UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Cálculo de indicadores productivos

Apellidos, nombre	Marin-Garcia, Juan A. (jamarin@omp.upv.es) Garcia-Sabater, Julio J. (jugarsa@omp.upv.es)
Departamento	ROGLE. Depto de Organización de Empresas
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se va van a presentar los principales indicadores productivos que se utilizan en empresas manufactureras y las fórmulas con las que se pueden calcular. Se verá el indicador de calidad más importante, el FTT, el indicador que nos muestra el porcentaje de utilización correcta de cualquier máquina, el OEE, y la forma de calcularlo que nos muestra donde se pierde la eficiencia. El indicador BTS nos muestra lo bien o mal que se siguen los planes de producción. El indicador DTD explicado muestra el tiempo que pasa una pieza en fábrica desde que entran en forma de material prima hasta que sale en forma de producto acabado hacia el cliente. De este tiempo el Ratio de Valor Añadido (RVA) nos dice el porcentaje que le aportamos valor a dicho producto.Se explica también como se calcula la productividad de mano de obra, dicho cálculo se realizan piezas y no en términos monetarios ya que es un indicador a nivel de planta.

2 Introducción

La visión actual de los negocios considera que el objetivo principal de las empresas es generar valor. Para lograr la supervivencia de la empresa este valor debe repartirse equilibradamente entre los clientes, los propietarios y los trabajadores. Si una empresa realiza cambios para mejorar su producción, debe conseguir que las «prestaciones» de sus productos o servicios aumenten en mayor medida de lo que aumentan los costes en los que incurre para lograr las modificaciones. Esto será posible en la medida en que la conducta de los trabajadores (indicadores de Recursos humanos) favorezca las mejoras en los procesos y productos (Indicadores productivos) que son necesarias para que la empresa sea rentable (indicadores financieros) (Figura 1).

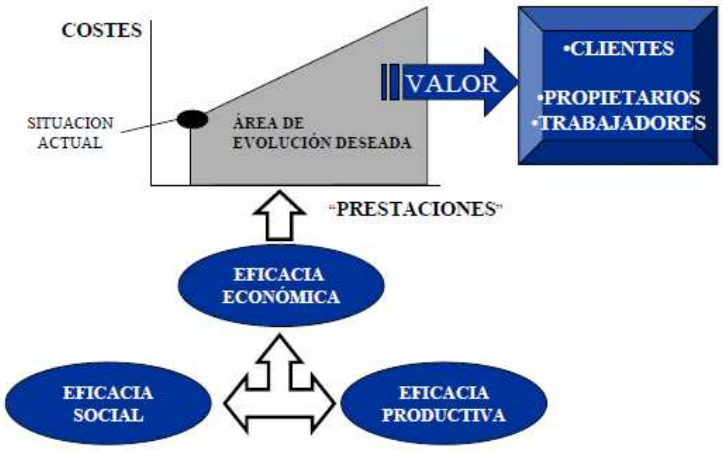


Figura 1: Generación de valor en la empresa

3 Objetivos

Una vez que se haya leído el siguiente documento los alumnos conocerán y sabrán calcular los indicadores operacionales más comunes en empresas productivas y necesarias para cualquier empresa que quiera introducir o haya introducido sistemas producción como el Toyota Production System (producción ajustada) o sistema de gestión total de la calidad (TQM). Los indicadores que se explican son:

- Calidad-FTT : Bien a la Primera (First-Time-Through Capability).
- OEE: Eficiencia Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness).
- BTS: Fabricación según programa (Build-to-Schedule).
- DTD: Tiempo de muelle a muelle (Dock-to-Dock Time).
- Ratio de Valor añadido
- Productividad de la mano de obra.

4 Desarrollo

4.1 FTT (First Time Through – Piezas bien a la primera) Ratio de Calidad

El FTT es el indicador básico de calidad de un proceso, que como su nombre indica nos muestra el porcentaje correcto de piezas que se hacen bien a la primera, sin necesidad de retrabajos adicionales. La fórmula de cálculo se ve en la ecuación 1.

$$FTT = \frac{unidades\ entrantes - scrap - piezas\ retrabajadas}{unidades\ entrantes}$$

Ecuación 1: Ratio de Calidad

Para calcular este indicador en el denominador se pone la cantidad de piezas que han entrado en el proceso durante la toma de datos (que debe ser lo más larga posible). Las piezas que han entrado en el proceso son la "materia prima" de dicho proceso. Si fuera una máquina de pintura serían aquellas piezas que se meten en la máquina sin pintar.

En el numerador al número entrantes se le debe restar aquellas piezas que debe ser desechadas y aquellas que han tenido que ser retrabajadas. Siguiendo el ejemplo del párrafo anterior serían las piezas que no están bien pintadas al salir de la máquina de pintura.

- Chatarra – Deshecho – Scrap: Número de piezas que han entrado en el proceso y que han tenido que desecharse debido a defectos
- Retrabajo: Número de piezas que han entrado en el proceso y que han tenido que volver a procesarse debido a defectos. El retrabajo puede ser interno, es decir que se hace durante el mismo proceso sin

sacarlo de máquina o línea, o externo, que se hace en otro lugar o en otro momento

En caso de que existan varios procesos en línea el ratio de calidad de los procesos en conjunto se calcula como el producto de los ratios de calidad de cada uno de los procesos.

4.2 OEE (Overall Efficiency Equipment – Eficiencia global de la máquina)

Es una medida de la capacidad de una máquina para realizar una operación de acuerdo con los estándares de calidad, en la frecuencia deseada y sin interrupciones.

Mide la disponibilidad, eficiencia y ratio de calidad de un equipo para un producto dado. La Disponibilidad está afectada por las averías, ajustes, encendidos, arranques y paradas de máquina. En la eficiencia influyen las pérdidas de velocidad y el ritmo de trabajo de la máquina;

$$OEE\ (\%) = Disponibilidad \times Eficiencia \times FTT$$

Ecuación 2: Eficiencia global de equipo

Donde:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ disponible\ de\ la\ máquina}$$

Ecuación 3: Cálculo de disponibilidad

El tiempo disponible de la máquina es aquel en que la máquina podría estar fabricando teóricamente, es decir, el tiempo en que la fábrica está abierta menos los descansos reglamentarios (en un turno de 8 horas con media hora de descanso el tiempo disponible es 7,5 horas)

El tiempo operativo es el tiempo disponible neto menos las paradas realizadas, ya sean por mantenimiento preventivo, averías, reuniones de equipo, paradas por cambio de lote …

$$Eficiencia = \frac{t_{ciclo} \times Unidades\ entrates}{Tiempo\ operativo}$$

Ecuación 4: Cálculo de eficiencia

El tiempo de ciclo es el tiempo de fabricación de la máquina (en horas/pieza) [1],. En caso de que pueda haber varios tiempos de ciclo (tiempo para el que la máquina fue diseñada, tiempo mantenido durante un periodo de tiempo, tiempo medido in situ durante toma de datos…) se debe coger el más rápido de todos ellos, es decir el tiempo ideal. (Nota: si se frenara la máquina el tiempo de ciclo aumentaría y si calculamos con ese tiempo de ciclo podría parecer que el indicador da buenos resultados)

El OEE puede calcularse de forma rápida y exacta (pero perdiendo información) de la siguiente manera:

[1] hay que asegurarse de la coherencia de las unidades (si el tiempo se mide en horas, el tiempo de ciclo debe ser medido en horas)

$$OEE = \frac{t_{ciclo} \times Piezas\ buenas}{Tiempo\ disponible\ máquina}$$

Ecuación 5: Forma rápida de cálculo de OEE

Y de manera aproximada se puede calcular como:

$$OEE = \frac{piezas\ reales\ que\ fabrica\ la\ máquina}{máximo\ piezas\ teóricas\ que\ puede\ producir\ la\ máquina}$$

Ecuación 6: Aproximación al OEE

4.3 BTS (Building To Schedule – Ajuste a la programación)

Mide la corrección con la que una planta ejecuta los planes de producción para producir los volúmenes correctos de producto, en el día correcto y en el mix o secuencia correctos.

$$BTS = Rto\ vol\ \times Rto\ mix\ \times Rto\ secuencia$$

Ecuación 7: Fórmula general del BTS

El Rendimiento de volumen se calcula como:

$$Rto\ vol = \frac{piezas\ reales}{piezas\ programadas}$$

Ecuación 8: Cálculo del rendimiento de volumen

Las piezas programadas son las piezas que según la programación del día debería sacar la máquina. Para este valor no se debe tener en cuenta ni el modelo, ni el orden, únicamente la cantidad de piezas que debería haber sacado.

Las piezas reales son las piezas que realmente ha sacado la máquina (sin importar el orden ni modelo).

En caso de que el valor resultante fuera superior a 1 (la máquina ha sacado más piezas que las que debería según programa), para calcular el BTS se reducirá a 1.

$$Rto\ mix = \frac{piezas\ producidas\ para\ el\ mix}{piezas\ reales}$$

Ecuación 9: Cálculo del rendimiento del mix

Para calcular las piezas producidas para el mix se deben comparar la cantidad de piezas que según programa debería sacar de cada modelo con la cantidad de piezas que se han sacado de cada modelo. La comparación se debe hacer modelo a modelo. Se debe sumar las piezas de cada modelo que se han fabricado pero sin contar la sobreproducción (es decir, en caso de que se hayan fabricado más piezas que las programas se cogerá el número de piezas programadas para sumarlas al resto)

$$Rto\ secuencia = \frac{piezas\ producidas\ en\ secuencia}{piezas\ producidas\ para\ el\ mix}$$

Ecuación 10: Cálculo del ratio de valor añadido

Para calcular las piezas producidas en secuencia se contarán únicamente aquellas piezas pertenecientes a órdenes de producción que se han fabricado en el orden previsto, descontando aquellas piezas pertenecientes a órdenes de producción que se han retrasado.

4.4 DTD, TIEMPO DE MUELLE A MUELLE.

Es el tiempo transcurrido desde la descarga de la materia prima hasta el embarque de productos terminados para su envío.

$$DTD = Inventario\ de\ MP + Inventario\ de\ Obra\ en\ Curso + Tiempo\ de\ \mathrm{Pr}oducción + \\ + Inventario\ de\ \mathrm{Pr}oducto\ Ter\ \mathrm{min}ado$$

Ecuación 11: Cálculo del DTD

- El Tiempo producción es la suma de los tiempo de operación realizados sobre la pieza en todas las estaciones de trabajo que ha atravesado. Una buena estimación es hacer la suma del tiempo de ciclo de cada una de las operaciones realizadas sobre la pieza.
- Piezas de materias primas: piezas que está esperando antes de pasar al proceso productivo(no ha sido procesado por ninguna máquina ni línea de ensamblado)
- Piezas en proceso: unidades de la pieza de control que están siendo transformadas en algún proceso del sistema de producción (por lo menos ha entrado en uno de los procesos y todavía no ha salido del último)
- Piezas de productos terminados: han completado todos procesos y están esperando a ser despachadas a los clientes
- El inventario de Materia Prima, obra en curso (WIP) y Producto Terminado es la cantidad de inventario en días de producción. Para pasar del número de piezas a días de producción, multiplicamos el número de piezas por el tiempo de Takt.

$$TAKT = \frac{Tiempo\ Disponible\ (por\ turno, mes\ o\ día)}{Unidades\ demandadas\ por\ los\ clientes\ (en\ el\ turno, mes\ o\ día)}$$

Ecuación 12: Cálculo de TAKT

4.5 Ratio de Valor añadido (RVA)

El ratio de valor añadido nos da una proporción sobre el tiempo que una pieza está en la fábrica sin que nadie aporte valor al producto (almacenada, transportando, inspección, retrabajos…) y el tiempo valor añadido, es decir, el tiempo en que se hace una operación que el cliente si valora (pintado, dar forma, ensamblado….). El tiempo de valor añadido suele ser la suma de los tiempos de ciclo de las máquinas o procesos manuales.

$$RVA = \frac{Tiempo\ de\ valor\ añadido}{Tiempo\ de\ valor\ no\ añadido}$$

Ecuación 13: Ratio de Valor Añadido

Se calcula con la ayuda del TAKT (para calcular tiempos de estancia en almacén)

4.6 Productividad de mano de obra

Mide el número de unidades producidas por hora de mano de obra trabajada.

$$Productividad = \frac{Piezas\ fabricadas}{Tiempo\ empleado\ en\ la\ fabricación \times número\ de\ operarios}$$

Ecuación 14: Cálculo de la productividad

Este indicador se puede encontrar de forma monetaria en algunas plantas, es decir en lugar de piezas fabricadas se colocaría la suma del valor de dichas piezas. Este modo de cálculo dificulta la compresión del indicador a los operarios, que son los responsables que dicho indicador vaya mejorando o manteniéndose.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje se ha presentado el modo de cálculo de algunos de los principales indicadores productivos que se utilizan en las empresas de fabricación. Poder medir es importante en cualquier empresa, ya que aquello que no se mide no se puede mejorar. Cuando se introducen cambios en cualquier proceso, sin los indicadores operacionales adecuados no se puede saber si ha ido a mejor o a peor. Remarcar que como se ha podido observar, los indicadores explicados no se han explicado a nivel financiero, sino que han sido calculados a nivel operativo. Esto permite una mejor compresión de los datos, y además permite que sean los propios trabajadores de planta los que recopilen los datos ya que disponen de toda la información necesaria.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

[1] Rother, M. y Shook, J. "Learning to see. Value stream mapping to create value and eliminate muda". Massachusetts: Lean Enterprise Institute. 1998

[2] Baudin, M. "Working with machines. The nuts and bolts of lean operations with jidoka" Productivity Press. 2007

[3] Productivity Development Team. "Oee for Operators: Overall Equipment Effectiveness" Productivity Press. 1999