

# Modelando Procesos de Negocios del Mundo Real

**Abstract—** En esta propuesta de doctorado aspiro a reunir el dominio del Internet de los objetos (Idlo) con el dominio de los procesos de negocios para trabajar hacia el Internet del futuro, el cual incluye todas las capas de la tecnología de la red. En el presente sugiero introducir nuevos conceptos de notación bajo las normas actuales de modelación de procesos de negocios para facilitar la modelación de procesos utilizando objetos del mundo real. Obtengo y clasifico propiedades específicas Idlo en los procesos de negocios del mundo real. Por medio de un caso práctico, que se basa en tecnología de sensores, analizo los estándares actuales de la modelación de los procesos de negocios como Business Process Modeling and Notation (BPMN), Web Service Business Process Execution Language (WSBPEL), Extended Event-driven Process Chain (eEPC) y Unified Modeling Language (UML) para extraer las propiedades Idlo de los procesos. Una evaluación final concluye con la notación más adecuada para modelar procesos del mundo real utilizando tecnología Idlo y propone a extender enfoques establecidos mediante la implementación de aspectos Idlo.

*Keywords-business process management; internet of things*

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el llamado Internet de los objetos (Idlo) atrajo mucha atención y ahora empieza a tener una amplia aceptación como método para el manejo de objetos del mundo real y de los dispositivos que participan como entidades independientes en aplicaciones de red. Objetos heterogéneos interconectados entre sí han adquirido la capacidad de detectar su estado físico y el medio para funcionar así como actuadores, y de comunicarse no sólo con otros objetos / nodos, pero también para llegar a una gran cantidad de otras aplicaciones a través de protocolos de Internet [1]. Conceptos iniciales de arquitecturas Idlo ya facilitan la integración de los sistemas Idlo con el Internet del Futuro [2],[3].

Si bien la comunidad de Idlo ha identificado claramente la necesidad de la interoperabilidad con otras aplicaciones del Internet, el dominio de modelación de procesos de negocios empresariales parece ser aun reacia a hacerle frente y modelar aspectos del mundo real. Desde la perspectiva de procesos de negocios, muchas propiedades de Idlo, como la incertidumbre y la falta de fiabilidad de la información, federaciones altamente dinámicas de los componentes de red, o incluso la noción de las entidades físicas como partes inherentes al proceso de modelación no son reflejados de manera directa como conceptos de modelado. En otras palabras: Los “objetos” en el Internet de los objetos en realidad no existen en el proceso de modelación de negocios empresariales.

Esta propuesta de investigación contribuye a superar los obstáculos existentes en materia de integración de tecnologías Idlo y procesos de negocios. Este se lleva a cabo bajo el proyecto de investigación europea IoT-A el cual busca definir una arquitectura de referencia para el Internet del Futuro. Esto permite la reducción de la brecha entre las capas más bajas del Internet del Futuro y las capas más altas de procesos empresariales. Un resultado central del proyecto IoT-A es la

definición de un modelo de dominio base [4], que describe los dispositivos del mundo real en términos de los servicios que prestan, y otros aspectos del dominio del mundo real. Los servicios del mundo real potencialmente incluyen características como consistencia gruesa, la importancia del lugar, el tiempo y el acceso ilimitado. Esta propuesta investiga cómo las propiedades de los servicios del Idlo y los servicios tradicionales del Internet de los servicios (Idls) difieren entre sí. Las propiedades ganadas están clasificadas dependiendo de su importancia en el área de la modelación de procesos de negocios. Un análisis detallado muestra como las propiedades definidas pueden ser modeladas utilizando notaciones BPM y pone en manifiesto la gran brecha que hay que cerrar con la utilización de nuevos enfoques. Por último, este documento termina con un breve resumen y ofrece perspectivas de investigación en este campo.

## II. MARCO TEORICO: BPM NOTACIONES

La Asociación Europea de Business Process Management (EABPM) define el termino Business Process Management (BPM) como un enfoque sistemático para capturar, ejecutar, medir, documentar, monitorear y controlar los procesos automatizados y no automatizados para alcanzar determinados objetivos [3]. Una parte importante del ciclo de vida de BPM es la modelación de procesos de negocio. En uso operativo, se distinguen dos modos de la modelación:

- El nivel económico que estima el flujo de proceso en pocos pasos, sin definir la semántica detallada de la ejecución
- El nivel técnico, que especifica todos los detalles de ejecución basado en la descripción económica del nivel anterior

Los procesos de negocios pueden ser modelados bajo muchos métodos y técnicas. De acuerdo con [5] las normas de notación más utilizadas son BPMN, eEPC y UML. El Object Management Group (OMG) ha adoptado BPMN como un estándar y la versión esperada 2.0 finalmente fue lanzada en 2011[6]. UML es otra norma del OMG [7], que además de doce tipos diferentes de diagrama, ofrece el diagrama de actividad para modelar procesos que consisten en varias actividades. Uno de los estándares más conocidos es el eEPC que hace parte del concepto ARIS [8], este ofrece una vista centrada a los eventos de los procesos de negocio. Hasta ahora, las últimas versiones de estas normas - BPMN 1.2, eEPC 2.0 y UML 2.3 - sólo ofrecen notaciones gráficas de diagramas de flujo de procesos. Por lo tanto, varios metamodelos se han desarrollado para convertir estas anotaciones gráficas en anotaciones ejecutables como WSBPEL 2.0 [9] que está estandarizado por OASIS, y es el estándar principal para la representación de los procesos de negocios ejecutables. WSBPEL, como un proceso de representación basada en XML, permite la composición de servicios web a los servicios de mayor valor. Estos servicios normalmente son diseñados para los procesos. WSBPEL se procesa basada en una estructura de bloques y contribuye a una estructura de control rígido, lo cual

es una ventaja para la ejecución del proceso. Además, WSPeL es compatible con varios aspectos como la detección de errores o deadlocks. La estructura de los bloques de WSBPEL es muy diferente a la notación basada en gráficas. Debido a los conceptos totalmente diferentes, las conversiones de BPMN 1.2 o EPC a WSBPEL están todavía muy limitadas por muchos problemas [10]. La nueva versión 2.0 de BPMN promete cerrar la brecha entre la notación y la ejecución de un proceso de negocio; por esta razón la representación WSBPEL es obsoleta y como consecuencia, WSBPEL no es más considerada. Con la inclusión de la semántica definida para ejecutar procesos y un formato de serialización XML, BPMN 2.0 se obtiene la primera notación que combina una notación que es fácil de usar con una especificación técnica de un modelo ejecutable en el mismo proceso de representación [9].

### III. CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DEL IDLO

Los enfoques actuales se centran en el modelado y la ejecución de los procesos previstos en un entorno empresarial. Por el contrario, las interfaces estándar de la tecnología Idlo permiten la implementación flexible de procesos de negocio y la reacción rápida a los procesos adaptados a las nuevas necesidades. Esto incluye la integración rápida de las tecnologías del mundo real en el entorno empresarial existente. La representación de las propiedades específicas Idlo en la notación gráfica y técnica es un requisito para la integración de objetos inteligentes (p.ej. sensores) en los procesos de negocio. Con el fin de resaltar la diferencia entre los procesos de negocios actuales y futuros, y de analizar la conciencia Idlo de notaciones estándares de procesos de negocio, se esbozan inicialmente una serie de propiedades Idlo del proceso:

**Concepto de entidad:** Si bien el servicio es el concepto central en el Idls, la *Entidad de Interés* (EdI) y sus dispositivos y recursos son los conceptos clave en el modelo de dominio Idlo [4]. Las EdIs se relacionan con los "objetos" del mundo real. Dispositivos de hardware que interactúa con las EdIs y los recursos son elementos de cálculo. El lenguaje para modelar procesos de negocio Idlo debe ser compatible con el enfoque basado en el concepto de la entidad, teniendo en cuenta aspectos como la integración de los conceptos existentes de modelización del Idls.

**Ejecución distribuida:** La ejecución automática y semiautomática de un proceso de modelación es una de las ventajas principales de este proceso. En lugar de tener una ejecución central como en el Idls, la ejecución de los pasos del proceso están normalmente distribuidos en los dispositivos en un proceso Idlo. El diseño de las actividades distribuidas debe ser posible con un lenguaje de modelado.

**Interacciones:** Los procesos de negocios Idlo introducen dos formas adicionales de interacciones: Las interacciones entre los servicios de varias EdIs al nivel de dispositivo y las interacciones entre los servicios Idlo y los servicios Idls. Debido a las diferencias de servicios Idlo e Idls, estas formas de interacción deben ser consideradas durante el modelado de procesos.

**Datos distribuidos:** Cuando los procesos de negocios son realizados en Idls, se utiliza sólo un almacenamiento central de datos. En el Idlo es posible distribuir los datos a través de

varios dispositivos de almacenamiento. Un lenguaje de modelado debe permitir la organización de esta distribución de dichos datos.

**Escalabilidad:** En los procesos Idls sólo hay un depósito central para los servicios. En los procesos Idlo múltiples EdIs, dispositivos y recursos pueden aparecer. La complejidad del proceso debe ser independiente del número de EdIs, dispositivos, recursos y servicios. Además, el creciente número de dispositivos no debería tener un impacto en el rendimiento de la ejecución del proceso. El lenguaje de modelado debe ofrecer conceptos para describir el rendimiento esperado.

**Abstracción:** Como EdIs con varios dispositivos pueden aparecer en el Idlo, es razonable abstraer estos dispositivos a una EdI. Dispositivos de la EdI brindan diferentes servicios. En el Idlo la exactitud y la disponibilidad de estos datos acumulados pueden tener una calidad mucho más alta que los datos de cada dispositivo individual. El lenguaje de modelado debe ser compatible con este tipo de abstracción.

**Disponibilidad:** En el Idls, la disponibilidad y configuración de los servicios pueden ser considerarse estáticos. Debido a la naturaleza móvil, que tienen los dispositivos de EdIs, la disponibilidad de los dispositivos de Idlo no puede ser garantizada en todas partes. Esto afecta al tiempo de ejecución de un proceso, en el cual un dispositivo y un recurso de una EdI participan. La desaparición y reaparición de los dispositivos así como los retrasos de la ejecución deben ser expresables en un lenguaje de modelado de negocio Idlo.

**Tolerancia a fallos:** Dado a que la disponibilidad de dispositivos en el Idlo es incierta, un proceso de negocios que depende en la presencia de un EdI y sus dispositivos y recursos debe ser capaz de manejar los fallos debido a ausencia de dispositivos. En consecuencia, el lenguaje de modelado debe establecer un concepto para expresar esta tolerancia a fallos.

**Flexibilidad:** Los procesos Idls en su mayoría son muy rígidos y estructurados. En el Idlo, el flujo del proceso puede ser influenciado por el comportamiento del usuario final, o por un determinado evento [11]. El lenguaje de modelado debe ser capaz de diseñar procesos de negocios que se adapten al contexto del proceso empresarial el cual varía dependiendo de los eventos que ocurren en un flujo normal de secuencia [12].

**Incertidumbre de información:** La información en los procesos de negocio Idls es considerada precisa. En el Idlo existe una incertidumbre sobre la información proporcionada por los dispositivos y servicios. Como muchos dispositivos con diferentes niveles de precisión de la información pueden estar involucrados en un proceso, la calidad de la información global puede variar mucho y ser incierta. Para tratar esta dificultad, el lenguaje de modelado debe ofrecer los medios para expresar la certeza de la información.

**Tiempo real:** En los procesos de negocio Idls a menudo no hay interacción con entidades del mundo real. Por esto no hay necesidad de tener en cuenta los aspectos de tiempo real. Como los procesos de negocio Idlo interactúan con las EdI en el mundo real, las limitaciones de tiempo real pueden aplicarse a estos procesos. Por lo tanto, la expresión de un punto en el tiempo concreto o de un cierto período de tiempo para un paso del proceso debe ser considerado.

Estas propiedades Idlo se obtuvieron mediante una encuesta con expertos de Idlo y BPM [13]. Para clasificar estas características en función de su importancia para los procesos de modelado Idlo, se dividen en los siguientes grupos:

TABLE I. CLASIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS IDLO

Grupo	Características Idlo	Orden
Datos de entidad y ejecución	Conceptos de entidad, ejecución distribuida, interacciones, datos distribuidos, tiempo real	1
Procesos dinámicos	Disponibilidad, tolerancia a fallos, flexibilidad	2
Interacciones	Escalabilidad, abstracción, incertidumbre de información	3

#### IV. ANÁLISIS

Esta sección analiza cuál de los aspectos definidos puede ser modelado utilizando enfoques comunes para modelar procesos de negocios. Para esto se examina paso a paso las últimas versiones de las notaciones estándar como BPMN 2.0, eEPC 2.0 y el diagrama de actividad de UML 2.3 cubriendo así cada una de las propiedades introducidas del Idlo:

**Concepto de entidad:** La terminología del mundo Idls está muy centrada en los procesos de modelado en un contexto empresarial. En este entorno, la EdI técnica y humana de un servicio individual es menos importante. Todas las anotaciones permiten modelar actores, pero no hay posibilidad de especificar una EdI - excepto BPMN y UML que ofrecen anotarla a una actividad o modelar usando los carriles. En ninguna de las notaciones se distinguen los términos de EdIs, dispositivos y recursos.

**Ejecución distribuida:** BPMN y UML ofrecen la posibilidad de anotar una actividad con el nombre o la identificación de una EdI o un dispositivo. Esta opción está totalmente ausente en el eEPC. Dado que la información adicional sería necesaria para la ejecución distribuida (p.ej. la actividad deberá ser ejecutada en todas EdIs disponibles en cierto tipo de una EdI), la capacidad clásica de la notación de modelado se considera insuficiente.

**Interacciones:** BPMN, UML y eEPC permiten especificar el flujo del proceso y el flujo de los datos de un proceso. Por todas las notaciones los tipos diferentes de interacción han sido poco consideradas a nivel de la modelación. Los aspectos del tiempo de respuesta, la incertidumbre de la información o el error de los tipos diferentes de interacciones no son apoyados con las notaciones actuales.

**Datos distribuidos:** Todas las anotaciones permiten el modelado de objetos de datos que corresponden a los recursos Idlo. Es posible especificar un flujo de datos separados de/a un recurso a/de una actividad específica. Además, UML y BPMN permiten anotar los datos del objeto con el nombre del recurso o colocar los datos del objeto en el carril adecuado que contiene todas las actividades correspondientes de un cierto recurso. eEPC no incluye esta información.

**Escalabilidad:** Para evaluar la escalabilidad de un proceso de negocio, información sobre las EdIs y sus dispositivos, recursos y servicios es necesaria. Desde eEPC solamente ofrece modelar la unidad de organización de una actividad o de un objeto de datos, no está claro cuántas instancias están

involucradas y la escalabilidad no puede ser evaluada. BPMN y UML ofrece simbolizar EdIs diferentes y dispositivos utilizando los carriles como actores separados. Para evaluar la escalabilidad de la información de un proceso más información sobre las EdIs y los dispositivos tienen que ser proporcionada durante el modelado. De lo contrario, al abstraer dispositivos y recursos en un nivel superior no se sabe cuántas instancias participarán en la ejecución del proceso final.

**Abstracción:** Las notaciones BPMN y UML tienen conceptos para abstraer actividades a actividades de un valor mayor. BPMN incluye dos conceptos: Primero, dependiente del flujo del proceso partes del proceso se puede agrupar a sub procesos. Segundo, una selección de actividades con independencia de flujo del proceso se puede agrupar dependiendo del contenido. UML permite agrupar los elementos del proceso independiente del flujo del proceso o de los datos, así como indicar una actividad como un sub proceso. eEPC contiene un símbolo para simbolizar la conexión a otros procesos.

**Disponibilidad:** Con todas las anotaciones se puede modelar procesos de negocio antes de la ejecución. Actividades modeladas pueden no estar disponibles debido a la movilidad de los dispositivos en tiempo de ejecución. Este caso puede ser modelado con todas las anotaciones, excepto eEPC, ya que el dispositivo está disponible en tiempo de modelado. Por el contrario, los dispositivos que no estaban disponibles en el momento del modelado podrían estar disponibles en tiempo de ejecución. Para reaccionar ante esta conducta móvil en tiempo de ejecución, información adicional sobre la EdI y sus dispositivos es necesaria en el momento de modelado. Esta información actualmente no está considerada por cualquiera de las notaciones presentes.

**Tolerancia a fallos:** La tolerancia a fallos contrasta con los objetivos de las notaciones de modelado actual, ya que un proceso de negocios tiene que ser altamente confiable. En BPMN existe la posibilidad de combinar las actividades del proceso mediante el flujo de procesos o de mensajes. Un proceso que se extiende sobre varios EdIs, dispositivos y recursos puede estar representado en el modelo del proceso BPMN utilizando una piscina y varios carriles o con varias piscinas. El flujo de mensajes es más tolerante a fallos que el flujo del proceso, como la transferencia de mensajes no afectará a las actividades del dispositivo anterior. UML ofrece modelar procesamiento a granel, que también podría mejorar la información de la avería. eEPC espera que una actividad siga posteriormente a un evento. Este mecanismo dificulta modelar un proceso que sea tolerante a fallos.

**Flexibilidad:** Ninguna de las notaciones ofrece herramientas para cambiar de forma flexible el flujo de proceso en tiempo de ejecución. Un proceso puede variar en función de actividades, eventos o contextos que se dan durante la ejecución. Usando BPMN, eventos diferentes pueden ser representados. Dependiente de un evento, un flujo de proceso puede ser activado o influenciado. Un proceso puede desencadenar un nuevo evento. UML no distingue entre tipos diferentes de eventos, pero ofrece la posibilidad de modelar un evento. eEPC permite cambiar las secuencias de eventos y actividades. Además los eventos están utilizados para la

verificación después de una rama y para activar los procesos. De tal modo, no es posible distinguir entre los eventos funcionales y técnicas.

**Incertidumbre de información:** Con todas las notaciones se puede modelar ramas, y verificar la exactitud de la información individual mediante mecanismos de la detección de errores. La exactitud de la información es muy diferente según el dispositivo o recurso correspondiente. En función de la descripción de la fuente de información, el proceso de negocio puede ser modelado de forma diferente. Ninguna de las notaciones ofrece modelar una descripción más precisa de la fuente técnica de los servicios y los objetos de datos.

**Tiempo real:** Los lenguajes UML y eEPC no prevén modelar con restricciones basadas en el tiempo. Con la ayuda de diferentes eventos del tiempo BPMN permite tomar en cuenta algunas restricciones del tiempo real dadas durante la modelación de Idlo procesos.

#### A. Resultados

La representación gráfica es muy similar para todos los enfoques - excepto BPEL, que se centra en la ejecución del proceso técnico. BPMN y el diagrama de actividad de UML son las notaciones gráficas más extensas. En comparación con eEPC, BPMN y UML ya pueden representar partes del enfoque basado en el concepto de EdI y la ejecución distribuida del Idlo. Ninguna de las notaciones considera diferentes tipos de interacciones en el nivel de modelado. Los aspectos Idlo “datos distribuidos” y “escalabilidad”, pueden ser parcialmente considerados usando BPMN o UML. eEPC no es compatible con la representación de estas propiedades. En comparación, BPMN ofrece diversos instrumentos para representar aspectos de la abstracción centrada en ambientes diseñados por los principios de arquitectura orientada a servicios. Los aspectos de la movilidad y disponibilidad están tomados en cuenta por los lenguajes de modelado. Comportamiento de tolerancia a fallos de un proceso de negocios que es parcialmente y exclusivamente cubierto por BPMN y UML. BPMN ofrece ya un amplio conjunto de tipos de eventos varios y por lo tanto ofrece la notación más flexible para los procesos de negocio Idlo. El aspecto de incertidumbre de información no está cubierto por ninguna de las lenguas. Sólo BPMN cubre el modelado de las restricciones de tiempo real.

TABLE II. COBERTURA DE LAS CARACTERÍSTICAS IDLO

Características Idlo	BPMN	eEPC	UML
Concepto de entidad	En parte	No	En parte
Ejecución distribuida	En parte	No	En parte
Interacciones	No	No	No
Datos distribuidos	En parte	No	En parte
Escalabilidad	En parte	No	En parte
Abstracción	Sí	No	En parte
Disponibilidad	No	No	No
Tolerancia a fallos	En parte	No	En parte
Flexibilidad	Sí	En parte	En parte
Incertidumbre de información	No	No	No
Tiempo real	Sí	No	No

En conclusión, el enfoque más adecuado para describir los procesos de negocio que incluyen tecnología Idlo, promete ser BPMN 2.0. La TABLE II. muestra una visión final del análisis de esta sección. Además del análisis, BPMN ofrece las

siguientes ventajas adicionales, que son importantes para el trabajo futuro de esta investigación: BPMN es la primera notación amigable que es ejecutable mediante la definición semántica y tiene una extensibilidad general para definir nuevos artefactos, que se basan en las convenciones del dominio Idlo.

## V. CONCLUSIONES

Con esta propuesta doy una introducción a la modelización de procesos de negocio Idlo. Presento un análisis de las notaciones disponibles de modelado de procesos de negocios centrada en la representación gráfica de los procesos. Primero, discuto varias características de los procesos de negocio Idlo con énfasis en la diferencia entre los procesos Idlo y Idls. Segundo, analizo y evalúo las notaciones BPM actuales BPMN, eEPC y UML en términos de su capacidad de cubrir las características Idlo definidas. Llego a la conclusión que BPMN es el enfoque más adecuado para modelar los procesos de negocio Idlo. Tercero, abro el debate para extender notaciones actuales BPM por medio de nuevos conceptos para permitir la aplicación de tecnología Idlo en los procesos de negocio desde una perspectiva de modelado.

En el futuro, voy a seguir trabajando en un concepto de modelado general e independiente de notaciones para modelar procesos de negocio Idlo. La investigación adicional se ocupará de la aplicación de este concepto de referencia a una notación concreta de modelado de procesos de negocio. Como resultado obtenido de este trabajo, pienso aplicar el concepto de referencia a BPMN 2.0 para llegar a extensiones concretas y verificadas Idlo. Además de estos desafíos conceptuales, voy a focalizar en el desarrollo de un editor de proceso para el que soporte la modelación de los procesos de negocios Idlo.

## REFERENCIAS

- [1] SENSEI (Integrating the Physical with the Digital World of the Network of the Future). <http://www.sensei-project.eu/>, 2010.
- [2] IoT-A (Internet of Things – Architecture). <http://www.iot-a.eu/>, 2011.
- [3] Schmidt, G. Business Process Management Common Body of Knowledge- BPM CBOK, 2009.
- [4] Haller, S. “The Things in the Internet of Things”, Poster at the (IoT 2010). Tokyo, Japan, November 2010. [http://www.iot-a.eu/public/news/resources/TheThingsintheInternetofThings\\_SH.pdf](http://www.iot-a.eu/public/news/resources/TheThingsintheInternetofThings_SH.pdf), 2011.
- [5] D. Guinard, V. Trifa, E. Wilde, “A Resource Oriented Architecture for the Web of Things”, in Proceedings of Internet of Things 2010 International Conference (IoT 2010). Tokyo, Japan, November 2010.
- [6] OMG Business Process Model and Notation 2.0 Specification, 2011.
- [7] OMG Unified Modeling Language Specification, 2010.
- [8] Keller, G., Nüttgens, M. and Scheer, A. Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK). Inst. für Wirtschaftsinformatik, 1992.
- [9] Alves, A., Arkin, A., Askary, S., Barreto, C., Bloch, B., Curbera, F., Ford, M., Goland, Y., Guízar, A. and Kartha, N. Web services business process execution language version 2.0. OASIS Standard, 2007.
- [10] Weidlich, M., Decker, G., Großkopf, A. and Weske, M. BPEL to BPMN: the myth of a straight-forward mapping. On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008, 265-282.
- [11] Fraunhofer ISST. <http://www.saperionblog.com/lang/de/wie-workflows-auf-ihre-umgebung-reagieren-konnten-oder-kontextadaptives-bpm/1133/>, 2010.
- [12] Saidani, O. and Nurcan, S. Towards context aware business process modelling. Citeseer, 2007.
- [13] Meyer, S. IoT-A WP2 Project Survey. SAP Research, Zurich, 2011.