



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 704 132 A2

(51) Int. Cl.: G04D 7/12 (2006.01)
G04F 13/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01982/10

(71) Requéérant:
The Swatch Group Research and Development Ltd.,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

(22) Date de dépôt: 26.11.2010

(72) Inventeur(s):
Michel Willemin, 2515 Prêles (CH)
Cédric Decosterd, 2503 Bienne (CH)
Thierry Hessler, 2024 St-Aubin (CH)
Thierry Conus, 2543 Lengnau (CH)

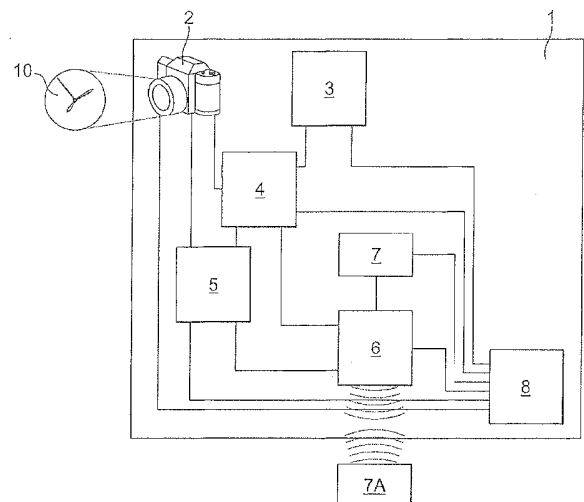
(43) Demande publiée: 31.05.2012

(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Procédé et dispositif de mesure de la précision d'une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique.**

(57) L'invention concerne un procédé de mesure de précision d'une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre (10) comportant un affichage visuel, selon lequel:

- on mémorise, en correspondance avec une source de référence temporelle (3), un premier instant auquel ledit affichage est dans une première position d'affichage correspondant à une première image, pour laquelle on détermine une première valeur d'affichage qui est stockée dans une mémoire (4) en corrélation avec ledit premier instant;
- après un intervalle de temps déterminé, on mémorise, en correspondance avec ladite source, un deuxième instant auquel ledit affichage est dans une deuxième position d'affichage correspondant à une deuxième image pour laquelle on détermine une deuxième valeur d'affichage qui est stockée dans ladite mémoire (4) en corrélation avec ledit deuxième instant;
- on calcule l'écart de marche dudit affichage, et on l'affiche sur des moyens de visualisation (7).



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé de mesure de précision d'au moins une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique, comportant au moins un dispositif d'affichage visuel.

[0002] L'invention concerne encore un dispositif de mise en œuvre de ce procédé.

[0003] L'invention concerne le domaine de l'horlogerie, et des dispositifs de vérification des performances de marche des pièces d'horlogerie.

Arrière-plan de l'invention

[0004] Il est souvent difficile, pour un utilisateur, d'évaluer la bonne marche d'une pièce d'horlogerie, et en particulier sa dérive dans le temps, qualifiée d'écart de marche. Il doit faire confiance au fabricant, pour connaître les caractéristiques de sa montre ou de sa pièce d'horlogerie.

[0005] Les performances d'une pièce d'horlogerie pouvant se dégrader dans le temps, notamment pour des questions de lubrification, ou encore en raison d'usages dans des conditions extrêmes.

[0006] On connaît l'apparition sur le marché de logiciels de mesure de la marche instantanée d'une montre mécanique, dont le principe consiste à mesurer les tic-tacs avec le micro du téléphone portable et d'en déduire la fréquence d'oscillation et donc la marche de la montre, ce qui fournit une estimation de son écart de marche. Toutefois la précision d'un tel système n'est pas encore très bonne, soit environ 5 secondes par jour, et il est délicat de l'utiliser, car il s'avère impossible de déceler le signal s'il y a du bruit de fond ambiant.

[0007] Tout en fournissant une alternative aux moyens de laboratoire professionnels utilisés jusqu'à présent, ces logiciels s'avèrent donc trop limités.

Résumé de l'invention

[0008] L'invention se propose de pallier les limites de l'art intérieur.

[0009] A cet effet, l'invention concerne un procédé de mesure de précision d'au moins une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique, comportant au moins un dispositif d'affichage visuel, caractérisé en ce que:

- on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un desdits au moins un dispositif d'affichage visuel de ladite pièce d'horlogerie;
- on mémorise, en correspondance avec une source de référence temporelle interne ou externe, un premier instant mesuré auquel ledit affichage est dans une première position d'affichage correspondant à une première image, et on détermine une première valeur d'affichage correspondant à ladite première image, laquelle première valeur d'affichage est stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant;
- après un intervalle de temps déterminé après ledit premier instant, on mémorise, en correspondance avec ladite source de référence temporelle, un deuxième instant mesuré auquel ledit affichage est dans une deuxième position d'affichage correspondant à une deuxième image, on détermine une deuxième valeur d'affichage correspondant à ladite deuxième image, laquelle deuxième valeur d'affichage est stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant;
- on calcule la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
- on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.

[0010] Dans une mise en œuvre particulière de ce procédé:

- on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un desdits au moins un dispositif d'affichage visuel de ladite pièce d'horlogerie;
- on effectue une première prise de vue photographique à un premier instant avec un appareil de prise de vue couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser une première image résultant de ladite première prise de vue qu'on traite, avec un analyseur d'image, pour déterminer une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit premier instant fourni par ladite source de référence temporelle;
- on effectue sur le même dit affichage expérimental, après un intervalle de temps déterminé après ladite première prise de vue, une deuxième prise de vue photographique à un deuxième instant avec le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle et doté des mêmes moyens d'enregistrement pour mémoriser une deuxième image résultant de ladite deuxième prise de vue qu'on traite, avec ledit analyseur d'image, pour déterminer une deuxième valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit deuxième instant fourni par ladite source de référence temporelle;
- on calcule, la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
- on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.

[0011] L'invention concerne encore un dispositif de mise en œuvre de ce procédé, caractérisé en ce qu'il comporte:

- une source de référence temporelle, constituée par une source de référence temporelle interne, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne audit dispositif;
- des moyens de calcul agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage, ou/et entre des repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle, ainsi que pour calculer un écart de marche;
- une autre unité de traitement de données agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul, ou/et des moyens de visualisation agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul.

[0012] Selon une caractéristique de l'invention, ce dispositif comporte:

- des moyens de prise de vue photographique ou/et cinématographique;
- une source de référence temporelle, constituée par une source de référence temporelle interne, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne audit dispositif;
- lesdits moyens de prise de vue photographique ou/et cinématographique étant couplés à ladite source de référence temporelle;
- des moyens d'enregistrement pour mémoriser des images résultant de prises de vue ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont effectuées lesdites prises de vue, lesdits repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle;
- des moyens d'analyse d'image, matériels ou/et logiciels, pour déterminer:
- la position dans l'espace d'indicateurs visibles sur chaque prise de vue effectuée;
- ou/et une valeur d'affichage du temps sur chaque prise de vue effectuée;
- des moyens de calcul agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage fournies par lesdits moyens d'analyse d'image, ou/et entre des repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle, ainsi que pour calculer un écart de marche;
- une autre unité de traitement de données agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul, ou/et des moyens de visualisation agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul.

[0013] Selon une caractéristique de l'invention, ce dispositif est constitué par un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» couplé à une source de référence temporelle interne ou externe.

Description sommaire des dessins

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés où:

- la fig. 1 représente, de façon schématisée, un dispositif de mise en œuvre de l'invention en regard d'une pièce d'horlogerie à un premier instant;
- la fig. 2 représente, de façon schématisée, un dispositif de mise en œuvre de l'invention en regard d'une pièce d'horlogerie à un deuxième instant;
- les fig. 3 et 4 représentent, de façon schématisée et partielle, un appareil de prise de vue, qui fait partie d'un dispositif de mise en œuvre de l'invention, en regard d'une pièce d'horlogerie, respectivement à un premier instant et à un deuxième instant décalés d'un multiple de douze heures.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0015] L'invention concerne le domaine de l'horlogerie, et des dispositifs de vérification des performances de marche des pièces d'horlogerie.

[0016] L'invention concerne un procédé de mesure de précision d'au moins une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique, comportant au moins un dispositif d'affichage visuel.

[0017] Selon l'invention, ce procédé comporte les étapes suivantes:

- on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un desdits au moins un dispositif d'affichage visuel de ladite pièce d'horlogerie, par exemple une aiguille des secondes, ou encore un ensemble de trois aiguilles d'heures, minutes et secondes, tel que visible sur les figures;
- on mémorise, en correspondance avec une source de référence temporelle interne ou externe, un premier instant mesuré auquel ledit affichage est dans une première position d'affichage correspondant à une première image, et on détermine une première valeur d'affichage correspondant à ladite première image, laquelle première valeur d'affichage est stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant;
- après un intervalle de temps déterminé après ledit premier instant, on mémorise, en correspondance avec ladite source de référence temporelle, un deuxième instant mesuré auquel ledit affichage est dans une deuxième position d'affichage

correspondant à une deuxième image, on détermine une deuxième valeur d'affichage correspondant à ladite deuxième image, laquelle deuxième valeur d'affichage est stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant;

- on calcule la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
- on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.

[0018] Dans une mise en œuvre particulière:

- on mémorise un premier instant auquel cet affichage est dans une première position d'affichage synchronisée en comparaison optique de la position d'affichage temporel de la pièce d'horlogerie avec une première image fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la synchroniser avec l'affichage réel de la pièce d'horlogerie, cette première image étant générée par un générateur d'image couplé à une source de référence temporelle interne ou externe,

- on mémorise un deuxième instant auquel cet affichage est dans une deuxième position d'affichage synchronisée en comparaison optique de la position d'affichage temporel de la pièce d'horlogerie avec une deuxième image fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la synchroniser avec l'affichage réel de la pièce d'horlogerie, cette deuxième image étant générée par ce même générateur d'image.

[0019] Dans une variante dans laquelle l'utilisateur est exempté de toute attention particulière lors des prises de vue:

- on effectue une première prise de vue photographique à un premier instant avec un appareil de prise de vue couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser une première image résultant de la première prise de vue ainsi que le repère temporel du premier instant fourni par la source de référence temporelle;

- l'utilisateur superpose à l'image de ladite première prise de vue photographique une première image générée par un générateur d'image, ladite première image étant fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la rendre similaire à ladite image de ladite première prise de vue, et on détermine ladite première valeur d'affichage correspondant à ladite première image, première valeur d'affichage que l'on stocke dans ladite mémoire en corrélation avec ledit premier instant;

- on effectue sur le même dit affichage expérimental, après un intervalle de temps déterminé après ladite première prise de vue, une deuxième prise de vue photographique à un deuxième instant avec le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle et doté des mêmes moyens d'enregistrement pour mémoriser une deuxième image résultant de ladite deuxième prise de vue ainsi que le repère temporel dudit deuxième instant fourni par ladite source de référence temporelle;

- l'utilisateur superpose à l'image de ladite deuxième prise de vue photographique une deuxième image générée par un générateur d'image, ladite deuxième image étant fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la rendre similaire à ladite image de ladite deuxième prise de vue, et on détermine ladite deuxième valeur d'affichage correspondant à ladite deuxième image, deuxième valeur d'affichage que l'on stocke dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant;

- on calcule la différence temporelle affichée entre la deuxième valeur d'affichage et la première valeur d'affichage;

- on calcule l'écart de marche de cet affichage expérimental, et on affiche cet écart de marche sur des moyens de visualisation.

[0020] De préférence, on ne stocke dans la mémoire que la première valeur d'affichage en corrélation avec ledit premier instant d'une part, et la deuxième valeur d'affichage en corrélation avec le deuxième instant d'autre part. La mémorisation des images associées n'est pas nécessaire à la mise en œuvre de l'invention, dans son exécution la plus simple décrite ici, à partir du moment où une image correspondant à un affichage particulier a été interprétée en une valeur d'affichage mise en mémoire.

[0021] Naturellement, si la capacité mémoire le permet et si l'utilisateur y trouve un intérêt, les images correspondantes peuvent être stockées et utilisées.

[0022] Dans cette version de base du procédé selon l'invention, sa mise en œuvre se fait avec un dispositif 1, de préférence intégré, qui comporte:

- une source de référence temporelle 3, constituée par une source de référence temporelle interne, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe 3A pour mettre à jour en permanence une horloge-relais 3 interne au dispositif 1;

- des moyens de calcul 6 agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage, ou/et entre des repères temporels étant fournis par cette source de référence temporelle 3, ainsi que pour calculer un écart de marche;

- une autre unité de traitement de données 7A agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par ces moyens de calcul 6, ou/et des moyens de visualisation 7 agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par ces moyens de calcul 6.

[0023] Dans une mise en œuvre préférée, car particulièrement économique, du procédé de mesure selon l'invention, on choisit et on utilise comme dispositif 1 un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» couplé à une source de référence temporelle 3 interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement 4 pour mémoriser des images ou/et des valeurs d'affichage correspondant à ces images, ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont attachées ces images, lesquels repères temporels sont fournis par la source de référence temporelle.

[0024] Il est ainsi possible, avec un équipement simple, courant, et de coût abordable, d'effectuer avec une bonne précision une mesure de type «Contrôle Officiel Suisse des Chronomètres» ci-après dénommé «COSC». Le procédé, dans le cas le plus général, consiste à mesurer l'état d'une montre mécanique en repérant la position des aiguilles à deux moments connus temporellement de manière précise.

[0025] Dans un premier mode de mise en œuvre de l'invention, il suffit que l'utilisateur synchronise sa montre avec une application représentant un cadran de montre sur lequel il peut positionner très précisément les aiguilles virtuelles. A cet effet, le logiciel et l'affichage propre à cette application sont agencés de façon à ce que la résolution soit au moins aussi bonne que celle des montres à évaluer. Le but est de pouvoir corriger l'affichage sur l'écran jusqu'à obtenir une parfaite corrélation avec la montre mécanique dont on souhaite mesurer la marche. Lorsque c'est le cas, une pression sur l'écran permet de prendre précisément l'état de la montre et l'heure du dispositif, notamment un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone». Afin de déterminer l'écart de marche il faut réitérer la manœuvre une seconde fois après un certain temps. Comme la mesure du temps est très précise sur un «iPhone®» ou un «smartphone», on connaît précisément la différence temporelle entre les deux mesures ainsi que les deux états de la montre. Il est donc facile de donner précisément le retard ou l'avance que prend la montre par comparaison. Afin d'avoir une mesure fiable, il est possible de répéter la mesure aussi souvent que l'utilisateur le désire. De plus, afin qu'elle soit cohérente, il faut définir un intervalle de temps minimum entre deux mesures consécutives.

[0026] Dans un second mode de mise en œuvre de l'invention, l'utilisateur prend une image avec l'appareil photo du téléphone portable ou de P«iPhone®» ou du «smartphone». Ensuite l'utilisateur positionne les aiguilles virtuelles par superposition afin de correspondre au temps réel représenté sur la photo. Il suffit de réitérer la manœuvre une seconde fois après un certain temps afin de connaître la précision de la marche de la montre. La référence de temps pour la période entre deux mesures est prise en même temps que la photo.

[0027] Dans ces deux modes de mise en œuvre, il est aussi possible de suivre l'évolution de la marche de chaque montre au fil du temps, ce qui permet de comparer différentes montres à différents moments de l'année ou d'observer une éventuelle détérioration d'une montre en fonction du temps.

[0028] Dans un mode particulier, et particulièrement précis, de mise en œuvre du procédé:

- on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un affichage visuel parmi ceux qui comportent cette pièce d'horlogerie;
- on effectue une première prise de vue photographique à un premier instant avec des moyens de prise de vue, de préférence un appareil de prise de vue couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser une première image résultant de la première prise de vue qu'on traite, avec un analyseur d'image, pour déterminer une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit premier instant fourni par ladite source de référence temporelle;
- on effectue sur le même dit affichage expérimental, après un intervalle de temps déterminé après ladite première prise de vue, une deuxième prise de vue photographique à un deuxième instant avec le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle et doté des mêmes moyens d'enregistrement pour mémoriser une deuxième image résultant de ladite deuxième prise de vue qu'on traite, avec ledit analyseur d'image, pour déterminer une deuxième valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit deuxième instant fourni par ladite source de référence temporelle;
- on calcule, de préférence avec des moyens de calcul, la différence temporelle affichée entre la deuxième valeur d'affichage et la première valeur d'affichage;
- on calcule l'écart de marche de cet affichage expérimental, et on affiche l'écart de marche sur des moyens de visualisation.

[0029] Pour la détermination de cet écart de marche, de préférence:

- on calcule la différence temporelle réelle entre le repère temporel du deuxième instant et le repère temporel du premier instant;
- on calcule l'écart de marche entre la différence temporelle affichée et la différence temporelle réelle;
- on calcule la précision comme le rapport, exprimé par exemple en secondes par jour, entre l'écart de marche au numérateur et la différence réelle au dénominateur.

[0030] De façon préférée, pour obtenir une bonne résolution quant à la précision de détermination de la première valeur d'affichage et de la deuxième valeur d'affichage par l'analyseur d'image, on choisit le premier instant de façon à ce que, sur l'affichage expérimental, l'affichage de chacune des grandeurs d'unités temporelles soit différencié de l'affichage des autres grandeurs d'unités temporelles, de façon à permettre une analyse d'image bien différenciée pour chaque unité de temps.

[0031] De la même façon, il est avantageux de choisir un intervalle de temps déterminé de façon à ce qu'au deuxième instant, il en soit de même. En particulier, quand l'affichage expérimental est un affichage par aiguilles, il est préférable de choisir des positions angulaires bien distinctes de ces aiguilles pour bien les différencier, lors du premier instant comme du deuxième instant, tel que visible sur les fig. 1 et 2.

[0032] Pour obtenir une valeur de précision de marche significative, de préférence on choisit cet intervalle de temps déterminé dans un rapport d'au moins mille à un par rapport au pas d'affichage de la plus petite valeur temporelle visible

sur le affichage expérimental. Naturellement on peut aussi, surtout pour le cas d'une observation de longue durée, de l'ordre d'un jour, choisir un facteur bien supérieur, supérieur ou égal à 10 000 par exemple.

[0033] Dans une application préférée, on choisit cet intervalle de temps déterminé supérieur ou égal à un demi-jour, ou supérieur ou égal à un jour, de façon à obtenir des valeurs comparables avec celles délivrées par les bureaux de chronométrie. Le choix d'un multiple exact de douze heures permet, en général, un retour de l'affichage, en position finale, à une position comparable à la position initiale.

[0034] Toutefois, le procédé reste applicable, avec des résultats très satisfaisants par rapport à l'art antérieur, pour des durées beaucoup plus courtes, de l'ordre de la minute ou de l'heure par exemple.

[0035] Pour lisser l'influence des paramètres externes, on peut encore effectuer une succession de cycles:

- dans le cas général, on effectue une succession de cycles de mémorisation d'une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant, et d'une deuxième valeur d'affichage stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant, et on mémorise les résultats des calculs de différence affichée, de différence réelle, d'écart de marche, de précision, et on calcule une précision moyenne;

- dans le cas où on effectue des prises de vue, on effectue une succession de cycles de premières prises de vue et deuxièmes prises de vue, et on mémorise les résultats des calculs de différence affichée, de différence réelle, d'écart de marche, de précision, pour calculer une précision moyenne, soit par moyennage des valeurs de précision, soit par quotient de l'écart de marche cumulé au cumul de différence de temps.

[0036] Dans le cadre d'une production, il est avantageux d'appliquer le procédé à une pluralité de pièces d'horlogerie, sur lesquelles on effectue chaque cycle de mémorisation d'une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant, et d'une deuxième valeur d'affichage stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant, dans les mêmes conditions, et pour lesquelles on calcule pour chacune sa précision, et, dans le cas où on effectue des prises de vue, on effectue ces prises de vue dans les mêmes conditions, et pour lesquelles on calcule pour chacune sa précision, ce qui permet ensuite de comparer les précisions des différentes pièces d'horlogerie, pour classer ces pièces d'horlogerie dans différentes catégories de précision.

[0037] Dans une variante intéressante de mise en œuvre du procédé selon l'invention, on l'applique à une pluralité de pièces d'horlogerie sur lesquelles on effectue en même temps des prises de vue dans les mêmes conditions, et pour lesquelles on calcule pour chacune sa précision, en utilisant des moyens de discrimination d'image pour traiter les prises de vue de chaque pièce d'horlogerie indépendamment l'une de l'autre, et en utilisant des moyens de pilotage de ces moyens d'analyse d'image et de ces moyens de calcul, ces moyens de pilotage étant agencés pour affecter les résultats de calcul d'écart de marche à chacune de ces pièces d'horlogerie.

[0038] Dans ce cas, il est utile de choisir une des pièces d'horlogerie sous forme d'une montre-étalon ou d'une pendule-étalon.

[0039] Dans une variante de ce procédé de mesure:

- on prolonge la deuxième prise de vue par une prise de vue cinématographique par le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle, qu'on couple à l'analyseur d'image pour cesser la prise de vue quand l'analyseur perçoit une image, tel que visible sur la fig. 4, identique à celle qu'il a perçue au premier instant représentée sur la fig. 3;

- on mémorise un troisième instant correspondant à celui auquel l'analyseur d'image commande l'arrêt de la prise de vue, ainsi que le repère temporel du troisième instant fourni par la source de référence temporelle;

- on calcule une différence périodique entre le repère temporel du troisième instant et le repère temporel du premier instant;

- on calcule un écart de période entre la différence périodique et une période théorique à laquelle l'affichage est supposé revenir dans la même position;

- on calcule la précision comme le rapport entre l'écart de période et la période théorique.

[0040] On comprend que, dans cette variante avantageuse du procédé selon l'invention, l'intervalle de temps déterminé, après lequel on effectue la saisie de la deuxième image au deuxième instant, est un intervalle de temps minimum déterminé par l'utilisateur, en fonction de la durée d'expérimentation qu'il souhaite, par exemple un jour.

[0041] Dans une autre variante, l'ensemble des prises de vue est effectuée sous forme de prise de vue cinématographique, le premier instant est déterminé au vol, de façon aléatoire, ou bien de façon semi-aléatoire pour veiller à ces que les indicateurs d'affichage, notamment aiguilles, soient bien visibles, et le deuxième instant est déterminé par l'analyseur d'image dès qu'il capte une nouvelle image identique à celle mémorisée au premier instant.

[0042] Dans une autre variante encore de la version de prise de vue cinématographique, l'analyseur d'image est piloté par un système de pilotage, qui laisse passer plusieurs fois des images identiques à celle du premier instant, et décompte le nombre des passages. Il est ainsi possible d'effectuer l'analyse sur une durée sensiblement plus longue, par exemple sur toute la réserve de marche de la pièce d'horlogerie. Il est également possible, et intéressant, d'enchaîner les analyses, de façon à déterminer l'influence du désarmage du barillet sur l'écart de marche de la pièce d'horlogerie.

[0043] Dans une mise en œuvre préférée, car particulièrement économique, du procédé de mesure selon l'invention, on choisit et on utilise comme appareil de prise de vue un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser des images

résultant de prises de vue ou/et des valeurs d'affichage correspondant à ces images, ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont effectuées les prises de vue, lesquels repères temporels sont fournis par la source de référence temporelle.

[0044] Selon ce procédé de mesure, on choisit et on utilise comme source de référence temporelle, ou bien une source interne au dispositif d'analyse, comme une horloge, ou bien une source temporelle externe émettant un signal périodique ou un signal GPS, ou radio, ou similaire.

[0045] L'invention concerne encore un dispositif 1 de mise en œuvre du procédé, qui comporte:

- des moyens de prise de vue 2 photographique ou/et cinématographique d'une pièce d'horlogerie 10;
- une source de référence temporelle 3, constituée par une source de référence temporelle interne, tel que visible sur la fig. 1, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe 3A, tel que visible sur la fig. 2, pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne 3 au dispositif;
- les moyens de prise de vue 2 photographique ou/et cinématographique étant couplés à la source de référence temporelle 3;
- des moyens d'enregistrement 4 pour mémoriser des images résultant de prises de vue ou/et des valeurs d'affichage correspondant à ces images, ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont effectuées les prises de vue, les repères temporels étant fournis par la source de référence temporelle 3;
- des moyens d'analyse d'image 5, matériels ou/et logiciels, pour déterminer:
 - la position dans l'espace d'indicateurs visibles sur chaque prise de vue effectuée;
 - ou/et une valeur d'affichage du temps sur chaque prise de vue effectuée;
- des moyens de calcul 6 agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage fournies par les moyens d'analyse d'image 5, ou/et entre des repères temporels étant fournis par la source de référence temporelle 3, ainsi que pour calculer un écart de marche;
- et, pour l'exploitation des résultats, une autre unité de traitement de données 7A telle que visible sur la fig. 1 agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par les moyens de calcul, en général externe au dispositif 1, ou/et des moyens de visualisation 7 de préférence incorporés au dispositif 1 comme sur la fig. 2 agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par les moyens de calcul.

[0046] En particulier, les moyens d'analyse d'image 5 doivent comporter les modules matériels ou/et logiciels propres à l'interprétation de l'affichage de chaque pièce d'horlogerie concernée. En effet, si de préférence ces moyens d'analyse d'image 5 sont dédiés à une configuration classique d'une pièce d'horlogerie 10 avec trois aiguilles au centre d'un cadran, ils doivent pouvoir traiter le cas des affichages déportés, des affichages de type rétrograde ou sautant, des affichages numériques, ou autres. De ce fait, si l'invention est conçue préférentiellement pour la vérification de pièces d'horlogerie mécaniques, elle est applicable à tout type de pièce d'horlogerie comportant un affichage visuel.

[0047] Les moyens d'analyse d'image 5 comportent encore, avantageusement, des moyens agencés pour prendre en compte la position géométrique des moyens d'affichage de la pièce d'horlogerie 10.

[0048] De façon préférée, ce dispositif 1 comporte des moyens de pilotage 7 agencés pour coordonner, en référence à la source de référence temporelle 3, le traitement et l'analyse des moyens de prise de vue 2, des moyens d'enregistrement 4, des moyens d'analyse d'image 5, des moyens de calcul 6, pour délivrer aux moyens de signalisation 7 ou/et à une autre unité de traitement de données 7A un écart de marche calculé par les moyens de calcul 6.

[0049] Pour une application particulière relative à l'observation simultanée de plusieurs pièces d'horlogerie, le dispositif 1 comporte des moyens de discrimination d'image, de préférence intégrés aux moyens d'analyse d'image 5 ou/et aux moyens de calcul 6, pour traiter les prises de vue effectuées simultanément de plusieurs pièces d'horlogerie indépendamment l'une de l'autre, et il comporte des moyens de pilotage 7 des moyens d'analyse d'image 5 et des moyens de calcul 6, ces moyens de pilotage 7 étant agencés pour affecter les résultats de calcul d'écart de marche à chacune des pièces d'horlogerie. Naturellement, dans ce cas, les moyens d'analyse d'image 5 doivent comporter les modules matériels ou/et logiciels propres à l'interprétation de l'affichage de chacune des pièces d'horlogerie.

[0050] Dans une application préférée, la source de référence temporelle 3 comporte des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe 3A pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne au dispositif, la source de référence temporelle externe 3A étant constituée par un réseau émetteur de signal GPS, ou par un réseau téléphonique délivrant un signal périodique, ou par une horloge-mère émettrice d'un signal hertzien ou radio.

[0051] De préférence, ce dispositif 1 est constitué par un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» couplé à une telle source de référence temporelle 3 interne ou externe.

[0052] En somme, le système proposé équivaut à une mesure de type COSC. Il consiste, dans son application la plus courante, à mesurer l'état d'une montre mécanique en repérant la position de l'aiguille des secondes à deux moments connus ou déterminables temporellement de manière précise. Il utilise l'appareil photographique du téléphone pour prendre une image du cadran tout en enregistrant l'heure à laquelle l'image est prise. La précision sur le temps est influencée par le temps de pose et le nombre d'alternances du mouvement. Par un logiciel de reconnaissance visuelle, la position de

l'aiguille des secondes, ainsi que celle des autres aiguilles si nécessaire, est déterminée avec une bonne précision, typiquement de l'ordre de 0.1 seconde, et donc l'état de la montre est connu à mieux que ± 0.5 seconde près. Sachant qu'un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» a accès à des références de temps très précises comme celle fournie par le GPS, la précision sur l'intervalle de temps entre deux prises d'image est déterminée par celle de la prise de vue. En supposant par exemple que l'utilisateur photographie sa montre à un intervalle de 1 jour, il peut donc mesurer la marche de sa montre avec une précision inférieure à 1 seconde par jour.

[0053] L'invention permet donc de fournir à l'utilisateur la possibilité de mesurer la précision de sa montre mécanique en utilisant son téléphone portable ou son «iPhone®» ou un «smartphone», ceci en prenant deux photos du cadran de sa montre à un intervalle de temps de l'ordre du jour. Les moyens d'analyse d'image comportent un logiciel d'analyse, qui reconnaît alors visuellement la position de l'aiguille des secondes et en déduit la marche moyenne de la montre, avec, comme référence de temps, une horloge précise, comme par exemple celle fournie par le signal GPS.

[0054] L'invention permet aussi au fabricant, avec des moyens de résolution supérieure à celle d'un téléphone portable, de qualifier rapidement et très économiquement sa production.

Revendications

1. Procédé de mesure de précision d'au moins une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique, comportant au moins un dispositif d'affichage visuel, caractérisé en ce que:
 - on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un desdits au moins un dispositif d'affichage visuel de ladite pièce d'horlogerie;
 - on mémorise, en correspondance avec une source de référence temporelle interne ou externe, un premier instant mesuré auquel ledit affichage est dans une première position d'affichage correspondant à une première image, et on détermine une première valeur d'affichage correspondant à ladite première image, laquelle première valeur d'affichage est stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant;
 - après un intervalle de temps déterminé après ledit premier instant, on mémorise, en correspondance avec ladite source de référence temporelle, un deuxième instant mesuré auquel ledit affichage est dans une deuxième position d'affichage correspondant à une deuxième image, on détermine une deuxième valeur d'affichage correspondant à ladite deuxième image, laquelle deuxième valeur d'affichage est stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant;
 - on calcule la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
 - on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.
2. Procédé de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que:
 - on mémorise un premier instant auquel ledit affichage est dans une première position d'affichage synchronisée en comparaison optique de la position d'affichage temporel de ladite pièce d'horlogerie avec une première image fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la synchroniser avec l'affichage réel de ladite pièce d'horlogerie, ladite première image étant générée par un générateur d'image couplé à une source de référence temporelle interne ou externe,
 - on mémorise un deuxième instant auquel ledit affichage est dans une deuxième position d'affichage synchronisée en comparaison optique de la position d'affichage temporel de ladite pièce d'horlogerie avec une deuxième image fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la synchroniser avec l'affichage réel de ladite pièce d'horlogerie, ladite deuxième image étant générée par ledit générateur d'image.
3. Procédé de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que:
 - on effectue une première prise de vue photographique à un premier instant avec un appareil de prise de vue couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser une première image résultant de ladite première prise de vue ainsi que le repère temporel dudit premier instant fourni par ladite source de référence temporelle;
 - l'utilisateur superpose à l'image de ladite première prise de vue photographique une première image générée par un générateur d'image, ladite première image étant fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la rendre similaire à ladite image de ladite première prise de vue, et on détermine ladite première valeur d'affichage correspondant à ladite première image, première valeur d'affichage que l'on stocke dans ladite mémoire en corrélation avec ledit premier instant;
 - on effectue sur le même dit affichage expérimental, après un intervalle de temps déterminé après ladite première prise de vue, une deuxième prise de vue photographique à un deuxième instant avec le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle et doté des mêmes moyens d'enregistrement pour mémoriser une deuxième image résultant de ladite deuxième prise de vue ainsi que le repère temporel dudit deuxième instant fourni par ladite source de référence temporelle;
 - l'utilisateur superpose à l'image de ladite deuxième prise de vue photographique une deuxième image générée par un générateur d'image, ladite deuxième image étant fournie à la demande de l'utilisateur, qui peut en modifier la position à volonté pour la rendre similaire à ladite image de ladite deuxième prise de vue, et on détermine ladite

- deuxième valeur d'affichage correspondant à ladite deuxième image, deuxième valeur d'affichage que l'on stocke dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant;
- on calcule la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
 - on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.
4. Procédé de mesure de précision d'au moins une pièce d'horlogerie, notamment d'une montre mécanique, comportant au moins un dispositif d'affichage visuel, selon la revendication 1, caractérisé en ce que:
 - on sélectionne en tant qu'affichage expérimental un desdits au moins un dispositif d'affichage visuel de ladite pièce d'horlogerie;
 - on effectue une première prise de vue photographique à un premier instant avec un appareil de prise de vue couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser une première image résultant de ladite première prise de vue, qu'on traite, avec un analyseur d'image, pour déterminer une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit premier instant fourni par ladite source de référence temporelle;
 - on effectue sur le même dit affichage expérimental, après un intervalle de temps déterminé après ladite première prise de vue, une deuxième prise de vue photographique à un deuxième instant avec le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle et doté des mêmes moyens d'enregistrement pour mémoriser une deuxième image résultant de ladite deuxième prise de vue qu'on traite, avec ledit analyseur d'image, pour déterminer une deuxième valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec le repère temporel dudit deuxième instant fourni par ladite source de référence temporelle;
 - on calcule la différence temporelle affichée entre ladite deuxième valeur d'affichage et ladite première valeur d'affichage;
 - on calcule l'écart de marche dudit affichage expérimental, et on affiche ledit écart de marche sur des moyens de visualisation.
 5. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on calcule la différence temporelle réelle entre ledit repère temporel dudit deuxième instant et ledit repère temporel dudit premier instant;
 - on calcule ledit écart de marche entre ladite différence temporelle affichée et ladite différence temporelle réelle;
 - on calcule la précision comme le rapport entre ledit écart de marche et ladite différence réelle.
 6. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on choisit ledit premier instant de façon à ce que, sur ledit affichage expérimental, l'affichage de chacune des grandeurs d'unités temporelles soit différencié de l'affichage des autres grandeurs d'unités temporelles, de façon à permettre une analyse d'image bien différenciée pour chaque unité de temps.
 7. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on choisit ledit intervalle de temps déterminé dans un rapport d'au moins mille à un par rapport au pas d'affichage de la plus petite valeur temporelle visible sur ledit affichage expérimental.
 8. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on choisit ledit intervalle de temps déterminé supérieur ou égal à un jour.
 9. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on effectue une succession de cycles de mémorisation d'une première valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant, et d'une deuxième valeur d'affichage stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant, et on mémorise les résultats des calculs de différence affichée, de différence réelle, d'écart de marche, de précision, et on calcule une précision moyenne.
 10. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
 - on l'applique à une pluralité de pièces d'horlogerie sur lesquelles on effectue chaque cycle de mémorisation d'une valeur d'affichage stockée dans une mémoire en corrélation avec ledit premier instant, et d'une deuxième valeur d'affichage stockée dans ladite mémoire en corrélation avec ledit deuxième instant, dans les mêmes conditions, et pour lesquelles on calcule pour chacune sa précision,
 - on compare les précisions desdites pièces d'horlogerie pour classer lesdites pièces d'horlogerie dans différentes catégories de précision.
 11. Procédé de mesure selon la revendication 4, caractérisé en ce que:
 - on l'applique à une pluralité de pièces d'horlogerie sur lesquelles on effectue en même temps lesdites prises de vue dans les mêmes conditions, et pour lesquelles on calcule pour chacune sa précision, en utilisant des moyens de discrimination d'image pour traiter les prises de vue de chaque pièce d'horlogerie indépendamment l'une de l'autre, et en utilisant des moyens de pilotage desdits moyens d'analyse d'image et desdits moyens de calcul, lesdits moyens de pilotage agencés pour affecter les résultats de calcul d'écart de marche à chacune desdites pièces d'horlogerie.
 12. Procédé de mesure selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que:

- on choisit une desdites pièces d'horlogerie sous forme d'une montre-étalon ou d'une pendule-étalon.
13. Procédé de mesure selon la revendication 4, caractérisé en ce que:
- on prolonge ladite deuxième prise de vue par une prise de vue cinématographique par le même appareil de prise de vue couplé à la même source de référence temporelle, qu'on couple audit analyseur d'image pour cesser la prise de vue quand ledit analyseur perçoit une image identique à celle qu'il a perçue audit premier instant;
 - on mémorise un troisième instant correspondant à celui auquel ledit analyseur d'image commande l'arrêt de la prise de vue, ainsi que le repère temporel dudit troisième instant fourni par ladite source de référence temporelle;
 - on calcule une différence périodique entre ledit repère temporel dudit troisième instant et ledit repère temporel dudit premier instant;
 - on calcule un écart de période entre ladite différence périodique et une période théorique à laquelle l'affichage est supposé revenir dans la même position;
 - on calcule la précision comme le rapport entre ledit écart de période et ladite période théorique.
14. Procédé de mesure selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que:
- on choisit et on utilise comme dit appareil de prise de vue un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smart-phone» couplé à une source de référence temporelle interne ou externe et doté de moyens d'enregistrement pour mémoriser des images résultant de prises de vue ou/et des valeurs d'affichage correspondant à ces images, ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont effectuées lesdites prises de vue, lesquels repères temporels sont fournis par ladite source de référence temporelle.
15. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que:
- on choisit et on utilise comme dite source de référence temporelle une source temporelle externe émettant un signal périodique ou un signal GPS.
16. Dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte:
- une source de référence temporelle, constituée par une source de référence temporelle interne, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne audit dispositif;
 - des moyens de calcul agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage, ou/et entre des repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle, ainsi que pour calculer un écart de marche;
 - une autre unité de traitement de données agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul, ou/et des moyens de visualisation agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul.
17. Dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 4 ou 11 ou 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte:
- des moyens de prise de vue photographique ou/et cinématographique;
 - une source de référence temporelle, constituée par une source de référence temporelle interne, ou bien par des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne audit dispositif;
 - lesdits moyens de prise de vue photographique ou/et cinématographique étant couplés à ladite source de référence temporelle;
 - des moyens d'enregistrement pour mémoriser des images résultant de prises de vue ou/et des valeurs d'affichage correspondant à ces images, ainsi que les repères temporels des instants auxquels sont effectuées lesdites prises de vue, lesdits repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle;
 - des moyens d'analyse d'image, matériels ou/et logiciels, pour déterminer:
 - la position dans l'espace d'indicateurs visibles sur chaque prise de vue effectuée;
 - ou/et une valeur d'affichage du temps sur chaque prise de vue effectuée;
 - des moyens de calcul agencés pour calculer des différences temporelles entre des valeurs d'affichage fournies par lesdits moyens d'analyse d'image, ou/et entre des repères temporels étant fournis par ladite source de référence temporelle, ainsi que pour calculer un écart de marche;
 - une autre unité de traitement de données agencée pour mémoriser et traiter au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul, ou/et des moyens de visualisation agencés pour afficher au moins un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul.
18. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de pilotage agencés pour coordonner, en référence à ladite source de référence temporelle, le traitement et l'analyse desdits moyens de prise de vue, desdits moyens d'enregistrement, desdits moyens d'analyse d'image, desdits moyens de calcul, pour délivrer auxdits moyens de signalisation ou/et à une autre unité de traitement de données un écart de marche calculé par lesdits moyens de calcul.
19. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de discrimination d'image pour traiter les prises de vue effectuées simultanément de plusieurs pièces d'horlogerie indépendamment l'une de l'autre, et en ce qu'il comporte des moyens de pilotage desdits moyens d'analyse d'image et desdits moyens de

CH 704 132 A2

calcul, lesdits moyens de pilotage agencés pour affecter les résultats de calcul d'écart de marche à chacune desdites pièces d'horlogerie.

20. Dispositif selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que ladite source de référence temporelle comporte des moyens de réception et de traitement agencés pour recevoir et traiter des signaux émis par une source temporelle externe pour mettre à jour en permanence une horloge-relais interne audit dispositif, ladite source de référence temporelle externe étant constituée par un réseau émetteur de signal GPS, ou par un réseau téléphonique délivrant un signal périodique, ou par une horloge-mère émettrice d'un signal hertzien ou radio.
21. Dispositif selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que ladite source de référence temporelle est interne et constituée par une horloge que comporte ledit dispositif.
22. Dispositif selon l'une des revendications 16 à 21, caractérisé en ce qu'il est constitué par un téléphone portable ou un «iPhone®» ou un «smartphone» couplé à une source de référence temporelle interne ou externe.

Fig. 1

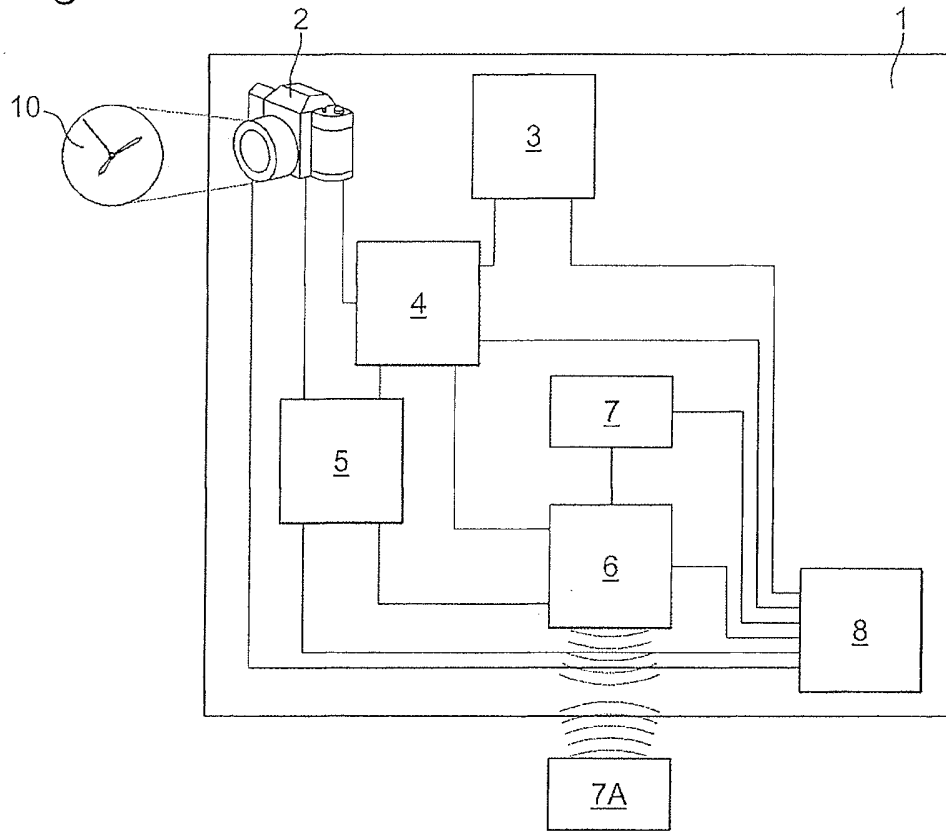


Fig. 2

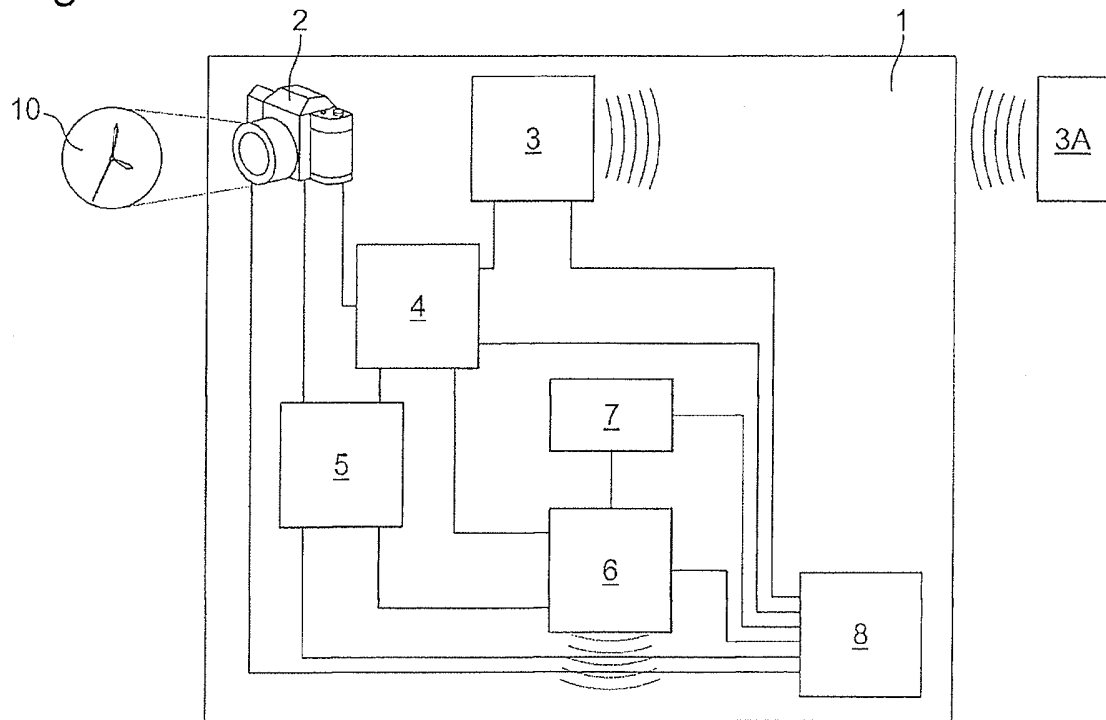


Fig. 3

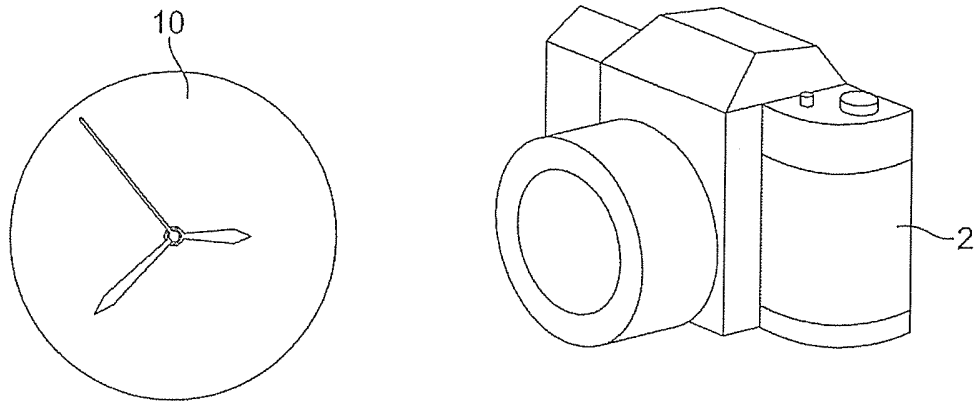


Fig. 4

