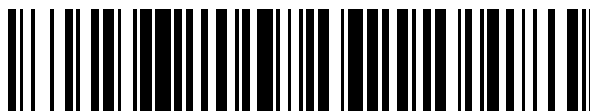


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 426**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/72** (2006.01)

**G01S 13/02** (2006.01)

**G06F 9/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2008 E 08788724 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2188648**

54 Título: **Planificación basada en urgencia**

30 Prioridad:

**12.09.2007 GB 0717771**

**12.09.2007 EP 07270048**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.10.2016**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**

**6 Carlton Gardens**

**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**FINCH, DEREK, GEOFFREY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 586 426 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Planificación basada en urgencia

La presente invención se refiere a un procedimiento de planificación para radares multifunción. Específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento de planificación eficiente basada en urgencia.

5 El procedimiento conocido más común de planificación para radares comprende las etapas siguientes y se muestra en la figura 1. En primer lugar, el planificador realiza una lista de tareas que el radar tiene que llevar a cabo. En segundo lugar, el planificador utiliza un algoritmo de búsqueda para elaborar de manera iterativa el mejor orden para llevar a cabo las tareas, para todas las posibles combinaciones de tareas que hay que llevar a cabo. Los criterios para el mejor orden pueden variar en función de la utilización o la situación del radar. Por ejemplo, el algoritmo de  
10 búsqueda puede buscar principalmente la secuencia de tareas más rápida posible, quizás factorizando si determinadas tareas se tienen que llevar a cabo en ciertos órdenes y si determinadas tareas no se pueden llevar a cabo en ciertos momentos.

Una situación en la que la creación de la lista de tareas del mejor orden es particularmente complicada es en situaciones navales, tal como se muestra en la figura 2, donde la plataforma 210 en la que está montado el radar se mueve (se muestra una posición como 210a y se muestra otra posición como 210b) debido al movimiento del mar 200, y la visibilidad 220 del radar cambia (se muestra una posición como 220a y se muestra otra posición como 220b) y está limitada para ciertas áreas del cielo, por ejemplo el punto A, en ciertos momentos.

El problema principal con este procedimiento de planificación conocido es que el cálculo se complica exponencialmente según aumenta el número de tareas. Otro problema con este procedimiento de planificación conocido es que cada vez que se añade una nueva tarea a la lista de tareas a ejecutar, el planificador tiene que llevar a cabo otra búsqueda para crear una nueva lista del mejor orden.

El documento de Clifford W. Mercer, "An Introduction to Real-Time Operating Systems:

scheduling theory" ("una introducción a los sistemas operativos en tiempo real: teoría de planificación"), 13 de noviembre de 1992, está dirigido a un procedimiento de planificación de sistemas operativos en tiempo real mediante la priorización de ciertos procesos, ponderando el valor de las ramas a priorizar mediante su efecto sobre el sistema.

El documento de Umut Balli et al, "Utility Accrual Real-Time Scheduling under variable Cost Functions" ("planificación acumulativa en tiempo real de utilidades bajo funciones de coste variable"), marzo de 2007, está dirigido a un procedimiento de planificación para aumentar la eficiencia para tareas específicas de radar.

30 El documento de Abbott R et al, "Scheduling Real-Time Transactions" ("transacciones de planificación en tiempo real"), marzo de 1998, está dirigido al control de la planificación de tareas en sistemas informáticos para mantener la integridad de los datos.

La presente invención da a conocer un procedimiento de planificación de tareas de radar, por ejemplo, búsqueda de vigilancia, seguimiento por radar o BITE, que se tienen que llevar a cabo en función de la disponibilidad del radar en un aparato de radar, que comprende las etapas de:

recibir una o varias tareas a planificar, teniendo una tarea un tiempo deseado de ejecución;

40 calcular una función de urgencia basada en el tiempo, para antes del tiempo deseado para cada mencionada tarea, y una función de urgencia basada en el tiempo para, después del tiempo deseado para cada mencionada tarea, donde cada función de urgencia tiene un tiempo deseado de finalización y es una función lineal con gradientes diferentes antes y después de dicho tiempo deseado;

identificar para cada mencionada tarea, a partir de listas de tiempos anteriores a los deseados y de listas de tiempos posteriores a los deseados, donde cada lista respectiva almacena tareas que tienen funciones de urgencia del mismo valor de gradiente, una lista de tiempos anteriores a los deseados y una lista de tiempos posteriores a los deseados, que se corresponden con los valores de gradiente respectivos de las funciones de urgencia calculadas para cada mencionada tarea; y

50 almacenar, en un dispositivo de memoria, cada mencionada tarea, la función de urgencia asociada para antes del tiempo deseado, y la función de urgencia asociada para después del tiempo deseado, incluyendo el almacenamiento colocar cada mencionada tarea en la lista identificada de tiempos anteriores a los deseados y colocar cada mencionada tarea en la lista identificada de tiempos posteriores a los deseados, donde la colocación comprende ordenar cada mencionada tarea en la misma lista en base a aumentar el tiempo deseado para la ejecución de las tareas utilizando dicha función de urgencia para ordenar cada mencionada tarea con respecto a las otras mencionadas tareas; y localizar,

donde, cuando se debe llevar a cabo una tarea, se localiza la tarea que tiene el máximo valor de urgencia de la función de urgencia, comprendiendo la localización calcular el valor de urgencia de la primera tarea ejecutable en

cada una de la serie de listas de tiempos anteriores a los deseados y de la serie de listas de tiempos posteriores a los deseados; y

pasar a un radar para su ejecución la tarea localizada que tiene el valor máximo de urgencia.

5 La solución de la presente invención da a conocer un enfoque más óptimo para la ejecución de tareas de planificación mediante un radar.

Se describirán a continuación realizaciones específicas de la invención, solamente a modo de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos adjuntos que tienen numerales de referencia similares, en los que:

la figura 1 es un diagrama que muestra el procedimiento del esquema de planificación conocido más común para radares;

10 la figura 2 es un diagrama que muestra una situación naval que muestra cómo la visibilidad del radar cambia con el movimiento de la plataforma naval sobre la que éste está montado;

la figura 3 es un diagrama que muestra una realización del planificador de la presente invención;

la figura 4 es un gráfico que representa funciones de urgencia frente al tiempo para dos tareas de ejemplo;

15 la figura 5 es un gráfico que representa las funciones de urgencia simplificadas frente al tiempo, para las dos tareas de ejemplo de la figura 4; y

la figura 6 es un gráfico que representa una función de urgencia simplificada frente al tiempo, para una de las tareas de ejemplo de las figuras 4 y 5 y que muestra asimismo cuándo el objetivo no es visible.

Se describirá a continuación la realización específica de la presente invención haciendo referencia a las figuras 3 a 6.

20 La disposición de planificador 300 se muestra en la figura 3. El planificador 310 recibe desde varias fuentes peticiones para tareas que se tienen que llevar a cabo, por ejemplo sectores de vigilancia de supervivencia, seguimiento por radar, BITE, etc. (no mostrado) y recibe información de disponibilidad del radar desde la antena del radar. También conectado, proporciona el siguiente trabajo para ejecución al antena cuando el radar indica que estará libre.

25 Cuando el planificador 310 recibe un nuevo trabajo, el trabajo tiene una función de urgencia calculada para el trabajo y se añade al almacenamiento 320 de tareas y funciones.

La función de urgencia de una tarea es una función basada en el respectivo tiempo de vencimiento de la tarea, el tiempo deseado de finalización de la tarea y la importancia relativa de la tarea. La función tiene que aumentar de manera monótona con el tiempo, de tal modo que el valor de urgencia nunca disminuye con el transcurso del tiempo.

30 En la realización específica de la presente invención, la función de urgencia se utiliza como una función lineal con diferentes gradientes antes y después del tiempo deseado para la finalización de la tarea. Esto reduce enormemente la complejidad matemática en el proceso subsiguiente. En esta realización, las funciones de urgencia están dadas por:

$$U(t)=u_0+u_1*(t - t_d) \quad \forall t \leq t_d; \text{ y} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$35 \quad U(t)=u_0+u_2*(t - t_d) \quad \forall t > t_d \quad \text{Ecuación 2}$$

donde  $u$  es la función de urgencia,  $t$  es el tiempo,  $t_d$  es el tiempo deseado de ejecución del aspecto,  $U(t)$  es la función de urgencia y  $t$  es el tiempo. Por lo tanto, la ecuación 1 trata de la urgencia antes del tiempo deseado y la ecuación 2 trata de la urgencia después del tiempo deseado.

40 Se comprenderá que pueden ser utilizadas funciones no lineales pero esto aumenta la complejidad de cualquier proceso subsiguiente. Solamente ciertos tipos de funciones no lineales se pueden ordenar de manera similar a las funciones lineales. Utilizando las propiedades de las funciones lineales, los aspectos con los mismos valores de  $u_1$  y  $u_2$  que su gradiente de urgencia de tiempo deseado anterior y posterior se pueden ordenar en dos conjuntos, uno antes del tiempo deseado y otro después, en algún tiempo de referencia. Entonces, esta ordenación de la urgencia no cambiará con el tiempo. Esto permite que se seleccione el aspecto más urgente de cualquier tipo determinado,

45 sin tener que determinar las propias urgencias de los aspectos de cualquier tipo en cualquier momento determinado. Esta capacidad de ordenación es cierta solamente para aquellas funciones que se pueden representar mediante un polinomio de potencias positivas con coeficientes positivos. Para dichas funciones de urgencia, el ordenamiento se convierte entonces en el tiempo deseado ordenado con el tiempo deseado anterior primero.

5 Para cada tarea que es recibida para planificación por el planificador 310, se calcula una función de urgencia para dicha tarea y a continuación se almacena en el almacenamiento 320 de tareas y funciones. Cuando cada función de urgencia se almacena en el almacenamiento 320 de tareas y funciones, se coloca en orden de urgencia. Cada diferente tipo de aspecto, incluyendo diferentes 'prioridades' de un tipo de aspecto determinado (por ejemplo, diferentes sectores de vigilancia) tendrá su propio par de listas ordenadas de urgencia de tiempo deseado anterior y posterior, estando colocado el aspecto más urgente dentro de cada lista en la parte frontal de dicha lista.

10 El proceso de colocar un nuevo aspecto en la lista pertinente implica buscar en la lista para encontrar la posición correcta para el aspecto en la lista, y a continuación 'insertar' el aspecto en esta posición de la lista. Esto se realiza con una rutina de búsqueda e inserción, basada en una combinación de una lista de doble vínculo y punteros mantenidos para utilizar en una búsqueda de 'pieza binaria' ('binary chop'), en esta realización. Podrían utilizarse en su lugar una amplia gama de rutinas diferentes bien conocidas por los expertos en software.

A intervalos regulares, los aspectos en estas listas que han 'expirado' son eliminados de las listas, como ejercicio de mantenimiento para minimizar los tiempos de búsqueda.

15 Cuando se solicita la ejecución de un aspecto, se busca en las listas para encontrar el aspecto más urgente empezando con el primer aspecto en la lista (el más urgente en dicha lista. Si dicho aspecto no es actualmente visible (ejecutable), se determina la visibilidad de la siguiente entrada en su lista. Este proceso continúa hasta que se encuentra un aspecto visible (que, en virtud de la ordenación de la lista, es necesariamente el aspecto visible más urgente de la lista) o se llega al final de la lista. Si se encuentra un aspecto visible, se calcula a continuación su urgencia y, si es más urgente que el aspecto 'más urgente' encontrado anteriormente, éste pasa a ser el aspecto más urgente hasta el momento y la búsqueda pasa a la siguiente lista.

20 Cuando se ha 'buscado' en todas las listas, el aspecto que se ha encontrado como el más urgente se pasa para ejecución y se elimina asimismo de su lista de urgencia y de cualesquiera otras listas en las que pueda parecer.

25 Un refinamiento que se puede añadir al proceso de esta realización es eliminar de la lista cualquier aspecto encontrado que haya 'expirado' en el momento de la búsqueda de urgencia. Cuando sea pertinente, el proceso de eliminar un aspecto de sus listas de urgencia puede ser utilizado para indicar al solicitante del aspecto, que el aspecto ha sido enviado para ejecución o ha fallado, según sea el caso.

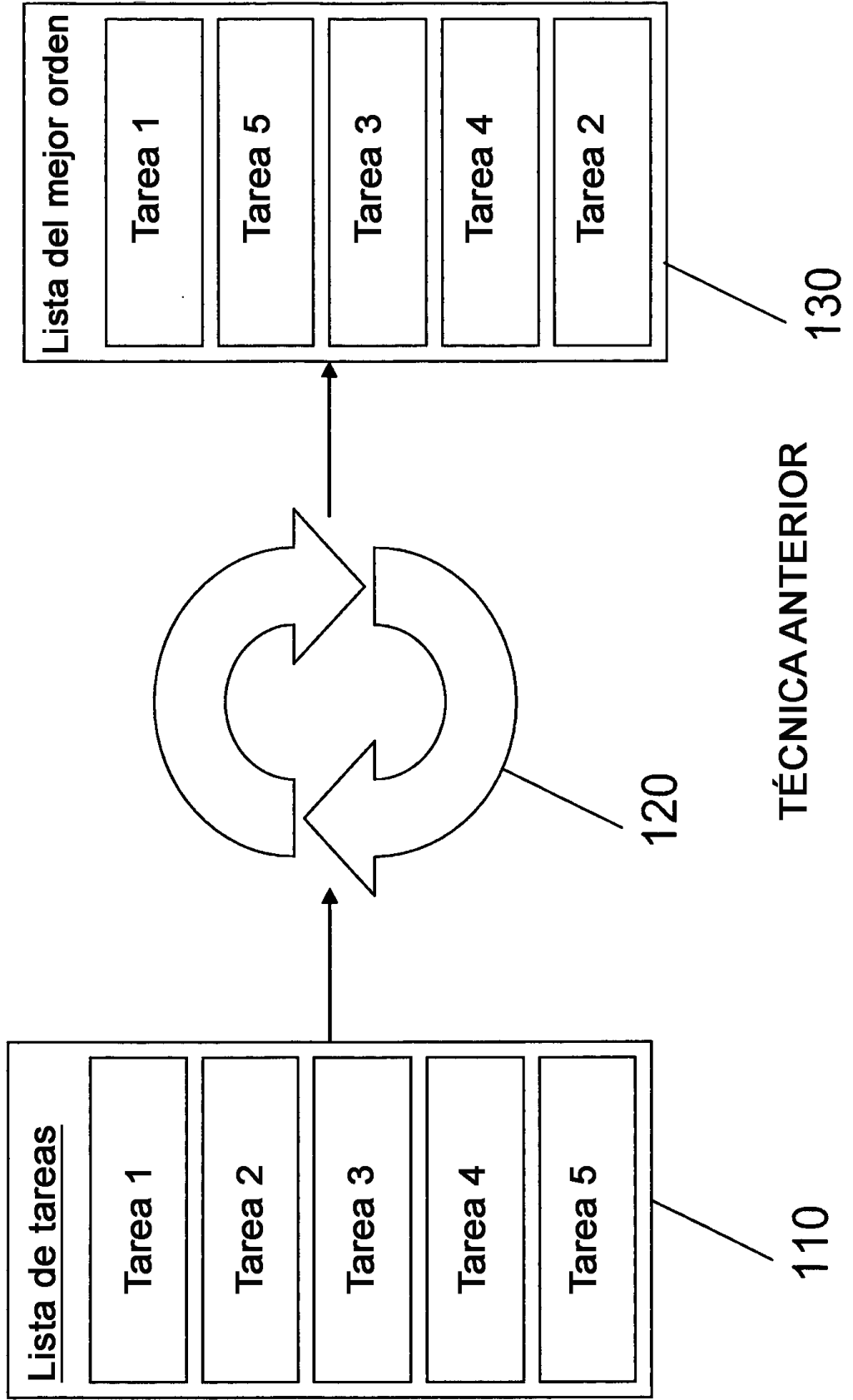
30 Se debe entender que cualquier característica descrita en relación con cualquier realización puede ser utilizada por separado, o en combinación con otras características descritas, y puede ser utilizada asimismo en combinación con una o varias características de cualesquiera otras de las realizaciones, o con cualquier combinación de cualesquiera otras de las realizaciones. Además, se pueden utilizar asimismo modificaciones y equivalentes no descritos anteriormente, sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de planificación de tareas de radar, por ejemplo, búsqueda de vigilancia, seguimiento por radar o BITE, que se tienen que llevar a cabo en función de la disponibilidad del radar en un aparato de radar, que comprende las etapas de:
- 5 recibir una o varias tareas a planificar, teniendo una tarea un tiempo deseado de ejecución;
- calcular una función de urgencia basada en el tiempo para antes del tiempo deseado para cada mencionada tarea, y una función de urgencia basada en el tiempo para después del tiempo deseado para cada mencionada tarea, donde cada función de urgencia tiene un tiempo deseado de finalización y es una función lineal con gradientes diferentes antes y después de dicho tiempo deseado;
- 10 identificar para cada mencionada tarea, a partir de listas de tiempos anteriores a los deseados y de listas de tiempos posteriores a los deseados, donde cada lista respectiva almacena tareas que tienen funciones de urgencia del mismo valor de gradiente, una lista de tiempos anteriores a los deseados y una lista de tiempos posteriores a los deseados, que se corresponden con los valores de gradiente respectivos de las funciones de urgencia calculadas para cada mencionada tarea; y
- 15 almacenar, en un dispositivo de memoria, cada mencionada tarea, la función de urgencia asociada para antes del tiempo deseado, y la función de urgencia asociada para después del tiempo deseado, incluyendo el almacenamiento colocar cada mencionada tarea en la lista identificada de tiempos anteriores a los deseados y colocar cada mencionada tarea en la lista identificada de tiempos posteriores a los deseados, donde la colocación comprende ordenar cada mencionada tarea en la misma lista en base a aumentar el tiempo deseado para la ejecución de las
- 20 tareas; y localizar,
- cuando se debe llevar a cabo una tarea, la tarea que tiene el máximo valor de urgencia, comprendiendo la localización calcular el valor de urgencia de la primera tarea ejecutable en cada una de la serie de listas de tiempos anteriores a los deseados y de la serie de listas de tiempos posteriores a los deseados; y
- pasar a un radar para su ejecución la tarea localizada que tiene el valor máximo de urgencia.
- 25 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que las tareas son almacenadas en un almacenamiento (320) de tareas y funciones.
3. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la función de urgencia es una función lineal.
- 30 4. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las tareas con funciones de urgencia similares se almacenan juntas en grupos.
5. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que las tareas que se deberían llevar a cabo juntas se almacenan juntas en grupos.
6. Un aparato de radar que puede funcionar para llevar a cabo el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

35

Figura 1



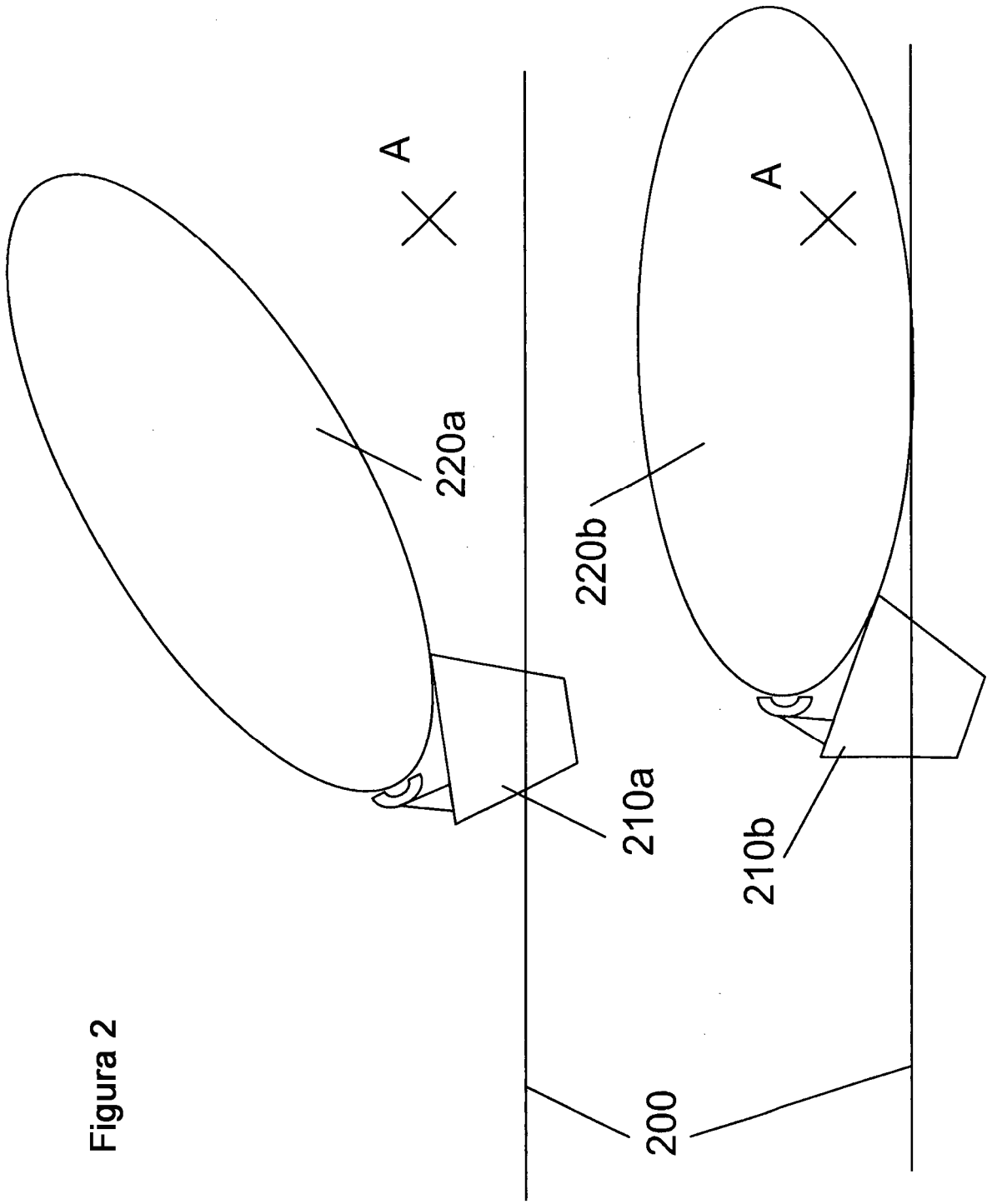


Figura 2

Figura 3

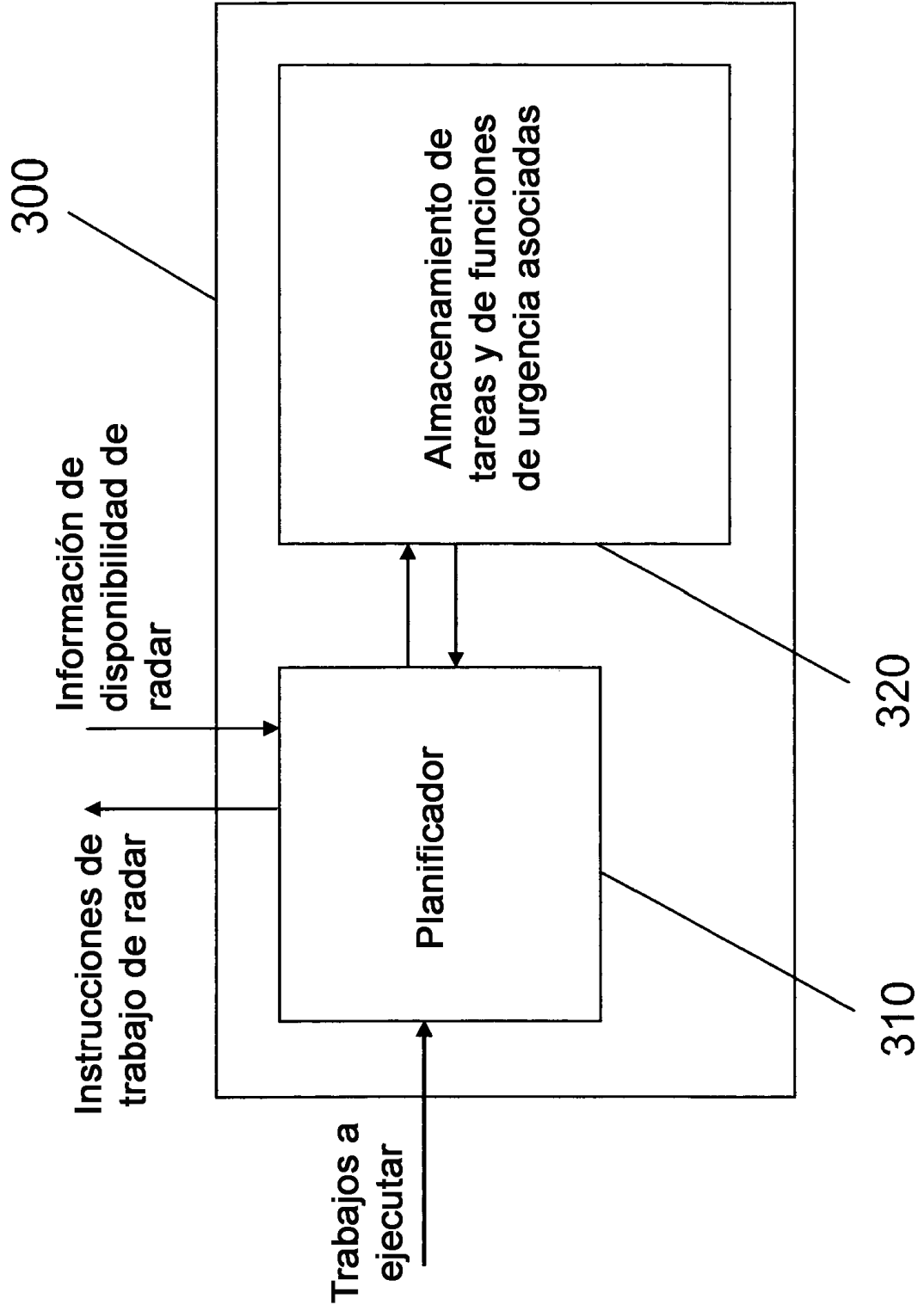
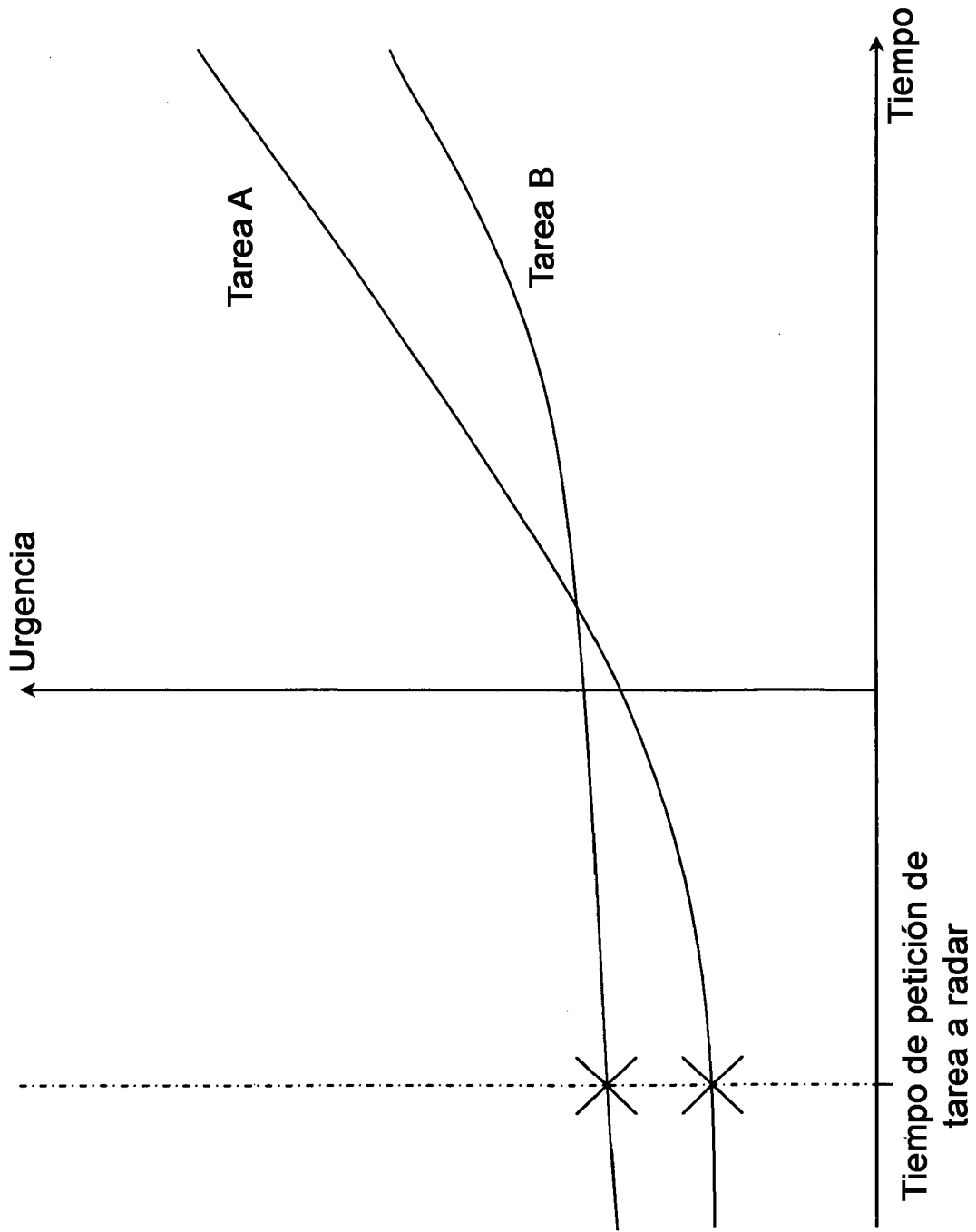




Figura 4



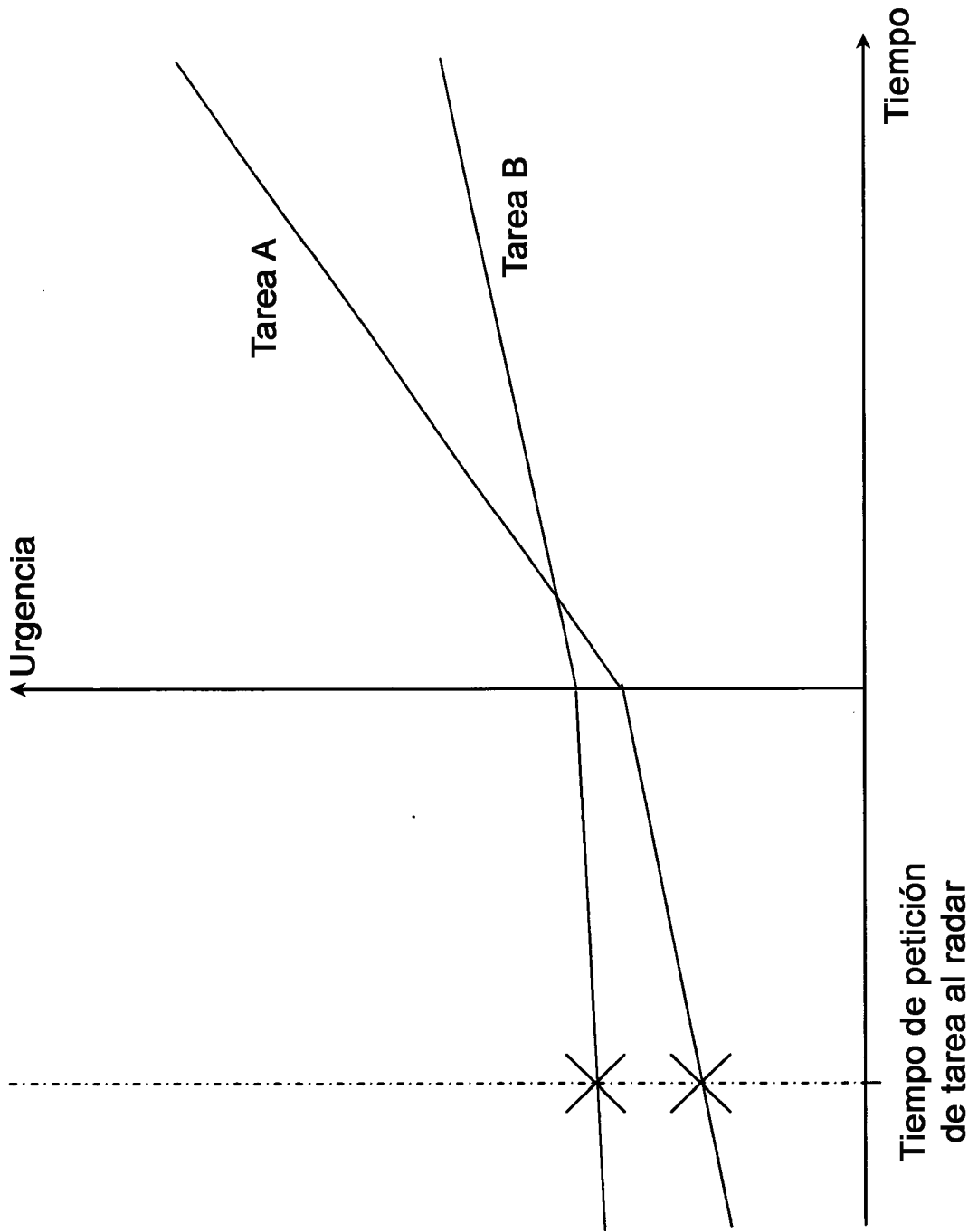


Figura 5

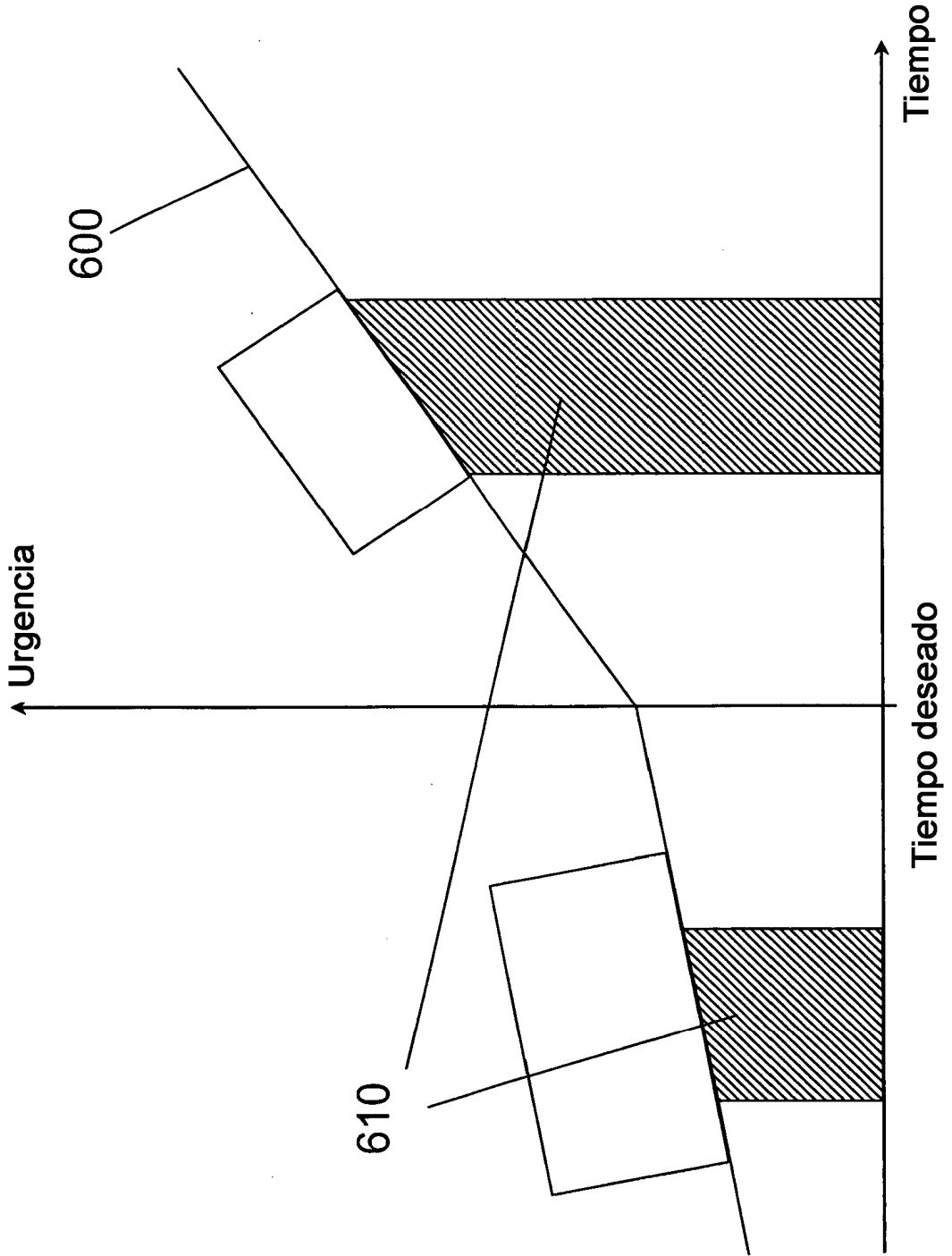


Figura 6