

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :

2 460 452

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 16850

⑤④

Détecteur de gel pour protection de capteur d'énergie solaire.

⑤①

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 24 J 3/02; E 03 B 7/10; G 05 G 15/00; H 01 H 35/00.

⑫②

Date de dépôt..... 29 juin 1979, à 12 h 41 mn.

③③ ③② ③①

Priorité revendiquée :

④①

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

⑦①

Déposant : BONNET André, résidant en France.

⑦②

Invention de :

⑦③

Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④

Mandataire :

La présente invention concerne un système automatique de protection contre le gel de capteur d'énergie solaire.

Dans les régions où les températures extérieures peuvent descendre au-dessous du point de congélation de l'eau, il est indispensable de prévoir des dispositifs de protection pour empêcher l'eau de geler à l'intérieur du capteur d'énergie solaire et dans les tuyauteries aboutissant et partant du capteur d'énergie solaire; du fait que l'isolation thermique n'étant pas parfaite, la dilatation de l'eau par congélation peut causer d'importants dommages dans l'ensemble de l'installation.

Dans le choix des moyens connus pour résoudre ce problème, sont généralement utilisées les trois solutions suivantes :

- L'addition d'antigel à l'eau se trouvant dans le capteur d'énergie solaire, en maintenant le mélange antigel-eau dans une boucle fermée comprenant un échangeur de chaleur, destiné à céder la chaleur captée à l'eau destinée à être utilisée. Il en résulte une réduction du rendement, une augmentation du coût de l'installation, et un risque de fuite du mélange antigel-eau consécutif à une étanchéité éventuellement défectueuse de l'échangeur de chaleur. Pour cette dernière raison, certains pays ont interdit l'utilisation de liquide antigel-eau pour le chauffage de l'eau sanitaire.

- Un apport de chaleur dans le capteur d'énergie solaire en y créant un courant d'eau légèrement tiède, ou en mettant sous tension des résistances électriques qui chauffent par effet Joule. Cet apport de chaleur qui s'effectue avant que la température intérieure du capteur d'énergie solaire atteigne le point de congélation de l'eau, nécessite une dépense d'énergie.

- La vidange automatique de l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire, quand la température régnant dans le capteur d'énergie solaire se rapproche du point de congélation de l'eau. L'instrument de mesure de la température, de préférence à l'intérieur du capteur d'énergie solaire, qui donne le signal pour vidanger l'installation quand la température tombe à un niveau prédéterminé, est d'une précision nécessairement imparfaite, et comme tout appareil de mesure il indique une grandeur qui peut s'écarter de la grandeur mesurée dans des limites qui sont fonction de sa précision.

Il résulte de ce fait que cette solution a deux inconvénients. D'une part il existe un risque de destruction par la dilatation de

l'eau par congélation, dans l'éventualité où le niveau prédéterminé de température à partir duquel l'installation doit être vidangée, est plus proche du point de congélation de l'eau que la valeur absolue de la précision de l'instrument utilisé pour mesurer la
5 température. D'autre part, pour éviter ce risque de destruction par congélation de l'eau, la précaution qui consiste à fixer le niveau prédéterminé de température à partir duquel l'installation doit être vidangée, à une valeur sensiblement éloignée du point de congélation de l'eau, a pour effet quand la température extérieure
10 devient faiblement positive, d'aggraver inutilement la corrosion dans le capteur d'énergie solaire, par l'alternance dans le circuit de l'eau et de l'air.

Le dispositif suivant l'invention permet d'éviter ces inconvénients. Dans celui-ci, en effet, il est possible d'utiliser un seul
15 circuit de circulation d'eau dans lequel l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire est destinée à être utilisée; et de réduire la corrosion dans le capteur d'énergie solaire provoquée par l'alternance dans le circuit de l'eau et de l'air, en vidangeant l'installation seulement quand la température extérieure a
20 atteint le point de congélation de l'eau.

Le dispositif objet de l'invention est extérieur au capteur d'énergie solaire, il comporte un échangeur de chaleur avec l'atmosphère constitué par la surface d'un corps bon conducteur de la chaleur, généralement métallique, qui est solidaire d'un petit
25 récipient plein d'eau; et un dispositif sensible à l'une des différences entre les propriétés physiques de l'eau et de la glace, qui sont en particulier la variation de la densité donc du volume et la variation de la résistivité électrique.

Quand la température extérieure devient négative, dans ce dispositif appelé détecteur de gel, l'eau contenue dans le petit récipient se transforme en glace, et cette transformation de l'eau en glace est à l'origine d'un signal électrique qui provoque la vidange automatique du capteur d'énergie solaire.

L'élévation de la température extérieure en franchissant le
35 point de fusion de la glace, fond la glace contenue dans le détecteur de gel, et cette transformation de la glace en eau est à l'origine d'un signal électrique nouveau et différent du précédent qui provoque le remplissage automatique du capteur d'énergie solaire avec de l'eau destinée à être utilisée.

40 Le fonctionnement de ce détecteur de gel est sans risque, du

fait que l'eau qu'il contient atteint plus rapidement sa température de solidification que l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire, quand la température extérieure devient négative.

Par exemple, il est possible de considérer un capteur d'énergie solaire qui pour une surface absorbante de un mètre carré contient : un litre d'eau, un décimètre cube de cuivre; cette surface absorbante étant distante de douze millimètres d'une vitre d'une épaisseur de quatre millimètres qui lui est parallèle et qui est soumise à un vent extérieur de deux mètres par seconde. Les températures (θ_a) en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) en fonction du temps (t) exprimé en heures, sont pour la surface absorbante donc pour l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire :

$$\theta_a = \theta_c - (\theta_c - \theta_o) \left(1,212 \times e^{-1,66 t} - 0,212 \times e^{-9,5 t} \right)$$

et les températures (θ_v) en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) de la vitre recouvrant la surface absorbante en fonction de ce même temps (t) :

$$\theta_v = \theta_c - (\theta_c - \theta_o) \left(0,554 \times e^{-1,66 t} + 0,446 \times e^{-9,5 t} \right)$$

Dans les mêmes conditions, les températures (θ_d) en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) du détecteur de gel en fonction de ce même temps (t) sont :

$$\theta_d = \theta_c - (\theta_c - \theta_o) e^{-22,12 t}$$

Dans ces fonctions, (θ_o) est la température en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) de l'ensemble du capteur d'énergie solaire et du détecteur de gel à l'origine des temps ($t=0$), la température extérieure en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) est (θ_c), et (e) est la base des logarithmes népériens.

Les valeurs numériques sont déterminées, aux erreurs d'expérience près, en fonction de la chaleur massique de l'eau et des différents éléments qui entrent dans la construction du capteur d'énergie solaire et du détecteur de gel; et des coefficients de transfert de chaleur, d'une part entre la surface absorbante du capteur d'énergie solaire et la vitre qui lui est parallèle, et d'autre part entre la surface d'un corps solide capable d'absorber et d'émettre des rayonnements dans le spectre du lointain infrarouge (d'une longueur d'onde supérieure à 3 microns) et l'atmosphère.

A titre d'exemple, les températures (θ_d) en fonction de ce même temps (t), correspondent à la construction en cuivre du détecteur de gel que montre l'ensemble des figures de 2 à 5.

La figure 1 représente pour l'exemple considéré, les courbes représentatives de la température (θ_a) de l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire et les courbes représentatives (θ_d) de

la température du détecteur de gel, en fonction du même temps (t). L'échelle des températures (θ) est portée en ordonnée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$), et l'échelle des temps (t) est portée en abscisse et en heures.

La température retenue à l'origine des temps ($t=0$), tant pour le capteur d'énergie solaire que pour le détecteur de gel est de $+5^{\circ}\text{C}$ ($\theta_0 = +5$); et les courbes tracées correspondent à des températures extérieures de : $-0,5^{\circ}\text{C}$ ($\theta_c = -0,5$); -1°C ($\theta_c = -1$); -2°C ($\theta_c = -2$); -3°C ($\theta_c = -3$); et -4°C ($\theta_c = -4$).

Par exemple, pour une température extérieure de -1°C ($\theta_c = -1$), le détecteur de gel, donc l'eau qu'il contient atteint la température de 0°C à l'instant $t = 0,081$ heures (4 minutes et 51 secondes), dès cet instant cette eau commence à se transformer en glace, et la moitié de l'eau contenue dans le détecteur de gel est gelée après qu'un temps $t = 0,3135$ heures (18 minutes et 48 secondes) se soit écoulé; dans l'exemple retenu, l'augmentation du volume de la moitié de cette eau consécutive à sa transformation en glace, est à l'origine d'un signal électrique qui provoque la vidange du capteur d'énergie solaire.

Cette vidange du capteur d'énergie solaire est possible du fait qu'à l'instant $t = 0,3135$ heures (18 minutes et 48 secondes), la température de l'eau qu'il contient n'a pas encore atteint son point de congélation, comme le montre sur la figure 1 la courbe représentative de cette température qui correspond à une température extérieure de -1°C ($\theta_c = -1$).

Un même raisonnement est valable pour les autres courbes de la figure 1, et pour d'autres valeurs de la température initiale (θ_0) du capteur d'énergie solaire et du détecteur de gel, et aussi pour d'autres valeurs de la température extérieure (θ_c).

Le calcul montre que pour des températures extérieures négatives et très voisines de 0°C , le dispositif automatique de vidange de l'eau du capteur d'énergie solaire fonctionne après que l'eau qu'il contient ait atteint son point de congélation. Le cas le plus défavorable se présente quand la température extérieure est $\theta_c = -\varepsilon$ c'est à dire négative, constante, et infiniment voisine du point de congélation de l'eau; et dans ce cas, suivant l'exemple retenu, la quantité de glace formée est de l'ordre de dix grammes par mètre carré de surface absorbante du capteur d'énergie solaire, à l'instant où le dispositif de vidange commence à fonctionner.

Cette condition défavorable limite, qui ne se produit pas dans la nature du fait qu'elle exige un temps extrêmement long,

provoque un gel infime de l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire qui (dans l'exemple cité qui ne contient qu'un litre d'eau au mètre carré est de l'ordre de un pour cent ($1/100$)), en n'obstruant pas les canalisations est sans effet sur la vidange
5 de l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire.

Selon l'invention, l'échange de chaleur entre l'atmosphère et la petite quantité d'eau contenue dans le détecteur de gel, se fait par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs feuilles planes constituées d'une matière bonne conductrice de la chaleur et de préféren-
10 ce en métal, dont les grandes faces ont leur plus grande dimension horizontale et sont situées dans des plans verticaux, et qui sont d'une couleur capable d'absorber et d'émettre des rayonnements dans le spectre du lointain infra-rouge (d'une longueur d'onde supérieure à trois microns).

15 La transmission, surtout sensible la nuit, de chaleur par rayonnements infra-rouges entre le ciel et le détecteur de gel, est augmentée en installant le détecteur de gel à l'extérieur, et en fixant à faible distance sous ce détecteur de gel et avec des supports en isolant thermique, une tôle d'aluminium poli, peu inclinée
20 sur l'horizontale et sans contact ni avec le sol ni avec le détecteur de gel. L'échange de chaleur par rayonnements situés dans le lointain infra-rouge entre le détecteur de gel et le ciel, ce dernier étant surtout pendant la nuit plus froid que le sol, s'effectue par rayonnements directs et par rayonnements réfléchis sur la
25 tôle d'aluminium poli; du fait que pour les rayonnements infra-rouges, le pouvoir d'émission et d'absorption de l'aluminium poli est faible et le pouvoir réfléchissant est élevé.

Selon une première caractéristique de l'invention, le signal électrique qui provoque la vidange du capteur d'énergie solaire,
30 quand la température extérieure devient négative, a pour origine l'augmentation du volume de la petite quantité d'eau contenue dans le détecteur de gel pendant sa transformation en glace. En augmentant de volume, cette eau déforme une membrane en matière élastique qui pousse un contact métallique fixé sur un ressort, jusqu'au
35 contact avec une surface de métal fixée sur un autre ressort, en fermant ainsi un circuit électrique.

Selon une deuxième caractéristique de l'invention, le signal électrique qui provoque la vidange du capteur d'énergie solaire, quand la température extérieure devient négative, a pour origine
40 l'augmentation du volume de la petite quantité d'eau contenue dans

le détecteur de gel pendant sa transformation en glace. En augmentant de volume, cette eau pousse à l'intérieur d'un tube courbé en forme de V, une colonne de mercure par l'une de ses extrémités, ce qui a pour conséquence de déplacer l'autre extrémité de la colonne
5 de mercure vers une tige de métal, en fermant ainsi un circuit électrique quand le mercure atteint cette tige de métal.

Selon une troisième caractéristique de l'invention, le signal électrique qui provoque la vidange du capteur d'énergie solaire quand la température extérieure devient négative, a pour origine
10 l'augmentation de la résistivité électrique de la petite quantité d'eau contenue dans le détecteur de gel pendant sa transformation en glace. La résistivité électrique de l'eau distillée est en effet de 4 mégohms-centimètre, et la résistivité électrique de la glace à la température de $-0,2^{\circ}\text{C}$ est de 284 mégohms-centimètre. Cette eau
15 est parcourue par un courant électrique d'une intensité extrêmement faible, afin de rendre négligeable son échauffement par effet Joule. En augmentant sa résistivité électrique pendant sa transformation en glace, l'eau que contient le détecteur de gel est à l'origine d'une augmentation de la différence de potentiel électrique entre
20 les conducteurs qui relient ce dernier au générateur d'électricité.

Exceptionnellement, selon cette troisième caractéristique de l'invention, le récipient du détecteur de gel n'est pas complètement plein d'eau; la compression d'un petit volume d'air, d'hydrogène, ou d'un gaz neutre; permet à l'eau qu'il contient d'augmenter
25 de volume en se solidifiant sans augmentation sensible de pression.

D'autres caractéristiques et avantages de cette invention ressortiront de la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs.

Au cours de cette description, il est fait référence aux
30 dessins.

Le détecteur de gel, selon la première caractéristique de l'invention, est représenté en élévation et en coupe par la figure 2 et par la figure 3, en vue de dessus par la figure 4, et en vue de droite et en coupe par la figure 5.

35 La figure 2 montre le détecteur de gel selon la première caractéristique de cette invention, et à une température positive. L'échange de chaleur entre l'atmosphère et l'eau 20 contenue dans le petit récipient 22 s'effectue par les feuilles de cuivre 24. Cette eau 20 étant à l'état liquide, la membrane en matière élastique 26 qui ferme le petit récipient 22 est détendue et le bouton
40

de contact électrique 28 fixé sur la lame de ressort d'acier 30 n'est pas en contact avec la deuxième lame de ressort d'acier 32, ce qui maintient un circuit électrique ouvert. Les lames d'acier conductrices du courant électrique 30 et 32, sont séparées par des 5 cales isolantes 34, 36, 38, et le support 40 soutient l'ensemble du détecteur de gel.

La figure 3 montre le détecteur de gel selon la première caractéristique de cette invention et à une température inférieure au point de congélation de l'eau. A l'intérieur du petit réci- 10 pient 22, l'augmentation du volume de l'eau 20 consécutive à sa transformation en glace, déforme la membrane en matière élastique 26 qui ferme le petit récipient 22, et déplace le bouton de contact électrique 28 fixé sur la lame de ressort d'acier 30 en établissant le contact de ce bouton avec la deuxième lame de 15 ressort d'acier 32; ce qui a pour résultat de fermer le circuit électrique entre les lames de ressort d'acier 30 et 32.

Le détecteur de gel selon la deuxième caractéristique de cette invention, est représenté en élévation et en coupe par la figure 6 et par la figure 7, en vue de dessus par la figure 8, et en vue de 20 droite par la figure 9.

La figure 6 montre le détecteur de gel suivant la deuxième caractéristique de cette invention et à une température positive. L'échange de chaleur entre l'atmosphère et la petite quantité d'eau 42, contenue dans le tube courbé 44 et fermé par le bou- 25 chon 46, s'effectue par les feuilles de cuivre 48. Cette eau 42 étant à l'état liquide, la colonne de mercure 50 qui est en contact à l'une de ses extrémités avec l'eau 42 et à l'autre extrémité avec un volume d'air 52, n'est pas en contact avec la tige de métal 54 qui est fixée par le bouchon isolant 56 sur le tube courbé 44; ce 30 qui a pour résultat de maintenir ouvert le circuit électrique entre la colonne de mercure 50 et la tige de métal 54.

La figure 7 montre le détecteur de gel selon la deuxième caractéristique de cette invention et à une température inférieure au point de congélation de l'eau. Dans le tube courbé 44, entre le 35 bouchon 46 et la colonne de mercure 50, l'augmentation du volume de l'eau 42 consécutive à sa transformation en glace, déplace la colonne de mercure 50 qui entre en contact avec la tige de métal 54 en fermant le circuit électrique entre la colonne de mercure 50 et la tige de métal 54.

40 Le détecteur de gel selon la troisième caractéristique de

cette invention, est représenté en élévation par la figure 10, en vue de dessous par la figure 11, et en vue de droite et en coupe par la figure 12.

Une différence de potentiel électrique est créée entre une
5 petite plaque de cuivre 58 et une plus grande feuille de cuivre de forme rectangulaire 60, qui sont séparées par une entretoise en matière isolante 62. Le centre de l'entretoise isolante 62 est percé pour loger dans l'évidement ainsi créé, une petite quantité d'eau 64, et un petit volume de gaz 66.

10 L'échange de chaleur entre l'atmosphère et la petite quantité d'eau 64, s'effectue par la feuille de cuivre 60 qui est à un potentiel électrique différent de celui de la plaque de cuivre 58. Dans le but de rendre l'échauffement de l'eau par effet Joule négligeable, cette eau est parcourue par un courant électrique
15 d'une intensité extrêmement faible.

Le fait que la résistivité électrique de l'eau distillée qui est de 4 mégohms-centimètre est moindre que la résistivité électrique de la glace qui à la température de -0,2 degrés Celsius est de 284 mégohms-centimètre, est à l'origine d'une différence de poten-
20 tiel électrique variable entre la feuille de cuivre 60 et la plaque de cuivre 58, suivant que la petite quantité d'eau 64 est à l'état liquide ou sous forme de glace.

Un autre aspect de l'invention concerne les moyens mis en oeuvre pour effectuer la vidange ou le remplissage d'eau du capteur
25 d'énergie solaire, selon que la température extérieure est devenue inférieure ou supérieure au point de congélation de l'eau.

Le diagramme que représente la figure 14, montre les moyens mis en oeuvre pour protéger contre le gel le capteur d'énergie solaire 68, en disposant d'une source de courant électrique
30 alternatif 70, d'un générateur de courant électrique continu 72, du détecteur de gel que montre l'ensemble des figures de 2 à 5 et qui est représenté ici sur cette figure 14 par son petit récipient 22 assemblé avec son échangeur de chaleur 24 avec l'atmosphère, et du réflecteur que forme une tôle d'aluminium poli 74 située sans
35 contact et au-dessous du détecteur de gel et destiné à réfléchir les rayonnements infra-rouges entre ce dernier et le ciel.

Le dispositif d'actionnement 76 contient au moins un relais à contacts d'échange dont le circuit d'excitation est toujours fermé sur l'alimentation en courant alternatif du réseau, et assure pour
40 toute l'installation électrique, l'ouverture du circuit relié au

générateur de courant continu quand les conducteurs d'alimentation en courant alternatif sont sous tension; en autorisant l'utilisation du générateur de courant continu, qui peut être un accumulateur électrique, seulement en cas de chute de tension ou d'ouverture de circuit sur le réseau de courant alternatif.

La fermeture du circuit du détecteur de gel de la figure 14, provoque la mise sous tension du redresseur de courant 78, qui alimente en courant continu le dispositif d'actionnement 80.

C'est seulement quand les conducteurs reliés au réseau de courant alternatif ne sont pas sous tension, que la fermeture du circuit électrique du détecteur de gel de la figure 14, provoque l'alimentation directe par le générateur de courant continu 72 du dispositif d'actionnement 80.

Le dispositif d'actionnement 80 est relié électriquement à trois électro-vannes qui sont : l'électro-vanne à trois voies 82 que traverse l'eau qui pénètre dans le capteur d'énergie solaire par la conduite 84, l'électro-vanne à trois voies 86 que traverse l'eau qui sort du capteur d'énergie solaire par la conduite 88, et l'électro-vanne à deux voies 90 située au point le plus élevé de l'installation fluide.

Quand la température extérieure demeure positive, les bobines de toutes ces électro-vannes ne sont pas sous tension, et leur position de repos est telle que le capteur d'énergie solaire peut fonctionner par exemple en stockant de l'eau chaude dans le réservoir 92 par l'intermédiaire des conduites 94 et 96; l'électro-vanne 90 étant fermée en position de repos.

Un abaissement de la température extérieure en franchissant le point de congélation de l'eau est à l'origine de la fermeture du circuit électrique du détecteur de gel, et au moyen du dispositif d'actionnement 76, du redresseur de courant 78 seulement si le réseau de courant alternatif est sous tension, et du dispositif d'actionnement 80, provoque la mise sous tension de courant continu de toutes les électro-vannes. La position de travail de l'électro-vanne à trois voies 82 et de l'électro-vanne à trois voies 86 est telle, que les conduites d'arrivée d'eau 94 et d'évacuation d'eau 96 sont fermées, et que l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire et les conduites qui y sont raccordées s'évacue par l'intermédiaire des conduites 84 et 88 dans les conduites de vidange 98 puis 100. L'ouverture en position de travail de l'électro-vanne à deux voies 90, permet une entrée d'air au point le plus élevé de

l'installation fluidique et en assure une vidange rapide. Le capteur d'énergie solaire ainsi vidangé ne peut être endommagé par le gel.

Le capteur d'énergie solaire demeure vidangé tant que la température extérieure est au-dessous du point de congélation de l'eau, même au cas où surviendrait une ouverture du circuit d'alimentation en courant alternatif 70. Dans cette dernière éventualité, le générateur de courant continu 72 maintiendrait, par l'intermédiaire du dispositif d'actionnement 80, les électro-vannes dans leur position de travail.

Une élévation de la température extérieure en franchissant le point de congélation de l'eau, provoque l'ouverture du circuit du détecteur de gel, et au moyen des dispositifs d'actionnement 76 et 80, ouvre les circuits d'alimentation en courant continu de l'électro-vanne à trois voies 82 et de l'électro-vanne à trois voies 86 qui sont ramenées dans leur position de repos. Le capteur d'énergie solaire est à nouveau alimenté en eau par les conduites 94 et 84 et l'eau chaude peut être évacuée par les conduites 88 et 96. Pendant le remplissage d'eau du capteur d'énergie solaire, l'évacuation de l'air qu'il contient est obtenue en maintenant ouverte et en position de travail l'électro-vanne à deux voies 90, par la fermeture exceptionnelle de son circuit électrique qui la relie au générateur de courant continu 72, pendant un temps limite fixé par une minuterie que contient le dispositif d'actionnement 102.

Les moyens mis en oeuvre qui viennent d'être décrits et que montre la figure 14, se rapportent à l'utilisation de tous les détecteurs de gel où le signal électrique est provoqué par la variation de volume qui accompagne la transformation de l'eau qu'ils contiennent en glace. C'est à dire simultanément au détecteur de gel que montrent les figures de 2 à 5 qui est sensible à la déformation d'une membrane en matière élastique, et au détecteur de gel que montrent les figures de 6 à 9 qui est sensible au déplacement d'une colonne de mercure. Ces détecteurs de gel ont en commun le fait que la petite quantité d'eau qu'ils contiennent, est en se gelant, à l'origine de la fermeture d'un circuit électrique.

Les moyens mis en oeuvre pour l'utilisation du détecteur de gel que montrent les figures de 10 à 12, où le signal électrique est provoqué par la différence entre la résistivité électrique de l'eau qu'il contient et de la glace, sont montrés par la figure 13. Le dispositif d'actionnement 76 y est remplacé par le dispositif

d'actionnement 104, qui contient en plus des éléments prévus pour le dispositif d'actionnement 76, d'autres moyens destinés à créer et à mesurer la différence de potentiel électrique aux bornes de ce détecteur de gel.

5 Cette variation de la différence de potentiel électrique aux bornes de ce dernier détecteur de gel, est seulement le signal électrique qui est à l'origine de la vidange ou du remplissage du capteur d'énergie solaire; ce qui permet en remplaçant seulement
10 ment 104, de conserver dans le diagramme de fonctionnement représenté par la figure 13 tous les autres éléments de la figure 14.

Selon l'invention, l'électro-vanne à deux voies 90 se compose d'une bobine, qui lorsqu'elle est sous tension soulève un pointeau; et ce pointeau repose par gravité sur un siège de petit diamètre
15 pouvant être de l'ordre de deux millimètres.

En position de repos, l'électro-vanne 90 est fermée, et le poids du pointeau est tel que, selon l'invention, l'augmentation de la pression au-delà d'un niveau prédéterminé du fluide à l'intérieur du capteur d'énergie solaire, soulève le pointeau de
20 l'électro-vanne 90, en laissant échapper une quantité de fluide suffisante pour ramener la pression à l'intérieur du capteur d'énergie solaire au-dessous d'un niveau prédéterminé; en jouant ainsi un rôle de groupe de sécurité.

De plus, selon l'invention, du fait que l'électro-vanne 90 est
25 installée au point le plus haut de l'installation fluidique, les gaz contenus dans cette installation fluidique s'accumulent sous le pointeau de cette électro-vanne, et s'échappent dans l'atmosphère dès que la pression du fluide à l'intérieur du capteur d'énergie solaire devient supérieure à un niveau prédéterminé en soulevant le
30 pointeau de l'électro-vanne 90; qui assure ainsi simultanément des fonctions de groupe de sécurité et de dégazage.

Il serait possible de remplacer l'électro-vanne 86 par un clapet anti-retour, en acceptant ainsi que la conduite 88 ne soit pas vidangée quand la température extérieure demeure inférieure au
35 point de congélation de l'eau.

Il serait également possible d'utiliser dans l'installation, selon l'invention: d'autres types de détecteurs de gel et de vannes; des détecteurs de gel où l'abaissement de la température extérieure en franchissant le point de congélation de l'eau soit à
40 l'origine de l'ouverture d'un circuit électrique; un redresseur de

courant ou des photopiles pour charger une batterie d'accumulateurs d'électricité éventuellement utilisée comme générateur de courant continu; des sectionneurs pour ouvrir les circuits d'alimentation en courant alternatif et en courant continu quand le gel est impossible par exemple pendant l'été.

Selon l'invention, le capteur d'énergie solaire comprend un seul ou plusieurs éléments de captage d'énergie solaire; qui sont montés séparément ou en batteries compactes, et installés en un même lieu.

Bien entendu, cette invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et représentés, mais elle en englobe toutes les variantes.

Cette invention peut être appliquée, en particulier, à la protection contre les dégâts causés par le gel, aux capteurs d'énergie solaire destinés au chauffage de l'eau à usage industriel ou à usage domestique (eau sanitaire ou eau de chauffage).

R E V E N D I C A T I O N S

- 1 - Dispositif permettant, quand la température extérieure initialement supérieure au point de congélation de l'eau descend au-dessous du point de congélation de l'eau, de vidanger automatiquement un capteur d'énergie solaire avant que la transformation en glace de l'eau qu'il contient gêne l'opération de vidange; caractérisé par le fait qu'il comporte, en plus des moyens destinés à vidanger le capteur d'énergie solaire, un détecteur de gel installé à l'extérieur, qui comprend d'une part une surface destinée à assurer l'échange de chaleur entre l'atmosphère et l'eau contenue dans un petit récipient, et d'autre part un dispositif qui est à l'origine d'un signal électrique qui provoque la vidange du capteur d'énergie solaire, ce dernier dispositif étant sensible à l'une des différences entre les propriétés physiques de l'eau contenue dans le petit récipient du détecteur de gel et de la glace, qui sont en particulier la variation de la densité donc la variation du volume et la variation de la résistivité électrique.
- 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen destiné à assurer et à augmenter l'échange de chaleur entre l'atmosphère et l'eau contenue dans le petit récipient du détecteur de gel consiste en une ou plusieurs feuilles d'une matière bonne conductrice de la chaleur, de préférence en métal, dont les grandes faces sont situées dans des plans verticaux.
- 3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que cette ou ces feuilles d'une matière bonne conductrice de la chaleur, de préférence en métal, ont leur plus grande dimension horizontale.
- 4 - Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que la surface extérieure du petit récipient et la ou les feuilles destinées à assurer et à augmenter l'échange de chaleur entre l'atmosphère et l'eau contenue dans le petit récipient du détecteur de gel, sont d'une couleur capable d'absorber et d'émettre les rayonnements dans le spectre du lointain infra-rouge (d'une longueur d'onde supérieure à trois microns).
- 5 - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le moyen destiné à augmenter l'échange de chaleur par rayonnements infra-rouges entre le ciel et le détecteur de gel est un réflecteur que forme une tôle d'aluminium poli, peu inclinée sur l'horizontale, isolée au sens thermique, fixée entre le détecteur de gel et le sol, et à une faible distance sous ce détecteur de gel.

6 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen qui est à l'origine du signal électrique qui provoque la vidange automatique du capteur d'énergie solaire est une membrane en matière élastique que déforme pendant sa transformation en glace l'augmentation du volume de l'eau que contient le petit récipient du détecteur de gel, quand la température extérieure est devenue inférieure au point de congélation de l'eau; la déformation de cette membrane en matière élastique déplace un bouton de contact qui ouvre ou ferme un circuit électrique.

10 7 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen qui est à l'origine du signal électrique qui provoque la vidange automatique du capteur d'énergie solaire est une colonne de mercure courbée en forme de V, que déplace pendant sa transformation en glace l'augmentation du volume de l'eau que
15 contient le petit récipient du détecteur de gel, quand la température extérieure est devenue inférieure au point de congélation de l'eau; le déplacement de l'extrémité opposée à l'eau de cette colonne de mercure met ce mercure en contact avec un conducteur électrique, en fermant ainsi le circuit électrique entre ce
20 conducteur et cette colonne de mercure.

8 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen qui est à l'origine du signal électrique qui provoque la vidange automatique du capteur d'énergie solaire est une variation de la différence de potentiel électrique, entre deux pla-
25 ques conductrices de l'électricité et parcourues par un courant électrique d'une très faible intensité, et que sépare une entretoise en matière isolante qui contient dans un évidement et en contact avec ces deux plaques une petite quantité d'eau et un petit volume de gaz; quand la température extérieure est devenue inférieure au
30 point de congélation de l'eau, la variation de la différence de potentiel électrique entre ces deux plaques est consécutive à l'augmentation de la résistivité électrique de l'eau contenue entre ces deux plaques du détecteur de gel, pendant sa transformation en glace.

9 - Dispositif selon la revendication 1 et suivant l'une quel-
35 conque des revendications de 6 à 8, caractérisé par le fait que le moyen qui est à l'origine de la vidange automatique du capteur d'énergie solaire, quand la température extérieure en s'abaissant est devenue inférieure au point de congélation de l'eau, permet également le remplissage automatique d'eau de ce capteur d'énergie
40 solaire, quand la température extérieure s'élève en franchissant

le point de fusion de la glace.

10 - Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le moyen qui est à l'origine du remplissage automatique d'eau du capteur d'énergie solaire, quand la température extérieure
5 s'élève en franchissant le point de fusion de la glace, est un signal électrique nouveau et différent du précédent, qui a pour cause la fonte de la glace que contient le détecteur de gel.

11 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen destiné à vidanger automatiquement le capteur
10 d'énergie solaire comprend une ou des vannes actionnées par télécommande et par le signal électrique du détecteur de gel, quand la température extérieure est devenue inférieure au point de congélation de l'eau.

12 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moyen destiné à permettre à l'air de pénétrer dans le
15 capteur d'énergie solaire pendant la vidange automatique de l'eau qu'il contient est une vanne placée à la partie supérieure de l'installation fluidique.

13 - Dispositif selon les revendications 11 et 12, caractérisé par le fait que ces vannes sont des électro-vannes.

20 14 - Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que ces électro-vannes sont prévues pour l'utilisation du courant électrique continu.

15 - Dispositif suivant les revendications de 11 à 14 considérées isolément ou dans leur ensemble, caractérisé par le fait que
25 ces électro-vannes ne sont pas sous tension électrique et sont en position de repos, quand le capteur d'énergie solaire est plein d'eau.

16 - Dispositif suivant les revendications de 11 à 14 considérées isolément ou dans leur ensemble, caractérisé par le fait que ces électro-vannes ont leur circuit électrique fermé et sont en
30 position de travail, quand la température extérieure en étant devenue inférieure au point de congélation de l'eau, provoque leur mise sous tension électrique dès qu'est perçu le signal électrique du détecteur de gel.

17 - Dispositif suivant l'une quelconque des revendications
35 de 1 à 16, caractérisé par le fait que la source d'énergie électrique utilisée en priorité par l'ensemble de l'installation est celle du réseau de courant électrique alternatif.

18 - Dispositif selon la revendication 17, caractérisé par le fait qu'un générateur de courant continu devient la source d'éner-
40 gie électrique utilisée par l'installation, seulement en cas de

chute de tension ou d'ouverture du circuit d'alimentation de l'installation en courant électrique alternatif.

19 - Dispositif suivant les revendications de 9 à 18 considérées isolément ou dans leur ensemble, caractérisé par le fait que
5 le moyen destiné à assumer ces différentes fonctions, et à assurer le remplissage automatique d'eau du capteur d'énergie solaire dès que l'élévation de la température extérieure en franchissant le point de fusion de la glace a fondu la glace contenue dans le détecteur de gel, comprend un ensemble de dispositifs d'actionne-
10 ment électriques équipés : de conducteurs, de relais, de contacteurs, et de redresseur de courant.

20 - Dispositif suivant les revendications de 12 à 19 considérées isolément ou dans leur ensemble, caractérisé par le fait que l'électro-vanne placée à la partie supérieure de l'installation
15 fluïdique est ouverte c'est à dire en position de travail pendant le remplissage automatique d'eau du capteur d'énergie solaire, pour permettre à ce dernier d'évacuer l'air qu'il contient.

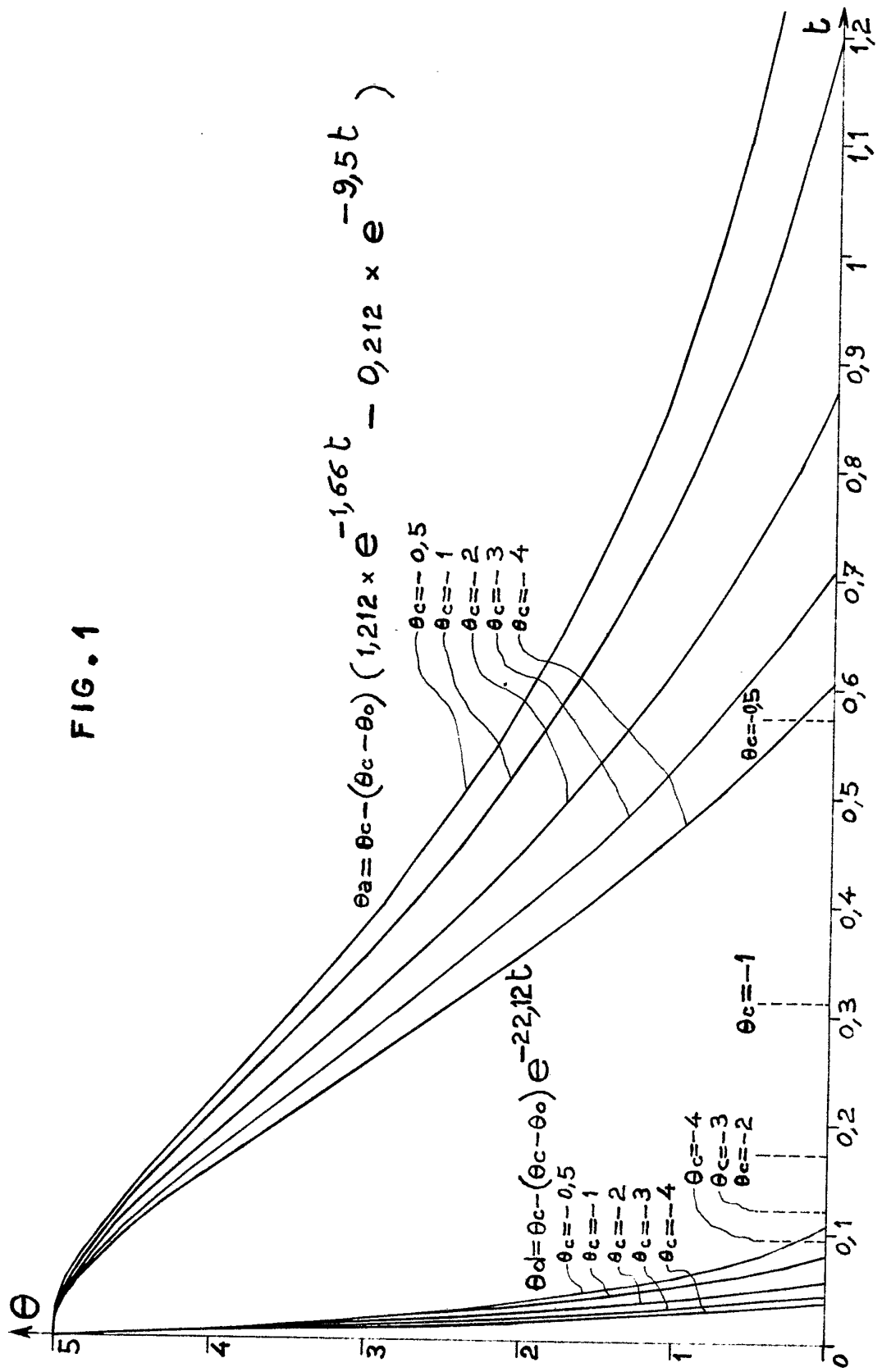
21 - Dispositif selon la revendication 20, caractérisé par le fait que le moyen destiné à maintenir en position de travail
20 l'électro-vanne située à la partie supérieure de l'installation fluïdique, pendant le remplissage automatique d'eau du capteur d'énergie solaire, est une minuterie.

22 - Dispositif selon les revendications 12 et 20, caractérisé par le fait que l'électro-vanne située à la partie supérieure de
25 l'installation fluïdique comprend un pointeau qui repose par gravité sur un siège de petit diamètre, et qui est destiné à être soulevé par le fluide quand la pression à l'intérieur du capteur d'énergie solaire dépasse un niveau prédéterminé, en remplissant ainsi une fonction d'un groupe de sécurité.

30 23 - Dispositif selon la revendication 22, caractérisé par le fait que cette électro-vanne, située au point le plus haut de l'installation fluïdique où s'accumulent les gaz qu'elle contient, assure pendant l'élévation de la température de l'eau contenue dans le capteur d'énergie solaire simultanément une fonction d'un
35 groupe de sécurité et de dégazage.

24 - Dispositif suivant l'une quelconque des revendications de 1 à 23, caractérisé par le fait que le capteur d'énergie solaire se compose d'un seul ou de plusieurs éléments de captage d'énergie solaire, montés séparément ou en batteries compactes, et
40 installés en un même lieu.

FIG. 1



PL.II/4

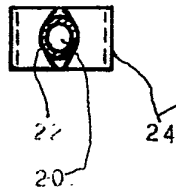
FIG. 5
Coupe: bFIG. 2
Coupe: aFIG. 3
Coupe: a

FIG. 4

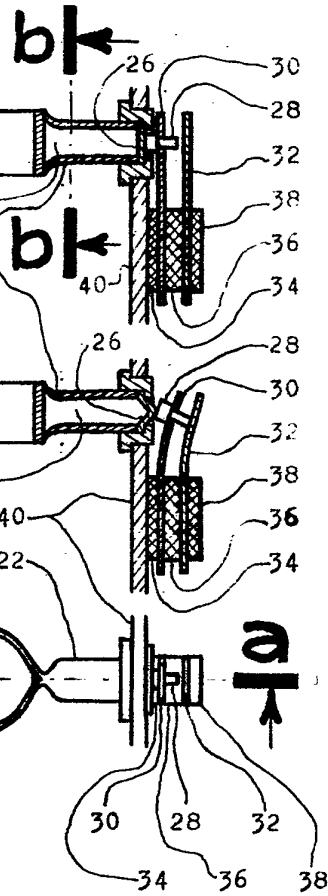
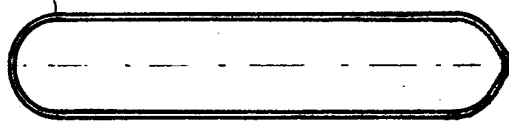


FIG. 9

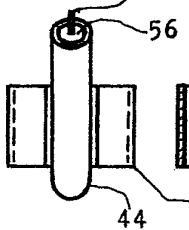
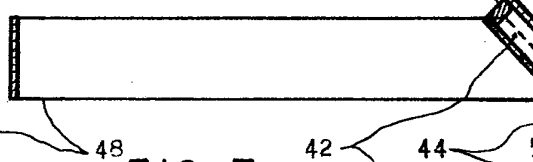
FIG. 6
Coupe: cFIG. 7
Coupe: c

FIG. 8

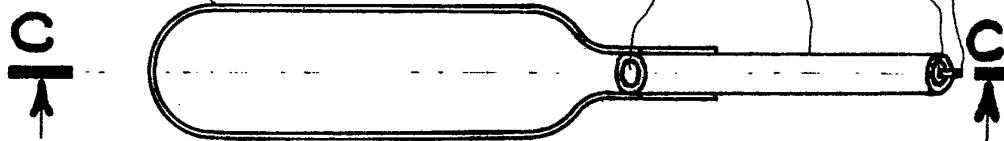
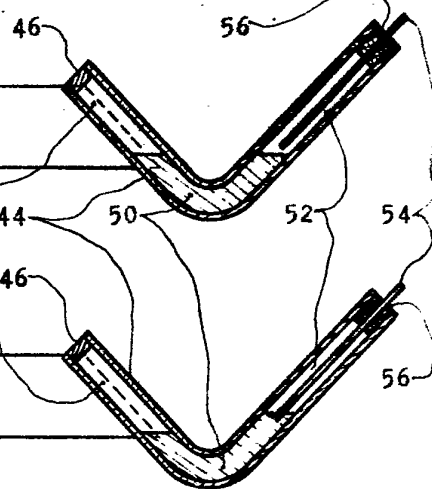
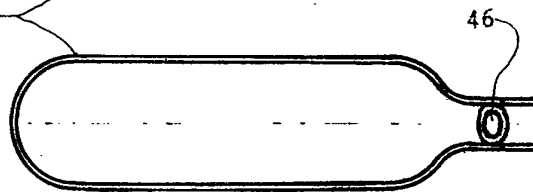


FIG. 11

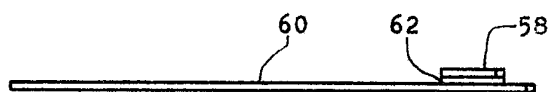
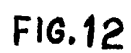


FIG. 10



Coupe:d

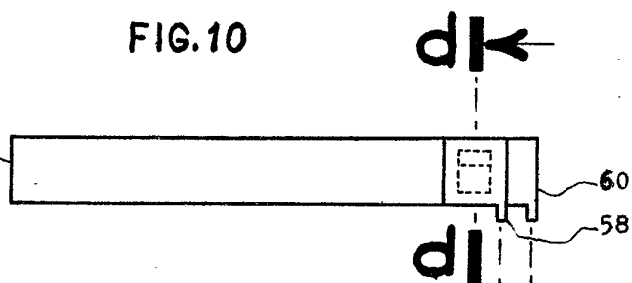
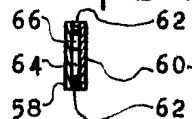
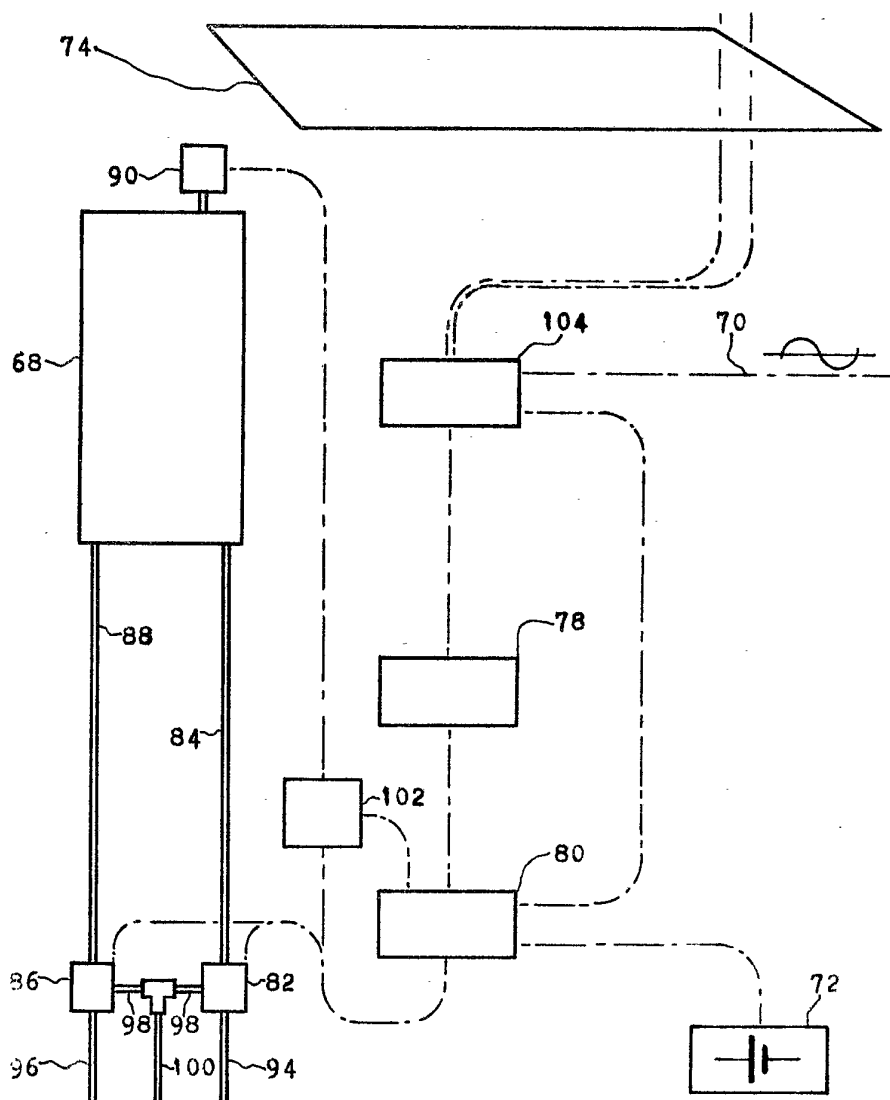


FIG. 13



PL.IV/ 4

FIG. 14

