



## **Tendencias en automatización de los sistemas de producción**

En las últimas décadas hemos sido testigos de un vertiginoso avance de la tecnología de producción. Estos avances se han debido fundamentalmente a la utilización de computadoras, las que han permitido automatizar ciertas tareas que anteriormente requerían la intervención directa del hombre. La automatización de los procesos productivos comienza en la década de los cincuenta, con la invención de las máquinas con control numérico, es decir, máquinas con la capacidad de programar la operación y movimiento de sus herramientas con base en instrucciones que pueden ser leídas y ejecutadas por medio de dispositivos electrónicos (computadoras). El inicio de la automatización en los procesos productivos ha determinado que aparezcan nuevos conceptos administrativos, destinados a identificar las diferentes áreas y los equipos en los que la automatización ocupa un sitio destacado. A continuación presentamos un resumen de los nuevos conceptos administrativos que aparecen como consecuencia de la automatización. Algunos de estos conceptos, por lo general, se reconocen a partir de sus siglas en inglés, por lo que indicamos este nombre entre paréntesis y a continuación mencionamos la traducción al español.

**CAD (Computer Aided Design:** diseño apoyado en computadoras). Es el diseño de nuevos productos o servicios apoyados en la computadora. Los sistemas CAD son paquetes de graficación por computadora, que permiten analizar las especificaciones de diseño de un producto o servicio, con el objeto de verificar la calidad de dicho producto o servicio, así como generar los requerimientos de materiales y/o procesos. Por ejemplo, existen sistemas CAD para analizar las dimensiones de una pieza de un equipo, o para evaluar y diseñar la disposición de los talleres en una planta de manufactura, o la disposición de los centros de atención de una oficina en donde se presta un servicio.

**Diseño modular.** Es una tendencia en el diseño de nuevos productos o servicios, que persigue generar productos a pedido del cliente, aprovechando al mismo tiempo las ventajas de la producción estandarizada, que da lugar a la producción en masa. Para lograr un diseño modular, se identifican los módulos (componentes) del producto o servicio, que desempeñarán una función específica. Para cada módulo pueden diseñarse diferentes modelos, de acuerdo con los diferentes requerimientos de los clientes potenciales. De esta manera, el cliente puede elegir el producto que más le convenga, seleccionando la combinación de modelos de los respectivos módulos que mejor se ajuste a sus necesidades. La atención de los pedidos bajo esta modalidad podría tomar algo más de tiempo que en la producción estandarizada, si el cliente debe esperar por el ensamble; pero definitivamente tomará menos tiempo que un pedido diseñado especialmente para el cliente. Sin embargo, se aprovechan las otras ventajas de la producción estandarizada, ya que los diferentes modelos de los módulos se pueden producir en masa. Ejemplos de diseño modular pueden encontrarse en las industrias automotriz, electrónica y de muebles, entre otras.

**Manufactura celular.** Es una tendencia en el diseño de plantas, en especial cuando se fabrican diferentes líneas de producción. Para desarrollar un sistema de manufactura celular, se determinan familias de componentes o productos que tienen características similares y para cada familia se diseña un taller (llamado célula) que, por lo general, está formado por máquinas o equipos diferentes, requeridos para manufacturar el grupo o familia de componentes. Este concepto modifica la antigua idea de taller en función de máquinas o equipos del mismo tipo (por ejemplo, taller de corte, taller de pintura, etc.), ya que una célula está diseñada en función del producto, y puede tener diferentes máquinas o equipos, para realizar diferentes procesos. La ventaja principal de la manufactura celular es que se reducen ampliamente los tiempos de apertura del



proceso, ya que en un mismo taller no se realizan tareas diferentes (para diferentes familias de productos). El operario de una célula, asimismo, debe ser capaz de realizar tareas diferentes (ya que hay equipos diferentes), por lo que se requieren operarios mejor calificados, quienes a su vez realizarán un trabajo menos monótono y más reconfortante. El diseño modular de los productos, por lo general, está asociado a un diseño de disposición de planta mediante el uso de manufactura celular, con lo que se puede lograr una eficiente producción en masa.

**Control numérico.** Es el control del movimiento de una herramienta con base en instrucciones numéricas, las cuales son interpretadas por una computadora, y dirigidas hacia la herramienta para controlar su movimiento. Las máquinas con control numérico, en consecuencia, no necesitan que el operario las regule manualmente, porque su regulación se hace automáticamente por medio de instrucciones numéricas.

**Robot.** Es la forma más avanzada de automatización de una operación de manufactura. Los robots usados en manufactura son brazos mecánicos con alta flexibilidad de movimiento, el robot puede programarse para moverse y manipular herramientas, las cuales pueden ser cambiadas según el tipo de herramienta que se requiera. La ventaja del robot respecto del control numérico tradicional es que el robot puede moverse (no está fijo), y puede manipular diferentes herramientas.

**CAM** (*Computer Aided Manufacturing*): manufactura apoyada en computadoras). Es el control computarizado del proceso de manufactura. El control numérico es la forma más antigua de CAM y la robótica (utilización de robots) es una forma de CAM más moderna.

**FMS** (*Flexible Manufacturing System*): sistema de manufactura flexible). Es un sistema de manufactura que puede realizar varios procesos simultáneamente (se manufacturan piezas distintas utilizando las mismas máquinas), bajo el control de una computadora. Un FMS, por lo general, está constituido por máquinas con control numérico, unidas mediante dispositivos automáticos de transporte o robots, y una computadora que controla el proceso, y en particular, el flujo de las diferentes piezas en proceso a través de las diferentes máquinas.

**CIM** (*Computer Integrated Manufacturing*): manufactura integrada por computadora). Es la integración de CAD, CAM y FMS. Un sistema CIM permitiría la integración automática de todos los procesos productivos: diseño, manufactura y administración. El CIM debe considerarse como un concepto, ya que todavía es difícil imaginar una planta completamente automatizada. La siguiente gráfica ilustra la integración de los conceptos previos para lograr un sistema CIM.

**Sistemas visuales.** Son equipos con sensores ópticos, y capaces de reconocer imágenes. Los sistemas visuales se usan para clasificar productos y controlar empaques y envíos, así como la calidad de algunos procesos.

**Sistemas automáticos de identificación.** Permiten la captura automática de datos utilizando un sistema de identificación; los más comunes son los códigos de barras, y también existen sistemas basados en el reconocimiento de voz. Las tarjetas de crédito son también un ejemplo importante de sistema automático de identificación en servicios. La ventaja principal de estos sistemas es que permiten ingresar directamente la información hacia un computador, para su procesamiento, facilitando las tareas administrativas (por ejemplo, el control de inventarios).



Como podemos imaginar, los adelantos tecnológicos mencionados han ejercido un gran impacto en las diferentes áreas del proceso productivo. Con el objeto de tener una idea más clara del impacto de la tecnología, hemos presentado la gráfica anterior, en la que se indican las áreas del proceso productivo en que incide la innovación tecnológica. Para cada área se mencionan las tendencias que siguen las empresas con tecnología de avanzada.

El proceso de automatización de una empresa puede ser costoso e implicar la adquisición de equipos que pudieran resultar caros. Por esta razón, no es aconsejable iniciar un proceso de modernización sin antes estudiar detalladamente los beneficios e inconvenientes que pudiera generar este proceso. De acuerdo con la tendencia de la industria a escala mundial, se observa que la modernización no se da en un corto plazo, en general, el proceso de automatización de las empresas incluye los siguientes pasos:

1. Simplificación y reorganización del diseño de planta y sus talleres, en busca de una mayor eficiencia (sin automatización necesariamente).
2. Creación de "islas de automatización", con células de manufactura flexible y controles computarizados.
3. Unión de las islas, integradas a un sistema **CAD**.
4. Uso de sistemas expertos (que permitan el aprendizaje y el cambio), para integrar las decisiones administrativas con el CAD, y automatización de otras tareas administrativas como la planeación de la producción y el MRP (planeación de requerimientos de materiales).
5. Extender el uso de sistemas expertos hacia todas las áreas de la toma de decisiones, desde la planeación de la producción hasta la satisfacción del cliente.

### **¿Qué es el Justo a Tiempo (JIT)?**

El término JIT está formado por las iniciales de la expresión inglesa "Just in Time", que se traduce al español como: "Justo a Tiempo". Si preguntáramos el significado de esta expresión a alguna persona (no especialista), que ha escuchado hablar sobre el tema, podríamos oír su respuesta en el sentido de que es una técnica de producción por medio de la cual se reducen los inventarios, o a lo mejor, que esta técnica también reduce el desperdicio de insumos. Aunque el Justo a Tiempo efectivamente abarca ambas cosas, reducción de inventarios y reducción del desperdicio, su alcance no se limita a estos dos factores. En primer lugar, debemos señalar que el Justo a Tiempo no es una técnica de producción, sino más bien una filosofía de producción; resulta imposible describir con precisión los mecanismos de un sistema de producción para que pueda recibir el nombre de Justo a Tiempo. Sin embargo, sí podemos indicar los objetivos y ventajas de producir Justo a Tiempo, a la vez que destacar algunas técnicas que facilitan la implantación de esta filosofía de producción. Para entender el significado del Justo a Tiempo, es conveniente imaginarnos las limitaciones que tuvo que afrontar la industria japonesa de la posguerra (la filosofía Justo a Tiempo tuvo su origen en Japón). Japón es uno de los países con mayor densidad poblacional, su población es, aproximadamente, 50% mayor que la de México, en un territorio cuya superficie es menor a una quinta parte de la de México. Tokio es la segunda ciudad en población, luego del Distrito Federal, y aunque su población es menor, el costo de la renta y los inmuebles es significativamente más alto que en el Distrito Federal. Además de contar con una superficie relativamente pequeña, el territorio de Japón es montañoso, y sufre de escasez de recursos naturales; por ejemplo, la mayor parte del insumo de la industria del acero en Japón es chatarra importada; el petróleo, asimismo, es importado casi en su totalidad. Además de estas limitaciones de espacio y de materia prima, el alto costo de los alimentos y vivienda, hace que el nivel de salarios sea muy alto. Todas estas restricciones hacen que el



espacio para producir, la materia prima y el tiempo de manufactura posean un alto valor en la industria japonesa, y la obligaron a desarrollar una filosofía particular de producción. Ante este panorama, es fácil imaginar por qué la filosofía de producción japonesa busca reducir el desperdicio, tanto en tiempo como en inventario, así como una disposición de planta que permita ahorrar espacio.

El objetivo fundamental de la filosofía de producción Justo a Tiempo es lograr un flujo continuo del proceso de producción, desde la recepción de materiales hasta la venta final; esto equivale a asegurar que los inventarios de materia prima, de productos en proceso y terminados, se reduzcan al mínimo o, dicho de otra forma, que se produzca el número adecuado en el momento requerido (justo a tiempo). Lo anterior nos podría llevar a pensar que el Justo a Tiempo es susceptible de implantación mediante una planeación de requerimientos de materiales MRP; sin embargo, existe una diferencia fundamental entre el MRP y el Justo a Tiempo. En efecto, mientras en el MRP la administración va de arriba hacia abajo, es decir, para satisfacer un pedido, se planean los pedidos de materiales y los procesos, generando órdenes que emanan de un administrador central, en el Justo a Tiempo la administración va de abajo hacia arriba, es decir, la demanda genera sus propios pedidos, y la producción fluye continua y automáticamente con un trabajo burocrático mínimo, manteniendo al mismo tiempo un nivel de inventario bajo. En teoría, el nivel de inventario en el Justo a Tiempo debería ser el requerido para producir exactamente una unidad de producto final. Podemos imaginar ahora que la implantación de la filosofía Justo a Tiempo no es una tarea trivial.

Con el objeto de aclarar aún más el concepto del Justo a Tiempo, y de explicar cómo se puede implantar esta filosofía, mencionaremos y explicaremos los cuatro componentes principales que han permitido a los japoneses aplicar la filosofía Justo a Tiempo:

1. Métodos de producción y disposición de planta.
2. Kanban.
3. Control total de la calidad.
4. Sistema de proveedores.

En principio, la implantación del Justo a Tiempo requiere de manufactura celular, es decir, se diseñan talleres o células en función de familias de partes o componentes con características similares. Con el objeto de reducir el espacio, los japoneses acostumbran diseñar células en las que las máquinas no están arregladas en línea, sino más bien en forma de U. Esta disposición, además de reducir el espacio, permite que un operario pueda hacerse cargo de varias máquinas, ya que se facilita el movimiento del operario de máquina a máquina.

Para lograr un flujo suave de la producción, las piezas o componentes son pasados uno por uno de un proceso a otro, haciendo uso de transportadores automáticos, y procurando que las máquinas estén lo suficientemente cerca una de otra. Para lograr una producción Justo a Tiempo, en la que los inventarios se reduzcan al mínimo, es necesario producir en lotes pequeños (los lotes grandes generan mucho inventario por las fluctuaciones de la demanda), y para que esta política no sea causa de menor productividad, es preciso que los tiempos de apertura (regulación de las máquinas e inventarios al cambiar de una línea de producción a otra) se reduzcan también al mínimo.

La palabra Kanban significa tarjeta en japonés y el término se aplica a un método de producción en el que se generan los requerimientos de materiales al revés, es decir, la

**Fundamentos de negocio**  
**Producción > Mejoras continuas en el área de**  
**operaciones (Estrategias de manufactura >**  
**Tendencias actuales en los sistemas de producción**



demanda de producción va generando sus requerimientos hacia atrás; los componentes o materiales requeridos son retirados, y las tarjetas indican el retiro de materiales.

Otro componente importante de la filosofía Justo a Tiempo es el control total de la calidad. Debido que el Justo a Tiempo busca un flujo continuo de la producción, no debe haber interrupciones por problemas de calidad; por esta razón, se requiere una política de prevención de la baja calidad y, en particular, se requieren proveedores altamente confiables, no sólo en cuanto a calidad sino también en rapidez de la atención a pedidos. La política de mantener un flujo de una sola pieza a la vez, en particular, facilita el control de calidad de los productos. Algunos conceptos que han ayudado a los japoneses a facilitar la búsqueda de la producción con cero defectos son el bakayake, que significa el uso de dispositivos automáticos para controlar la calidad, y el Yo-i-don, que se refiere a la interrupción de la producción si los trabajadores descubren un problema de calidad serio en la producción. Otra herramienta que desarrollaron los japoneses para el control total de la calidad son los círculos de calidad, que son pequeños grupos (de 4 a 15 miembros) de trabajadores, quienes generalmente son del mismo taller o área de trabajo. Estos círculos de calidad se reúnen periódicamente, bajo la dirección de un supervisor (una vez a la semana, por ejemplo), para discutir sobre la mejora de sus métodos de operación, analizar problemas y plantear soluciones a los mismos, con el objeto de mejorar la calidad de la producción.

Por último, un componente no menos importante de la filosofía Justo a Tiempo es el sistema de proveedores. El flujo continuo de la producción no podría lograrse si los proveedores no entregaran los pedidos a tiempo, y el abastecimiento no cumpliera con los estándares de calidad requeridos. En este sentido, siempre será preferible contar con un número pequeño de proveedores, pero muy confiables. La empresa debe trabajar conjuntamente con sus proveedores, para hacerles las sugerencias que permitan lograr un abastecimiento confiable y a tiempo, basando sus relaciones en la confianza mutua.