

## V ¿ COMO TRABAJA EL SISTEMA MRP ESTANDAR ?

### 1) TIEMPO ADELANTADO

El aspecto de tiempo adelantado de la renovación del proceso de manufactura hace del MRP una herramienta de planeación muy valiosa. En el ejemplo que ilustra la Figura No. 12, hay una serie de compra, maquinado, o ensamblado entre cada nodo del inventario en el árbol del proceso. Asociado con cada serie está un tiempo adelantado de producción -- estándar (tiempo entre la realización de un proceso y la disponibilidad de los componentes, el sistema coloca la demanda bruta para cada artículo componente en algún periodo planeado anticipado). Usando este estándar como el tiempo adelantado, el plan de producción debe lograr primero la terminación de todas las series precedentes antes de comenzar la próxima serie. Por ejemplo, si el tiempo adelantado del ensamble del artículo A00 (Figura No. 12), es de tres días, todas las unidades requeridas de A10 y A20 deben de ser terminadas en anticipación de los tres días necesarios para la terminación de A00. El sistema MRP puede comenzar con el tiempo de terminación del producto final y trabajar hacia atrás para determinar cuando es necesario que existan los niveles de seguridad y cuando deben de ser generadas las órdenes para producir o comprar los artículos.

Con un pequeño ejemplo podemos ilustrar lo anterior. Suponemos -- que se necesita producir un producto llamado "T", el cual está constituido de dos partes "U" y tres partes "V". La parte "U", a su vez, está hecha de una parte "W" y dos partes "Y". La Figura No. 13, representa el árbol de la estructura del producto "T".

Por computación sencilla podemos calcular las unidades de las partes necesitadas (U, W, X, y V), para la producción de 100 unidades del producto "T":

$$\text{Parte U: } 2 \times \text{número de unidades "T"} = 2 \times 100 = 200$$

Parte V: 3 x número de unidades "T" = 3 x 100 = 300  
 Parte W: 1 x número de unidades "U" = 1 x 200 = 800  
           2 x " " " " "Y" = 2 x 300  
 Parte X: 2 x " " " " "U" = 2 x 200 = 400  
 Parte Y: 2 x " " " " "Y" = 2 x 300 = 600

Ahora, al considerar el factor "tiempo" para obtener éstos artículos, este tiempo puede referirse ó bien al tiempo necesario para obtener la parte de un vendedor externo, ó al tiempo necesario para producir la parte internamente. Asumiendo que el producto "T" se fabrica en una semana; la parte "U", dos semanas; "V", dos semanas; "W", tres semanas; "X", una semana; "Y", una semana. Si se sabe cuando es necesitado el producto "T", podemos crear una carta de listado de tiempo, especificando cuando deben de ser ordenados todos los materiales (tiempo adelantado) y cuando deben de ser recibidos para cumplir con la demanda del producto final. La Figura No. 14, nos muestra esta carta de listado de tiempos. De esta sencilla ilustración del funcionamiento del sistema MRP, es aparente que desarrollar un plan de requerimientos de materiales manual para cientos, ó aún miles de artículos, sería impráctico. Es necesaria una gran parte de computación y una gran cantidad de datos deben de estar disponibles acerca del estado del inventario y de la estructura del producto, es por esto que este trabajo se facilita con el uso de las computadoras. De cualquier manera, la lógica básica del programa es esencialmente la misma que la usada en este sencillo ejemplo.

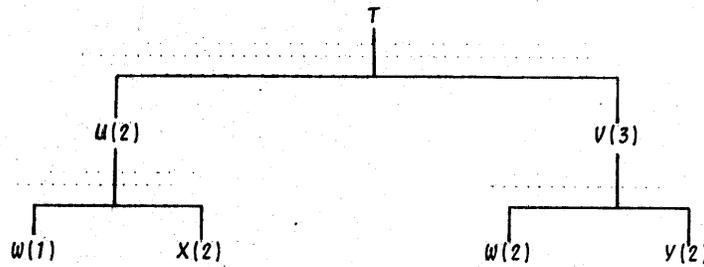


FIGURA No. 13 : ÁRBOL DE LA ESTRUCTURA DEL PRODUCTO "T".

		1	2	3	4	5	6	7	
T	FECHA REQUERIDA							100	T tiempo de terminación= UNA SEMANA
	SOLICITAR ORDEN						100		
U	FECHA REQUERIDA						200		U tiempo de terminación= DOS SEMANAS
	SOLICITAR ORDEN			200					
V	FECHA REQUERIDA						300		V tiempo de terminación= DOS SEMANAS
	SOLICITAR ORDEN			300					
W	FECHA REQUERIDA				800				W tiempo de terminación= TRES SEMANAS
	SOLICITAR ORDEN	800							
X	FECHA REQUERIDA				400				X tiempo de terminación= UNA SEMANA
	SOLICITAR ORDEN		400						
Y	FECHA REQUERIDA				600				Y tiempo de terminación= UNA SEMANA
	SOLICITAR ORDEN		600						

FIGURA No. 14 : CARTA DE LISTADO DE TIEMPOS.

## 2) LA LOGICA DEL SISTEMA MRP ESTANDAR

El sistema MRP opera en el Archivo de Registros de Inventarios, en el Programa Maestro de Producción y en el Archivo de la Estructura del Producto, y trabaja de esta manera: una lista de artículos terminados - necesitados por periodos de tiempo se especifican en el Programa Maestro; en el Archivo de la Estructura del Producto está contenida una descripción de las partes necesitadas para hacer cada artículo y en el Archivo de Registros de Inventarios está la información sobre el material en almacén y en camino.

El programa MRP "trabaja" en el Archivo de Registros de Inventarios, el cual está segmentado por periodos de tiempo, mientras que continuamente está dirigiéndose al Archivo de la Estructura del Producto para computar las cantidades necesitadas para cada artículo. El número de unidades requeridas es considerado viendo las cantidades en almacén y el requerimiento neto es "balanceado" para especificar el tiempo necesario para obtener el material.

La Figura No. 12, muestra el árbol del proceso para un sencillo producto terminado. Los números en los cuadros representan números de partes. En el nivel 4, los números de partes representan artículos comprados. Los números en los paréntesis representan la cantidad de los artículos necesitados por el artículo principal (artículo padre). El producto terminado está formado de un subensamble A00, uno C00 y de cuatro B00. Estos artículos son llamados Subensambles de Nivel-1. Recorriendo el árbol hacia el centro, podemos ver que los artículos del Nivel-1 están hechos de partes maquinadas del Nivel-3 y partes compradas del Nivel 4. Cada Nodo en el árbol de manufactura representa un artículo en inventarios. Considerando el artículo A00, en la manufactura del producto final, una orden de almacén tendrá que ser generada para ensamblar cualquier cantidad de este artículo. En conjunto con esta orden, los artículos A10 y A20 serán obtenidos del inventario y ensamblados para convertirse en producto A00. A su vez, el producto A00 será colocado en inventarios en espera de una orden para ensamblar el producto final.

En realidad los artículos no necesitan entrar y salir físicamente de un área de almacenaje, pero debe haber un punto de nivel de control y una transferencia de inventarios. Es necesario saber cuando y cuantas unidades fueron removidas del nivel del artículo A10 y del A20 para pasar a formar parte del nivel del artículo A00.

### 3) LAS MATEMÁTICAS DEL SISTEMA MRP ESTANDAR

En el nivel-0 se listan los requerimientos brutos del producto terminado. Nótese en la Figura No. 15, que el plan comienza en el periodo 1 con 53 unidades en inventarios de productos terminados con una recepción programada previamente de 40 unidades para llegar en el periodo 3. Fue decisión arbitraria que el tiempo adelantado para el ensamble final fuera de 2 periodos. Con referencia al nivel-1, se requerirán 40 y 160 unidades de A00 y B00 respectivamente, para que estén listas dos periodos antes del periodo 3 (o sea en el periodo 1). Los requerimientos brutos para el artículo A00 son 40 unidades porque únicamente una unidad de A00 va en el producto final; los requerimientos brutos para B00 son 160 unidades porque son usadas 4 en cada producto final. Nótese también que el inventario esperado de producto terminado en el comienzo del periodo 1 es de 53 unidades y en el comienzo del periodo 2 se reduce en 20 para quedar finalmente en 33 unidades.

La ecuación para calcular el inventario esperado es:

$$I_{t,j} = I_{t-1,j} + R_{t-1,j} - G_{t-1,j}$$

$I_{t,j}$  = Inventario esperado del artículo  $j$  al inicio del periodo  $t$

$R_{t-1,j}$  = Recepciones del artículo  $j$  durante el periodo  $t-1$

$G_{t-1,j}$  = Requerimientos brutos esperados para el artículo  $j$  durante el periodo  $t-1$ .

PRODUCTO TERMINADO, Nivel-0	PERIODOS PLANEADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimientos brutos	20	30	30	10	0	10	10	20	30	40
Recepciones programadas			40							
Inventario esperado*	53	33	3	13	3	3	-7	-17	-37	-67
Req. Netos sin llenar					7	10	20	30		
Artículo A00, Nivel-1 (2 periodos)										
Requerimientos brutos	40	0	0	0	7	10	20	30	0	0
Recepciones programadas										
Inventario esperado*	45	5	5	5	5	-2	-12	-32	-62	-62
Req. Netos sin llenar				2	10	20	30			
Artículo B00, Nivel-1 (2 periodos)†										
Requerimientos brutos	160	0	0	0	28	40	80	120	0	0
Recepciones programadas					100					
Inventario esperado*	200	40	40	40	40	112	72	-8	-128	-128
Req. Netos sin llenar							8	120		
. . . . .										
. Artículo B10, Nivel-2, (1 periodo)										
Requerimientos brutos	0	0	0	200	0	0	16	240	0	0
Recepciones programadas				250						
Inventario esperado*	5	5	5	5	55	55	55	39	-201	-201
Req. Netos sin llenar					201	0				

\* Al comienzo del periodo

FIGURA No. 15, Reporte ilustrativo de Requerimientos Brutos y Netos por periodo.

La línea base para cada artículo muestra requerimientos netos no -- cubiertos. Note que para el producto terminado el inventario esperado -- en el periodo 7 es de menos siete unidades; repitiendo que el tiempo adelantado para el ensamble final es de dos periodos, para evitar la falta de cobertura en el periodo 7 (de siete unidades), el sistema debe de programar esas siete unidades del ensamble final en el periodo 7-2, es decir, en el periodo 5. Entonces tendremos un requerimiento neto total en el periodo 5 de siete unidades. En periodo 8, la figura muestra menos 17 unidades de inventario esperado. Si las siete unidades programadas en -- el periodo 5 fueron ensambladas, entonces sólo existirá una falta de cobertura de diez unidades en el periodo 8. De esta manera, los requerimientos netos en el periodo 8-2 (periodo 6), serán en total diez unidades. La ecuación para calcular los requerimientos netos es:

$$N_{t,j} = (-1) \text{MIN} [ 0, I_{t+l_j,j} ] - \sum_{k=1}^{t-1} N_{k,j}$$

donde:

$N_{t,j}$  = Requerimientos netos para el artículo  $j$  en el periodo  $t$

$I_{t+l_j,j}$  = Inventario esperado para el artículo  $j$  en el periodo  $t+l_j$

$l_j$  = Tiempo adelantado de producción para la operación de fabricación del artículo  $j$

Finalmente note que los requerimientos brutos para los artículos -- que no son productos terminados son de igual cantidad y del mismo periodo que los requerimientos netos del artículo principal (artículo padre) -- del cual forman parte, multiplicada por la cantidad de unidades que van en el ensamble principal. En la Figura No. 15, vemos 40 y 160 unidades para los artículos A00 y B00 en el periodo 1 respectivamente. La ecuación para calcular los requerimientos brutos para los artículos diferentes a los productos terminados es:

$$G_{t,j} = ( R_{t+l_k,k} + N_{t,k} ) Q_{j,k}$$

donde:

- $R_{t+l_k, k}$  = Recepciones programadas del artículo  $k$  en el periodo  $t+l_k$
- $k$  = Artículo principal (padre) que usa el artículo  $j$
- $Q_{j, k}$  = Cantidad del artículo  $j$  requerida por el artículo --- principal  $k$ .

Es obvio que las matemáticas del MRP son sencillas y fácilmente programadas. Cada producto terminado es asociado con un árbol sencillo de artículos en inventarios que puede examinarse fácilmente. Para cada artículo existe una serie de periodos de registros múltiples. Los valores de los datos de cada registro pueden ser calculados en un nivel a la vez.

Los datos de entrada requeridos son: la demanda para el producto terminado, los inventarios iniciales y las cantidades ordenadas para cada artículo.

#### 4) EL CASO DE PRODUCTO MULTIPLE

En el ejemplo anterior, únicamente se consideró un sólo producto -- terminado. Suponiendo la facilidad de manufacturar varias versiones del mismo producto final.

De cualquier manera los productos finales son diferentes, pero pueden usar muchos de los mismos subensambles. El cálculo de cuando y cuantos de éstos artículos son necesitados se hace considerando los requerimientos brutos de todos los artículos principales en los cuales son usados. La demanda para las partes de servicio que es independiente de los productos finales debe de sumarse a los requerimientos brutos.

Los requerimientos brutos para un artículo dado en un periodo determinado representa la suma de todas las posibles demandas.

Normalmente, cada artículo es asignado a un nivel en el cual siempre aparecerá. Considerar por ejemplo, el artículo 1000 de la Figura No. 16. Este artículo aparece en el nivel-3 en cada árbol de producto terminado y en su demanda independiente de servicio. Para satisfacer este nivel de requerimiento sencillo debe tenerse la idea de que el artículo principal de cualquier artículo es siempre el que se relaciona con él en el nivel próximo más alto. El propósito para este requerimiento es reducir el tiempo de computación del sistema MRP.

Si el proceso de computación es pasar de un producto terminado al próximo, se tiene que calcular la demanda (requerimiento) neta sin llenar cada vez que el artículo dado aparece; para el artículo 1000 en la Figura No. 16, sería cuatro veces. Si el artículo siempre aparece en el mismo nivel y el proceso de computación es para completar todos los artículos en el nivel antes de pasar al siguiente, el requerimiento bruto total para cualquier artículo es calculado antes de estar concluido el proceso que calcula el requerimiento neto sin llenar. El sistema -- trata a cada artículo solamente una vez.

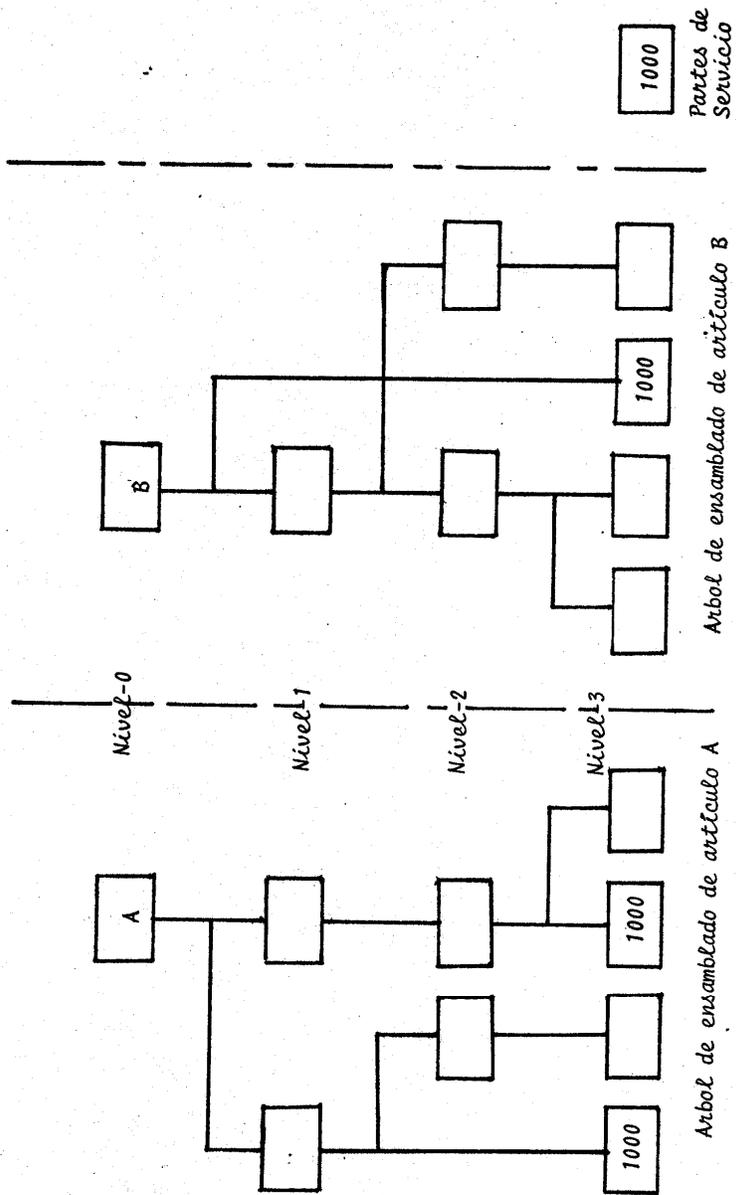


FIGURA No. 16 : ILUSTRACION DE DEMANDA MULTIPLE DE PRODUCTO PARA UN ARTICULO EN VARIAS ESTACIONES DE ENSAMBLADO O PARA PARTES DE SERVICIO.