+	+	+
Opcja projektowania obwodów magnetycznych (Magnetics Designer)	+	+	+	+	+	+
Szkolenia na życzenie	+	+	+	+	+	+
Bezpłatny dostęp do NewsLetter przez Internet	+	+	+	+	+	+
Bezpłatne modele dla licencjonowanych użytkowników	+	+	+	+	+	+
Serwis (opieka i uzupełnienia)	+	+	+	+	+	+
Analizy						
Generacja kodów sekwencji testowych do urządzeń automatycznych	**Nie**	**Nie**	**Nie**	**Nie**	**Nie**	+
Analiza uszkodzeń (automatyczna, wszystkie defekty)	**Nie**	**Nie**	**Nie**	**Nie**	+	+
Analiza uszkodzeń (pojedyncze defekty)	**Nie**	**Nie**	+	+	+	+
Worst case, RSS, EVA dla analiz AC, DC, OP, stanów przejściowych i wrażliwościowej	**Nie**	**Nie**	+	+	+	+
Statystyczna analiza Monte Carlo	**Nie**	**Nie**	+	+	+	+
Optymalizacja obwodów & analiza parametryczna	**Nie**	**Nie**	+	+	+	+
Zniekształcenia, szumy, wrażliwości ac/dc, zera/bieguny, stałoprądowa funkcja przenoszenia	**Nie**	**Nie**	+	+	+	+
Pomiary automatyczne	-	-	+	+	+	+
Możliwość dołączenia opcji pakietu Test Designer	-	-	+	+	+	**Nie dotyczy**
Biblioteki modeli						
Liczba elementów (analogowe) – firmowe, dużej mocy, modele mechaniczne	**>15 500**	**>16 100**	**> 21 700**	**> 22 300**	**> 23 000**	**> 23 500**
Opcja biblioteczna RF Device lub Power Designer	**Nie**	**RF**	**Nie**	**RF**	**Obie**	**Obie**
Opcja biblioteczna Power Designer lub RF Device	**Nie**	**Power**	**Nie**	**Power**	**Obie**	**Obie**
Szablony modeli	**>50**	**>50**	**>100**	**>100**	**>100**	**>100**
Magnetyki nieliniowe & Elementy dużej mocy (rdzenie, modulatory, tyrystory & IGBT)	+	+	+	+	+	+
Wyrażenia algebry Boole'a	+	+	+	+	+	+
Manadżer biblioteki	**Nie**	**Nie**	**Nie**	**Nie**	+	+
Program tworzenia modeli	**Nie**	+	**Nie**	+	+	+

Edytor schematów / Analiza przebiegów						
Edytor schematów elektrycznych w pakiecie	+	+	+	+	+	+
Sondy pomiarowe dołączane bezpośrednio do elementów schematu (AC, DC, Tran, U, I oraz P)	+	+	+	+	+	+
Napięcia węzłowe wyświetlane na schemacie	+	+	+	+	+	+
Schematy wieloarkuszowe	+	+	+	+	+	+
Edycja symboli	+	+	+	+	+	+
Interfejs do edytorów płytek drukowanych	+	+	+	+	+	+
Wykres Smitha	**Nie**	**Tylko RF**	**Nie**	**Tylko RF**	+	+
Graficzna analiza przebiegów	+	+	+	+	+	+
Rejestracja wszystkich wykresów	+	+	+	+	+	+
Sygnały symulacyjne o kształtach przebiegów definiowanych przez użytkownika	+	+	+	+	+	+


intusoft
CAREL Cezary Rudnicki
Pereca 13/19 718, 00-849 Warszawa, Poland
Tel.: (+4822) 624-0619
Fax: (+4822) 890-8152
GSM: (+48-501) 025-696
E-mail: cezary.rudnicki@carel.waw.pl
http://www.carel.waw.pl