

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 304**

21 Número de solicitud: 201530201

51 Int. Cl.:

**G01N 1/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**19.02.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**23.08.2016**

71 Solicitantes:

**ENDESA GENERACIÓN, S.A. (100.0%)  
Avda. de la Borbolla, 5  
41004 Sevilla ES**

72 Inventor/es:

**ROSICO RAMÓN, Emilio Vicente;  
FONTELA MARTÍNEZ, Pablo;  
BALLESTEROS APARICIO, Juan Carlos;  
GARCÍA ALCÁZAR, Enrique;  
DOMÍNGUEZ MUÑOZ, Rafael y  
MONTES NAVARRO, José Carlos**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **SISTEMA DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURAS Y PROCEDIMIENTO ASOCIADO**

57 Resumen:

Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras y procedimiento asociado.

La presente invención se refiere a un sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras y un procedimiento asociado que permite evaluar de manera automática las diferentes variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la infraestructura para conocer el estado de la infraestructura 24 horas al día, 7 días a la semana, estado que se puede conocer de manera remota y donde se recopilan una serie de datos derivados el funcionamiento y control para posteriormente ser evaluados por dicho sistema de inspección y diagnóstico.

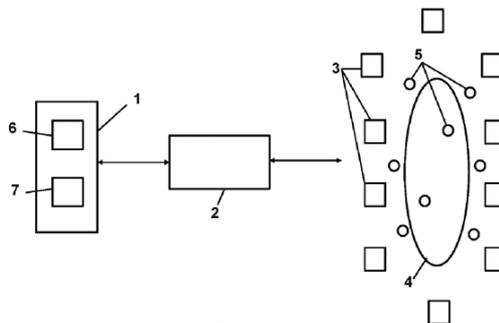


FIG. 1

**SISTEMA DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURAS Y  
PROCEDIMIENTO ASOCIADO**

**DESCRIPCION**

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un sistema de inspección y diagnóstico de  
infraestructuras y un procedimiento asociado que permite evaluar de manera automática las  
10 diferentes variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la  
infraestructura.

El objeto de la invención es un sistema de inspección y diagnóstico de infraestructura y un  
procedimiento asociado que permite conocer el estado de la infraestructura 24 horas al día,  
15 7 días a la semana, estado que se puede conocer de manera remota y donde se recopilan  
una serie de datos derivados el funcionamiento y control para posteriormente ser evaluados  
por dicho sistema de inspección y diagnóstico.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

20

Se conocen en el estado de la técnica los sistemas de control de infraestructuras, por  
ejemplo centrales eléctricas, donde la energía mecánica es convertida en energía eléctrica.  
Entre las anteriores, las principales fuentes de energía son el agua, el gas, el uranio, el  
viento y la energía solar. Estas fuentes de energía primaria permiten mover los álabes de  
25 una turbina, que a su vez está conectada en un generador eléctrico.

Los sistemas de gestión y diagnóstico de centrales eléctricas conocidos en el estado de la  
técnica permiten llevar a cabo la gestión y diagnóstico de la central eléctrica in situ,  
mediante una serie de sensores e indicadores de estado que reflejan el estado de los  
30 diferentes dispositivos y sistemas de la central eléctrica y permiten llevar a cabo un  
mantenimiento de la central eléctrica predictivo o correctivo.

Sin embargo, los sistemas de gestión y diagnóstico anteriores requieren de la presencia de  
técnicos y operarios en la propia central eléctrica que lleven a cabo dichas tareas de  
35 mantenimiento una vez que el sistema ha llevado a cabo la gestión y diagnóstico.

Se conocen además los sistemas de gestión y diagnóstico que no permiten llevar a cabo un diagnóstico global de una central eléctrica, sino simplemente de cada uno de los subsistemas por separado.

5 A medida que aumenta la explotación de energía o de trabajo de instalaciones de este tipo de infraestructuras, aumentan también los requerimientos de disponibilidad de las instalaciones, pretendiendo tiempos de inactividad especialmente cortos para medidas de mantenimiento y de conservación. La creciente complejidad de las instalaciones de control condicionada por ello conduce a dificultades crecientes en la manipulación por el personal  
10 de servicio en un mantenimiento de control, y en concreto tanto con respecto a una visión de conjunto amplia sobre el estado actual de la instalación como también con respecto a un reconocimiento precoz de fallos.

En efecto, a medida que aumenta el grado de automatización en un sistema de guía  
15 constituido jerárquicamente, como se conoce a partir del documento EP0242609, se consigue una concentración de la información creciente en forma de pirámide de los datos suministrados por la detección del valor de medición; por otra parte, la evaluación de los datos de medición se deja, sin embargo, a la voluntad del personal de servicio. Además, a medida que aumenta la complejidad del sistema de supervisión, se incrementa su tendencia  
20 a fallos.

Se conoce el documento EP0364151 que divulga un sistema de diagnóstico con una estructura distribuida, en el que una evaluación de los valores de medición se deja también a la voluntad del personal de servicio.

25 La presente invención propone un sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras y un procedimiento asociado que solventan todos los inconvenientes anteriores.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

30 La presente invención se refiere a un sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras que permite evaluar de manera automática las diferentes variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la infraestructura.

El sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras permite posteriormente, a la vista de la evaluación de las variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la estructura decidir si es necesario llevar a cabo alguna actuación correctora o predictiva sobre la infraestructura.

5

El sistema de inspección y diagnóstico de infraestructura, donde la infraestructura es preferiblemente una central eléctrica, comprende un servidor de control, un conmutador o switch de comunicaciones central y un conjunto de cámaras que permiten llevar a cabo una inspección visual de todos los dispositivos de la infraestructura de manera remota. Opcionalmente, el sistema de inspección y diagnóstico de infraestructura comprende un conjunto de sensores que permiten analizar diferentes variables de la infraestructura en tiempo real.

10

Las cámaras permiten llevar a cabo la toma de imágenes para que el servidor de control determine la existencia o no de situaciones anómalas en función del valor de una analítica de control realizada en base a la imagen obtenida por las cámaras, además de controlar el funcionamiento de las propias cámaras y almacenar las imágenes recogidas por las mismas en la realización de las analíticas de control.

15

El servidor de control comprende además un módulo principal de control que permite llevar a cabo el control y gestión del sistema de inspección y diagnóstico de la infraestructura y un módulo de control del conjunto de cámaras que permite controlar el funcionamiento de dichas cámaras. Opcionalmente las cámaras pueden ser fijas, móviles o una combinación de ambas.

20

El servidor de control envía un mensaje SMS cuando se produce una anomalía grave en la infraestructura, cuyo aviso es almacenado en una base de datos para la generación de informes asociados a las acciones correctivas llevadas a cabo por un técnico.

25

El sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras es modular ya que facilita la inclusión de módulos de control adicionales, sensores adicionales y es replicable en otra infraestructura sin necesidad de llevar a cabo grandes cambios en su configuración.

30

La invención se refiere también a un procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras que comprende un conjunto de etapas que permiten evaluar de manera

35

automática las diferentes variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la infraestructura, para posteriormente decidir si es necesario llevar a cabo actuación alguna sobre la infraestructura.

- 5 El procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras comprende:
- una primera etapa de generación de un primer modelo estructural en un primer instante de tiempo de la infraestructura a analizar realizado a demanda por un usuario;
  - una segunda etapa de generación de un segundo modelo estructural en un segundo  
10 instante de tiempo cuando se lleva a cabo el análisis de la infraestructura y que es posterior al primer instante de tiempo;
  - una tercera etapa de comparación del segundo modelo estructural con el primer modelo estructural dando como resultado un valor de una variación acaecida en la infraestructura entre el primer instante de tiempo y el segundo instante de tiempo;
- 15 donde la segunda etapa de generación y la tercera etapa de comparación se pueden repetir un número de veces  $n$  para la generación y comparación de modelos estructurales de la infraestructura a analizar a lo largo del tiempo, donde
- la primera y la segunda etapa de generación comprenden además la siguiente subetapa:  
20
    - una subetapa de recogida de al menos una imagen por parte de al menos una cámara (3), donde
  - la tercera etapa de comparación comprende la siguiente subetapa:
    - una subetapa de generación de una imagen de diferencias entre el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural; y
  - donde el procedimiento comprende además una etapa de decisión de actuación en  
25 función de un porcentaje total de cambio aparecido en la imagen de diferencias.

Opcionalmente, la tercera etapa de comparación comprende además las siguientes subetapas:

- 30
- una subetapa de división de la imagen de diferencias en una cuadrícula formada por un conjunto de celdas,
  - una etapa de asignación de un valor de cambio para cada una de las celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias;
  - una etapa de comparación del valor de cambio de cada una de las  
35 celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias con el

valor de cambio de al menos una celda adyacente para la generación de un valor de activación;

- una etapa de activación de una celda de la imagen de diferencias en caso de que el valor de activación supere un determinado umbral;
- una etapa de determinación del porcentaje total de cambio en la imagen de diferencias en función del número de celdas activadas en la etapa anterior.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 muestra una vista en esquema del sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras de la presente invención.

La Figura 2 muestra una imagen obtenida en la primera y la segunda etapa de generación del procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras de la presente invención.

La Figura 3 muestra una imagen de diferencias obtenida en la tercera etapa de comparación del procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras de la presente invención.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A continuación se procederá a describir de manera detallada el sistema y procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras de la presente invención.

Se considera que la infraestructura es una central eléctrica, de la cual se evaluarán de manera automática las diferentes variables y dispositivos que intervienen en el funcionamiento y control de la misma y posteriormente, si es necesario se llevará a cabo alguna actuación correctora o predictiva sobre la misma, a distancia o de forma presencial por parte de un operario.

El sistema de inspección y diagnóstico de infraestructura comprende un servidor de control (1), un conmutador o switch de comunicaciones central (2) y un conjunto de cámaras (3) que permiten llevar a cabo una inspección visual de todos los dispositivos de la central eléctrica (4) de manera remota. El sistema de inspección y diagnóstico de infraestructura comprende

además un conjunto de sensores (5) que permiten analizar diferentes variables de la central eléctrica (4) en tiempo real.

Las cámaras (3) permiten llevar a cabo la toma de imágenes para que el servidor de control (1) determine la existencia o no de situaciones anómalas en función del valor de una analítica de control realizada en base a la imagen obtenida por las cámaras (3) respecto a una imagen de referencia, además de controlar el funcionamiento de las propias cámaras (3) y almacenar las imágenes recogidas por las mismas (3) en la realización de las analíticas de control.

El servidor de control (1) comprende además un módulo principal de control (6) que permite llevar a cabo el control y gestión del sistema de inspección y diagnóstico de la central eléctrica (4) y un módulo de control (7) del conjunto de cámaras (3) que permite controlar el funcionamiento de dichas cámaras (3).

El servidor de control (1) envía un mensaje SMS cuando se produce una anomalía grave en la central eléctrica (4), cuyo aviso es almacenado en una base de datos para la generación de informes asociados a las acciones correctivas llevadas a cabo por un técnico, y a los resultados de las inspecciones llevadas a cabo por el técnico.

El procedimiento de inspección y diagnóstico de la central eléctrica (4) comprende:

- una primera etapa de generación de un primer modelo estructural en un primer instante de tiempo de la central eléctrica (4) a analizar realizado a demanda por un usuario;
- una segunda etapa de generación de un segundo modelo estructural en un segundo instante de tiempo cuando se lleva a cabo el análisis de la central eléctrica (4) y que es posterior al primer instante de tiempo;
- una tercera etapa de comparación del segundo modelo estructural con el primer modelo estructural dando como resultado un valor de una variación acaecida en la central eléctrica (4) entre el primer instante de tiempo y el segundo instante de tiempo;

donde la segunda etapa de generación y la tercera etapa de comparación se pueden repetir un número de veces  $n$  para la generación y comparación de modelos estructurales de la central eléctrica (4) a analizar a lo largo del tiempo, donde

- la primera y la segunda etapa de generación comprenden además la siguiente subetapa:
  - una subetapa de recogida de al menos una imagen por parte de al menos una cámara (3), donde
- 5 • la tercera etapa de comparación comprende la siguiente subetapa:
  - una subetapa de generación de una imagen de diferencias entre el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural; y
- donde el procedimiento comprende además una etapa de decisión de actuación en función de un porcentaje total de cambio aparecido en la imagen de diferencias.

10

En un primer ejemplo de realización preferente la tercera etapa de comparación comprende además las siguientes subetapas:

- una subetapa de división de la imagen de diferencias en una cuadrícula formada por un conjunto de celdas,
- 15 • una etapa de asignación de un valor de cambio para cada una de las celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias;
- una etapa de comparación del valor de cambio de cada una de las celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias con el valor de cambio de al menos una celda adyacente para la generación
- 20 de un valor de activación;
- una etapa de activación de una celda de la imagen de diferencias en caso de que el valor de activación supere un determinado umbral;
- una etapa de determinación del porcentaje total de cambio en la imagen de diferencias en función del número de celdas activadas en
- 25 la etapa anterior.

30

Este primer ejemplo de realización preferente es aplicable a un primer modelo estructural y a un segundo modelo estructural que se corresponden con la central eléctrica en conjunto o bien con zonas de inspección específica dentro de la central eléctrica, como pueden ser las escobillas del generador de la central, tanto en su desgaste como en la carbonilla que originan, fugas de agua o aceite, microventiladores, presencia de grúas o ganchos, presencia de focos encendidos, pudiendo los modelos estructurados ser almacenados o no en el servidor central los segundos modelos estructurales generados a lo largo del tiempo. En la Figura 2 se muestra la aplicación del procedimiento a la central eléctrica en conjunto

mientras que en la Figura 3 se muestra la aplicación del procedimiento a una zona de inspección específica de la central eléctrica.

En un segundo ejemplo de realización preferente, la tercera etapa de comparación comprende además las siguientes subetapas:

5

- una subetapa de generación de al menos una línea en la al menos una imagen recogida en la subetapa de recogida, después de la subetapa de recogida de al menos una imagen por parte de al menos una cámara (3), y
- una subetapa de determinación del ángulo existente entre la línea generada en las subetapas de generación de al menos una línea para la primera y segunda etapas de generación,

10

después de la etapa de generación de una imagen de diferencias entre el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural.

15

Este segundo ejemplo de realización preferente es aplicable a un primer modelo estructural y a un segundo modelo estructural que se corresponden con un termómetro, un termostato o un nivel de la central eléctrica (4).

20

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras que comprende un servidor de control (1), un conmutador o switch de comunicaciones central (2) y un conjunto de cámaras (3) que llevan a cabo la toma de imágenes caracterizado por que el servidor de control (1) determina la existencia o no de situaciones anómalas en función del valor de una analítica de control realizada en base a la imagen (4) obtenida por cada cámara (3).
- 2.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 1 caracterizado por que el servidor de control (1) controla el funcionamiento de las cámaras (3)
- 3.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el servidor de control (1) almacena las imágenes recogidas por las cámaras (3) en la realización de las analíticas de control.
- 4.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el servidor de control (1) comprende además un módulo principal de control (6) para llevar a cabo el control y gestión del sistema de inspección y diagnóstico de la infraestructura.
- 5.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 2 caracterizado por que el servidor de control (1) controla el funcionamiento de las cámaras (3) mediante un módulo de control (7) del conjunto de cámaras.
- 6.- Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que las cámaras (3) son fijas, móviles o una combinación de ambas.
7. Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende un conjunto de sensores (5) que permiten analizar diferentes variables de la infraestructura en tiempo real.
8. Sistema de inspección y diagnóstico de infraestructuras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la infraestructura es una central eléctrica

(4).

9.- Procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras que comprende:

- una primera etapa de generación de un primer modelo estructural en un primer instante de tiempo de la infraestructura a analizar realizado a demanda por un usuario;
- una segunda etapa de generación de un segundo modelo estructural en un segundo instante de tiempo cuando se lleva a cabo el análisis de la infraestructura y que es posterior al primer instante de tiempo;
- una tercera etapa de comparación del segundo modelo estructural con el primer modelo estructural dando como resultado un valor de una variación acaecida en la infraestructura entre el primer instante de tiempo y el segundo instante de tiempo;

donde la segunda etapa de generación y la tercera etapa de comparación se pueden repetir un número de veces  $n$  para la generación y comparación de modelos estructurales de la infraestructura a analizar a lo largo del tiempo, donde

- la primera y la segunda etapa de generación comprenden además la siguiente subetapa:
  - una subetapa de recogida de al menos una imagen por parte de al menos una cámara (3), donde
- la tercera etapa de comparación comprende la siguiente subetapa:
  - una subetapa de generación de una imagen de diferencias entre el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural, y donde
- el procedimiento comprende además una etapa de decisión de actuación en función de un porcentaje total de cambio aparecido en la imagen de diferencias.

10.- Procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 9 caracterizado por que la tercera etapa de comparación comprende además las siguientes subetapas:

- una subetapa de división de la imagen de diferencias en una cuadrícula formada por un conjunto de celdas,
- una etapa de asignación de un valor de cambio para cada una de las celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias;
- una etapa de comparación del valor de cambio de cada una de las celdas que forman la cuadrícula de la imagen de diferencias con el

valor de cambio de al menos una celda adyacente para la generación de un valor de activación;

- una etapa de activación de una celda de la imagen de diferencias en caso de que el valor de activación supere un determinado umbral;
- una etapa de determinación del porcentaje total de cambio en la imagen de diferencias en función del número de celdas activadas en la etapa anterior.

5

10

11.- Procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 9 caracterizado por que el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural que se corresponden con una central eléctrica en conjunto o bien con zonas de inspección específica dentro de la central eléctrica, como pueden ser las escobillas del generador de la central, tanto en su desgaste como en la carbonilla que originan, fugas de agua o aceite, microventiladores, presencia de grúas o ganchos, o presencia de focos encendidos.

15

12.- Procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 9 caracterizado por que la tercera etapa de comparación comprende además las siguientes subetapas:

- una subetapa de generación de al menos una línea en la al menos una imagen recogida en la subetapa de recogida, después de la subetapa de recogida de al menos una imagen por parte de al menos una cámara (3), y
- una subetapa de determinación del ángulo existente entre la línea generada en las subetapas de generación de al menos una línea para la primera y segunda etapas de generación,

20

25

después de la etapa de generación de una imagen de diferencias entre el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural.

30

13.- Procedimiento de inspección y diagnóstico de infraestructuras según reivindicación 12 caracterizado por que el primer modelo estructural y el segundo modelo estructural que se corresponden con un termómetro, un termostato o un nivel de una central eléctrica (4).

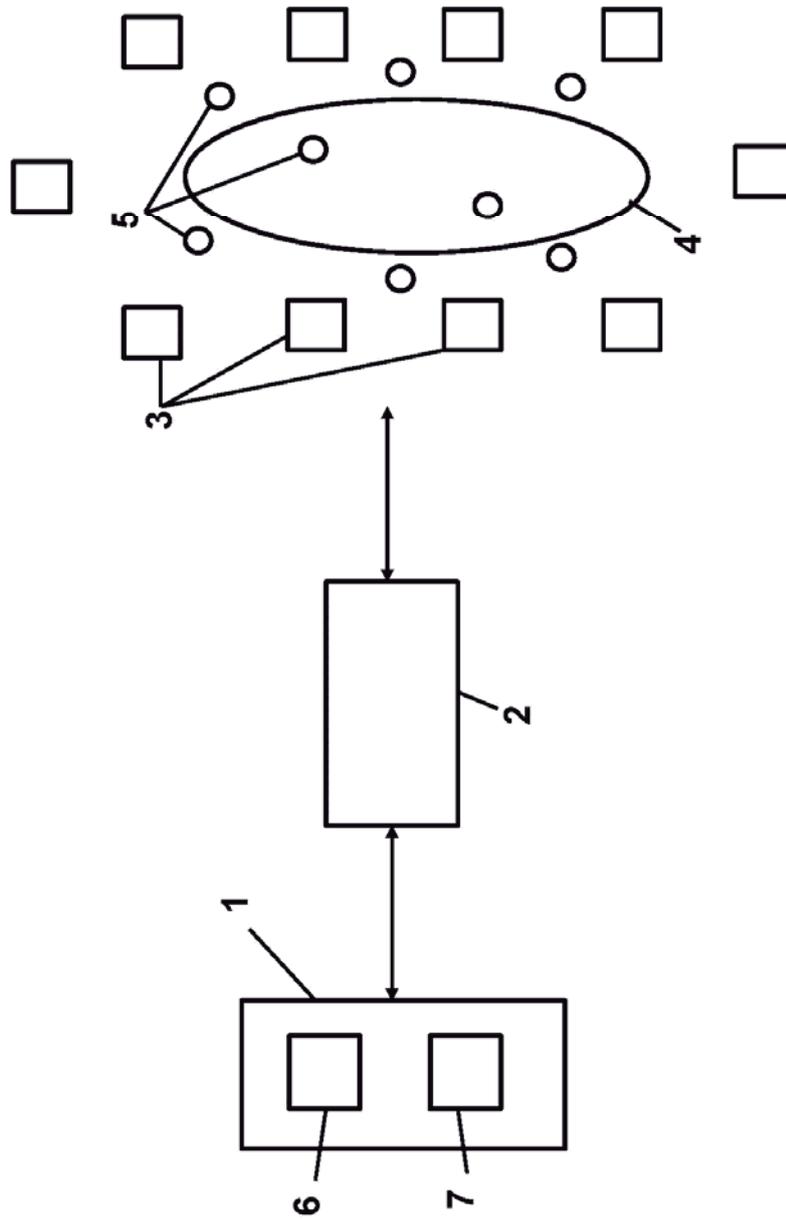
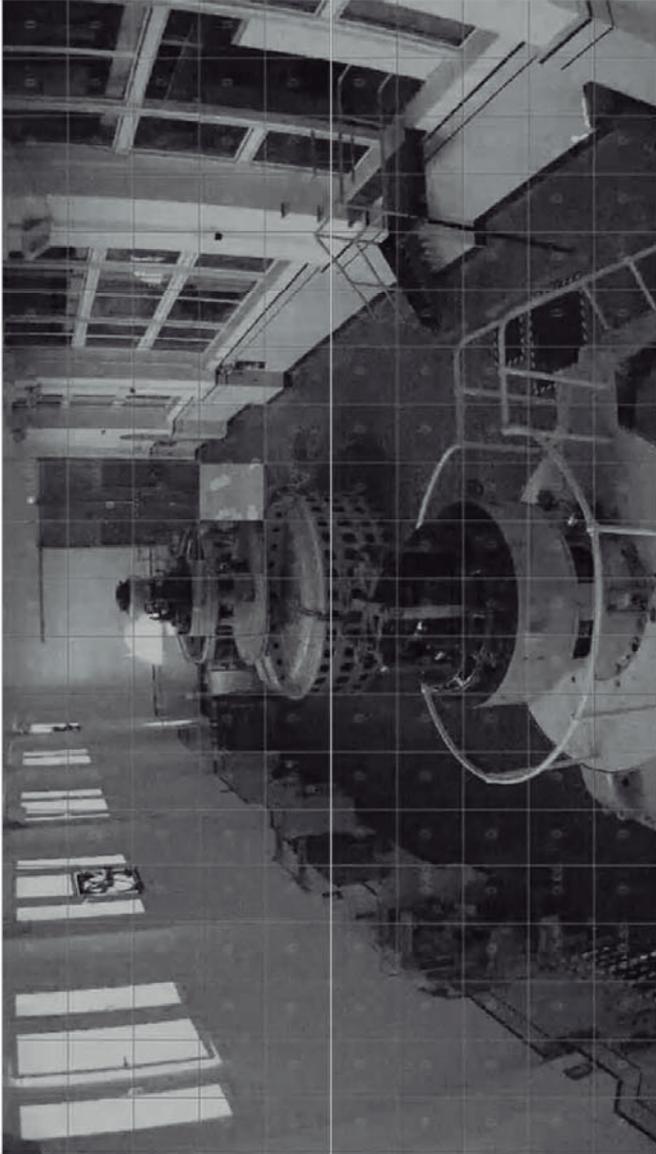


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**