

Apéndice A

Manual de Uso de ShopAnalyzer

ShopAnalyzer es un programa prototipo para calcular las variables de estado en régimen permanente de un proceso productivo general con varios productos. Las funcionalidades del programa están en continuo desarrollo, por lo que es importante comprobar a qué versión se refiere el manual. En concreto, este manual se refiere a la versión 0.3 del programa.

El uso del programa es:

```
C:\Usuarios\Yo\Programa> ShopAnalyzer datos_proceso tipo_proceso [archivo_salida]
```

donde `datos_proceso` es el nombre de un archivo de texto que contiene la información relevante del proceso a analizar y que estará situado en la misma carpeta que `ShopAnalyzer` y cuyo formato se describe en el apartado A.1. `tipo_proceso` puede tomar alguno de los siguientes valores numéricos:

- 0: Taller de flujo general. El formato específico de los datos de este proceso se describe en el apartado A.2.
- 1: Sistema de fabricación flexible (FMS). El formato específico de los datos de este proceso se describe en el apartado A.3.

Finalmente, `archivo_salida` es un argumento opcional que, si se especifica, provoca la salida del análisis en un archivo, cuyo formato y contenido se discute en el apartado A.4.2. Si no se especifica archivo alguno, la salida de datos es por pantalla (ver apartado A.4.1)

A.1. Formatos de archivo: Características Generales

El archivo de información de proceso es un archivo de tipo texto (realizable por ejemplo con el bloc de notas) en el que la información del proceso se especifica mediante etiquetas. La forma general de una etiqueta es:

$$[\text{nombre_etiqueta}=\text{valor_etiqueta}]$$

donde `nombre_etiqueta` especifica el nombre del dato que se está introduciendo, mientras que `valor_etiqueta` indica el valor de dicho dato. Así, por ejemplo la etiqueta `[JOBS=1]` indica que se trata de un proceso donde solo habrá un tipo de trabajo.

Respecto a los valores de la etiqueta, estos pueden de los siguientes tipos:

- Binarios, que se representan por YES o NO. Ejemplo:

$$[\text{UNLIMITED_TRANSPORTATION_CAPACITY}=\text{NO}]$$

- Escalares, que se representan por un número. Ejemplo:

$$[\text{JOBS}=1]$$

- Vectoriales, que se representan por una serie de números separados por comas (sin espacios entre ellos). Ejemplo:

$$[\text{PROCESSING_TIMES}=2,1.5,1.2]$$

que indica que los tiempos de proceso son 2, 1.5 y 2 respectivamente.

- Matriciales. En este caso, cada fila de la matriz se representa por una serie de números separados por comas (sin espacios entre ellos), y cada columna por un punto y coma. Ejemplo:

$$[\text{ROUTING_INFO}=0,0.1,0.9;0,0,0.3;0,0,0]$$

para representar a la matriz:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.1 & 0.9 \\ 0 & 0 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Las etiquetas se pueden escribir en el archivo en cualquier orden.

A.2. Proceso general (taller)

En esta sección se describen las etiquetas para analizar talleres de flujo general (opción cero en el parámetro `tipo_proceso` del programa).

A.2.1. Etiquetas obligatorias

- `JOBS` indica el número de trabajos distintos a considerar en el proceso. Ejemplo:

[JOBS=2]

Indica que se consideran dos tipos de trabajos.

- `MACHINES_STAGE` indica en un vector (de dimensión el número de estaciones) el número de máquinas idénticas que hay en cada una de las estaciones del proceso. Ejemplo:

[MACHINES_STAGE=1,1,2]

Indica que las estaciones 1 y 2 disponen de una máquina, mientras que la tercera estación dispone de 2 máquinas idénticas.

- `INPUT_FLOW` indica en una matriz (de tantas filas como tipos de trabajos y tantas columnas como número de estaciones) el flujo medio de entrada externo que llega a cada una de las estaciones. Ejemplo:

[INPUT_FLOW=2,0,0;1.3,0,2.5]

Indica que, en el caso del trabajo de tipo A, a la estación 1 llega un flujo externo de valor medio 2 trabajos/unidad de tiempo, mientras que a las estaciones 2 y 3 no llega flujo externo. Es decir: $\vec{\gamma}^A = (2, 0, 0)$. Además, en el caso del trabajo de tipo B, a la estación 1 llega un flujo externo de valor medio 1.3 trabajos/unidad de tiempo, mientras que a la estación 2 no llega flujo externo, y a la estación 3 llega un flujo de 2.5 unidades de flujo/unidad de tiempo. Es decir: $\vec{\gamma}^B = (1.3, 0, 2.5)$. Nótese que los dos vectores se incorporan como la siguiente matriz:

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 1.3 & 0 & 2.5 \end{pmatrix}$$

Cuando solo hay un tipo de producto, naturalmente la matriz consta de una sola fila:

[INPUT_FLOW=2,0,0]

- **VAR_INPUT_FLOW** indica en una matriz (de tantas filas como tipos de trabajos y tantas columnas como número de estaciones) la variabilidad del flujo de entrada externo que llega a cada una de las estaciones para los distintos tipos de trabajos. Ejemplo:

$$[\text{VAR_INPUT_FLOW}=1, 1.2, 0]$$

Indica que solo hay un tipo de trabajo (puesto que solo tiene una fila) y que a la estación 1 llega un flujo externo con variabilidad 1, mientras que la variabilidad del flujo de la estación es 1.2, y el de la estación 3 es cero. Es decir: $\vec{\theta}_\gamma = (1, 1.2, 0)$.

- **PROCESSING_TIMES** indica en una matriz (de tantas filas como tipos de trabajos y tantas columnas como número de estaciones) el tiempo medio de servicio (o proceso) de las máquinas de cada una de las estaciones para cada uno de los tipos de trabajos. Ejemplo:

$$[\text{PROCESSING_TIMES}=5, 8, 2, 6; 2, 2, 5, 3]$$

Indica que, en un proceso de 4 estaciones, puesto que la matriz tiene dos filas, hay dos tipos de trabajos (que llamaremos A y B) y que los tiempos de proceso de las estaciones 1, 2, 3 y 4 son 5, 8, 2 y 6, respectivamente para los trabajos de tipo A, y de 2, 2, 5 y 3 para los trabajos de tipo B. Es decir: $\vec{t}_s^A = (5, 8, 2, 6)$ y $\vec{t}_s^B = (2, 2, 5, 3)$. Nótese que los dos vectores se incorporan como la siguiente matriz:

$$\begin{pmatrix} 5 & 8 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

- **VAR_PROCESSING_TIMES** indica en una matriz (de tantas filas como tipos de trabajos y tantas columnas como número de estaciones) la variabilidad de los tiempos de proceso de las máquinas de cada una de las estaciones. Ejemplo:

$$[\text{VAR_PROCESSING_TIMES}=0.5, 2, 1.6]$$

Indica que en un proceso con tres estaciones (puesto que la matriz tiene 3 columnas) solo hay un tipo de trabajo (puesto que solo hay una fila en la matriz) y la variabilidad de los tiempos de proceso de las estaciones 1, 2 y 3 son 0.5, 2 y 1.6, respectivamente. Es decir: $\vec{\theta}_s = (0.5, 2, 1.6)$.

- **ROUTING_INFO** indica en una matriz (de tantas filas como el número de estaciones \times número de productos y tantas columnas como número de estaciones) la probabilidad de las rutas para cada producto. Ejemplo:

$$[\text{ROUTING_INFO}=0, 0.5, 0; 1, 0, 0; 1, 0, 0; 0, 0.3, 0.7; 0, 0, 1; 1, 0, 0]$$

para un caso donde hay 2 tipos de trabajos (A y B) y 3 estaciones (1, 2 y 3), indica las siguientes matrices de probabilidades de ruta:

$$p_{ik}^A = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

y

$$p_{ik}^B = \begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Nótese que las dos probabilidades se escriben en una sola matriz, de la manera:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

A.2.2. Etiquetas relativas al transporte

En los entornos de tipo taller a menudo es preciso considerar transporte no instantáneo. Aunque es posible modelarlo de forma implícita (creando estaciones ficticias), **ShopAnalyzer** permite usar una serie de etiquetas para modelarlo de forma explícita. Si dichas etiquetas no aparecen se entiende un transporte instantáneo entre estaciones con capacidad ilimitada. El programa da una advertencia, pero no es necesario especificarlas.

Es importante hacer notar que se asume que las características de los tiempos de transporte son los mismos para todos los productos, por lo que no es posible modelar directamente con esta técnica los casos en los que los tiempos de transporte dependen del tipo de producto.

Finalmente, es preciso considerar que puede haber dos formas de modelar el transporte no instantáneo:

- Asumiendo capacidad ilimitada del transporte: Esto quiere decir que siempre hay sistemas de transporte disponible y las unidades de flujo no esperan para la estación de transporte. Sería equivalente a modelar una estación de transporte con congestión igual a cero.

- Asumiendo capacidad limitada del transporte: Esto quiere decir que hay un medio de transporte que tarda el tiempo especificado entre dos estaciones. Si las unidades llegan mientras se está realizando el transporte, entonces deben esperar.

Las etiquetas relativas al transporte son:

- **TRANSPORTATION_TIMES** indica en una matriz (de tantas filas como estaciones y tantas columnas como estaciones) los tiempos medios de transporte de una unidad de flujo desde una estación a otra. Ejemplo:

[TRANSPORTATION_TIMES=0,0.5,1,1.5;0.5,0,0.5,1;1,0.5,0,0.5;1.5,1,0.5,0]

Indica que los tiempos medios de transporte entre las cuatro estaciones del proceso son los siguientes:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 1 & 1.5 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 1.5 & 1 & 0.5 & 0 \end{pmatrix}$$

Como es lógico, el tiempo de transporte de una estación a sí misma es cero, por lo que la diagonal de la matriz será habitualmente cero y dichos datos no serán tenidos en cuenta.

- **VAR_TRANSPORTATION_TIMES** indica en una matriz (de tantas filas como estaciones y tantas columnas como estaciones) la variabilidad de los tiempos de transporte de una unidad de flujo desde una estación a otra. Ejemplo:

[VAR_TRANSPORTATION_TIMES=0,1;0.5,0]

Indica que la variabilidad de los tiempos de transporte entre las dos estaciones del proceso son los siguientes:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0.5 & 0 \end{pmatrix}$$

Como es lógico, la variabilidad del tiempo de transporte de una estación a sí misma es cero, por lo que la diagonal de la matriz será habitualmente cero y dichos datos no serán tenidos en cuenta.

- **UNLIMITED_TRANSPORTATION_CAPACITY** indica en un valor binario si se asume que hay capacidad de transporte ilimitada entre estaciones (YES), o bien la capacidad está limitada (NO)(ver a este respecto los comentarios al inicio de la sección).

A.2.3. Otras etiquetas opcionales

- `STAGE_NAMES` indica en un vector (de dimensión el número de estaciones) el nombre de cada una de las estaciones a efectos de la presentación de los datos de salida. Ejemplo:

```
[STAGE_NAMES=Operador,Información General,Contabilidad]
```

Indica que los nombres de las (3) estaciones del proceso son Operador, Información General y Contabilidad, respectivamente.

No obstante el ejemplo, se recomienda usar nombres cortos (10 caracteres o menos, incluyendo espacios) para etiquetar a las estaciones, ya que en caso contrario es posible que los datos de las tablas de salida no salgan correctamente alineados.

- `JOB_NAMES` indica en un vector (de dimensión el número de tipos de trabajos) el nombre de cada uno de los tipos de trabajos a efectos de la presentación de los datos de salida. Ejemplo:

```
[JOB_NAMES=Urgentes,Normales]
```

Indica que los nombres de los (2) tipos de trabajos son Urgentes y Normales, respectivamente. Se recomienda usar nombres cortos (10 caracteres o menos, incluyendo espacios) para etiquetar a las estaciones, ya que en caso contrario es posible que los datos de las tablas de salida no salgan correctamente alineados.

A.2.4. Ejemplos de uso



Ejemplo A.1

Se quiere analizar un servicio de atención al cliente que recibe llamadas que siguen una exponencial de media 5 min. Las llamadas son atendidas por un Operador que las dirige al Departamento de Información General (10 % de los casos), o al Departamento de Contabilidad (90 % de los casos). La duración de la conversación con el Operador sigue una exponencial de media 2 min.. En el Departamento de Contabilidad hay dos personas que tarda en atender las dudas un tiempo que sigue una normal de media 10 min.y desviación típica 5 min., mientras que la persona del Departamento de Información General atiende las llamadas en un tiempo que sigue una exponencial de media 15 min.. El 30 % de las llamadas a Información General deben ser redirigidas al Departamento de Contabilidad porque tras tener la conversación surgen dudas específicas.

Este problema se puede modelar usando el siguiente archivo de datos:

```
[MACHINES_STAGE=1,1,2]
```

```
[JOBS=1]
[INPUT_FLOW=0.2,0,0]
[VAR_INPUT_FLOW=1,0,0]
[PROCESSING_TIMES=2,15,10]
[VAR_PROCESSING_TIMES=1,1,0.25]
[ROUTING_INFO=0,0.1,0.9;0,0,0.3;0,0,0]
```



Ejemplo A.2

Se quiere analizar un proceso en el que una estación procesa dos tipos de trabajos con las siguientes características (tiempos en minutos):

Producto	t_a^j	θ_a^j	t_s^j	θ_s^j
A	30	$\frac{1}{4}$	10	$\frac{1}{4}$
B	60	1	25	$\frac{1}{16}$

Este problema se puede modelar usando el siguiente archivo de datos:

```
[MACHINES_STAGE=1]
[STAGE_NAMES=Estacion]
[JOBS=2]
[JOB_NAMES=A,B]
[INPUT_FLOW=0.033333;0.0166666]
[VAR_INPUT_FLOW=0.25;1]
[PROCESSING_TIMES=10;25]
[VAR_PROCESSING_TIMES=0.25;0.125]
[ROUTING_INFO=0;0]
```

A.3. Sistema de Fabricación Flexible

Aunque los Sistemas de Fabricación Flexible (FMS) se pueden analizar como un taller, sus particularidades hacen más conveniente introducir datos del proceso específicos. Algunas etiquetas son compartidas con el taller de flujo general, pero en algunos casos no tienen el mismo significado o dimensión, por lo que es preciso ser cuidadoso en ese aspecto.

A.3.1. Etiquetas obligatorias

- **Número de trabajos.** El número de trabajos distintos a considerar en el proceso se indica con la etiqueta `JOBS`. Es igual al caso de taller de flujo general.
- **Número de máquinas.** El número de máquinas idénticas que hay en cada una de las estaciones del proceso se indica en un vector (de dimensión el número de estaciones - exceptuando el MHS) con la etiqueta `MACHINES_STAGE`. Es igual al caso de taller de flujo general.
- **Sistema de manejo de materiales.** El número de sistemas de manejo de materiales de los que dispone el FMS se indica en un número entero con la etiqueta `MHS`. Ejemplo:

[MHS=2]

Indica que el FMS dispone de dos sistemas de manejo de materiales idénticos.

- **Tiempo medio del MHS.** El tiempo medio de transporte del sistema de manejo de materiales se indica en un número entero con la etiqueta `MHS_AVG_PROCESSING_TIMES`. Ejemplo:

[MHS_AVG_PROCESSING_TIMES=2.2]

Indica que $t_s(MHS) = 2.2$.

Nótese que se asume que el tiempo medio de transporte no depende del tipo de producto (es el mismo para todos los tipos de producto).

- **Variabilidad de los tiempos del MHS.** La variabilidad de los tiempos de transporte del MHS se indican en un número con la etiqueta `MHS_VAR_PROCESSING_TIMES`. Ejemplo:

[MHS_VAR_PROCESSING_TIMES=0]

Indica que $\theta_s(MHS) = 0$.

Nótese que se asume que las características de los tiempos de transporte no dependen del tipo de producto (es el mismo para todos los tipos de producto).

- **Ruta que sigue cada producto.** Con la etiqueta `ROUTING_INFO` se indica en una matriz (**de tantas filas como el número de productos y un número variable de columnas**) la *ruta* de estaciones que sigue cada trabajo. Nótese que es muy diferente respecto al caso del taller general, ya que en los FMS, al haber un sistema centralizado de transporte de materiales, es preciso indicar explícitamente las estaciones que visita cada tipo de trabajo. Así, por ejemplo la siguiente etiqueta referida a un FMS con dos tipos de trabajo (A y B) y tres estaciones:

[ROUTING_INFO=0,1,2;2,1]

indica que el trabajo de tipo A visita primero la estación 0, luego la 1 y luego la 2, mientras que el trabajo de tipo B visita primero la estación 2 y luego la 1 (no visita la estación cero).

- **Flujo medio externo de cada producto.** El flujo medio externo de cada producto puede indicarse de dos formas alternativas:

- a) **Especificar el flujo medio de cada uno de los productos:** La etiqueta `AVG_INPUT_FLOW` indica en un vector (de dimensión **el número de tipos de trabajos**) el flujo medio de entrada externo que llega (al MHS) de cada uno de los tipos de productos. Ejemplo:

[AVG_INPUT_FLOW=2,4.5]

Indica que del producto tipo 1 llega al MHS un flujo externo de valor medio 2 trabajos/unidad de tiempo, mientras que del tipo 2 llega un flujo externo de valor medio 4.5 trabajos/unidad de tiempo.

Nótese la diferencia de dimensión y significado con la etiqueta del mismo nombre para el taller de flujo general. La diferencia aquí está en que no es necesario especificar qué flujo externo llega a cada estación, puesto que todo el flujo externo llega al MHS en un FMS.

- a) **Especificar el mix de producto y el flujo medio total (de todos los productos) que llega al FMS.** Para ello se usan las dos etiquetas siguientes:

- `PRODUCT_MIX` sirve para indicar en un vector la proporción (mix de producto) de cada uno de los productos. Ejemplo:

[PRODUCT_MIX=0.15,0.25,0.5,0.1]

indica que el flujo de entrada tiene la forma $\vec{\gamma} = (0.15\gamma, 0.25\gamma, 0.5\gamma, 0.1\gamma)$ donde γ se especifica en la etiqueta `SUM_AVG_INPUT_FLOW` (descrita a continuación).

- `SUM_AVG_INPUT_FLOW` sirve para indicar en un número la suma de los flujos medios de todos los productos. Ejemplo:

[SUM_AVG_INPUT_FLOW=0.2]

indica que $\gamma = 0.2$ unidades/u.t.

- **Variabilidad de los flujos externos de cada producto.** La etiqueta `VAR_INPUT_FLOW` indica en un vector (de dimensión **el número de tipos de trabajos**) la variabilidad del flujo de entrada externo que llega a cada una de las estaciones. Ejemplo:

[VAR_INPUT_FLOW=1,1.2,0]

Indica que, en un FMS con tres tipos de trabajos (A, B y C), la variabilidad con que el trabajo de tipo A llega al FMS (más concretamente, as su unidad de carga/descarga) es de 1, la del tipo B de 1.2 y la del tipo C es determinista (variabilidad cero).

- **Tiempos medios de las operaciones.** La etiqueta `AVG_PROCESSING_TIMES` indica en una matriz (de tantas filas como el número de productos y un número variable de columnas) los tiempos medios de servicio (o proceso) de las operaciones en cada una de las estaciones para cada uno de los tipos de trabajos (excluyendo el MHS). **El orden en el que especifican los tiempos debe coincidir con la ruta de operaciones especificada en `ROUTING_INFO`.** Nótese que es diferente al caso de taller de flujo general, y que permite de forma cómoda expresar que un trabajo realiza distintas operaciones sobre la misma estación. Así, por ejemplo, si se tiene un FMS con un único tipo de trabajo que realiza la siguiente ruta de estaciones (entre paréntesis se indican los tiempos medios): Estación 0 (20 s.) → Estación 3 (10 s.) → Estación 1 (15 s.) → Estación 2 (23 s.) → Estación 0 (120 s.) → Estación 1 (16 s.), se deberían especificar las siguientes etiquetas:

`[ROUTING_INFO=0,3,1,2,0,1]`

`[AVG_PROCESSING_TIMES=20,10,15,23,102,16]`

- **Variabilidad de los tiempos de las operaciones.** La etiqueta `VAR_PROCESSING_TIMES` indica en una matriz (de tantas filas como el número de productos y un número variable de columnas) la variabilidad de los tiempos de proceso de las operaciones en cada una de las estaciones para cada uno de los tipos de trabajo. El orden en el que se expresa la variabilidad es el de las operaciones, al igual que sucede con los tiempos medios de proceso.

A.3.2. Etiquetas opcionales

Las etiquetas `STAGE_NAMES` y `JOB_NAMES` funcionan igual que en el caso del taller.

A.3.3. Ejemplos de uso



Ejemplo A.3

Se pretende modelar una célula de fabricación flexible. El sistema consta de una estación de carga y descarga atendida por un operario, y de dos estaciones de mecanizado: EM1 y EM2. EM1 consta de tres fresadoras CNC idénticas, mientras que EM2 consta de dos tornos idénticos. El sistema de manejo de materiales lo constituyen dos brazos robóticos idénticos que tardan 20 segundos en transportar un trabajo entre estaciones. El sistema debe producir cuatro trabajos, y su mix de producto, tiempos y operaciones se muestran en la siguiente tabla:

Trabajo	Mix	Operación	Descripción	Estación	Tiempo medio (s)
A	0.4	1	Carga en FMS	U/L	4
		2	Fresado	EM1	320
		3	Torneado	EM2	120
		4	Descarga	U/L	6
B	0.25	1	Carga en FMS	U/L	4
		2	Fresado	EM1	280
		3	Torneado	EM2	180
		4	Descarga	U/L	6
C	0.25	1	Carga en FMS	U/L	4
		2	Fresado	EM1	280
		3	Descarga	U/L	6
D	0.1	1	Carga en FMS	U/L	4
		2	Torneado	EM2	540
		3	Descarga	U/L	6

Se asume que todos los tiempos son deterministas, con excepción de las operaciones realizadas por el operario, que se asume que son exponenciales. El archivo de datos correspondiente sería:

```
[MHS=2]
[JOBS=4]
[MACHINES_STAGE=1,3,2]
[STAGE_NAMES=U/L,EM1,EM2]
[JOB_NAMES=A,B,C,D]
[ROUTING_INFO=0,1,2,0;0,1,2,0;0,1,0;0,2,0]
[AVG_PROCESSING_TIMES=4,320,120,6;4,280,180,6;4,280,6;4,540,6]
[VAR_PROCESSING_TIMES=1,0,0,1;1,0,0,1;1,0,1;1,0,1]
[MHS_AVG_PROCESSING_TIMES=20]
[MHS_VAR_PROCESSING_TIMES=0]
[PRODUCT_MIX=0.4,0.25,0.25,0.1]
[SUM_AVG_INPUT_FLOW=0.01]
[VAR_INPUT_FLOW=0,0,0,0]
```

A.4. Salida y análisis de los datos

Hay dos formas de obtener los datos de salida en ShopAnalyzer: por pantalla y a través de un archivo de salida. Estas dos opciones se discuten en detalle en los siguientes apartados.

A.4.1. Salida por pantalla

Para obtener los datos de salida por pantalla, cuando se llama a `ShopAnalyzer` no es necesario especificar más que dos argumentos: el archivo de datos del proceso y el tipo de proceso. La figura A.1 muestra un ejemplo de salida de los datos del programa. Como se puede ver, el resultado del análisis aparece en forma tabular donde los resultados se agregan en primer lugar para todos los trabajos, luego para todas las estaciones, y finalmente, los flujos aparecen desagregados por trabajos y estaciones.

```

D:\Dropbox\Mis documentos\Mis programas\c_sharp\ShopAnalyzer\ShopAnalyzer\bin\Debug>ShopAnalyzer.exe ejemplo_5.28.txt 1
ShopAnalyzer (v0.2) - © Jose M Framinan 2018
This is a prototype console executable to analyse the main state variables of a general shop.

The tag TIME_TRAVELLING_MATRIX has not been found in file ejemplo_5.28.txt.

RESULTS AGGREGATED FOR ALL JOBS PER WORKSTATION:
Workstation  c      t_s    theta_s  lambda  alpha  theta_a  theta_d  rho    qt     ct     wip  x-factor
-----
NC1          1    2,4000  0,1111  0,1000  1,0000  0,6826  0,6496  0,2400  0,3008  2,7008  0,2701  1,1253
NC2          1   10,0000  0,0000  0,0800  0,8000  0,7460  0,2686  0,8000  14,9210  24,9210  1,9937  2,4921
MHS          1    2,8570  0,0000  0,2800  2,8000  0,3088  0,1112  0,8000  1,7638  4,6208  1,2938  1,6174
ALL STAGES  18,3996
-----

RESULTS AGGREGATED FOR ALL WORKSTATIONS PER JOB TYPE:
Job          Input rate  qt     ct     wip     t_0  x-factor
-----
A             0,0200    3,8283  11,9423  0,2388  8,1140  1,4718
B             0,0800   20,5131  41,4841  3,3187  20,9710  1,9782
ALL JOBS     0,1000   17,1761  35,5757  3,5576  18,3996  1,9335
-----

FLOWS AND VARIABLES DISSAGREGATED PER JOB AND WORKSTATION:
Job          Workstation  t_s    theta_s  lambda
-----
A            NC1          4,0000  0,0000  0,0200
A            NC2          0,0000  0,0000  0,0000
A            MHS          2,8570  0,0000  0,0400
B            NC1          2,0000  0,0000  0,0800
B            NC2          10,0000  0,0000  0,0800
B            MHS          2,8570  0,0000  0,2400
-----

```

Figura A.1: Resultado por pantalla del análisis del programa

Los resultados anteriores se pueden enviar a un archivo de texto y posteriormente ser procesados con una hoja de cálculo u otra utilidad. A modo de ejemplo, si se quieren guardar los datos de análisis de la figura A.1 (realizado sobre el FMS descrito en el archivo `ejemplo_5.28.txt` cuyo contenido se describe en el apartado A.3.3) en el archivo `datos_salida.txt`, se teclearía lo siguiente:

```
ShopAnalyzer ejemplo_5.28.txt 1 > datos_salida.txt
```

A.4.2. Salida mediante un archivo

La salida mediante archivo provoca la escritura en un archivo (si ese archivo existe previamente, se borra su contenido) de distintos resultados del problema mediante etiquetas similares a las que se han visto en

el archivo de entrada. Estas etiquetas tienen uno de los siguientes prefijos:

- **SYSTEM_** si se refieren a datos relativos al sistema en su conjunto, como **SYSTEM_WIP**. Habitualmente se tratará de un escalar.
- **WORKSTATION_** si se refieren a datos relativos a las estaciones del sistema, como **WORKSTATION_WIP**. Habitualmente se tratará de un vector, con un componente por estación.
- **JOB_** si se refieren a datos relativos a cada uno de los tipos de trabajos, como **JOB_WIP**. Habitualmente se tratará de un vector, con un componente por tipo de trabajo.
- **JW_** si se refieren a datos relativos a cada uno de los tipos de trabajos en cada estación, como **JW_LAMBDA**. Habitualmente se tratará de una matriz en la que cada fila es un tipo de trabajo y cada columna una de las estaciones.