



PCT

[Suite sur la page suivante]

(54) Titre : SYSTEME DE TRANSMISSION DE DONNEES A PARTIR D'UN CAPTEUR DE MESURE POUR TELERELEVÉ AVEC HORODATAGE.

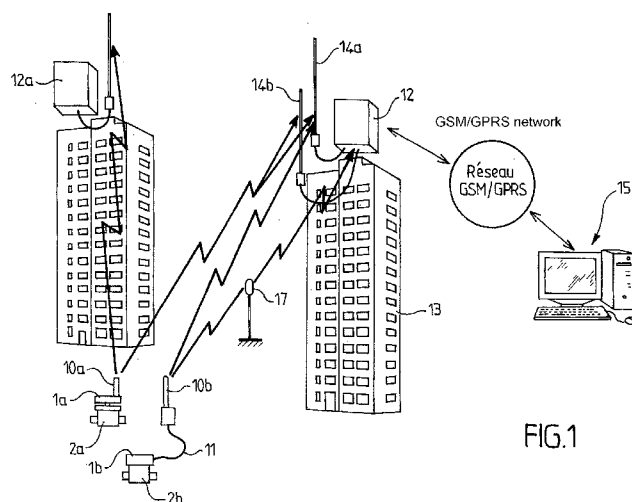


FIG.1

(S7) Abstract : System for transmitting data for remote logging between a measurement sensor (1a, 1b) comprising an electronic circuit with non-synchronized internal clock and a memory for storing at least one value measured at a first instant (t_1), and a transmitter (7) suitable for transmitting at a second instant (t_2) the value or values measured at the first instant (t_1), and a receiver (12, 12a) synchronized to a reference time base, for gathering the measured values transmitted; the sensor (1a, 1b) comprising an electronic circuit suitable for establishing the time difference Δt ($t_2 - t_1$) between the instants of transmission (t_2) and of measurement (t_1) according to the internal clock of the sensor, and the transmitter (7) transmits, with the value or values measured at the first instant (t_1), this time difference Δt ; and the receiver comprises a circuit for subtracting from the reception instant (T_0) according to the reference time base, the time difference (Δt) transmitted via the transmitter so as to give the difference ($T_0 - \Delta t$) as date to the measurements transmitted.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/115708 A2



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Système de transmission de données pour une télérelève entre un capteur de mesure (1a,1b) comportant un circuit électronique avec horloge interne non synchronisée et une mémoire pour stocker au moins une valeur mesurée à un premier instant (t_1), et un émetteur (7) propre à transmettre à un deuxième instant (t_2) la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1), et un récepteur (12,12a) synchronisé sur une base de temps de référence, pour recueillir les valeurs mesurées transmises; le capteur (1a,1b) comporte un circuit électronique propre à établir la différence de temps Δt ($t_2 - t_1$) entre les instants d'émission (t_2) et de mesure (t_1) selon l'horloge interne du capteur, et l'émetteur (7) transmet, avec la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1), cette différence de temps Δt ; et le récepteur comporte un circuit pour soustraire de l'instant de réception (T_0) selon la base de temps de référence, la différence de temps (Δt) transmise par l'émetteur afin de donner comme date aux mesures transmises la différence ($T_0 - \Delta t$).

SYSTÈME DE TRANSMISSION DE DONNEES A PARTIR D'UN CAPTEUR DE MESURE POUR TÉLÉRELÈVE AVEC HORODATAGE.

L'invention est relative à un système de transmission de données pour une télérelève entre :

- 5 - un capteur de mesure comportant un circuit électronique avec horloge interne non synchronisée et une mémoire pour stocker au moins une valeur mesurée à un premier instant (t_1) de l'horloge interne, et un émetteur propre à transmettre à un deuxième instant (t_2) de l'horloge interne la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1),
- 10 - et un récepteur synchronisé sur une base de temps de référence, pour recueillir les valeurs mesurées transmises.

L'invention concerne, de manière générale, les capteurs de mesures physiques, notamment les compteurs de fluide (eau, gaz, électricité, énergie thermique, répartiteur de frais de chauffage), les capteurs de températures, de
15 pression, de débit, etc... Plus précisément, l'invention concerne les capteurs autonomes qui stockent régulièrement des valeurs de grandeurs physiques mesurées et les transmettent ultérieurement par tout moyen de transmission, par exemple par radiofréquence ou dispositif filaire.

Le nombre de capteurs distribués, c'est-à-dire disséminés sur une
20 large surface géographique, destinés à effectuer des mesures physiques et à transmettre des données provenant de ces mesures à un récepteur de système central est en forte augmentation depuis plusieurs années. Ce nombre de capteurs est appelé encore à se développer afin d'améliorer le suivi et la gestion des équipements et réseaux de tous types, en particulier réseaux d'eau,
25 de gaz, d'énergie, d'assainissement.

Cette multiplication du nombre de capteurs autonomes a été rendue possible par l'intégration de plus en plus aboutie des circuits électroniques des capteurs, en même temps que par la baisse de leur consommation électrique. De façon concomitante, les piles électriques, en particulier les piles au lithium,
30 ont atteint une capacité et une fiabilité qui les rend propres à alimenter des capteurs dans de bonnes conditions pour des durées de plusieurs années, et dans certains cas jusqu'à 20 ans.

Les capteurs autonomes intègrent en général un circuit électronique à base de microprocesseur qui rend possible la lecture périodique de la ou des
35 grandeurs physiques considérées. La période et l'instant de la lecture sont décidés sur la base de l'horloge interne du circuit électronique qui, en général,

n'est pas synchronisée précisément sur une base de temps de référence, en particulier sur la base de temps universelle (UTC).

Les raisons de cette absence de synchronisation sur une base de temps de référence sont :

- 5 - d'une part, le fait que l'horloge interne du circuit électronique est composée en général d'éléments à bas coût dont la dérive journalière est importante (de l'ordre de plusieurs secondes par jour), de sorte que la dérive cumulée devient importante après plusieurs années de fonctionnement ;
- d'autre part le fait qu'une synchronisation périodique avec une
10 référence extérieure est rendue souvent impossible car elle nécessite une liaison bidirectionnelle et régulière entre le capteur et la base de temps de référence.

Pour réduire le prix des capteurs ainsi que leur consommation, il est avantageux que ces capteurs ne mettent en œuvre qu'une liaison
15 unidirectionnelle pour transmettre leurs données. Autrement dit, les capteurs ne comportent pas de récepteur propre à recueillir des informations d'une base de temps de référence pour une synchronisation.

En outre, même si une liaison bidirectionnelle existait, l'horodatage ne serait pas précis dans le cas où le capteur aurait accumulé des données sur
20 une longue période sans que la synchronisation d'horloge ait été rendue possible suite à une perte du lien de communication entre le capteur et la base de temps de référence.

Les résultats des mesures physiques effectuées par le capteur à un instant donné t_1 , selon l'horloge interne, sont transmis ultérieurement à un
25 récepteur par tout moyen adéquat, par exemple une fois par jour, au moyen d'une liaison de type filaire ou par radiofréquence, à un instant donné t_2 selon l'horloge interne.

Le récepteur des informations envoyées par les capteurs est notamment constitué par un équipement centralisateur, en particulier un
30 système informatique, qui est synchronisé sur une base de temps de référence, généralement l'horloge UTC. Dans ces conditions, lorsque le récepteur reçoit une information d'un capteur, il peut déterminer l'instant précis T_0 , selon la base de référence, à laquelle cette information est reçue.

Toutefois pour une gestion efficace par télérelève, en particulier pour
35 des réseaux de distribution d'eau ou d'énergie, il est important de connaître avec une précision suffisante l'instant auquel la mesure a été effectuée. Une précision de l'ordre de quelques dizaines de secondes par rapport à la base de temps de référence est suffisante, par exemple, pour une détection de fuite

dans une installation d'eau par mesure effectuée au cours de la nuit généralement entre 2 h et 3 h du matin, ou pour appliquer un tarif de consommation différent, en particulier pour l'énergie, selon les heures de jour ou de nuit, ou selon la période d'hiver ou d'été.

5 L'invention a pour but, surtout, de permettre d'établir un horodatage précis, dans une base de temps de référence, des données de mesures transmises, après stockage en mémoire, par des capteurs autonomes non synchronisés sur la base de temps de référence, notamment sur l'horloge UTC.

Selon l'invention, le système de transmission de données comprend :

10 - au moins un capteur de mesure, comportant un circuit électronique avec horloge interne non synchronisée et mémoire pour stocker au moins une valeur mesurée à au moins un premier instant (t_1) selon l'horloge interne, et un émetteur pour transmettre à un deuxième instant (t_2) de l'horloge interne les valeurs mesurées,

15 - un récepteur synchronisé sur une base de temps de référence, pour recueillir les informations transmises par le ou les capteurs, et est caractérisé en ce que :

- le capteur comporte un circuit électronique propre à établir la différence de temps $\Delta t = (t_2 - t_1)$ entre les instants d'émission (t_2) et de mesure
20 (t_1) selon l'horloge interne du capteur, et l'émetteur transmet, avec la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1), cette différence de temps Δt ,

- et le récepteur comporte un circuit pour soustraire de l'instant de réception (T_0), selon la base de temps de référence, la différence de temps (Δt) transmise par l'émetteur afin de donner comme date aux mesures transmises la
25 différence ($T_0 - \Delta t$) entre l'instant de réception (T_0) selon la base de temps de référence, et la différence de temps (Δt) entre l'émission et la mesure.

Sur de courtes périodes, de l'ordre de la journée, l'horloge interne du capteur est suffisamment précise pour que l'écart Δt reste précis, de sorte que la date calculée est parfaitement valide, à quelques secondes près suivant les
30 cas pratiques.

L'invention permet ainsi d'effectuer un horodatage satisfaisant, a posteriori. La précision est généralement inférieure à 30 secondes sur la base de temps de référence.

Le temps de transmission entre l'émetteur et le récepteur est en
35 général très faible, de l'ordre de 100 ms par exemple pour une transmission radiofréquence. Il pourra donc en général être négligé dans les calculs. On peut toutefois en tenir compte.

L'invention concerne en particulier un capteur de mesure pour

compteur de fluide, notamment un compteur d'eau.

Le système de transmission peut comporter un répéteur entre le capteur et le récepteur, ce répéteur comportant une horloge interne non synchronisée. Le répéteur reçoit à un instant (t_3) selon son horloge interne l'information provenant du capteur, et émet cette information vers le récepteur à un instant (t_4) selon son horloge interne. Selon l'invention, le répéteur comporte également un circuit électronique propre à établir la différence de temps $\Delta t_1 = (t_4 - t_3)$ entre les instants d'émission (t_4) et de réception (t_3) basés sur l'horloge interne du répéteur, lequel transmet avec les valeurs mesurées cette différence de temps Δt_1 ainsi que la différence de temps Δt provenant du capteur; le récepteur comporte un circuit approprié pour déterminer l'instant de mesure en retranchant de l'instant de réception T_0 , selon la base de temps de référence, la somme des différences $\Delta t + \Delta t_1$ fournies par le capteur et le répéteur. Le répéteur peut comporter un circuit établissant la somme des différences de temps $\Delta t + \Delta t_1$, et transmettre au récepteur cette somme avec les valeurs mesurées.

Dans le cas où le système de transmission comporte plusieurs répéteurs non synchronisés, selon l'invention chaque répéteur transmet, avec les informations relatives aux données mesurées, la différence de temps selon son horloge interne entre l'instant d'émission du signal et celui de réception.

Les capteurs et récepteurs sont généralement équipés de circuits électroniques du type microprocesseur et les opérations arithmétiques pour déterminer les différences Δt , Δt_1 , peuvent être effectués sans circuit électronique supplémentaire en programmant le microprocesseur à cet effet.

Le message transmis par le capteur et le ou les répéteurs est avantageusement constitué par une trame comportant dans une première partie des références permettant d'identifier le capteur, dans une deuxième partie les données des valeurs mesurées par le capteur, et dans une troisième partie les différences de temps Δt , et éventuellement Δt_1 , permettant de déterminer l'âge de la mesure.

L'émetteur du capteur peut comporter un condensateur qui accumule l'énergie pour permettre à l'émetteur de transmettre les données mesurées lorsque la charge du condensateur est suffisante. Les données mesurées ne sont pas émises à l'instant où la mesure est effectuée, et le temps de charge du condensateur peut varier de plusieurs minutes.

Un délai aléatoire peut être prévu entre l'instant de mesure et l'instant d'émission pour éviter des collisions et des trames mélangées entre les émissions de différents capteurs. Une redondance de l'émission est prévue,

également selon un intervalle de temps aléatoire, pour éviter des collisions successives entre des émissions de différents capteurs.

De préférence, lorsque la transmission des données est effectuée par radiofréquence, une transmission VHF est mise en œuvre. La puissance de l'émetteur du capteur peut être de l'ordre de 100 mW.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'un exemple de réalisation décrit avec référence aux dessins annexés, mais qui n'est nullement limitatif. Sur ces
10 dessins :

Fig. 1 est un schéma d'un système de télérelève en réseau fixe pour compteurs de fluide, notamment compteurs d'eau, dans lequel l'invention est mise en œuvre.

Fig. 2 est un schéma synoptique sommaire d'un capteur et d'un
15 récepteur selon l'invention, et

Fig. 3 est un schéma d'une trame transmise.

En se reportant à Fig. 1 des dessins, on peut voir un système de transmission de données à partir de capteurs de mesure 1a, 1b pour télérelève, notamment en réseau fixe.

L'exemple illustré sur Fig. 1 concerne des compteurs d'eau 2a, 2b, mais l'invention s'applique de manière générale à des capteurs de mesures physiques, non seulement capteurs de fluide (eau, gaz, électricité, énergie thermique, répartiteur de frais de chauffage), mais aussi capteurs de
20 température, de pression, de débit.

Les capteurs 1a, 1b, sont prévus pour détecter le mouvement de rotation d'une pièce, notamment un secteur métallique, qui effectue un nombre de tours proportionnel au volume d'eau qui traverse le compteur associé.

Comme illustré schématiquement sur Fig. 2 chaque capteur de mesure 1a, 1b comprend un transducteur 3 pour convertir en signal électrique le déplacement mécanique du secteur métallique du compteur. Le transducteur
30 3 est relié à un circuit électronique, avantageusement constitué par un microprocesseur 4, ou circuit équivalent. Une horloge interne 5 pilote le circuit 4. Le capteur est autonome et l'horloge 5 n'est pas synchronisée sur une base de temps de référence, notamment la base de temps universelle UTC. Une
35 mémoire 6 est prévue pour stocker au moins une valeur mesurée à un premier instant t1 de l'horloge interne.

Chaque capteur comporte en outre un émetteur 7 propre à transmettre, à un deuxième instant t2 de l'horloge interne, la ou les valeurs

mesurées au premier instant t1.

Une pile 8, notamment une pile au lithium, fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement du microprocesseur 4 et de l'émetteur 7. Un condensateur 9 peut être branché aux bornes de la pile 8 et aux bornes d'alimentation de l'émetteur 7. L'alimentation de l'émetteur 7, au moment de l'émission, est assurée par la décharge de l'énergie stockée dans le condensateur 9, ce qui permet d'utiliser une pile 8 de capacité réduite. Entre deux émissions de l'émetteur 7, il faut attendre que le condensateur 9 ait atteint une charge suffisante.

L'émetteur 7 est relié à une antenne telle que 10a (Fig. 1) directement fixée sur le capteur ou une antenne déportée telle que 10b (Fig. 1) située à distance du capteur 1b et reliée à ce dernier par un câble 11.

Au moins un récepteur 12 est prévu pour recueillir les valeurs mesurées transmises par une pluralité de capteurs disséminés sur une large surface géographique. Le récepteur 12 peut être installé sur un toit d'immeuble 13 avec un couple d'antennes 14a, 14b, espacées sur le toit de l'immeuble pour améliorer les conditions de réception.

Les informations transmises par radiofréquence par un même capteur 1a peuvent être recueillies par plusieurs récepteurs différents, par exemple 12, 12a installés en des endroits différents.

La transmission des informations du capteur vers le récepteur est avantageusement assurée par radiofréquence VHF, et la puissance de l'émetteur 7 d'un compteur est avantageusement de l'ordre de 100 mW (milliwatts).

Le récepteur 12, 12a est synchronisé sur une base de temps de référence, notamment la base de temps universelle UTC. Le récepteur 12, 12a organise les informations recueillies et les envoie soit par voie hertzienne (réseau GSM/GPRS), soit par voie filaire, à un système d'information 15 pour la télérelève.

La liaison entre les récepteurs 12 et 12a et le système 15 est bidirectionnelle avec échange d'informations dans les deux sens. Par contre, la liaison entre les capteurs 1a, 1b et le récepteur 12 est unidirectionnelle, c'est-à-dire que le récepteur 12 reçoit des informations des capteurs, mais que ces derniers ne peuvent recevoir aucune information du récepteur. Cette liaison unidirectionnelle permet de simplifier la construction des capteurs 1a, 1b et permet aussi de réduire leur consommation. Mais du fait que l'horloge interne des capteurs n'est pas synchronisée sur une base de temps de référence, un horodatage précis des données transmises ne peut être directement établi sur

la base des dates fournies par cette horloge interne.

L'invention vise à résoudre ce problème d'horodatage.

La mémoire 6 du capteur stocke la valeur mesurée à un premier instant t_1 selon l'horloge interne. L'émetteur 7 transmet cette valeur mesurée à
5 un deuxième instant t_2 de l'horloge interne.

Pour assurer un horodatage suffisamment précis, le capteur 1a, 1b comporte un circuit électronique, constitué par le microprocesseur 4 dans le cas présent, propre à établir la différence de temps $\Delta t = t_2 - t_1$ entre les instants d'émission t_2 et de mesure t_1 selon l'horloge interne du capteur. Le
10 microprocesseur 4 est programmé pour calculer cette différence de temps Δt .

La différence Δt est communiquée à l'émetteur 7 qui la transmet avec la ou les valeurs mesurées.

Le récepteur 12, 12a comporte un circuit 16, notamment un microprocesseur, pour soustraire de l'instant de réception T_0 , selon la base de
15 temps de référence, la différence de temps Δt transmise par l'émetteur 7. La date donnée par le récepteur aux mesures transmises est la différence $T_0 - \Delta t$ entre l'instant de réception T_0 selon la base de temps de référence, et la différence de temps Δt .

La dérive de l'horloge interne du capteur sur une période
20 relativement courte, de l'ordre de quelques heures ou de la journée, est suffisamment faible pour que l'écart Δt reste précis et que la date ainsi calculée soit parfaitement valide à quelques secondes près.

Il devient alors possible d'établir des informations sur le réseau de distribution à une heure donnée, notamment de procéder à des détections de
25 fuite par mesure de la consommation lors d'heures creuses, par exemple entre 2 h et 3 h du matin où la consommation doit être quasiment nulle. Il devient également possible d'appliquer des tarifs différents, par exemple entre le jour et la nuit, ou entre hiver et été.

Le système de transmission peut comporter, entre le capteur 1a, 1b, et le récepteur 12, un ou plusieurs répéteurs 17 non synchronisés. Selon
30 l'invention, chaque répéteur 17 comporte un circuit électronique qui calcule et transmet, avec les informations relatives aux données mesurées, la somme de l'écart Δt et de la différence de temps Δt_1 entre l'instant d'émission t_4 par le répéteur 17 et l'instant de réception t_3 par ce même récepteur, basé sur son
35 horloge interne. Le répéteur 17 transmet donc, avec les informations des valeurs mesurées, la somme $\Delta t + \Delta t_1$.

Le récepteur 12 recueille, à l'instant de réception T_0 , selon la base de temps de référence, les informations des valeurs mesurées et la somme des

différences $\Delta t + \Delta t1$. Le circuit 16 du récepteur effectue la soustraction entre T_0 et $(\Delta t + \Delta t1)$ pour dater la mesure à l'instant $T_0 - (\Delta t + \Delta t1)$.

En variante, le répéteur peut ne pas faire le calcul de la somme $\Delta t + \Delta t1$, laquelle est effectuée dans le récepteur 12 à partir des valeurs Δt et $\Delta t1$ transmises par le répéteur 17 avec les résultats de mesures.

En cas de plusieurs répéteurs, les différences Δt_n introduites par chaque répéteur seraient prises en compte.

Le message transmis par un capteur, ainsi que par un répéteur, est constitué par une trame 18 schématiquement représentée sous forme d'une bande rectangulaire sur Fig. 3, comportant : dans une première partie 18a des références permettant d'identifier le capteur 1a, 1b ; dans une deuxième partie 18b les données des valeurs mesurées par le capteur, et dans une troisième partie 18c les différences de temps Δt , et éventuellement $\Delta t1$, permettant de déterminer l'âge de la mesure.

De préférence, l'émission des informations par le capteur 1a, 1b est redondante, avec des intervalles de temps aléatoires entre les émissions répétées successives, pour éviter des collisions et des trames mélangées entre les émissions de différents capteurs.

La redondance trois ou quatre fois, notamment avec un intervalle de quelques heures, en particulier de l'ordre de 6 h, permet d'éviter la perte d'informations en raison d'un obstacle temporaire, par exemple un camion stationné faisant obstacle à une bonne transmission.

L'invention rend possible un horodatage précis de données émises par des capteurs non synchronisés, unidirectionnels.

REVENDICATIONS

1. Système de transmission de données pour une télérelève entre :
- un capteur de mesure (1a, 1b) comportant un circuit électronique avec horloge interne non synchronisée et une mémoire pour stocker au moins une valeur mesurée à un premier instant (t_1) de l'horloge interne, et un émetteur (7) propre à transmettre à un deuxième instant (t_2) de l'horloge interne la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1),
 - et un récepteur (12, 12a) synchronisé sur une base de temps de référence, pour recueillir les valeurs mesurées transmises, caractérisé en ce que :
 - le capteur (1a, 1b) comporte un circuit électronique (4) propre à établir la différence de temps $\Delta t = (t_2 - t_1)$ entre les instants d'émission (t_2) et de mesure (t_1) selon l'horloge interne du capteur, et l'émetteur (7) transmet, avec la ou les valeurs mesurées au premier instant (t_1), cette différence de temps Δt ,
 - et le récepteur comporte un circuit (16) pour soustraire de l'instant de réception (T_0), selon la base de temps de référence, la différence de temps (Δt) transmise par l'émetteur afin de donner comme date aux mesures transmises la différence ($T_0 - \Delta t$) entre l'instant de réception (T_0) selon la base de temps de référence, et la différence de temps (Δt) entre l'émission et la mesure.
2. Système de transmission de données selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur de mesure est un capteur pour compteur de fluide, notamment un compteur d'eau.
3. Système de transmission de données selon la revendication 1, comportant un répéteur entre le capteur et le récepteur, le répéteur comportant une horloge interne non synchronisée, caractérisé en ce que le répéteur (17) qui reçoit à un instant (t_3) selon son horloge interne l'information provenant du capteur, et émet cette information vers le récepteur à un instant (t_4) selon son horloge interne, comporte un circuit électronique propre à établir la différence de temps $\Delta t_1 = (t_4 - t_3)$ entre les instants d'émission (t_4) et de réception (t_3) basés sur l'horloge interne du répéteur, lequel transmet avec les valeurs mesurées, cette différence de temps Δt_1 ainsi que la différence de temps Δt provenant du capteur, le récepteur (12, 12a) comportant un circuit approprié pour déterminer l'instant de mesure en retranchant de l'instant de réception T_0 , selon la base de temps de référence, la somme des différences $\Delta t + \Delta t_1$ fournies par le capteur et le répéteur.

4. Système de transmission de données selon la revendication 3, caractérisé en ce que le répéteur (17) comporte un circuit établissant la somme des différences de temps $\Delta t + \Delta t_1$, et transmet au récepteur (12, 12a) cette somme
5 avec les valeurs mesurées.
5. Système de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les capteurs et récepteurs sont équipés de circuits électroniques du type microprocesseur programmés
10 pour effectuer les opérations arithmétiques afin de déterminer les différences de temps Δt , Δt_1 , ainsi que les sommes $(\Delta t + \Delta t_1)$ de ces différences.
6. Système de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'émetteur (7) du capteur
15 comporte un condensateur (9) qui accumule l'énergie pour permettre à l'émetteur de transmettre les données mesurées lorsque la charge du condensateur est suffisante.
7. Système de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le message transmis par le capteur est constitué par une trame (18) comportant dans une première partie
20 (18a) des références permettant d'identifier le capteur, dans une deuxième partie (18b) les données des valeurs mesurées par le capteur, et dans une troisième partie (18c) les différences de temps Δt , et éventuellement Δt_1 ,
25 permettant de déterminer l'âge de la mesure.
8. Système de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la transmission des données est effectuée par radiofréquence VHF
30
9. Système de transmission de données selon la revendication 8, caractérisé en ce que la puissance de l'émetteur (7) du capteur est de l'ordre de 100 mW.

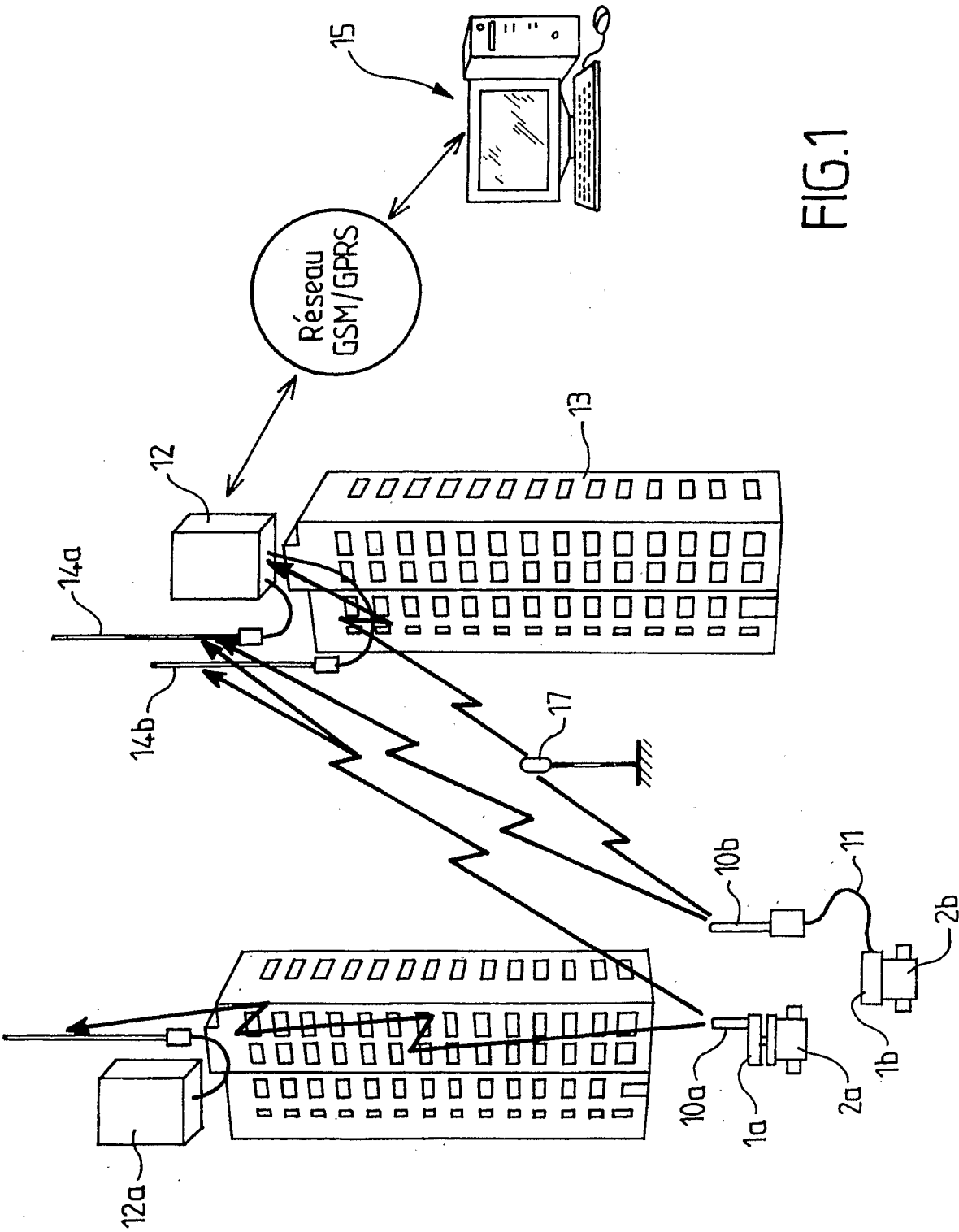


FIG. 1

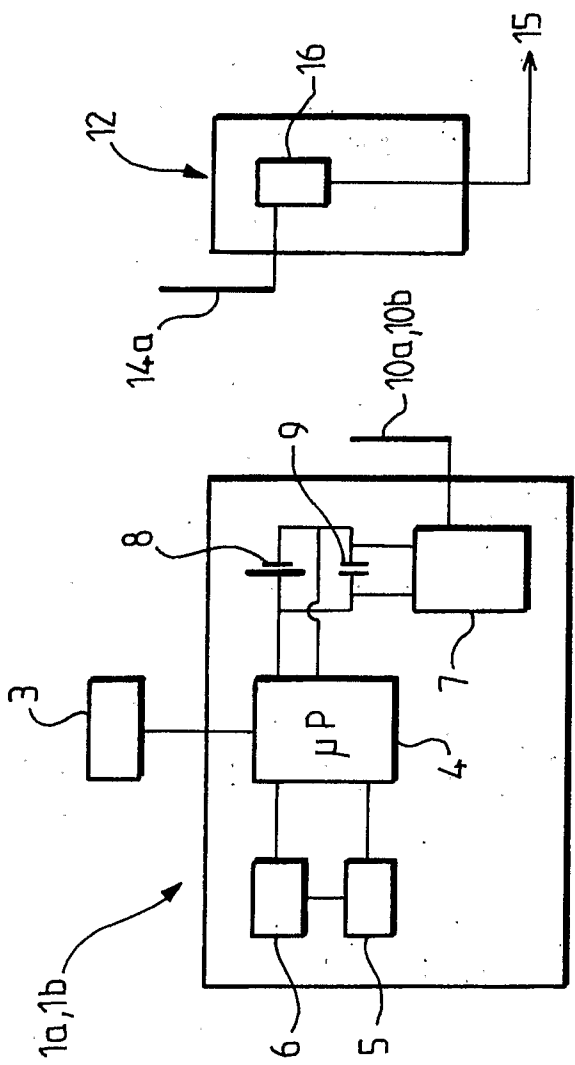


FIG. 2

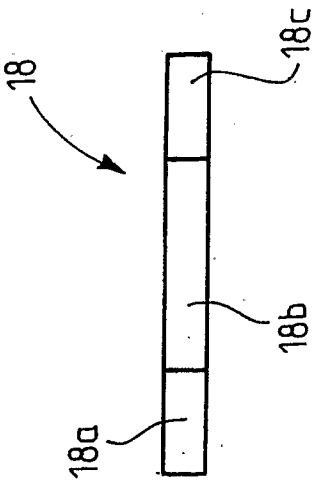


FIG. 3