

INTEGRATED KNOWLEDGE MANAGEMENT IN INFRASTRUCTURE BASED INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICES

Ferro Vázquez, Jesus Javier; Ferro Vázquez, Armando; Otegi Olaso, José Ramón

EHU/UPV

This article presents an integrated management model data, information and knowledge, within the environment communicable intelligent electronic devices (IEDs). The main function of these devices, installed on the networks of data of the companies of the electricity sector, is to protect the network elements that form the system of electric power supply. These devices provide field information that attached to the information in the internal databases of organizations and implicit knowledge of the expert analysts is critical to decision making.

This paper proposes a model that integrates this information and facilitates management to achieve the objectives of the companies in the sector and improving the quality and security of electricity supply. Difficulties appear in the data management of temporal and spatial character in order to obtain useful information. The model provides for the exchange of information among the different agents involved in the system, encouraging the creation of new information and knowledge management in the organization.

Keywords: *Knowledge; Management; IED*

GESTIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO EN UNA INFRAESTRUCTURA BASADA EN DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS INTELIGENTES

En este artículo se propone un modelo de gestión integral de datos, información y conocimiento, dentro del entorno de los dispositivos electrónicos inteligentes y comunicables (IEDs). La función principal de estos dispositivos, instalados en las redes de datos de las empresas del sector eléctrico, es la protección de los equipos que conforman el sistema de suministro eléctrico de potencia. Estos dispositivos proporcionan información de campo que unido a la información presente en las bases de datos internas de las organizaciones y el conocimiento implícito de los expertos analistas es fundamental para realizar la toma de decisiones.

Este trabajo propone un modelo que integra esta información y facilita su gestión de cara a alcanzar los objetivos de las empresas del sector, mejorando la calidad y la seguridad del suministro de la energía eléctrica. Surgen dificultades en la gestión temporal y espacial de los datos para poder obtener información útil. El modelo contempla el intercambio de información entre los diferentes agentes involucrados en el sistema favoreciendo la creación de información nueva y la gestión del conocimiento en la organización.

Palabras clave: *Conocimiento; Gestión; Relé;*

1. Introducción

Actualmente se dispone en el mercado de una gran variedad de dispositivos electrónicos inteligentes y comunicables (IEDs), de diversos fabricantes. Estos dispositivos están diseñados fundamentalmente para realizar las siguientes tareas: control, supervisión, protección y automatización de los equipos instalados dentro de las subestaciones. También disponen de capacidades para realizar una gran cantidad de cálculos en tiempo real, activar señales y mantener un histórico de los datos generados por los eventos acaecidos por fallas en el sistema eléctrico de potencia. Los IEDs están conectados a la red de datos de la empresa, de forma que los datos adquiridos son transmitidos a los sistemas de gestión de datos, situados aguas arriba, cuando sean solicitados.

Posteriormente, con esos datos adquiridos, los equipos de mantenimiento, los responsables de las instalaciones, los encargados de los nuevos servicios y otras unidades de negocio, pueden realizar la toma de decisiones adecuadas para lograr resultados alineados con los objetivos empresariales demandados. Pero nada más lejos de la realidad, las limitaciones propias de los IEDs, la falta de estandarización de los modelos de datos, la diversidad de protocolos de comunicaciones disponibles, son una breve introducción de las dificultades que pueden provocar que estos sistemas de adquisición de datos se conviertan en una "Torre de Babel".

El artículo que aquí se presenta obedece a la estrategia de mejorar la eficiencia en la transmisión del conocimiento dentro de las organizaciones, así como, presentar las dificultades observadas durante la implementación del modelo de gestión seguido. En la sección II se presentará los objetivos perseguidos del modelo de gestión. En las secciones III y IV se presentará el modelo de gestión integral del conocimiento en entornos inteligentes y su implementación en un entorno concreto. En la sección V se presentarán las dificultades observadas durante la implementación del modelo. Posteriormente, en la sección VI, se presentarán las conclusiones finales de la solución. Para finalizar se expondrán, en la sección VII, las futuras actuaciones.

2. Objetivos

En las investigaciones, estudios y artículos recopilados y analizados por Rodríguez (2006), se observa el desarrollado de múltiples modelos para intentar representar el conocimiento. Otros enfoques buscan localizar la fuente del conocimiento y la mayoría pretende documentar ese conocimiento. En todos ellos (Peralta, 2009), se menciona la importancia de la utilización de herramientas que faciliten la captura, conservación, organización, procesamiento y, sobre todo, difusión del conocimiento. Los distintos modelos de gestión del conocimiento se apoyan en las tecnologías de la información como un catalizador de los procesos necesarios para la gestión del conocimiento en las organizaciones. Es importante aclarar que las tecnologías de la información juegan un papel significativo, pero no son el componente principal de la gestión del conocimiento, ni de la innovación. En cambio, las personas que conforman la organización, sí son el componente principal para lograr una adecuada gestión del conocimiento.

Una definición ampliamente difundida y base de gran parte de las tendencias actuales es la propuesta por Nonaka y Takeuchi (1995), en la que definen la gestión del conocimiento como "la capacidad de la empresa para crear conocimiento nuevo, distribuirlo en la organización e incorporarlo en productos, servicios y sistemas". Sabater y Meroño (2002) indican que únicamente interesa el conocimiento que mejora los resultados de la empresa.

El modelo de gestión integral de los datos, información y conocimiento, propuesto, pretende resolver el estudio y desarrollo de la lógica de decisión que permita, partiendo de un estado delimitado y determinado recomendar la activación de la actuación más adecuada, que

seleccione la acción más adecuada que permita resolver un objetivo determinado dentro de un entorno perfectamente delimitado.

La identificación clara de los nodos laterales, es el paso fundamental para realizar la implementación del modelo. Una correcta implementación debe delimitar los nodos con flujos de datos e informaciones comunes, de manera que se puedan obtener sinergias. Posteriormente la circulación de datos e información entre nodos, en ambos sentidos, son los impulsores del conocimiento dentro de la estructura, mediante las acciones a realizar sobre los nodos.

Estas acciones favorecen la circulación del conocimiento dentro de las organizaciones involucradas en la implementación de dicho modelo y fomenta la transferencia del conocimiento hacia los nodos laterales. Esto último, originan las realimentaciones que fomentan el desarrollo iterativo e incremental del propio modelo.

4. Implementación del modelo

Como se ha comentado en la sección anterior, la identificación de los nodos laterales, es el paso fundamental para realizar la correcta implementación del modelo propuesto. Para ello procederemos mediante la investigación del entorno, de los objetivos y el flujo de datos e información, a crear conocimiento e identificar y determinar los entornos, los conocimientos, los datos e informaciones para lograr los objetivos de negocio tan solicitados por las empresas.

4.1. Investigación del entorno

Tradicionalmente, las comunicaciones con las subestaciones eran un privilegio exclusivo del sistema SCADA/RTU (Kezunovic, 2006), de manera que los operadores de red supervisasen la red, y su propósito principal era conmutar interruptores para accionar la red eléctrica.

Posteriormente, con la aparición de los dispositivos electrónicos inteligentes comunicables en las subestaciones, se abrió otro punto de acceso paralelo. Sus objetivos principales eran: la protección de los elementos de red y facilitar la instalación, ajuste y mantenimiento de los IEDs. Este hecho, junto con las diferentes exigencias de tiempos, precisiones y datos que se requieren en control y en protección, ha contribuido a que el desarrollo de los nuevos equipos digitales haya evolucionado de una forma separada.

El proceso continuado de desarrollos ha conducido a la aparición de una gran variedad de equipos de control, de protección y de medida que, sumado a la falta de una normalización en estos campos y a la variedad de fabricantes de los mismos, ha desembocado en la aparición de multitud de protocolos de comunicaciones diferentes y, con ello, en la dificultad de instalar conjuntamente en una subestación distintos equipos constituyendo un sistema integrado. Se hace cada vez más patente la incapacidad de los equipos existentes de satisfacer los requisitos actuales y futuros, obligando a la necesidad de adecuarlos o actualizarlos, con lo cual, el entorno en el que nos movemos varía constantemente, según va avanzando la tecnología.

En la actualidad, cuando sobre la red eléctrica se produce un incidente, a través del sistema SCADA, encargado de la supervisión de la red, se reciben las alarmas del incidente. A continuación los analistas de incidencias, mediante la consulta de las alarmas acaecidas en el sistema, determinan cuales son los IEDs involucrados en el incidente, y establecen el enlace de comunicaciones, utilizando el programa del fabricante del equipo, y adquieren los datos que han registrado los IEDs. Una vez adquiridos estos datos, los utilizan para elaborar el informe del incidente y establecer las actuaciones oportunas.

El personal encargado de analizar un incidente debe disponer de una alta cualificación técnica. Y el proceso de diagnóstico del incidente es largo, ya que un incidente puede generar una gran cantidad de datos procedente de varios IEDs de diversas subestaciones.

4.2. Objetivos de negocio

La red de distribución eléctrica Española fue diseñada, en un momento, para unas las necesidades y requerimientos muy distintos a los existentes en la actualidad. El modelo de explotación de la red eléctrica actual, desde la generación, el transporte, la distribución y el consumo, se verá transformado por un nuevo modelo energético más distribuido (Rifkin, 2010), donde se permita tanto la conexión como la desconexión de los puntos de generación y de consumo. Este futuro modelo distribuido, unido con el previsible aumento la demanda de electricidad a nivel nacional e internacional, encaminará a los sistemas eléctricos hasta sus límites físicos y reducirá considerablemente la fiabilidad del entorno de operación, aumentando la probabilidad de que se produzcan incidentes de red de repercusión impredecible. Como ejemplo cabe recordar los graves apagones ocurridos en Europa y U.S.A. en los últimos años, que originaron importantes pérdidas económicas y la pérdida de confianza de los consumidores en la seguridad del suministro eléctrico.

Una de las piezas clave de las empresas del sector eléctrico es la detección y resolución de incidencias acaecidas en la red eléctrica. Debido la importancia que tiene la calidad de servicio, la cual es percibida como un factor crítico, tanto para operadores como consumidores. Por ello, se hace necesario analizar en detalle todos los incidentes. En caso de no identificarse y solucionarse a tiempo, pueden producir daños considerables, aumentando los costes de operación, llegando incluso a originar incidencias graves que pueden desembocar, por un lado en sanciones por parte de las autoridades reguladoras o administrativas, y por otro en la disminución de la calidad del servicio y con ello el deterioro de la confianza de los clientes.

El análisis de incidentes en la red responde a la necesidad de las empresas del sector eléctrico de comunicar, remotamente y de forma paralela a la infraestructura SCADA/RTU, con los dispositivos inteligentes instalados en las subestaciones eléctricas, de manera que se pueda acceder a los datos en ellos almacenados, para su posterior tratamiento y análisis, por parte de personal experto. Así mismo, cabe remarcar que hasta el momento no se analizan sistemáticamente incidencias en aquellas redes por debajo de 45 kV, debido a que no se dispone ni de tiempo ni de las estructuras necesarias para ello.

En la actualidad es cada vez más evidente la importancia de la gestión adecuada de los datos. Con el tratamiento adecuado de los datos adquiridos de los IEDs y de los sistemas anexos, se podría determinar las prioridades de mantenimiento o renovación de los equipos de red o realizar análisis de incidencias más exhaustivos. El objetivo final es mejorar la calidad de suministro. Así mismo también se busca: (1) facilitar a las empresas del entorno eléctrico, avanzar en el proceso de adaptación de sus productos mediante la incorporación de todos aquellos elementos que permitan eliminar la existencia de soluciones propietarias, (2) obtener la independencia de los componentes y suministradores, (3) dotar a los equipos que utilizan o comercializan los elementos de conectividad basados en tecnologías de Internet y (4) prepararse ante los cambios que se avecinan.

4.3. Datos e información

Los datos que facilitan los IEDs instalados en las subestaciones que conforman la red eléctrica, son los siguientes:

- Identificación: Información del modelo, versión de firmware, fecha de fabricación, fecha de puesta en marcha, etc.
- Estado: información del estado del equipo, verificación de los posibles estados de inhibición o habilitación de las funciones de protección y automatismos de que disponga.
- Medidas: valores de campo de las tensiones e intensidades instantáneas (fase, línea y neutro), frecuencia, etc. Los IEDs suelen disponer de la capacidad de realizar cálculos para la obtención de otros parámetros de interés, por ejemplo: KI2T, número de maniobras del interruptor, etc.
- Ajustes: los valores de los parámetros de configuración del equipo, para un correcto funcionamiento. Por ejemplo: información de la fecha y hora actuales, número de reenganches, valores de las relaciones de transformación de los equipos de medida y protección, etc.

Cuando se produce una falta en la red eléctrica, en el IED que vigila y protege los equipos, se genera o actualiza los siguientes datos:

- Secuencias de sucesos acaecidos, arranques/disparos instantáneos/temporizados, actuaciones sobre entradas/salidas, apertura/cierre de interruptor, etc.
- Actualización de los cálculos.
- Informes de la falta.
- Registros oscilográficos.

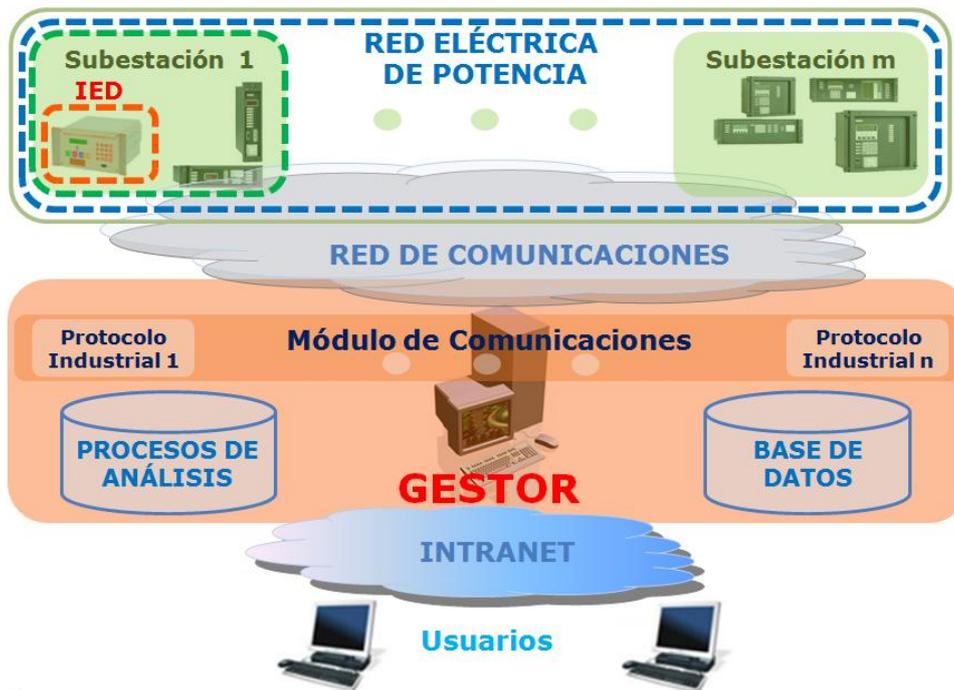
Todos estos datos son accesibles, de forma local o remota, utilizando el programa que suministra cada fabricante de los equipos. Los IEDs también disponen de las siguientes funcionalidades: sincronización temporal, modificación de los parámetros de trabajo, selección del protocolo de comunicaciones, visualización gráfica del unifilar de la posición supervisada, etc.

4.4. Delimitar entornos

Esta herramienta debe adquirir del SCADA de telemando: (1) la información para actualizar automáticamente la base de datos de los elementos que componen la red, y (2) las alarmas, para detectar las incidencias acaecidas en la red. De este modo puede generar llamadas automáticas a los IEDs afectados, adquiriendo, mediante el protocolo adecuado, los datos registrados por los mismos.

Estos datos serán estandarizados, clasificados y almacenados para su posterior utilización en el análisis de incidencias, por parte de los usuarios expertos, como se puede observar en la figura 2. Se debe disponer de un proceso que gestione la comunicación automática de miles de protecciones con diferentes protocolos de comunicación. Esto supone un importante ahorro de tiempo y esfuerzo a la hora de establecer las comunicaciones con los IEDs que han detectado la falla. Se facilita así la interpretación de los datos adquiridos de los IEDs (sucesos, informes de falta, oscilos, ajustes, etc), por parte de los analistas.

Figura 2. Arquitectura del gestor.



Por tanto, esta herramienta se convierte en un instrumento fundamental para el análisis de incidentes; ya que nos proporciona: (1) la gestión de las comunicaciones con los IEDs remotos, (2) una base de datos potente estandarizada del modelo de la red y, (3) un registro de incidentes que almacena todos los datos de la falla involucrados procedentes de los IEDs (sucesos, oscilos, informes de falta, etc). Se pueden establecer relaciones con otras bases de datos internas de la empresa tales como: las de telecontrol, la de mantenimiento y la de gestión de activos de la empresa.

4.5. Determinar objetivos

Hace algunos años Martínez (1997) definió los pilares básicos de una herramienta informática, que facilitaba algunas de las tareas que realizan los analistas de incidencias dentro del entorno de los sistemas de potencia del sector eléctrico. Entre estas tareas se destacan las siguientes:

- Inventariado completo de los elementos instalados en la red.
- Adquisición y almacenamiento estandarizado de los datos procedentes de los IEDs.
- Presentación de los datos necesarios para la realización del análisis de incidencias, por parte del personal cualificado.

Se presenta en este artículo el diseño básico de un sistema de generación y análisis de datos para la detección automática de incidentes en la red eléctrica de alta y media tensión. Se busca que un único sistema sea válido para todas las empresas eléctricas, mejorando el intercambio de datos entre los diferentes sistemas existentes (García, 2004) para el control de la red y llevando a cabo además el diseño y desarrollo de nuevas funcionalidades y capacidades para los nuevos equipos de protección y control, para la generación de nuevas señales. Dicho sistema va a permitir la rápida detección y análisis de incidencias de red, tanto por encima como por debajo de 45 kV.

5. Dificultades de implementación del modelo de gestión.

En el entorno de los IEDs, como se puede deducir por lo mencionado anteriormente, nos encontramos con las siguientes dificultades:

- Pérdida de datos, debido a:
 - Limitación de hardware. Debido a las limitaciones de almacenamiento en los IEDs, se eliminan los datos más antiguos para almacenar los más recientes. Las avalanchas de datos pueden ser internas, producidas por el fallo del propio equipo, o externas, debidas a una cadena de incidentes en la red eléctrica, en un periodo de tiempo muy breve.
 - Inexistencia de comunicaciones perpetuas. Por la falta enlaces de comunicaciones continuas del gestor con los IEDs. Suele suceder que no se comunique con los equipos en un periodo de tiempo, durante el cual se produzca un desbordamiento de datos.
 - Pérdida de alarmas. Debido a que el sistema SCADA implementado sufre pérdida de alarmas procedentes de las RTUs. Con lo cual el proceso de llamada automática del gestor no tiene constancia de la incidencia y no establece la comunicación con los IEDs involucrados en el incidente.
- Falta de información, debido a:
 - Falta de estandarización en los datos. Ya que los fabricantes ofrecen, a veces, datos de naturaleza similar pero no idénticos en cada uno de sus modelos, y también ofrecen datos o funciones exclusivas en sus equipos para mantener su producto frente a las empresas de la competencia.
 - Falta de sincronismo por causa del sistema de sincronización de los IEDs. Los datos de los IEDs de una misma subestación y más habitualmente entre subestaciones pueden no estar sincronizados entre ellos.
 - Falta de relaciones topológicas, provocada por el desconocimiento de la conectividad entre los IEDs de la misma subestación o entre subestaciones adyacentes.
- Problemas en el enlace de comunicaciones debido a la rotura del enlace físico, problemas de conexión entre módems o la red IP.
- Problemas en la interpretación del protocolo de comunicaciones, por parte de los integradores de los diversos protocolos utilizados por los IEDs.
- Demora en las comunicaciones debido a las limitaciones de los enlaces de comunicaciones con los IEDs y la inexistencia de comunicaciones dedicadas, existe un periodo de tiempo en el cual la base de datos no esa actualizada con los datos reales.
- Falta de protocolos de comunicaciones normalizados, debido a la falta de estándares de comunicaciones.
- Problema en el equipo debido a una instalación incorrecta, versión de firmware incorrecta, problemas de software y limitaciones de hardware.

6. Conclusiones

Los beneficios que se derivan de la implementación de este sistema alcanzan a todos los participantes involucrados en la cadena de valor del sector eléctrico, Desde el fabricante de equipos, las empresas integradoras, las compañías eléctricas hasta el propio cliente final, verán favorecidas sus expectativas.

El modelo presentado permite generar conocimiento nuevo a las organizaciones según la propuesta anteriormente mencionada realizada por Nonaka y Takeuchi (1995). A través de los procesos de estandarización de los datos de los IEDs y de la información, se ha logrado favorecer la gestión del conocimiento dentro de la organización, mejorando y aumentando el intercambio de datos e información entre los diferentes agentes implicados. Y se ha puesto al descubierto, en los equipos de protección y control actuales, necesidades de nuevos datos, capacidades y funcionalidades, ofreciendo a los fabricantes líneas de desarrollo para los futuros equipos.

Atendiendo lo expuesto por Sabater y Meroño (2002) con la implantación de este sistema se ha reducido drásticamente el tiempo del análisis de fallas, haciendo posible el análisis de incidentes en toda la red de MT, AT y MAT. También se ha logrado mejorar el mantenimiento tanto correctivo como predictivo de los equipos que componen el sistema eléctrico de potencia y en general se han minimizando las situaciones de riesgo.

Como conclusión final, la implementación del sistema ha permitido almacenar, integrar, comparar, analizar y difundir datos e información dentro de la empresa de una forma eficaz, eficiente y en tiempos. Se consigue así reducir costes, gestionar la complejidad y explotar la información "dormida".

El modelo propuesto puede convertirse en una herramienta fundamental para las empresas del entorno de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica. Herramientas similares resultarán indispensables, en las organizaciones involucradas en la gestión de los activos de las empresas del sector, al ofrecer un soporte sólido, en la optimización de la calidad y seguridad en el suministro de la energía eléctrica. Y por todo ello se verán favorecidos tanto los pequeños consumidores como los grandes clientes, y las empresas suministradoras podrán adquirir una ventaja competitiva muy importante.

7. Líneas Futuras

Dentro de las líneas a tener en cuenta para futuras mejoras destacamos el siguiente punto importante a desarrollar. El diseño de una herramienta informática, que permita al analista, partiendo de funciones básicas de alto nivel, acceder y establecer relaciones complejas entre datos e informaciones estandarizadas y generar nueva información de interés para la organización. Por tanto, el sistema, se convierte así en un paso previo imprescindible para el análisis automático de incidentes; ya que nos proporciona la gestión de las comunicaciones con los IEDs remotos, así como una potente base estandarizada de datos tanto de la red, como de los datos involucrados en el incidente, procedente de los IEDs, y también tiene establecidas relaciones con otras bases de datos internas de la empresa, como las de telecontrol, la de mantenimiento y la de gestión de activos de la empresa.

Esta futura herramienta, deberá tener como objetivo principal explicitar la algoritmia del análisis de las incidencias, y de ese modo convertir conocimiento implícito del analista en explícito. Otras líneas de trabajo no menos importantes que la anterior y sobre las cuales se trabaja en la actualidad para mejorar la eficiencia del sistema descrito, son las siguientes: (1) mejorar la calidad de las comunicaciones, (2) sincronizar los datos, (3) automatizar las relaciones topológicas existentes y (4) optimizar la metodología de estandarización de los datos de interés que se adquieren de los IEDs.

8. Referencias

- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working Knowledge: How organizations manage what they know, Harvard Business School Press.
- García Parra, M. (2004). Los elementos integrantes de la nueva riqueza de la empresa. Intangible capital, nº 1.
- Kezunovic, M. (2006) Monitoring of Power System Topology in Real-Time. Symposium on Electric Power Systems Reliability. Hawaii.
- Nonaka, I., & Takeuchi H. (1995). The knowledge creating company: How japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.
- Martínez, J. (1997). Experience with SINAI an integrated incident analysis sytem, Electricity Distribution, Part1: Contributions CIRED. 14th International Conference and Exhibition on (IEE Conf. Publ. No. 438) Vol4, pags 15/1 - 15/4.
- Peralta de Aparicio, X. (2009). La gestión del conocimiento y las TICs en el siglo XXI. CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, Vol. 5, nº. 1.
- Sabater Sánchez, R. & Meroño Cerdán, A. L. (2002). Creación de valor empresarial a través del Capital Intelectual y la Gestión del Conocimiento, Gestión-Revista de Economía, nº 21, pags 18-25.
- Rifkin, J. (2010). La civilización empática, Paidos Iberica.
- Rodríguez Gómez, David (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica, Educar, nº 37, pags 25-39. Barcelona: Departamento Pedagogía Aplicada, UAB.