

## **CAPITULO 3.**

### **PROGRAMACION DETALLADA.**

La programación detallada -proceso por el cual los distintos recursos en los centros de trabajo se igualan a la demanda- es la actividad que mucha gente asocia más de cerca con el PAC. En el sistema PAC, la demanda de los recursos de los centros de trabajo proviene de tres áreas principales:

1. Ordenes de Trabajo.
2. Mantenimiento Preventivo.
3. Recuperación y retrabajo de órdenes.

Cada área requiere su propio proceso para una programación detallada. En este capítulo, el enfoque principal de la discusión será enfocado en los procesos de programación de órdenes.

#### **ORDENES PROGRAMADAS.**

Cuando se habla de órdenes programadas (el enfoque principal de la programación detallada), se trata principalmente del proceso de despacho.

Los procesos de despacho involucrados en la asignación de prioridades para órdenes que esperan en cola a un centro de trabajo dado a las asignaciones, no son un proceso mecanizado

donde una regla prioritaria (otras veces referida como regla de despacho) es usada para identificar una secuencia de órdenes que el operador implementa sin ninguna desviación. Esto es, un proceso donde el sistema PAC proporciona acceso al personal de taller la información necesaria para determinar la secuencia exacta en que serán procesadas las órdenes. Es también un proceso controlado. El personal de taller puede manipular las prioridades de órdenes solamente hasta que esas prioridades satisfagan ciertos criterios comunicados por el sistema PAC. En síntesis, el proceso de despacho es primeramente un proceso de gentes.

#### **OBJETIVOS DEL PROCESO DE DESPACHO.**

En cualquier centro de trabajo, el proceso de despacho es estructurado para llevar a cabo por lo menos los siguientes objetivos:

1. Asegurar que las órdenes liberadas hacia el piso del taller son completadas en la fecha de vencimiento.
2. Mejorar la eficiencia del piso del taller.
3. Ayudar a mantener una carga nivelada.

En cualquier sistema de manufactura formal (especialmente el que opera el MRP), el sistema PAC es continuamente usado en conjunción con los sistemas de planeación por la fecha de vencimiento de la orden. Esta fecha forma un contrato entre los dos sistemas. El sistema de planeación espera recibir la orden por esa fecha y el sistema PAC es responsable para asegurar que esas órdenes sean completadas por esta fecha.

Los procesos de despacho deben trabajar hacia esa meta.

En la mayor parte de los centros de trabajo, las órdenes deben ir con un número de operaciones, cada una hecha en un centro de trabajo diferente.

Para que las órdenes puedan ser completadas a tiempo, cada operación debe completarse a tiempo (en la fecha de vencimiento de la operación). En cada operación, un número de órdenes compiten para ganar el acceso a los recursos ofrecidos por un centro de trabajo. El proceso de despacho es responsable de secuenciar esas órdenes en competencia, para soportar los objetivos PAC, como por ejemplo la terminación a tiempo de las órdenes.

Esto es, el proceso trata de identificar la secuencia en que las órdenes deben procesarse a través de un centro de trabajo de manera que estén disponibles en su fecha de vencimiento de operación (y por lo tanto la fecha de vencimiento de la orden). Como mínimo, el sistema de planeación debe generar planes factibles. Esto significa que las órdenes liberadas por el sistema de planeación al sistema PAC no requieren acceso a más recursos del taller que los disponibles actualmente. Los programas del sistema de planeación no son necesariamente eficientes.

El incremento en la eficiencia proviene de los procesos de despacho. La eficiencia resulta de reagrupar órdenes en los centros de trabajo, de modo que reduzcan la carga al tomar ventaja de semejanzas en componentes, procesos o preparación.

El proceso de despacho también debe esperarse que mantenga una carga nivelada a través de los centros de trabajo.

Cuando el trabajo es programado en un centro de trabajo dado, la orden de procesamiento debe reflejar condiciones no solo de los centros de trabajo sino también de centros de trabajo posteriores.

Las órdenes que van de los centros de trabajo relativamente ociosos deben tener una prioridad más alta que las órdenes que van a centros de trabajo más congestionados. Al programar las operaciones fuera de los cuellos de botella, el proceso de despacho ayuda a minimizar el tiempo ocioso de la orden y controla el tiempo guía de la manufactura.

El proceso de despacho puede además ser responsable de otros objetivos. Estos pueden incluir el mejoramiento de los flujos efectivos generados en el piso del taller al dar prioridad a órdenes de altos ingresos o ganancias altas o mantener al cliente satisfecho al dar prioridad a órdenes de clientes con grandes cuentas. Sin embargo los tres objetivos identificados en esta sección son básicos a todos los sistemas PAC.

#### **ORGANIZACION Y PERSONAL DEL PROCESO DE DESPACHO.**

Existen diferentes métodos por los cuales el proceso de despacho puede ser incorporado al sistema PAC de la empresa.

Estos métodos se conciben mejor como ocupando un espectro (vea figura 5).

## FIGURA 5. EL ESPECTRO DE DESPACHO.

---

### 100 PORCIENTO CENTRALIZADO.

- \* TODO DESPACHO HECHO EN UN DEPARTAMENTO.
- \* COMUNICACION ENTRE DESPACHADORES.
- \* SE ENCUENTRA BAJO EL ADMINISTRADOR DEL PIC Y SEPARADO DEL DEPARTAMENTO SUPERVISOR Y OPERADORES.
- \* LA MAYOR PARTE ES APROPIADO EL DESPACHO EN PRODUCTOS STANDAR, PROCESOS AUTOMATIZADOS Y SITUACIONES EN QUE HAY PEQUENAS DIFERENCIAS EN MAND OBRA Y MAQUINAS.

### 100 PORCIENTO DESCENTRALIZADO.

- \* ASIGNACION DE DESPACHADORES A VARIOS DEPARTAMENTOS Y CENTRO TRABAJO.
- \* ALIENTA LA COMUNICACION ENTRE DESPACHADORES, SUPERVISORES Y OPERADORES.
- \* TRABAJO DEL DESPACHADOR ESTA POR DEBAJO DEL SUPERINTENDENTE GENERAL Y DEL SUPERVISOR DE DEPARTAMENTO.

En un extremo del espectro, hay un despacho centralizado. Bajo este método de organización todo despacho es hecho a partir de una organización central. El despacho centralizado ofrece dos principales ventajas:

1. Requiere menos personal que el que asigna un despachador en cada departamento.

2. Alienta la comunicación entre los despachadores de tal modo que cada despachador esté consciente de los requerimientos de órdenes atrasadas, así como de las condiciones del taller.

El despachador centralizado es más apropiado en procesos en los cuales:

\* Los productos son bastante estándares y sus características de procesamiento son bien conocidos.

\* Hay un gran número de máquinas y habilidades de mano de obra semejantes, de tal manera que no es de importancia a que máquina específica o que trabajador es asignado un trabajo.

\* Existen muchos trabajos cortos y el orden en que muchos trabajos es hecho no importa siempre y cuando se hagan a tiempo.

\* No hay problemas significativos de secuencia de proceso dependiente (por ejemplo, no importa realmente en que orden se procesan los trabajos, debido a que todos los trabajos tienen mucha similitud o distinta preparación, componentes o requerimientos de procesos).

\* Existen procesos automatizados.

En el otro extremo, hay un despachador descentralizado.

En este caso, el proceso de despacho es dividido y hecho permitiendo que las áreas de trabajo individuales (centros de trabajo, departamentos, o plantas) tomen sus propias decisiones recuperando el orden exacto en que los distintos trabajos van a ser procesados. El despacho descentralizado requiere más despachadores, pero fomenta una gran cooperación y comunicación entre los despachadores y los que trabajan en el piso del taller (específicamente el supervisor de departamento y los operadores de máquinas).

Además, permite al despachador desarrollar una gran familiaridad con las capacidades y limitaciones del departamento al que se asignó, y con el ajuste entre esas capacidades y las órdenes asignadas al departamento.

La descentralización es más apropiada en situaciones en que:

- \* Hay diferencia significativa en la capacidad de las máquinas o destreza en el trabajo, de manera que la asignación de una tarea para una máquina específica y el trabajador podría tener efecto significativo en el tiempo y costos incurridos al completar el trabajo.

- \* Hay dependencia de la secuencia significativa de la cual no es responsable el despachador.

- \* Los productos son prototipos o muy diversos o se fabrican muy infrecuentemente.

- \* Hay muchos trabajos de tiempo largo.

La mayoría de los centros de trabajo caen entre estos dos extremos, de manera que alguna mezcla de despacho centralizado y descentralizado es usualmente deseable.

La mayoría de los sistemas PAC usados en los centros de trabajo, en lo que corresponde al proceso de despacho implican tres grupos de gente: los despachadores, los supervisores y los operadores. Cada grupo brinda importante ingenio e información para los procesos de despacho de tal manera que las prioridades asignadas al final reflejan la influencia de esos tres grupos.

El despachador en muchos sistemas PAC es típicamente parte de la función de producción y control de inventarios (PIC).

Se espera que actúen como interfase entre el PIC y el piso del taller. Las principales responsabilidades incluyen controlar el flujo de trabajo para los distintos centros de trabajo y preparación al personal del taller con una lista "recomendada" de prioridades de orden (en la forma de la lista de despacho). Típicamente las responsabilidades de los despachadores incluyen:

- \* Mantener el personal del taller responsable del estado del trabajo. (Por ejemplo, órdenes a llegar, órdenes en cola y preparadas para ser procesadas, órdenes asignadas para los centros de trabajo pero no liberadas aún, órdenes liberadas y programas atrasados).

- \* Controlar el flujo de las órdenes en los centros de trabajo. (Por ejemplo, para reducir los niveles de congestión y trabajos en proceso en el piso de taller).



- \* Mantener al personal del taller responsable de los cambios en las fechas de vencimiento de la orden.

- \* Mantener al personal de taller constantemente consciente de las órdenes con fechas atrasadas.

- \* La unión del departamento PIC con el piso de taller en base continua.

- \* Actuar como un enlace entre los sistemas PAC y los sistemas de planeación de manufactura.

- \* Trabajar con el supervisor del departamento y en casos donde el conocimiento del operario es crítico, con el operario de la máquina en la determinación de las actuales prioridades para ser implementadas en los distintos centros de trabajo.

El supervisor del departamento es responsable de dirigir la asignación de los recursos del piso de taller bajo su control, a las distintas órdenes liberadas para su departamento por el despachador. Al desarrollar esta tarea, el supervisor del departamento debe recurrir a los conocimientos de su departamento y de las capacidades y limitaciones de las máquinas y trabajadores.

Típicamente sus responsabilidades incluyen:

- \* Determinar cual operario o máquina va a trabajar en una orden específica.

- \* Monitorear niveles de capacidad de su departamento.

\* Evaluar la factibilidad de las órdenes liberadas por los despachadores en vista de las actuales condiciones en el piso de taller.

\* Mantener al despachador consciente de cualquier demora anticipada en la terminación de la orden.

\* Asegurar que todas las transacciones en sus departamentos pertenecientes a áreas como horas de mano de obra trabajadas, desperdicio, recuperación, retrabajo, tiempo muerto, tiempo de preparación y materiales usados son registrados en una forma oportuna.

\* Verificar que todas las transacciones que entran son seguras.

\* Identificar las razones de los problemas en el piso del taller.

\* Asegurar que todo trabajo liberado a su departamento es completado y está disponible antes de la fecha de vencimiento.

\* Trabajar con los operadores para determinar la secuencia final de los trabajos.

El operador tiene conocimiento del proceso, los productos y las máquinas para los procesos de despacho. Por último el operador es responsable de identificar la secuencia que mejorará la eficiencia sin comprometer la fecha de operación y la fecha de vencimiento de la orden.

Es el operador el que a menudo hace el ajuste fino a las prioridades recomendadas, como se comunica en la lista de despacho.

Típicamente, las responsabilidades de los operadores incluyen:

- \* Determinar la secuencia actual en que se procesan las órdenes.

- \* Monitorear su capacidad en el centro de trabajo.

- \* Comunicar cualquier problema (demoras anticipadas en órdenes al supervisor del departamento).

- \* Identificar y registrar las razones de esos problemas.

- \* Evaluar y comentar la factibilidad de las cargas de trabajo liberadas a sus centros de trabajo.

- \* Trabajar con otros operadores y supervisores de departamento para suavizar la carga del taller al jalar el trabajo hacia adelante, cuando es posible, para tomar ventaja en los tiempos de preparación, componentes y procesos similares.

- \* Monitorear el estado de centro de trabajo precedentes y secuentes y usar esta información cuando sea posible, para modificar las prioridades de operación (por ejemplo, incrementar las prioridades de las órdenes que van al centro de trabajo relativamente poco utilizado, para disminuir la prioridad de órdenes que van a operaciones cuello de botella).

- \* Registrar en forma precisa y oportuna todas las transacciones que tienen lugar en su centro de trabajo.

- \* Igualar los programas y fechas de vencimiento.

En casi todas las fábricas, ninguna de estas tres personas trabajando por sí mismas y en forma aislada pueden

llegar a mejorar las secuencias de las órdenes para un centro de trabajo dado. Las tres brindan importante información e ideas al proceso de despacho. La asignación de trabajo y determinación de prioridades, es un proceso dinámico que requiere de una interacción continua con esas tres personas.

El flujo de información debe ir del despachador al supervisor de departamento, al operador y de regreso. La interacción entre esas gentes son resumidas en la figura 6.

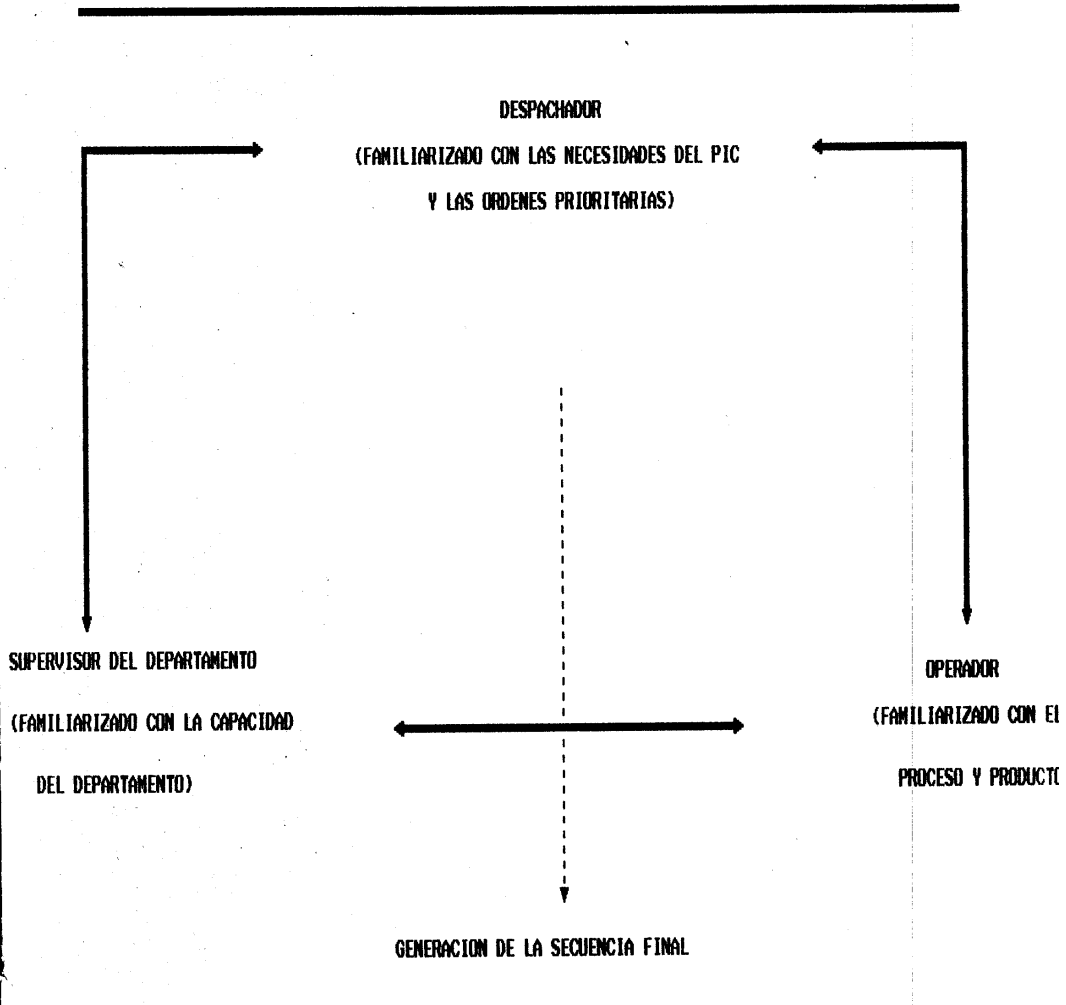
#### **PROGRAMACION CONTRA SECUENCIACION DETALLADA.**

El proceso de despacho en cualquier centro de trabajo implica dos actividades importantes: **Programación y Secuenciación Detallada**. Estas actividades pueden ser una y la misma bajo ciertas condiciones y distintas bajo otras condiciones. La programación implica la asignación de trabajos para ser procesados a través de un centro de trabajo, departamento u otras plantas en un período de tiempo dado (por turno, días, o semanas) y la determinación de las prioridades para esos trabajos.

La programación implica dos principales actividades: **carga y fijación de prioridades**, lo cual representa a menudo el principal enfoque del despachador y el supervisor de departamento.

La programación provee información sobre que trabajo está disponible, cuando puede empezarse, cuando puede terminarse y las prioridades.

**FIGURA 6. INTERACCIONES ENTRE DESPACHO.**



La secuenciación detallada, por otro lado, implica la determinación de la secuencia en la cual una instalación de manufactura (por ejemplo, un centro de trabajo o un departamento) procesa las órdenes asignadas de manera que se obtengan ciertos objetivos. Esta es una actividad detallada de la programación.

Mientras que la programación se hace en una base regular (por ejemplo, una vez cada turno, una vez cada semana), la secuenciación detallada se hace siempre que la instalación de manufactura ha terminado un trabajo y está lista para empezar otro. En muchos centros de trabajo, la implicación del operador, a menudo hace de la programación una actividad separada de la secuenciación detallada.

#### **TECNICAS USADAS EN EL PROCESO DE DESPACHO.**

Un gran número de procedimientos empleados dentro de los centros de trabajo son potencialmente usados en los procesos de despacho. De estos procedimientos, algunos son útiles para identificar las prioridades de un centro específico encontrado en un centro de trabajo dado o la secuencia en que los trabajos deben ser procesados, mientras otros pueden usarse para dirigir el flujo de trabajo al centro de trabajo. De estos procedimientos, los más comúnmente usados son los siguientes:

#### **Programación hacia adelante y hacia atrás.**

El sistema PAC usa dos grupos de fechas relacionados: La fecha de inicio-fecha de vencimiento de la orden y la fecha de inicio-fecha de vencimiento de la operación.

La fecha de vencimiento de la orden identifica al tiempo en el que la orden debe tener terminadas todas sus operaciones y estar factible para su uso; la fecha de inicio de la orden es el tiempo en que la orden debe empezar a procesarse en el piso del taller. Estas dos fechas, las cuales son de importancia para los sistemas de planeación, identifican el punto inicial y final de la orden completa.

También proporcionan un enlace crucial entre los sistemas de planeación y PAC.

La fecha de vencimiento de la orden usada por el sistema PAC debe ser consistente con la fecha necesaria de la orden usada por el sistema de planeación. Si el sistema de planeación cambia las fechas necesarias de las órdenes, la fecha de vencimiento de la orden deben de ser cambiada para mantener la consistencia.

Entre estas fechas cae el tiempo guía de fabricación. Para el personal del piso del taller, esas dos fechas, aunque son importantes no proveen suficiente información. En los centros de trabajo, cada orden tiene que pasar a través de algunas operaciones. Estas operaciones pueden incluir no sólo un procesamiento, sino también obtención de material y movimientos a los almacenes. El personal debe conocer cuando iniciar y terminar esas distintas operaciones con el objeto de satisfacer la fecha de vencimiento de la orden. Esto requiere una serie de fechas de inicio y fechas de vencimiento para cada operación contenidas en las rutas. Estas pueden determinarse utilizando

programación hacia adelante o hacia atrás. La relación entre la fecha de inicio y vencimiento de la operación y la fecha de inicio y vencimiento de la orden se muestra en la figura 7.

#### **Tiempo guía de fabricación.**

El procedimiento preferido en la mayor parte de los sistemas PAC, es la programación hacia atrás. La programación hacia atrás empieza con la fecha de vencimiento de la orden identificada por el sistema de planeación en la forma de la fecha necesaria de la orden para la última operación de la ruta. La fecha de vencimiento de la operación para la última operación debe de ser la misma que la fecha de vencimiento de la orden.

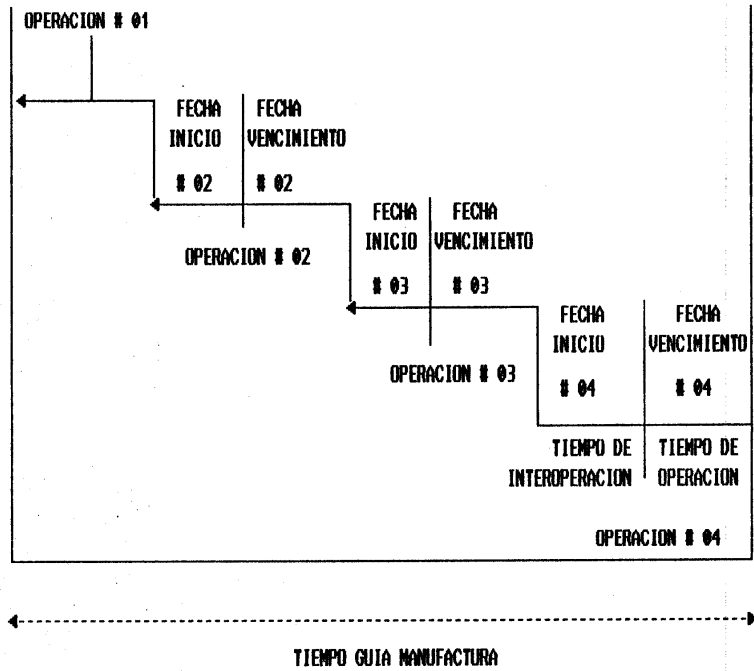
A partir de esta fecha, la programación hacia atrás trabaja hacia atrás a través de la ruta. Resta de la fecha de vencimiento de la operación, el tiempo requerido por todas las actividades necesarias en el centro de trabajo (es decir, el tiempo guía de operación). Estas actividades usualmente incluyen el tiempo de operación (el tiempo en el que la operación va a iniciar, el cual debe considerar el tamaño y los tiempos de preparación), el tiempo de cola (basado en los tiempos de cola de entradas permisibles, cuando la orden debe estar disponible en el centro de trabajo).

Después de que el tiempo guía de operación para la última operación ha sido determinado, la fecha de vencimiento de la operación para la penúltima operación puede ser identificada.



**FIGURA 7. RELACION ENTRE LA FECHA DE INICIO DE LA OPERACION Y LA FECHA VENCIMIENTO DE LA OPERACION.**

FECHA DE INICIO FECHA VENCIMIENTO DE LA ORDEN



El procedimiento es repetido hacia atrás a través de todas las operaciones requeridas por la orden (como se describe en la ruta). Para cada operación, la programación hacia atrás tiene identificada una fecha de vencimiento, una fecha de inicio y una fecha de llegada. Se emplea con frecuencia en los sectores industriales, en donde se hacen trabajos de ensamblado y en los talleres que se comprometen por adelantado a fechas específicas de entrega. Este procedimiento inserta la orden con la prioridad siguiente en el tiempo abierto más lejano, lo que garantiza que se terminen exactamente cuando es necesario, pero no antes.

Entonces el tiempo de comienzo de la orden queda determinado hacia atrás, a partir de su fecha de terminación. Al programar los trabajos y las partes lo más tarde posible, el procedimiento hacia atrás (retrospectivo) reduce los inventarios, pues los componentes no se producen sino hasta cuando se necesitan en las estaciones de trabajo subsecuentes. Sin embargo, para aprovechar estas eficiencias en los inventarios, es necesario pagar un precio: las listas de materiales y los cálculos de los tiempos ociosos se deben mantener con precisión para todos los centros de trabajo, de lo contrario el sistema se derrumba por completo, las fechas límites se violan y el servicio de entregas a clientes se deteriora.

El procedimiento de programar hacia atrás se ilustra en la figura 8.

**FIGURA 8. INTRODUCCION A LA PROGRAMACION HACIA ATRAS**

PARTE No B43269

RUTINA/PROGRAMACION DE DATOS								
OPERACION	DEPARTAMENTO	MAQUINA	DESCRIPCION	TIEMPO DE PREPARACION (HR)	CORRIDAS (HR)	DIAS	COLA	TRANSITO
10	09		SALIDA DE MATERIAL			01		
20	32	L034	TURNO ORDINARIO	1.5	0.030		02	01
30	17	H344	TRATAMIENTO DE CALOR			05	02	01
40	32	L038	TURNO TERMINADO	3.3	0.048		02	01
50	12	M200	MAQUINA INDUSTRIAL DE CARAS	1.8	0.025		02	01
60	12	M260	MÁQUINA INDUSTRIAL DE RANURAS	0.6	0.010		01	01
95	11		INSPECCION			03		
99	40		MOVIMIENTO DE INVENTARIO			01		
<b>TOTALES</b>				<b>7.2</b>	<b>0.113</b>	<b>10</b>	<b>09</b>	<b>05</b>

## FIGURA 8. (CONCLUSION)

**FECHA DE VENCIMIENTO DE LA OPERACION  
IDENTIFICADA A TRAVES DE LA  
PROGRAMACION HACIA ATRAS.**

PARTE No B43289		ORDEN No 5038		FECHA DE VENCIMIENTO: 320	
CANTIDAD DE ORDEN: 300					
OPERACION	HORAS	DIAS	INICIAR	FECHA DE VENCIMIENTO OPERACION	
10		01	287	288	
20	10.5	04	288	292	
30		07	293	300	
40	17.7	05	301	306	
50	9.3	04	307	312	
60	3.6	02	313	315	
95		03	316	319	
99		01	319	320	
<b>TOTALES</b>	41.1				

**NOTA: LA FECHA DE VENCIMIENTO DE LA OPERACION Y LA FECHA DE INICIO NO  
COINCIDEN DEBIDO A QUE EL TIEMPO DE TRANSPORTE ENTRE OPERACIONES  
ES DE UN DIA.**

En este ejemplo, se programa hacia atrás una orden para la parte número B43269. Todos los tiempos son convertidos en días (esto también podría hacerse fácilmente en términos de porcentajes de un día). La orden tiene una fecha de vencimiento de 320 (un calendario de programación diario numerado para programar las operaciones de taller). Hay una concesión estándar o permisible de un día de tránsito entre las operaciones de procesamiento actual (Por ejemplo, la operación 20, 30, 40, 50 y 60). Basados en esta información, se identifica no solo la fecha de inicio de la orden (día 287) sino también las fechas de vencimiento de la operación para cada una de las ocho operaciones identificadas en la ruta.

La programación hacia adelante usa una lógica similar a la de la programación hacia atrás. Esta comienza con la primera operación en la ruta y trabaja hacia adelante hasta la última operación. La programación hacia adelante (prospectiva) casi siempre se utiliza en los talleres en donde los clientes colocan sus pedidos sobre la base de "tenerlo tan pronto como sea posible". La programación hacia adelante determina los tiempos de comienzo y de terminación de la orden, con la prioridad que sigue, insertándola en el espacio de tiempo más próximo disponible y desde este espacio se determina cuándo hay que terminar la orden en ese centro de trabajo. Como la orden y sus componentes se inician lo más pronto posible, a menudo se terminarán antes de su fecha límite, en los centros de trabajo que siguen en su trayectoria. Por consiguiente, el procedimiento

hacia adelante genera una acumulación de inventarios de productos en proceso, los que se guardan en las instalaciones hasta que se requieren en las estaciones subsecuentes. Aun cuando este exceso de inventarios representa un inconveniente, la programación hacia adelante es fácil de utilizar y permite que los trabajos se realicen con un menor número de tiempos ociosos, los que en general son mayores en el procedimiento de programación hacia atrás. De los dos procedimientos, programar hacia atrás es más común puesto que la mayoría de los sistemas PAC comienzan con la fecha de vencimiento de la orden y programan operaciones para satisfacer esa meta.

Las fechas de vencimiento de la operación y las fechas de inicio calculadas son usadas por el sistema PAC en por lo menos dos formas.

Primero, las órdenes que esperan en cola pueden ser secuenciadas basadas en la fecha de vencimiento de la operación más temprana o en la fecha de inicio de la operación más temprana.

Segundo, las fechas de inicio y vencimiento de la operación proporcionan al usuario un método fácilmente entendible para juzgar el progreso de las órdenes. Las órdenes que no han comenzado a procesarse en su fecha de inicio de operación o que no se han completado en su fecha de vencimiento de operación están atrasadas y por lo tanto son fuentes potenciales de problemas para el sistema PAC.

### **PLANEACION Y CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS.**

La planeación y control de entradas y salidas no es un procedimiento de despacho. Esto es un procedimiento a corto plazo para controlar la capacidad al monitorear las tasas actuales y las tasas de salida, comparando estas tasas con las entradas y salidas planeadas, y tomar acciones correctivas cuando sea necesario.

La planeación y control de entradas y salidas posibilita al usuario para:

- \* Proyectar los requerimientos de capacidad hacia el futuro.
- \* Desarrollar un plan para nivelar esos requerimientos.
- \* Entender la relación entre entradas y salidas.

Este procedimiento aplica a los centros de trabajo la lógica encontrada en la fase de liberación y revisión de la orden del control de las actividades de producción. Las acumulaciones planeadas en cada uno de los distintos centros de trabajo, son controladas enfocándose en la velocidad en que las órdenes son liberadas al centro de trabajo y a la velocidad en que el trabajo es despachado a través del centro.

El uso efectivo de la planeación y control de entradas y salidas simplifica las decisiones de despacho.

Después de todo, es más fácil secuenciar 2 o 3 trabajos que secuenciar 10 o 15.

Al controlar la liberación de trabajo al centro de trabajo, la planeación y control de entradas y salidas utiliza

un término principal identificado por Oliver Wight. Esto es, que en un período de tiempo dado (por ejemplo, turno o semana), nunca se ha de liberar más trabajo para un centro de trabajo, que el que pueda hacerse en el mismo período de tiempo. Si hay más trabajo disponible para liberarse que aquél que el centro de trabajo pueda manejar, dicho exceso de trabajo debe mantenerse fuera del piso (y del centro de trabajo). Estos principios son ilustrados en la figura 9.

En síntesis, la planeación y control de entradas y salidas ofrece a los administradores una herramienta importante para administrar los tiempos guía.

La planeación y control de entradas y salidas implica cinco elementos:

- 1.- Determinar las entradas y salidas planeadas de un centro de trabajo, usualmente para un período de tiempo corto (por ejemplo una semana).

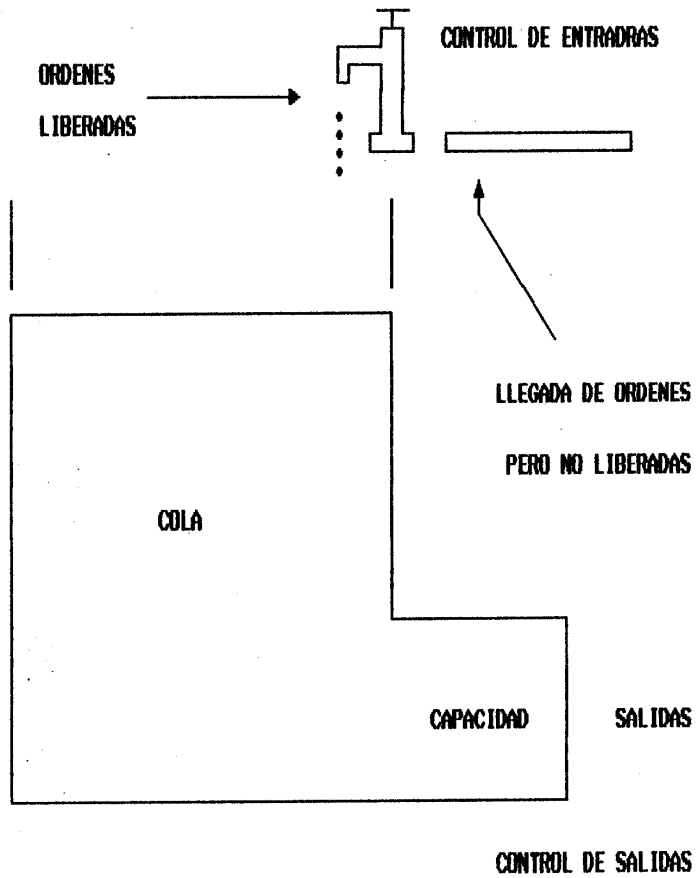
- 2.- Determinar la máxima desviación aceptable (Por ejemplo diferencias entre lo planeado y lo actual) tanto en entradas como en salidas.

- 3.- Controlar la liberación de órdenes para la producción.

- 4.- Medir la entrada actual liberada para los centros de trabajo y la salida actual y compararlas con las expectativas contenidas en el plan.



**FIGURA 9. ILUSTRACION BASICA DEL CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS.**



5.- Analizar las causas de esas variaciones que se ubican detrás del grupo de tolerancia del paso 2, e identificar e implementar la acción correctiva apropiada.

La aplicación de la planeación y control de entradas y salidas puede ser mejor ilustrada con los ejemplos mostrados en la figura 10.

La planeación y control de entradas y salidas consiste de tres principales componentes: **el plan de entradas, el plan de salidas y el análisis de reservas.** En este ejemplo, los planes de entradas y salidas son presentados para un período de 6 semanas (semana 18 a 23) para el centro de trabajo 123 y actualmente se encuentra al final de la semana 22. El intento de la administración es mantener un nivel de carga de entrada de 100 horas y mantener la salida a un nivel de 110 horas por semana.

El propósito de esos dos planes es reducir los retrasos en 10 horas por semana. Los retrasos han crecido desde 50 horas hasta 73 horas al final de la semana 22.

Además, el planeador tiene apartadas 30 horas de trabajo para el piso de taller. Analizando las entradas y salidas reportadas contenidas en la figura anterior, puede verse que el problema descansa en el lado de las salidas planeadas. Si el centro de trabajo va a realizar los planes de reducción en las reservas, éstos deben de producir a la tasa de salidas planeadas o prepararse para cubrir faltantes con tiempo extra, subcontratación, rutas alternas, un segundo turno, etc. En este caso, parece que hay un problema persistente con las salidas.

**FIGURA 10. ILUSTRACION DEL CONTROL DE ENTRADAS Y SALIDAS**

**CENTRO DE TRABAJO: 23**

**TRABAJO ATRASADO  
POR HACER**

<b>SIN LIBERACION</b>	<b>30 HORAS</b>
-----------------------	-----------------

**SEMANAS**

		18	19	20	21	22	23
<b>ENTRADAS</b>	<b>ENTRADAS PLANEADAS</b>	100	100	100	100	100	100
	<b>ENTRADAS ACTUALES</b>	100	102	103	95	100	
	<b>DESVIACION ACUMULADA</b>	0	+ 2	+ 5	0	0	
<b>SALIDAS</b>	<b>SALIDAS PLANEADAS</b>	110	110	110	110	110	110
	<b>SALIDAS ACTUALES</b>	115	101	88	85	88	
	<b>DESVIACION ACUMULADA</b>	- 5	+ 4	+ 26	+ 51	+ 73	
	<b>ACTUAL TRABAJO ATRASADO POR HACER</b>	50	35	36	51	61	73

Ahora el supervisor del departamento junto con el operador y el despachador identificarán las causas de este problema (por ejemplo, un nuevo operador, un mantenimiento de máquina insatisfactorio).

La planeación y control de entradas y salidas ofrece algunas ventajas importantes para el proceso de despacho. ~~Estas~~ proporcionan:

- 1.- Un plan contra el cual juzgar la ejecución.
- 2.- Un medio para ajustar el plan (en cualquiera de los dos lados entradas y salidas) sobre la base de las ocurrencias actuales.
- 3.- Un método para controlar la liberación de trabajo a un centro de trabajo y para establecer reglas estables. La liberación de trabajo para un centro de trabajo (por ejemplo, un trabajo puede ser liberado únicamente para llenar el vacío entre las entradas planeadas y las salidas planeadas).
- 4.- Un método para identificar claramente las responsabilidades de los centros de trabajo secuentes (para mantener la tasa planeada de entradas) y de los distintos centros de trabajo (para mantener la velocidad planeada de salidas).

Si el reporte de entradas y salidas se usa efectivamente como un instrumento de control, se requiere tolerancia. Lo ajustado de esta tolerancia, así como el grado de control sobre las entradas y salidas se relaciona a menudo con el tipo de centro de trabajo. Típicamente los centros de trabajo

controlados más fuertemente son los iniciales y los cuellos de botella.

En general, la efectividad de la planeación y el control de entradas y salidas se relaciona con la efectividad de los procesos de planeación de la capacidad. La planeación y control de entradas y salidas es solamente una herramienta a corto plazo.

Esto no puede compensarse por una planeación de la capacidad pobre.

#### **REGLAS DE PRIORIDAD Y DESPACHO.**

Cuando los trabajos compiten por la capacidad de un centro de trabajo, ¿cuál es el trabajo que debe procesarse en seguida? Las reglas de la secuencia de prioridades se aplican a todos los trabajos que esperan en la cola. Entonces, cuando el centro de trabajo queda abierto para un nuevo trabajo, se procesará en seguida aquel que tiene la más alta prioridad.

Por cada centro de trabajo, el PAC es capaz de ordenar las órdenes que esperan en términos de urgencia -desde los más urgentes (las prioridades más alta) a menos urgentes (las prioridades más bajas)-. Este ordenamiento proporciona al operador una secuencia recomendada, en la cual procesar las órdenes.

Muchas veces, la tarea de arreglar inicialmente las órdenes se logra por medio de reglas de prioridad (también conocidas como reglas de despacho). Una regla de prioridad puede

ser definida como una serie de pasos para asignar prioridades a las órdenes que esperan ser procesadas en un centro de trabajo.

Si hay una área en la cual existe una gran abundancia, de ideas es el área de las reglas de despacho.

Estudios anteriores en programación, secuenciación y despacho tienen identificadas alrededor de 100 reglas de prioridad.

Para la selección de la regla de secuencia adecuada, las preguntas lógicas que uno se hace son: ¿cuál es la que se debe seleccionar? y ¿cuál es la diferencia entre ellas? La selección que se hace es importante porque una regla de secuencia que funciona bien en una dimensión (por ejemplo, en la reducción de inventarios), quizá no funcione en otra dimensión (como la minimización de los costos de comienzo de la producción). Algunos de los criterios más importantes son los siguientes:

- \* Costos de comienzo.
- \* Costos de inventarios de productos en proceso.
- \* Porcentaje de la demora en los trabajos.
- \* Porcentaje de trabajos demorados tarde.
- \* Retraso promedio en los trabajos.
- \* Desviación estándar del retraso en los trabajos.
- \* Número promedio de trabajos que esperan.
- \* Tiempo promedio de la terminación de trabajos.
- \* Desviación estándar del tiempo de terminación de los trabajos.

Tres de los criterios (costos de comienzo, costos de inventarios de productos en proceso y tiempo ocioso en la estación) están relacionados sobre todo en la eficiencia interna de las instalaciones. Mientras estos tres se minimizan sin poner en riesgo el servicio a clientes, se utilizarán mejor los recursos limitados y aumentarán las probabilidades de mejorar la rentabilidad. Tres de los criterios (porcentaje de trabajos demorados, retraso promedio en los trabajos y la variación del retraso en los trabajos) están más orientados al cliente o al servicio que hacia el interior, a tal grado que mientras más crecen estos criterios, el servicio a los clientes se deteriora más. Finalmente, tres de los criterios (número de los trabajos, y la varianza del tiempo de terminación de los trabajos) indican un servicio al cliente y una orientación hacia la eficiencia interna, que no es posible separar. Resulta difícil, si no es que imposible, encontrar una regla de secuencia que satisfaga mejor estos criterios de una manera simultánea.

Entre las más comúnmente usadas están las siguientes:

**1.- Primeros en llegar, primeros en ser servidos (FCFS).**

Las órdenes son procesadas en la misma secuencia en la cual llegan al centro de trabajo. Estas reglas son extremadamente simples de implementar y usar, puesto que no requieren una computadora. Todo lo que debe hacerse es registrar el tiempo en que las órdenes llegan y usar éste como la secuencia recomendada.

Desafortunadamente, estas reglas ignoran información importante como: fecha de vencimiento de la orden, fecha de vencimiento de la operación, tiempo de procesamiento y similitud de preparación o procesamiento. Generalmente, ésta no es una regla prioritaria recomendada. Puede usarse exitosamente solo cuando las colas en los centros de trabajo se han reducido a pocos trabajos.

Los verdaderos sistemas de manufactura Justo a Tiempo usan FCFS debido a que trabajan con colas muy pequeñas.

De acuerdo con esta regla como su nombre lo sugiere, se atienden a los trabajos o a las personas en el orden con el que llegaron. Se aplica comúnmente en el sector de servicios, en empresas como bancos, supermercados, etc.

## **2.- Tiempos de procesamiento más cortos y tiempos de operación más cortos (STP/SOT).**

La orden con el tiempo de procesamiento más corto (esto es tiempo de preparación más tiempo de operación) o el tiempo de operación más corto en el centro de trabajo, es el próximo a ser procesado. Las fechas límites de los trabajos y el orden de llegada no son importantes. Esta regla ofrece importantes ventajas. Puede maximizar el número de tareas procesadas a través de un centro de trabajo dentro de un determinado período de tiempo. Bajo condiciones en que las fechas de vencimiento de la orden son imposibles o muy sospechosas, SPT/SOT es la regla más apropiada para usar. Como FCFS, sin embargo, SPT/SOT no es recomendada generalmente. Su uso puede ocasionar retrasos



infinitos en órdenes que requieren grandes cantidades de tiempo de procesamiento.

Además en cualquier sistema basado en la fecha de vencimiento conocida (tal como MRP), el uso de SPT/SOT crea conflictos con los objetivos del sistema global, puesto que estas reglas ignoran cualquier información en las fechas de vencimiento. Generalmente, SPT/SOT es recomendada solo para sistemas PAC en los cuales las fechas de vencimiento no son útiles para el despacho. Los sistemas por punto de reorden son apropiados para utilizar SPT/SOT puesto que las fechas de vencimiento generadas por esos sistemas no están basadas en el tiempo en que los sistemas de planeación lo necesitan (como son el MRP) sino son calculados en base a la fecha de liberación de la orden y el tiempo guía de fabricación.

### **3.- Fecha de vencimiento más temprana (EDD).**

La orden con la fecha de vencimiento más temprana es la que se programa enseguida. La máxima prioridad se asigna al trabajo que espera y que tiene la fecha más próxima de terminación. Esta regla ignora el momento en que llegan los trabajos y el tiempo que cada uno de ellos requiere. En general, esta regla es consistente con la operación del sistema que guía la fecha de vencimiento tal como el MRP. Además, EDD alienta la entrega a tiempo de las órdenes. Sin embargo, la regla de prioridad EDD presenta dos principales problemas. Primero para operar más efectivamente, EDD requiere fechas de vencimiento de

órdenes alcanzables. Las fechas de vencimiento muy ajustadas o imposibles trabajan pobremente con esta regla de despacho.

Segundo, y más importante, la regla EDD presenta una visión distorsionada de las urgencias de las órdenes, dependiendo si la orden está al inicio de sus operaciones o acercándose al final, debido a que EDD ignora el tiempo de proceso remanente cuando se calculan las prioridades, las órdenes que acaban de ser liberadas al taller, tienden a ser priorizadas más bajo (basadas solo en la fecha de vencimiento), cuando se comparan con órdenes que están terminando su procesamiento. Estas prioridades pueden ser sesgadas porque las órdenes recién liberadas pueden tener su tiempo guía completamente ocupado con el procesamiento. Las prioridades crecen bajo EDD, a medida que la orden es terminada y se acerca a su fecha de vencimiento. En general, EDD es apropiada cuando las órdenes tienden a seguir la misma ruta y cuando el tiempo de proceso remanente, no constituye un componente crítico del tiempo guía de fabricación.

#### **4.- Tiempo de holgura sobrante (SLACK).**

Bajo esta regla de prioridad la orden con la holgura más pequeña se programa enseguida. La holgura se define como la diferencia entre el tiempo actual y la fecha de vencimiento de la orden (después de restar el tiempo de procesamiento restante).

Esta regla calcula la holgura de cada trabajo que espera y da la máxima prioridad a aquel que tiene la holgura mínima. La holgura es el tiempo que falta para su fecha límite,

sin tomar en cuenta el tiempo que dura la operación del trabajo.

Esta regla no toma en cuenta el orden de llegada.

Igualmente que EDD, SLACK es apropiado para sistemas PAC guiados por fechas de vencimiento que son sensibles a la viabilidad y rigidez de las fechas de vencimiento de la orden.

A diferencia de EDD, SLACK considera la cantidad de tiempo de procesamiento faltante cuando calcula las prioridades.

Una principal debilidad del SLACK es que ignora el número de operaciones faltantes en el cálculo de la prioridad.

**5.- Tiempo de holgura para operaciones restantes (S/OPN).**

La prioridad de una orden es determinada dividiendo el tiempo de holgura (como se calcula en SLACK) por el número de operaciones restantes. La orden con la razón más pequeña se procesa enseguida.

**6.- Regla de la razón crítica (CRR).**

Se define como la holgura de la orden, dividida por el tiempo guía restante (donde la holgura de la orden es la diferencia entre la fecha de vencimiento de la orden y la fecha actual). Las órdenes con pequeñas razones son procesadas enseguida. La razón crítica de la orden indica su urgencia y estado. Una orden de razón crítica menor que 1 indica que la orden está atrasada con respecto al programa, mayor que 1 indica una orden adelante del programa, igual a 1 está de acuerdo con el programa.

Hasta hace poco CRR era ampliamente conocida como la regla de despacho más apropiada para muchos talleres de trabajos guiados por la fecha de vencimiento. El problema principal con CRR es que determina sus prioridades en forma de razones.

Dichas prioridades expresadas de esta forma pueden no tener significado para el personal de piso de taller. Cada vez se hace menos uso de la regla CRR.

#### **7.- Razón de colas (QR).**

La razón de colas se calcula como el tiempo de holgura restante dividido por el tiempo de cola planeado restante. Las órdenes con el QR más pequeño se procesan primero.

#### **8.- Fecha de vencimiento de la operación y fecha de inicio de la operación (ODD/OSD).**

La regla de prioridad establece primero, la fecha de vencimiento de operación o fecha de inicio de operación usando la lógica de programación hacia atrás o hacia adelante discutidas anteriormente. Las órdenes son entonces arregladas en términos de los valores más pequeños. Cada día, se está utilizando más esta regla por los sistemas guiados en la fecha de vencimiento.

Como las otras reglas de prioridad basadas en la fecha de vencimiento (EDD, SLACK, S/OPN, CRR y QR), ODD/OSD también considera el efecto de los componentes del tiempo guía remanente (tiempo de procesamiento, tiempo de preparación, tiempo de movimiento, tiempo de cola y tiempo de espera).

Finalmente, y más importante, ODD/OSD establece las prioridades en términos significativos para la mayoría del

personal en el piso del taller, quién puede fácilmente comparar la fecha de vencimiento de la operación con la fecha actual, para ver si la orden esta bajo programa.

La operación de estas reglas prioritarias es ilustrada y comparada en la figura 11.

Debe tenerse en mente los siguientes factores cuando se selecciona y se usan reglas de prioridad:

1.- Las reglas de prioridad usadas para secuenciar órdenes tardías pueden ser diferentes de las utilizadas para secuenciar las órdenes normales.

Para órdenes tardías el despachador puede escoger, por ejemplo:

\* Correr primero aquellas órdenes que tengan el total más grande de días atrás del programa más el tiempo guía de manufactura restante.

\* Correr primero aquellas órdenes que tengan el total más grande de días atrás del programa más el tiempo de procesamiento restante.

2.- Las reglas de prioridad deben ser simples de usar.

Si una regla de prioridad es usada efectivamente, el usuario debe ser capaz de aprender rápidamente cómo opera.

3.- La regla de prioridad debe ser transparente y válida. La lógica detrás de una regla de prioridad debe ser clara para los usuarios de forma que ellos puedan entender fácilmente las ventajas.

## FIGURA 11. ILUSTRACION DE LAS REGLAS PRIORITARIAS

ORDEN DE TALLER: 122456MH

NUMERO DE PIEZAS EN ORDEN: 50  
FECHA DE VENCIMIENTO DE LA ORDEN: 215  
FECHA ACTUAL: 195  
POSICION ACTUAL: LIBERACION  
LOCALIZACION ACTUAL: OPERACION 30 (CENTRO DE TRABAJO 104)  
LOCALIZACION EN COLA: TERCERA  
(BASADA EN LA LLEGADA)

PROCESO DE LA INFORMACION PARA 122456MH:

NUMERO OPERACION	TIEMPO PREPARACION + CORRIDAS	COLA	TOTAL	POSICION
10	2.35	1.0	3.35	COMPLETA
20	4.50	3.0	7.50	COMPLETA
30	3.50	3.0	6.50	JUSTO A TIEMPO
40	2.50	2.0	4.50	
50	1.00	1.00	2.00	

NOTA: TODOS LOS TIEMPOS EN FECHAS, TIEMPO TRANSITO ENTRE OPERACIONES: 0 DIAS

## FIGURA 11. ILUSTRACION DE LAS REGLAS PRIORITARIAS (CONTINUACION)

---

\* USANDO LA PRIORIDAD DE 122456MH:

FCFS:

TERCERO (BASADO EN EL TIEMPO DE LLEGADA)

SPT:

3.5 (COLOCAR LAS ORDENES ADELANTE CON TIEMPOS (PREPARACION + CORRIDAS) MAS DE 3.5 Y ORDENES ATRASADAS CON TIEMPOS PEQUEÑOS).

EDD:

215 (SU FECHA DE VENCIMIENTO DE LA ORDEN)

SLACK:

$$\begin{aligned} \text{SLACK} &= \text{FECHA DE VENCIMIENTO DE LA ORDEN} - \text{TIEMPO ACTUAL} - \text{TIEMPO RESTANTE (CORRIDAS Y PREPARACION)} - \text{TIEMPO DE TRANSITO RESTANTE} - \text{TIEMPO DE RESTAN} \\ &= 215 - 195 - 7.0 - 0.0 - 6.0 \\ &= 7 \end{aligned}$$

S/OPN:

$$\begin{aligned} &= \text{HOLGURA/ OPERACION RESTANTE} \\ &= 7 / 3 \\ &= 2.33 \end{aligned}$$

CRR:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{FECHA DE VENCIMIENTO DE LA ORDEN} - \text{TIEMPO ACTUAL}}{\text{TIEMPO GUIA RESTANTE}} \\ &= (215 - 195) / 13 \\ &= 1.54 \text{ (INDICA QUE LAS ORDENES SON ANTES DEL PROGRAMA)} \end{aligned}$$

## FIGURA 11. (CONCLUSION)

---

\* USANDO LA PRIORIDAD DE 122456MH:

QR:  $\frac{\text{TIEMPO DE HOLGURA SOBRENTE}}{\text{TIEMPO DE COLA PLANEADA SOBRENTE}}$

$$= \frac{(20 - 4.5 - 2.0) - 3.5}{3.0}$$

$$= 3.33$$

ODD: PRIMERO ESTABLECER FECHAS DE OPERACIONES PARA:

OPERACION 5: 215  
- 2.0

OPERACION 4: 213  
- 4.5

OPERACION 3: 200.5



4.- Las reglas de prioridad deben generar prioridades significativas que deben ser fácilmente interpretadas. En muchos centro de trabajo, es natural para los despachadores, supervisores de departamento y operadores, el pensar en términos de las fechas de inicio de las operaciones, o en las de vencimiento. Como resultado las reglas como ODD/OSD son herramientas atractivas para el personal del PAC. CRR sufre una debilidad principal: sus prioridades se establecen en términos de fracciones que no son fácilmente entendibles.

5.- La regla de prioridad debe ser consistente con la operación y los objetivos de los sistemas de planeación. La regla de prioridad debe asegurar que las prioridades usadas en el piso del taller reflejan las del sistema de planeación. Por ejemplo, MRP, identifica las fechas de vencimiento de la orden que deben ser satisfechas para mantener la factibilidad total del plan generado. En tal ambiente, reglas como SPT y FCFS no deben de usarse ya que son inconsistentes con la orientación de las fechas de vencimiento del MRP. Usar tales reglas podría llevar al manejo "equivocado" para aquéllos que trabajan en el piso del taller.

El uso de una regla tal como SPT puede significar que procesar el número más grande de órdenes a través de un centro de trabajo, es más importante que satisfacer fechas de vencimiento, una posición en conflicto directo con los objetivos del MRP.

6.- Una regla de prioridad nunca debe ser sustituto para la planeación de la capacidad. Una regla de prioridad

trabaja mejor si hay suficiente capacidad para procesar las órdenes en el centro de trabajo.

7.- Las prioridades generadas por cualquier regla de prioridad deben de ser consideradas como recomendaciones. Las reglas de prioridad identifican la secuencia de orden que satisface ciertos criterios predeterminados (por ejemplo, satisfacer las fechas de vencimiento de la orden). Sin embargo, ninguna regla prioritaria toma en cuenta todos los factores que afectan la secuencia final. Como se resaltó previamente, debe de ser asignada a esta operación una persona responsable de esos factores. La regla de prioridad sólo proporciona entradas. Solo bajo ciertas condiciones de utilización de alta capacidad (85% - 90% y más) la secuencia generada por las reglas de despacho deben seguirse estrictamente. Bajo estas condiciones, el rearrreglo de las órdenes puede involucrar retrasos en uno o más trabajos, mientras que otros pueden ser adelantados.

#### **DIAGRAMA DE GANTT.**

Desarrollado por H. L. Gantt en 1917, es una antigua herramienta de planeación y programación disponible para el control de las actividades de producción. También llamado como "gráfico de barras", los diagramas de Gantt son simplemente un camino para mostrar gráficamente:

\* La programación a través de las operaciones y el monitoreo de sus procesos.

\* La carga de centros de máquinas y la evolución de tal carga a la luz de la capacidad disponible.

\* Programación de proyectos (usados en conjunción con CPM y PERT).

En cada una de esas tres tareas, los diagramas de Gantt proporcionan al usuario un método visual y rápido para identificar el estado actual y compararlo con el estado anticipado.

Un ejemplo de un gráfico de Gantt para la programación de tareas a través de operaciones se encuentran en la figura 12.

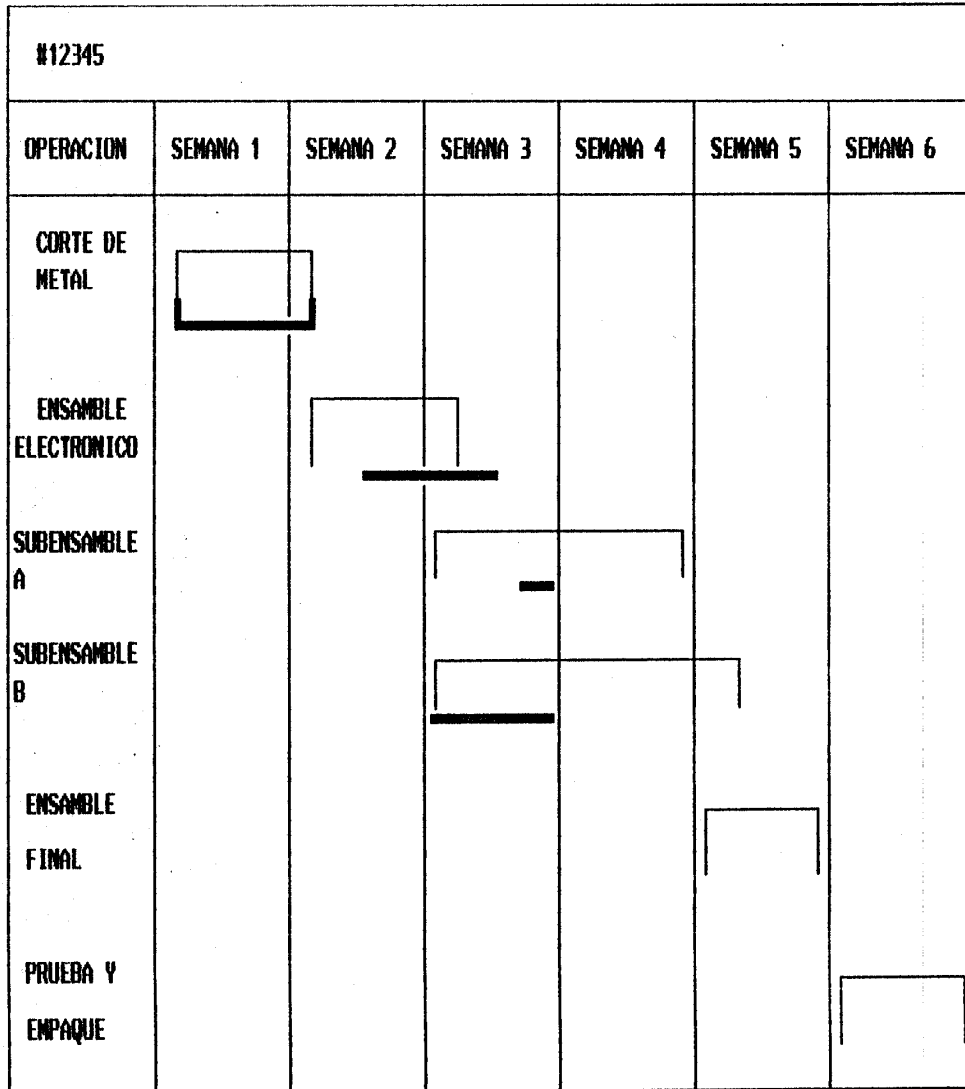
En este ejemplo la orden #12345, tiene seis operaciones mostradas en las columnas, y se espera que tome 6 semanas completarlas. El proyecto es actualizado en la semana 4, como se indica por la marca (V). Las líneas horizontales indican el tiempo guía de planeación para cada operación en el menú de rutas, mientras que la línea gruesa horizontal indica los progresos actuales.

La fecha inicial y atrasada para cada operación puede ser fijada usando cualquiera de las dos programaciones, ya sea hacia atrás o hacia adelante. Más información detallada puede ser agregada a los diagramas de Gantt siempre y cuando se utilicen los símbolos ordenados de los gráficos de Gantt.

Al comparar lo planeado con los procesos actuales de las órdenes, el gráfico determina si la orden tiene problemas,

**FIGURA 12. UN EJEMPLO DE LOS PROCEDIMIENTOS  
DE LA GRAFICA DE GANTT.**

---



y si existen, donde se originan. En este ejemplo, podemos ver que la tercera operación ha comenzado tarde y aún no se ha terminado. Ahora la administración conoce donde debe tomar más acción correctiva para lograr que la fecha de vencimiento de la orden sea satisfecha. Al usar los gráficos de Gantt para carga de máquinas, la forma que toma la gráfica debe modificarse. Las filas ahora representan los distintos centros de máquinas. Para cada centro de máquinas, las columnas representan los períodos de programación (semanas o meses). Un ejemplo del uso de los gráficos de Gantt para las máquinas de carga es mostrado en la figura 13. En este ejemplo, la capacidad de carga esta representada en dos formas para cada máquina. La línea clara representa la carga proyectada por semana, mientras que la línea gruesa representa las reservas de trabajo acumuladas. Las máquinas sobrecargadas y con baja carga pueden ser fácilmente identificadas utilizando esta forma de gráfico de Gantt.

**FIGURA 13. GRAFICAS DE GANTT PARA MAQUINAS DE CARGA.**

DEPARTAMENTO 104		PRODUCCION POR SEMANAS 26-31					
MAQUINA	NUMERO MAQUINA	26	27	28	29	30	31
SIERRA 1	123						
SIERRA 2	124						
FRESADORA 1	331						
FRESADORA 2	332						
TORNDO 1	442						
TORNDO 2	443						
MOLINO	668						

 CARGA PROYECTADA POR SEMANA  
 RESERVAS DE TRABAJO ACUMULADO