

INTERNET DE LAS COSAS EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN COLABORATIVA DE PREVISIÓN Y REABASTECIMIENTO

Internet of things in the field of Collaborative Planning Forecasting and Replenishment

Pascual Cortés Pellicer¹

¹ Departamento Organización de Empresas
Universitat Politècnica de València, pascorpe@omp.upv.es

Recibido: 31-03-2017. Aceptado después de revisión: 15-11-2017

Resumen: El concepto de Internet de las cosas (Internet of Things – IoT) hace alusión a una red de objetos cotidianos conectados mediante internet. Este concepto está produciendo importantes cambios en el uso que se le da a ciertos objetos y está teniendo un impacto considerable en las actividades que se realizan en las organizaciones. Así pues, cualquier objeto puede convertirse en un generador de información, estando disponible con mayor inmediatez a la ocurrencia de eventos. Esto puede ser aprovechado por las empresas para conocer más rápidamente y mejor el funcionamiento de su negocio y su entorno. La Planificación Colaborativa de Previsión y Reabastecimiento (*Collaborative Planning Forecasting and Replenishment – CPFR*) es la iniciativa de gestión empresarial que ofrece una mayor colaboración y visibilidad a través de la Cadena de Suministro (CdS). El IoT, compuesto mayoritariamente por tarjetas RFID, podrá ser una herramienta de especial relevancia en escenarios de CPFR, donde resulta fundamental compartir información cierta, para planificar con mayor precisión y responder con mayor eficacia a lo largo de la cadena de valor. El objetivo del presente artículo es analizar la utilidad de IoT en un contexto CPFR.

Palabras claves: Cadena de Suministro, CPFR, Internet de las Cosas, RFID.

Abstract: Internet of Things (IoT) concept refers to a network of everyday objects connected through Internet. This concept is producing significant changes in the use that is given to certain objects and is having a considerable impact in the activities that are realized in the companies. Thus, everything could be an information generator, being more immediately available to the occurrence of events. This aspect can be taken by companies as advantage to know more quickly and better the operation of their business and their environment. The Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR) is the business management initiative that offers greater collaboration and visibility through the Supply Chain (SC). The IoT, based on RFID cards, could be an special relevance tool in scenarios of CPFR, where it is fundamental to share certain information, to plan with more precision and to respond more effectively along the value chain. The objective of the present article is to analyze the utility of IoT in a CPFR context.

Keywords: CPFR, Internet of Things, RFID, Supply Chain.

1. Introducción

Las empresas cada vez son más conscientes que un enfoque aislado, centrado en las relaciones competitivas frente a los demás, hace difícil mantener y/o aumentar la cuota de mercado [1]. Las empresas modernas se enfrentan a una gran variedad de desafíos como la globalización, la gestión del riesgo de la CdS, el rápido desarrollo de la tecnología, el aumento de los costos, los problemas de incertidumbre en la demanda, la mejora en la entrega de productos o servicios y la necesidad de mejorar el servicio al cliente y la calidad [2] [3].

La Planificación Colaborativa de Previsión y Reabastecimiento (Collaborative Planing Forecasting and Replenishment – CPFR) se entiende como la iniciativa de gestión empresarial que ofrece una mayor colaboración y visibilidad a través de la Cadena de Suministro (CdS). Siguiendo la estructura de CPFR, las empresas pueden mejorar sensiblemente la eficacia de la CdS a través de la planificación conjunta de la demanda, sincronizando la programación de la producción, la planificación logística y el diseño de los nuevos productos [4] [5]. La mayoría de las empresas pueden beneficiarse de CPFR, pero sin duda las más beneficiadas son aquellas que cuentan con altas variaciones de demanda, aquellas que compran o venden un producto de forma periódica y las que se centran en productos altamente diferenciados o de marca [6].

Un reciente estudio de AMA Research, muestra como la colaboración entre actores de la CdS puede añadir hasta en tres puntos porcentuales a los márgenes de beneficio para todos los tipos de actores de CdS. Con la mejora en la gestión de la CdS y el desarrollo de la TI, la naturaleza de los procesos de negocio ha cambiado desde la perspectiva interna de empresa (intra-empresarial) hacia una gestión más amplia (inter-empresarial), por lo que tiende a ser de gran importancia, la introducción de la TI en la gestión de la CdS [7].

Básicamente las primeras colaboraciones en el ámbito electrónico entre empresas se centran en la automatización de las transacciones mediante el Intercambio Electrónico de Datos (EDI) [8]. Posteriormente, la relación evoluciona hacia el intercambio de datos e información comercial, donde el socio transmite y comparte información con otros socios, convirtiéndose en determinante el nivel de TI para la selección de los proveedores en la cadena de valor [9].

En este sentido, algunos socios comerciales empezaron a moverse hacia relaciones más colaborativas que les permitiera trabajar en conjunto para lograr un mejor entendimiento de la demanda futura y hacer una planificación común para satisfacerla con mayor eficacia [10].

En 1995, Wal-Mart lideró un esfuerzo compartido, junto con uno de sus principales proveedores (Warner-Lambert) y otras cinco grandes empresas, para definir un proceso que enlazaría la demanda de los clientes con la reposición de necesidades a través de toda la CdS [11]. El resultado fue un conjunto de procesos de negocio denominado CPFR, que ayuda a eliminar la incertidumbre de la demanda y el suministro a través de la mejora de las comunicaciones entre los socios de la CdS [12].

CPFR es una iniciativa que facilita la reingeniería de la reposición entre los socios comerciales [13]. Una promesa importante de CPFR es que la precisión de la predicción (demanda, pedidos y ventas) puede mejorar haciendo que el cliente y el proveedor participe en el pronóstico. Un comprador y un vendedor, como colaboradores, trabajan juntos para satisfacer las demandas de un cliente final, que está en el centro del modelo [14]. La siguiente figura muestra este modelo, que es aplicable a muchas industrias.



Figure 1.

Figure 2.

Figura 1. Componentes del Modelo CPFR [14]

Las actividades colaborativas CPFR pueden darse en todas o en algunas de las siguientes actividades [15]:

1. **Estrategia y Planificación:** Se establecen reglas básicas para la relación colaborativa. Se determina el mix de producto y el posicionamiento y se desarrollan los planes para el periodo considerado.
2. **Gestión de Demanda y suministro:** Se analiza la demanda del consumidor y los requisitos de entrega en el horizonte de planificación.
3. **Ejecución:** Lanzamiento de órdenes, preparación y entrega de los pedidos, recepción y abastecimiento de los productos, registro de transacciones de ventas y ejecución de pagos.
4. **Análisis:** Se monitoriza la planificación y ejecución de las actividades en condiciones de excepción. Se calculan indicadores de rendimiento agregados. Se comparten las conclusiones y se ajustan los planes para la mejora continua de los resultados.

Si se produce una discrepancia, los socios comerciales pueden reunirse y decidir sobre la cantidad de reposición para rectificar el problema. Este tipo de colaboración ofrece un gran potencial para mejorar drásticamente el rendimiento de la CdS a través de la planificación colaborativa de la demanda, sincronizada programación de la producción, la planificación logística y desarrollo de nuevos productos.

Según indicaba la VICS (Voluntary Interindustry Commerce Solutions Association) como entidad que acuñó el término en 1998, CPFR se entiende como una colección de nuevas

prácticas comerciales que aprovechan internet y EDI para reducir radicalmente inventarios y gastos para mejorar el nivel servicio al cliente.

En comparación con las alianzas estratégicas anteriores, CPFR se fundamenta en un intercambio de información más profundo basado en la integración de las actividades de negocio internas y externas [16].

Aunque tradicionalmente ha habido una excesiva dependencia de la tecnología al intentar implementarlo [17], el proceso de CPFR no depende exclusivamente de la TI, ya que aboga por el uso de las herramientas y procesos comunes para mejorar la planificación de la CdS a través de un flujo de información precisa y oportuna [18].

Los siguientes puntos son ejemplos de algunas de las soluciones CPFR que se han desarrollado para facilitar el proceso [14]:

Puesta en común de los datos históricos y las previsiones

Automatización del proceso de colaboración y plan de negocio conjunto

Permisi3n de revisiones

Evaluaci3n de las situaciones de excepci3n.

La implementaci3n de CPFR en las CdS es conducida generalmente por los intentos de reducci3n de costes y riesgos, as3 como por la disminuci3n de los niveles de inventario, la mejora de las previsiones, el aumento de los ingresos, la mejora de la eficiencia en la distribuci3n y el progreso en la relaci3n con los proveedores [19]. CPFR es un conjunto de procesos de negocio que ayudan a eliminar la incertidumbre de la oferta y la demanda a trav3s de mejores comunicaciones y colaboraciones entre los socios comerciales de la CdS [20].

La figura siguiente es un ejemplo de c3mo se integra una soluci3n CPFR con los sistemas de la empresa entre los fabricantes y minoristas, tratando de transmitir la informaci3n correspondiente a las previsiones, promociones, inventarios, puntos de venta y env3os de pedidos.

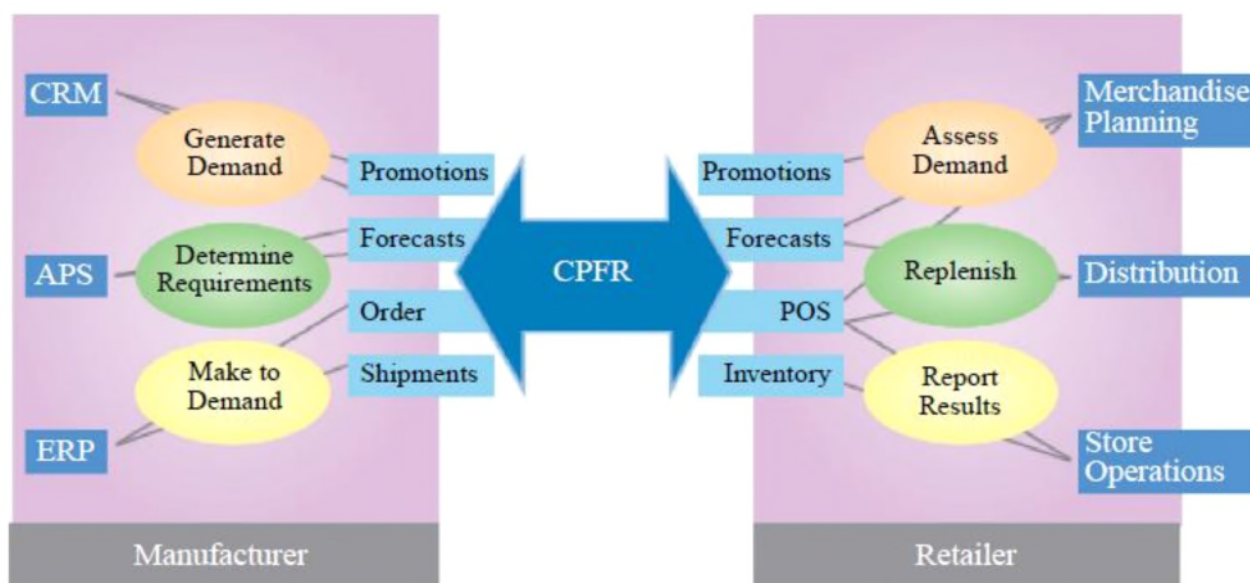


Figure 3. Figura 2. Integraci3n de procesos de informaci3n entre fabricantes y minorista [14]

A pesar de que la tecnolog3a especializada puede hacer el proceso de CPFR m3s escalable y accesible, no existe gran variedad de art3culos sobre el uso de la tecnolog3a de la informaci3n (TI) en la CdS [21], ya que se basan en su mayor3a en el comercio electr3nico [22].

Los propósitos de la TI en la CdS se pueden dividir de la siguiente manera [23]:

Facilitar la visibilidad y la disponibilidad de la información.

Fortalecer los puntos de contacto de los datos.

Aportar toda la información posible sobre la CdS para facilitar la toma de decisiones.

El estudio de la literatura muestra que la TI juega un papel importante en la CdS y en los próximos años cada vez cogerá mayor protagonismo, es decir, el uso de la TI se convertirá en vital para la gestión de la CdS [24] [25].

Dentro de la metodología CPFR, se desea contar con un alto grado de confianza entre los participantes, de forma que un socio debe estar dispuesto a confiar en el intercambio de información de cualquier otro socio. Para tal fin, la disponibilidad de infraestructuras de TI puede simplificar y mejorar la velocidad y la flexibilidad de la colaboración de la CdS [26]. Basándose en dicho grado de colaboración, diferentes soluciones pueden apoyar el desarrollo de CPFR, desde simples programas de hojas de cálculo hasta aplicaciones incluidas en el software ERP (Enterprise Resource Planning) [27].

El objetivo metodológico del sistema CPFR implica que la información pueda fluir libremente y con garantías de seguridad entre los distintos socios de la CdS y aunque la TI no sea esencial para obtener beneficios de procesos de colaboración mejorados, el uso de una TI integrada podría proporcionar mayores beneficios que el uso solo de CPFR [28]. Por ello, resulta interesante analizar la aplicación de la IoT sobre los sistemas CPFR, ya que se trata de un avance circunstancial en el ámbito de las TI que permite la transmisión de información de un manera rápida y segura [29] [30] [31].

A continuación, en el apartado 2, se revisa el concepto de Internet de las cosas para entender mejor su alcance e identificar sus propuestas de aplicación sobre CPFR. Después se analiza la aplicación genérica de IoT sobre las plataformas CPFR y posteriormente se muestran diferentes ejemplos sobre como IoT puede aplicarse sobre CPFR en contextos variados. Se finalizará el artículo destacando las principales conclusiones extraídas al respecto e indicando las posibles líneas futuras de investigación a realizar

2. Internet de las cosas

El concepto revolucionario de Internet de las Cosas (IoT) se fundamenta en aportar información en tiempo real a través de conexiones inalámbricas entre objetos [32].

IoT es un Internet global emergente que se basa en la arquitectura de la información facilitando el intercambio de bienes y servicios en las redes globales de la CdS.

Desde un punto de vista técnico, la arquitectura se basa en las herramientas de comunicación de datos, principalmente de artículos con etiquetas RFID (Radio-Frequency Identification). La IoT tiene el propósito de proporcionar una infraestructura de TI que facilita los intercambios de información entre "cosas" de una manera segura y confiable. La propuesta de la industria más popular para la nueva infraestructura de TI de la IoT se basa en un Código Electrónico de Producto (EPC). Las "cosas" son objetos físicos que llevan etiquetas RFID con un EPC único [33].

IOT tiene cuatro tecnologías de aplicación clave que son la tecnología RFID, utilizada para etiquetar las cosas, la tecnología de sensor utilizada para percibir cosas, la tecnología inteligente usada para que las cosas "piensen" y la nanotecnología que se utilizan para las cosas de dimensiones reducidas [34].

Estos conjuntos de tecnologías conforman el ámbito tecnológico basado en IoT, y es el punto de partida para el diseño de nuevas propuestas en el ámbito funcional y de mejora de procesos en las organizaciones. De las cuatro tecnologías expuestas anteriormente, la tecnología RFID es la que más se ha desarrollado en el ámbito de la CdS (CdS), teniendo un mayor impacto desde el punto de vista de generación de nuevas herramientas para su

aplicación en diferentes procesos de la organización [35]. El resto de las tecnologías referentes a la IoT se han desarrollado preferentemente en otros campos, tales como la fabricación, la electrónica, los robots y la nanotecnología.

Esta tecnología de identificación automática y captura de datos se compone de tres elementos: una etiqueta formada por un chip conectado con una antena, un lector que emite señales de radio y recibe las respuestas de las etiquetas, y finalmente un middleware que comunica el hardware RFID con aplicaciones empresariales [36].

Las etiquetas adheridas a los objetos físicos tales como productos, cajas o contenedores de transporte, proporcionan información de estos objetos físicos que pueden ser utilizadas por los sistemas de información para una mejor gestión de los mismos.

Estas tecnologías están teniendo aplicaciones industriales que nos permiten estrechar la distancia entre los sistemas de información empresariales (ERP – Enterprise Resource Planning) y la situación real de la organización, a través de la aportación de información más precisa de la misma [37].

La tecnología de identificación por RFID ha sido ampliamente adoptada en la gestión de la CdS para un mejor seguimiento y rastreo del movimiento del producto, ya que permite la lectura remota en tiempo real gracias al chip codificado que lleva incorporado [38].

La tecnología RFID no es una tecnología nueva, pero sí recientemente es cuando ha cogido mayor protagonismo, gracias sobre todo a los avances tecnológicos y a la reducción de costes de fabricación de los componentes electrónicos. El concepto de IoT sigue desarrollándose con mayor potencial gracias a las nuevas tendencias tecnológicas relacionadas, por ejemplo, con el Cloud Computing o Big Data, puesto que han comenzado a revelar sinergias mediante la combinación entre ellas [39].

Esta tecnología permite el seguimiento preciso y monitoreo en tiempo real de cada artículo etiquetado con el mínimo esfuerzo, proporcionando una comunicación en tiempo real con numerosos objetos al mismo tiempo, a distancia, sin contacto ni línea de visión directa [40]. Fundamentalmente, nos ofrece una trazabilidad completa de los productos desde los puntos de recogida hasta los puntos de tratamiento.

Este “Internet de las Cosas” está permitiendo mayores niveles de visibilidad y automatización dentro de la logística, aumentando así la eficiencia potencial de las cadenas de suministro en todas las industrias [41][42].

3.- Análisis de la aplicación genérica de IoT a CPFR

La información es un bien muypreciado en toda CdS y, por lo tanto, la manera de gestionarla es una ventaja competitiva que no puede pasarse por alto a ninguna compañía [43]. Tradicionalmente, el intercambio de información entre los diferentes miembros de la CdS ha sido de un escalón a otro, tal y como muestra la siguiente figura:

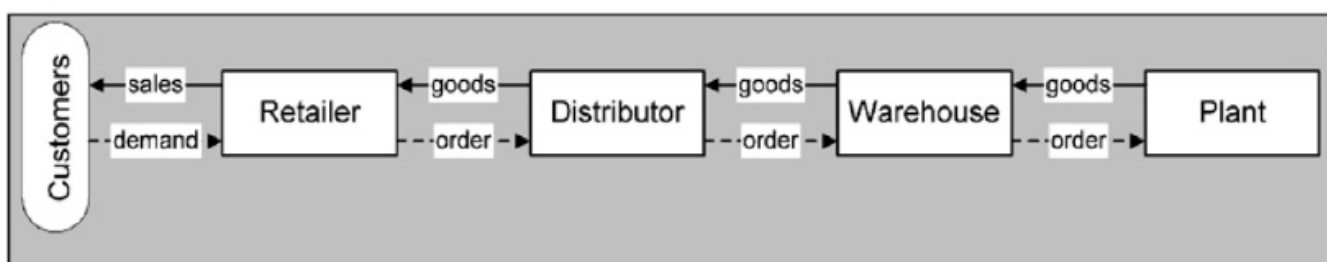


Figura 3. Intercambio de información entre miembros de una CdS tradicional [44]

Se puede observar como la información ha ido subiendo, generalmente aguas arriba, en formato de pedido entre los diferentes componentes de la CdS, según indica la línea discontinua de la figura.

El hecho de trabajar bajo la estructura de CPFR, promueve que los niveles de inventario, los datos del punto de venta, los planes de promoción, las previsiones de ventas y otra información, que pueda influir en la demanda del mercado, se comparta entre los diferentes miembros de la CdS, tal y como se puede apreciar en la figura siguiente:

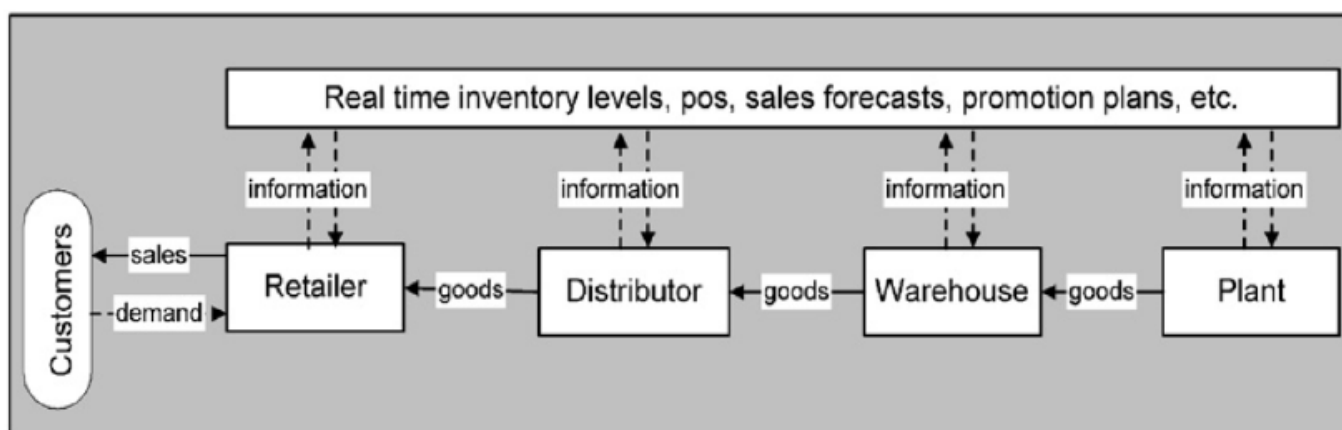


Figura 4. Integración de información entre miembros de una CdS con CPFR [44]

La gran cantidad de información disponible que fluye con el CPFR se utiliza eficazmente para minimizar la incertidumbre a lo largo de la CdS.

La integración de la información en la CdS basada en CPFR, mejoraría si todas las “cosas” de la misma tuviesen características y capacidades inteligentes, aportando así importantes beneficios para el procesamiento de integración de la información.

La principal utilidad de la IoT en la gestión de la CdS se caracteriza por aportar información en tiempo real a todas las partes interesadas, reduciendo así la incertidumbre y facilitando el conocimiento sobre el estado del mercado, la optimización de rutas, la toma de decisiones respecto a precios, el control de inventarios y el seguimiento de los productos al instante.

La influencia de IoT en la gestión de la CdS basada en CPFR, incluye la optimización del proceso de gestión de la CdS, el manejo más efectivo en el uso de los recursos, la gestión en tiempo real, el incremento de la visibilidad de la CdS, la mejora de la transparencia de la información en la gestión de la CdS y que sea más ágil y más integrada [45]. Dicha información es la que se pretende mostrar a partir de la siguiente figura, donde el IoT está presente en toda la CdS, intercomunicándose con todos los actores de la misma.

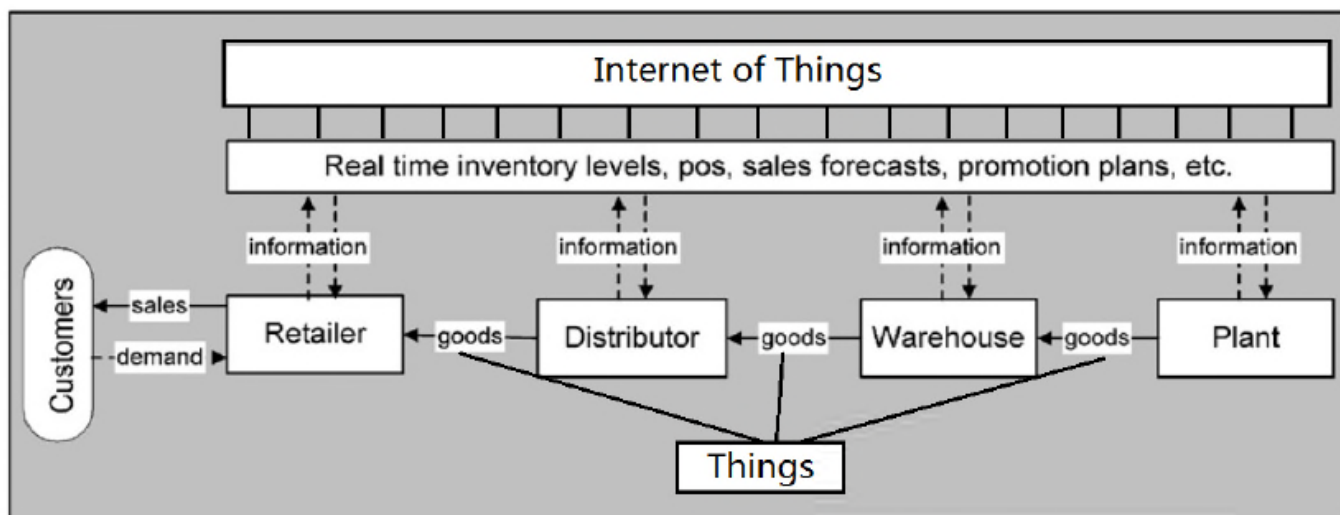


Figura 5. Integración de información de una CdS con CPFR basada en IoT [20]

4.- Clasificación de las propuestas de aplicación de IoT a CPFR

La tecnología RFID se ha convertido en una herramienta importante para la gestión moderna de la CdS [46], puesto que si es utilizada correctamente, tiene el potencial de reducir el tiempo de entrega de pedidos, mejorar de control de inventarios, ayudar a evitar los desabastecimientos mejorando la transmisión de información entre los diferentes componentes de la CdS [47].

En el sector del automóvil, por ejemplo, alrededor del 70% del valor añadido se genera a través del proveedor, por lo que el principio de ahorro a través de la colaboración mediante CPFR parece especialmente interesante.

Con la idea de reducir el inventario al máximo y solicitar la reposición continua, se reorganiza el transporte logístico, introduciendo un enfoque Just in time, favorecido a través de la incorporación del Internet de las Cosas en los productos [48].

Focalizando el estudio de implantación de la IoT en entornos CPFR dentro del sector del automóvil, y más concretamente en Toyota, tal y como se puede apreciar en las figuras siguientes, la evolución de la CdS hace que la información fluya de diferente forma, tratando de afinar el grado acierto sobre la demanda real del cliente cómo principal objetivo [49].

En la figura siguiente, podemos ver como fluye la información entre los diferentes actores de una CdS tradicional del sector del automóvil, destacando como existe un punto de separación de la información situado en el comerciante de vehículos.

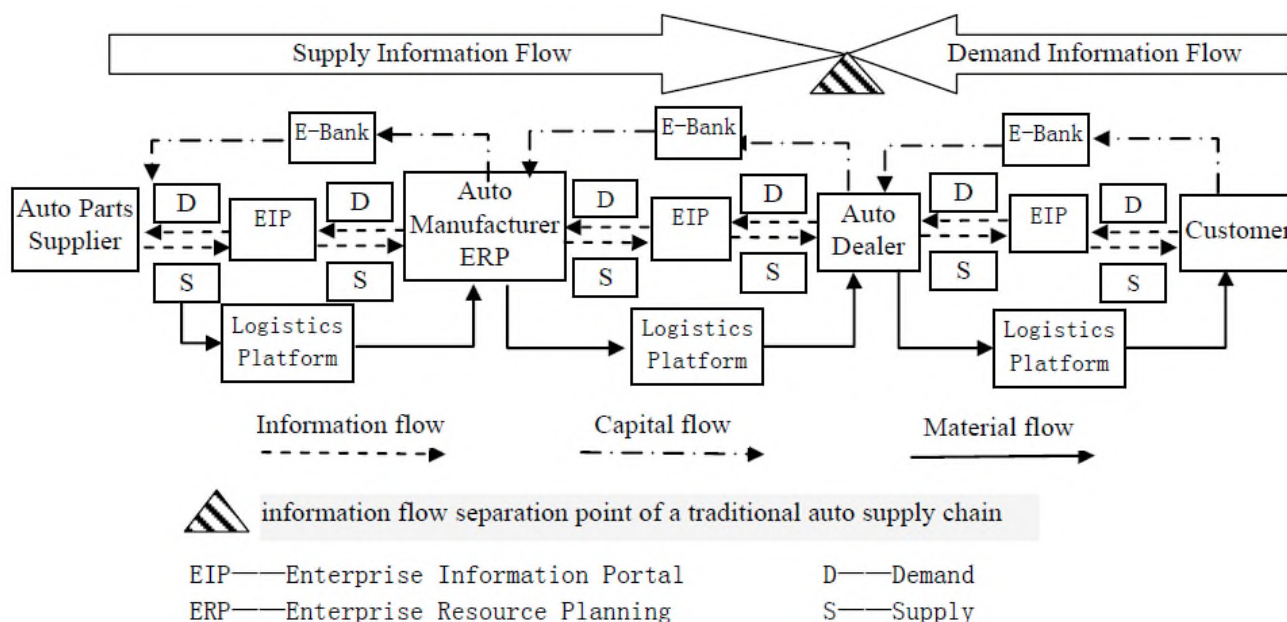


Figura 6. Intercambio de información entre miembros de una CdS tradicional de automóviles [49]

La figura 7 muestra el resultado de la integración de la información dentro de la CdS bajo un sistema CPFR, donde se puede apreciar como el flujo de información sobre la demanda del mercado, fluye aguas arriba a través de toda la CdS, compartiendo información real entre todos los participantes.

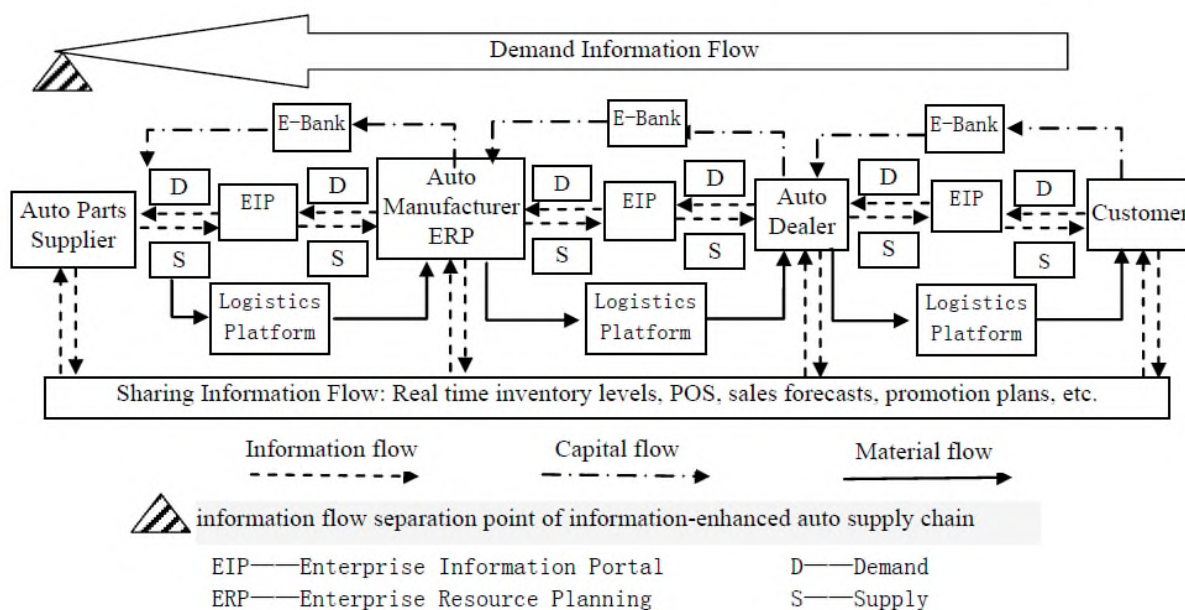


Figura 7. Integración de información en una CdS CPFR del sector del automóvil [49]

La inclusión del Internet de las Cosas para gestionar los productos, facilitan el intercambio de datos en tiempo real entre todos los actores participantes en la CdS, favoreciendo la planificación colaborativa perseguida mediante el CPFR, tal y cómo se puede apreciar en la figura siguiente.

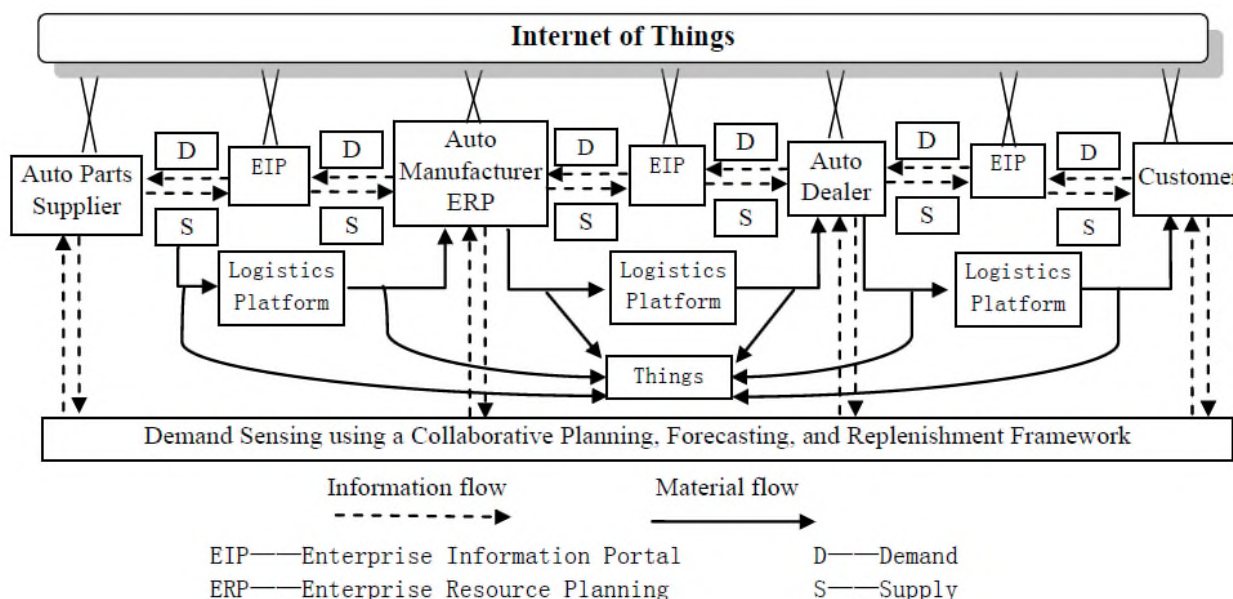


Figura 8. Integración de información en una CdS CPFR del sector del automóvil basada en IoT [49]

La logística de entrada de los fabricantes de automóviles es muy compleja, especialmente hoy en día que los coches se fabrican con gran cantidad de especificaciones. Al mismo tiempo, la previsión de las cifras de demanda se complica, puesto que el ciclo de vida del producto cada vez es más corto, el cliente tiene constantes cambios de gusto, las novedades tecnológicas avanzan muy rápidamente y, además, dichas cifras de demanda, muchas veces erróneas, no se comparten con los proveedores.

El despliegue de CPFR parece ser más factible con los fabricantes de automóviles japoneses, como Toyota, que desarrollaron una fuerte relación de confianza entre comprador y vendedor, crucial para los procesos de planificación y previsión de colaboración [49].

El simple hecho de introducir el IoT en la gestión de la CdS facilita la transmisión de información en tiempo real entre todos los participantes, promoviendo así la optimización de la gestión y la efectividad en la toma de decisiones.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, las cuatro actividades principales de CPFR en la logística de entrada para los fabricantes de automóviles basados en IoT, son las siguientes:

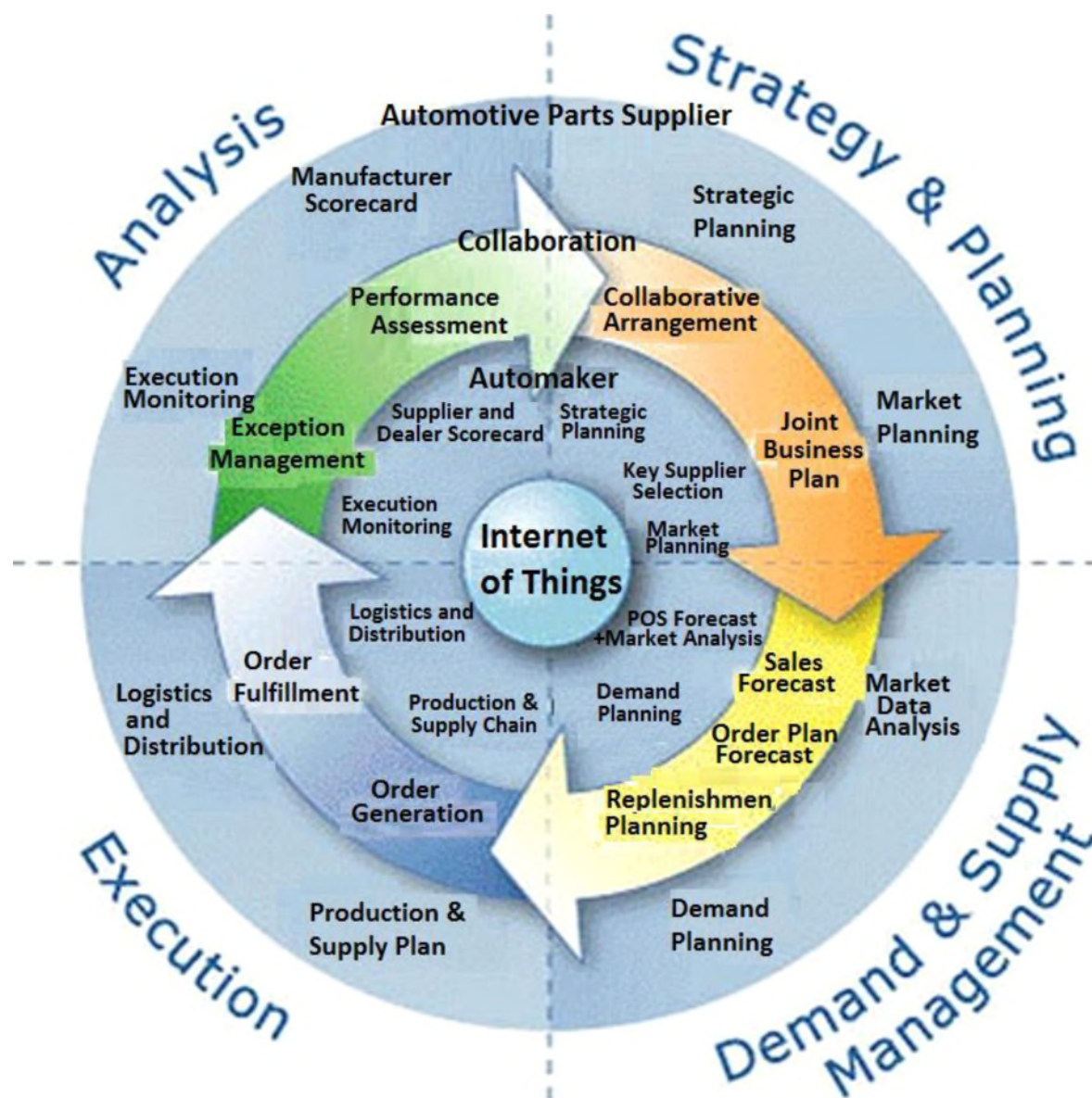


Figura 9. Modelo CPFR en Logística de entrada para la industria del Automóvil basada en IoT [50]

Estrategia y planificación. Antes que nada, para la colaboración CPFR en la logística de entrada, se deben definir las normas y principios básicos para la colaboración entre el fabricante de automóviles y el proveedor de repuestos.

La demanda y gestión del suministro. Para generar una previsión de ventas en términos CPFR, se requieren datos tanto del fabricante de automóvil como de sus proveedores. Basándonos en el uso de IoT, el fabricante de automóviles recopila fácilmente los datos de venta de sus distribuidores y las previsiones que maneja cada uno de ellos. El uso de la IoT le permite analizar el mercado al momento, gracias al flujo de datos recogido y compartido desde cada centro de ventas. Por un lado, el proveedor puede evaluar el volumen requerido de entregas futuras y, por otro lado, ambas partes pueden determinar conjuntamente los métodos de entrega más adecuados para las diferentes partes del vehículo.

Ejecución. Sobre la base de la planificación estratégica, se elabora de manera conjunta la Generación de órdenes de pedido. Posteriormente, el proveedor y el fabricante compilan su