

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 175**

51 Int. Cl.:

G05B 15/02 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2015** **E 15160409 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020** **EP 2942676**

54 Título: **Procedimiento de optimización de la energía suministrada a una pluralidad de equipos distribuidos en un espacio**

30 Prioridad:

26.03.2014 FR 1452583

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

29.03.2021

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**LEGER, ERIC y
BOUTIN, VÉRONIQUE**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 815 175 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

Procedimiento de optimización de la energía suministrada a una pluralidad de equipos distribuidos en un espacio

Campo técnico

5 La invención se refiere al campo del suministro de energía y se refiere más específicamente a un procedimiento para optimizar la energía total suministrada a una pluralidad de equipos de confort distribuidos en un espacio que comprende un módulo central de gestión de la energía que se va a suministrar y una pluralidad de zonas Zi, constanding cada zona Zi al menos de una estación de trabajo susceptible de acoger a al menos una persona.

La invención también se refiere a un dispositivo y un programa informático almacenado en un soporte destinados a implementar el procedimiento.

10 **Estado de la técnica anterior**

Las técnicas conocidas para administrar la energía que se va a suministrar a los equipos de confort distribuidos en un espacio son implementadas por los administradores de energía de los edificios que determinan los valores de consigna de control de la energía global que se va a suministrar en todo el espacio en función del volumen de este espacio, de las estaciones, de las normas, de las regulaciones o incluso de los hábitos. Se conoce un ejemplo del estado de la técnica anterior a partir del documento US 2013/226320 A1.

Estas técnicas no permiten realizar una gestión "multinivel" de los equipos de confort (térmico, visual) con el fin de alcanzar un valor óptimo de energía global que se va a suministrar a una zona global y consumir solo lo estrictamente necesario al nivel de zonas locales constituidas por subdivisiones de la zona global.

20 Un objeto de la invención es optimizar la energía total que se va a suministrar distribuyendo la energía suministrada selectivamente en las zonas consideradas, asegurando al mismo tiempo un confort óptimo para los ocupantes del espacio.

Exposición de la invención

La invención está definida por las reivindicaciones independientes 1, 7 y 8. Las formas preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes 1 a 6.

25 El objeto de la invención se alcanza por medio de un procedimiento de optimización de la energía total suministrada a una pluralidad de equipos de confort distribuidos en un espacio que consta de un módulo central de gestión de la energía que se va a suministrar y una pluralidad zonas Zi, constanding cada zona Zi al menos de una estación de trabajo PA susceptible de acoger a al menos una persona, estando cada equipo de confort local asociado con al menos un accionador local y con al menos un medio de evaluación en tiempo real de la energía consumida por el equipo de confort local.

El procedimiento según la invención consta de las etapas siguientes:

- determinar la tasa de ocupación de las zonas Zi,
- recopilar en tiempo real información relacionada con el uso de cada equipo de confort en cada estación de trabajo y datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada estación de trabajo en las zonas Zi;
- 35 - evaluar a partir de dichos datos una tasa de insatisfacción global de las personas presentes en cada zona Zi,
- comparar la tasa de insatisfacción global con un umbral predefinido,
- si la tasa de insatisfacción es inferior al umbral predefinido, calcular de forma iterativa una consigna de ajuste global para reducir la energía global que se va a suministrar y,
- 40 • reevaluar la tasa de insatisfacción resultante para cada nuevo valor de la consigna Cg,
- aplicar la consigna global Cg calculada al menos a uno de los equipos de confort para minimizar la energía total suministrada,
- si la tasa de insatisfacción es superior al umbral predefinido, variar de forma iterativa la consigna global hasta que la tasa de insatisfacción global resultante caiga por debajo del umbral predefinido,
- 45 • aplicar la consigna global Cg al módulo central de gestión de la energía total para adaptar la energía total que se va a suministrar.

La información relacionada con el uso de cada equipo de confort en cada estación de trabajo se refiere al nivel de uso de cada equipo. Puede tratarse, por ejemplo, del nivel de uso de un ventilador o una lámpara sobre una estación de trabajo dado. Por ejemplo, la luz se puede encender al 60 % y el ventilador al 20 %.

50 Cabe señalar que, en caso de que la tasa de insatisfacción sea inferior a un nivel máximo predefinido, el cálculo de la consigna global se hace de forma iterativa haciendo variar esta última para reducir la energía total suministrada. Para

cada nuevo valor de la consigna, la tasa de insatisfacción resultante se calcula considerando que los equipos locales asegurarán, la necesidad de confort del ocupante.

5 En caso de que la tasa de insatisfacción sea superior al nivel máximo predefinido, el cálculo de la consigna global se hace de forma iterativa haciendo variar ésta para reducir el nivel de insatisfacción. Para cada nuevo valor de consigna, se calcula la tasa de insatisfacción resultante. Tan pronto como éste cae por debajo del nivel máximo predefinido, se adopta y calcula la consigna global.

10 El procedimiento según la invención explota en tiempo real información procedente de cada estación de trabajo, tales como, por ejemplo, información de presencia, información sobre el confort percibido por cada ocupante, del contexto ambiental de cada ocupante. Las estaciones de trabajo son, por ejemplo, oficinas dispuestas en un espacio de trabajo y gestionadas por un sistema de control específico de tipo PAM (Personal Area Management).

15 El procedimiento también tiene en cuenta el rendimiento intrínseco de, el conjunto de equipos instalados en una zona, contra el de los equipos locales. Gracias a esta gestión más detallada al nivel del ocupante, es posible pilotar el consumo de energía con más precisión, de un edificio, por ejemplo, vinculado al confort global (espacio abierto, oficina privada...) y evitar el consumo innecesario de energía. Además, el conocimiento de la tasa de ocupación del edificio permite ajustar las consignas de los equipos de confort globales en consecuencia.

El procedimiento según la invención consta, además, de una etapa que consiste en adaptar la consigna global C_g en función de los datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada zona Z_i , de manera que cada equipo local esté en medida de dispensar la energía necesaria para asegurar el confort requerido por cada ocupante.

20 El procedimiento consta, además, de una etapa que consiste en cortar el suministro de energía a los equipos de confort situados en estaciones de trabajo no ocupadas.

25 El procedimiento según la invención permite acondicionar de forma selectiva un volumen reducido del espacio explotando el conocimiento en tiempo real de la necesidad de cada estación de trabajo, de los rendimientos y del potencial de cada equipo local, así como de los rendimientos y del potencial del conjunto de los equipos instalados en una zona.

30 Según otra característica de la invención, los datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada zona personal (PA, para el Personal Area) constan de magnitudes físicas que representan las condiciones ambientales locales medidas en cada estación de trabajo por los sensores y magnitudes subjetivas relacionadas con el metabolismo y la vestimenta de cada persona presente en cada estación de trabajo. Dichas magnitudes físicas constan de la temperatura ambiental, la temperatura radiante, la humedad, y la luminosidad de dichas magnitudes subjetivas constan de valores normalizados suministrados por cada persona presente en cada estación de trabajo a través de una interfaz Hombre-Máquina y que representa la percepción de cada persona de la temperatura ambiente, la temperatura radiante, la humedad, la velocidad del aire y brillo en cada estación de trabajo.

Breve descripción de los dibujos

35 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada que va a seguir, tomada a título de ejemplo no limitativo, con referencia a las figuras adjuntas en las que:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente un edificio que comprende varios espacios en los que se implementa el procedimiento según la invención,
- la figura 2 representa esquemáticamente estaciones de trabajo en la zona de la figura 3,
- 40 - la figura 3 ilustra esquemáticamente una zona de un espacio de la figura 1,
- la figura 4 representa un diagrama de bloques que ilustra las funciones utilizadas en el procedimiento según la invención,
- la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas del procedimiento según la invención.

Exposición detallada de modos de realización particulares

45 La invención se describirá con referencia a la figura 1 que ilustra esquemáticamente un edificio 2 que consta de varios espacios 4, 6, 8 y 10, cada uno de los cuales constan de varias zonas Z_i 12 en cada una de las cuales se disponen varias estaciones de trabajo 16, 18, 20 y 22. Cada espacio 4, 6, 8 y 10 está equipado con un controlador de zona 24 destinado a supervisar el consumo total de energía en la zona considerada. Cada estación de trabajo consta de un controlador local 30 destinado a supervisar el consumo de energía local en cada estación de trabajo mediante al

50 menos un equipo de confort local, tal como, por ejemplo, un aparato de calentamiento y/o ventilación y una lámpara de iluminación. El controlador de la zona 24 se comunica, por una parte, con un módulo central de gestión de energía 3 y, por otro lado, con cada controlador local 30 por medio de un enlace por cable o por medio de un enlace inalámbrico tal como Wifi, por ejemplo.

55 En la continuación de la descripción, se designará "equipo de confort global" a un equipo destinado a controlar el conjunto de los equipos, de iluminación o de calentamiento instalados en una zona dada.

La figura 3 ilustra un ejemplo de uso del dispositivo según la invención en un espacio de trabajo abierto (open-space, en inglés). El controlador de zona 24 recibe en tiempo real la potencia consumida por cada equipo de confort global (HVAC, iluminación general), y supervisa los equipos de confort generales de este espacio abierto. Para ello, el controlador local 30 de cada oficina comunica al controlador de zona 24 los datos específicos de cada estación de trabajo, en particular:

- la presencia o ausencia de un ocupante en la estación de trabajo,
- la necesidad de confort de cada ocupante en la estación de trabajo. Estas necesidades se pueden formalizar de la siguiente manera: "deseo más frío", "deseo más luz", ...)
- el nivel de consumo de equipos locales de confort, es decir, la potencia consumida por los equipos auxiliares (lámpara, ventilador, calentamiento) o su nivel de control aplicado,

El controlador de zona 24 consta de un módulo programable que comprende un algoritmo adecuado para analizar la información recibida y para calcular una consigna global óptimo. Cabe señalar que este punto de consigna global también puede ser calculado por el módulo central de gestión de energía 3 sin apartarse del contexto de la invención.

El principio de ajustar el control de los equipos globales en función del uso real del uso eficaz de los equipos locales se describe a continuación en un ejemplo de control de enfriamiento (confort de verano) de un edificio que comprende n zonas controlables (por ejemplo: n espacio abierto) llamado en el siguiente Zi (variando i de 1 a n). El mismo principio se aplica al control de calentamiento (o iluminación).

Cada zona consta m(Zi) controladores locales 30 llamados en este ejemplo PAM(Zi, j) (variando j de 1 a m(Zi)). El equipo global gestiona la producción térmica global de frío y proporciona una potencia de enfriamiento instantánea Pf(t). El objetivo es minimizar (Pf(t) + Energía de enfriamiento "ventilador" de PAM(Zi, j)) asegurando que la satisfacción térmica global de los ocupantes sea la esperada. Se implementa un enfoque estadístico sobre este punto en particular, es decir, el número de personas insatisfechas al nivel del edificio no debe exceder una tasa predefinida x %. Esta tasa de insatisfacción global para cada zona Zi se calcula en un intervalo de tiempo regular predefinido utilizando los datos que provienen de cada PAM. La satisfacción del ocupante en cada zona se evalúa a partir de las ecuaciones de confort percibidas, teniendo en cuenta los datos ambientales procedentes de los sensores locales y utilizando los parámetros de adaptación a cada persona resultantes de la interpretación de la información proporcionada por cada ocupante a través de una HMI local: "deseo más frío", "deseo más luz", ...). La ocupación real de cada zona es proporcionada por un sensor de presencia.

Si la tasa de insatisfacción global es inferior o igual a x %, el algoritmo busca si existe un potencial de reducción de (Pf(t) + Energías PAM(Zi,j)), es decir, si el conjunto de los ocupantes presentes (hasta dentro de x %) tienen el potencial de aumentar el nivel de ventilación personal suficiente para compensar un aumento en la temperatura general mientras se mantiene una calidad idéntica de confort percibido. La búsqueda del potencial máximo es iterativa al proceder en etapas sucesivas de disminución de la consigna de confort global, es decir, aumentando la temperatura gradualmente en el caso del confort de verano. La nueva consigna de temperatura global resultante para una zona en cuestión se envía al sistema de control del equipo de enfriamiento global.

Si la tasa de insatisfacción global es superior a x %, el algoritmo analiza la situación para determinar si se puede aplicar una mejor consigna global al y, de ser así, cuál. Para cada zona ocupada, el nivel de insatisfacción expresado se compara con el potencial de ajuste local disponible. Si hay un potencial de control del ventilador que lo permita, a priori, alcanzar el nivel deseado de confort, no se tiene en cuenta la insatisfacción del ocupante de la zona considerada. Por lo tanto, se vuelve a evaluar la distribución de las insatisfacciones que no tienen una solución local. Luego se recalcula una modificación de la consigna global para minimizar la insatisfacción global (que, sin embargo, puede permanecer superior a x %) a un menor coste de energía.

La figura 4 ilustra las funciones y la información utilizadas en el algoritmo de cálculo para minimizar (Pf(t) + Energías PAM) asegurando que la satisfacción térmica global de los ocupantes esté en línea con la expectativa.

El rendimiento global 40, al nivel del equipo energético global de una zona se evalúa en función del consumo actual 42 de los equipos globales, es decir, por el conjunto de los equipos en esta zona, tales como, por ejemplo, la iluminación o los aires acondicionados instalados en esta zona. El resultado se transmite al controlador de zona.

El rendimiento de cada equipo local 44 (radiador, lámpara, ventilador...) se evalúa en función del consumo local de este equipo 46 y el resultado se transmite a cada controlador local 30 que gestiona un grupo de oficinas.

Los sensores de presencia de las diferentes zonas suministran al controlador local 30 el número de personas 48 presentes en sus respectivas estaciones de trabajo.

Cada ocupante proporciona sus necesidades 50 de confort al módulo programable a través de la HMI.

Los parámetros físicos 52 medidos en cada zona por los sensores, al nivel de cada estación de trabajo, se suministran al controlador local 30.

A partir de la información de los diversos sensores y de cada ocupante recibida por los controladores locales 30, el controlador de zona 24 determina 60 un escenario para un consumo óptimo de la energía total mientras respeta las necesidades de cada ocupante.

5 Según un primer escenario, el algoritmo controla el equipo global que supervisa la zona considerada en función del número de ocupantes, las necesidades de los ocupantes, el rendimiento de los equipos globales y locales y su consumo instantáneo. Según un segundo escenario, el algoritmo controla los equipos locales. Según un tercer escenario, el algoritmo permite que cada ocupante actúe sobre los equipos de su estación de trabajo.

Si se elige el primer escenario, se transmite una consigna global (etapa 62) al accionador global para optimizar la energía total consumida.

10 Si se elige el segundo escenario, se transmite una consigna local (etapa 64) a cada accionador local para optimizar la energía consumida localmente.

El proceso de optimización se describe en la figura 5 para cada zona Z_i que consta de un número $m(Z_i)$ de accionadores locales llamados PAM(Z_i, j) (variando j de 1 a $m(Z_i)$).

15 Para j de 1 a $m(Z)$, la etapa 70 consiste en verificar la presencia de un ocupante en la zona considerada y analizar la información relacionada con la satisfacción de este ocupante.

La etapa 72 consiste en evaluar la tasa de insatisfacción de las personas presentes en la zona considerada. La tasa de insatisfacción global para cada zona Z_i se calcula utilizando los datos de cada PAM.

La etapa 74 consiste en comparar la tasa de insatisfacción evaluada en la etapa anterior con una tasa predefinida $x\%$.

20 Si la tasa de insatisfacción evaluada es inferior a $x\%$, el algoritmo calcula una consigna global C_g minimizando la energía global que se va a suministrar. El cálculo de C_g se realiza multiplicando el valor de la energía global que se va a suministrar por un coeficiente de reducción k que varía entre 0 y un valor máximo k_{max} , e incrementando este coeficiente k con un paso p entero en función de los resultados suministrados por cada PAM(j).

25 A partir de un valor dado del coeficiente $k=0$ (etapa 78), para cada zona Z_i y para j de 1 a $m(z)$, el algoritmo analiza (etapa 78) la información de ocupación y satisfacción transmitida por el PAM(j). Si la zona Z_i está ocupada y si el ocupante de esta zona está satisfecho, el algoritmo verifica (etapa 82) si el potencial de control local permite que el ocupante de la zona se encuentre en un estado de confort con la consigna global actual C_{g-k} .

Si sí, el número de personas insatisfechas no ha cambiado.

De lo contrario, el número de personas insatisfechas se incrementa en la etapa 83 (número de insatisfechos = número de insatisfechos + 1).

30 En la etapa 84, se vuelve a evaluar la tasa de insatisfacción de las personas presentes en la zona considerada.

La etapa 86 consiste en verificar si la tasa evaluada en la etapa 84 ha caído por debajo de la tasa $x\%$.

Si sí, el coeficiente k se incrementa y el proceso de cálculo del punto de consigna global C_g minimiza la energía global se reanuda desde la etapa 80 a la etapa 86.

35 Si la tasa reevaluada en la etapa 84 es superior a la tasa $x\%$, se transmite una nueva consigna de ajuste C_g (etapa 90) al equipo global.

40 Si, por otro lado, la tasa de insatisfacción evaluada en la etapa 74 es superior a la tasa $x\%$, el algoritmo calcula, para j de 1 a $m(z)$, una consigna global C_g que minimiza la insatisfacción de las personas presentes en la zona considerada. Este proceso consta de una etapa 102 que consiste en analizar la distribución de los valores de confort percibidos transmitidos por cada MAP para las zonas ocupadas y en calcular un nivel promedio de insatisfacción, y una etapa 104 que consiste en calcular la consigna global C_g para el cual el nivel promedio de insatisfacción y la energía total se minimizan. Esta consigna se transmite luego (etapa 90) al equipo global.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de optimización de la energía total suministrada a una pluralidad de equipos de confort distribuidos en un espacio (4, 6, 8, 10) que consta de un módulo central de gestión de la energía a suministrar (3) y una pluralidad zonas Zi (12), constando cada zona Zi al menos de una estación de trabajo (16, 18, 20, 22) susceptible de acoger a al menos una persona, que consta de las siguientes etapas:
- determinar la tasa de ocupación de las zonas Zi (12),
 - recopilar en tiempo real información relacionada con el uso de cada equipo de confort en cada zona Zi y datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada zona Zi (12), y
 - 10 - evaluar a partir de dichos datos una tasa de insatisfacción global de las personas presentes en cada zona Zi, - comparar la tasa de insatisfacción global con un umbral predefinido, estando el procedimiento **caracterizado porque** consta, además, de las siguientes etapas:
 - si la tasa de insatisfacción es inferior al umbral predefinido, calcular de forma iterativa una consigna de ajuste global para reducir la energía global a suministrar y,
 - 15 • reevaluar la tasa de insatisfacción resultante para cada nuevo valor de la consigna Cg,
 - aplicar la consigna global Cg calculada al menos a uno de los equipos de confort para minimizar la energía total suministrada,
 - si la tasa de insatisfacción es superior al umbral predefinido, variar de forma iterativa la consigna global hasta que la tasa de insatisfacción global resultante caiga por debajo del umbral predefinido,
 - 20 • aplicar la consigna global Cg al módulo central (3) de gestión de la energía total para adaptar la energía total a suministrar.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 que consta, además, de una etapa que consiste en adaptar la consigna global Cg en función de los datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada zona Zi.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 que consta, además, de una etapa que consiste en adaptar la energía suministrada a un equipo de confort de cada zona Zi (12) en función de los datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada zona Zi (12).
4. Procedimiento según la reivindicación 1 que consta, además, de una etapa que consiste en cortar el suministro de energía a las estaciones de trabajo situadas en las zonas Zi (12) desocupadas.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que los datos representativos del nivel de insatisfacción de las personas presentes en cada estación de trabajo (16, 18, 20, 22) constan de magnitudes físicas que representan las condiciones ambientales locales medidas en cada estación de trabajo (16, 18, 20, 22) por sensores y magnitudes subjetivas relacionadas con el metabolismo y la vestimenta de cada persona presente en cada estación de trabajo (16, 18, 20, 22).
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dichas magnitudes físicas constan de la temperatura ambiente, la temperatura radiante, la humedad y la luminosidad, y dichas magnitudes subjetivas constan de valores normalizados suministrados por cada persona presente en cada zona Zi (12) a través de una interfaz Hombre-Máquina y que representan la percepción de cada persona de la temperatura ambiente, la temperatura radiante, la humedad y la luminosidad en cada zona Zi (12).
- 40 7. Dispositivo de optimización de la energía total a suministrar a una pluralidad de equipos de confort distribuidos en un espacio (4, 6, 8, 10) que consta de un módulo central de gestión de la energía global (3) y una pluralidad zonas Zi (12), constando cada zona Zi al menos de una estación de trabajo (16, 18, 20, 22) susceptible de acoger a al menos una persona, constando el dispositivo de medios para efectuar todas las etapas del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 45 8. Programa informático almacenado en un medio y que consta de instrucciones para implementar, cuando se ejecuta en un ordenador, las etapas del procedimiento según la reivindicación 1.

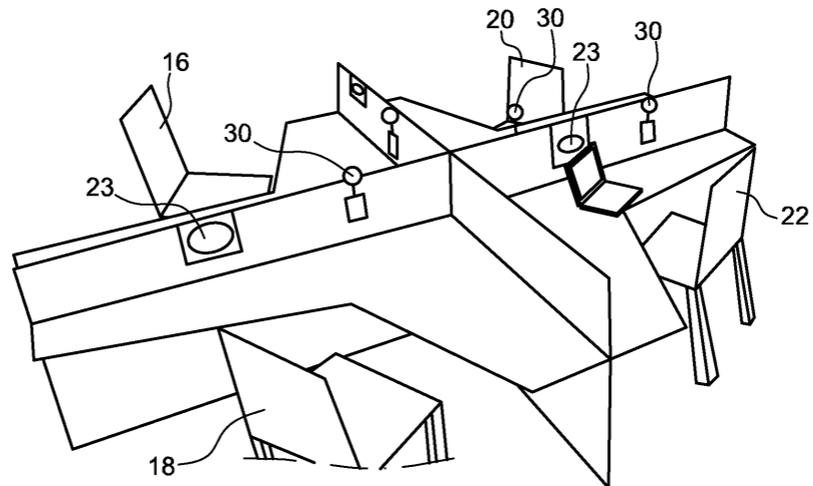
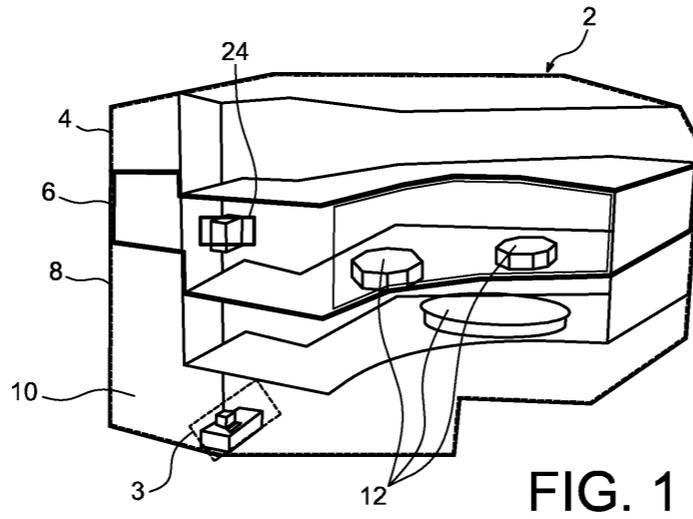


FIG. 2

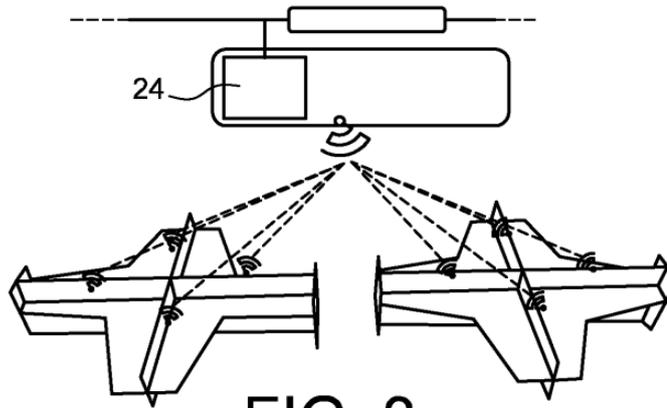


FIG. 3

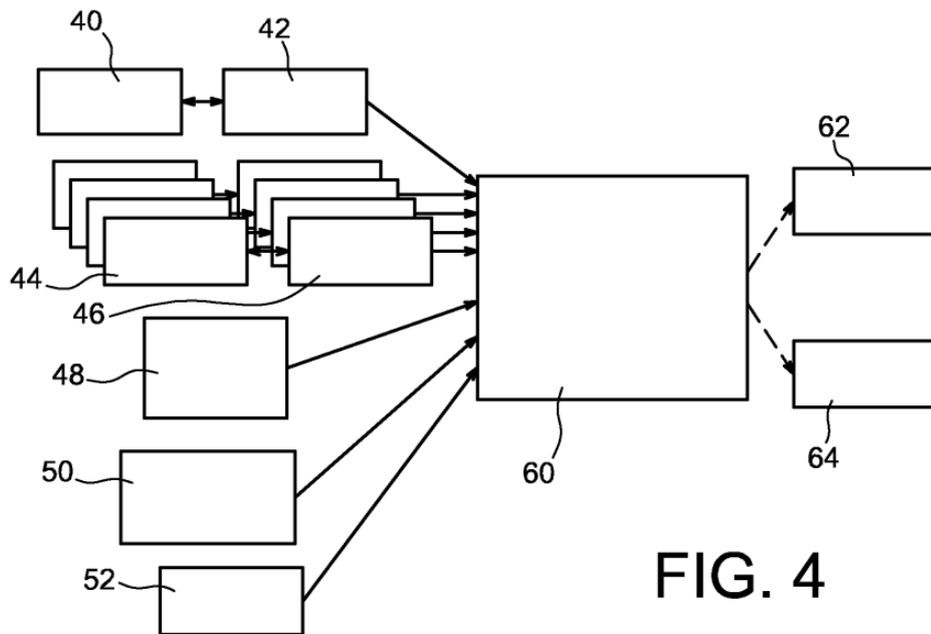


FIG. 4

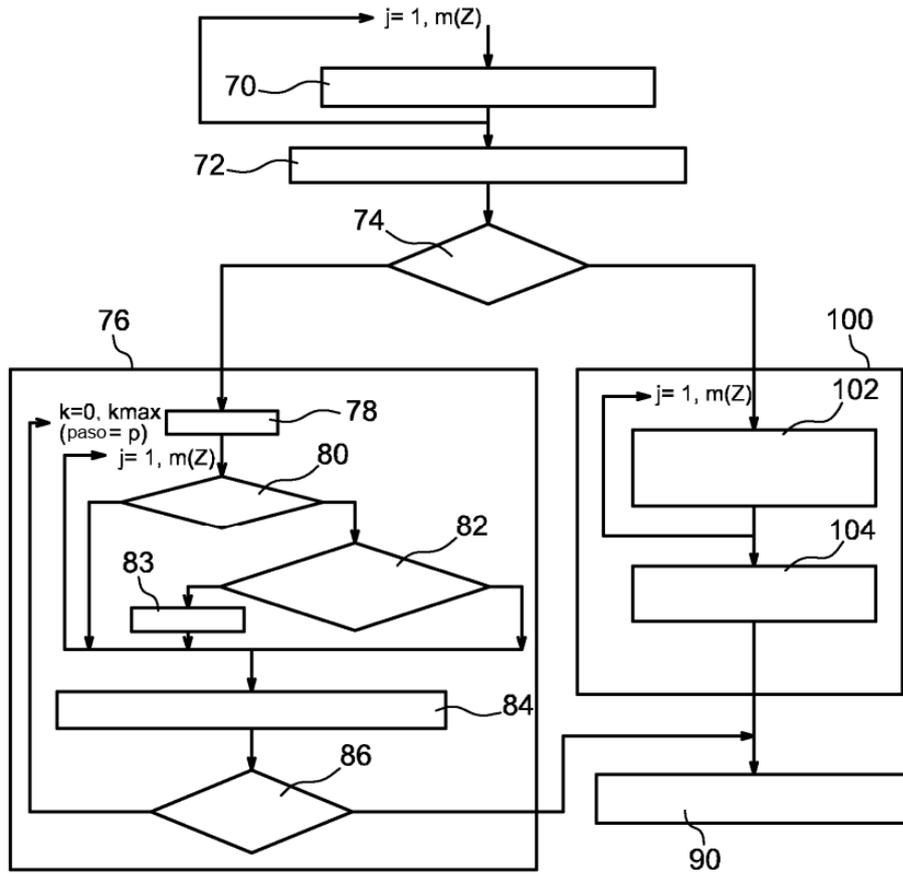


FIG. 5