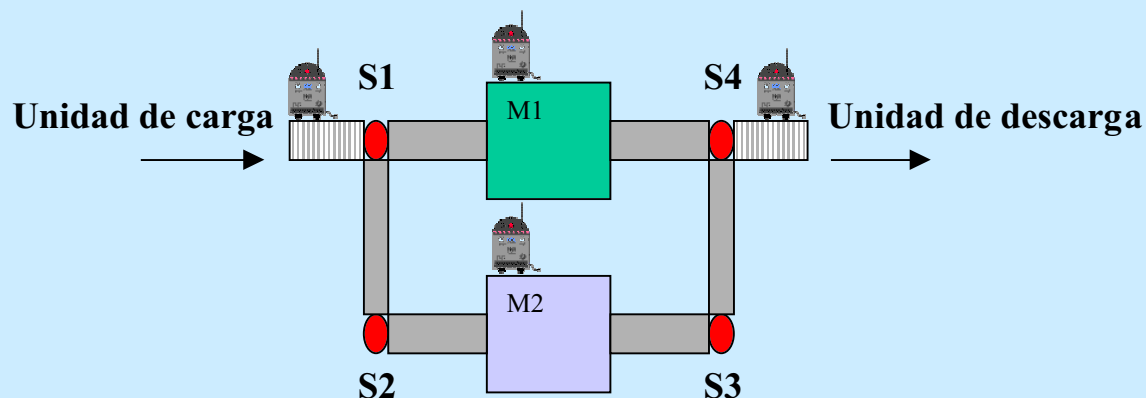


Identificación de agentes en el diseño de sistemas de control de producción

Pau Herrero Viñas



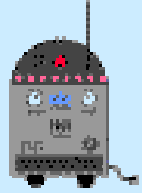
Basado en el artículo:

On the Identification of Agents in the Design of Production Control Systems

By Stefan Bussman, Nicholas R. Jennings and Michael Wooldrige

Identificación de agentes en el diseño de sistemas de control de producción

1



Contenido

1- Introducción

- 1.1-¿Que es una metodología?
- 1.2-Control de producción

2- Trabajos relacionados

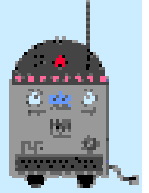
3- Vista previa del método de diseño

- 3.1- Entrada del diseño
- 3.2- Salida del diseño
- 3.3- Pasos del diseño

4- Análisis de la toma de decisiones

- 4.1- Identificación de las decisiones de efecto inmediato
- 4.2- Identificación de las dependencias entre decisiones
- 4.3- Clasificación de las dependencias entre decisiones
- 4.4- Salida de la fase de análisis

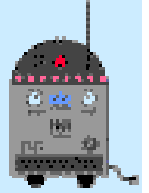
Contenido



5- Identificación de los agentes

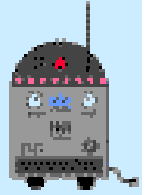
- 5.1- Completando la red de decisiones
- 5.2- Operaciones en la red de decisiones
- 5.3- Verificación de la conveniencia de un enfoque orientado a agentes
- 5.4- Agrupación de las tareas de decisión
- 5.5- Salida de la fase de identificación de agentes

6- Conclusiones y trabajos futuros



1- Introducción

- **Software basado en agentes** = Herramienta clave en aplicaciones de control para grandes series de producción.
- Ciclos de vida cortos + Gran variedad de productos => Fabricación flexibles + Costos de producción bajos => Tecnología basada en agentes
- Potencial en el contexto de producciones de largas series demostrado (Prototipo en *DaimlerChrysler*).
- Tecnología poco consolidada.
- **Aspecto a desarrollar:** Tecnología accesible a los ingenieros de producción.

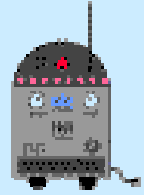


1.1- ¿Que es una metodología?

Definición: Una metodología es una receta que permite a un ingeniero de encontrar una solución a una serie de problemas especificados. Esta debe ser lo suficientemente precisa para permitir a un ingeniero con conocimientos estándares de aplicar esta receta con éxito a un problema determinado.

Requerimientos:

- Que los modelos utilizados sean fácilmente relacionables con el problema a tratar.
- Que los métodos propuestos estén claramente especificados paso a paso.



1.3- Control de producción

- **Sistemas de producción discretos** = Máquinas + sistemas de transporte + distribuidores + ...

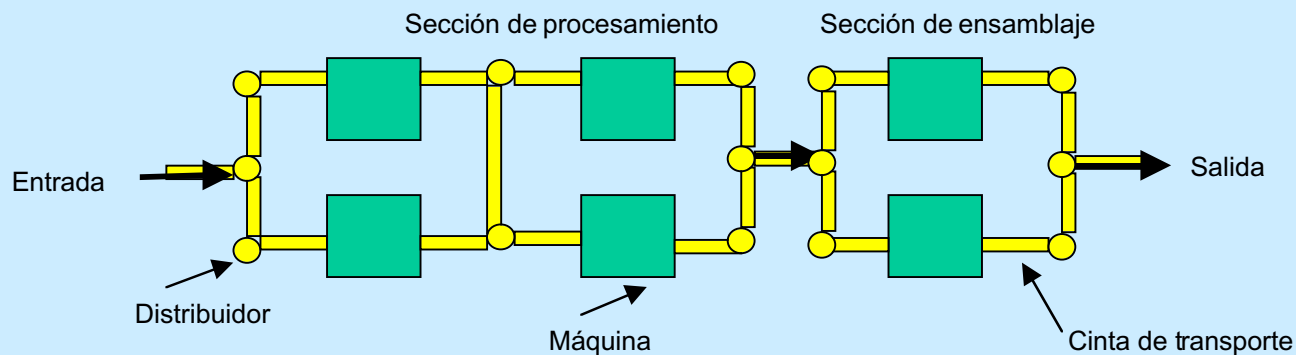
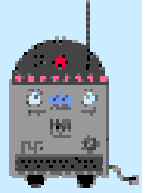


Fig. 1 Ejemplo de un sistema de producción discreto

- Enfoque predominante = **Planificación de antemano.**
- Planificación de antemano + Perturbaciones => CAOS
- Solución = Otorgar autonomía => **Tecnología basada en agentes**

Identificación de agentes en el diseño de sistemas de control de producción

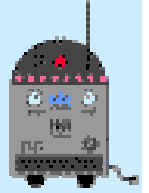
2- Trabajos relacionados



Numerosas metodologías propuestas pero ninguna se adapta a los sistemas de control de producción (Orientadas a objetos, al conocimiento...).

- Modelo de análisis inadecuado
- Criterios para la identificación de agentes inapropiados en sistemas de control de producción.

Necesidad: Extender los métodos existentes para crear una metodología de diseño que permita capturar la toma de decisiones en su modelo y que proporcione una lista comprensiva de criterios para la identificación de los agentes.



3- Vista previa del método de diseño

Objetivo: Identificar los agentes necesarios para controlar un proceso de producción dado.

Pasos principales del método de diseño:

- **El análisis:** Consiste en crear un modelo de decisiones que contenga todas las decisiones que permitan controlar el proceso de producción.
- **La identificación:** Consiste en verificar si el enfoque orientado a agentes es apropiado con el problema e identificar los agentes del sistema.

Resultado: Lista de agentes con sus responsabilidades de decisión asociadas.

3- Vista previa del método de diseño

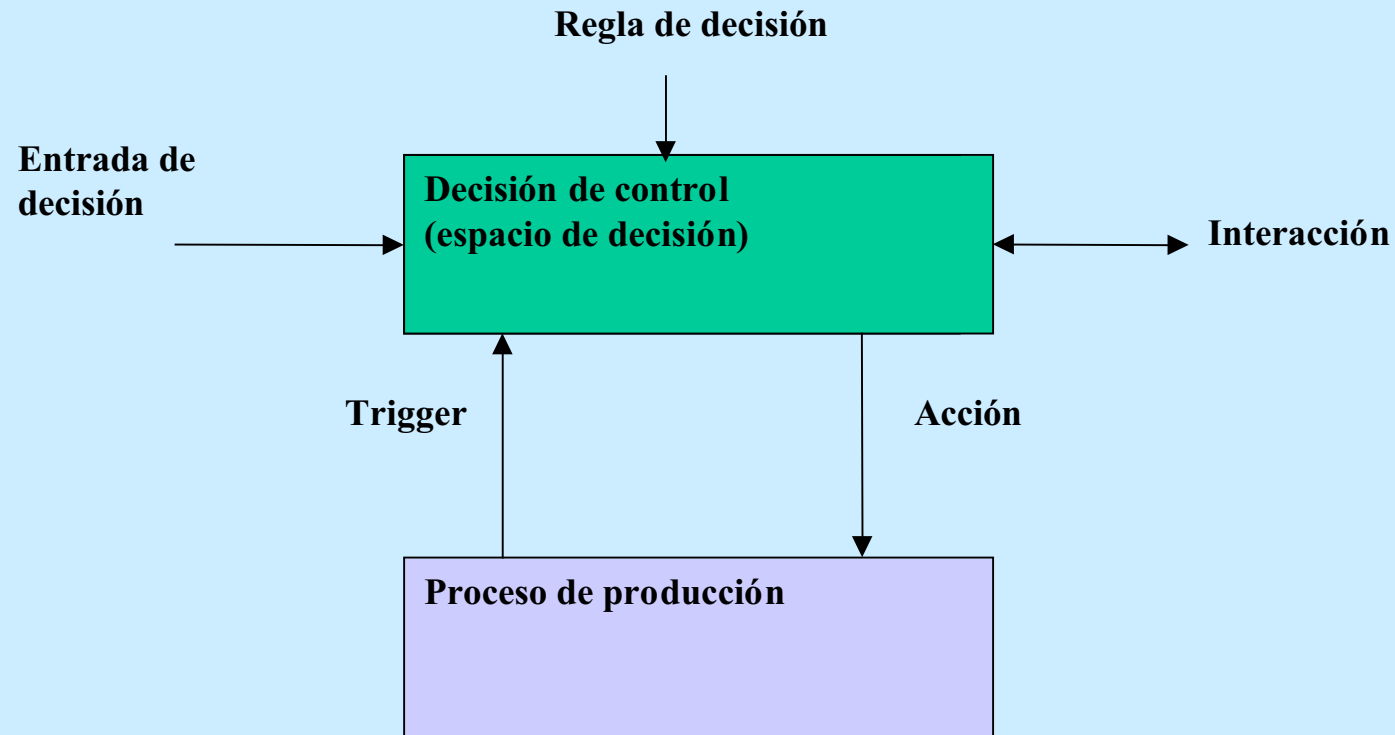
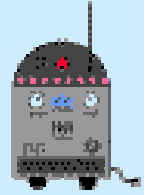
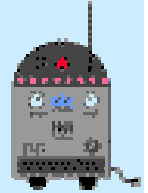


Fig. 2 Modelo abstracto de un control de decisiones



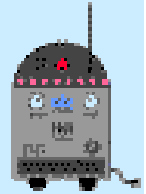
3.1- Entrada del método de diseño

Entrada del método de diseño: Lista de especificaciones del problema de control de producción.

Esta debe constar de:

- 1- Descripción de los sistemas físicos de producción a controlar: Descripción mecánica, comportamiento, situación en la planta y opcionalmente su interfaz de control.
- 2- Especificaciones del problema que definen las condiciones y objetivos del proceso de producción: Orden del flujo de componentes, espectro de posibles cambios y perturbaciones en la producción, especificaciones de los objetivos de producción.

3- Vista previa del método de diseño



Ejemplo

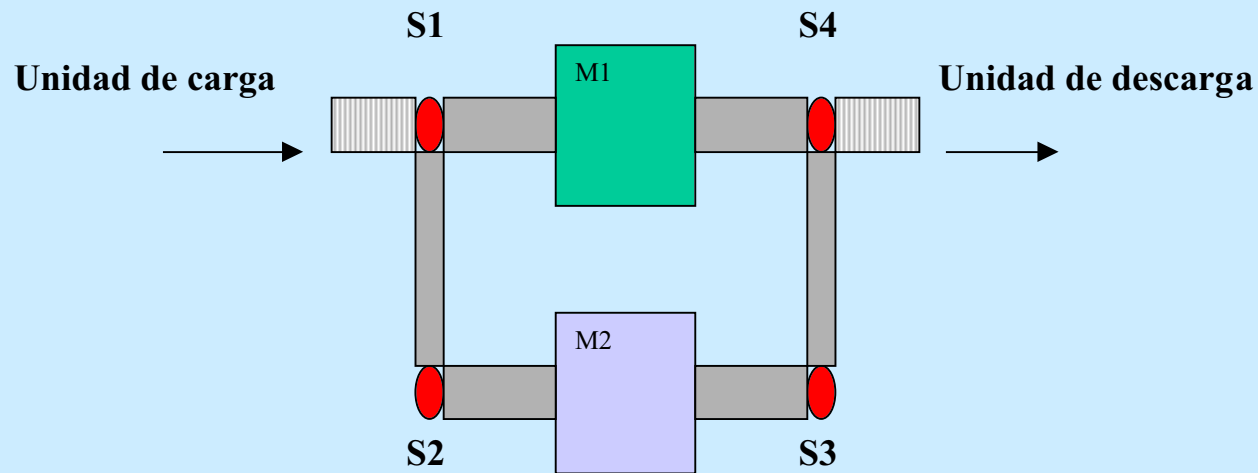


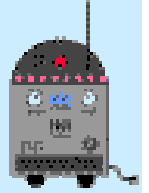
Fig. 3 Ejemplo de un sistema de producción

Entrada: Mezcla arbitraria de distintos productos.

Cambios en el proceso de producción: No son previstos.

Perturbaciones: Posibles paradas por fallo de las máquinas.

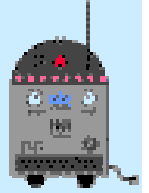
Objetivo: Maximizar la salida y hacer el sistema robusto frente a fallos de las máquinas.



3.2- Salida del método de diseño

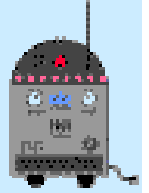
- **Salida del método de diseño:**
 - Lista de agentes necesaria para controlar el sistema de producción especificado.
 - Dependencias entre los distintos agentes.
- Es la estructura de base del sistema de control basado en agentes.
- La comunicación y el razonamiento de los agentes no es objeto del presente trabajo.

3.3- Pasos del método de diseño



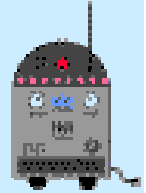
- **Análisis de la toma de decisiones**
 - Las decisiones necesarias durante el proceso de control son identificadas y analizadas.
- **Identificación de los agentes**
 - Identifica los agentes del sistema, las decisiones de las cuales son responsables y la necesidad de interacción entre los agentes.

4- Análisis de la toma de decisiones



El análisis consiste en los tres siguientes pasos:

- 1- Recoger las ***decisiones de efecto inmediato***
- 2- Identificar todas la posibles dependencias entre las decisiones recogidas y modelar un ***diagrama de dependencias***.
- 3- Clasificar la dependencias entre decisiones con respeto a su ***importancia*** según los objetivos de producción y su ***intensidad*** durante la ejecución.

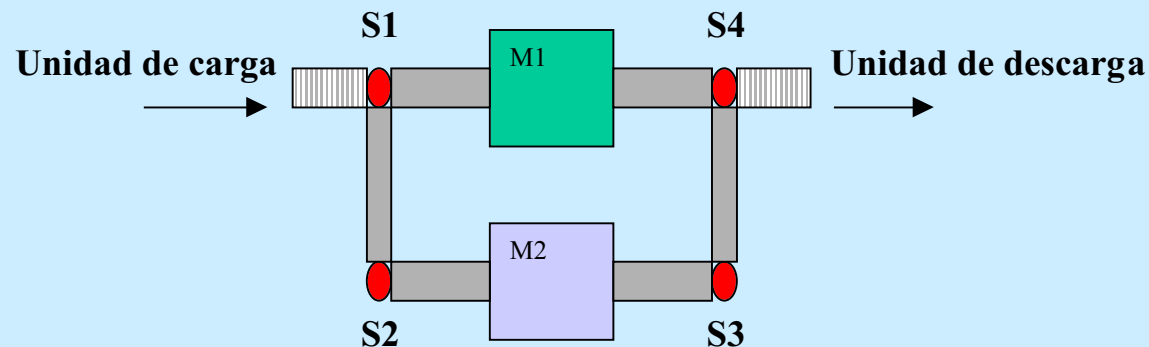


4.1- Identificación de las decisiones de efecto inmediato

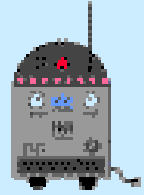
1- Método de identificación:

1.1- Mirar si su comportamiento tiene distintas alternativas de actuación.

Ejemplo: El distribuidor de piezas S1 tiene dos posibilidades para cada una de las piezas que le llegan; mover la pieza de trabajo hacia la máquina M1 o bien hacia el distribuidor de piezas S2.



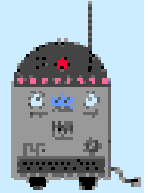
4.1- Identificación de las decisiones de efecto inmediato



1.2- Cada decisión identificada es caracterizada con la siguiente tabla:

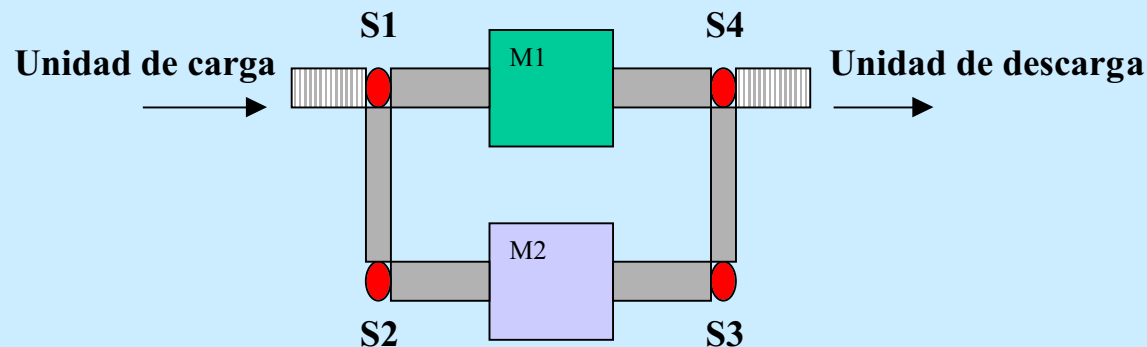
Slot	Descripción
<i>Identificador</i>	Identificador único
<i>Parámetros</i>	Sujeto y objeto de la decisión
<i>Trigger</i>	Situación que dispara la decisión
<i>Espacio de decisiones</i>	Espacio de decisiones

4.1- Identificación de las decisiones de efecto inmediato

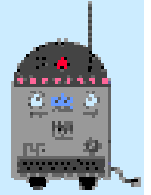


Ejemplo

Slot	Descripción
<i>Identificador</i>	#2
<i>Parámetros</i>	Interruptor S2, Pieza de trabajo
<i>Disparador</i>	Pieza de trabajo a la entrada
<i>Espacio de decisiones</i>	{izquierda, derecha}



4.1- Identificación de las decisiones de efecto inmediato



1.3- Se representa con un diagrama de disparo (*trigger diagram*) el conjunto de decisiones identificadas donde las flechas indican la secuencia temporal de las decisiones y sus relaciones entre ellas.

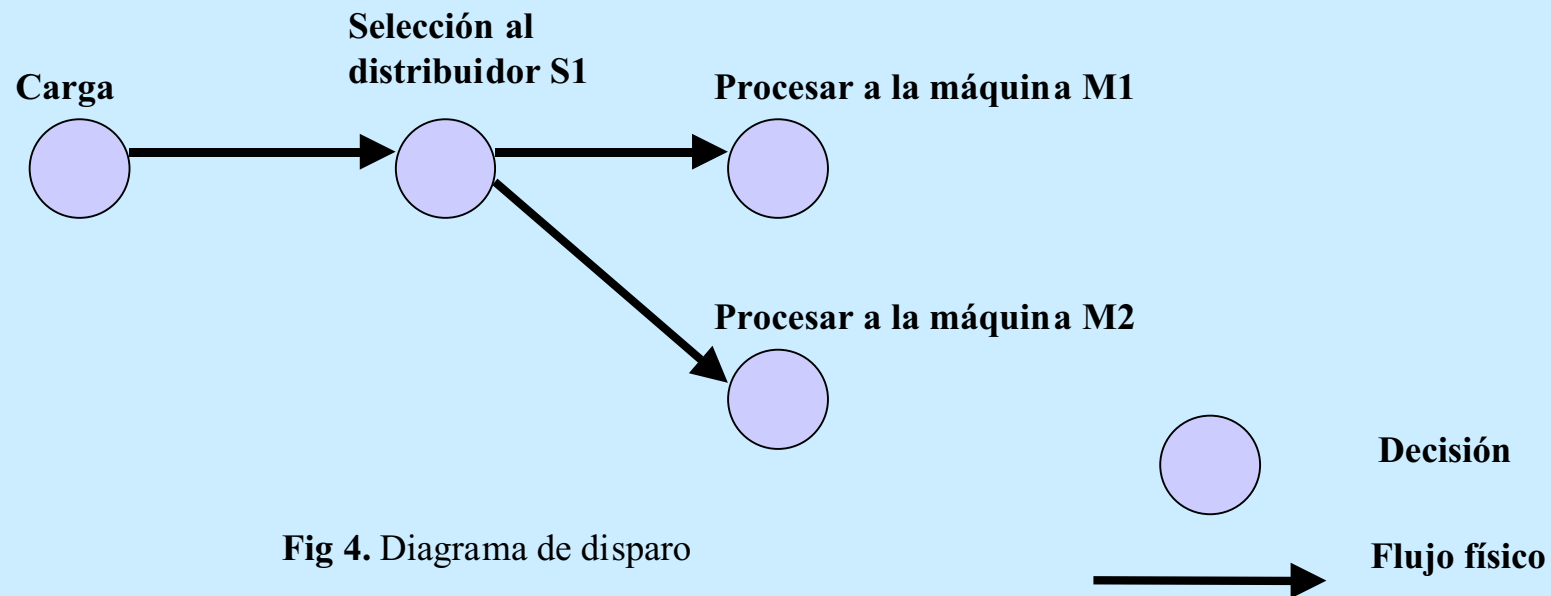
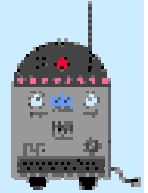


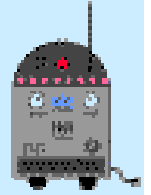
Fig 4. Diagrama de disparo

4.2- Identificación de las dependencias entre decisiones



- Modelo de decisión = Aspectos puramente locales de una decisión (Lista de posibles acciones, momento que deben ser ejecutadas las acciones).
- Información insuficiente => Necesidad de establecer dependencias entre decisiones.
- Una tarea de decisión es llamada dependiente de otra decisión si no puede ejecutarse de forma óptima sin algún tipo de interacción con esta última. Dos tareas son dependientes si la interacción es bidireccional.
- En general, si dos tareas se refieren a los mismos parámetro, es probable que sus decisiones sean dependientes.

4.2- Identificación de las dependencias entre decisiones



Representación de las dependencias en un diagrama

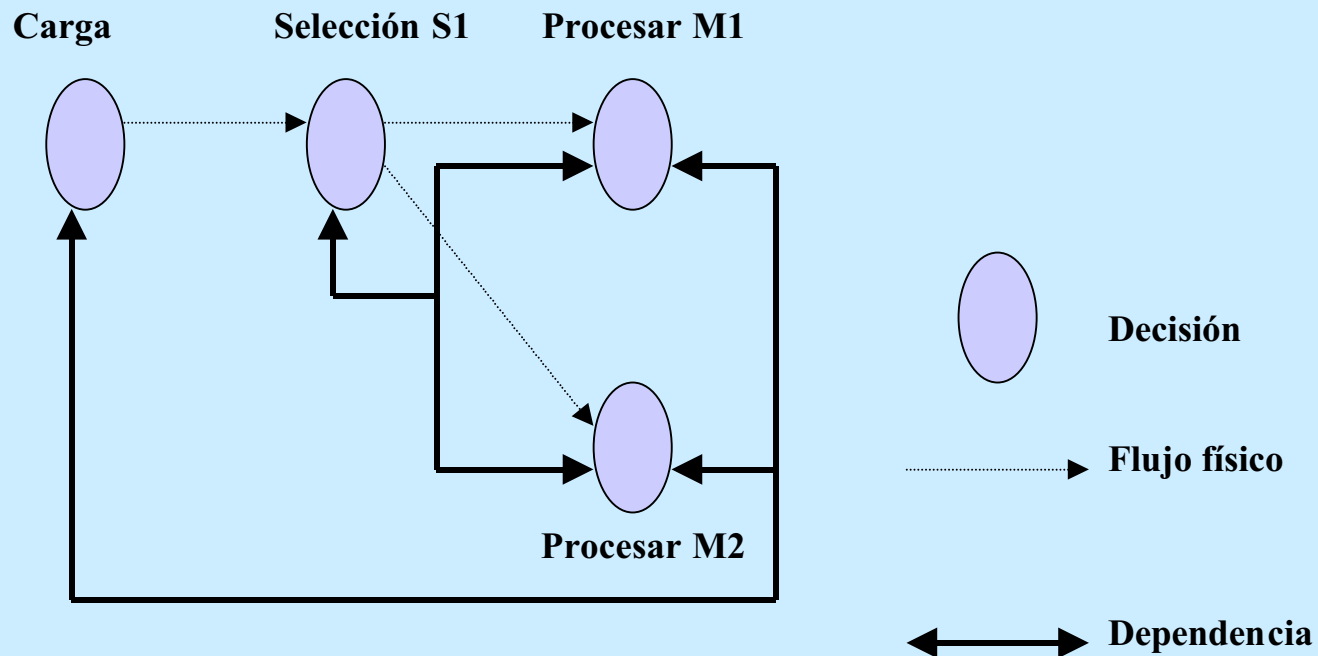
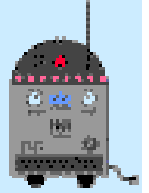


Fig 5. Diagrama de dependencias



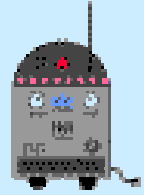
4.3- Clasificación de las dependencias entre decisiones

Las dependencias identificadas se caracterizada cuantitativamente según:

Intensidad (o grado de interacción): Porcentaje del espacio de decisión que es afectado por la dependencia.

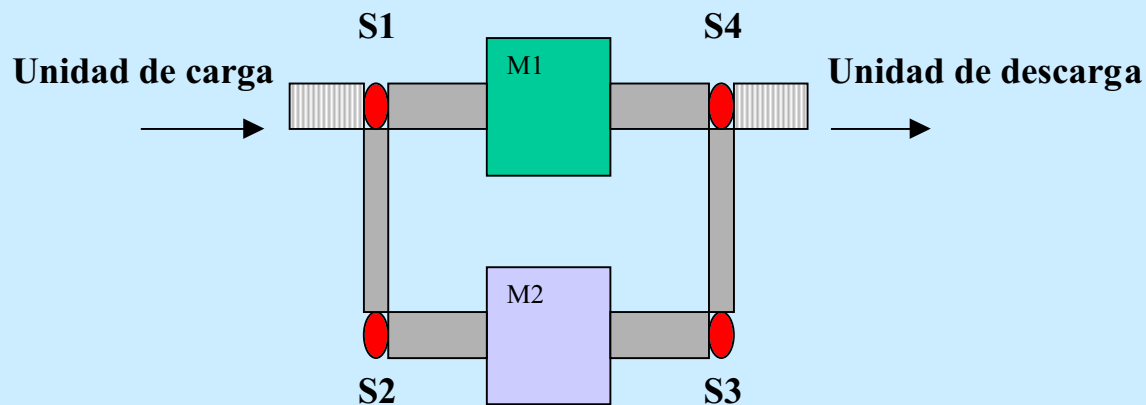
Importancia: La importancia de una dependencia puede ir desde 0 hasta 1 en función de su influencia en el rendimiento del proceso.

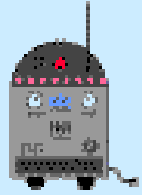
4.2- Identificación de las dependencias entre decisiones



Ejemplo

- El distribuidor S1 está completamente afectado por las dependencias con las máquinas M1 y M2. Este solo puede escoger una de las salidas, si una de las máquinas ha sido elegida para procesar una pieza.
- Todas las dependencias del ejemplo son importantes ya que ignorar una de ellas significaría una reducción del rendimiento (p.e. caso de que una pieza llegara a una máquina que no les pertenece).



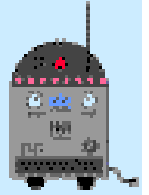


4.4- Salida de la fase de análisis

El resultado de la fase de análisis es un modelo de decisión que consiste en cuatro partes:

- 1- Una lista de todas las tareas de decisión
- 2- Un diagrama de disparo (*trigger diagram*)
- 3- Un diagrama de dependencias
- 4- Una clasificación de cada una de las dependencias

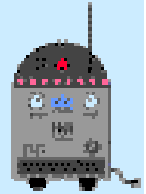
El modelo es incompleto en el sentido que no puede representar toda la estrategia de control.



5- Identificación de los agentes

- **Identificación de los agentes:** Asignar una serie de decisiones del modelo de decisión de forma que cada agente sea el único responsable de sus decisiones.
- No todos los modelos de decisiones son adecuados para la identificación de agentes.
- **Necesidad:** Método que nos permita reorganizar el modelo de decisiones de forma que este sea más adecuado para la identificación de agentes.
- Puede que el enfoque basado en agentes no se adapta al problema tratado => Abandonar y buscar otro enfoque.

5.1- Completando la red de decisiones



En este punto del diseño se deberá completar, para cada decisión, toda la información referente a la entrada y a las reglas asociadas de la misma.

Se pueden introducir decisiones auxiliares (o abstractas) que simplifiquen las decisiones de efecto inmediato.

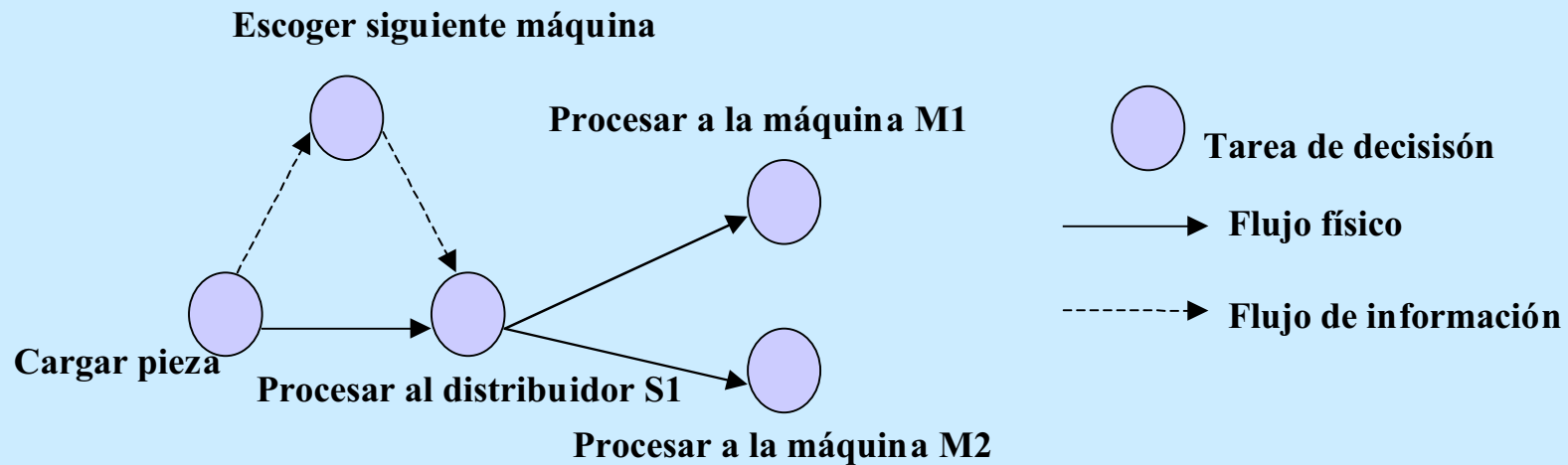
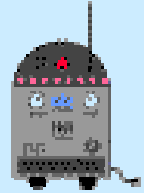


Fig 6. Introducción de decisiones abstractas: *Escoger la máquina siguiente*

5.1- Completando la red de decisiones



La introducción de nuevas decisiones requiere que el diagrama de dependencias puede ser actualizado y eventualmente extenderlo con nuevas dependencias.

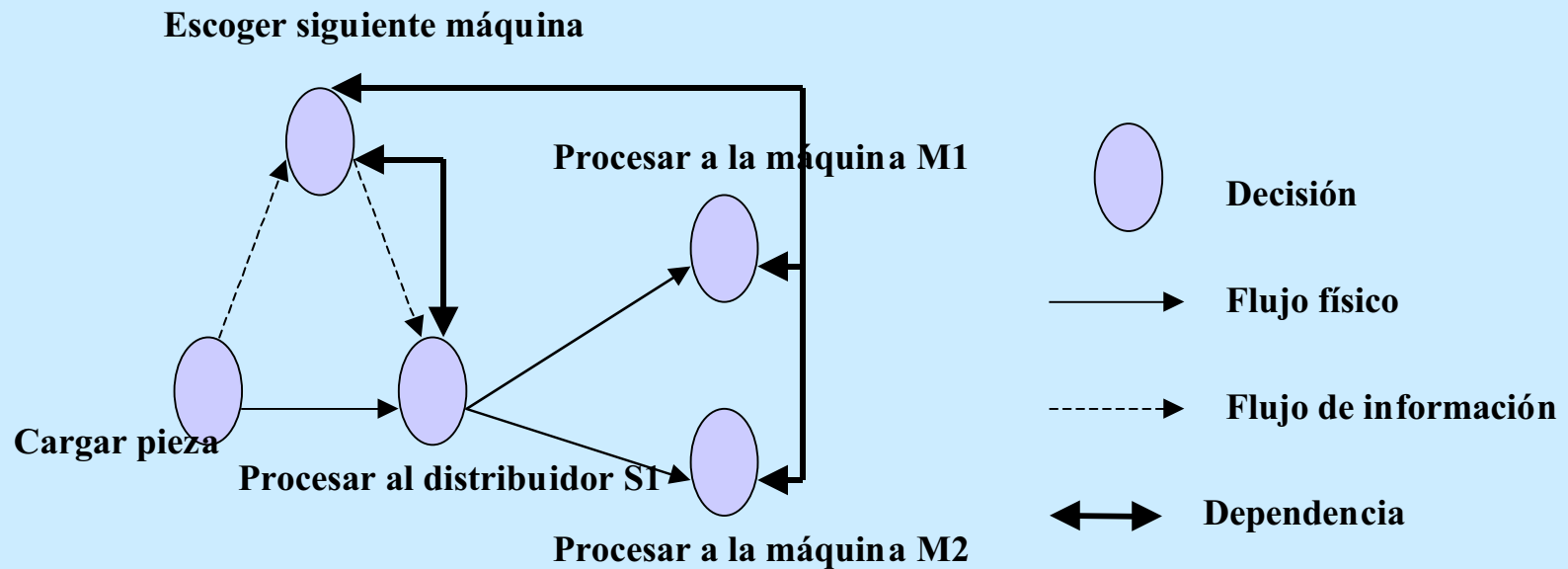
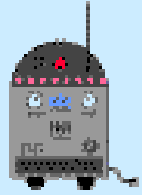


Fig 7. El diagrama extendido de dependencias



5.2- Operaciones en la red de decisiones

Un modelo de decisión es inapropiado si una decisión debe ser asignada a distintos agentes (Principio de la autonomía de los agentes) => dividir

Hay dos operaciones que nos permiten “mejorar” el modelo de decisión:

1- Dividir: Divide una decisión en distintos aspectos de la misma que son considerados en paralelo. Mismo espacio de decisión y distintos criterios de aplicación.

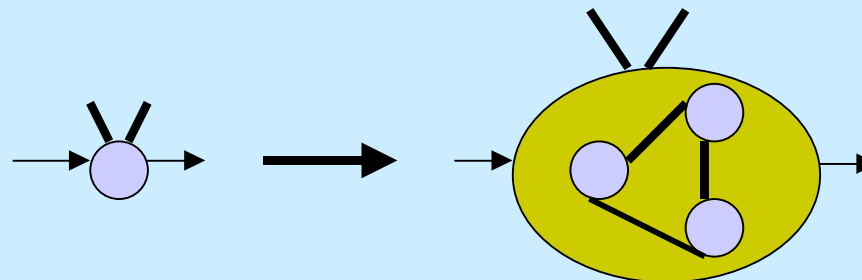
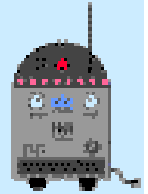


Fig 8. La operación de división

5.2- Operaciones en la red de decisiones



2- Expandir: Divide una decisión en sub-decisiones. El resultado de una decisión es la entrada de la otra decisión. Excepto para la última decisión, cada sub-decisión requiere de un nuevo espacio de decisiones y una nueva regla de decisión.

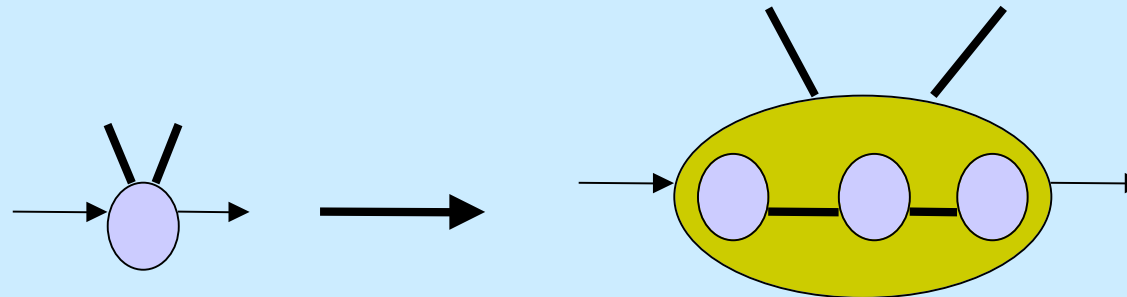
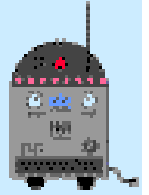


Fig 9. La operación de expandir

Después de cada operación, los enlaces de dependencias deben ser ajustados consecuentemente.



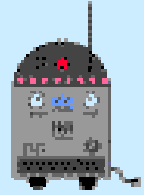
5.3- Verificación de la viabilidad de un enfoque orientado en agentes

Para que un problema se adapte a un enfoque orientado a agentes, el modelo de decisión debe cumplir las siguientes tres condiciones.

- 1- Que haya múltiples tareas de decisiones. (Problema distribuido)
- 2- El proceso de decisión debe ser dinámico. (Secuencialidad)
- 3- Las decisiones son como mínimo parcialmente independientes.

Baja puntuación => Modificar el modelo. Si la puntuación continua siendo baja pensar con otros enfoques.

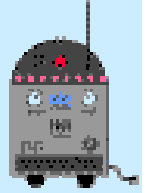
5.3- Verificación de la viabilidad de un enfoque orientado a agentes



Ejemplo

El ejemplo tratado puntua alto por los siguientes tres motivos:

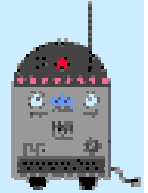
- 1- El modelo de decisión tiene más de una tarea de decisión.
- 2- El proceso de decisión es dinámico. Hay un flujo constante de distintas piezas en el sistema que tienen que ser distribuidas a las máquinas dependiendo de su actual disponibilidad.
- 3- Las tareas de decisión son parcialmente independientes, aunque ellas estén relacionadas a la misma tarea: Distribuir piezas a las dos máquinas.



5.4- Agrupación de las tareas de decisión

- Un agente es identificado creando una agrupación de decisiones para las cuales el agente en cuestión es el único responsable.
- La identificación de los agentes es un problema de particionar la red de decisiones.
- Las agrupaciones resultantes deben cumplir los dos siguientes criterios de modularidad:
 - Las tareas de decisión de una agrupación deben ser coherentes.
 - No habría que existir interacciones fuertes entre distintas agrupaciones.

5.4- Agrupación de las tareas de decisión



Criterios para conseguir agrupaciones con una buena cohesión y un acoplamiento bajo:

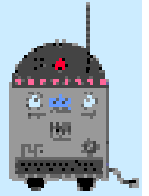
Cohesión de interfaz: Todas las decisiones de una agrupación acceden al los mismos sensores y actuadores, mientras que las decisiones de distintas agrupaciones no deberían acceder a las mismas interfaces físicas.

Cohesión de responsabilidad: La responsabilidad por un estado local de un objeto de producción es asignada como mínimo a una agrupación. Las decisiones en otras agrupaciones no deberían afectar directamente a este estado.

Bajo acoplamiento interactivo: No hay acoplamiento fuerte entre las decisiones de distintas agrupaciones.

Conflictos entre criterios => Diseñador a decidir.

5.4- Agrupación de las tareas de decisión



Estrategias para agrupar el modelo de decisión:

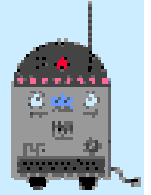
Agrupamiento de interfaz: Agrupar las decisiones que accedan a las mismas interfaces físicas. Varias interfaces pueden pertenecer a una agrupación, pero una interfaz nunca debe pertenecer a más de una agrupación. En caso de conflicto, una decisión puede ser dividida en sub-decisiones asignadas a distintas agrupaciones.

Agrupación de datos/estados: Agrupar decisiones que accedan y cambien el mismo tipo de datos o estados del sistema de producción.

Agrupación de dependencias: Agrupar decisiones que tengan fuertes dependencias

Agrupación para evitar cuellos de botella: Distribuir decisiones de forma que los sistema no tenga cuellos de botella.

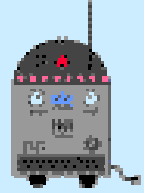
5.5- Salida de la fase de identificación de agentes



La salida de esta fase de diseño tiene dos partes:

- 1- El resultado del estudio de viabilidad de un enfoque basado en agentes sobre el problema de control que se trate.
- 2- En segundo lugar y en el caso que el estudio anterior sea positivo, se obtiene una lista de agentes con una lista de tareas asociadas a cada uno de ellos.

6- Conclusiones y trabajos futuros



- El método de diseño propuesto se adapta a los requerimientos de un control de producción actual.
- El proceso de diseño está basado en modelos que son apropiados para el control de producción.
- Los pasos de diseño dan criterios para reorganizar y ordenar la red de decisiones con el fin de identificar los agentes.

6- Conclusiones y trabajos futuros

- El método de diseño da unos criterios para verificar el enfoque orientado a agentes para el problema de control de producción dado.
- El método permite a un ingeniero sin previos conocimientos en tecnología de agentes de aplicar exitosamente el método de diseño.
- El siguiente paso de este trabajo es completar el método de diseño tratando con las interacciones que ocurren entre agentes.