

Aplanado eficiente de grandes modelos Modelica

Mariano Botta

FCEIA, UNR

Agosto 2015

Contenido de la charla

- 1 Motivaciones
- 2 Introducción a Modelica
- 3 Simulación y problemas

Motivaciones

- Modelado, Simulación y Control en Tiempo Real con Aplicaciones en Electrónica de Potencia.
- Simulación en paralelo utilizando los métodos de cuantificación de estado.
- Modelos grandes.
- Aprovechar las ventajas de Modelica.

Contenido de la charla

- 1 Motivaciones
- 2 Introducción a Modelica
- 3 Simulación y problemas

Modelica

- Orientado a Objetos.
- Modelado de sistemas complejos, con componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, térmicos, etc.
- Desarrollado por la asociación sin fines de lucro “Modelica Association”.
- Entornos de desarrollo: OpenModelica, MathModelica, Dymola, etc.
- El modelo está en texto plano

Clases

- Define un objeto.
- Son instanciadas mediante la definición de variables.
- Tienen tres secciones:
 - 1 Definiciones.
 - 2 Ecuaciones.
 - 3 Sentencias.

```
1  class X
2      // Definiciones de variables y
      clases
3  equation
4      // Ecuaciones
5  statements
6      // Sentencias
7  end X;
```

Prefijos de Clases

Prefijos de clase: *model*, *record*, *block*, *connector*, *function*, *package*

- Mejoran la lectura del código:
- Agregan restricciones a la clase

```

1  class Circuits
2      cclass Pin
3          Real v;
4          flow Real i;
5      end Pin;
6      class Componente
7          Pin n,p;
8          equation
9              n.v = p.v;
10         end Componente;
11    end Circuits;
```

```

1  package Circuits
2      connector Pin
3          Real v;
4          flow Real i;
5      end Pin;
6      model Componente
7          Pin n,p;
8          equation
9              n.v = p.v;
10         end Componente;
11    end Circuits;
```

Herencias de Clases

- Agrega significado semantico al modelo.
- Facilita la reutilización de código.
- Se utiliza la palabra reservada: *extends*.

```
1 model OnePort
2   Pin p;
3   Pin n;
4   Real v;
5   Real i;
6 equation
7   v = p.v - n.v;
8   i = p.i;
9   i = -n.i;
10 end OnePort;
11 model Capacitor
12   extends OnePort;
13   parameter Real C = 1;
14 equation
15   C * der(v) = i;
16 end Capacitor;
```


Declaraciones de tipo

- Tipos básicos: *Real*, *Integer*, *Boolean* y *String*
- Las clases definen un nuevo tipo.
- Sinónimos de tipos:
type Nombre = [Prefijos] Tipo-Existente [Array]
[Modificaciones]

Prefijos de Tipo: *flow*, *constant*, *parameter*,
discrete, *input* y *output*.

```
1 package Circuits
2     type Current = flow Real;
3     type Voltage = Real;
4     connector Pin
5         Voltage v;
6         Current i;
7     end Pin;
8     type TenPin = Pin[10];
9 end Circuits;
```

Definiciones de variables

- 1 **Prefijos de tipos:** *flow*, *constant*, *parameter*, *discrete*, *input* y *output*.
- 2 **Tipo:** Nombre del tipo de la variable. Puede ser un tipo básico, una clase o un sinónimo de tipo. Ejemplo: *Real*, *String*, *Pin*, *TenPin*.
- 3 **Nombre de la variable.**
- 4 **Dimensión:** Modelica permite la definición de arreglos.
- 5 **Modificaciones.**

```
1  type TenPin = Pin[10];  
2  
3  TenPin pines;  
4  Pin pines2 [10];
```

Modificaciones

Aparecen en:

- 1 Declaraciones de variables.
- 2 Sinónimo de tipo.
- 3 Definiciones de herencia.

Se permite:

- 1 Cambiar el valor inicial de una variable.
- 2 Anidar modificaciones.
- 3 Alterar la definición de una variable.
- 4 Cambiar la definición de un tipo.

```
1 package Circuits
2     model CircuitX
3         Capacitor cap;
4         Resistor res;
5         ...
6     equation
7
8     ...
9
10    end CircuitX;
11    model MainCircuit
12        Capacitor x(C = 2);
13        CircuitOne co1 (cap(C = 10));
14        CircuitOne co2 (cap(C = 15));
15    end MainCircuit;
16 end Circuits;
```

Ecuaciones de igualdad

Las ecuaciones no representan una asignación, sino igualdades. Pueden tener expresiones complejas de ambos lados de la igualdad y expresan una relación entre las variables. Se definen dentro de la sección *equation*.

Igualdades

```
1    p.v - n.v = v;
2    i = p.i;
3    i = -n.i;
```

Ecuación For

```
1    for i in 1:N loop
2        v[i] = p[i].v - n[i].
           v;
3        i[i] = p[i].i;
4        i[i] = -n[i].i;
5        C[i] * der(v[i]) = i;
6    end for;
```

Ecuaciones Connect

Los conectores:

- Son clases con ciertas restricciones.
- Se definen con el prefijo *connector*.
- No tienen ecuaciones.
- Tienen variables de dos tipos:
 - 1 Variables de potencial. Ejemplo: presión, voltaje, etc.
 - 2 Variables de flujo: definidas con el prefijo flow. Ejemplo: corriente, caudal, etc.
- Ejemplo: Clase *Pin*.

Ecuaciones Connect

Las ecuaciones *connect*:

- Conectan dos clases del mismo tipo.
- Genera relaciones entre las variables internas de los conectores:
 - Las variables de potencial dentro de una misma conexión deben ser iguales entre sí.
 - Las variables de flujo siguen las reglas de Kirchhoff: la suma de los flujos es igual a cero. Para mantener esta regla hay que considerar como flujo positivo aquel que tenga dirección hacia dentro del componente. En caso contrario, será considerado negativo.

Ecuaciones Connect

```

1  package Circuits
2      ...
3      model ground
4          Pin p;
5      equation
6          p.v = 0;
7      end ground;
8      model inductor
9          extends OnePort;
10         parameter Real L = 1;
11     equation
12         L * der(i) = v;
13     end inductor;
14     model LC_circuit
15         Capacitor cap(v(start = 1));
16         inductor ind(L = 2);
17         ground gr;
18     equation

```

```

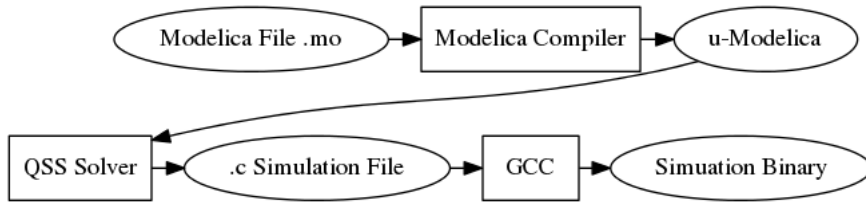
1      // Variables de Potencial
2      ind.p.v = cap.p.v;
3      ind.n.v = cap.n.v;
4      cap.n.v = gr.p.v;
5
6      // Variables de flujo
7      ind.p.i + cap.p.i = 0;
8      ind.n.i + cap.n.i + gr.p.i = 0;

```

Contenido de la charla

- 1 Motivaciones
- 2 Introducción a Modelica
- 3 Simulación y problemas

Simulación de Modelos Modelica



Simulación de Modelos Modelica

Las ecuaciones de un modelo deben ser representadas como Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (ODE):

- 1 **Aplanado del modelo.**
- 2 Reducción de índices.
- 3 Ordenamiento y optimización de ecuaciones.

Tamaño de un modelo

- Tamaño físico: Cantidad de clases, variables, ecuaciones, etc usadas.
- Tamaño lógico: consideramos la dimensionalidad del modelo.

Queremos trabajar con grandes dimensionalidades

Tamaño de un modelo

- Tamaño físico: Cantidad de clases, variables, ecuaciones, etc usadas.
- Tamaño lógico: consideramos la dimensionalidad del modelo.

Queremos trabajar con grandes dimensionalidades

Simulación de Modelos Modelica

```
1 package Circuits
2   model LC_circuit
3     capacitor cap(v(start = 1));
4     inductor ind(L = 2);
5     Pin p1,p2,p3;
6   equation
7     connect(ind.p,p3);
8     connect(ind.p,cap.p);
9     connect(cap.n,p1);
10    connect(ind.n,p2);
11  end LC_circuit;
12
13  model LC_line
14    constant Integer N = 10;
15    LC_circuit lc[N];
16    ground gr;
17  equation
18    connect(lc[N].p1,lc[N].p2)
19    for i in 1:N-1 loop
```