

Diagramas UML como elemento básico del modelo de integración empresarial Actor de Empresa

Msc. Diana Jimena López Mesa¹
Corporación Universitaria Comfacauca - Colombia
dlopez@unicomfacauca.edu.co

Didier Alexander Sánchez³
Corporación Universitaria Comfacauca- Colombia
didiersanchez@unicomfacauca.edu.co

Msc. Fernando Vinicio Valencia Aguirre²
Universidad Técnica del Norte- Ecuador
fvvalencia@utn.edu.ec

Byron David Bolaños⁴
Corporación Universitaria Comfacauca- Colombia
byronbolanos@unicomfacauca.edu.co

Fecha Recepción: 17/04/18 - Fecha Aprobación: 29/05/18

Resumen: Este artículo muestra una fase de un proyecto cuyo objetivo principal, es la definición de un marco de referencia para una metodología de aplicación del Modelo Actor de Empresa- MADE, usando como base análoga la metodología para sistemas multiagentes INGENIAS. MADE consta de unas entidades cuyas relaciones deben poder representarse gráficamente, de tal modo, que facilite el diseño e implementación software.

Las representaciones gráficas requeridas, se pueden realizar con un lenguaje gráfico ya existente a través de la definición de modelos. Se definieron cinco modelos representados en diagramas de clase del lenguaje UML: Modelo de ADE, Modelo de tareas y objetivos, Modelo de interacción, Modelo de entorno y Modelo de Organización. Estos modelos son una representación completa y robusta del sistema, lo que facilita su posterior implementación software.

Palabras clave: Automatización industrial, Diagramas UML, Integración empresarial, MADE, Representación gráfica.

Abstract: This article shows a phase of a project whose main objective is the definition of a frame of reference for an application methodology of the Enterprise Actor Model - MADE, using as a similar basis the methodology for Multi-agent Systems INGENIAS. MADE consists of entities whose relationships must be represented graphically, in such a way that facilitates the design and implementation of software.

The graphic representations required can be done with an existing graphic language through the definition of models. Five models represented in UML language class diagrams were defined: ADE Model, Task and Objective Model, Interaction Model, Environment Model and Organization Model. These models are a complete and robust representation of the system, which facilitates later software implementation

Keywords: Industrial automation, UML diagrams, Business integration, MADE, Graphic representation.

1. Ingeniera en Automática Industrial y Magíster en Automática de la Universidad del Cauca. Especialista en Gerencia Educativa de la Universidad Católica de Manizales. Docente Investigadora e integrante del Grupo de Investigación en Sistemas Inteligentes-GISI de la Corporación Universitaria Comfacauca.

2. Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte y Magister en Manufactura y Diseño Asistido por Computador en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Docente de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica e Integrante del Grupo de Investigación GIDSIM (Grupo de Investigación Diseño y Manufactura).

3. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca. Integrante del Semillero de Investigación en Mecatrónica.

4. Estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Corporación Universitaria Comfacauca. Integrante del Semillero de Investigación en Mecatrónica.

1. INTRODUCCIÓN

El Modelo Actor de Empresa-MADE, nace con el propósito de establecer un patrón que represente de forma integral y sistemática la estructura e integración de los componentes de una empresa de manufactura, lo cual, facilita en gran medida el proceso de automatización empresarial [1]. MADE es una importante contribución al área de la automática industrial, ya que su fundamento se diferencia de los conceptos tradicionales al incluir tanto software como hardware de ejecución. Otra ventaja de MADE, es que al basarse en la estructura y la acción del ser humano permite una implementación tanto de procesos automáticos como no automáticos; esta característica no es usual en aplicaciones orientadas a la integración empresarial [2]. Actualmente, MADE, aunque permite especificar de una manera integral y sistemática las diferentes funciones de una empresa, no cuenta con una metodología que permita aplicarlo; disponer de una herramienta conceptual de este tipo, facilitaría la prueba y posterior implementación del modelo, en empresas de manufactura de cualquier tamaño y grado de automatización [3].

El primer paso para desarrollar la metodología que permita la aplicación del Modelo Actor de Empresa, es la definición de un marco de referencia, lo cual, se convierte en el objetivo principal de este proyecto cuya primera fase se encarga de determinar los elementos del Modelo Actor de Empresa que pueden ser utilizados en su forma original para la definición del marco de referencia; de igual manera, se identifican elementos que debían ser modificados para darle mayor formalidad y abarcar algunos aspectos que no habían sido tenidos en cuenta en la concepción original del modelo. Se agregan además, elementos inexistentes en MADE, que permitieron lograr una estructura completa capaz de modelar el comportamiento de una empresa de producción [4].

De otro lado, con el estudio de los elementos de INGENIAS [5] y otras metodologías para SMA (Sistemas MultiAgentes), se determinó que para definir un marco de referencia, es necesaria la existencia de entidades o componentes básicos que permitan crear relaciones y asociaciones; estas entidades deben contar con una nomenclatura adecuada que permita su identificación cuando requieran ser utilizadas. Las relaciones entre entidades deben además, poder representarse

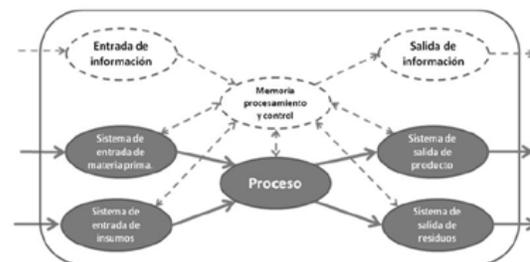
gráficamente, de tal modo, que facilite el diseño e implementación software. Este artículo muestra la forma cómo fueron definidas estas representaciones gráficas a través del lenguaje UML (Unified Modeling Language) [6] y está organizado de la siguiente manera: se inicia con una breve descripción de los conceptos básicos del Modelo Actor de Empresa, posteriormente, se expone el procedimiento para obtener los cinco modelos que representan a MADE y se presentan las características generales de cada uno de ellos. Se finaliza con las conclusiones al respecto.

fin último de una red neuronal es generalizar, es decir, dar respuestas adecuadas ante entradas no utilizadas en el entrenamiento y no simplemente memorizar el conjunto de muestras. Cabe destacar que en las pruebas realizadas la implementación propuesta alcanza muy buenos resultados de generalización.

2. MODELO ACTOR DE EMPRESA-MADE

MADE se constituye como un modelo de integración empresarial para empresas de manufactura, cuyo propósito es abstraer el funcionamiento de una empresa de manufactura, referenciándose en el comportamiento humano, tanto a nivel de estructura como de funcionalidad; por lo tanto, este modelo pretende representar la empresa como un entorno de cooperación entre humanos que conforman una sociedad, tal como se aprecia en la Figura 1. En esta figura, se aprecian dos tipos de flujo: el flujo físico (líneas continuas) y el flujo de información (líneas punteadas). El flujo físico, representa la secuencia que transforma la materia prima y los insumos en productos y residuos al realizar un proceso. El flujo de información representa el intercambio de información que hace posible el control del flujo físico, es decir, la secuencia del proceso [7].

Figura 1. Esquema del Actor de Empresa – ADE [8].



El modelo para integración empresarial MADE, estará constituido entonces mediante la unión de ADEs conformando una red. Cada ADE desempeña un papel determinado, asociado a una función específica dentro de la empresa.

El marco de referencia para una metodología de aplicación del Modelo Actor de Empresa consta de tres componentes:

- Entidades de MADE
- Nomenclatura de las entidades de MADE
- Modelos de MADE

Las entidades son los elementos básicos de MADE determinados en la primera fase de este proyecto, con su respectiva definición formal: ADEs, organización de ADEs, objetivo individual, objetivo general, tareas, resultado de tarea, resultado de objetivo individual, flujo de trabajo del ADE, flujo de trabajo individual, interacciones, estados, señal de activación por información de entrada, señal de activación por información de salida, señal de activación por objetivo, modelo de comportamiento de ADE, modelo de comportamiento de organización, instructivo de ADE e instructivo de organización. La nomenclatura de las entidades de MADE, permite dar a las entidades una identificación adecuada siempre que sea necesario su uso. Los modelos de MADE, son cinco vistas diferentes de MADE y representan gráficamente a través de diagramas UML las diferentes relaciones entre las entidades [9]. A continuación, se describe la definición de cada uno de ellos.

3. MODELOS DE MADE

Un sistema de información que requiera ser implementado a través de un software, precisa que sea representado en múltiples vistas. Estas vistas pueden ser distintos modelos o diagramas, en donde cada uno cumple una función particular y considera una parte específica del sistema. INGENIAS específicamente, se basa en la existencia de cinco metamodelos [10], los cuales, en principio se pensaban adaptar a las necesidades del Modelo Actor de Empresa; sin embargo, el estudio del metamodelado y su aplicación en INGENIAS permitió determinar que un metamodelo se encuentra en un nivel superior a los requerimientos del marco de referencia planteado;

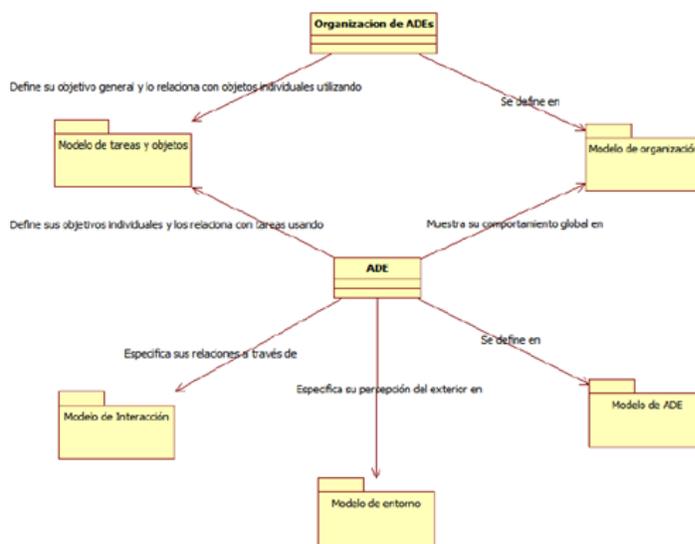
las representaciones gráficas requeridas, se pueden realizar con un lenguaje gráfico ya existente a través de la definición de modelos.

Para MADE se han definido cinco modelos, representados en diagramas de clase del lenguaje UML:

1. Modelo de ADE
2. Modelo de tareas y objetivos
3. Modelo de interacción
4. Modelo de entorno
5. Modelo de organización.

Los cinco modelos definidos, giran en torno a las dos entidades básicas del MADE: Organización de ADEs y ADE [11], tal como se muestra en la Figura. 2.

Figura 2. Relación de los modelos de MADE con las entidades ADE y Organización de ADEs [4].



La Figura. 2, muestra los cinco modelos definidos para MADE y su relación con las dos entidades básicas: Organización de ADEs y ADE. El modelo de ADE, define un ADE individual, el modelo de comportamiento que restringe sus acciones y el instructivo que contiene la información necesaria. El modelo de interacción, se ocupa de detallar cómo se asocian los ADEs. El modelo de tareas y objetivos se usa para asociar tareas a objetivos individuales y estos a objetivos generales. El modelo de entorno, define qué elementos existen alrededor del sistema y cómo son usados por el ADE. Por último, el modelo de organización, define cómo se

agrupan los ADEs, la funcionalidad de la organización, así como su comportamiento [12].

A continuación, se detalla cada uno de los cinco modelos definidos para MADE.

3.1. Modelo de ADE

El modelo de ADE, representado en la Figura. 3, se usa para describir cada uno de los ADE en particular, excluyendo su interacción con otros ADEs; muestra su responsabilidad y comportamiento, entendiéndose como responsabilidad los objetivos individuales que se compromete alcanzar y comportamiento son los mecanismos que aseguran la ejecución de los objetivos planteados y la evolución de sus diferentes estados. Cada ADE tiene un nombre y un identificador único, y cumple uno o varios objetivos individuales, los cuales, deben ser ejecutados en un orden denominado: Flujo de trabajo del ADE. Cada ADE, tiene asociado un modelo de comportamiento de ADE, que asegura el cumplimiento de los objetivos individuales planteados e informa sobre cada uno de los estados del ADE (Inhabilitado, Habilitado, Disponible, Preparado, Ocupado, Ejecutado, Desocupado, Finalizado). Para que el modelo de comportamiento de ADE cumpla su función se requiere de un instructivo de ADE que contenga la información necesaria. Cada modelo de comportamiento tiene un nombre y un identificador relacionado con el ADE modelado [13].

Figura 3. Modelo de ADE [4].



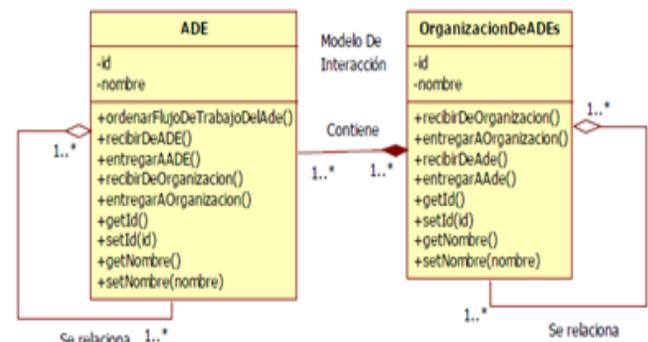
3.2. Modelo de Interacción

Las interacciones hacen referencia a la entrega o recepción de información. Este modelo representado en la Figura. 4, se usa para expresar la interacción entre las distintas entidades del sistema, que para el caso de MADE son: ADE y Organización de ADEs.

Un ADE puede comunicarse consigo mismo y con otros ADEs para recibir y entregar información, por lo tanto, un ADE puede ser de origen o de destino. De igual manera, un ADE puede comunicarse con una organización de ADEs para recibir y entregar información. Dentro del MADE, no está contemplado que una organización de ADEs se comunique consigo misma, pero sí con otras organizaciones para recibir o entregar información.

La importancia de este modelo, radica en que se puede expresar la dinámica del sistema de fabricación a modelar sin tener en cuenta detalles del ADE como: los objetivos individuales que se deban cumplir o las diferentes tareas a ejecutar [14].

Figura 4. Modelo de interacción [4].



3.3. Modelo de tareas y objetivos

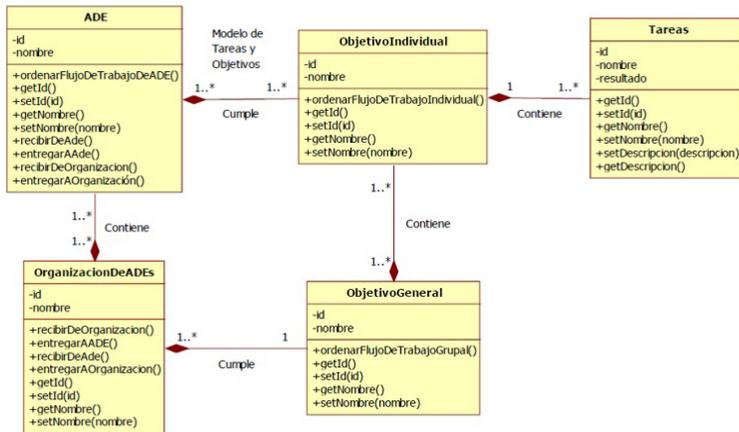
El modelo de tareas y objetivos representado en la Figura. 5, busca la asociación de tareas a objetivos individuales y objetivos individuales a un objetivo general.

Un ADE, es capaz de cumplir uno o varios objetivos individuales tal como se definió en el modelo de ADE; para el desarrollo de cada objetivo individual, se debe ejecutar un grupo de tareas ordenadas en un flujo

de trabajo individual. Estas tareas tienen un nombre y un identificador, y son propias de la empresa de producción que se esté modelando.

Una organización por su parte, tiene un único objetivo general, cuyo cumplimiento se basa en la ejecución de cada uno de los objetivos individuales. La ejecución de los objetivos individuales debe ser llevada a cabo en un determinado orden que constituye un flujo de trabajo grupal [15].

Figura 5. Modelo de tareas y objetivos [4].

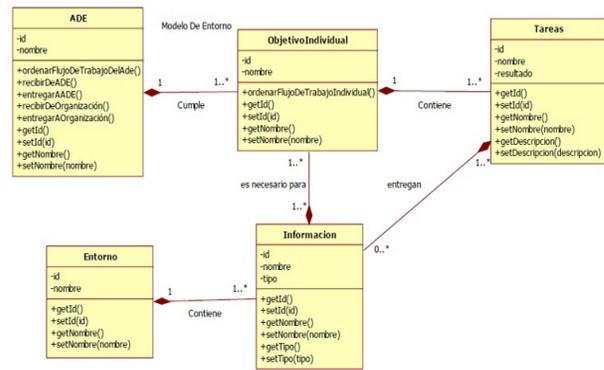


3.4. Modelo de Entorno

El modelo de entorno representado en la Figura. 6, se centra en la percepción y actuación de los ADEs. Para el MADE, el entorno son todos los elementos que el ADE percibe y utiliza para actuar; como resultado de su actuación se obtienen otros elementos que son devueltos de nuevo al entorno. Como se describió en el modelo de ADE y el modelo de tareas y objetivos, un ADE cumple uno o más objetivos individuales, y para lograr el cumplimiento de cada objetivo individual se deben ejecutar unas tareas que corresponden a las actividades propias de la empresa de producción que se esté modelando.

La inicialización del objetivo individual, depende de la información que obtiene del entorno, la cual es utilizada, transformada y regresada de nuevo al entorno para ser utilizada por otro o el mismo ADE; por lo tanto, la información del entorno puede ser de dos tipos: entrada o salida [16].

Figura 6. Modelo de Entorno [4].



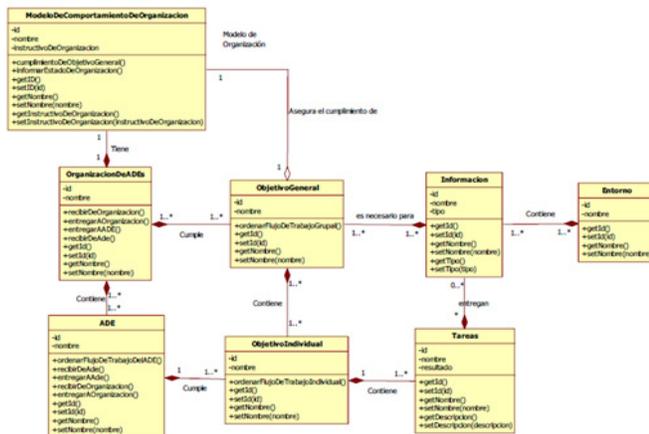
3.5. Modelo de Organización

El modelo de organización hace referencia a la descripción estructural, funcional y social de la organización de ADEs y está representado en la Figura. 7. Las entidades principales sobre las que se basa son: organización de ADEs, ADE, flujos de trabajo y el objetivo general que se persigue. Una organización de ADEs es un grupo de ADEs que cumple un objetivo general, para ello, cada ADE debe cumplir con su objetivo individual en un orden determinado por un flujo de trabajo grupal. Cada organización de ADEs tiene asociado un modelo de comportamiento de organización, el cual,

asegura el cumplimiento del objetivo general e informa sobre cada uno de los estados de la organización. Para que el modelo de comportamiento de organización cumpla su función se requiere de un instructivo de organización que contenga la información necesaria. Cada modelo de comportamiento de organización tiene un nombre y un identificador relacionado con la organización modelada.

Un ADE puede pertenecer a una o varias organizaciones, cumpliendo en cada una un objetivo individual diferente. En MADE las asociaciones entre ADEs ya están definidas, sin embargo, si un ADE presenta algún tipo de error como: la no recepción del instructivo, la no recepción de señales de información de entrada en un tiempo límite, el no cumplimiento del objetivo individual programado o la no entrega de las señales de información de salida, se pueden asignar estas funciones a otro ADE disponible. Estas situaciones son controladas e informadas a través de los modelos de comportamiento de ADE y de organización [14].

Figura 7. Modelo de organización [4].



4. CONCLUSIONES

- La metodología INGENIAS, se basa en cinco metamodelos que representan diferentes vistas del SMA; al analizar la definición de metamodelo, se pudo concluir que este concepto está a un nivel superior a los requerimientos de este proyecto. Dentro del marco de referencia planteado se tenía en mente el desarrollo de representaciones gráficas; dichas representaciones gráficas podrían ser definidas a través de un lenguaje de modelado ya existente.
- Un sistema de información que requiera ser implementado a través de un software, precisa que sea representado en múltiples vistas. Estas vistas pueden ser distintos modelos o diagramas, en donde cada uno cumple una función particular y considera una parte específica del sistema; para MADE, se definieron cinco modelos, representados en diagramas de clase del lenguaje UML: Modelo de ADE, Modelo de tareas y objetivos, Modelo de interacción, Modelo de entorno, Modelo de organización. Los cinco modelos definidos, giran en torno a las dos entidades básicas del MADE: Organización de ADEs y ADE.
- Los cinco modelos resultantes son indispensables para lograr una representación completa y robusta del sistema, lo que facilita su posterior implementación software. Si se habla de programación por capas, los elementos: Entidades de MADE y nomenclatura de las entidades de MADE hacen parte de la Capa de datos, donde se encuentran los gestores de bases de datos,

que almacenan la información y permiten el acceso a ella. Los cinco modelos de MADE harán parte de la capa de negocios, la cual, se comunica con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar información de él.

Referencias Bibliográficas

[1] Lozada, M. "Formalización de un modelo de referencia para integración empresarial basado en el concepto de actor de empresa". Tesis de Maestría. Universidad del Cauca. Colombia, 2010.

[2] Guevara, C. "Modelado para automatización de la operación de compras mediante la aplicación del modelo Actor de Empresa al modelo general de actividades de ISA S95". Tesis de Pregrado. Universidad del Cauca, Colombia, 2010.

[3] López, D. J., Velasco, J. M. y Rojas, Ó. A. "MADE -Modelo Actor de Empresa, aplicado a un caso de estudio". En: Colombia I+T+C Investigación, Tecnología Y Ciencia ISSN: 1909-5775 ed: v.7 fasc. p.79 - 85, 2014.

[4] López, D. "Marco de referencia para una metodología de Aplicación del modelo Actor de Empresa". Tesis de Maestría. Universidad del Cauca. Colombia, 2014.

[5] Gómez, J. "Modelado de sistemas multiagentes". Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, España, 2002.

[6] Olivé A. Y Gómez C. "Diseño de sistemas software en UML". Universidad Politécnica de Cataluña. España, 2003.

[7] López, D.J., Velasco, J.M. y Rojas, Ó.A. "Formalización de los componentes del Modelo Actor de Empresa (MADE)". En: Épsilon ISSN: 1131-9321 v.22, 31-58, 2014.

[8] López, D. J., Velasco, J. M. y Rojas, Ó. "Principios básicos del nuevo modelo de integración empresarial: Actor de Empresa". En: Colombia Épsilon. ISSN: 1131-9321 v.19 p.81 - 102, 2012.

[9] Sánchez, D.A., Bolaños, B., Zúñiga, A.M., Iglesias, I. y López, D. J., "Gestión de la calidad del proceso de cosecha y secado de café mediante el concepto de Actor de Empresa". En: I+T+C Investigación, Tecnología Y Ciencia. ISSN: 1909-5775.v.11 p.11 - 17, 2017.

[10] Botía, J. Y Gonzales, J. "The INGENIAS Project: Methods and Tool for developing multiagent systems". En: IEEE Latin America Transactions, Vol. 6, pp 529-534, México, 2008.

[11] Hernández, Z., Campo, F., Villamizar, F. y López, D. J., "Aplicación del modelo de integración empresarial MADE a las actividades de calidad en la producción de carantanta". En: III Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización, Cartagena de indias, 22 de Octubre de 2014.

[12] López, D. J., "Marco de referencia para una metodología de aplicación del modelo Actor de Empresa". En: III Jornada de Automatización de la Industria Petrolera –JAIP, Bogotá, 15 de Agosto de 2012.

[13] Urrea, J., y López, D. J., "Control de la calidad en la producción de azúcar, basado en el Modelo Actor de Empresa". En: V Congreso de Ingeniería Mecatrónica y Automatización. Bucaramanga, 27 de Octubre de 2016.

[14] Pinto, V. H., Paz, F. y López, D. J., "Gestión de las actividades de diseño, basada en el concepto Actor de Empresa en la producción de botellas plásticas". En: VIII Congreso Latinoamericano de Ingeniería Mecánica Cuenca-Ecuador, 25 de Noviembre de 2014.

[15] Guañarita, J. M., Rivera, D.F., Sánchez, V. y López, D. J., "Gestión del control de fabricación de rines de aluminio mediante el concepto Actor de Empresa". En: IV Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica y Automatización. Escuela de Ingeniería de Antioquia, 21 de Octubre de 2015.

[16] López, D. J. "Aplicación del Modelo Actor de Empresa a Voltex S.A". En: I Simposio Internacional en Automatización, Visión Artificial, Robótica y Control AVARC, Universidad de la Salle, Bogotá, 16 y 17 de Agosto de 2012.