

PARTE IV

- BOND GRAPHS
- VALIDACIÓN DEL MODELO

MODELIZACIÓN SISTEMÁTICA: BOND GRAPHS (H. Paynter)

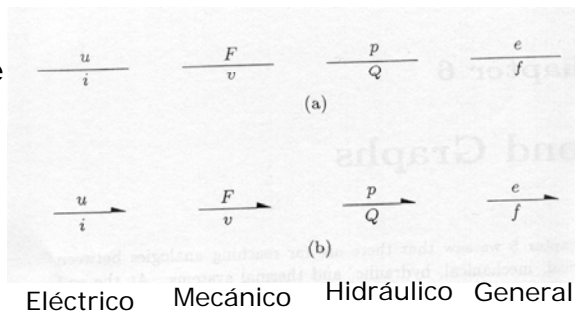
- SISTEMATIZACIÓN DEL MODELADO
- CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA
- ANALOGÍA DE LAS EC. BÁSICAS PARA DIFERENTES SISTEMAS FÍSICOS

M. Santos, UCM

2

MODELIZACIÓN SISTEMÁTICA: BOND GRAPHS (H. Paynter)

- ESFUERZOS e
- FLUJOS f

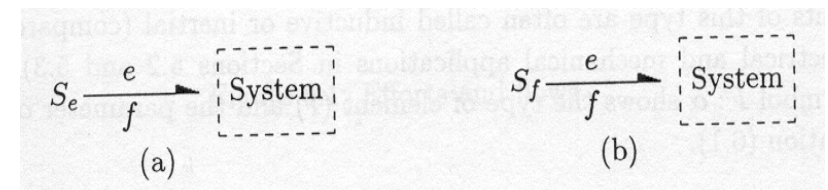


3

M. Santos, UCM

REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS: BOND GRAPHS

- Fuentes



Fuente de esfuerzo

Fuente de flujo

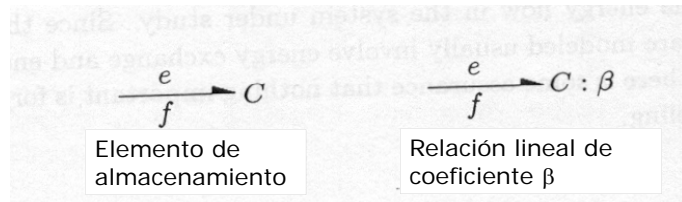
El producto $e.f$ tiene dimensiones de potencia

M. Santos, UCM

4

REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS: BOND GRAPHS

■ RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES e , f



■ UNIONES

- Serie: $f_1=f_2= \dots = f_n$;
 $e_1+e_2+ \dots +e_n=0$
- Paralelo $e_1=e_2= \dots =e_n$
 $f_1+f_2+ \dots + f_n =0$

BOND GRAPHS APLICADOS A SISTEMAS FÍSICOS

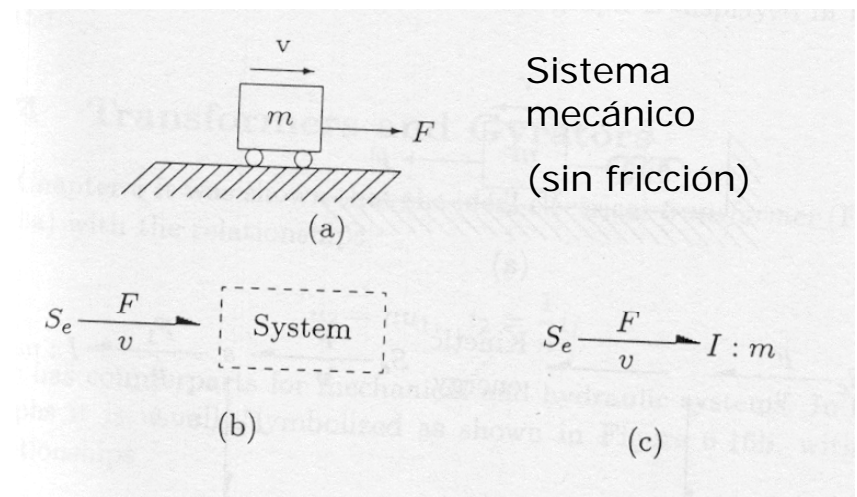
Generalized variables in physical systems

Application	Effort e	Flow f	Displacement q
Electric	Voltage u [V]	Current i [A]	Charge q [As]
Translation	Force F [N]	Velocity v [m/s]	Displacement x [m]
Rotation	Torque M [Nm]	Velocity ω [rad/s]	Angle ϕ [rad]
Hydraulics	Pressure p [N/m ²]	Volume flow Φ_v [m ³ /s]	Volume V [m ³]
Thermodynamics	Temperature T [K]	Entropy flow \dot{S} [W/K]	Entropy S [J/K]
Thermal	Temperature T [K]	Energy flow Φ [W]	Energy Q [J]

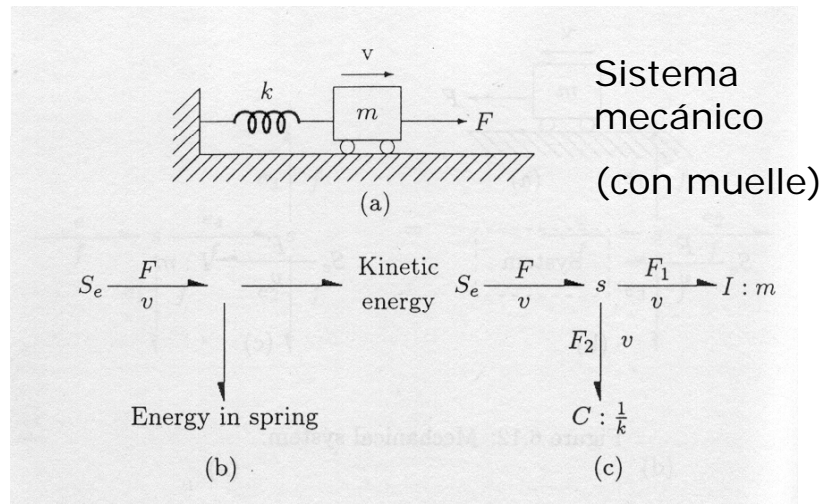
ANALOGÍAS ENTRE SISTEMAS

	Eléctrico	Mecánico Lineal	Mecánico de rotación	Componente térmico	Componente fluido (hidráulico o neumático)
Componente Resistivo (disipador de energía)	Resistencia $R = \frac{V}{I}$	Coefficiente de fricción $b = \frac{F}{v}$	Coefficiente de fricción $\beta = \frac{T}{\omega}$	Resistencia térmica $R_t = \frac{\theta}{\phi}$	Resistencia $R_f = \frac{p}{i}$
Componente Capacitivo (almacenador de energía)	Capacitancia $C = \frac{1}{V} \int i dt$	Constante elástica $K = \frac{1}{F} \int v dt$	Constante elástica $K = \frac{1}{T} \int \omega dt$	Capacidad térmica $C_t = \frac{1}{\theta} \int \phi dt$	Compresibilidad $K = \frac{1}{p} \int i dt$
Componente Inercial	Inductancia $L = \frac{V}{di/dt}$	Masa $M = \frac{F}{dv/dt}$	Inercia $I = \frac{T}{d\omega/dt}$	no existe	Inercia $J = \frac{p}{di/dt}$
Variable a través (across)	Voltaje: V	Fuerza: F	Momento: T	Diferencia de temperatura: θ	Diferencia de Presión: p
Variable que fluye (through)	Corriente: i	Velocidad: v	Velocidad angular: ω	Velocidad de flujo de calor: ϕ	Velocidad volumétrica de flujo del líquido: i
Integral de la variable que fluye	Carga: q	Espacio: e	Ángulo: θ	Calor: Q	volumen: V

EJEMPLO: Bond Graphs

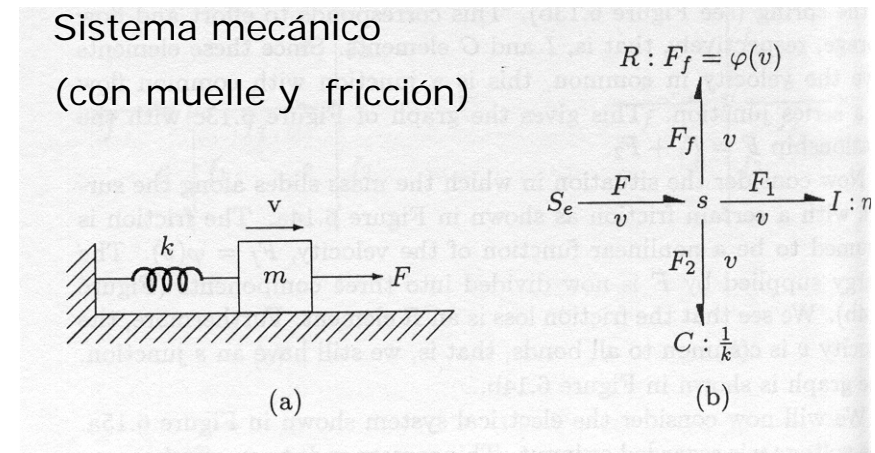


EJEMPLO: Bond Graphs



EJEMPLO: Bond Graphs

Sistema mecánico
(con muelle y fricción)



VERIFICACIÓN DEL MODELO

El valor del análisis depende de la calidad del modelo del sistema

■ TAREA MUY IMPORTANTE:

- FIABLE: BIEN HECHO
- PARECERSE A LA REALIDAD EN ESE ASPECTO CONCRETO
- ⇒ *CONFIANZA EN LOS RESULTADOS Y PREDICCIONES*

ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA VALIDACIÓN

- Un modelo nunca es la descripción exacta de un sistema
- DOMINIO DE VALIDEZ (LIMITADO)
 - Generales o precisos
 - Rango

ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA VALIDACIÓN

- Se desarrolla para resolver ciertos problemas relacionados con aspectos específicos del sistema

➤ *Un modelo es válido respecto a una finalidad, a un propósito específico*



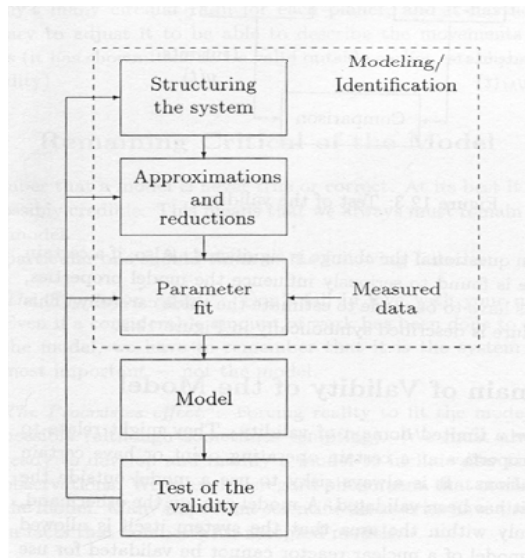
Ejemplo:

Modelo de Ptolomeo del Sistema solar

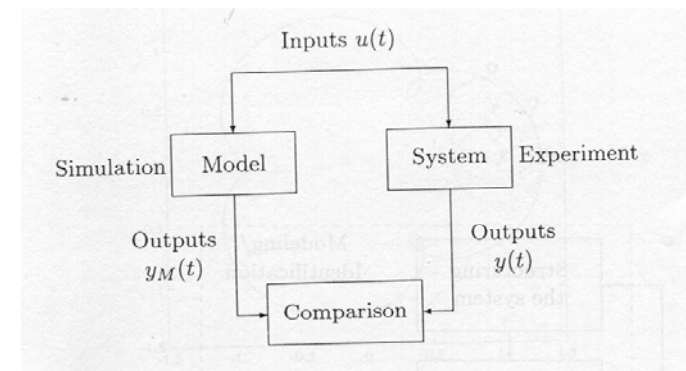
PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN

- Comparar el comportamiento del modelo con el del sistema y evaluar la diferencia
- Algunas partes del modelo pueden tener que ser eliminadas, mejoradas o refinadas
- *La validación está unida al modelado y es dependiente del problema concreto al que se aplique*

PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN



PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN



- Tolerancia
- Nivel de aproximación

CREDIBILIDAD/ROBUSTEZ

Confianza en el modelo fuera del dominio de validez

- *Efecto Pigmalión*: lo importante es el sistema, no el modelo
- *Efecto de Procruste*: no forzar la realidad al modelo
- Recordar que es una *aproximación*

Postura crítica ante el modelo y estar dispuestos a modificarlo