



Esquemas de representación ontológica para la integración de datos en los sistemas de información de planta

CIFASIS



CONICET
UNR - AMU



UTN - FRRo

*Fernando Roda
Estanislao Musulin
Marta Basualdo*

www.cifasis-conicet.gov.ar



*Grupo de Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos
Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas*

DOMINIO DE APLICACIÓN

Plantas químicas de grandes dimensiones

Procesos Continuos

SIP → SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE PLANTA

Son sistemas distribuidos compuestos por muchos subsistemas que interactúan entre si. Poseen una arquitectura en capas.



SIP – PROBLEMAS - OBJETIVOS

- ✓ Falta de integración y consistencia de los datos.
- ✓ Alta dependencia en los expertos del proceso.
- ✓ Altos niveles de acoplamiento en las aplicaciones.

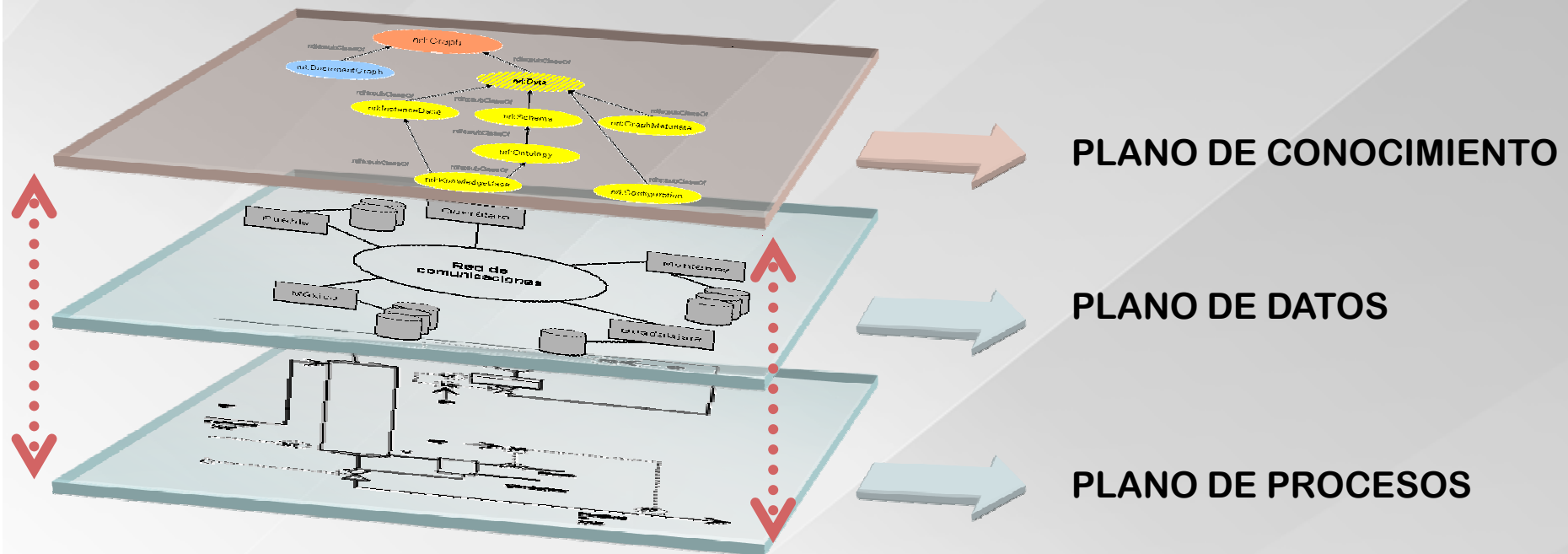
La lógica del negocio permanece embebida en los módulos de los programas

El **conocimiento** generado por el SIP debe ser gestionado eficientemente para poder soportar:

1. PROCESOS
2. CONTROL CONVENCIONAL
3. CONTROL AVANZADO
4. SUPERVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ENFOQUE PROPUESTO

“Incorporación de una capa semántica como metacontenido de los subsistemas operacionales”



ONTOLOGÍAS

BASE DE CONOCIMIENTO



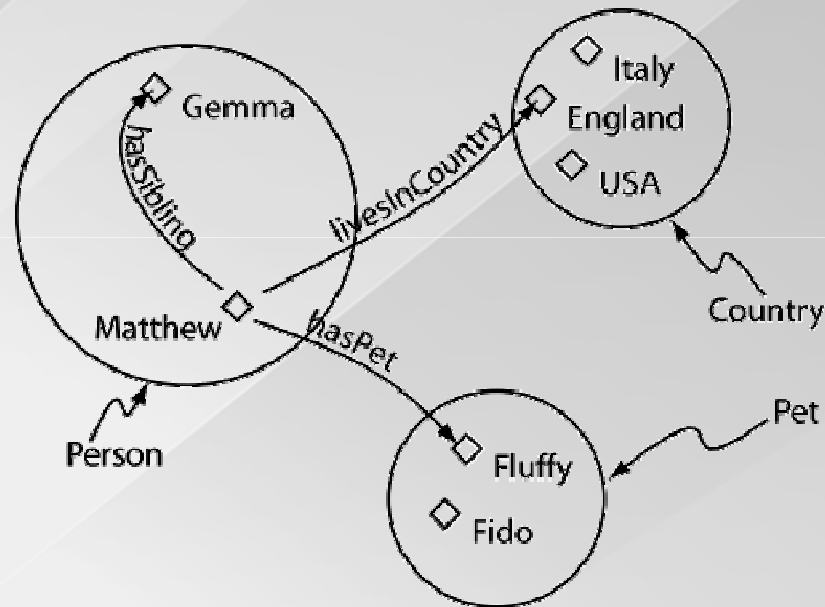
ONTOLOGIA

Representación Formal

“An explicit specification of a conceptualization”

COMPONENTES:

- ✓ Conceptos
(*Individuos - Clases*)
- ✓ Relaciones
- ✓ Axiomas - Reglas



INTEGRACIÓN DE DATOS BASADO EN ONTOLOGÍAS

✓ Utilizar bases de conocimiento para combinar datos de y/o información de fuentes heterogéneas.



- ✓ Explotar las capacidades de razonamiento para soportar las tareas de control y supervisión.
- ✓ Mejor aprovechamiento de la información distribuida.
- ✓ Procesamiento en Tiempo Real

DESAFIO → Capturar la semántica y no sólo el vocabulario técnico

(REUTILIZACION del conocimiento en diferentes casos de estudio)

REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

ONTOLOGÍA

- ✓ 133 clases
- ✓ 77 propiedades
(objetos/datos)
- ✓ 279 axiomas

ÁREAS DE DOMINIO

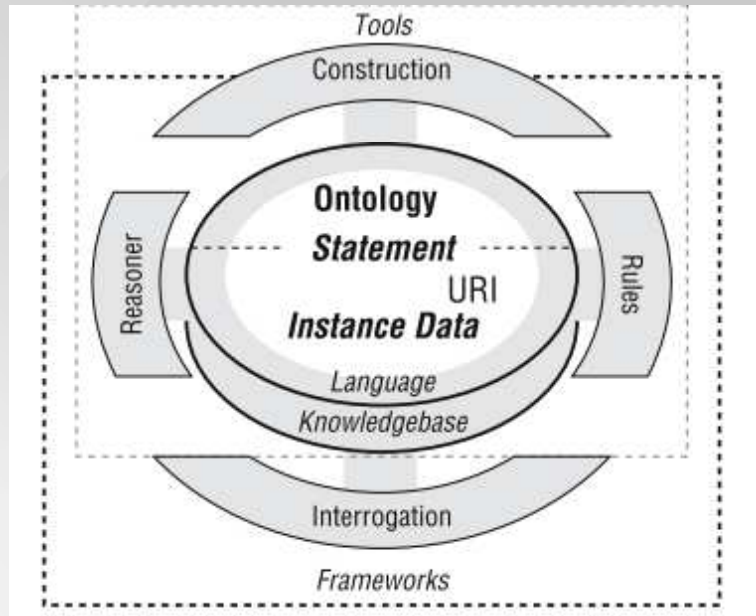
EQUIPOS

CONTROL

EVENTOS

TECNOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

W3C STANDARDS



SEMANTIC WEB

"The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation."

-- Tim Berners-Lee

LENGUAJES

OWL 2 → SROIQ^(D)

SWRL

CONSTRUCTOR

Protégé 4.1

RAZONADOR

Pellet 2

CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

ISA-95

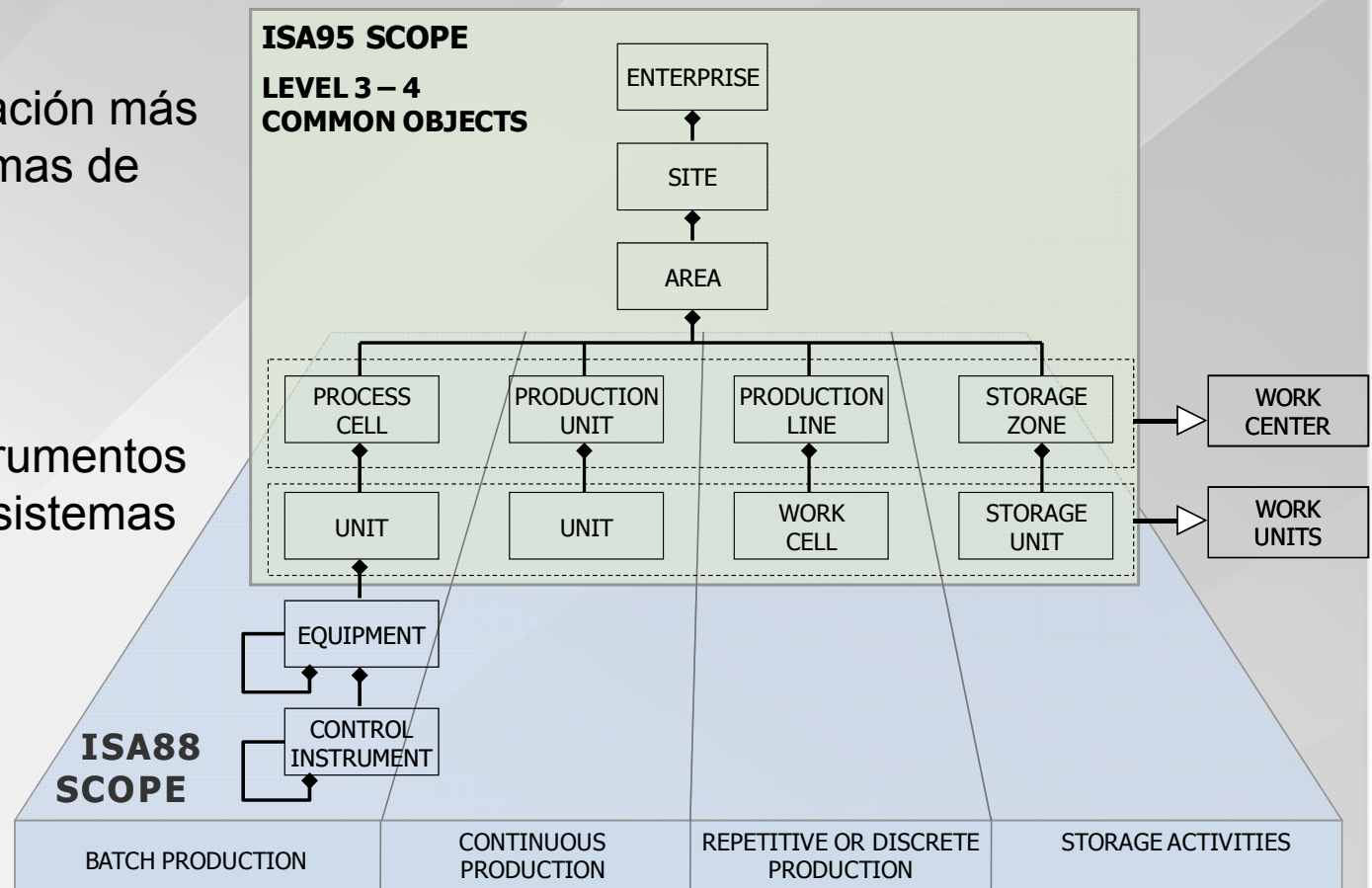
Define la terminología para la integración de los sistemas de gestión en la capa de la empresa con los sistemas de control de la capa de planta.

ISA-S88

- Para procesos batch
- Posee una especificación más detallada de los sistemas de control

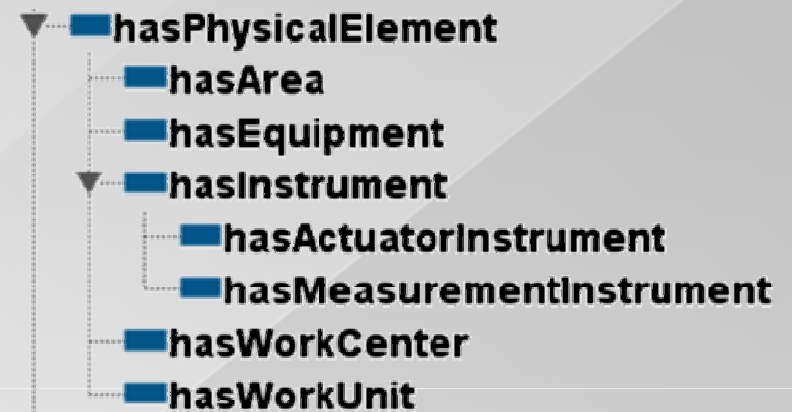
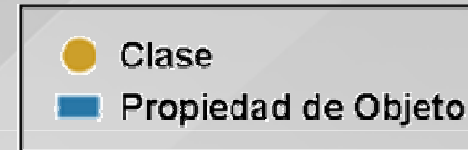
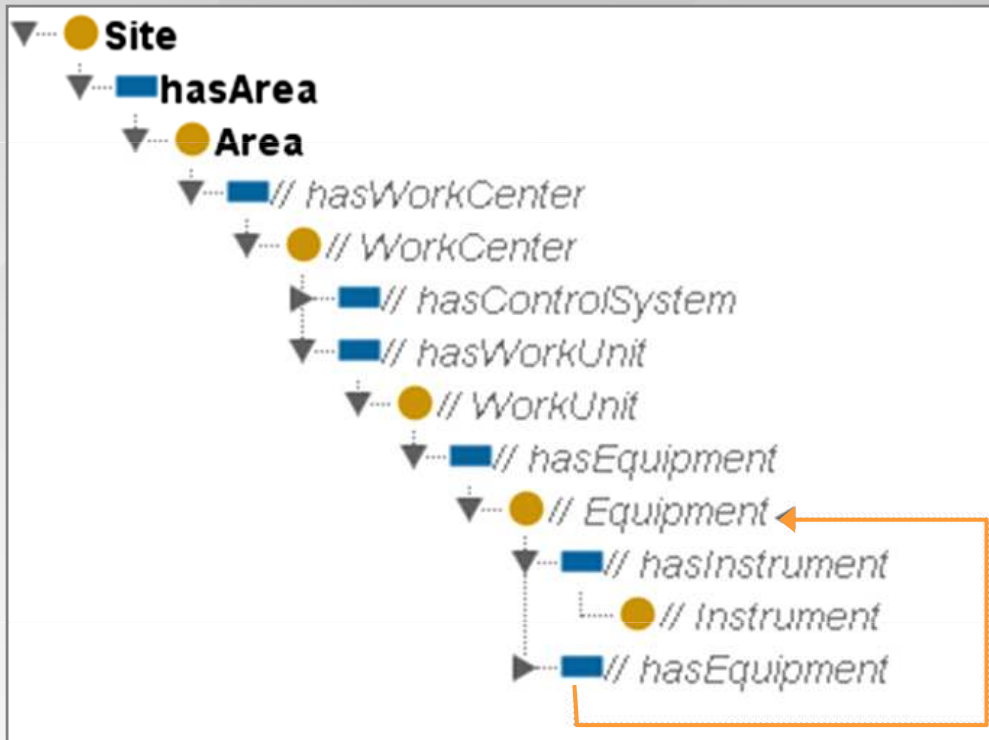
ISA-95/ISA-S88.

Se agregaron los instrumentos que se enlazan a los sistemas de control.

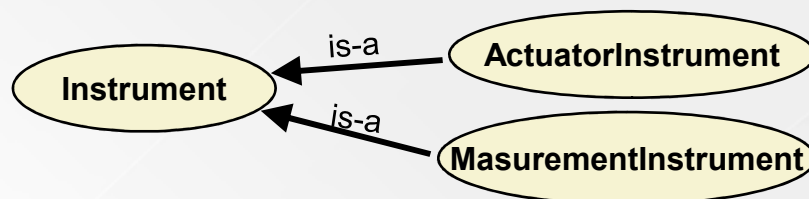


CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

✓ Jerarquía de agregación sin primitivas en OWL.

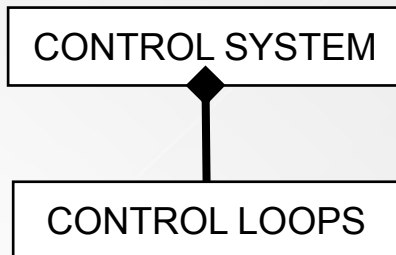
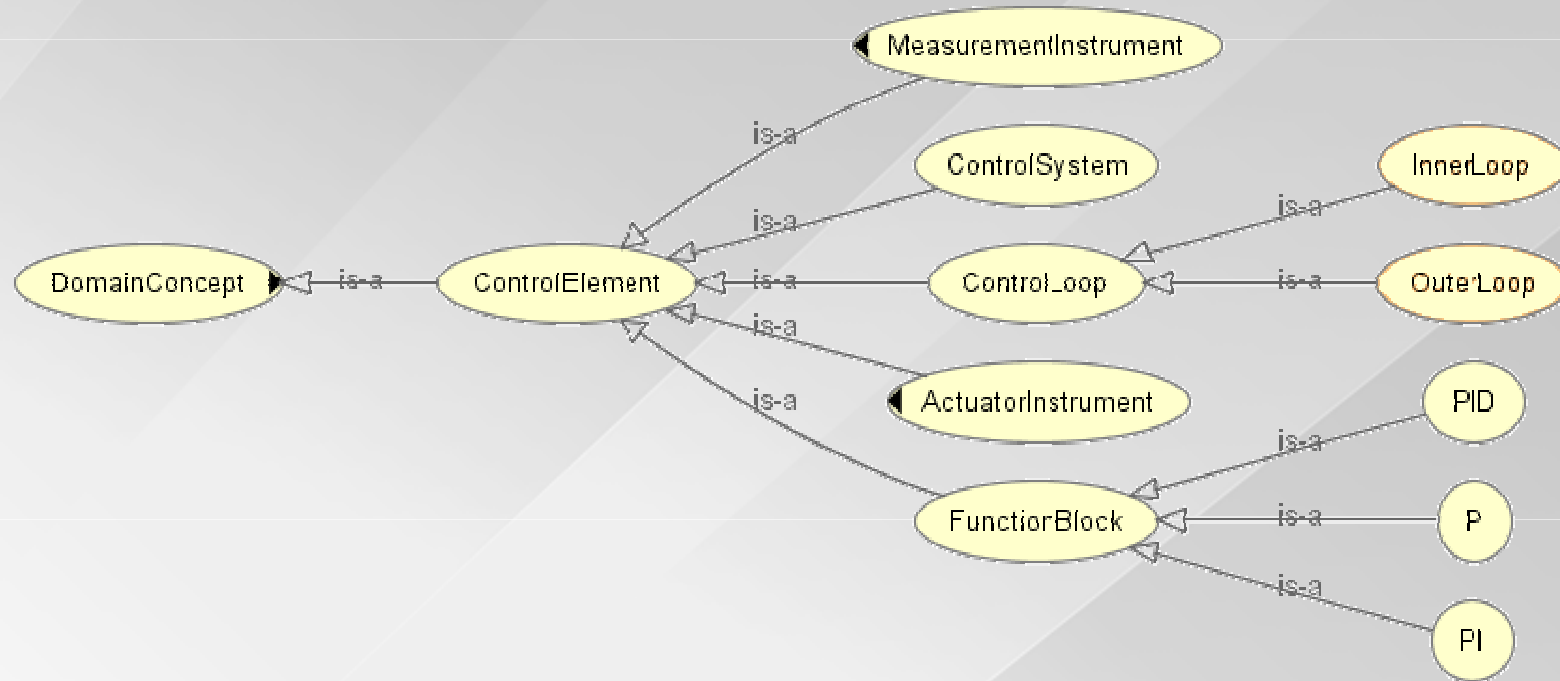


✓ Jerarquía de propiedades transitivas



SISTEMAS DE CONTROL

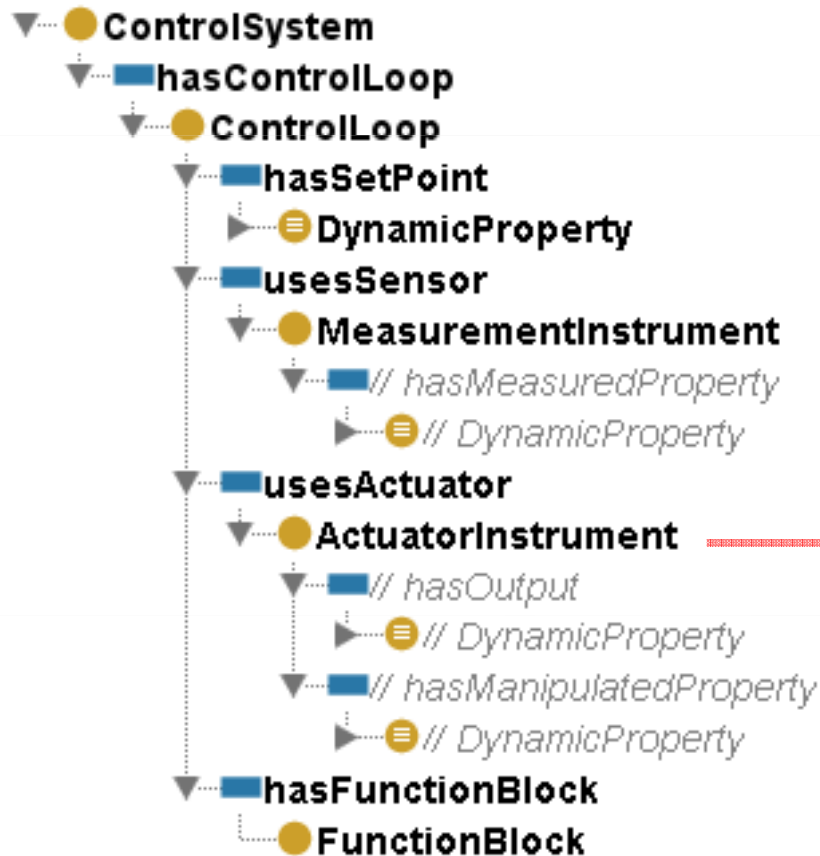
✓ La clase ControlElement engloba todos los conceptos relacionados al control



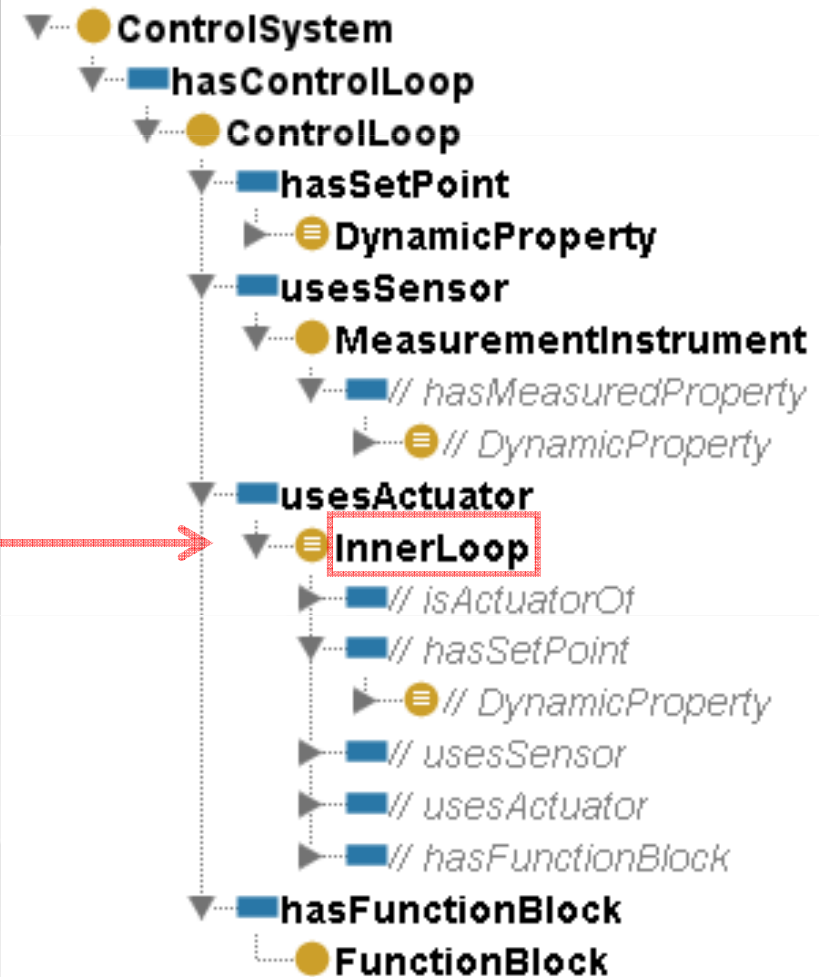
El sistema de control es un conjunto de lazos de control distribuidos en el proceso en base a objetivos específicos de éste.

SISTEMAS DE CONTROL

CONTROL CLÁSICO

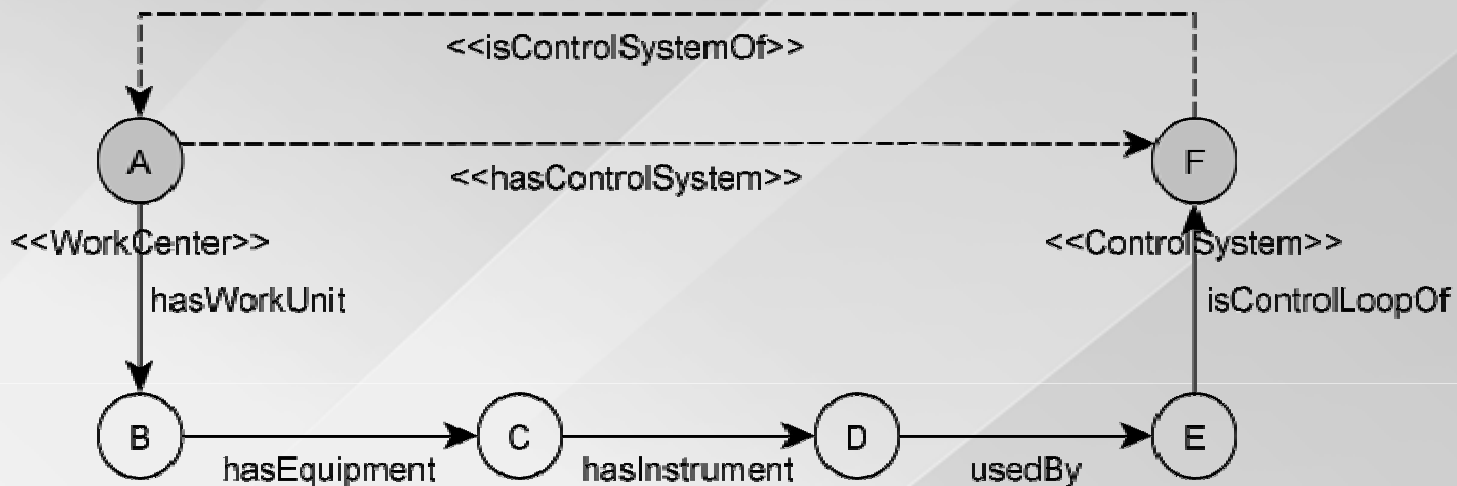


CONTROL EN CASCADA



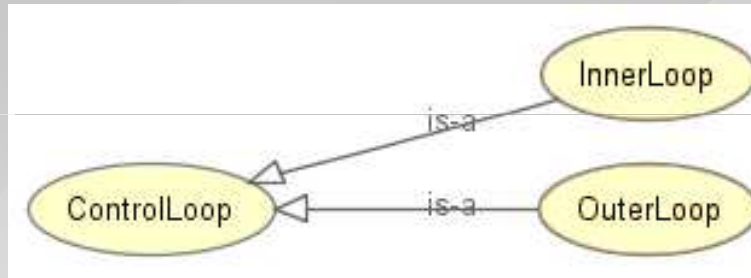
SISTEMAS DE CONTROL

- ✓ Los sistemas de control quedan vinculados a los equipos por intermedio de los instrumentos (Sensores / Actuadores)
- ✓ Una cadena de propiedades establece a que centro de trabajo (Work Unit) pertenecen los sistemas de control.



```
:hasControlSystem rdf:type owl:ObjectProperty ; owl:inverseOf
:isControlSystemOf ;
owl:propertyChainAxiom
(:hasWorkUnit :hasEquipment :hasInstrument :UsedBy :isControlLoopOf).
```

SISTEMAS DE CONTROL

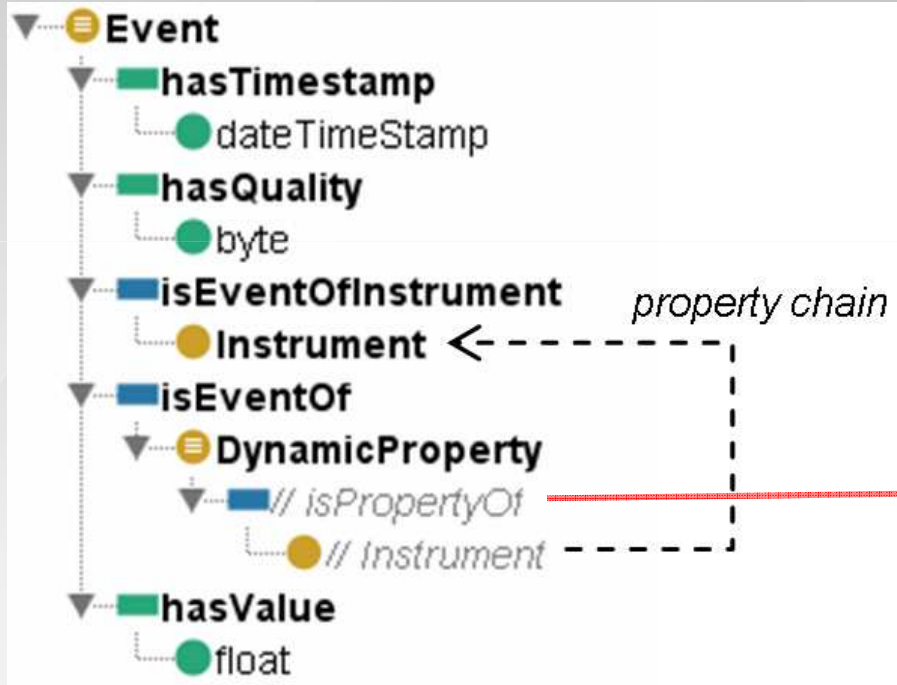


✓ InnerLoop es una clase definida con el axioma de equivalencia:

`ControlLoop and (usedAsActuatorBy some ControlLoop)`

✓ De esta forma el razonador puede clasificar automáticamente cada lazo

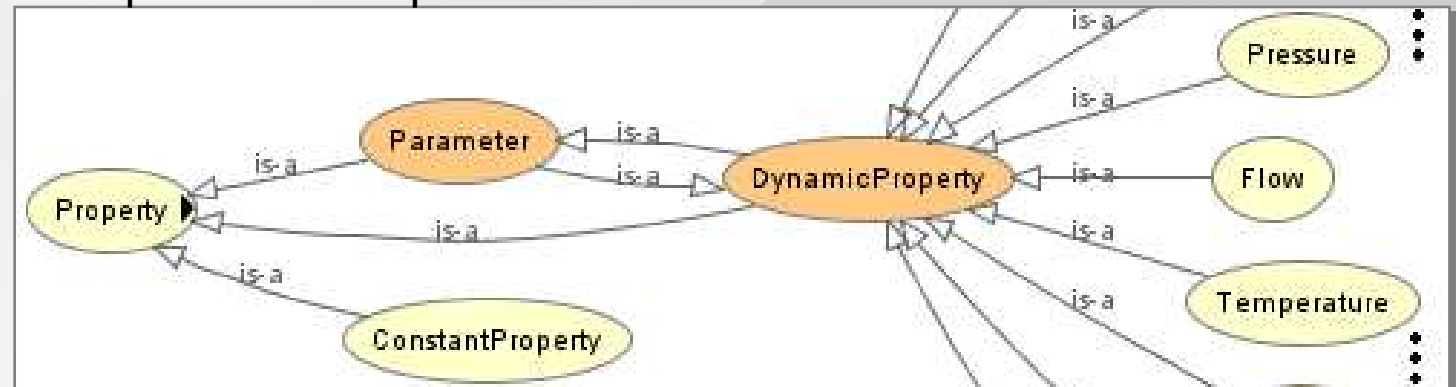
EVENTOS DE PLANTA



✓ La clase Event captura todos las mediciones realizadas por los dispositivos de planta.

inversa de hasProperty
<hasMeasuredProperty / hasManipulatedProperty>

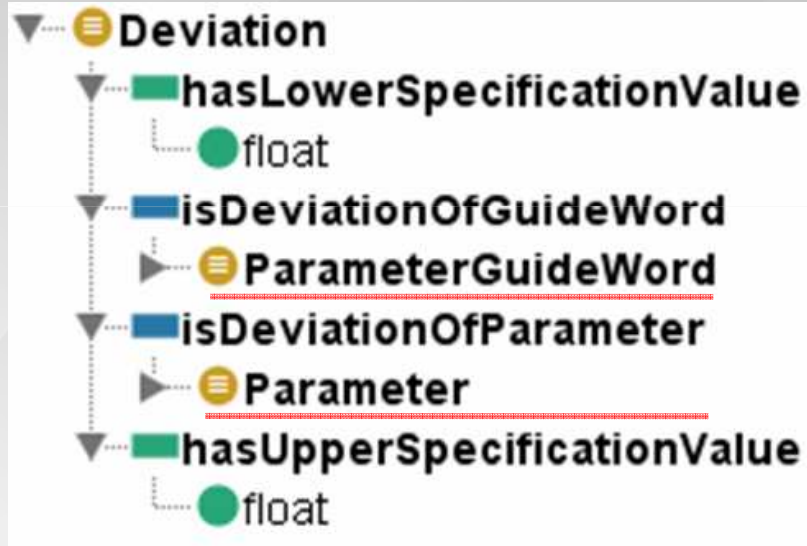
✓ Propiedades del proceso



Las variables son representadas por categorías disjuntas.

<AllDisjointClasses>

EVENTOS DE PLANTA

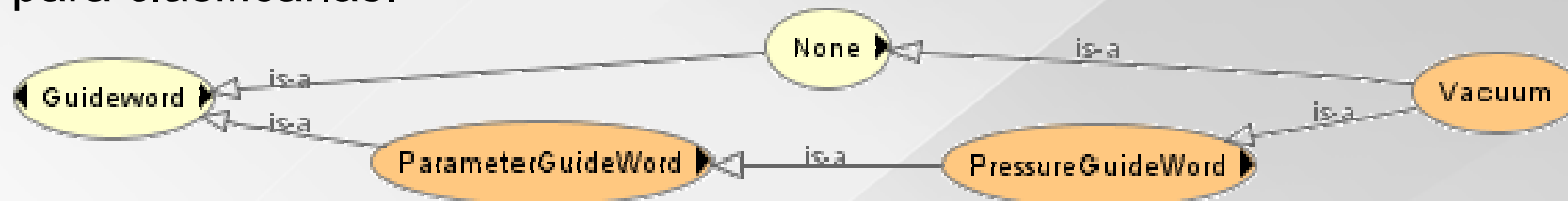


✓ Los desvíos se encuentran asociados a una variable y a una Guide Word.



Palabras reservadas utilizadas en el estudio de HAZOP.

✓ El estándar IEC 61882:2002 propone una serie de términos generales para clasificarlas.



✓ Las Guide Words son representadas mediante una herencia múltiple

EVENTOS DE PLANTA

RAZONAMIENTO PARA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE DESVIOS

✓ Reglas **SWRL** permiten especificar las condiciones para establecer si un Evento representa un Desvío.

```
hasPossibleDeviation(?e, ?g), hasLowerSpecificationValue(?g, ?lv),  
hasUpperSpecificationValue(?g, ?hv), hasValue(?e, ?v),  
greaterThanOrEqualTo(?v, ?lv), lessThanOrEqualTo(?v, ?hv) →  
isRecognizedAsDeviation(?e, ?g)
```

→ *Propiedad inferidas por el razonador. ?e: Evento ?g: Desvío*

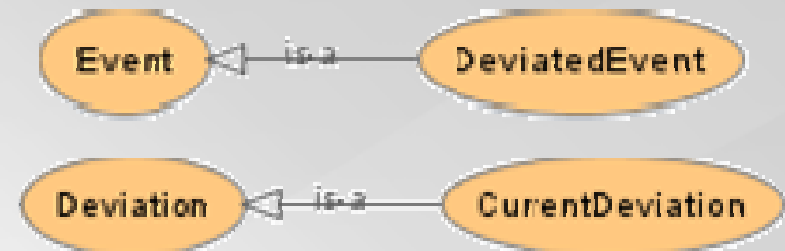
✓ El razonador también clasifica automáticamente los Eventos y Desvíos activos

AXIOMAS DE EQUIVALENCIA

```
Event and  
(isRecognizedAsDeviation some Deviation)
```

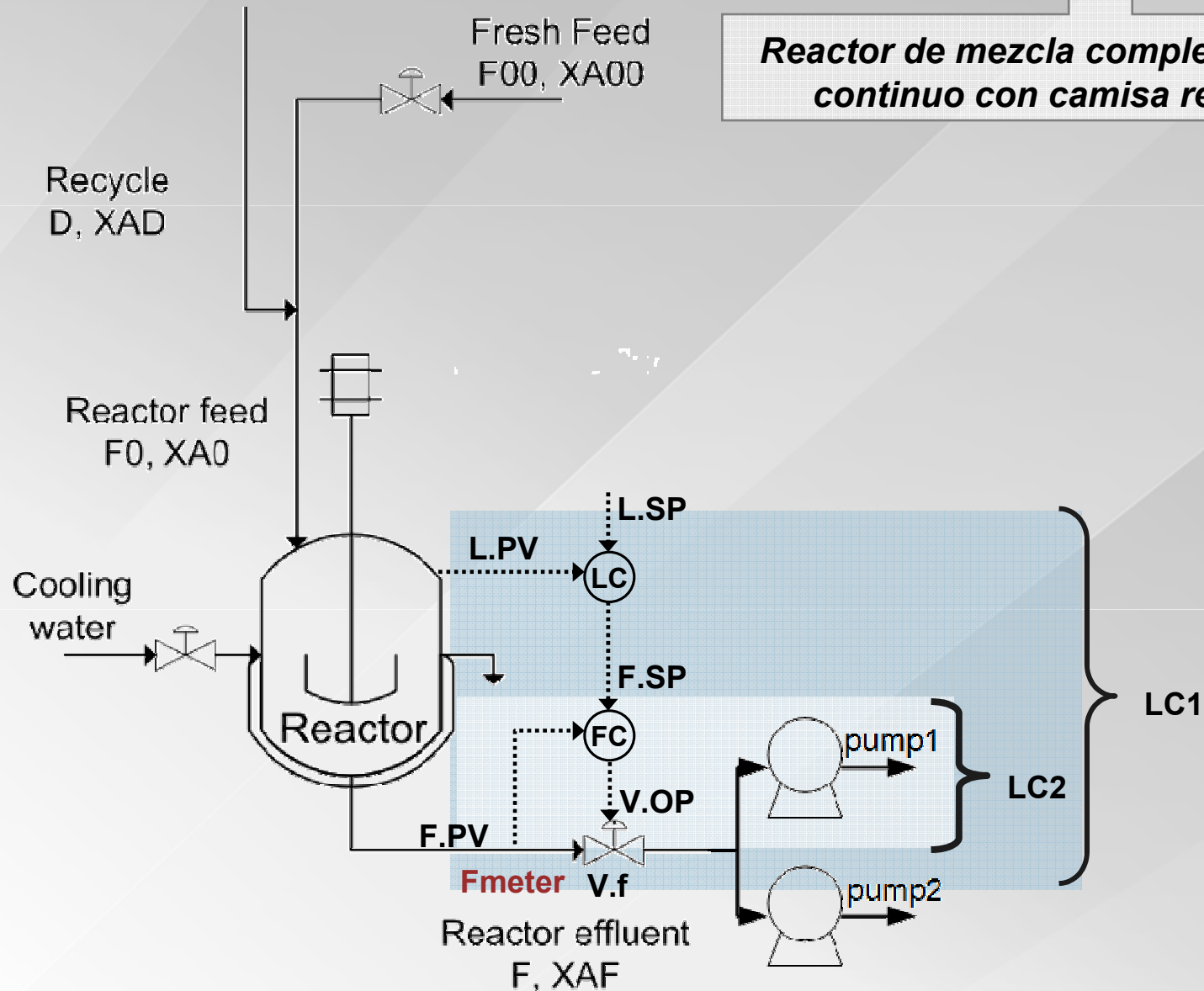
```
Deviation and  
(hasAssociatedEvent some DeviatedEvent)
```

SUBCLASES DEFINIDAS



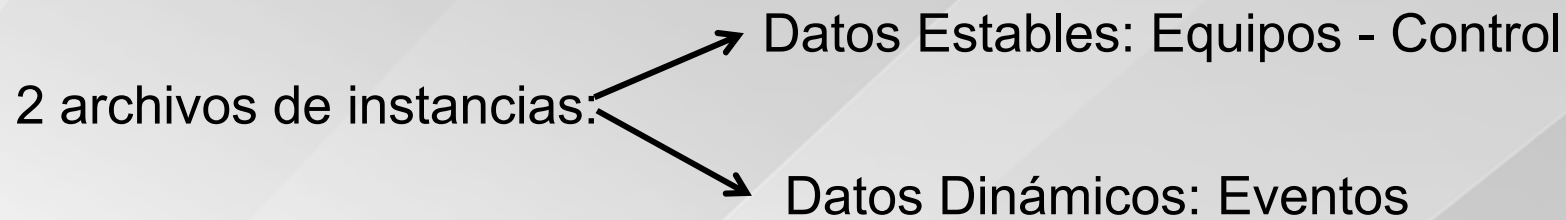
EJEMPLO DE APLICACIÓN → REACTOR CSTR

Reactor de mezcla completa de agitado continuo con camisa refrigerante

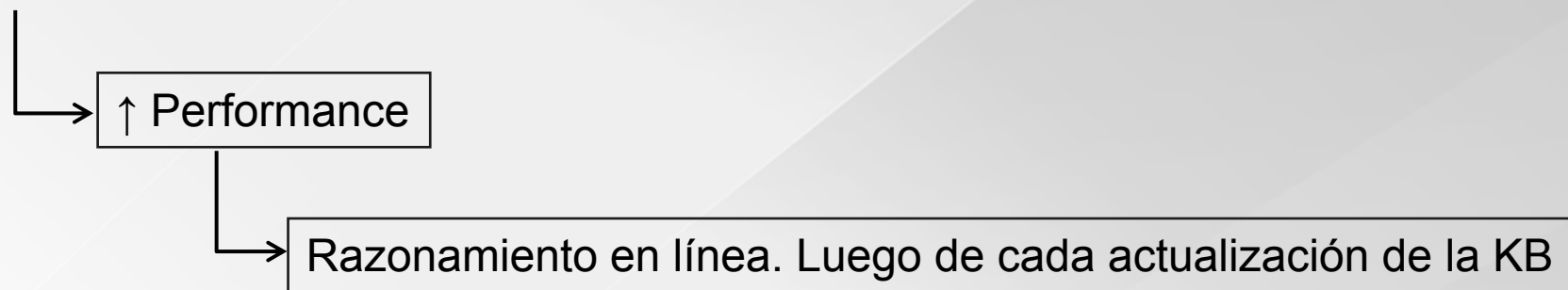


EJEMPLO DE APLICACIÓN → REACTOR CSTR

- ✓ Se generaron las instancias que representan el modelo de la planta
- ✓ Práctica W3C → Separar conceptos de Instancias



- ✓ Esto permite implementar un **razonamiento incremental**



PRUEBAS DE RAZONAMIENTO

3,1 seg.

Razonamiento
completo

INTEL i7

8 Gb RAM

1)

VERIFICACIÓN DE CONSISTENCIA

“LC1 se encontraba vinculado a un Centro de Trabajo Erróneo”

2)

INFERENCIAS

3)

EXPLOTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

2) INFERENCIAS

Property assertions: e1

Object property assertions

- isEventOf F.PV
- isRecognizedAsDeviation FPVLOW
- isEventOfInstrument Fmeter
- hasPossibleDeviation FPVLOW
- hasPossibleDeviation FPVHIGHT

Data property assertions

- hasValue 35.0f
- hasTimestamp "2011-01-24T09:00:08+01:00"^^dateTimeStamp
- hasQuality "0"^^byte

HECHOS INFERIDOS

✓ Deducciones para un evento del sensor *Fmeter*

3) EXPLOTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

LENGUAJE DE CONSULTA → *SPARQL*

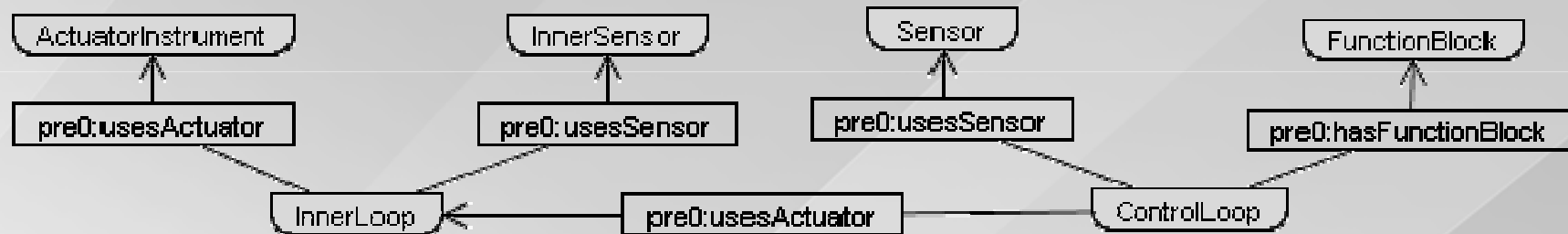


- ✓ W3C
- ✓ Rica sintaxis
- ✓ Soportado por muchos motores de consulta

Se utilizó **OWL3 QueryTab** → *Protégé* → **Pellet**

3) EXPLOTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

✓ El motor de consulta realiza inferencia por equiparación



```
PREFIX onto:<http://www.semanticweb.org/PSOntology.owl>
SELECT ?FunctionBlock ?ControlLoop ?ActuatorInstrument ?Sensor ?InnerLoop ?InnerSensor
WHERE
{
  ?InnerLoop onto:usesActuator ?ActuatorInstrument .
  ?ControlLoop onto:usesActuator ?InnerLoop .
  ?InnerLoop onto:usesSensor ?InnerSensor .
  ?ControlLoop onto:hasFunctionBlock ?FunctionBlock ;
  onto:usesSensor ?Sensor .
}
```

Results

?ControlLoop	?Sensor	?FunctionBlock	?InnerLoop	?InnerSensor	?ActuatorInstrument
pre0:LC1	pre0:Lrsensor	pre0:PID1	pre0:LC2	pre0:Fmeter	pre0:Vf

CONCLUSIONES

- ✓ Se desarrollo una ontología siguiendo un enfoque dirigido por el conocimiento.
- ✓ Conceptos propios de la ingeniería de procesos fueron implementados con éxito utilizando los estándares propuestos por W3C.
- ✓ Se obtuvo una conceptualización correcta para un reactor CSTR.
- ✓ El razonamiento fue aprovechado para:
 - Clasificación de los lazos de control
 - Detección automática de desvíos
 - Verificación de consistencia
- ✓ Los tiempos de razonamiento son compatibles con un procesamiento en tiempo real.

TRABAJOS FUTUROS

- ✓ Conceptualización de patrones temporales - Tendencias.
- ✓ Diseño de la infraestructura - Estrategias para poblar la KB.

CIFASIS



CONICET
UNR AMU



¿PREGUNTAS?

*Fernando Roda
Estanislao Musulin
Marta Basualdo*

www.cifasis-conicet.gov.ar



*Grupo de Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos
Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas*