



(11)

EP 3 676 670 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.06.2021 Bulletin 2021/22

(51) Int Cl.:
G04C 17/00 (2006.01) G04G 9/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18752596.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2018/051861

(22) Date de dépôt: **20.07.2018**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/043307 (07.03.2019 Gazette 2019/10)

(54) **EQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE D'HORLOGERIE INDIQUANT L'HEURE ET L'AZIMUT DU SOLEIL
AU MOYEN D'UNE UNIQUE AIGUILLE INDICATRICE**

ELEKTRONISCHE UHR MIT ANZEIGE DER ZEIT UND DES SONNENSTANDES MITTELS EINER
EINZIGEN ZEIGERS

ELECTRONIC TIMEPIECE DEVICE INDICATING THE TIME AND THE AZIMUTH OF THE SUN BY
MEANS OF A SINGLE INDICATOR HAND

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **31.08.2017 FR 1758019**

(43) Date de publication de la demande:
08.07.2020 Bulletin 2020/28

(73) Titulaire: **Sauzay, Marc
1974 Arbaz (CH)**

(72) Inventeur: **Sauzay, Marc
1974 Arbaz (CH)**

(74) Mandataire: **Verriest, Philippe et al
Cabinet Germain & Maureau
12, rue Boileau
BP 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-2005/111743 JP-A- H10 332 376
KR-A- 20060 112 770 US-A1- 2013 116 967**

EP 3 676 670 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un équipement électronique d'horlogerie permettant d'indiquer l'heure légale courante du lieu où l'équipement est situé et des informations astronomiques. Il peut notamment s'agir d'informations astronomiques à caractère scientifique, soit générales soit associées à ce lieu.

[0002] Un tel équipement d'horlogerie peut par exemple se présenter sous la forme d'une montre. Par « montre », on entend une pièce d'horlogerie de taille suffisamment petite pour être portée sur le corps par opposition aux pièces d'horlogerie de grande taille telles que les horloges astronomiques. Il peut notamment s'agir d'une montre munie d'un bracelet lui permettant d'être portée au poignet.

[0003] Outre l'heure légale en le lieu courant où est située la montre, l'indication d'informations astronomiques est recherchée par certains horlogers. Il peut s'agir de la position d'astres du système solaire à la date courante par rapport à la Terre et par rapport aux constellations du zodiaque, ou encore des phases de la Lune, de l'équation du temps ou même parfois des instants de lever et du coucher du Soleil.

[0004] Une montre qui répond au moins partiellement à ce besoin est la montre-bracelet mécanique de la société Ulysse Nardin S.A., connue sous la dénomination commerciale « Planétarium Copernicus ».

[0005] Cette montre mécanique comporte un planétarium qui indique en permanence les positions, vues du pôle nord de l'écliptique, du Soleil, de la Lune et de cinq planètes autres que la Terre, par rapport à cette dernière et au zodiaque. Mais ces positions ne correspondent pas à la réalité du système solaire au moins en raison du non-respect des dimensions des orbites et n'ont donc pas de caractère scientifique. La montre indique aussi les phases de la Lune et la date courante.

[0006] Pour pouvoir réaliser de telles fonctions de manière mécanique, la montre Ulysse Nardin est munie d'un mécanisme extrêmement complexe, très compact et d'une bonne précision qui en fait une montre très onéreuse.

[0007] D'autre part, compte tenu du nombre d'informations affichées, la lecture de ces informations n'est pas toujours aisée et bien qu'il ait été recherché à réduire le plus possible l'encombrement, cette montre est malgré tout nettement plus volumineuse qu'une montre-bracelet classique.

[0008] Afin de répondre à ces problématiques, il a déjà été proposé une montre-bracelet divulguée dans le document EP-A1-0949549. Cette montre comprend notamment une aiguille des heures et une aiguille des minutes qui se déplacent au-dessus d'un cadran qui porte à sa périphérie une graduation en heures et en minutes et à l'intérieur de celle-ci les symboles des douze signes du zodiaque. Cette montre comprend également une lunette tournante portant les symboles des planètes du système solaire. Lorsque l'utilisateur souhaite connaître la

position par rapport aux constellations du zodiaque d'une planète du système solaire, il tourne la lunette jusqu'à ce que le symbole de l'astre qui l'intéresse se trouve à 12 heures et il presse ensuite sur une tige de commande.

A ce moment, l'aiguille des minutes se déplace pour venir se placer dans la position où elle indique simultanément le signe du zodiaque dans lequel se trouve l'astre en question et la position approximative de ce dernier à l'intérieur dudit signe du zodiaque, en utilisant les douze signes du zodiaque et la graduation en heures et en minutes du cadran de la montre. S'il le désire, l'utilisateur peut répéter les mêmes opérations pour un ou plusieurs autres astres.

[0009] Un inconvénient majeur de cette montre est qu'elle n'est pas apte à fournir une information qui permette à son utilisateur de trouver de façon simple et rapide la position de l'astre qui l'intéresse dans le ciel. En effet, cette montre fournit uniquement une indication de la position d'un astre donné par rapport aux constellations du zodiaque. Si l'utilisateur veut ensuite voir l'astre en question dans le ciel, il faudra qu'il repère tout d'abord la constellation du zodiaque qui lui a été désignée par la montre. Cela suppose que l'utilisateur soit à même de reconnaître les agrégats d'étoiles correspondant aux différentes constellations, ce qui n'est pas à la portée de tout utilisateur.

[0010] Pour permettre à un utilisateur de savoir à tout moment, lorsqu'il le désire, quelle est la position d'un corps céleste dans le ciel et de pouvoir repérer facilement la position de ce corps dans le ciel sans exiger de connaissances particulières en astronomie, le document EP-A1-1498790 décrit une montre astronomique comprenant des moyens de sélection d'un corps céleste et des moyens pour déterminer la position du corps céleste dans le ciel et faire indiquer cette position par des moyens d'affichage. La montre comprend un cadran rotatif sur lequel est représentée une carte du ciel. Les aiguilles ont une forme telle que leur intersection permet de désigner n'importe quel point de la carte du ciel représentée sur le cadran, le point particulier étant indiqué en commandant le déplacement des aiguilles des heures et des minutes.

[0011] Contrairement à la montre Ulysse Nardin, les montres astronomiques décrites dans le document EP-A1-0949549 et dans le document EP-A1-1498790 présentent l'avantage d'être au moins partiellement électroniques en étant munies d'une unité de traitement contenant un processeur et associée à une mémoire de données dans laquelle sont stockés tous les paramètres concernant le zodiaque et les mouvements relatifs des astres par rapport à la Terre, les calculs à effectuer par le processeur pour déterminer les positions des astres en utilisant des paramètres correspondant à un algorithme effectué par le processeur. Cela permet d'abaisser le prix et l'encombrement de telles montres astronomiques par comparaison avec les montres mécaniques.

[0012] Toutefois, ces montres astronomiques restent complexes et la lecture n'est pas aisée. D'autre part, elle

présente l'inconvénient de devoir sélectionner l'astre à afficher avant de réaliser un affichage sélectif de cet astre uniquement. Ces opérations doivent être répétées pour tous les astres que l'on souhaite voir affichés, ce qui est peu pratique. De plus, de tels affichages séquentiels astre par astre ne permettent pas de donner une représentation globale instantanée de l'ensemble de la voute céleste.

[0013] Le document CH658763 décrit un mécanisme offrant une représentation du ciel étoilé et permettant d'informer sur la position des principaux astres et sur certains phénomènes astronomiques. Si cette solution permet certes d'offrir une représentation globale de l'ensemble de la voute céleste à l'instant courant, elle repose une fois encore sur un mécanisme très complexe et encombrant, onéreux de surcroît.

[0014] D'autre part, toutes les montres astronomiques décrites précédemment sont destinées à une lecture des informations en un lieu précis et sont erronées dans le reste du monde. Cela implique qu'il faut connaître la situation de l'utilisateur et construire un mouvement spécialement pour ce lieu. Certaines montres nécessitent une initialisation de la position des aiguilles et du cadran et imposent à l'utilisateur de renseigner l'heure de l'endroit où il se trouve.

[0015] Enfin, elles reposent toutes sur le principe de renseigner l'heure légale via une graduation horaire classique où midi est situé en partie supérieure du cadran. Cela présente l'inconvénient, pour l'utilisateur, que le cadran est totalement dissocié de l'aspect réel du ciel, ce qui est peu instinctif. Il s'agit en réalité plutôt d'un tour de force mécanique que d'un objet d'ordre astronomique.

[0016] Par ailleurs, le document EP-A2-1611489 décrit un dispositif horaire comprenant un premier cadran extérieur gradué régulièrement en vingt-quatre heures parcouru par une aiguille tournant régulièrement, également, en vingt-quatre heures pour indiquer l'heure légale sur le premier cadran, et un second cadran intérieur gradué partiellement en heures prétendument solaires, l'heure solaire moyenne étant indiquée par ladite aiguille; les premier et second cadrans étant ajustables l'un par rapport à l'autre.

[0017] Toutefois, le dispositif horaire décrit dans le document EP-A2-1611489 ne tient pas compte de l'équation du temps, ce qui implique un ajustage manuel à tout instant. De plus, il ne tient pas compte ni de la longitude du lieu où le dispositif est situé, ni de sa latitude, ce qui a pour conséquence d'aggraver l'écart entre la prétendue direction du Soleil et celle de l'aiguille horaire. Il en résulte que ce dispositif horaire est rudimentaire et imprécis. Ce dispositif horaire ne permet, en tous cas, aucune approche d'ordre scientifique.

[0018] Enfin, on connaît le document US 2013/116967 A1. Ce document décrit un équipement électronique d'horlogerie permettant d'indiquer l'heure légale courante du lieu où l'équipement est situé et des informations astronomiques, l'équipement électronique d'horlogerie comprenant une unité électronique de traitement munie

d'au moins un processeur configurée de sorte à périodiquement déterminer des premiers paramètres de géolocalisation associés au lieu où l'unité électronique de traitement est située et des seconds paramètres concernant l'heure légale courante associée réglementairement à ce lieu, et établir, en fonction des premiers et seconds paramètres ainsi déterminés, des coordonnées horizontales locales du Soleil en ce lieu à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans une mémoire de l'unité électronique de traitement, les coordonnées horizontales locales comprenant au moins l'azimut du Soleil.

[0019] L'équipement décrit dans ce document comporte aussi un cadran muni d'un boîtier renfermant tout ou partie de l'unité électronique de traitement et équipé d'un système d'affichage visualisant au moins un indicateur ayant une orientation variable dans le temps telle que l'angle formé entre l'aiguille indicatrice et un premier axe fixe de référence du cadran est égal, à chaque instant, à l'azimut du Soleil établi par l'unité de traitement.

[0020] La présente invention vise à résoudre tout ou partie des inconvénients listés ci-dessus.

[0021] Dans ce contexte, il existe un besoin de fournir un équipement électronique d'horlogerie qui réponde à un ou plusieurs de ces besoins :

- être simple de conception et d'utilisation,
- offrir une lecture aisée,
- être économique et d'un encombrement contenu,
- offrir une représentation globale scientifique de l'ensemble de la voute céleste,
- être adapté à une utilisation en tout lieu de la Terre,
- offrir une corrélation entre l'affichage de l'heure légale et la direction réelle du Soleil,
- remettre le Soleil à sa place tout au long du déroulé du cycle quotidien,
- présenter à tout instant la réalité de la voûte et des objets célestes.

[0022] A cet effet, il est proposé un équipement électronique d'horlogerie permettant d'indiquer l'heure légale courante du lieu où l'équipement est situé et des informations astronomiques, l'équipement électronique d'horlogerie comprenant :

- une unité électronique de traitement munie d'au moins un processeur configurée de sorte à périodiquement :
 - déterminer des premiers paramètres de géolocalisation associés au lieu où l'unité électronique de traitement est située et des seconds paramètres concernant l'heure légale courante associée réglementairement à ce lieu,
 - et établir, en fonction des premiers et seconds paramètres ainsi déterminés, des coordonnées horizontales locales du Soleil en ce lieu à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées

dans une mémoire de l'unité électronique de traitement, les coordonnées horizontales locales comprenant au moins l'azimut du Soleil,

- un cadran muni d'un boîtier renfermant tout ou partie de l'unité électronique de traitement et équipé d'un système d'affichage visualisant au moins une aiguille indicatrice ayant une orientation variable dans le temps telle que l'angle formé entre l'aiguille indicatrice et un premier axe fixe de référence du cadran est égal, à chaque instant, à l'azimut du Soleil établi par l'unité de traitement, et une graduation horaire calculée par l'unité électronique de traitement et affichée à la périphérie du cadran sous la forme d'une pluralité de points horaires positionnés par rapport au premier axe fixe de référence en fonction de l'azimut du Soleil respectivement aux heures dont les points horaires sont représentatifs, l'aiguille indicatrice indiquant ainsi, à chaque instant, simultanément :

- une représentation des directions relatives du Soleil et du point cardinal de la culmination du Soleil, l'écart entre ces directions étant égal à la valeur de l'azimut du Soleil à cet instant et en ce lieu, ladite représentation étant constituée par l'angle formé entre l'aiguille indicatrice et le premier axe fixe de référence du cadran,
- l'heure légale courante du lieu où est situé l'équipement électronique d'horlogerie à cet instant, par lecture de l'heure dont le point horaire de la graduation horaire vers lequel l'aiguille indicatrice est dirigée est représentatif.

[0023] Le dispositif peut également répondre aux caractéristiques techniques présentées ci-après, prises isolément ou en combinaison.

[0024] Les coordonnées horizontales locales établies par l'unité électronique de traitement comprennent la hauteur du Soleil et le système d'affichage permet d'afficher une couleur du cadran variable ajustée en fonction de la hauteur du Soleil établie par l'unité électronique de traitement.

[0025] Outre l'aiguille indicatrice, le système d'affichage comprend des éléments de visualisation agencés pour afficher sur le cadran un symbole visuel représentatif de la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante occupée par le Soleil à chaque instant, où le cadran matérialise le plan de l'horizon et l'aiguille indicatrice passe en permanence par ce symbole visuel ainsi affiché par les éléments de visualisation.

[0026] L'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer, sur la base des coordonnées horizontales locales du Soleil établies par l'unité électronique de traitement, l'abscisse et l'ordonnée occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil et les éléments de visualisation sont tels que le symbole visuel

affiché est défini par une valeur d'ordonnée dans le plan du cadran comptée suivant le premier axe de référence du cadran et par une valeur d'abscisse dans le plan du cadran comptée suivant un deuxième axe fixe de référence du cadran orienté transversalement par rapport au premier axe de référence, la valeur d'abscisse et la valeur d'ordonnée du symbole visuel affiché sur le cadran par les éléments de visualisation étant calculées par l'unité électronique de traitement de sorte que le rapport entre la valeur d'abscisse et la valeur d'ordonnée associées au symbole visuel affiché est égal au rapport entre l'abscisse et l'ordonnée occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil.

[0027] L'unité électronique de traitement est configurée pour établir, pour le lieu où l'équipement électronique d'horlogerie est situé et en fonction des premiers et seconds paramètres déterminés, des coordonnées horizontales locales d'astres quelconques, naturels ou artificiels autres que le Soleil à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, et les éléments de visualisation sont agencés pour afficher sur le cadran un symbole visuel associé à chacun desdits astres et représentatif de la projection verticale sur le plan de l'horizon de la position courante occupée par cet astre à chaque instant, le cadran matérialisant le plan de l'horizon.

[0028] Le système d'affichage comprend au moins une partie d'un écran d'affichage lumineux à base de diodes électroluminescentes agencée en tant que fond du cadran.

[0029] Les éléments de visualisation comprennent des moyens d'allumage différencié de l'écran d'affichage lumineux au niveau de chaque symbole visuel à afficher.

[0030] L'aiguille indicatrice est un objet digital affiché par l'écran d'affichage lumineux.

[0031] L'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer, en fonction du lieu où l'équipement est situé, l'azimut du Soleil à chacun des instants correspondant aux heures dont les points horaires de la graduation horaire affichée sont représentatifs et le cadran comprend des moyens d'affichage pour afficher ces points horaires de sorte que pour chaque point horaire, l'angle formé entre le premier axe fixe de référence et la droite passant par ce point horaire et par l'axe de pivotement de l'aiguille indicatrice est égal à l'azimut du Soleil à l'instant correspondant à l'heure dont le point horaire est représentatif.

[0032] Les moyens d'affichage pour afficher les points horaires sont constitués par une partie de l'écran d'affichage lumineux où chaque point horaire est affiché de manière digitale, la partie de l'écran d'affichage lumineux permettant d'afficher les points horaires étant distincte de la partie agencée en tant que fond du cadran.

[0033] L'unité électronique de traitement est configurée de sorte à périodiquement établir des informations astronomiques, en fonction des premiers et seconds paramètres déterminés par l'unité électronique de traite-

ment et à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, le système d'affichage comprend des moyens de visualisation pour afficher au moins l'une desdites informations astronomiques établies à destination de l'utilisateur de l'équipement, où les informations astronomiques incluent au moins les données suivantes : le pôle visible, l'équateur céleste, les tropiques, l'écliptique avec les quatre saisons, et les équinoxes et les solstices, l'aphélie et le périhélie, les positions instantanées du Soleil, de la Lune, des cinq planètes visibles à l'œil nu et de l'ombre de la Terre, la course quotidienne du Soleil et celle de la Lune, avec les instants et azimuts de leurs levers et couchers, les instants de passage du Soleil dans le premier vertical si le Soleil est levé à ces moments, l'aspect exact de la Lune, son orbite moyenne instantanée autour de la Terre, les positions moyennes des nœuds de cette orbite qui régissent les éclipses, l'étendue sur l'écliptique des zones des saisons d'éclipses, le moment venu les instants des quartiers de Lune et de la pleine Lune et de la nouvelle Lune, l'instant et la hauteur de la culmination du Soleil, l'analemma du Soleil, la valeur de l'équation du temps, et en période nocturne les étoiles en période nocturne, la trace quotidienne du pôle de l'écliptique, la voie lactée stylisée et le centre de la galaxie.

[0034] Le cadran comprend un système de commande manuelle permettant de sélectionner ladite au moins l'une des informations astronomiques établies à afficher par les moyens de visualisation.

[0035] L'équipement électronique d'horlogerie comprend un écran de visualisation distinct du cadran et intégrant tout ou partie de l'unité électronique de traitement, l'écran de visualisation permettant d'afficher à la demande, sous forme de menus déroulants, au moins un écran-image représentant des informations visuelles représentatives des informations astronomiques.

[0036] L'unité électronique de traitement comprend un terminal de géo-localisation par satellites apte à déterminer les premiers paramètres et les seconds paramètres, à partir de signaux reçus en provenance d'une pluralité de satellites autour de la Terre.

[0037] La graduation horaire est une numération de 24 heures graduée par des points horaires toutes les 5 minutes, où un point horaire donné est représentatif d'une heure décalée de 5 minutes par rapport aux heures dont les deux points horaires adjacents audit point horaire donné sont représentatifs.

[0038] L'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les dessins annexés, dans lesquels :

La Figure 1 est un diagramme représentant un mode de fonctionnement de l'unité électronique de traitement d'un équipement selon l'invention.

La Figure 2 présente un exemple de cadran d'un équipement selon l'invention, avec ses graduations

horaires et des moyens d'affichage, à Besançon.

La Figure 3 est un exemple d'affichage multi écrans-images visualisé par un écran d'affichage d'un équipement selon l'invention.

La Figure 4 illustre le cadran de la Figure 2 en période nocturne, à Besançon.

La Figure 5 illustre le cadran de la Figure 2 à Buenos Aires.

[0039] En référence aux Figures 1 à 5 annexées telles que présentées sommairement ci-dessus, l'invention concerne essentiellement un équipement électronique d'horlogerie permettant d'indiquer l'heure légale courante du lieu où l'équipement électronique d'horlogerie est situé et des informations astronomiques. Il peut notamment s'agir d'informations astronomiques à caractère scientifique, soit générales soit associées à ce lieu.

[0040] Plus précisément, l'équipement électronique d'horlogerie comprend une unité électronique de traitement et un cadran 25 apte à indiquer, au moyen d'une unique aiguille indicatrice 26 comme cela sera expliqué plus en détails ci-après, à la fois l'heure légale courante et, à tout instant, la direction du Soleil en ce lieu.

[0041] Par « cadran », on entend une pièce d'horlogerie de taille suffisamment petite pour être portée sur le corps, comme par exemple une montre. Il peut notamment s'agir d'une montre munie d'un bracelet lui permettant d'être portée au poignet.

[0042] Comme on le verra plus loin, l'équipement électronique d'horlogerie pourra comprendre un écran de visualisation, en plus du cadran.

[0043] L'unité électronique de traitement est munie d'au moins un processeur (non représenté) mettant en œuvre un algorithme tel que l'unité électronique de traitement réalise périodiquement les première et deuxième opérations détaillées ci-dessous. A titre d'exemple, la fréquence d'exécution de ces opérations est de l'ordre de 20Hz. L'unité électronique de traitement comprendra tous les circuits électroniques et moyens informatiques nécessaires à l'exécution de cet algorithme.

[0044] La première opération mise en œuvre par l'unité électronique de traitement consiste à déterminer dans une étape E1 des premiers paramètres 11 de géo-localisation associés au lieu où l'unité électronique de traitement est située et des seconds paramètres 12 concernant l'heure légale courante associée réglementairement à ce lieu.

[0045] A cet effet, l'unité électronique de traitement peut comprendre un terminal de géo-localisation par satellites apte à déterminer les premiers paramètres 11 et les seconds paramètres 12, à partir de signaux 10 reçus en provenance d'une pluralité de satellites autour de la Terre. Il peut s'agir de la technologie connue sous l'acronyme GPS (pour « Global Positioning System »), GALILEO, GLONASS ou BEIDOU.

[0046] Alternativement, il pourrait être envisagé une géo-localisation basée sur la technologie GSM (pour « Global System for Mobile communications ») ou RFID

(pour « Radio Frequency Identification »).

[0047] Les premiers paramètres 11 peuvent correspondre à la longitude et à la latitude du lieu, éventuellement le nom du lieu. Les seconds paramètres 12 peuvent passer par la définition du fuseau horaire légal et de l'heure légale en tenant compte de la réglementation locale à appliquer, fonction du lieu en question, et de la date légale en ce lieu à cet instant.

[0048] La deuxième opération mise en œuvre par l'unité électronique de traitement consiste à établir dans une étape E2, en fonction des premiers et seconds paramètres 11, 12 précédemment déterminés par l'unité électronique de traitement, des coordonnées horizontales locales 13 du Soleil associées au lieu où est situé l'équipement. L'établissement des coordonnées horizontales locales 13 du Soleil sont exécutées à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans une mémoire de l'unité électronique de traitement.

[0049] Les coordonnées horizontales locales 13 du Soleil comprennent au moins l'azimut du Soleil, et potentiellement la hauteur du Soleil.

[0050] L'azimut du Soleil en un lieu se définit comme l'angle mesuré dans le « sens des aiguilles d'une montre », entre le point cardinal Sud et la projection sur le plan horizontal local de la droite reliant le lieu au soleil.

[0051] La hauteur du Soleil en un lieu, également connue sous le terme « angle d'élévation », se définit comme l'angle vertical entre le plan horizontal local et la droite reliant le lieu au soleil.

[0052] Le cadran 25 est muni d'un boîtier renfermant tout ou partie de l'unité électronique de traitement.

[0053] Le cadran 25 est équipé d'un système d'affichage visualisant au moins une aiguille indicatrice 26 ayant une orientation variable dans le temps par rapport au reste du cadran 25 telle que l'angle 27 formé entre l'aiguille indicatrice 26 et un premier axe fixe de référence 28 du cadran est égal, à chaque instant, à l'azimut du Soleil établi par l'unité de traitement à l'étape E2. Le premier axe fixe de référence 28 peut notamment correspondre à un axe représentatif de la direction du Soleil à l'instant de sa culmination quotidienne sur le cadran 25.

[0054] L'utilisateur, privilégiant dans chaque hémisphère l'exposition vers le point cardinal de la culmination du Soleil, au cours de la journée, l'aiguille indicatrice 26 tourne dans le sens dit « des aiguilles d'une montre » si l'utilisateur se trouve en un lieu de l'hémisphère nord (cas de la Figure 2 pour l'exemple de Besançon) et dans le sens inverse s'il s'agit d'un lieu de l'hémisphère sud (cas de la Figure 5 pour l'exemple de Buenos Aires).

[0055] Le boîtier comprend aussi une graduation horaire 29 calculée par l'unité électronique de traitement et affichée à la périphérie du cadran 25 sous la forme d'une pluralité de points horaires 30 positionnés par rapport au premier axe fixe de référence 28 en fonction de l'azimut du Soleil respectivement aux heures rondes dont les points horaires 30 sont représentatifs.

[0056] L'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer, en fonction du lieu où l'équipement

électronique d'horlogerie est situé, l'azimut du Soleil à chacun des instants correspondant aux heures dont les points horaires 30 de la graduation horaire 29 affichée sont représentatifs. Pour y parvenir, elle peut notamment utiliser les mêmes règles prédéterminées de calculs que celles permettant l'établissement des coordonnées horizontales locales 13 du Soleil à l'étape E2.

[0057] Le cadran 25 comprend des moyens d'affichage pour afficher ces points horaires 30 de sorte que pour chaque point horaire 30, l'angle formé entre le premier axe fixe de référence 28 et la droite passant par ce point horaire 30 et par l'axe de pivotement de l'aiguille indicatrice 26 est égal à l'azimut du Soleil à l'instant correspondant à l'heure dont le point horaire 30 concerné est représentatif.

[0058] La graduation horaire 29 est une numération de 24 heures graduée par des points horaires toutes les 5 minutes, où un point horaire 30 donné est représentatif d'une heure décalée de 5 minutes par rapport aux heures rondes dont les deux points horaires 30 adjacents audit point horaire 30 donné sont représentatifs.

[0059] La graduation horaire 29 peut être redessinée chaque jour à 0h0min0s de l'heure réglementaire locale pour l'adapter au jour qui débute.

[0060] Comme cela est visible sur la Figure 2, la graduation horaire 29 utilisée ici pour la lecture de l'heure légale est donc très différente d'une graduation horaire classique dotée d'une numération de 12 heures sous la forme de points horaires espacés à intervalles réguliers. En effet, la graduation horaire 29 est uniquement basée sur l'évolution de la valeur de l'azimut du Soleil aux différents instants correspondant aux points horaires 30 et met donc en œuvre une répartition non régulière des points horaires à la périphérie du cadran 25.

[0061] Comme cela est visible sur la Figure 2, le décalage entre l'heure légale et l'heure solaire peut judicieusement être explicité suivant deux composantes visualisées sur le cadran 25. Un premier arc de cercle 38 associé à une valeur numérique (« 4ml3s » dans l'exemple correspondant à Besançon à 16h07min51s le 16 août 2017) représente l'équation du temps et un second arc de cercle 39 associé à une valeur numérique (« 0h35min55s » dans l'exemple correspondant à Besançon à 16h07min51s le 16 août 2017) représente l'incidence, en temps, de l'écart entre la longitude du lieu où se trouve l'équipement et la longitude du milieu du fuseau horaire retenu réglementairement. Cet écart peut être affecté par la convention dite de « l'heure d'été » et ce supplément est alors concrétisé par un troisième arc de cercle 50.

[0062] L'aiguille indicatrice 26 indique ainsi, à chaque instant, simultanément :

- une représentation des directions relatives du Soleil et du point cardinal de la culmination du Soleil (i.e. le Sud pour l'hémisphère nord et, inversement, le Nord pour l'hémisphère sud), l'écart entre ces directions étant égal à la valeur de l'azimut du Soleil à cet

instant et en ce lieu, cette représentation étant constituée par l'angle 27 formé entre l'aiguille indicatrice 26 et le premier axe fixe de référence 28 du cadran 25,

- l'heure légale courante du lieu où est situé l'équipement électronique d'horlogerie à cet instant, par lecture de l'heure dont le point horaire 30 de la graduation horaire 29 vers lequel l'aiguille indicatrice 26 est dirigée est représentatif, et également par la lecture d'une inscription digitale.

[0063] Ces dispositions où l'aiguille indicatrice 26 désigne en permanence la direction du Soleil mettent le Soleil exactement à sa place sur la cadran 25 et font donc en sorte qu'il y ait une corrélation entre l'affichage de l'heure légale et la direction réelle du Soleil : c'est au moment où le Soleil coïncide avec le point cardinal Sud pour les lieux situés dans l'hémisphère nord ou avec le point cardinal Nord pour les lieux situés dans l'hémisphère sud, que l'aiguille indicatrice 26 occupe la position « classique » de midi.

[0064] La précision est absolue, contrairement à l'état de la technique, car les informations indiquées tiennent compte de l'équation du temps et de la longitude du lieu, permettant en outre d'apporter un véritable caractère scientifique à l'équipement.

[0065] L'utilisation d'une unité électronique de traitement basée sur des moyens informatiques sous la forme des algorithmes décrits dans ce document et d'une mémoire stockant les tables astronomiques et les règles de calculs nécessaires permet à l'équipement électrique d'être économique et d'un encombrement contenu.

[0066] Le fonctionnement décrit ci-dessus permet de s'adapter automatiquement au lieu où est situé l'équipement. Il n'est donc pas nécessaire de réaliser des opérations d'initialisation, ce qui est pratique et évite des erreurs de manipulation. D'autre part, via le principe de géo-localisation, un même équipement électronique d'horlogerie peut être utilisé n'importe où sur la surface de la Terre, le rendant universel.

[0067] Pour montrer le caractère universel de l'équipement électronique d'horlogerie, la Figure 5 représente ce qu'afficherait le cadran 25 s'il était situé à Buenos Aires, donc dans l'hémisphère sud, exactement au même instant que dans l'hypothèse de la Figure 2. Sur la Figure 2, le cadran 25 est situé à Besançon le 16 août 2017 à 16h07min51s heure locale légale (fuseau 2) tandis que le cadran de la Figure 5 montre la position occupée par l'aiguille 26 et l'organisation de la graduation horaire 29 si l'équipement électronique d'horlogerie était à Buenos Aires au même instant, c'est-à-dire à 11h07m51s heure locale légale (fuseau -3). Il peut être constaté, entre autres, que la graduation horaire croît en sens inverse dans l'hémisphère sud par rapport au sens de croissance de l'hémisphère nord. Il peut également être constaté que l'orientation de l'aiguille 26 est différente, ce qui correspond au fait que l'azimut du Soleil est évidemment très différent, à un même instant, à Besan-

çon et à Buenos Aires. La répartition des points horaires est également différente. Par contre, l'indication 38 de l'équation du temps est identique que l'on se trouve à Besançon ou à Buenos Aires, à l'inverse de l'indication 39 qui, pour sa part, dépend de l'écart entre le centre du fuseau horaire en vigueur et la longitude du lieu où est situé l'équipement électronique d'horlogerie.

[0068] Pour une bonne compréhension du fonctionnement, sur la Figure 2 la valeur de l'angle 27 formé entre l'aiguille indicatrice 26 et le premier axe fixe de référence 28 du cadran représente l'azimut du Soleil le 16 août 2017 à Besançon à 16h07min51s. L'aiguille indicatrice 26 ainsi orientée pointe vers le point horaire 30 de la graduation horaire qui est représentatif d'une heure légale comprise entre 16h05min et 16h10min, comme cela est affiché aussi par l'indication 32 (par exemple « 16h07m51s ») qui affiche au centre du cadran 25 de manière digitale la valeur de l'heure légale déterminée à l'étape E1.

[0069] Dans un cartouche circulaire mobile qui peut être situé au centre du cadran 25, il est également affiché une indication 33 représentative du fuseau horaire (par exemple « fuseau 2 ») déterminé à l'étape E1, une indication 34 représentative du nom du lieu (par exemple « Besançon ») où est situé l'équipement ou le nom du lieu le plus proche suite à la géo-localisation de l'étape E1, une indication 35 illustrant la latitude (par exemple « 47,24° ») et la longitude (par exemple « -6,02° ») du lieu, une indication 36 représentative de la date légale courante (par exemple « mercredi 16/8/2017 ») déterminée à l'étape E1, une indication 31 indiquant si on est présence ou non d'une saison d'éclipses.

[0070] Outre l'aiguille indicatrice 26, le système d'affichage comprend des éléments de visualisation agencés pour afficher dans une étape E5 sur le cadran 25 un symbole visuel 18 représentatif de la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante occupée par le Soleil à chaque instant, où le cadran 25 matérialise le plan de l'horizon.

[0071] Il est important de noter que l'aiguille indicatrice 26 passe en permanence par ce symbole visuel 18 ainsi affiché par les éléments de visualisation, pour maintenir l'angle 27 à la valeur calculée de l'azimut du soleil par l'unité de traitement.

[0072] L'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer dans une étape E3, sur la base des coordonnées horizontales locales 13 du Soleil établies par l'unité électronique de traitement, l'abscisse 14 et l'ordonnée 15 occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil.

[0073] Les éléments de visualisation sont tels que le symbole visuel 18 affiché sur le cadran 25 est défini par une valeur d'ordonnée 17 dans le plan du cadran 25 comptée suivant le premier axe de référence 28 du cadran et par une valeur d'abscisse 16 dans le plan du cadran 26 comptée suivant un deuxième axe fixe du cadran orienté transversalement vers l'Est par rapport au

premier axe de référence 28, la valeur d'abscisse 16 et la valeur d'ordonnée 17 du symbole visuel 18 affiché sur le cadran 25 par les éléments de visualisation étant calculées dans une étape E4 par l'unité électronique de traitement de sorte que le rapport entre la valeur d'abscisse 16 et la valeur d'ordonnée 17 associées au symbole visuel 18 affiché est égal au rapport entre l'abscisse 14 et l'ordonnée 15 occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil.

[0074] Le deuxième axe fixe peut notamment correspondre à un axe représentatif de la direction Est-Ouest où l'Est est orienté à droite sur le cadran 25 que la latitude soit positive ou négative et l'Ouest est orienté à gauche que la latitude soit positive ou négative.

[0075] L'unité électronique de traitement est configurée pour établir dans une étape E6, pour le lieu où l'équipement électronique d'horlogerie est situé et en fonction des premiers et seconds paramètres 11, 12 déterminés, des coordonnées horizontales locales 19 d'autres autres quelconques, naturels ou artificiels que le Soleil à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, ces autres astres étant choisis parmi la Lune, au moins les cinq planètes visibles (typiquement au moins Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) du système solaire autres que la Terre, les astéroïdes, les comètes, les étoiles, les satellites artificiels, les stations spatiales...

[0076] A titre d'exemple, la fréquence d'exécution de l'étape E6 est de l'ordre de 20Hz, comme pour les étapes E1 et E2.

[0077] La mémoire de données associée à l'unité de traitement, qui est notamment une mémoire de type non volatile, stocke toutes les règles de calculs et les tables astronomiques qui permettent les calculs à effectuer par le processeur pour déterminer les coordonnées horizontales locales 13 du Soleil et les coordonnées horizontales locales 19 des autres astres via un algorithme idoine exécuté par le processeur correspondant de l'unité de traitement.

[0078] En tant que telles, de telles règles de calculs et tables astronomiques sont bien connues de l'homme du métier et il existe de nombreux ouvrages détaillant des méthodes qui peuvent être consultées en cas de besoin pour programmer le processeur de manière adéquate. En fonction de la précision recherchée, il est par exemple possible de se référer aux ouvrages de Danjon (éditions de 1952, 1959 et 1994), de Bouiges (éditions de 1978 et 1982) et de Jean Meeus (éditions en français de 1986 et 2014 et éditions en anglais de 1978, 1983 et 1999). Il convient de préciser qu'une précision de quelques minutes d'arc pourra être jugée suffisante.

[0079] Les éléments de visualisation sont agencés pour afficher dans une étape E9 sur le cadran 25 un symbole visuel 24 associé à chacun des astres autres que le Soleil et représentatif de la projection verticale sur le plan de l'horizon de la position courante occupée par cet astre à chaque instant, le cadran 25 matérialisant le

plan de l'horizon.

[0080] Pour chacun de ces astres, comme pour le Soleil, l'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer dans une étape E7, sur la base des coordonnées horizontales locales 19 de cet astre établies par l'unité électronique de traitement, l'abscisse 20 et l'ordonnée 21 occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante de cet astre.

[0081] Les éléments de visualisation sont tels que le symbole visuel 24 affiché pour un astre donné est défini par une valeur d'ordonnée 23 dans le plan du cadran 25 comptée suivant le premier axe de référence 28 du cadran et par une valeur d'abscisse 22 dans le plan du cadran 25 comptée suivant le deuxième axe fixe du cadran, la valeur d'abscisse 22 et la valeur d'ordonnée 23 du symbole visuel 24 affiché sur le cadran 25 par les éléments de visualisation étant calculées dans une étape E8 par l'unité électronique de traitement de sorte que le rapport entre la valeur d'abscisse 22 et la valeur d'ordonnée 23 associées au symbole visuel 24 affiché est égal au rapport entre l'abscisse 20 et l'ordonnée 21 occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante de l'astre correspondant.

[0082] Pour une bonne compréhension du fonctionnement, sur la Figure 2 il est affiché un symbole visuel 241 représentatif de la position courante de la Lune, un symbole visuel 242 représentatif de la position courante de Mercure, un symbole visuel 243 représentatif de la position courante de Venus, un symbole visuel 244 représentatif de la position courante de Mars, un symbole visuel 245 représentatif de la position courante de Jupiter et un symbole visuel 246 représentatif de la position courante de Saturne.

[0083] Pour une clarté de lecture, les symboles visuels sont différents selon que l'objet est situé au-dessus ou en dessous de l'horizon. Ceux des objets (ou parties d'objets) invisibles (car situés en dessous de l'horizon) peuvent éventuellement ne pas être affichés.

[0084] Avantagusement, pour augmenter les informations astronomiques à afficher à destination de l'utilisateur, le symbole visuel 241 représentatif de la position courante de la Lune est variable d'aspect et représente l'aspect et l'orientation réels de la partie éclairée de la Lune à chaque instant au niveau du lieu où l'équipement est situé.

[0085] Ainsi, le cadran offre avantagusement une représentation globale instantanée de l'ensemble de la voûte céleste au niveau du lieu où est situé l'équipement.

[0086] Si la Figure 2 illustre le cadran 25 en situation diurne pour Besançon à 16h07m51 heure légale locale le 16 août 2017, la Figure 4 illustre par contre le cadran 25 en période nocturne, à Besançon, par exemple à 23h44min52s heure locale légale. L'aiguille 26 forme un angle avec l'axe de référence 28 représentatif de la valeur de l'azimut du Soleil à cet instant. L'aiguille 26 pointe entre les points horaires 30 de la graduation horaire 29

représentatifs de 23h40min et 23h45min. Le cadran 25 affiche également des symboles visuels représentatifs de la position courante de la plupart des astres de la voûte céleste visible à Besançon à cet instant-là.

[0087] Selon un mode de réalisation particulier, l'unité électronique de traitement exécute, via ledit au moins un processeur, au moins un algorithme tel que pour la mise en œuvre de la deuxième opération E2, l'unité électronique de traitement :

- réalise un choix d'une origine temporelle pour un dénombrement adapté de Jours Julien, par exemple le 1^{er} janvier 2000 à 0h UTC,
- détermine le fuseau horaire légal et l'heure légale, en fonction des premiers et seconds paramètres 11, 12 déterminés à l'étape E1,
- calcule le Jour Julien correspondant à l'instant, à partir de la date courante déterminée à l'étape E1,
- calcule, pour l'instant donné, à partir des règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, les coordonnées écliptiques héliocentriques au moins des cinq planètes visibles à l'œil nu et d'étoiles prédéterminées; les coordonnées écliptiques héliocentriques peuvent être déduites des éléments d'orbite des objets célestes, au sens large, de leurs anomalies moyennes, de leurs anomalies excentriques et de leurs anomalies vraies, ou autres paramètres particuliers,
- calcule, pour l'instant donné et à partir des règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, la longitude du Soleil et son rayon vecteur,
- calcule, à partir des coordonnées écliptiques héliocentriques des objets célestes au sens large et de la longitude du Soleil, leurs coordonnées géocentriques, notamment par les lois de la trigonométrie,
- calcule, pour l'instant donné et le lieu où est situé l'équipement, à partir des règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, la latitude, la longitude et la parallaxe horizontale équatoriale de la Lune,
- calcule, à partir des coordonnées géocentriques des objets célestes, au sens large, leurs coordonnées équatoriales en tenant compte de la correction terrestre de parallaxe de la Lune dans le calcul de ses coordonnées ; les coordonnées équatoriales, pour un astre donné, comprennent l'ascension droite et la déclinaison de la position de cet astre ; il est à noter que les formules mathématiques permettant de déterminer l'ascension droite et la déclinaison en fonction de la longitude écliptique et de la latitude écliptique sont connues de l'Homme du Métier et ce dernier pourra s'y référer aisément,
- calcule le temps sidéral local en fonction du Jour Julien, de la longitude du lieu où est situé l'équipement et du temps sidéral de Greenwich à 0h UTC,
- établit, à partir du temps sidéral local et des coor-

données équatoriales calculées pour le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles, les coordonnées horizontales locales 13 du Soleil et les coordonnées horizontales locales 19 de la Lune, des planètes et des étoiles ; il est précisé que les formules mathématiques permettant de calculer l'azimut en fonction de l'ascension droite et de la déclinaison sont classiques et connues de l'Homme du Métier qui pourra s'y référer aisément.

[0088] Le système d'affichage qui équipe le cadran 25 comprend avantageusement au moins une partie d'un écran d'affichage lumineux à base de diodes électroluminescentes agencée en tant que fond du cadran 25. Il peut s'agir d'une technologie à base de LED (pour « Light Emitting Diode ») ou d'OLED (pour « Organic Light Emitting Diode »).

[0089] Cela permet une fois encore de disposer d'un équipement électronique d'horlogerie qui soit économique et d'un encombrement contenu. La lecture de l'ensemble des informations astronomiques et de l'heure légale courante est aisée.

[0090] Les éléments de visualisation qui permettent d'afficher les différents éléments visuels 18, 24 comprennent dans ce cas des moyens d'allumage différencié (par changement de contraste, de couleur, de forme affichée, par allumage ou extinction etc...) de l'écran d'affichage lumineux au niveau de chaque symbole visuel 18, 24 à afficher.

[0091] Dans une variante avantageuse, le système d'affichage permet d'afficher une couleur variable du cadran 25 ajustée en fonction de la hauteur du Soleil établie par l'unité électronique de traitement à l'étape E2. Cela permet à l'utilisateur de se rendre compte rapidement, par simple visualisation de la couleur du cadran 25, de la hauteur du Soleil à chaque instant. Cette fonction peut être facilement obtenue par un pilotage adapté des moyens de commande de l'écran d'affichage lumineux.

[0092] En complément, à la périphérie du cadran 25, les moyens d'affichage destinés à afficher les points horaires 30 pourront être constitués par une partie de l'écran d'affichage lumineux, chaque point horaire 30 étant ainsi affiché de manière digitale.

[0093] La partie de l'écran d'affichage lumineux permettant d'afficher les points horaires 30 est distincte de la partie agencée en tant que fond du cadran 25. Ceci permet de bien séparer ce qui relève de la nature (i.e. le ciel) d'une part, et les conventions humaines d'autre part, les deux composantes du cadran étant raccordées par les arcs 38, 39 et éventuellement en « heure d'été » l'arc 50 en « zigzag » prenant en compte l'équation du temps et l'incidence de l'écart entre la longitude du lieu et celle du centre du fuseau horaire en vigueur. Cela permet en outre une facilité de lecture.

[0094] Dans une variante envisageable, le fond du cadran 25 qui affiche au moins l'aiguille indicatrice 26 et les symboles visuels 18, 24 est constitué par un premier écran d'affichage à base de diodes électroluminescen-

tes, tandis que les moyens d'affichage destinés à afficher les points horaires 30 sont constitués par un deuxième écran d'affichage à base de diodes électroluminescentes distinct du premier écran.

[0095] L'unité électronique de traitement est configurée de sorte à périodiquement établir, en fonction des premiers et seconds paramètres 11, 12 déterminés par l'unité électronique de traitement et à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, des informations astronomiques supplémentaires associées au lieu où l'équipement est situé.

[0096] Le système d'affichage comprend des moyens de visualisation pour afficher au moins l'une de ces informations astronomiques ainsi établies à destination de l'utilisateur de l'équipement électronique d'horlogerie.

[0097] Les informations astronomiques incluent au moins les données suivantes : le pôle visible (nord ou sud), l'équateur céleste, les tropiques, l'écliptique avec les quatre saisons, les équinoxes et les solstices, l'aphélie et le périhélie, les positions instantanées du Soleil, de la Lune, des cinq planètes visibles à l'œil nu et de l'ombre de la Terre, la course quotidienne du Soleil et celle de la Lune, avec les instants et azimuts de leurs levers et couchers, les instants de passage du Soleil dans le premier vertical si le Soleil est levé à ces moments, l'aspect exact de la Lune, son orbite moyenne instantanée autour de la Terre, les positions moyennes des nœuds de cette orbite qui régissent les éclipses, l'étendue sur l'écliptique des zones des saisons d'éclipses, le moment venu les instants des quartiers de Lune et de la pleine Lune et de la nouvelle Lune, l'instant et la hauteur de la culmination du Soleil, l'analemme du Soleil, la valeur de l'équation du temps, et en période nocturne les étoiles, la limite de celles qui sont circum-polaires, la trace quotidienne du pôle de l'écliptique, la voie lactée stylisée et le centre de la galaxie.

[0098] Pour une bonne compréhension du fonctionnement, sur la Figure 2 il est par exemple affiché une indication 37 représentative de l'instant de la culmination du Soleil (par exemple « 13h40m11s »), l'indication 38 représentative de la valeur de l'équation du temps (par exemple « 4m13s », une indication 40 représentative de l'analemme du Soleil, une indication 41 représentative de la course quotidienne du Soleil, une indication 42 représentative de la course quotidienne de la Lune, une indication 43 représentative de l'heure et de la position du lever du Soleil (par exemple « 6h33 »), une indication 44 représentative de l'heure et de la position du coucher du Soleil (par exemple « 20h45 »), une indication 46 représentative de l'heure et de la position du lever de la Lune (par exemple « 1h5 »), une indication 45 représentative de l'heure et de la position du coucher de la Lune (par exemple « 16h06 »).

[0099] Un moyen de visualisation pour afficher au moins l'une des informations astronomiques établies est constitué par un point mobile 47, ou pointeur, sur le cadran 25 commandé par l'utilisateur. Sur les Figures 2 et

5 apparaissent les indications relatives à l'azimut, la hauteur et la déclinaison de la planète Mercure pointée sur le cadran 25, la déclinaison de la planète étant évidemment identique.

5 **[0100]** La nature et l'organisation de ce système de commande ne sont pas limitatives du cadre de l'invention et peuvent être quelconques.

[0101] Le cadran 25 peut éventuellement afficher une ligne trotteuse 49, représentative des secondes de l'heure légale courante, distincte de l'aiguille indicatrice 26, passant par le pôle et de forme elliptique. La ligne trotteuse 49 est affichée de manière digitale par l'intermédiaire de l'écran d'affichage qui affiche déjà l'aiguille indicatrice 26.

10 **[0102]** Le boîtier peut intégrer au moins une source intégrée de tension électrique continue alimentant au moins l'unité électronique de traitement et le système d'affichage, par exemple une batterie ou une pile.

[0103] L'équipement électronique d'horlogerie peut également comprendre un écran de visualisation distinct du cadran 25. L'écran de visualisation qui est apte à communiquer avec le cadran 25 de manière filaire ou sans fil est alimenté également par une source de tension électrique continue. Cette source de tension peut être identique ou différente de celle alimentant le cadran 25. L'écran de visualisation, qui peut être de type Smartphone ou tablette, peut aussi intégrer tout ou partie de l'unité électronique de traitement.

20 **[0104]** Le terminal de géo-localisation peut être agencé dans le cadran 25 et/ou dans l'écran de visualisation.

[0105] L'écran de visualisation permet d'afficher à la demande, sous forme de menus déroulants, au moins un écran-image représentant des informations visuelles représentatives des informations astronomiques. Ledit au moins un écran-image est par exemple sélectionné parmi les écrans-images suivants :

- un premier écran-image 60 (Figure 3) représentatif du panorama au moins partiel du ciel privilégiant la zone zodiacale visible en direction du sud pour les lieux situés dans l'hémisphère nord et en direction du nord pour les lieux situés dans l'hémisphère sud,
- au moins un deuxième écran-image 61 recueillant des indications lisibles par l'utilisateur de l'équipement représentatives des premiers et seconds paramètres 11, 12 déterminés par l'unité électronique de traitement et/ou représentatives des coordonnées horizontales locales 13 du Soleil établies par l'unité électronique de traitement et/ou représentatives des coordonnées horizontales locales 19 des astres autres que le Soleil établies par l'unité électronique de traitement et/ou représentatives des informations astronomiques établies par l'unité électronique de traitement,
- 55 - un troisième écran-image représentant, pour l'année en cours, l'évolution au fil des jours des positions relatives du Soleil, de la Lune, des nœuds de l'orbite lunaire et des planètes visibles à l'œil nu, permet

- d'identifier les moments les plus propices à l'observation des planètes en fonction de leur élongation ; l'horizon et la direction du méridien sont figurés,
- un quatrième écran-image représentatif de l'aspect et de la position réels de la Lune, permet d'afficher dans son aspect et sa position réels une Lune stylisée, avec sa partie éclairée, son terminateur, ses mers et ses cratères principaux, éventuellement la lumière cendrée, l'ombre de la Terre en cas d'éclipse de Lune, sa hauteur,
 - un cinquième écran-image représentatif de la Terre et ses caractéristiques telles que sa partie éclairée par le Soleil, les fuseaux horaires, la trace de l'écliptique avec les directions du Soleil et de la Lune, le lieu de la Terre pour lequel le Soleil est au zénith et l'analemma,
 - un sixième écran-image représentatif de la position dans le ciel et de l'aspect des planètes,
 - un septième écran-image représentatif de la position des planètes sur leurs orbites et indiquant les instants et les azimuts de leurs levers et de leurs couchers,
 - un huitième écran-image représentatif de la danse annuelle de Vénus et de Mercure autour du Soleil,
 - deux neuvièmes écrans-images présentant en trois dimensions la moitié de la demi sphère céleste visible, l'une vers l'est, l'autre vers l'ouest, l'instant choisi correspondant au moment pour lequel le Soleil se trouve à six degrés sous l'horizon avant son lever ou après son coucher. Les planètes et la Lune sont mentionnés sur chaque neuvième écran-image qui permet ainsi de connaître les dates les plus propices à l'observation visuelle toujours délicate de Mercure,
 - des dixièmes écrans-images concernant des cartes générales des éclipses de Soleil de l'année et, sous deux angles, l'aspect de la Terre à l'instant de la nouvelle Lune.

[0106] Les écrans-images 60 et 61 sont plus amplement détaillés di-après.

[0107] Le premier écran-image 60 correspond notamment à la projection horizontale d'une partie de la sphère céleste sur un cylindre vertical d'axe nadir-zénith. L'écran-image 60 donne ainsi les représentations du cadran horaire sous leur aspect visuel concret.

[0108] Avantagusement, cet écran-image peut être la représentation en trois dimensions de la moitié de la demi-sphère visible centrée sur le plan du méridien.

[0109] Le deuxième écran-image 61 donne ainsi le chiffrage de nombreux paramètres concernant les phénomènes célestes, parmi les informations suivantes qui peuvent être affichées après détermination par l'unité électronique de traitement :

- l'aspect du Soleil et de la Lune avec leurs diamètres courants et le terminateur pour la Lune si elle est levée,
- l'aspect du Soleil et de la Lune lors de leurs levers

et couchers par adaptation de la forme du symbole visuel,

- le dessin de la Lune lorsqu'elle présente ses diamètres extrêmes,
- en saison d'éclipses, le clignotement des symboles visuels de la Lune ou du Soleil clignote en signe d'avertissement,
- la date de Pâques si elle n'est pas passée,
- les dates de début des saisons des éclipses pour l'année en cours,
- le nom du lieu s'il est disponible, sa latitude et sa longitude,
- le fuseau horaire légal, et celui éventuellement en vigueur, par application de « l'heure d'été » avec les dates de changement,
- le jour et l'heure légale,
- le temps sidéral local caractérisant la position de la terre sur son orbite et dans sa rotation sur elle-même, l'écart entre l'heure légale et l'heure locale tel qu'il résulte de la longitude et du fuseau horaire légal,
- l'heure UTC et l'écart entre celle-ci et l'heure légale,
- la valeur de l'équation du temps, son évolution instantanée et la durée du jour vrai entre deux passages successifs du Soleil au méridien, avec un signalment des moments pour lesquels le Soleil est à l'heure juste ou pour lesquels la durée du jour passe par les extrema,
- la vitesse variable de la terre sur son orbite,
- l'écart entre l'heure légale et l'heure solaire, pour régler un cadran solaire,
- l'écart entre l'heure UTC et l'heure solaire, pour régler une carte du ciel étoilé,
- l'azimut, la hauteur, le lever et le coucher du Soleil (chacun étant défini par son heure et son azimut), le passage du Soleil au méridien du lieu (défini par son heure et sa hauteur),
- la durée de l'ensoleillement, son évolution et la valeur de l'énergie reçue au sol relativement à l'équinoxe,
- le moment venu, les jours des équinoxes et des solstices,
- la distance du Soleil et l'évolution avec signalment des jours des périhélie et aphélie, son diamètre apparent,
- la date de la prochaine rencontre du soleil et d'un nœud de l'orbite lunaire : nature du nœud (ascendant ou descendant),
- l'azimut, la hauteur, le lever et le coucher de la Lune (chacun étant défini par son heure et son azimut), le passage de la Lune au méridien du lieu (défini par son heure et sa hauteur),
- la distance de la Lune et l'évolution, son diamètre apparent, sa fraction éclairée, son âge et sa vitesse sur l'orbite,
- la date et l'heure de la prochaine nouvelle Lune ou de la prochaine pleine Lune,
- en cas d'éclipse de Soleil lors de la prochaine nouvelle Lune : les longitudes du Soleil et du nœud con-

cerné, la latitude de la Lune, le rapport des diamètres apparents de la Lune et du Soleil, la nature de l'éclipse, totale, partielle ou annulaire et la position sur le globe terrestre de l'ombre de la Lune à l'instant de la nouvelle Lune,

- en cas d'éclipse de Lune lors de la prochaine pleine Lune : les longitudes de l'ombre de la Terre et du nœud concerné, la hauteur de la Lune à l'instant de la pleine Lune.

[0110] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés et décrits ci-avant, mais en couvre au contraire toutes les variantes.

Revendications

1. Equipement électronique d'horlogerie permettant d'indiquer l'heure légale courante du lieu où l'équipement est situé et des informations astronomiques, l'équipement électronique d'horlogerie comprenant :

- une unité électronique de traitement munie d'au moins un processeur configurée de sorte à périodiquement :

- o déterminer (E1) des premiers paramètres (11) de géo-localisation associés au lieu où l'unité électronique de traitement est située et des seconds paramètres (12) concernant l'heure légale courante associée réglementairement à ce lieu,

- o et établir (E2), en fonction des premiers et seconds paramètres (11, 12) ainsi déterminés, des coordonnées horizontales locales (13) du Soleil en ce lieu à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans une mémoire de l'unité électronique de traitement, les coordonnées horizontales locales (13) comprenant au moins l'azimut du Soleil,

- un cadran (25) muni d'un boîtier renfermant tout ou partie de l'unité électronique de traitement et équipé d'un système d'affichage visualisant au moins une aiguille indicatrice (26) ayant une orientation variable dans le temps telle que l'angle (27) formé entre l'aiguille indicatrice (26) et un premier axe fixe de référence (28) du cadran est égal, à chaque instant, à l'azimut du Soleil établi par l'unité de traitement, et une graduation horaire (29) calculée par l'unité électronique de traitement et affichée à la périphérie du cadran (25) sous la forme d'une pluralité de points horaires (30) positionnés par rapport au premier axe fixe de référence (28) en fonction de l'azimut du Soleil respectivement aux heures

dont les points horaires (30) sont représentatifs, l'aiguille indicatrice (26) indiquant ainsi, à chaque instant, simultanément :

- o une représentation des directions relatives du Soleil et du point cardinal de la culmination du Soleil, l'écart entre ces directions étant égal à la valeur de l'azimut du Soleil à cet instant et en ce lieu, ladite représentation étant constituée par l'angle (27) formé entre l'aiguille indicatrice (26) et le premier axe fixe de référence (28) du cadran,

- o l'heure légale courante du lieu où est situé l'équipement électronique d'horlogerie à cet instant, par lecture de l'heure dont le point horaire (30) de la graduation horaire (29) vers lequel l'aiguille indicatrice (26) est dirigée est représentatif.

2. Equipement électronique d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les coordonnées horizontales locales (13) établies par l'unité électronique de traitement comprennent la hauteur du Soleil et **en ce que** le système d'affichage permet d'afficher une couleur du cadran (25) variable ajustée en fonction de la hauteur du Soleil établie par l'unité électronique de traitement.

3. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**outre l'aiguille indicatrice (26), le système d'affichage comprend des éléments de visualisation agencés pour afficher (E5) sur le cadran (25) un symbole visuel (18) représentatif de la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante occupée par le Soleil à chaque instant, où le cadran (25) matérialise le plan de l'horizon et **en ce que** l'aiguille indicatrice (26) passe en permanence par ce symbole visuel (18) ainsi affiché par les éléments de visualisation.

4. Equipement électronique d'horlogerie selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer (E3), sur la base des coordonnées horizontales locales (13) du Soleil établies par l'unité électronique de traitement, l'abscisse (14) et l'ordonnée (15) occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil et **en ce que** les éléments de visualisation sont tels que le symbole visuel (18) affiché est défini par une valeur d'ordonnée (17) dans le plan du cadran (25) comptée suivant le premier axe de référence (28) du cadran et par une valeur d'abscisse (16) dans le plan du cadran (25) comptée suivant un deuxième axe fixe de référence du cadran orienté transversalement par rapport au premier axe

de référence (28), la valeur d'abscisse (16) et la valeur d'ordonnée (17) du symbole visuel (18) affiché sur le cadran (25) par les éléments de visualisation étant calculées (E4) par l'unité électronique de traitement de sorte que le rapport entre la valeur d'abscisse (16) et la valeur d'ordonnée (17) associées au symbole visuel (18) affiché est égal au rapport entre l'abscisse (14) et l'ordonnée (15) occupées dans le plan de l'horizon par la projection verticale, sur le plan de l'horizon, de la position courante du Soleil.

5. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'unité électronique de traitement est configurée pour établir (E6), pour le lieu où l'équipement électronique d'horlogerie est situé et en fonction des premiers et seconds paramètres (11, 12) déterminés, des coordonnées horizontales locales (19) d'astres quelconques, naturels ou artificiels autres que le Soleil à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, et **en ce que** les éléments de visualisation sont agencés pour afficher (E9) sur le cadran (25) un symbole visuel (24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) associé à chacun desdits astres et représentatif de la projection verticale sur le plan de l'horizon de la position courante occupée par cet astre à chaque instant, le cadran (25) matérialisant le plan de l'horizon.
6. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le système d'affichage comprend au moins une partie d'un écran d'affichage lumineux à base de diodes électroluminescentes agencée en tant que fond du cadran (25).
7. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 3 à 5 et selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les éléments de visualisation comprennent des moyens d'allumage différencié de l'écran d'affichage lumineux au niveau de chaque symbole visuel (18, 24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) à afficher.
8. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'aiguille indicatrice (26) est un objet digital affiché par l'écran d'affichage lumineux.
9. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'unité électronique de traitement est configurée pour déterminer, en fonction du lieu où l'équipement est situé, l'azimut du Soleil à chacun des instants correspondant aux heures dont les points horaires (30) de la graduation horaire (29) affichée sont représentatifs et **en ce que** le cadran (25) com-

prend des moyens d'affichage pour afficher ces points horaires (30) de sorte que pour chaque point horaire (30), l'angle formé entre le premier axe fixe de référence (28) et la droite passant par ce point horaire (30) et par l'axe de pivotement de l'aiguille indicatrice (26) est égal à l'azimut du Soleil à l'instant correspondant à l'heure dont le point horaire (30) est représentatif.

10. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 6 à 8 et selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens d'affichage pour afficher les points horaires (30) sont constitués par une partie de l'écran d'affichage lumineux où chaque point horaire (30) est affiché de manière digitale, la partie de l'écran d'affichage lumineux permettant d'afficher les points horaires (30) étant distincte de la partie agencée en tant que fond du cadran (25).
11. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'unité électronique de traitement est configurée de sorte à périodiquement établir des informations astronomiques, en fonction des premiers et seconds paramètres (11, 12) déterminés par l'unité électronique de traitement et à partir de règles prédéterminées de calcul enregistrées dans la mémoire de l'unité électronique de traitement, et **en ce que** le système d'affichage comprend des moyens de visualisation pour afficher au moins l'une desdites informations astronomiques établies à destination de l'utilisateur de l'équipement, où les informations astronomiques incluent au moins les données suivantes : le pôle visible, l'équateur céleste, les tropiques, l'écliptique avec les quatre saisons, et les équinoxes et les solstices, l'aphélie et le périhélie, les positions instantanées du Soleil, de la Lune, des cinq planètes visibles à l'œil nu et de l'ombre de la Terre, la course quotidienne du Soleil et celle de la Lune, avec les instants et azimuts de leurs levers et couchers, les instants de passage du Soleil dans le premier vertical si le Soleil est levé à ces moments, l'aspect exact de la Lune, son orbite moyenne instantanée autour de la Terre, les positions moyennes des nœuds de cette orbite qui régissent les éclipses, l'étendue sur l'écliptique des zones des saisons d'éclipses, le moment venu les instants des quartiers de Lune et de la pleine Lune et de la nouvelle Lune, l'instant et la hauteur de la culmination du Soleil, l'analemma du Soleil, la valeur de l'équation du temps, et en période nocturne les étoiles en période nocturne, la trace quotidienne du pôle de l'écliptique, la voie lactée stylisée et le centre de la galaxie.
12. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** le cadran comprend un système de

commande manuelle permettant de sélectionner la-dite au moins l'une des informations astronomiques établies à afficher par les moyens de visualisation.

13. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, **caractérisé en ce que** l'équipement électronique d'horlogerie comprend un écran de visualisation distinct du cadran (25) et intégrant tout ou partie de l'unité électronique de traitement, l'écran de visualisation permettant d'afficher à la demande, sous forme de menus déroulants, au moins un écran-image représentant des informations visuelles représentatives des informations astronomiques. 5 10
14. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** l'unité électronique de traitement comprend un terminal de géo-localisation par satellites apte à déterminer les premiers paramètres (11) et les seconds paramètres (12), à partir de signaux (10) reçus en provenance d'une pluralité de satellites autour de la Terre. 15 20
15. Equipement électronique d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la graduation horaire est une numération de 24 heures graduée par des points horaires toutes les 5 minutes, où un point horaire donné est représentatif d'une heure décalée de 5 minutes par rapport aux heures dont les deux points horaires adjacents audit point horaire donné sont représentatifs. 25 30

Patentansprüche 35

1. Elektronische Uhrenausrüstung, die erlaubt, die aktuelle gesetzliche Zeit des Ortes, wo sich die Ausrüstung befindet, und astronomische Informationen anzugeben, wobei die elektronische Uhrenausrüstung umfasst: 40
- eine elektronische Verarbeitungseinheit, die mit mindestens einem Prozessor ausgestattet ist, der derart ausgelegt ist, dass periodisch: 45
 - o erste Geolokalisierungsparameter (11) bestimmt werden (E1), die dem Ort zugeordnet sind, wo sich die elektronische Verarbeitungseinheit befindet, und zweite Parameter (12) bezüglich der aktuellen gesetzlichen Zeit, die diesem Ort gemäß Vorschrift zugeordnet ist, 50
 - o und in Abhängigkeit von den derart bestimmten ersten und zweiten Parametern (11, 12) lokale horizontale Koordinaten (13) der Sonne an diesem Ort auf der Basis vorbestimmter Berechnungsregeln festgestellt 55

werden (E2), die in einem Speicher der elektronischen Verarbeitungseinheit gespeichert sind, wobei die lokalen horizontalen Koordinaten (13) mindestens den Azimut der Sonne umfassen,

- ein Zifferblatt (25), das mit einem Gehäuse ausgestattet ist, das die gesamte oder einen Teil der elektronischen Verarbeitungseinheit umschließt und mit einem Anzeigesystem ausgestattet ist, das mindestens einen Zeiger (26) mit einer zeitlich variablen Ausrichtung visualisiert, so dass der zwischen dem Zeiger (26) und einer ersten festen Referenzachse (28) des Zifferblatts gebildete Winkel (27) zu jedem Augenblick gleich dem von der Verarbeitungseinheit festgestellten Azimut der Sonne ist, und einer von der elektronischen Verarbeitungseinheit berechneten und auf dem Umfang des Zifferblatts (25) in Form einer Vielzahl von Zeitpunkten (30) angezeigten Zeitteilung (29), die in Bezug auf die erste feste Referenzachse (28) in Abhängigkeit vom Azimut der Sonne jeweils zu den Zeiten positioniert sind, deren Zeitpunkte (30) repräsentativ sind, wobei der Zeiger (26) zu jedem Augenblick gleichzeitig angibt:

- o eine Darstellung der relativen Richtungen der Sonne und der Himmelsrichtung der Kulmination der Sonne, wobei der Abstand zwischen diesen Richtungen gleich dem Wert des Azimuts der Sonne in diesem Augenblick und an diesem Ort ist, wobei die Darstellung aus dem Winkel (27) besteht, der zwischen dem Zeiger (26) und der ersten festen Referenzachse (28) des Zifferblatts gebildet ist,
- o die aktuelle gesetzliche Zeit des Ortes, wo sich die elektronische Uhrenausrüstung in diesem Augenblick befindet, durch Ablesen der Zeit, deren Zeitpunkt (30) der Stunden- teilung (29), zu dem der Zeiger (26) gerichtet ist, repräsentativ ist.

2. Elektronische Uhrenausrüstung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der elektronischen Verarbeitungseinheit bestimmten lokalen horizontalen Koordinaten (13) die Höhe der Sonne umfassen und dass das Anzeigesystem erlaubt, eine variable Farbe des Zifferblatts (25) anzuzeigen, die in Abhängigkeit von der Höhe der Sonne angepasst ist, die von der elektronischen Verarbeitungseinheit bestimmt wird.
3. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anzeigesystem neben dem Zeiger (26) Visualisierungselemente umfasst, die eingerichtet sind, um

auf dem Zifferblatt (25) ein visuelles Symbol (18) anzuzeigen (E5), das für die vertikale Projektion, auf der Ebene des Horizonts, der aktuellen Position repräsentativ ist, die von der Sonne in jedem Augenblick eingenommen wird, wobei das Zifferblatt (25) die Ebene des Horizonts materialisiert und dass der Zeiger (26) ständig durch dieses derart von den Visualisierungselementen angezeigte visuelle Symbol (18) läuft.

4. Elektronische Uhrenausrüstung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Verarbeitungseinheit ausgelegt ist, um auf der Basis der von der elektronischen Verarbeitungseinheit festgestellten lokalen horizontalen Koordinaten (13) der Sonne die Abszisse (14) und die Ordinate (15) zu bestimmen (E3), die in der Ebene des Horizonts von der vertikalen Projektion, auf der Ebene des Horizonts, von der aktuellen Position der Sonne eingenommen werden und dass die Visualisierungselemente derart sind, dass das angezeigte visuelle Symbol (18) von einem Ordinatenwert (17) in der Ebene des Zifferblatts (25) definiert wird, gezählt gemäß der ersten Referenzachse (28) des Zifferblatts, und von einem Abszissenwert (16) in der Ebene des Zifferblatts (25), gezählt gemäß einer zweiten festen Referenzachse des Zifferblatts, die in Bezug auf die erste Referenzachse (28) quer ausgerichtet ist, wobei der Abszissenwert (16) und der Ordinatenwert (17) des auf dem Zifferblatt (25) von den Visualisierungselementen angezeigten visuellen Symbols (18) von der elektronischen Verarbeitungseinheit derart berechnet werden (E4), dass das Verhältnis zwischen dem Abszissenwert (16) und dem Ordinatenwert (17), die dem angezeigten visuellen Symbol (18) zugeordnet sind, gleich dem Verhältnis zwischen der Abszisse (14) und der Ordinate (15) sind, die in der Ebene des Horizonts von der vertikalen Projektion auf der Ebene des Horizonts von der aktuellen Position der Sonne eingenommen werden.
5. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Verarbeitungseinheit ausgelegt ist, um für den Ort, wo sich die elektronische Uhrenausrüstung befindet und in Abhängigkeit von den bestimmten ersten und zweiten Parametern (11, 12) lokale horizontale Koordinaten (19) beliebiger natürlicher oder künstlicher Gestirne, die andere als die Sonne sind, auf der Basis von vorbestimmten Berechnungsregeln zu bestimmen (E6), die im Speicher der elektronischen Verarbeitungseinheit gespeichert sind, und dass die Visualisierungselemente eingerichtet sind, um auf dem Zifferblatt (25) ein visuelles Symbol (24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) anzuzeigen (E9), das jedem der Gestirne zugeordnet und für die vertikale Projektion, auf der Ebene des Horizonts, der aktuellen Position repräsentativ

ist, die von diesem Gestirn in jedem Augenblick eingenommen wird, wobei das Zifferblatt (25) die Ebene des Horizonts materialisiert.

6. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anzeigesystem mindestens einen Teil eines auf der Basis von elektrolumineszierenden Dioden, die als Hintergrund des Zifferblatts (25) eingerichtet sind, leuchtenden Anzeigebildschirms umfasst.
7. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 3 bis 5 und nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Visualisierungselemente im Bereich jedes anzuzeigenden visuellen Symbols (18, 24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) vom leuchtenden Anzeigebildschirm Mittel differenzierter Beleuchtung umfassen.
8. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeiger (26) ein digitales Objekt ist, das vom leuchtenden Anzeigebildschirm angezeigt wird.
9. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Verarbeitungseinheit ausgelegt ist, um in Abhängigkeit von dem Ort, wo sich die Ausrüstung befindet, den Azimut der Sonne in jedem der Augenblicke zu bestimmen, die den Zeiten entsprechen, deren Zeitpunkte (30) der angezeigten Stundenteilung (29) repräsentativ sind und dass das Zifferblatt (25) Anzeigemittel umfasst, um diese Zeitpunkte (30) derart anzuzeigen, dass für jeden Zeitpunkt (30) der zwischen der ersten festen Referenzachse (28) und der Geraden, die durch diesen Zeitpunkt (30) und durch die Drehachse des Zeigers (26) verläuft, gebildete Winkel gleich dem Azimut der Sonne in dem Augenblick ist, der der Zeit entspricht, deren Zeitpunkt (30) repräsentativ ist.
10. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 6 bis 8 und nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzeigemittel zur Anzeige der Zeitpunkte (30) aus einem Teil des leuchtenden Anzeigebildschirms bestehen, wo jeder Zeitpunkt (30) digital angezeigt ist, wobei der Teil des leuchtenden Bildschirms, der erlaubt, die Zeitpunkte (30) anzuzeigen, von dem Teil unterschiedlich ist, der als Hintergrund des Zifferblatts (25) eingerichtet ist.
11. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Verarbeitungseinheit derart ausgelegt ist, dass periodisch astronomische Informationen in Abhängigkeit von den von der elektronischen Verarbeitungseinheit bestimmten ersten und zweiten Parametern (11, 12) und auf der Basis von vor-

bestimmten, im Speicher der elektronischen Verarbeitungseinheit gespeicherten Berechnungsregeln festgestellt werden und dass das Anzeigesystem Visualisierungsmittel umfasst, um mindestens eine der astronomischen Informationen anzuzeigen, die für den Benutzer der Ausrüstung festgestellt werden, wobei die astronomischen Informationen mindestens die folgenden Daten einschließen: den sichtbaren Pol, den Himmelsäquator, die Wendekreise, die Ekliptik mit den vier Jahreszeiten und die Tagundnachtgleichen und die Sonnenwenden, die Aphele und das Perihel, die momentanen Positionen der Sonne, des Mondes, der fünf mit dem bloßen Augen sichtbaren Planeten und des Endschattens, den täglichen Lauf der Sonne und den des Mondes mit den Momenten und Azimuten ihrer Aufgänge und Untergänge, die Momente des Passierens der Sonne im ersten Vertikal, wenn die Sonne zu diesen Momenten aufgegangen ist, das genaue Aussehen des Mondes, dessen momentane mittlere Umlaufbahn um die Erde, die mittleren Positionen der Knoten dieser Umlaufbahn, die die Sonnenfinsternisse bestimmen, die Ausbreitung der Zonen der Sonnenfinsternisperioden über die Ekliptik, den eingetretenen Moment des Augenblicks der Viertelmonde und des Vollmonds und des Neumonds, den Moment und die Höhe der Kulmination der Sonne, das Analemma der Sonne, den Wert der Zeitgleichung und während der Nacht der Sterne in der Nacht, den täglichen Verlauf des Pols der Ekliptik, die stilisierte Milchstraße und das Zentrum der Galaxie.

12. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zifferblatt ein manuelles Steuerungssystem umfasst, das erlaubt, die mindestens eine der festgestellten astronomischen Informationen zu wählen, die von den Visualisierungsmitteln anzuzeigen sind.

13. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Uhrenausrüstung einen Visualisierungsbildschirm umfasst, der sich vom Zifferblatt (25) unterscheidet und die elektronische Verarbeitungseinheit ganz oder teilweise integriert, wobei der Visualisierungsbildschirm erlaubt, auf Anforderung in Form von Scrollmenüs mindestens einen Bilder-Bildschirm anzuzeigen, der visuelle Informationen darstellt, die für astronomische Informationen repräsentativ sind.

14. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Verarbeitungseinheit ein Gelokalisierungs-Endgerät über Satellit umfasst, das imstande ist, die ersten Parameter (11) und die zweiten Parameter (12) auf der Basis von einer Vielzahl von

Satelliten um die Erde kommenden empfangenen Signalen (10) zu bestimmen.

15. Elektronische Uhrenausrüstung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeiteilung eine 24-Stunden-Nummerierung ist, die alle 5 Minuten durch Zeitpunkte unterteilt ist, wobei ein gegebener Zeitpunkt für eine Zeit repräsentativ ist, die um 5 Minuten in Bezug auf die Zeiten versetzt ist, für die zwei zu dem gegebenen Zeitpunkt benachbarte Zeitpunkte repräsentativ sind.

Claims

1. An electronic timepiece device allowing indicating the current legal time of the place where the device is located and astronomical information, the electronic timepiece device comprising:

- an electronic processing unit provided with at least one processor configured so as to periodically:

- determine (E1) first geo-location parameters (11) associated to the place where the electronic processing unit is located and second parameters (12) concerning the current legal time legally associated to this place,

- and establish (E2), according to the first and second determined parameters (11, 12), local horizontal coordinates (13) of the Sun in this place from predetermined calculation rules stored in a memory of the electronic processing unit, the local horizontal coordinates (13) comprising at least the azimuth of the Sun,

- a dial (25) provided with a case containing all or part of the electronic processing unit and equipped with a display system visualizing at least one indicator pointer (26) having a time-variable orientation such that the angle (27) formed between the indicator pointer (26) and a first fixed reference axis (28) of the dial is equal, at all times, to the azimuth of the Sun established by the processing unit, and a time graduation (29) calculated by the electronic processing unit and displayed on the periphery of the dial (25) in the form of a plurality of time points (30) positioned with respect to the first fixed reference axis (28) as a function of the azimuth of the Sun respectively at the hours whose time points (30) are representative, the indicator pointer (26) thus indicating, at each instant, simultaneously:

- a representation of the relative directions

- of the Sun and of the cardinal point of the culmination of the Sun, the difference between these directions being equal to the value of the azimuth of the Sun at this instant and in this place, said representation being constituted by the angle (27) formed between the indicator pointer (26) and the first fixed reference axis (28) of the dial,
 ◦ the current legal time of the place where the electronic timepiece device is located at this instant, by reading the time whose time point (30) of the time graduation (29) towards which the indicator pointer (26) is pointing is representative.
2. The electronic timepiece device according to claim 1, **characterized in that** the local horizontal coordinates (13) established by the electronic processing unit comprise the height of the Sun and **in that** the display system allows displaying a variable color of the dial (25) adjusted as a function of the height of the Sun established by the electronic processing unit.
 3. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 or 2, **characterized in that** in addition to the indicator pointer (26), the display system comprises visualization elements arranged to display (E5) on the dial (25) a visual symbol (18) representative of the vertical projection, on the horizon plane, of the current position occupied by the Sun at each instant, where the dial (25) materializes the horizon plane and **in that** the indicator pointer (26) permanently passes through this visual symbol (18) thus displayed by the visualization elements.
 4. The electronic timepiece device according to claim 3, **characterized in that** the electronic processing unit is configured to determine (E3), on the basis of the local horizontal coordinates (13) of the Sun established by the electronic processing unit, the abscissa (14) and the ordinate (15) occupied in the horizon plane by the vertical projection, on the horizon plane, of the current position of the Sun and **in that** the visualization elements are such that the displayed visual symbol (18) is defined by an ordinate value (17) in the plane of the dial (25) counted along the first reference axis (28) of the dial and by an abscissa value (16) in the plane of the dial (25) counted along a second fixed reference axis of the dial oriented transversely with respect to the first reference axis (28), the abscissa value (16) and the ordinate value (17) of the visual symbol (18) displayed on the dial (25) by the visualization elements being calculated (E4) by the electronic processing unit so that the ratio between the abscissa value (16) and the ordinate value (17) associated to the displayed visual symbol (18) is equal to the ratio between the abscissa (14) and the ordinate (15) occupied in the horizon plane by the vertical projection, on the horizon plane, of the current position of the Sun.
 5. The electronic timepiece device according to any one of claims 3 or 4, **characterized in that** the electronic processing unit is configured to establish (E6), for the place where the electronic timepiece device is located and as a function of the first and second determined parameters (11, 12), the local horizontal coordinates (19) of natural or artificial celestial bodies other than the Sun from predetermined calculation rules stored in the memory of the electronic processing unit, and **in that** the visualization elements are arranged to display (E9) on the dial (25) a visual symbol (24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) associated to each of said celestial bodies and representative of the vertical projection on the horizon plane of the current position occupied by this celestial body at each instant, the dial (25) materializing the horizon plane.
 6. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the display system comprises at least one portion of a luminous display screen based on light-emitting diodes arranged as a background of the dial (25).
 7. The electronic timepiece device according to any one of claims 3 to 5 and according to claim 6, **characterized in that** the visualization elements comprise differentiated lighting means of the luminous display screen at the level of each visual symbol (18, 24, 241, 242, 243, 244, 245, 246) to be displayed.
 8. The electronic timepiece device according to any one of claims 6 or 7, **characterized in that** the indicator pointer (26) is a digital object displayed by the luminous display screen.
 9. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that** the electronic processing unit is configured to determine, as a function of the place where the device is located, the azimuth of the Sun at each instant corresponding to the hours whose time points (30) of displayed time graduation (29) are representative and **in that** the dial (25) comprises display means for displaying these time points (30) so that for each time point (30), the angle formed between the first fixed reference axis (28) and the straight line passing through this time point (30) and by the pivot axis of the indicator pointer (26) is equal to the azimuth of the Sun at the instant corresponding to the hour whose time point (30) is representative.
 10. The electronic timepiece device according to any one of claims 6 to 8 and according to claim 9, **char-**

acterized in that the display means for displaying the time points (30) are constituted by a portion of the luminous display screen where each time point (30) is digitally displayed, the portion of the luminous display screen allowing displaying the time points (30) being distinct from the portion arranged as a background of the dial (25).

11. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the electronic processing unit is configured so as to periodically establish astronomical information, as a function of the first and second parameters (11, 12) determined by the electronic processing unit and from predetermined calculation rules stored in the memory of the electronic processing unit, and **in that** the display system comprises visualization means for displaying at least one of said astronomical information established for the user of the device, where the astronomical information includes at least the following data: the visible pole, the celestial equator, the tropics, the ecliptic with the four seasons, and the equinoxes and the solstices, the aphelion and the perihelion, the instantaneous positions of the Sun, the Moon, the five planets visible to the naked eye and the shadow of the Earth, the daily course of the Sun and that of the Moon, with the instants and azimuths of their risings and settings, the instants of passage of the Sun in the first vertical if the Sun has risen at these times, the exact aspect of the Moon, its instantaneous average orbit around the Earth, the average positions of the nodes of this orbit which govern the eclipses, the extent on the ecliptic of the areas of the seasons of eclipses, when the moment comes the instants of the quarters of the Moon and of the full Moon and of the new Moon, the instant and the height of the culmination of the Sun, the analemma of the Sun, the value of the equation of time, and in the night period the stars in the night period, the daily trace of the pole of the ecliptic, the stylized Milky Way and the center of the galaxy.
12. The electronic timepiece device according to claims 11 or 12, **characterized in that** the dial comprises a manual control system allowing selecting said at least one of the established astronomical information to be displayed by the visualization means.
13. The electronic timepiece device according to any one of claims 11 and 12, **characterized in that** the electronic timepiece device comprises a visualization screen distinct from the dial (25) and integrating all or part of the electronic processing unit, the visualization screen allowing displaying on request, in the form of drop-down menus, at least one screen-image representing visual information representative of the astronomical information.

14. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 to 13, **characterized in that** the electronic processing unit comprises a satellite geo-location terminal adapted to determine the first parameters (11) and the second parameters (12), from signals (10) received from a plurality of satellites around the Earth.

15. The electronic timepiece device according to any one of claims 1 to 14, **characterized in that** the time graduation is a 24-hour numbering graduated by time points every 5 minutes, where a given time point is representative of one hour offset by 5 minutes from the hours whose two time points adjacent to said given time point are representative.

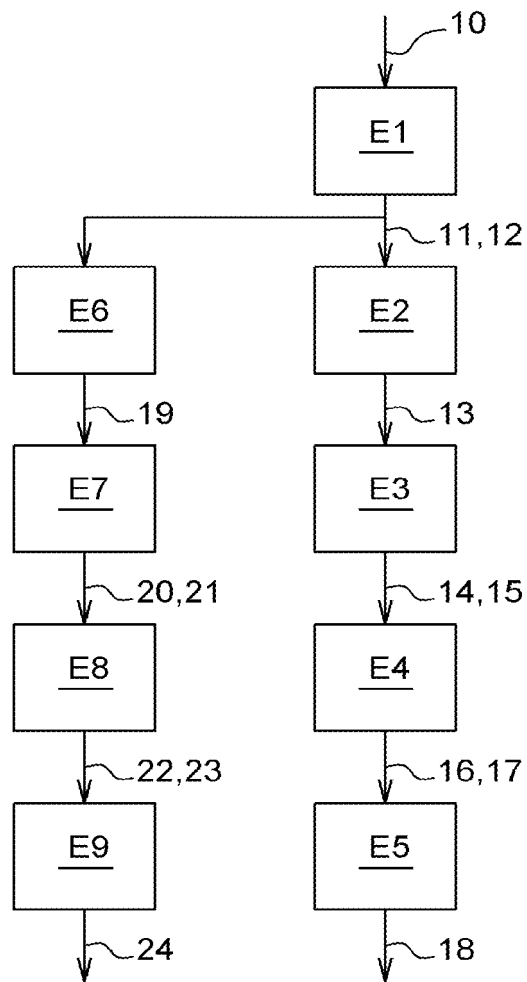


Fig. 1

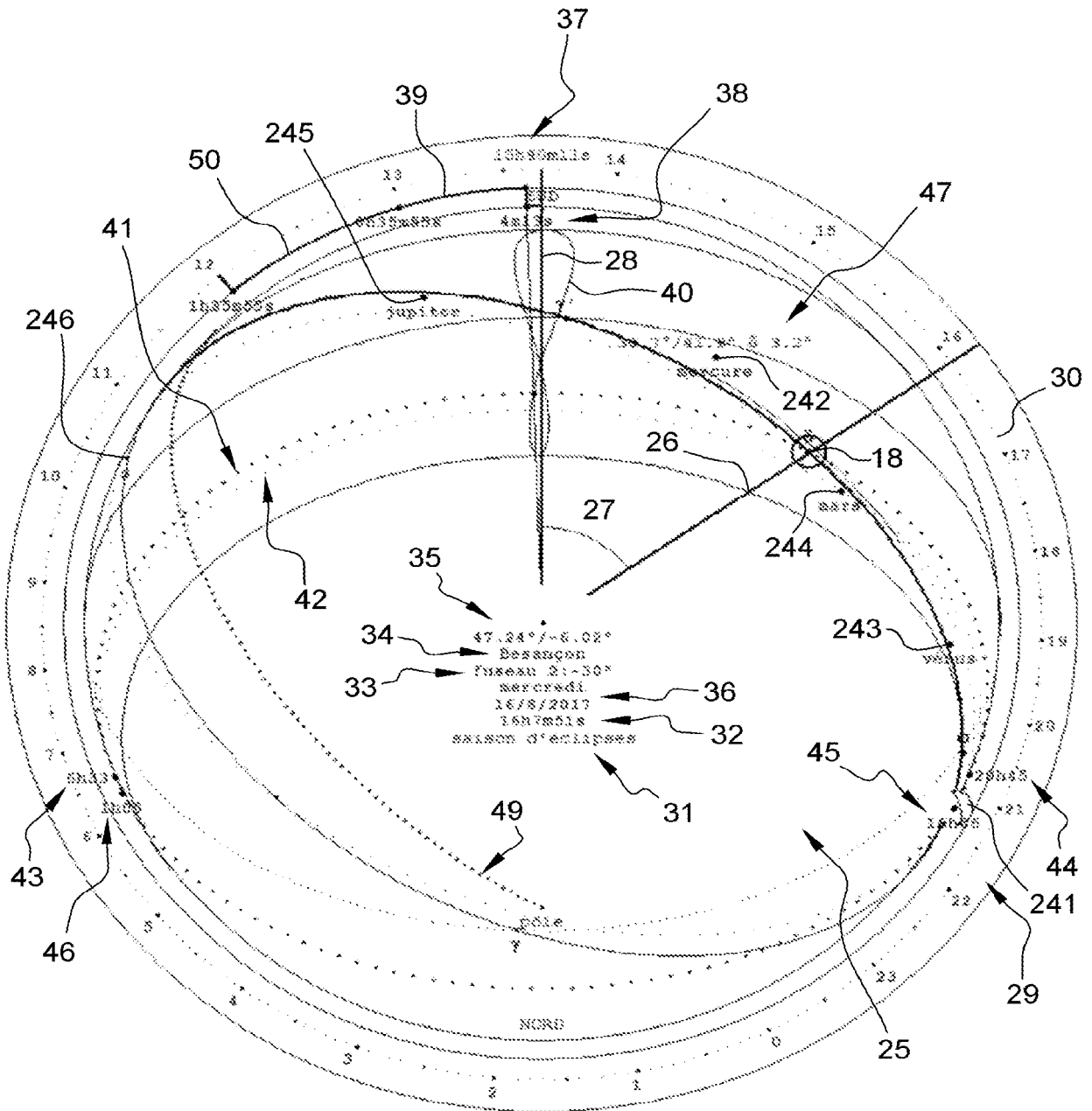


Fig. 2

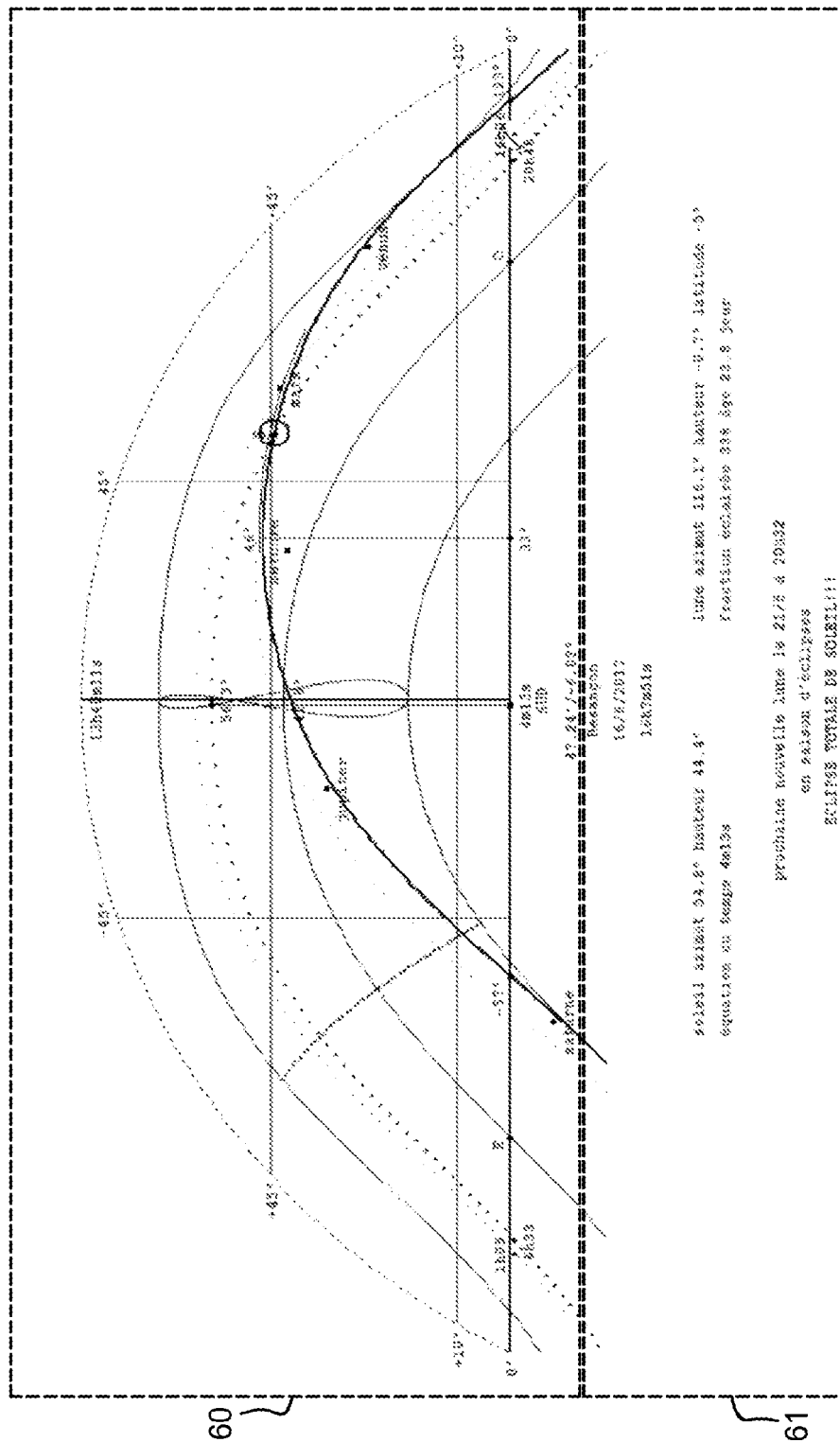


Fig. 3

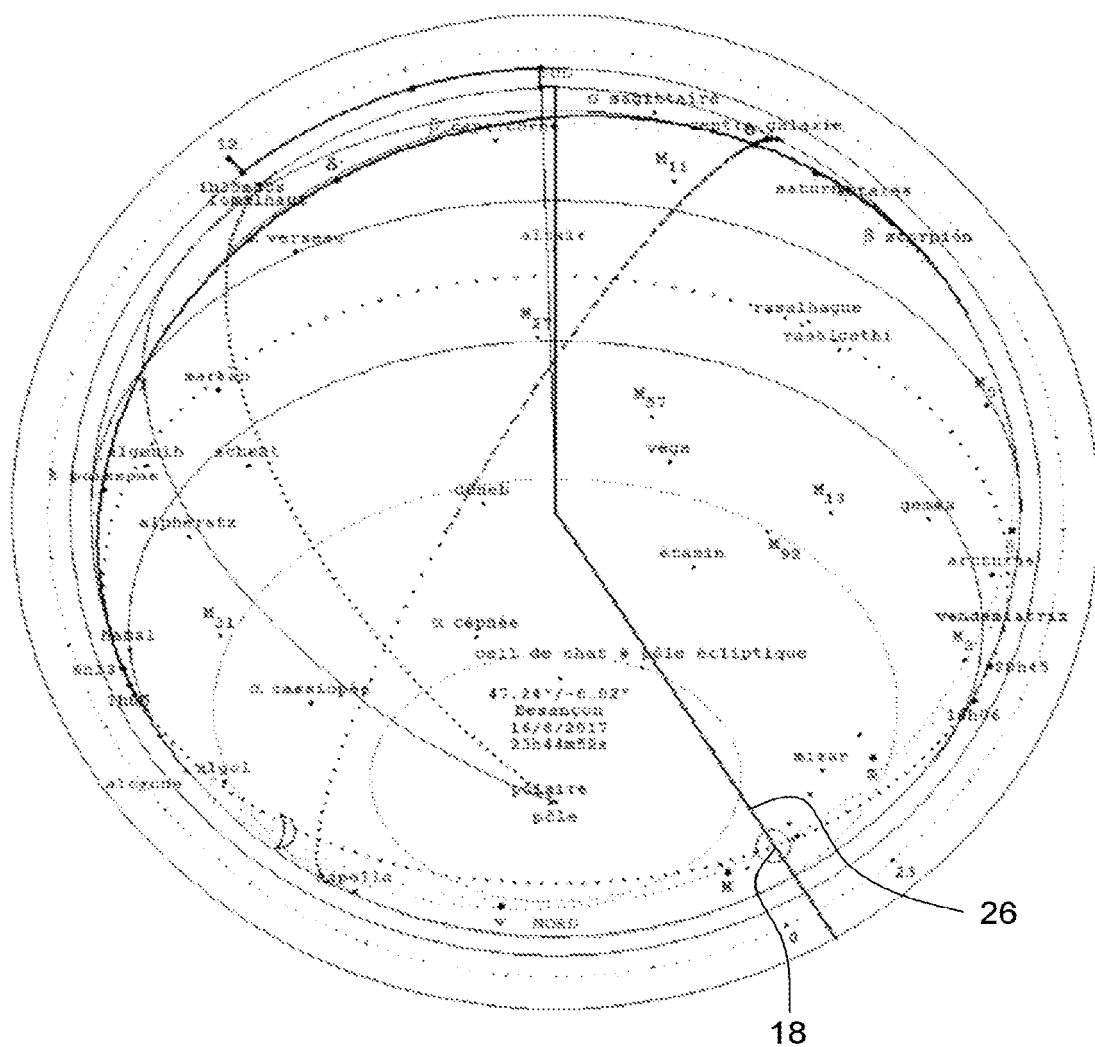


Fig. 4

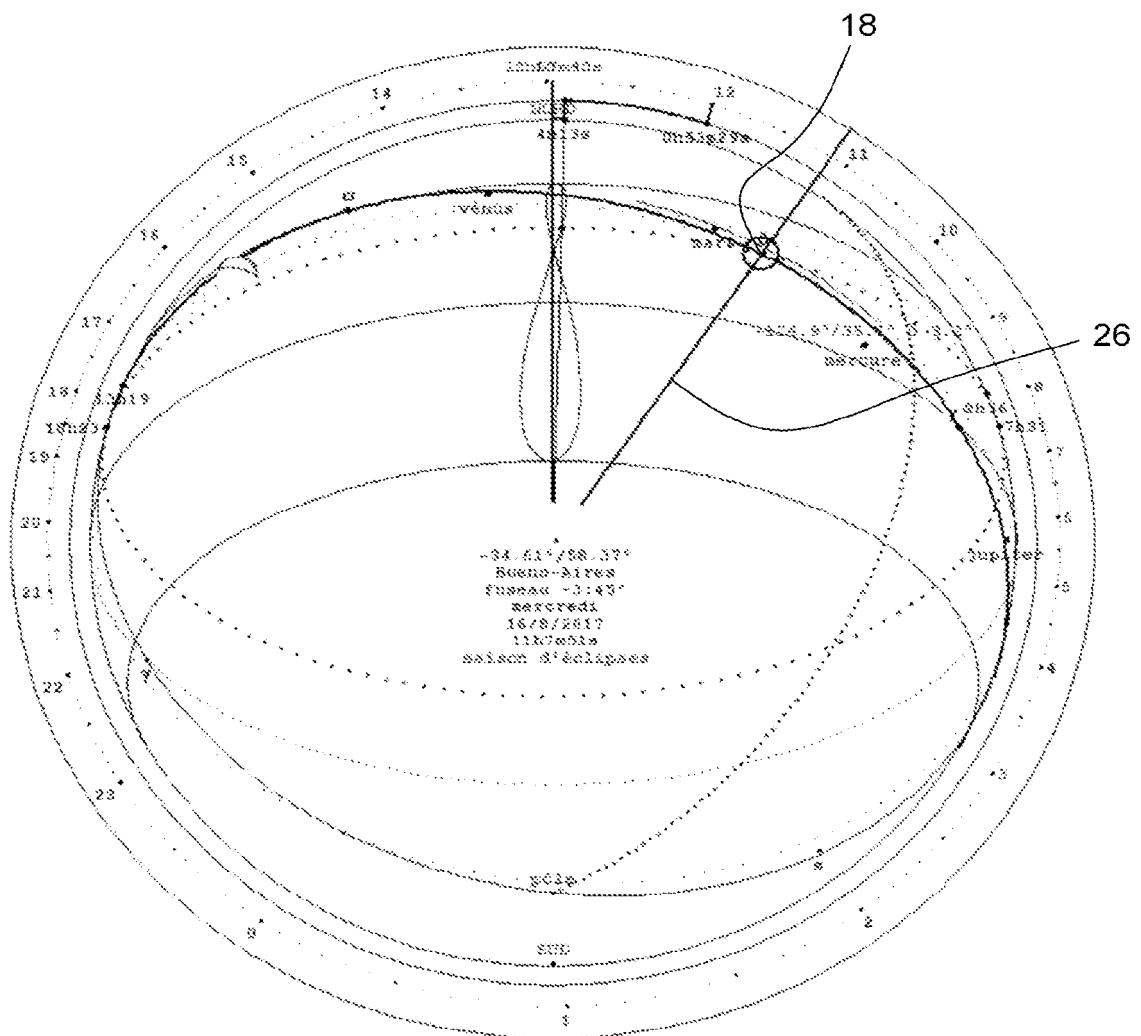


Fig. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0949549 A1 [0008] [0011]
- EP 1498790 A1 [0010] [0011]
- CH 658763 [0013]
- EP 1611489 A2 [0016] [0017]
- US 2013116967 A1 [0018]