

## 5.5. DYMOLA

W grupie programów przydatnych do modelowania złożonych urządzeń mechatronicznych należy zwrócić uwagę na Dymolę (*dynamic modeling language*) – obiektowo zorientowany pakiet do modelowania i symulacji obiektów fizycznych. Dymola wykorzystuje modele w **standardzie Modeliki**, opisanej w rozdziale 5.4. Ułatwia to symulowanie układów o mieszanej naturze fizycznej: mechanicznych, elektrycznych, termodynamicznych, chemicznych oraz innych, opisanych równaniami lub modelami Modeliki. Dymola jest oferowana dla Windows 98/2000/NT/ME oraz dla Unix i Linux.

W rozdziale 5.4.1 podano, że **połączenie elementów** Modeliki na schemacie strukturalnym służy nie tylko do jednokierunkowej transmisji informacji (jak w SIMULINKU), lecz realizuje **prawa fizyki** obowiązujące w miejscu połączenia. Wbudowany do Dymoli translator może dokonać symbolicznego przekształcenia ponad 100 000 równań dla potrzeb symulacji. Edytor graficzny pozwala na przeglądanie, edycję i tworzenie nowych modeli. Dymola wspomaga **symulację w czasie rzeczywistym** (również HiL), ale może też wygenerować M-pliki do MATLABA i S-funkcję (C-Mex pliki) dla bloków i podsystemów SIMULINKA. Przeniesione z Dymoli bloki podsystemów mogą być kompilowane przez Real Time Workshop i wykorzystane do prototypowania w środowisku **dSPACE** w czasie rzeczywistym. Połączenie Modeliki z SIMULINKIEM (poprzez Dymolę) ułatwia prototypowanie bardzo dużych i skomplikowanych systemów, których model można przygotować w Modelice. Wyniki obliczeń Dymoli są zapisywane w formacie binarnym MAT-pliku, co umożliwia ich przetwarzanie w **środowisku MATLABA**.

Obsługa pakietu Dymola odbywa się poprzez:

- okno edytora modeli – umożliwia tworzenie i edytowanie klas modeli. Dla każdej klasy modeli można otworzyć jedno lub więcej okien. Dla każdego bloku otwiera się oddzielne okno. Edytor modeli opisano w rozdziale 5.4.1;
- okno główne Dymoli – umożliwia przypisanie wartości warunków początkowych, wybór metody i parametrów rozwiązywania równań różniczkowych oraz symulację;
- okna wizualizacji wyników symulacji (*plot*), z możliwością animacji trójwymiarowej;
- moduł symulacyjny Dymosim (*Dynamic Model Simulator*) może być wywołany z menu Dymoli, z MATLABA lub jako aplikacja środowiska Windows. W tym ostatnim przypadku może on pracować w czasie rzeczywistym jako serwer DDE.

Podział Dymoli na Dymodraw, Dymoview i inne moduły jest obecnie słabo zaznaczony, gdyż usługi świadczone przez te moduły są dostępne poprzez menu okien Dymoli.

Opcjami rozszerzającymi Dymolę, dostępnymi za dopłatą, są: trójwymiarowa animacja, interfejs do SIMULINKA oraz symulacja w czasie rzeczywistym. Prócz bezpłatnych bibliotek z Modeliki, do Dymoli można dokupić biblioteki **HyLib** (Hydraulics library) i **Powertrain** (układy przekazywania mocy w pojazdach). Biblioteka **ThermoFluid** jest dostępna nieodpłatnie w Internecie, pod adresem podanym w rozdziale 5.4.3.

### 5.5.1. Moduł Dymosim – Dynamic Model Simulator

Dymosim służy do symulacji modeli zadanych w postaci zgodnej ze standardem Modeliki, z uwzględnieniem systemów źle uwarunkowanych. Na podstawie modelu symulacyjnego generowany jest plik *dsmodel.c*, po czym jest on kompilowany, linkowany i wykonywany. W razie potrzeby można wygenerować kod binarny na inny procesor docelowy. Może to być przydatne zwłaszcza w zastosowaniach czasu rzeczywistego.

Dymosim jest programem do rozwiązywania układów równań różniczkowych (ODE) i różniczkowo-algebraicznych (DAE). Wykorzystuje różnorodne metody jedno- i wielokrokowe oraz ekstrapolację. Obsługuje zdarzenia zależne od czasu i od zmiennych stanu. W przypadku równań różniczkowych obliczana jest wartość pochodnych przy założeniu, że znane są wszystkie potrzebne dane (czas, warunki początkowe, współczynniki). W przypadku równań DAE oblicza się residuum dla znanych wartości pochodnych. Równania modelu są wykorzystywane do obliczania sygnałów wyjściowych i dodatkowych, w tym potrzebnych do stwierdzenia, czy wystąpiło zdarzenie zmieniające warunki pracy symulowanego systemu. Zdarzeniem takim może być osiągnięcie zadanej wartości czasu lub przejście sygnału przez wartość zero.

Dymosim daje możliwość dokonania wyboru metody całkowania spośród:

- wielokrokowa metoda Shampine/Gordon/ Watts,
- wielokrokowa metoda Hindmarsh,
- wielokrokowa metoda Petzold/Hindmarsh przełączająca się automatycznie dla równań dobrze i źle uwarunkowanych,
- metoda Runge-Kutta rzędu 5-8,
- wielokrokowa metoda Petzold dla równań DAE,
- wielokrokowa metoda Führer dla nadokreślonych i sztywnych równań DAE.

Podczas symulacji można zmieniać parametry modelu, krok, metodę całkowania. Można też powtórzyć obliczenia dla innych warunków początkowych

Wyniki obliczeń są zapisywane w MAT-pliku, w standardzie MATLABA i mogą być przedstawione na wykresie jako funkcja czasu lub funkcja innej zmiennej.