

El papel del mantenimiento en el desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en la renovación y reparación de activos

Aitor Arnaiz - aitor.arnaiz@tekniker.es

Director de la Unidad de Sistemas de Información. IK4-Tekniker. Eibar.

Co-autores: Aitor Alzaga, Nicola Sacanni, Oscar Revilla

En estos momentos de cambio existe una clara necesidad de diversificar los modelos de actividad actuales, estando tradicionalmente los negocios basados en la venta de producto, evolucionando hacia modelos en donde la venta de servicios tenga un mayor impacto en la cuenta de resultados. Este nuevo concepto es más importante a medida que el sistema técnico aumenta en complejidad, ampliando el escenario de venta de servicios de Mantenimiento, reparación, renovación, re-uso y reciclado sobre dicho sistemas. En la ponencia se exponen casos en los que estos nuevos modelos de actividad/negocio ya se están realizando, así como la importancia del Mantenimiento avanzado como 'palanca' para facilitar el desarrollo de estas actividades

Introducción

En el contexto económico y social actual la búsqueda de nuevas formas de hacer negocio (de diversificar el negocio) cobra una gran importancia.

En concreto, muchas empresas que se dedican a la producción, montaje, integración y venta de todo tipo de bienes equipo y maquinaria están avanzando en el desarrollo de nuevos modelos de negocio como el mantenimiento o el arrendamiento de dichos productos. Este es un cambio importante de enfoque en sectores asociados a procesos productivos (ej: máquina-herramienta) en donde hasta hace muy poco lo único que se ofrecía, además de la venta del producto, era el soporte de garantía durante periodo mínimo legal.

Muchas empresas están descubriendo un mercado apetecible en donde los ingresos por actividad se distribuyen a lo largo de diferentes 'negocios'. Además, estos nuevos negocios suelen proporcionar cifras de ingresos más estables en el tiempo, y permiten una mejor planificación de la actividad y de los recursos, sobre todo los humanos.

En IK4-Tekniker llevamos trabajando varios años en el desarrollo de sistemas de mejora continua de las estrategias de mantenimiento, sobre todo basadas en la incorporación de elementos tecnológicos que permitan avanzar a las empresas en soluciones de mantenimiento remoto (e-Mantenimiento) y en estrategias de predicción y prevención de fallos.

Por otro lado, desde Europa se está haciendo mucho énfasis en la mejora de la competitividad industrial, en donde una de las vertientes es el uso de las tecnologías (TICs) para desarrollar nuevos conceptos de reparación y renovación a lo largo del ciclo de vida de los activos.

Como resultado, IK4-Tekniker lidera, desde septiembre 2013 una iniciativa para desarrollar diferentes ‘palancas tecnológicas’ que permitirán a muchas empresas -especialmente PYMES- dar el salto hacia nuevos modelos de negocio basados en el mantenimiento, reparación, reciclado y renovación de activos. Estos nuevos modelos amplían o modifican el negocio original de venta de producto con propuestas como la venta de contratos de mantenimiento, el alquiler de equipos, la reparación y venta de maquinaria usada, el pago por uso, etc.

Este artículo expone diferentes motivaciones y aspectos que se están trabajando ya, tanto por diferentes empresas, como dentro del proyecto mencionado, para el desarrollo de nuevas líneas de actividad. La importancia del mantenimiento es resaltada desde 2 vertientes: La necesidad de su correcto desarrollo para que los nuevos negocios sean rentables, y la expansión de la oferta de servicios de mantenimiento en el ámbito industrial.

Nuevos modelos de negocio basados en la gestión del ciclo de vida de un activo

La situación económica actual incluye problemas de competitividad y financiación para muchas empresas en sus líneas de negocio habituales. Por este motivo en muchos casos las compañías están impulsando cambios como forma de diferenciación con competidores, como por ejemplo la venta del uso de productos o de su rendimiento (alquiler, pago por uso, pago por disponibilidad...).

En estos nuevos negocios los componentes de servicios son más importantes que los que tienen que ver con el desarrollo del producto. Una tabla con las diferencias más importantes detectadas puede verse a continuación.

	Modelos tradicionales de negocio	Nuevos modelos de negocio
Diseño de producto	Producto diseñado para minimizar su coste.	Lo relevante ahora es el Coste Total de Propiedad (TCO) . El producto es configurado en base a su aplicación.
	La vida útil debería ser “la suficiente”.	La vida del producto es extendida .
Servicios, cadena de suministros y relaciones con clientes	El desarrollador del producto establece políticas de mantenimiento preventivo conservadoras. El mantenimiento es realizado “en casa” o por terceras partes.	El desarrollador del producto hace esfuerzos extra para minimizar los costes de mantenimiento : apoyándose en técnicas y herramientas de optimización de preventivos y enfaticando la predicción .
	Los servicios post-venta, principalmente la asistencia técnica y los recambios, son fuentes de ingreso para el fabricante (o terceras partes).	La cartera de servicios permite incrementar la disponibilidad del producto.

	El producto se vende como una única transacción.	El producto-servicio se suministra como una relación a largo plazo .
Relaciones con clientes y flujos de efectivo	No debería haber interacciones entre el fabricante y el cliente durante las fases de uso y fin de vida. Si estas se dan, su coste económico es despreciable comparado con el coste del producto.	Los estables y continuos flujos de efectivo entre el cliente y el fabricante a lo largo de todo el ciclo de vida del producto son muy pequeños en comparación con los de la venta del producto. Estos flujos de efectivo cubren ambas componentes de producto y de servicios dentro de la oferta.
	El desarrollador del producto no es consciente de las condiciones en las que opera el producto.	El desarrollador del producto es consciente de las condiciones operativas . Se recoge información del producto para incrementar la disponibilidad del producto (p.ej. monitorización basada en la condición), incrementar la eficiencia del servicio (p.ej. control remoto) y utilizar la información de campo como entrada para el diseño del producto y de los servicios.
	El desmantelamiento es responsabilidad del usuario.	El fin de vida es responsabilidad del fabricante. Algunos módulos podrían ser re-utilizados.

En muchos casos el cambio más radical tienen que ver con la propiedad del producto, que comienza a recaer en el fabricante o integrador del producto, en vez de en el cliente final. En todos los casos, es necesario desarrollar un buen análisis del coste del ciclo de vida o coste total de propiedad antes de poder lanzarse a una venta que, a diferencia de las tradicionales (basadas en precio de compra) debe estar basada en aspectos relacionados con el rendimiento (fiabilidad, disponibilidad, etc.).

Por último, para que este rendimiento sea factible, uno de los elementos centrales es el desarrollo de buenas estrategias de mantenimiento. De hecho, uno de los intangibles más difíciles de copiar está relacionado con la forma en la que se desarrolla el mantenimiento, en donde se pueden identificar 3 áreas o pilares de mejora interconectados que tienen que desarrollarse para alcanzar el objetivo de un mantenimiento eficiente. (Bengtsson y Salonen 2009)

- Procesos, flujos de trabajo para alcanzar las mejoras (p.ej. haciendo más preventivo en lugar de correctivo, etc.).
- Tecnologías que faciliten o permitan algunos de estos procesos.
- La organización (las personas) que deben validar cualquier cambio

Si a estos tres aspectos añadimos un cuarto formado por la necesidad de contar con herramientas estratégicas que faciliten la identificación de un buen modelo de negocio, entonces tenemos todos los ingredientes para poder identificar y desarrollar los modelos más convenientes.

Ejemplos de compañías que trabajan en nuevos modelos

El desarrollo de nuevos modelos de negocio se puede realizar desde muy diferentes perspectivas, como se puede ver a continuación, en donde diferentes empresas están realizando y liderando transformaciones dentro de sus respectivos sectores

DMG Mori Seiki – Pasos para desarrollar servicios de mantenimiento a nivel global

El desarrollo de modelos de negocio complementarios a la venta de producto se han desarrollado hasta hace poco en contadas ocasiones (General Electric, Rolls Royce,...) ligados sobre todo a grandes multinacionales, empresas con fuerte implantación a nivel mundial, en donde la oferta de servicios de mantenimiento es consecuencia de la fuerte demanda de los clientes.

En este contexto es interesante destacar los pasos que está dando la empresa líder en venta de máquinas herramienta en el mundo con el objetivo de diversificar su negocio, principalmente basado en venta de producto, hacia un mayor valor para el cliente, con una oferta en servicios de mantenimiento entre otros (Mori & Fujishima, 2013). Las acciones más importantes reportadas van en las 4 áreas de actuación marcadas mas arriba, y que se concretan en:

- Un nuevo modelo de negocio y una mejora organizativa caracterizado por la fusión de las 2 compañías principales del sector Mori Seiki y DMG, reestructurando su equipo de ventas (6000 empleados) con en las secciones de ventas, ingeniería de aplicaciones, y servicios. Además se realiza una segmentación del negocio en un detalle de mas de 1000 regiones a nivel mundial
- Se desarrollan nuevos procesos y flujos de trabajo orientados a la integración y reducción de tipos de piezas diferentes tanto en el diseño como por supuesto en el mercado de piezas de repuesto, lo que entre otros lleva también a una aumento en la fabricación seriada,
- Además, se desarrolla un servicio de evaluación y mejora profesional basado en unas normas y puntuaciones tabuladas, junto con módulos específicos de cursos de capacitación y especialización relacionados con 50 aspectos diferentes (divididos por categoría (eléctrica, mecánica), nivel de competencia (1 a 3), etc.
- Por último, nuevas tecnologías están presentes en diferentes áreas, como el nuevo sistema de suministro de piezas de recambio y las tecnologías de soporte al mantenimiento.

Capítulo aparte merece su apuesta por la utilización de herramientas de mantenimiento y monitorización remotas, que son vistas como el soporte imprescindible para poder expandir el mercado de servicios, teniendo en cuenta la diversidad de espacios geográficos y la necesidad de acceder a muchos de ellos de forma remota. Una nueva arquitectura de servicios (figura debajo) es la base para poder desarrollar los servicios como diagnóstico de fallos o actualización del servicio.

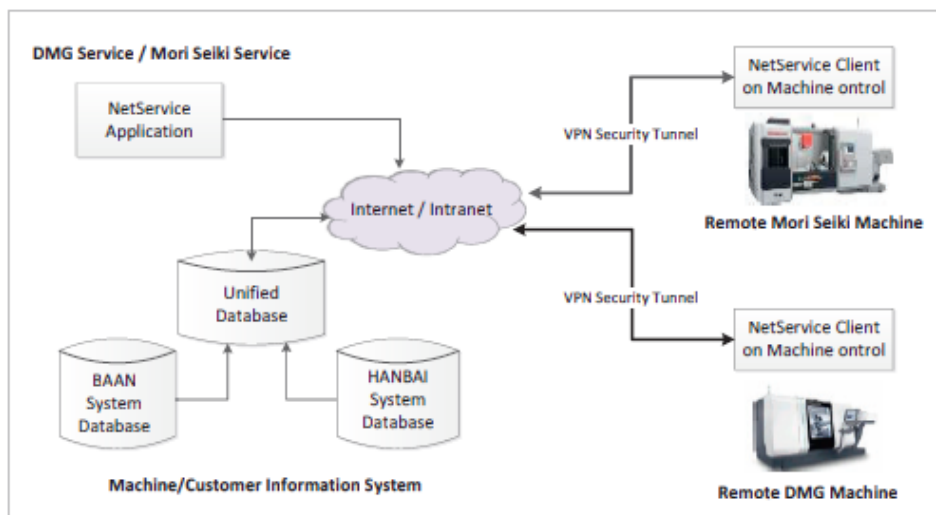


Ilustración 1 - Nueva arquitectura de servicios DMG Mori Seiki (Mori & Fujishima, 2013)

ORONA – Tecnologías a I+D para la calidad en mantenimiento

ORONA es uno de los fabricantes líder en elevación en Europa, con presencia en múltiples países. ORONA trabaja tanto en el desarrollo de producto como en servicios de mantenimiento, y mantiene una flota de mas de 200.000 ascensores en la actualidad, incluyendo todo tipo de instalaciones.¹

ORONA lleva años apostando por la imagen de marca y la calidad, incluidos los servicios de mantenimiento (conservación). En su esfuerzo por continuar mejorando destaca el lanzamiento, hace 5 años, de una línea de investigación especial dedicada a estas actividades (e-conservación) con 3 aspectos fuertemente relacionados:

- Producto: Potenciar la adquisición de datos por medio de la información existente (uso, rendimiento) e incluso información externa (sensores), en especial en componentes con modos de fallo críticos.
- Procesos: Definición de los procesos de mantenimiento necesarios, reformulando y personalizando en donde sea necesario
- Sistemas: Permitir una explotación eficiente de los datos relativos a la monitorización y la fiabilidad, de forma combinada (históricos, control...)

Los tres aspectos, -en especial los 2 últimos- impactan directamente en la mejora de los servicios. Existen en estos momentos diferentes proyectos de mejora actualmente en curso, cubriendo sobre todo aspectos tecnológicos y de mejora de procesos.

A estos proyectos se une también un proyecto de evaluación de las mejores estrategias de conservación, que está sirviendo para orientar. Nuevos sensores, sistemas de comunicación, estándares y protocolos, conceptos, etc. que alcanzan el mercado, son valorados y analizados por su potencial de mejora en cuanto a mejora del servicio y del negocio de conservación. Asimismo, el análisis de la evolución en el precio de tecnologías 'maduras' en

¹ <http://www.orona-group.com/report-2012/es/>

cuanto a adquisición, comunicación, procesamiento y publicación de información permite también identificar posibilidades de implementación masiva y mejoras en procesos globales dentro de la organización.



Ilustración 2 – Innovación en Orona (fuente: Orona)

ULMA Servicios de Mantenimiento – I+D para un mercado que apuesta por el alquiler

ULMA Servicios de Mantenimiento es una compañía fundada en 1984 que forma parte del grupo ULMA, a su vez parte de la Corporación Mondragón y tiene 160 empleados. En comparación con otros casos presentados, la actuación de ULMA Servicios de Mantenimiento se circunscribe al mercado nacional y se centra principalmente en el desarrollo e integración de carretillas para su venta, como producto nuevo o usado, reacondicionamiento, alquiler y el mercado de las piezas de repuesto. Entre otros ULMA es el distribuidor de todo el rango de productos de Mitsubishi (contrapesadas eléctricas, contrapesadas de combustión interna, y de interior). Actualmente es uno de los 5 principales actores en el mercado de carretillas español.

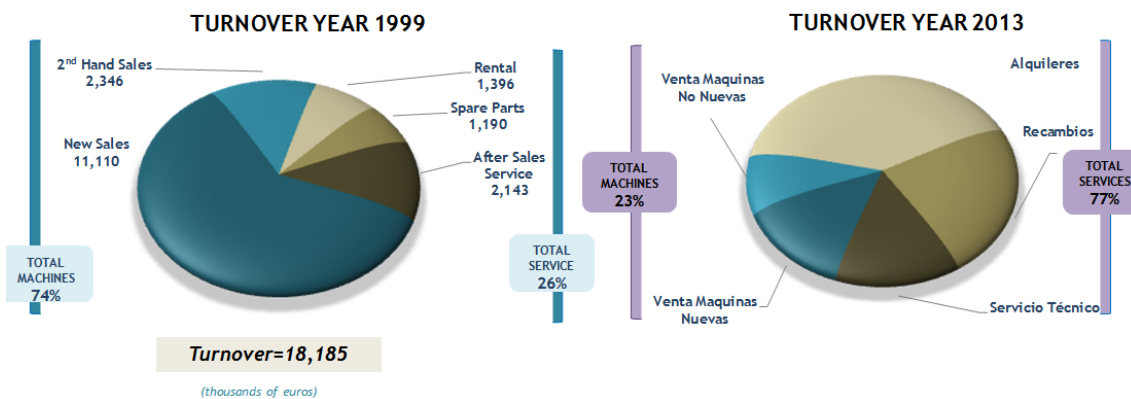


Ilustración 3 – El cambio en el modelo de negocio en ULMA Servicios de Mantenimiento (fuente: ULMA)

El mercado nacional está cambiando mucho en los últimos años debido a la crisis. Mientras que hace 10 años el mercado de alquiler era muy bajo, hace 5 años ya se alcanzó un 50% de mercado en alquiler, con un incremento mas acusado, así como el de ciertos tipos de carretillas no tan habituales en el pasado. Debido a estos cambios, se ha producido un cambio muy relevante en cuanto a la propiedad de los activos en los últimos años, que ha llevado a

ULMA a realizar varias acciones para adaptarse mejor al mercado y a sus exigencias (Muy en consonancia con los pilares indicados mas arriba)

- Re-estructuración de la organización, con una especial enfoque en el área de alquiler.
- Desarrollo de nuevas ofertas basadas en venta y alquiler de carretillas a varios niveles (alquiler corto/largo, segunda mano, ...)
- Revisión de las tecnologías de apoyo, con especial relevancia en el despliegue y desarrollo de sistemas de gestión de flotas que garanticen el conocimiento remoto del estado de la carretilla

Una última actividad que ha comenzado ULMA, con un objetivo a medio plazo, es el análisis de nuevos modelos mas avanzados de negocio y en la incorporación de tecnologías de análisis predictivo y diagnóstico remoto. Esta actividad está relacionada con el proyecto de investigación T-REX, mencionado mas abajo.

T-REX – Desarrollo de un soporte tecnológico que ayuden a crear nuevos modelos de negocio

T-REX² (*Lifecycle extension through product redesign and repair, renovation, reuse, recycle strategies for usage & reuse oriented business models*) es un proyecto financiado por la Comisión Europea bajo el 7º Programa Marco de investigación (FP7) que en total, involucra a 10 socios de manera directa.

El proyecto se enmarca dentro del programa de trabajo enlazado con el desarrollo de las fábricas del futuro. En este caso concreto, la comisión hace una llamada a desarrollo de estrategias innovadoras para renovación y reparación de activos dentro del los sistemas de fabricación de las fábricas del futuro (*FoF- Factories of the Future: Innovative strategies for renovation and repair in manufacturing systems*). Los objetivos principales son promover mejoras en la sostenibilidad, tanto económica como medioambiental.

El proyecto incluye 3 casos de uso (sistemas robóticos, carretillas y máquinas-herramienta) y se propone unos objetivos concretos, fáciles de asociar a indicadores de impacto:

- Reducción de costes de los servicios de mantenimiento
- Extensión de la vida de los activos
- Aumento en la re-utilización de componentes

Para ello, se pretende desarrollar lo siguiente

- A) Nuevos modelos de negocio en la industria de bienes de equipo orientados al uso, donde lo que se vende es el acceso, funciones y resultados de un producto en lugar de la propiedad.
- B) Métodos y herramientas para ser implementados en las áreas de ingeniería de servicios, diseño de productos y en las áreas de operación y mantenimiento de flotas que faciliten o habiliten la implantación o desarrollo de los nuevos modelos.

² <http://t-rex-fp7.eu/>

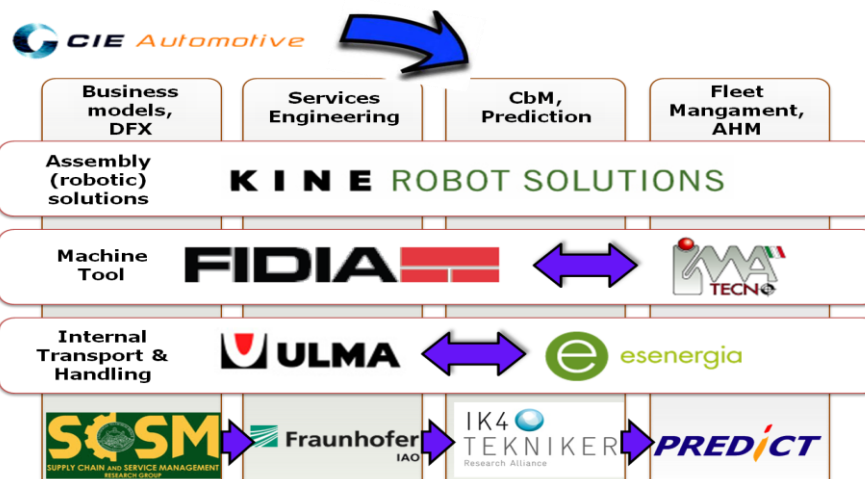


Ilustración 4 – El proyecto T-REX – actividades, casos de uso y participantes

El desarrollo y evaluación de nuevos modelos de negocio orientados a ‘servitización’

La oferta de servicios asociados a un producto puede ser muy amplia y variada, desde la oferta de servicios de mantenimiento hasta el pago por horas de servicios e incluso por rendimiento, pasando por el negocio de alquiler, de venta de maquinaria usada, de repuestos, etc.

El desarrollo de este tipo de negocios, que se agrupan comúnmente en el concepto sistemas producto/servicio, se suele identificar también con múltiples etiquetas que ha surgido en los últimos 20 años: servitización, integración fabricación/servicio, desarrollo de la cadena de valor,... en todos los casos el aspecto central es darle al cliente una solución a sus necesidades, mas que un producto. Aquí se puede distinguir entre 2 aproximaciones diferentes, dependiendo de donde reside la propiedad del producto.

Mientras que la implantación de servicios de mantenimiento no plantea cambios sustanciales de propiedad de los activos, en cada vez mas casos, la aplicación de sistemas producto/servicio implica que el producto es simplemente un mecanismo que tiene el suministrador para ofrecer un servicio al cliente. Las consecuencias son importantes ya que la propiedad de los activos queda en el fabricante. Además, puede haber también una transferencia de penalizaciones (y de bonificaciones) desde el cliente hacia el fabricante. Este modelo, que puede presentar importantes atractivos para muchos clientes, hay que analizarlo a fondo antes de poder explotarlo, ya que pero es necesario tener en cuenta, en primer lugar, cual es la *transferencia de riesgos* que se produce desde el cliente al fabricante, y si éste está en condiciones de hacerles frente, desde el punto de vista financiero, organizacional y tecnológico, entre otros.

Dicho esto, existen herramientas y fórmulas que facilitan la toma de estas decisiones. Por ejemplo, el canvas de modelos de negocio (Osterwalder y Pigneur, 2010) es una buena referencia que permite identificar y organizar en 9 bloques diferentes los aspectos mas relevantes (variables) que deben tenerse

en cuenta en el análisis de un modelo de negocio. Tiene el valor añadido de proveer un lenguaje que es posible compartir fuera de la organización y que ha sido ya utilizado en diferentes entornos.

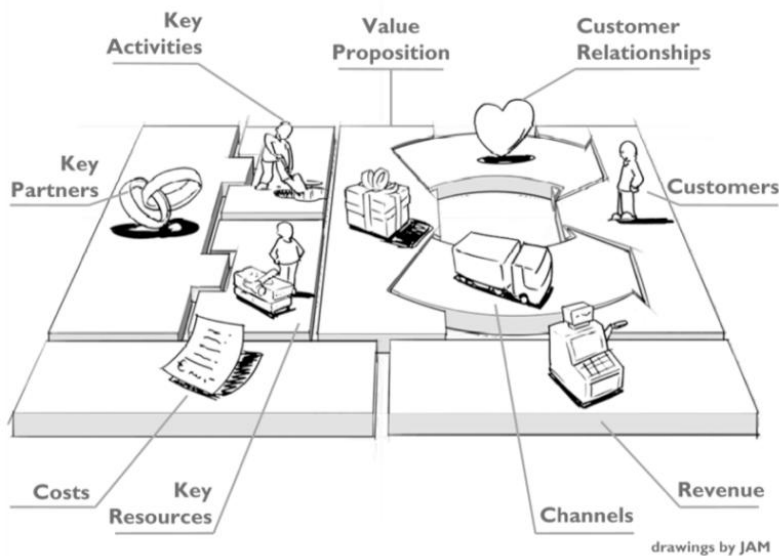


Ilustración 5 – El modelo canvas (Osterwalder y Pigneur, 2010)

Por último, entre los aspectos más importantes de este lenguaje está la identificación de la forma adecuada de medir los beneficios de la empresa, que ya no son sólo transaccionales (venta de productos). En este sentido, cobran fuerza los conceptos del coste total de propiedad y coste de ciclo de vida (*Total cost of ownership TCO, Life cycle cost- LCC*).

En T-REX el primer objetivo es modificar y adaptar el canvas para que pueda servir para el análisis de los potenciales nuevos modelos de negocio en los casos de uso, en concreto en las 3 empresas PYMES participantes, y poder derivar un TCO coherente.

El e-mantenimiento como ‘palanca’ de desarrollo de nuevos negocios

El mantenimiento juega 2 papeles diferentes en esta búsqueda de nuevos espacios de negocio: Por un lado, puede ser generadora de nuevos negocios ‘per se’ (en concreto, servicios de mantenimiento). Por otro lado, en los negocios en donde la propiedad de los activos pasa a ser del fabricante, es prioritario tener un mayor control sobre el estado de los activos y su utilización por terceros, para lo que a su vez hace falta contar con un sistema eficaz de mantenimiento que permita la monitorización y actuación sobre el parque/flota instalada.

Afortunadamente, la irrupción de internet (como el sistema de comunicación y almacenamiento distribuido de información) y las microtecnologías (uso de (micro)dispositivos móviles, portables) han contribuido a hacer realidad la posibilidad del empleo de técnicas predictivas remotas de mantenimiento y control del equipamiento (Arnaiz y Conde, 2010).

Del mismo modo que estas tecnologías han sido disruptivas en muchos ámbitos de la vida cotidiana, dentro del mundo industrial también han permitido desarrollar el concepto del e-mantenimiento (Holmberg et. al. 2010) como una solución para poder integrar y sincronizar las aplicaciones de control, mantenimiento y fiabilidad, para recabar y mandar la información de los activos donde sea necesaria con habilidad para vigilar los activos de las fábricas, unir los sistemas de producción y mantenimiento, recoger feedback de clientes que están en sitios remotos, e integrarlos a aplicaciones de alto nivel de la empresa. En este concepto están integrando los principios ya implementados por el tele-mantenimiento, pero donde se añaden los servicios web y los principios de colaboración. Las colaboraciones no sólo permiten compartir e intercambiar información, sino también el ‘conocimiento’, disponible y utilizable en el sitio y momento adecuado, para facilitar o incluso automatizar la mejor decisión de mantenimiento durante todo el ciclo de vida del producto (diseño, manufactura, uso, fin de vida). Existen ya muchos ejemplos en herramientas comerciales y compañías que trabajan estos conceptos. Una de ellas es Predict³, una proveedor de soluciones de mantenimiento (KASSEM, CASSIP) cuyo cometido en T-REX, junto con Tekniker es integrar el sistema de e-mantenimiento adecuado en cada caso (sistema embebido, gestión de flotas...)

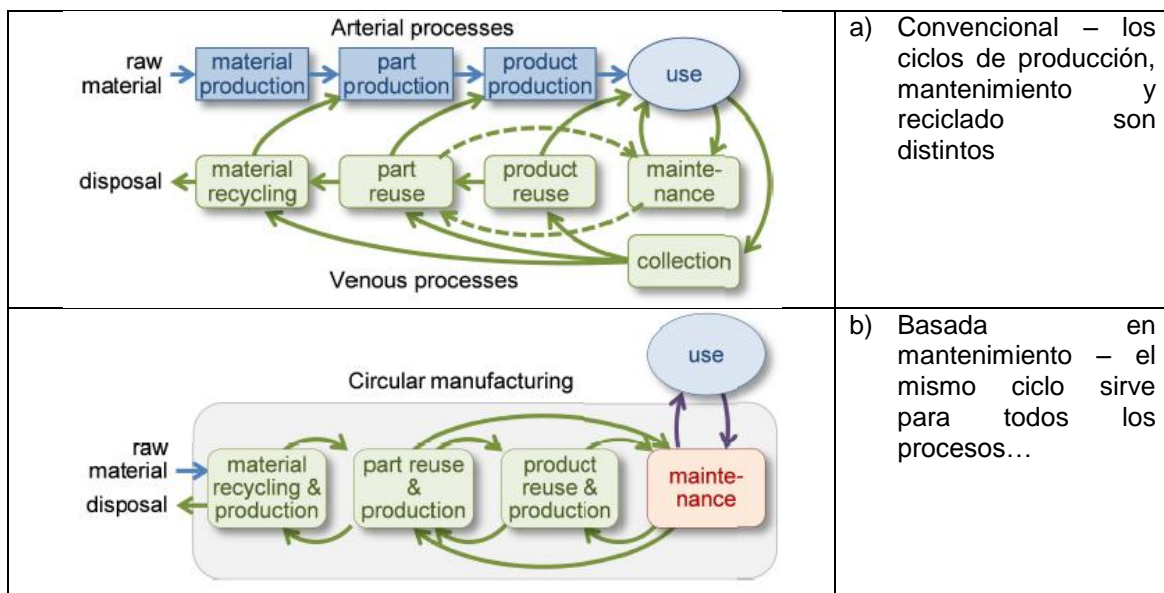


Ilustración 6 – Fabricación circular (Takata, 2013)

El gran desafío es en estos momentos encontrar el grado de despliegue y utilización óptimo de un sistema de e-mantenimiento, de forma que se consigan utilizar las estrategias correctivas, preventivas, de inspección y de monitorización remota necesarias. Esto es, que el plan de mantenimiento se ajuste tanto a la estructura de la organización como a la fiabilidad de los productos. En estos momentos ya existen herramientas para optimizar el servicio (Jardine & Tsang, 2006). Además, existen estudios de interés sobre la forma en la que procesos de re-fabricación y re-uso de los sistemas productivos deben ser enlazados con los procesos de mantenimiento (Takata, 2013)

³ <http://www.predict.fr/en/>

Otras tecnologías de interés

Evidentemente, el éxito de un nuevo modelo de negocio no depende solamente de tener un mantenimiento adecuado. Hay muchos otros factores que desarrollar, tanto financieros como de mercado y tecnológicos. Dentro del proyecto T-REX también se van a potenciar principalmente palancas que permitan realizar una ingeniería de producto y servicio al mismo tiempo que se decide el modelo de negocio.

- Por un lado, el diseño de producto debe estar orientado a ciclo de vida: Desde conceptos de modularidad del producto, que permita mayor reusabilidad con el mínimo número de tipos de piezas (mantenibilidad, ciclo de vida...) hasta el empleo de reglas específicas de diseño teniendo en cuenta los aspectos de servicio, de mantenibilidad o de fiabilidad venta,
- La ingeniería de servicios permite diseñar los procesos necesarios para soportar el cambio de modelo y/o las nuevas necesidades de mantenimiento. De nada sirve una acumulación de información si no hay un proceso claro de cómo y para que usarla. Del mismo modo, en el cambio hacia modelos de negocio en donde el objetivo es satisfacer las necesidades del cliente, está claro que los procesos que deberá llevar a cabo la primera línea de contacto con el cliente (venta, post-venta, mantenimiento, terceros y concesionarios asociados, etc.) es completamente diferente del que necesita realizar cuando sólo se trata de vender producto.

Por último, también se pretende incorporar soluciones innovadoras que pueden impactar directamente en los indicadores finales, que en este caso están muy enlazadas con el tipo de producto. Por ejemplo, se van a incorporar soluciones de regeneración de baterías que tienen un gran potencial de mejora en la maquinaria en donde se implementen (carretillas, robots,...) al facilitar de forma notable el re-uso de este tipo de componentes.

Conclusiones - El impacto de estas nuevas estrategias en las empresas de servicios – posibles sinergias?

Los cambios de modelo de negocio que se están produciendo en muchas empresas afines a sectores productivos indican una mayor tendencia también clara hacia actividades de mantenimiento que permitan satisfacer la necesidad final del cliente, que no es otra que garantizar que la operación correcta de los activos, minimizando los costes de producción de nueva maquinaria, costes cada vez mayores debidos a la escasez de materias primas o a la necesidad de reciclaje de materiales.

Estos cambios se han comenzado a producir hace tiempo, y aunque al principio estaban mas ligados a aspectos de sostenibilidad medioambiental, ahora se están traduciendo en problemas económicos, en donde el coste de las materias primas y de la energía necesaria para procesar dichos materiales tienen cada vez mas peso.

Esta nueva situación también afecta directamente a empresas de servicios que pueden elaborar sinergias con las empresas productivas y desarrollar servicios conjuntos en aquellos entornos que, por motivos geográficos o tecnológicos, las empresas productoras no pueden abarcar por si mismas.

En este sentido, las empresas deben de implicarse en los pasos de renovación y de búsqueda de otras soluciones de negocio diferentes y/o complementarias a las tradicionalmente aplicadas. Estas soluciones seguramente implicarán el despliegue de nuevas tecnologías y el cambio en los procesos y organización de la compañía, pero pueden merecer la pena si se realiza un análisis coherente de los potenciales modelos de mejora del negocio. El proyecto T-REX aspira a desarrollar ejemplos y normas claras que faciliten tanto el análisis de la situación como el despliegue de nuevos modelos.

En este contexto el mantenimiento puede observarse como una actividad de sostenibilidad, no sólo medioambiental, sino también económica e incluso social (empleo), en donde debe primar la predicción y prevención de fallos, alargando la vida de los productos y generando beneficios superiores a los de la actividad productiva entre los fabricantes de equipamiento.

Agradecimientos

El autor agradece la colaboración de ORONA S. Coop y ULMA Servicios de Manutención en el desarrollo de este artículo. Además, parte de este trabajo está vinculado a las actividades iniciadas en el proyecto T-REX financiado por la Unión Europea (FP7- 2013-NMP-ICT-FoF, contract no. 609005).

Referencias

- Arnaiz. A., Conde E. (2010) Nuevas tecnologías en mantenimiento predictivo. Cuadernos AEM.
- Bengtsson M, Salonen A. (2009) On the Need for Research on Holistic Maintenance. Proc. 22nd International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management; p. 165-172.
- Jardine, A. K., & Tsang, A. H. (2013). Maintenance, replacement, and reliability: theory and applications. CRC press.
- Takata S., Kimura F., van Houten F.J.A.M., Westkamper E., Shpitalni M., Ceglarek D. and Lee J. (2004). Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management". Annals of the CIRP, 53/2 (2004/8), 643-655
- Osterwalder A., Pigneur Y. (2010) Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Takata, S. (2013). Maintenance-centered Circular Manufacturing. Procedia CIRP, 11, 23-31.