



PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ÍNDICES

Resumen / Abstract

El presente trabajo propone una modificación al método de los índices utilizado para la asignación de tareas a puestos cuando existe la posibilidad de ejecución del mismo en varios puestos de trabajo y la selección conlleva a la obtención de distintos niveles de eficiencia en el cumplimiento de la tarea.

Las modificaciones propuestas imponen una mayor complejidad de la heurística del método, al plantear la determinación de los índices de una forma dinámica, una constante actualización de la capacidad disponible y, por tanto, la determinación de las posibilidades reales de los puestos para acometer las tareas. No obstante, el procedimiento es lógico y capaz de ser automatizado, a la vez que elimina la subjetividad del método.

The present piece of work proposes a modification to indexes method, which is used for task assignment to work stations given the possibility of execution of jobs or activities in more than one station. The assignment leads to different levels of efficiency in the task completion.

The proposed modification involves a greater complexity in the heuristic the method employs, for it provides a more dynamic way of index calculation, a constant revision of available capacity and hence there can be ascertained the real possibilities of task completion in the workplace. However the complexity, this methodology is devised on a logical basis, with possibilities of automation while it eliminates the subjectivity attributed to the approach.

Alberto Medina León, Profesor de Gestión de la Producción en la Facultad de Industrial-Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Km 3 ½ Vía blanca Matanzas-Varadero, Matanzas, Cuba.
e-mail: alberto.medina@umcc.cu

Dianelys Nogueira Rivera, Profesora de Gestión de la Producción en la Facultad de Industrial-Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Km 3 ½ Vía blanca Matanzas-Varadero, Matanzas, Cuba.
e-mail: dianelys.nogueira@umcc.cu

Daylin Medina Nogueira, Estudiante de 1er. Año de la Facultad de Industrial-Economía. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas, Km 3 ½ Vía blanca Matanzas-Varadero, Matanzas, Cuba.
e-mail: daymeno@yahoo.es

Palabras clave / Key words

Recursos humanos, sistemas de información, minería de datos, e-RRHH.

Human resources, information systems, data mining, e-HRM.

INTRODUCCIÓN

La programación de la producción es una de las funciones más importantes de la Dirección de Operaciones. Ella consiste en asignar las órdenes de producción a los puestos de trabajo dentro de intervalos temporales concretos. En otras palabras, “Un programa, es una asignación más un calendario”. Las subfunciones en las que se divide son: asignación o cargas (loading), secuenciación (sequencing) y programación de tareas o temporización¹ (scheluding) [1].

No es posible considerar la programación de todos los tipos de operaciones de una única manera. Para poder marcar las diferencias necesarias, la programación requiere

¹ Palabra utilizada por la literatura especializada de habla hispana para nombrar una de las funciones de la asignación; pero no reconocida por el Diccionario de la Real academia Española.

clasificar los tipos de programas en: línea-continua-flow shop, intermitente-job shop y por proyectos [2; 3]. La programación de procesos con producción intermitente o job shop resulta sin dudas, una tarea compleja y exigente, por las propias características del proceso productivo y la variedad de técnicas factibles y necesarias de aplicar.

En la subfusión asignación o carga se coincide con Companys Pascual (1989) [1], Everett (1991) [4], Schroeder (1992) [3], Maynard (1984) [5], Fundora Miranda (1987) [6], que entre los métodos factibles a utilizar se encuentran el Húngaro, el de Transporte y el de los índices, cuyas condiciones de aplicación se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
Métodos y condiciones de aplicación para la asignación de tareas a puestos de trabajo en régimen de producción intermitente.

Método	Divisibilidad Del Trabajo	Tareas Asignadas por Puestos de Trabajo.	Tipo de Solución	Restricciones
Húngaro	Es indivisible, un puesto de trabajo realiza plenamente la tarea.	Una	Óptima	Igual cantidad de tareas que de puestos de trabajo.
Transporte	Factible de ser divisible entre varios puestos de trabajo.	Una o varias	Óptima	Se asignarán las tareas según la capacidad disponible de los puestos de trabajo.
Índices	Es indivisible, un puesto de trabajo realiza plenamente la tarea.	Una o varias	Heurístico (no necesariamente óptima)	Se asignarán las tareas según la capacidad disponible de los puestos de trabajo.

El presente trabajo desarrolla un estudio comparativo entre las formas de abordar el Método de los Índices planteadas en la literatura y establece modificaciones a las mismas, que permiten hacer más racional su ejecución y factible su automatización.

DESARROLLO

Según Fundora Miranda (1987) [6], el Método de los Índices requiere, para su aplicación eficiente, de acumular los trabajos antes de realizar la programación, y en la medida que mayor cantidad de trabajos se puedan acumular, mejores resultados se obtendrán. Fundora Miranda (1987) [6] y Companys Pascual (1989) [1], coinciden en la necesidad de asignar primero los trabajos que poseen una única posibilidad o puesto de trabajo para su ejecución y vincular cada trabajo, al puesto que ejecute de una forma más eficiente la tarea. Para tal propósito, se procede a la determinación de índices, según

la Expresión 1. El puesto más eficiente será aquel que posea un índice igual a uno.

Mientras Fundora Miranda (1987) [6] y Díaz (1993) [2] ejecutan la asignación a aquellos puestos con índice uno, de una forma aleatoria; Companys Pascual (1989) [1] determina un valor delta (Δ), como se observa en la Expresión 2, que le permite realizar la asignación en un orden preestablecido, y ejecuta primero, aquellos trabajos con mayor valor de delta, por lo que asigna el trabajo al puesto que posea el índice igual a uno.

Estos criterios no consideran en su heurística algunos elementos particulares, tales como:

1. La existencia de puestos de trabajo que tecnológicamente pueden ejecutar una tarea, pero el fondo de tiempo disponible que poseen es inferior al requerido para su ejecución.
2. No se plantean criterios para decidir en caso de empate. El índice es un resultado adimensional de los costos o de los tiempos; lo que provoca que dos valores de delta iguales, pueden no haber sido provocados por tiempos iguales. Una decisión sobre la base de este criterio, en caso de empate, puede que no posea iguales consecuencias económicas en el proceso productivo.
3. Ambas heurísticas determinan los índices por una sola vez y actualizan las capacidades disponibles; pero no eliminan las alternativas no factibles que surgen de la propia aplicación del método. La solución a esta problemática del procedimiento impondrá la necesidad de determinar los índices de una forma dinámica.

Se propone un procedimiento (resumido en la Figura 1), algo más complejo, pero a la vez, con mayores facilidades de automatización y precisión, sustentado en las heurísticas analizadas y las limitaciones existentes. Se acompaña de un ejemplo que facilita su comprensión.

Ejemplo de aplicación del procedimiento propuesto
Caso creado para la demostración del procedimiento planteado.

En una empresa de calzado de la localidad, en una semana reciente, se desean asignar 8 trabajos (J1 --- J8), entre cinco puestos de trabajo (A1 --- A5), conociéndose los tiempos de elaboración requeridos de cada trabajo en cada puesto (en horas/ lotes) y la capacidad disponible existente en cada puesto de trabajo para acometer estas tareas, como se muestra en la Tabla 2.

Se parte del supuesto que cada puesto puede asumir varias tareas, siempre que su fondo de tiempo lo permita y que una vez comenzada una tarea por un puesto de trabajo, debe ser ejecutada íntegramente por él, por lo que resulta factible la aplicación del Método de los Índices.

TABLA 2
Tiempos requeridos para cada tarea en horas/lote y capacidad disponible en cada puesto (horas)

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5
J1	60	50	45	50	15
J2	12	10	14	16	18
J3	-	8	-	-	-
J4	6	4	8	14	20
J5	12	16	18	20	14
J6	-	-	6	-	-
J7	20	30	24	32	40
J8	30	25	32	34	30
Capac. Disponible (horas)	40	40	40	35	30

PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ÍNDICES

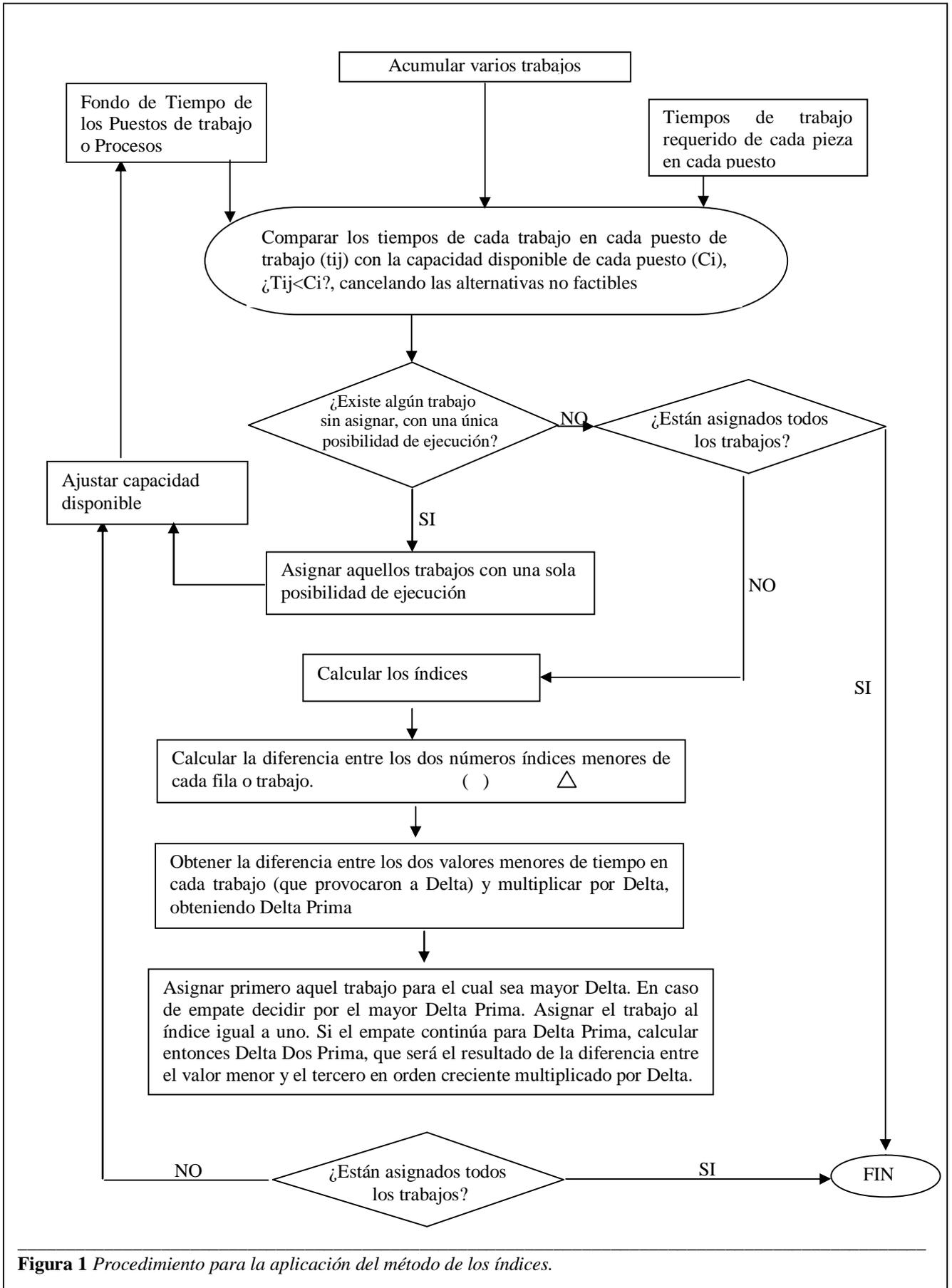


Figura 1 Procedimiento para la aplicación del método de los índices.

Paso 1: Comparar cada tiempo de elaboración con la capacidad existente, y se descartan (se sustituye por X) aquellos trabajos que requieren una duración mayor que la capacidad disponible, aunque tecnológicamente sean factibles de ser ejecutados en esos puestos. Por este procedimiento son eliminados los puestos A1, A2, A3 y A4 para ejecutar el trabajo J1, al necesitar de un tiempo superior para su elaboración que la capacidad disponible (60>40; 50>40; etcétera). Como se aprecia en la Tabla 3, luego de este análisis el trabajo J1 que poseía cinco posibilidades de ejecución, queda con una sola, en el puesto A5.

TABLA 3
Comparación de los tiempos de trabajo con las capacidades disponibles y eliminación de las no factibles.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5
J1	60 X	50 X	45 X	50 X	15
J2	12	10	14	16	18
J3	-	8	-	-	-
J4	6	4	8	14	20
J5	12	16	18	20	14
J6	-	-	6	-	-
J7	20	30	24	32	40 X
J8	30	25	32	34	30
Capac. Dispon	40	40	40	35	30

Paso 2: Asignar aquellos trabajos que poseen un sólo puesto posible para su ejecución, señalándolo con asteriscos. En este ejemplo cumplen con esta condición los trabajos: J1, J3 y J6 asociados a los puestos A5, A2 y A3 respectivamente.

Paso 3: Actualizar, siempre, luego de una asignación la capacidad disponible como se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4
Asignación de los trabajos con una única posibilidad de realización. Ajuste de las capacidades

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5
J1					15 *
J2	12	10	14	16	18
J3	-	8 *	-	-	-
J4	6	4	8	14	20
J5	12	16	18	20	14
J6	-	-	6 *	-	-
J7	20	30	24	32	
J8	30	25	32	34	30
Capacidad Disponible	40	40	40	35	30
		-8	-6		-15
		32	34		15

Paso 4: Eliminar los trabajos no factibles de ejecución por sobrepasar la capacidad disponible (paso 1 y repetir las iteraciones hasta que no resten puestos de trabajo con una única posibilidad de ejecución (Tabla 5).

TABLA 5
Comparación de los tiempos de ejecución de las tareas con las capacidades resultantes. Eliminación de las no factibles.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5
J1	-				15 *
J2	12	10	14	16	18 X
J3	-	8 *	-	-	-
J4	6	4	8	14	20 X
J5	12	16	18	20	14
J6	-	-	6 *	-	-
J7	20	30	24	32	
J8	30	25	32	34	
Capacidad Disponible	40	40	40	35	30
		-8	-6		-15
		32	34		15

Paso 5: Buscar para cada trabajo, el puesto de trabajo más eficiente, es decir, el de menor costo para ejecutar la tarea. Esta selección se realiza sobre la base de los tiempos, por resultar un dato más fácil de obtener. Se procede a dividir el tiempo de cada puesto de trabajo entre el menor de la fila, y se obtiene un índice (paso que da nombre al método) que será igual a uno, para él o los puestos más eficientes, y mayor que uno para los restantes (Tabla 6).

$$I_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{j\min}} = \frac{T_{i,j}}{T_{j\min}} \quad (1)$$

Donde:

$I_{i,j}$ = Índice obtenido para el trabajo "j" en el puesto "i"
 $C_{i,j}$; $T_{i,j}$ = Costo o tiempo de elaboración requerido para el trabajo "j" en el puesto "i", expresado en unidades monetarias o de tiempo respectivamente.

$C_{j\min}$, $T_{j\min}$ = Costo o tiempo de elaboración requerido por el **mejor puesto de trabajo** (menor tiempo o menor costo) para ejecutar la tarea, expresado en unidades monetarias o de tiempo, respectivamente.

Para el trabajo J2, por ejemplo, se procede a dividir a cada uno de los tiempos entre 10, por ser el menor tiempo, el más eficiente.

Paso 6: Determinar los valores Delta y Delta Prima.

TABLA 6
Cálculo de los índices y de los valores de DELTA y DELTA PRIMA

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1	-	-	-	-	15 *	-	-
J2	12 (1.2)	10 (1.0)	14 (1.4)	16 (1.6)		0.2	0.4
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4	6 (1.5)	4 (1.0)	8 (2.0)	14 (3.5)		0.5	1.0
J5	12 (1.0)	16 (1.33)	18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16	0.32
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 (1.0)	30 (1.5)	24 (1.2)	32 (1.6)		0.2	0.8
J8	30 (1.2)	25 (1.0)	32 (1.28)	34 (1.36)		0.2	1.0
Capac. Dispon	40	32	34	35	15		

PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ÍNDICES

Una vez calculados los índices, se procede a determinar los valores de Delta, resultado de hallar la diferencia entre los dos índices menores obtenidos en cada fila. Para el cálculo de Delta Prima se determina la diferencia en unidades monetarias o de tiempo entre los dos valores de costo o tiempo mejores (menores) para cada trabajo (los mismos que provocan Δ) y se multiplica por Δ , es decir:

$$\begin{aligned} \Delta' &= \Delta \cdot (T_j \text{ min}+1 - T_j \text{ min}) \\ \Delta &= \Delta \cdot (C_j \text{ min}+1 - C_j \text{ min}) \end{aligned} \quad (2)$$

Para J2 $\Delta = 1,2 - 1,0 = 0,2$ y $\Delta' = (12 - 10) (0,2) = 0,4$

Paso 7: Asignar las tareas a los puestos de trabajo (*).

Criterio de selección:

- Comenzar por el trabajo que lleve asociado el mayor valor de Delta.
- En caso de empate, seleccionar por Delta Prima.

Condición:

Asignar sólo cuando exista un índice igual a uno (1.0), proceder con similar condiciones a las planteadas por el Método Húngaro.

La primera tarea asignada a un puesto de trabajo será aquella que posea un valor de Δ mayor (J4 con $\Delta = 0,5$), y se asignará el trabajo en aquel puesto que posee un índice menor. Este razonamiento garantizará asignar primero aquellas tareas que poseen asociada una mayor diferencia entre el puesto más eficiente y el siguiente.

Realizada una asignación, siempre, se deberá proceder a ajustar las capacidades y eliminar aquellas combinaciones de piezas- puestos de trabajo no factibles por no existir la capacidad requerida (Paso 1). Los resultados se muestran en la Tabla 7.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2	12 (1.2)	10 (1.0)	14 (1.4)	16 (1.6)		0.2	0.4
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4	6 X	4 *	8 X	14 X		-	-
J5	12 (1.0)	16 (1.33)	18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16	0.32
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 (1.0)	30 X	24 (1.2)	32 (1.6)		0.2	0.8
J8	30 (1.2)	25 (1.0)	32 (1.28)	34 (1.36)		0.2	1.
Capac. Dispon	40	32	34	35	15		
Iteración #3	40	28	34	35	15		

Como se aprecia, al continuar el procedimiento, aparece un empate para los valores de Δ (tres trabajos J2, J7 y J8 con $\Delta=0,2$); pero Delta Prima favorece a J8 y deberá ser el primero en ser asignado. Lógicamente, en el puesto de menor índice (A2) y con los ajustes de capacidad ya expuestos, lo que conlleva a que el puesto de trabajo A2

no sea capaz de asumir ningún otro trabajo Los resultados se muestran en la Tabla 8.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2	12 (1.2)	10 (1.0) X	14 (1.16)	16 (1.33)		0.16	0.32
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4		4 *				-	-
J5	12 (1.0)	16 (1.33) X	18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16	
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 (1.0)		24 (1.2)	32 (1.6)		0.2	0.8
J8		25 *				-	-
Capac. Dispon	40	28	34	35	15		
Iteración #4	40	3	34	35	15		

Entre las posibilidades eliminadas se encuentra J2 que posee asociado un índice de valor uno (1,0), condición necesaria para la realización de la asignación. Lo anterior provoca la necesidad de actualizar los índices para esa fila y, por consecuencia, los valores de Delta y Delta Prima (re-cálculos de los índices, en la Tabla 9).

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2	12 (1.0)		14 (1.16)	16 (1.33)		0.16	0.32
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4		4 *				-	-
J5	12 (1.0)		18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16	
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 (1.0)		24 (1.2)	32 (1.6)		0.2	0.8
J8		25 *				-	-
Capac. Dispon	40	3	34	35	15		

Paso 8: Actualización de los índices, delta y delta prima para los trabajos necesarios. Carácter dinámico del cálculo de los índices.

Correspondería, según el procedimiento planteado, ahora asignar el trabajo J7 al poseer el mayor Δ , sin provocar consecuencias a los índices con el ajuste de la capacidad (Tabla 10).

Al intentar seleccionar entre J2 y J5 existe un empate en el valor de Delta y esta vez también en Delta Prima. Una solución pudiera ser, aplicar el mismo criterio; pero ahora

TABLA 10
Asignación del trabajo J7. Reajuste de las capacidades.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2	12 (1.0)		14 (1.16)	16 (1.33)		0.16	0.32
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4		4 *				-	-
J5	12 (1.0)		18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16	0.32
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	* 20 (1.0)		24 (1.2)	32 (1.6)		0.2	0.8
J8		25 *				-	-
Capac. Dispon	40 -20 20	3	34	35	15		

TABLA 11
Asignación del trabajo J5. Se requiere nuevamente del re-cálculo de los índices.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2	12 X		* 14 (1.16)	16 (1.33)		0.16 0.33	0.32 1.32
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4		4 *				-	-
J5	* 12 (1.0)		18 (1.5)	20 (1.66)	14 (1.16)	0.16 0.5	0.32 3.0
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 *					-	-
J8		*25 (1.0)				-	-
Capac. Dispon	20 -12 8	3	34 -14 20	35	15		

entre el menor y el tercer tiempo de cada trabajo ordenado en sentido creciente, y decidir igualmente por el mayor valor de Delta Dos Prima. Por lo anterior, la asignación corresponderá primero al trabajo J5 en el puesto A1, con una capacidad disponible de 8 horas, menor que las 12 que requiere J2 en A1, e impone la asignación de J2 al puesto A3, luego de re-calcular nuevamente los índices (Tabla 11).

De acuerdo al procedimiento expuesto, el trabajo J2 sólo tendrá posibilidades reales de ser ejecutado en los puestos A3 y A4 y deberá ser asignado al A3 por poseer ahora índice uno, es decir, menor tiempo de ejecución de la tarea (Tabla 12).

La asignación final resulta:

Puestos de Trabajo	Trabajos Asignados	Capacidad utilizada
A1	J5-J7	32
A2	J3-J8-J4	37
A3	J2-J6	20
A4	-	0
A5	J1	15
TOTAL	-	104

La solución de este ejemplo por las dos formas anteriores publicadas por la literatura, impone requerimientos de capacidad de 107 horas totales.

CONCLUSIONES

1. El perfeccionamiento propuesto presupone la comparación entre los tiempos de elaboración de las piezas en los distintos procesos y las capacidades existentes, ejecutado al inicio del método, y cada vez que se realiza una asignación descartando aquellas posibilidades existentes, tecnológicamente factibles, pero no reales en las condiciones dadas.
2. Se coincide con el precepto de asignar primero aquellos trabajos con una sola posibilidad de ejecución, así como en la forma de seleccionar el orden de los trabajos a ser asignados propuesto por Companys Pascual, aunque se le adicionan criterios que permiten la selección en caso de empate.
3. Se considera que el procedimiento propuesto

TABLA 12
Asignación del trabajo J2.

P.T. Trab.	A1	A2	A3	A4	A5	Δ	Δ'
J1					15 *	-	-
J2			14 (1.0) *	16 (1.14)		0.14	0.28
J3	-	8 *	-	-	-	-	-
J4		4 *				-	-
J5	12 (1.0)*						
J6	-	-	6 *	-	-	-	-
J7	20 *					-	-
J8		25 (1.0)*				-	-
Capac. Dispon	8	3	34 -14 20	35	15		

aprovecha las virtudes expuestas por autores como Companys Pascual y Fundora Miranda, a la vez, adiciona criterios que tienden a ser el método más cercano a la solución óptima y mucho más factible para su automatización. 🏠

REFERENCIAS

1. COMPANYS PASCUAL, R. *Planificación y Programación de la Producción*. España: Marcombo S.A, 1989.
2. DÍAZ, A. *Producción: Gestión y Control*. Barcelona, España: Editorial Ariel, 1993. Economía.
3. SCHROEDER, R. G. *Administración de operaciones*. 3ª ed. México: Mc Graw-Hill, 1992.
4. EVERETT, E. et al. *Administración de la Producción y las operaciones. Conceptos. Modelos y funcionamiento*. México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991.
5. MAYNARD, H. B. *Manual de Ingeniería y Organización Industrial*. [s.l.]: [s.n.], 1984.
6. FUNDORA MIRANDA, A. et al. *Organización y Planificación de la Producción II*. Ciudad de la Habana: Editora ISPJAE, 1987.