



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Int. Cl.²: G 05 D 23/24
F 24 F 11/00
F 24 H 9/20

⑫ FASCICULE DU BREVET A5



616 250

⑳ Numéro de la demande: 6793/77

㉔ Date de dépôt: 02.06.1977

㉓ Priorité(s): 15.06.1976 FR 76 18103

㉒ Brevet délivré le: 14.03.1980

㉑ Fascicule du brevet
publié le: 14.03.1980

㉑ Titulaire(s):
Société Générale de Fonderie, Paris 16e (FR)

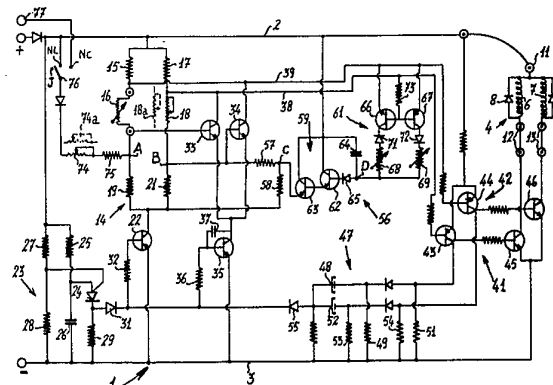
㉒ Inventeur(s):
Michel Leroi, Soissons (FR)

㉓ Mandataire:
Bovard & Cie., Bern

㉔ Régulateur électronique de température, utilisation de ce régulateur.

㉔ Dans le régulateur électronique de température, notamment pour installations de chauffage ou de climatisation de locaux, une thermistance (16) est montée dans un pont de Wheatstone (14) alimenté par un générateur d'impulsions (23). Suivant le sens de l'écart, un des transistors (33 ou 34) est rendu conducteur, mettant au potentiel négatif une des lignes (38 ou 39) pour exciter l'une des bobines (6 ou 7) commandant un robinet d'eau chaude. Un condensateur (64) mémorise la tendance et applique en C un potentiel variable pour fausser la valeur de consigne et produire un effet d'anticipation.

Ce régulateur s'applique avantageusement à tout réglage de température ambiante, en particulier au chauffage central à eau chaude.



REVENDECATIONS

1. Régulateur électronique de température, notamment pour installations de chauffage et de climatisation de locaux, comprenant, dans une branche d'un pont de Wheatstone, une thermistance pour mesurer la température à régler, dans une autre branche une résistance réglable pour afficher la température de consigne, et, dans la diagonale du pont, des moyens de détection pour attaquer sélectivement, suivant le sens de l'écart, des étages de commande d'un organe de réglage, caractérisé en ce qu'il comprend un générateur d'impulsions pour provoquer périodiquement, pendant une durée prédéterminée, l'alimentation du pont.

2. Régulateur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détection comprennent deux transistors dont les bases sont reliées respectivement aux extrémités de la diagonale du pont et dont les circuits collecteur-émetteur sont intercalés en dérivation entre le pôle négatif de la source et respectivement deux lignes de commande reliant chacune le pôle positif de la source à un étage d'amplification lui-même relié à une borne d'un des étages de commande de l'organe de réglage, ces étages comprenant une borne commune reliée au pôle positif de la source.

3. Régulateur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que les émetteurs des deux transistors précités sont reliés au pôle négatif par l'intermédiaire du circuit collecteur-émetteur d'un autre transistor dont la base est reliée au générateur d'impulsions.

4. Régulateur conforme à la revendication 3, caractérisé en ce qu'un condensateur est monté en dérivation entre la base et le collecteur du troisième transistor.

5. Régulateur conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un étage d'action proportionnelle et intégrale.

6. Régulateur conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que l'étage d'action proportionnelle et intégrale comprend une résistance montée en dérivation sur le pont, et reliée d'une part à l'extrémité de la diagonale du pont adjacente à la résistance d'affichage de la température de consigne, et d'autre part à l'une des deux lignes de commande précitées par l'intermédiaire d'un étage de fuite bi-directionnel, un condensateur étant monté en dérivation entre cette liaison et le pôle positif de la source.

7. Régulateur conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que la liaison précitée comprend un étage d'amplification entre la résistance et la connexion du condensateur.

8. Régulateur conforme à l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que l'étage de fuite bi-directionnel comprend, en parallèles, les circuits collecteur-émetteur de deux transistors de polarité opposée, munis chacun d'une résistance de collecteur, et dont les bases sont reliées à l'autre ligne de commande.

9. Régulateur conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que les résistances de collecteur sont réglables.

10. Régulateur conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend un étage de temporisation pour prolonger l'action sur les étages de commande de l'organe de réglage après la fin de l'impulsion d'alimentation du pont.

11. Régulateur conforme à l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend une résistance réglable reliée d'une part à l'extrémité de la diagonale du pont adjacente à la thermistance, et commutable d'autre part soit sur un plot isolé, soit sur un pôle positif de la source, soit sur une source de tension de valeur prédéterminée pour provoquer un abaissement prédéterminé de la température de consigne.

12. Utilisation d'un régulateur selon la revendication 1 dans une installation de chauffage ou de climatisation d'un groupe de locaux pour réguler la température de ces locaux.

13. Utilisation conforme à la revendication 12, destinée au chauffage, et comprenant pour chaque local un régulateur com-

prenant un étage de temporisation pour prolonger l'action sur les étages de commande de l'organe de réglage après la fin de l'impulsion de l'alimentation du pont, caractérisée en ce qu'elle comprend une source générale de tension continue à deux sorties, l'une servant à l'alimentation normale des régulateurs et l'autre produisant une tension prédéterminée pour l'abaissement prédéterminé de la température de consigne.

14. Utilisation conforme à la revendication 13, caractérisée en ce que chaque régulateur comprend deux résistances variables supplémentaires couplées respectivement avec les résistances variables servant à définir la température de consigne, ces résistances variables supplémentaires étant toutes reliées au circuit d'un compteur d'énergie commun aux locaux du groupe.

La présente invention concerne un régulateur électronique de température, notamment pour installation de chauffage et de climatisation de locaux. Un tel régulateur est principalement destiné à la commande individuelle par radiateur d'un chauffage central à eau chaude, mais il peut également être utilisé avec d'autres appareils de chauffage ou de climatisation.

L'invention concerne également l'utilisation de ce régulateur dans une installation de chauffage ou de climatisation.

On sait qu'un régulateur de température comprend normalement un détecteur de la température à mesurer, un dispositif d'affichage d'une température de consigne et des moyens pour détecter le sens d'un écart entre ces deux températures. Ce détecteur d'écart actionne des moyens de commande d'un organe de réglage. Cet organe de réglage peut être, par exemple, un robinet placé sur un circuit de fluide caloporteur.

On sait d'autre part que les difficultés du réglage de température tiennent au fait que les phénomènes thermiques sont des phénomènes à évolution lente, de sorte que, pour ne pas compliquer davantage le problème, les opérations de détection d'écart et d'action sur l'organe de réglage doivent s'effectuer avec le minimum de retard, voire même avec une certaine anticipation.

Dans les applications du genre visé ici, où les questions de prix de revient sont importantes, surtout si l'on désire régler indépendamment la température de chaque pièce en affectant un régulateur à chaque radiateur pour réaliser des économies d'énergie, on emploie généralement, pour la mesure de température, un bilame ou une capsule manométrique. Mais les organes de ce genre présentent, dans les fabrications courantes, une précision médiocre, et la mesure est en outre affectée d'un temps de retard relativement important, ce qui constitue des obstacles pour une régulation précise.

Certaines solutions pour réduire le temps de réponse consistent à adjoindre au détecteur de température une résistance chauffante jouant le rôle d'une image thermique du local à chauffer. Mais il s'agit là d'une réalisation complexe et délicate à mettre au point, l'image thermique du local étant très approximative et n'étant pas adaptée à la diversité des locaux rencontrés dans la pratique.

On a également tenté de remédier à ces inconvénients en utilisant des thermistances. Mais le principe même de la mesure électrique introduit une difficulté supplémentaire, liée à l'instabilité de la tension d'alimentation du secteur, qui peut fausser la mesure de façon regrettable, à moins d'avoir recours à un étage de stabilisation coûteux. En outre, le courant électrique de mesure qui parcourt la thermistance provoque un dégagement de chaleur par effet Joule qui vient perturber la mesure. On est alors obligé, pour minimiser cet effet, d'adopter une thermistance de grandes dimensions, ce qui augmente sa capacité thermique et retarde la mesure. Même en montant, de façon connue, la thermistance dans un pont de Wheatstone, seul le premier des deux inconvénients précités est éliminé. La nécessité de ne faire passer dans la thermistance qu'un courant faible,

peu perturbateur, impose notamment d'amplifier le courant de déséquilibre dans la diagonale du pont au moyen d'un étage d'amplification linéaire.

Dans le domaine de la commande de l'organe de réglage, les mêmes considérations de prix de revient conduisent à adopter un procédé de régulation par tout-ou-rien commandé par un contact lié au détecteur. Mais, dans les applications envisagées ici, ce procédé ne donne pas entière satisfaction car, si la constante de temps d'un radiateur est relativement courte à l'échauffement, elle est beaucoup plus longue au refroidissement, et la constante de temps du local chauffé est longue dans les deux cas. Il en résulte que l'on est obligé d'accepter des variations de température dans une bande relativement large ou d'imposer à l'organe de réglage un fonctionnement fréquent susceptible de nuire à sa tenue.

On pourrait envisager un procédé de régulation par action proportionnelle et intégrale. Mais, appliqué avec des régulateurs d'un type courant, ce procédé conduirait à adopter, eu égard aux constantes de temps à prendre en compte, des résistances et des capacités dont le prix de revient serait prohibitif dans les applications domestiques envisagées ici. Le contrôle du faible courant de décharge du condensateur nécessiterait en outre un amplificateur à alimentation stabilisée. En outre, ce genre de régulateur fonctionnant de façon continue présente en général une dérive dont il est difficile de s'affranchir par des moyens économiques.

La présente invention vise à réaliser un régulateur de température qui permette une régulation efficace et précise de la température évitant les inconvénients précités, tout en présentant un prix de revient assez bas pour autoriser son emploi pour chaque radiateur d'une installation.

Suivant l'invention, le régulateur électronique, notamment pour installation de chauffage ou de climatisation de locaux, comprenant, dans une branche d'un pont de Wheatstone, une thermistance pour mesurer la température à régler, dans une autre branche une résistance réglable pour afficher la température de consigne, et, dans la diagonale du pont, des moyens de détection pour attaquer sélectivement, suivant le sens de l'écart, des étages de commande d'un organe de réglage. Il est caractérisé en ce qu'il comprend un générateur d'impulsions pour provoquer périodiquement, pendant une durée prédéterminée, l'alimentation du pont.

En dehors des impulsions, la thermistance n'est le siège d'aucun courant et ne subit aucun apport d'énergie électrique parasite. Elle se met donc exactement à la température du local. En outre, du fait de l'absence de production de chaleur par effet Joule, cette thermistance peut être de petites dimensions, ce qui réduit son inertie thermique et rend la mesure plus rapide et plus précise. On doit ajouter que, les impulsions étant relativement brèves, on peut se permettre d'y développer une puissance importante qui dispense de prévoir un étage d'amplification dans la diagonale du pont. Enfin, la dérive du régulateur n'intervient que pendant les impulsions et est, par conséquent, très faible.

Suivant une réalisation particulière de l'invention, les moyens de détection et d'amplification comprennent deux transistors dont les bases sont reliées respectivement aux extrémités de la diagonale du pont et dont les circuits collecteur-émetteur sont intercalés en dérivation entre le pôle négatif de la source et respectivement deux lignes de commande reliant chacune le pôle positif de la source à un étage amplificateur lui-même relié à une bonne des étages de commande de l'organe de réglage, ces étages comprenant une borne commune reliée au pôle positif de la source.

Du fait du déséquilibre du point, quand une impulsion se produit, des tensions de valeurs différentes sont appliquées aux bases des transistors, dont l'un devient conducteur avant l'autre, mettant au potentiel négatif la ligne de commande à laquelle il

est relié et activant l'étage de commande correspondant de l'organe de réglage. Seules interviennent les stabilités différentielles des transistors en température, qualité facile et peu coûteuse à obtenir.

Les émetteurs de ces deux transistors sont reliés au pôle négatif par l'intermédiaire du circuit collecteur-émetteur d'un autre transistor dont la base est reliée au générateur d'impulsions. A chaque impulsion, ce transistor est rendu conducteur et met au pôle négatif les émetteurs des deux transistors de la diagonale, permettant à leur tension de base de les rendre conducteur.

De préférence, un condensateur est monté en dérivation entre la base et le collecteur du troisième transistor, pour retarder sa mise en conduction jusqu'au moment où les bases des deux transistors de la diagonale ont atteint un état d'équilibre malgré l'effet de capacités parasites éventuelles.

Suivant une réalisation préférée de l'invention, le régulateur comprend un étage d'action proportionnelle et intégrale. Cet étage comprend une résistance montée en dérivation sur le pont et reliée d'une part à l'extrémité de la diagonale du pont adjacente à la résistance d'affichage de la température de consigne, et d'autre part à l'une des deux lignes de commande par l'intermédiaire d'un étage de fuite bi-directionnel. Un condensateur est monté en dérivation entre cette liaison et le pôle positif de la source.

Cette disposition, en appliquant au pont la tension aux bornes du condensateur, a pour effet de fausser la valeur de consigne dans le sens convenable pour provoquer un effet d'anticipation lié à la valeur de l'écart détecté.

De préférence, il est prévu un étage d'amplification pour amplifier la tension aux bornes du condensateur.

Suivant une réalisation particulière de l'invention, l'étage de fuite bi-directionnel comprend, en parallèle, les circuits collecteur-émetteur de deux transistors de polarité opposée, munis chacun d'une résistance de collecteur, et dont les bases sont reliées à l'autre ligne de commande.

Avec cette disposition, le condensateur d'action proportionnelle peut, au cours d'une impulsion, soit se charger par fuite au pôle négatif de sa borne non reliée au pôle positif, soit se décharger par fuite du pôle positif vers cette borne. Le courant de charge ou de décharge ne s'écoulant que pendant la durée des impulsions, son intensité est relativement forte et la mesure de la tension aux bornes du condensateur peut s'effectuer par un dispositif peu coûteux.

Suivant une réalisation avantageuse, les résistances de collecteur sont réglables, ce qui permet de régler le débit des fuites, donc la constante de temps de l'action intégrale.

Dans une forme perfectionnée de réalisation, le régulateur comprend un étage de temporisation pour prolonger l'action sur les étages de commande de l'organe de réglage après la fin de l'impulsion d'alimentation du pont. On pourrait craindre en effet que cette impulsion ne soit trop brève pour permettre à l'organe de réglage d'effectuer sa course complète.

Suivant une réalisation particulière de l'invention, le régulateur comprend une résistance réglable reliée d'une part à l'extrémité de la diagonale du pont adjacente à la thermistance et commutable d'autre part, soit sur un plot isolé, soit sur le pôle positif de la source, soit sur une source de tension de valeur prédéterminée pour provoquer un abaissement prédéterminé de la température de consigne.

On peut ainsi, par simple commutation, obtenir un réglage de jour et un réglage de nuit.

Selon une application avantageuse de ce régulateur dans une installation de chauffage, il est prévu une source générale de tension continue à deux sorties, l'une pour l'alimentation normale des régulateurs, et l'autre pour produire une tension prédéterminée pour l'abaissement prédéterminé de la température de consigne.

Dans une réalisation particulière de cette application chaque régulateur comprend des résistances variables supplémentaires couplées respectivement avec les résistances variables servant à définir la température de consigne, et ces résistances variables sont toutes reliées au circuit d'un compteur d'énergie commun aux locaux du groupe.

Les particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre.

Au dessin annexé donné à titre d'exemple non limitatif :

- la figure 1 est un schéma électrique d'un régulateur conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un schéma d'ensemble d'une installation de chauffage central à l'eau chaude pourvue de tels régulateurs.

En référence à la figure 1, un régulateur 1 conforme à l'invention est alimenté par une source de tension continue comportant un pôle positif 2 et un pôle négatif 3. Ce régulateur est relié à des étages de commande 4, 5 d'un organe de réglage non représenté. Cet organe de réglage est ici un robinet qui peut comporter deux ou trois voies de passage et doit pouvoir se fermer sur une commande de fermeture, s'ouvrir sur une commande d'ouverture, et rester dans sa position précédente en l'absence de commande. Il peut être avantageusement conforme à celui décrit dans la demande de brevet français n° 76 13 256 au nom de la Demanderesse. Dans ce cas, qui est celui de l'exemple décrit, les étages de commande 4, 5 comprennent chacun une bobine d'induction 6, 7 munie en parallèle d'une diode de décharge 8, 9, et telles que l'excitation de la bobine 6 provoque la fermeture de l'organe de réglage et que l'excitation de la bobine 7 provoque son ouverture.

Les étages 4 et 5 sont reliés d'une part au pôle positif 2 par une borne commune 11 et d'autre part, au pôle négatif 3 par des bornes respectives 12, 13 par l'intermédiaire d'étages d'amplification qui seront décrits plus loin.

Le régulateur 1 comprend un pont de Wheatstone 14 alimenté entre le pôle positif 2 et le pôle négatif 3. Les deux branches de ce pont adjacentes au pôle positif 2 comprennent respectivement l'une une résistance fixe 15 et une thermistance de mesure 16 disposée en un endroit convenable du local à contrôler, et l'autre une résistance 17 et une résistance réglable 18 servant à afficher une température de consigne. Les deux autres branches du pont 14 sont constituées respectivement de résistances fixes 19, 21. Les extrémités de la diagonale du pont sont respectivement le point A commun à la thermistance 16 et à la résistance fixe 19, et le point B commun à la résistance réglable 18 et à la résistance fixe 21.

Dans l'exemple décrit, les valeurs des résistances fixes et de la thermistance 16 sont déterminées pour que, le pont étant alimenté, les points A et B soient au même potentiel lorsque la température mesurée est de 20° C, la résistance réglable 18 étant positionnée sur cette valeur, et que ce potentiel commun soit sensiblement égal à la moyenne des potentiels des pôles 2 et 3.

Sur la ligne d'alimentation reliant le pont 14 au pôle négatif 3 est intercalé le circuit collecteur-émetteur d'un transistor 22 de type NPN, dont la base est reliée à un générateur d'impulsions 23, de sorte que le pont 14 n'est alimenté que pendant ces impulsions, qui font conduire le transistor 22. En dehors de ces impulsions, l'ensemble des éléments du pont 14 est au potentiel du pôle positif 2.

Le générateur d'impulsions 23 comprend un transistor uni-jonction 24 dont l'entrée est reliée au point commun à une résistance 25 et à un condensateur 26 montés en série entre les pôles 2 et 3 et dont l'entrée de commande est reliée au point commun à deux résistances 27, 28 montées en diviseur de tension entre les pôles 2 et 3. La sortie du transistor 24 est reliée au pôle négatif 3 par l'intermédiaire d'une résistance 29 et à la base du transistor 22 par l'intermédiaire d'une diode 31 et d'une résistance 32.

On comprend que l'on peut régler la fréquence et le rapport cyclique des impulsions émises par le générateur 23 en jouant sur les valeurs des résistances et sur la capacité du condensateur 26. Dans l'exemple décrit, la durée des impulsions est de l'ordre de quelques millisecondes et leur fréquence est réglable entre trente secondes et une minute.

Dans la diagonale A B du pont 14 sont montés des moyens de détection et d'amplification bi-directionnels comprenant deux transistors 33, 34 de type NPN, dont les bases sont reliées respectivement aux extrémités A et B de la diagonale du pont. Leurs émetteurs sont reliés en commun au pôle négatif 3 par l'intermédiaire du circuit collecteur-émetteur d'un transistor 35 de type NPN, dont la base est reliée à la sortie du générateur d'impulsions 23 en aval de la diode 31 par l'intermédiaire d'une résistance 16, un condensateur 37 étant monté en dérivation entre la base et le collecteur du transistor 35.

Les collecteurs des transistors 33, 34 sont reliés respectivement à deux lignes de commande 38, 39 partant du point commun à la résistance fixe 17 et à la résistance réglable 18, et du point commun à la résistance fixe 15 et à la thermistance 16 pour aboutir à des étages d'amplification respectifs 41, 42 reliés en sortie aux bornes 12, 13 des étages de commande 4, 5 de l'organe de réglage. Les lignes de commande 38, 39 relient ainsi, abstraction faite des résistances 15, 17, le pôle positif 2 aux étages d'amplification 41, 42.

Il importe de remarquer que les transistors 33, 34, suivant le montage qui vient d'être décrit, constituent typiquement, avec les résistances du pont 14, une bascule bistable, de sorte que lorsque ces deux transistors sont dans des états respectifs déterminés différents l'un de l'autre, ils demeurant verrouillés dans ces états.

Les étages d'amplification 41, 42 comprennent chacun un transistor 43 (resp. 44) de type PNP attaqué sur sa base par la ligne de commande 38 (resp. 39), dont l'émetteur est relié au pôle positif 2 et dont le collecteur attaque la base d'un transistor 45 (resp. 46) dont le circuit collecteur-émetteur est intercalé entre le pôle négatif 3 et la borne 12 (resp. 13) de l'étage de commande 4 (resp. 5) de l'organe de réglage.

Le collecteur du transistor 43 est également relié à un premier circuit d'un étage de temporisation 47, ce circuit comprenant en parallèle vers le pôle négatif 3, un condensateur 48 et deux résistances 49, 51. Le collecteur du transistor 44 est de même relié à un second circuit de l'étage 47 comprenant un condensateur 52 et deux résistances 53, 54 montées de la même manière.

La sortie commune des condensateurs 48, 51 est reliée, par l'intermédiaire d'une diode 55, à la sortie de la diode 31 du générateur d'impulsions 23.

On comprend que l'effet de l'étage de temporisation 47 est de prolonger l'action sur les étages de commande 4, 5 de l'organe de réglage après la fin de l'impulsion émise par le générateur 23, suivant une durée qui est fonction de la capacité des condensateurs 48, 52 et de la valeur des résistances associées, la tension issue de la diode 55 se substituant à celle issue de la diode 31.

Le régulateur 1 comprend encore un étage d'action proportionnelle et intégrale 56. Cet étage comprend un circuit monté en dérivation sur la résistance 21 du pont 14, et composé de deux résistances 57, 58 en série. La résistance 57 est reliée d'une part à l'extrémité B de la diagonale du pont et d'autre part, par son autre extrémité C, à la ligne de commande 39 par l'intermédiaire d'un étage d'amplification 59 et d'un étage de fuite bi-directionnel 61.

L'étage d'amplification 59 comprend, de façon connue en soi, deux transistors 62, 63 de type NPN connectés suivant le montage dit «Darlington», l'émetteur du transistor 62 attaquant la base du transistor 63 dont l'émetteur est relié au point C. Les collecteurs de ces transistors sont reliés au pôle positif 2.

Un condensateur 64 est monté en dérivation entre le pôle positif 3 et un point D de la liaison entre l'étage d'amplification 59 et l'étage de fuite 61. Cette liaison attaque la base du transistor 62 par l'intermédiaire d'une diode 65 située entre le transistor et le point D.

L'étage de fuite bi-directionnel 61 comprend un transistor 66 de type NPN et un transistor 67 de type PNP dont les circuits collecteur-émetteur relient en parallèle le point D à la ligne de commande 39. En série avec ces deux circuits des transistors, sont montées respectivement deux résistances réglables 68, 69 et deux diodes 71, 72 disposées pour laisser passer le courant dans le sens défini respectivement par la polarité des transistors 66, 67.

Les bases de ces deux transistors sont reliées en commun à la ligne de commande 38 par l'intermédiaire d'une résistance 73.

Le régulateur comprend encore une résistance réglable 74, reliant par l'intermédiaire d'une résistance fixe 75, l'extrémité A de la diagonale du pont 14 adjacente à la thermistance 16 à un commutateur 76 à trois positions. Ces trois positions comprennent un plot isolé J, un plot NL relié au pôle positif 2 et un plot NC relié à une source de tension positive 77 de valeur prédéterminée.

Dans ce qui suit, on supposera, sauf indication contraire, que le commutateur 76 est branché sur le plot isolé J, de sorte que la résistance 74 est hors circuit.

On va maintenant expliquer le fonctionnement du régulateur qui vient d'être décrit.

On suppose que la température mesurée par la thermistance 16 est inférieure à la température de consigne affichée sur la résistance réglable 18, ce qui doit normalement conduire à une commande d'ouverture du robinet d'eau chaude constituant l'organe de réglage. On suppose également que le condensateur 64 de l'étage d'action proportionnelle et intégrale 56 est déchargé, c'est-à-dire que le potentiel en D est sensiblement égal au potentiel du pôle positif 2.

En l'absence d'impulsions du générateur 23, les transistors 22 et 35 sont bloqués et l'ensemble des éléments du pont est au potentiel du pôle positif 2, ainsi que les émetteurs des transistors 33 et 34 de la diagonale du pont. Le condensateur 37 est chargé, la base du transistor 35 ayant été mise au potentiel du pôle négatif 3 lors de l'impulsion précédente. Le condensateur 64 reste déchargé car le transistor 66 ne conduit pas en raison de son potentiel d'émetteur.

Quand une impulsion engendrée par le générateur 23 apparaît sur la diode 31, elle débloquent immédiatement le transistor 22 qui se met à conduire pour alimenter normalement le pont 14. Suivant l'hypothèse faite plus haut sur les températures, le potentiel en B est supérieur au potentiel en A.

Le transistor 35 se débloquent avec un retard qui correspond au temps de décharge du condensateur 37. Quand il devient conducteur, les potentiels en A et B appliqués respectivement aux bases des transistors 33 et 34 ont eu le temps de se stabiliser malgré l'effet de capacités parasites éventuelles.

Le potentiel d'émetteur des transistors 33 et 34 décroît alors progressivement par la charge progressive du condensateur 37 dont la borne adjacente au collecteur du transistor 35 est reliée au pôle négatif 3.

Dès que la tension base-émetteur d'un des transistors 33 ou 34 devient suffisante, ce dernier se met à conduire. Dans l'exemple choisi, c'est donc le transistor 34, puisque le potentiel en B est supérieur au potentiel en A. Ceci a pour effet de mettre la ligne de commande 39 au potentiel du pôle négatif 3, ce qui fait conduire le transistor 44, provoquant le déblocage du transistor 46 et la mise de la borne 13 au potentiel du pôle négatif. La bobine 7 est alors alimentée et le robinet d'eau chaude s'ouvre (ou reste ouvert s'il l'était déjà).

Un autre effet du déblocage du transistor 34 est de provoquer une chute de tension dans la résistance 15, ce qui abaisse le

potentiel en A et assure le verrouillage des transistors 33 et 34 dans leurs états respectifs. On retrouve l'effet de bascule bistable indiqué plus haut.

Le potentiel en D étant positif, le potentiel en C l'est aussi par suite de l'amplification dans l'étage 59. La résistance 15 peut alors être considérée comme en parallèle sur la résistance réglable 18, ce qui équivaut à fausser la température de consigne dans le sens d'une augmentation de sa valeur, tendant à provoquer l'ouverture du robinet.

Pendant la durée de l'impulsion, la ligne de commande 38 étant restée au potentiel du pôle positif 2, le transistor 66 conduit et laisse passer, par la résistance réglable 68 et la diode 71, un courant de fuite qui charge le condensateur 64 par abaissement du potentiel en D et, par conséquent, du potentiel en C.

Quand l'impulsion émise par le générateur 23 se termine, l'état du circuit revient à ce qu'il était avant l'impulsion, mais le robinet, suivant ses caractéristiques rappelées plus haut, reste dans l'état où l'impulsion l'a mis. Plus précisément, étant donné la brièveté de ces impulsions, qui pourraient ne pas laisser le temps au robinet d'effectuer sa course complète, l'étage de temporisation 47 prolonge cette impulsion qui est alors émise par la diode 55.

Lors de l'impulsion suivante, le condensateur 64 est un peu plus chargé et les potentiels en D et C sont un peu plus bas, de sorte que la température de consigne est moins faussée en hausse, ce qui atténue la tendance à commander l'ouverture du robinet. Il y a donc là un effet d'anticipation de l'effet de chauffage produit depuis l'impulsion précédente.

Pendant la durée de cette impulsion suivante, le condensateur 64 continue de se charger, le potentiel en C et D diminuant encore, ce qui continue d'atténuer le décalage en hausse de la température de consigne, et finit même, au bout d'un certain temps, par provoquer un décalage en baisse. Ce décalage en baisse est maximal quand le condensateur 64 est complètement chargé, le potentiel en C et D étant celui du pôle négatif 3. La résistance 57 est alors venue en parallèle sur la résistance 21.

Dans l'exemple décrit, l'écart entre les valeurs maximales du décalage, respectivement en hausse et en baisse, est de 2° C, et correspond aux états respectivement déchargé et chargé du condensateur 64. Il constitue la bande d'action proportionnelle du régulateur.

Dans le cas de conditions climatiques inverses, où la température mesurée par la thermistance 16 est plus élevée que la température de consigne, le régulateur fonctionne de façon analogue pour commander la fermeture du robinet par la conduction du transistor 33 qui met la ligne de commande 38 au potentiel du pôle négatif 3.

Mais, sur une commande de fermeture, c'est le transistor 67 qui est débloquent et provoque la décharge partielle du condensateur 64 par élévation du potentiel en D. L'élévation du potentiel en C qui en résulte a alors pour effet d'atténuer le décalage en baisse de la température de consigne, ce qui procure bien l'effet d'anticipation cherché.

Les résistances 68 et 69 en série respectivement avec les transistors 66 et 67 étant réglables, on dispose ainsi d'une action intégrale de constante de temps réglable indépendamment au chauffage et au refroidissement.

En période de nuit, on peut, sans retoucher la résistance réglable 18, abaisser la température de consigne à une valeur prédéterminée par déplacement du commutateur 76 sur le plot NL, ce qui vient fausser le pont 14 dans des conditions prédéterminées, fonction d'un réglage préalable de la résistance réglable 74. Par ce moyen, on peut à tout instant abaisser la température de consigne dans le local où se trouve le régulateur.

On peut également mettre en permanence le commutateur sur la position NC. Grâce à un dispositif qui sera décrit plus loin, le plot NC n'est alimenté en tension que pendant la nuit, suivant

un signal automatique émanant d'une horloge centrale, pour provoquer l'abaissement nocturne de la température de consigne.

Le régulateur qui vient d'être décrit présente de nombreux avantages. Le fait que la mesure s'effectue par l'intermédiaire d'un pont de Wheatstone élimine l'influence des variations de tension du réseau, sans qu'il soit nécessaire de prévoir une alimentation stabilisée. D'autre part, la courte durée des impulsions rend négligeable l'échauffement des circuits du pont par effet Joule, en particulier l'échauffement de la thermistance, qui peut ainsi être de dimensions réduites et par conséquent présenter une très faible inertie thermique.

A ces caractéristiques, qui procurent une excellente exactitude de mesure, s'ajoute celle d'une détection d'écart très précise. Cette précision ne dépend pas en effet de la stabilité absolue en température et à long terme des transistors 33 et 34, mais seulement de leur stabilité différentielle. Or, il est facile et peu coûteux d'obtenir une stabilité de l'ordre de quelques millivolts. Avec une tension d'alimentation de l'ordre de 10 V et une thermistance de pente 4 % par degré Celsius, on peut alors facilement obtenir une détection d'écart précise à moins d'un dixième de degré près. Or, une telle précision est indispensable si l'on veut régler correctement et sans oscillations à un degré près la température d'une pièce où les corps de chauffe présentent une inertie notable. En évitant les variations trop rapides de l'émission calorifique, l'inertie du corps de chauffe est un élément de confort et d'économie qui ne sera effectif que si le régulateur est à faible inertie. Si l'inertie du régulateur n'est pas négligeable devant celle du corps de chauffe, la boucle de régulation est le siège d'oscillations spontanées connues sous le nom de «pompage»; l'émission calorifique s'effectue alors par trains de chaleur préjudiciables au confort et à l'économie d'énergie.

L'invention permet encore, par le fonctionnement par impulsions, de réaliser de façon particulièrement économique l'étage d'action proportionnelle et intégrale. En effet, les constantes de temps mises en jeu dans les systèmes de chauffage à eau chaude sont de l'ordre d'une heure et nécessiteraient, par les moyens connus, d'utiliser un condensateur de l'ordre de 10 microfarads avec une résistance de l'ordre de 360 mégohms. Sous 10 V, le courant de charge ou de décharge permanente serait de l'ordre de 30 nA, ce qui nécessiterait, pour mesurer la tension aux bornes du condensateur, un amplificateur très stable, muni d'une alimentation stabilisée.

6

Avec la commande par impulsions d'un dixième de seconde, toutes les trente secondes, le courant est porté à 10 microampères, ce qui conduit, pour les résistances 68 et 69, à une valeur tout-à-fait courante d'un mégohm.

Ainsi, sous tous ses aspects, le régulateur conforme à l'invention conduit à d'excellentes conditions de fonctionnement et à un prix de revient particulièrement économique.

On va maintenant décrire, en référence à la figure 2, une installation de chauffage à eau chaude pour un groupe d'un certain nombre de locaux 81.

Dans chacun de ces locaux, est disposé un radiateur à eau chaude 82 muni d'un robinet 83 jouant le rôle d'organe de réglage commandé par un régulateur 1 relié à une thermistance 16 disposée dans le local. L'ensemble des régulateurs 1 est alimenté en tension continue à partir d'une source centrale 84 elle-même reliée au secteur alternatif 85. Cette source centrale comporte une sortie 77 pour délivrer une tension de valeur prédéterminée appliquée sur le plot NC du commutateur 76 (figure 1). Une horloge 86, incorporée à la source 84, provoque la mise sous tension de la sortie 77 pendant les heures de nuit, de sorte que tout régulateur 1 où le commutateur 76 est placé en position NC se voit appliquer automatiquement un abaissement de température de consigne prédéterminé à heure fixe.

Chacune des résistances variables 18 et 74 servant à définir la température de consigne est couplée mécaniquement avec une résistance variable 18a, 74a (figure 1) jouant le rôle de potentiomètre retransmetteur et reliée à un compteur général d'énergie 87.

Dans l'application décrite, les fenêtres des locaux sont munies d'un contact qui, en cas d'ouverture de la fenêtre, met, par une entrée 88 le régulateur du local correspondant en position de fermeture du robinet 83 par un dispositif connu non représenté.

Il est à remarquer que la source générale 84 peut être prévue de faible puissance, adaptée à l'alimentation simultanée de deux ou trois régulateurs seulement, car, étant donné le rapport cyclique des impulsions, la probabilité pour que deux impulsions se produisent simultanément est très faible.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux exemples décrits et l'on pourrait concevoir de nombreuses variantes sans sortir de son cadre, par exemple par circuits électriques équivalents. On pourrait également envisager d'autres applications que celle décrite.

Fig. 1

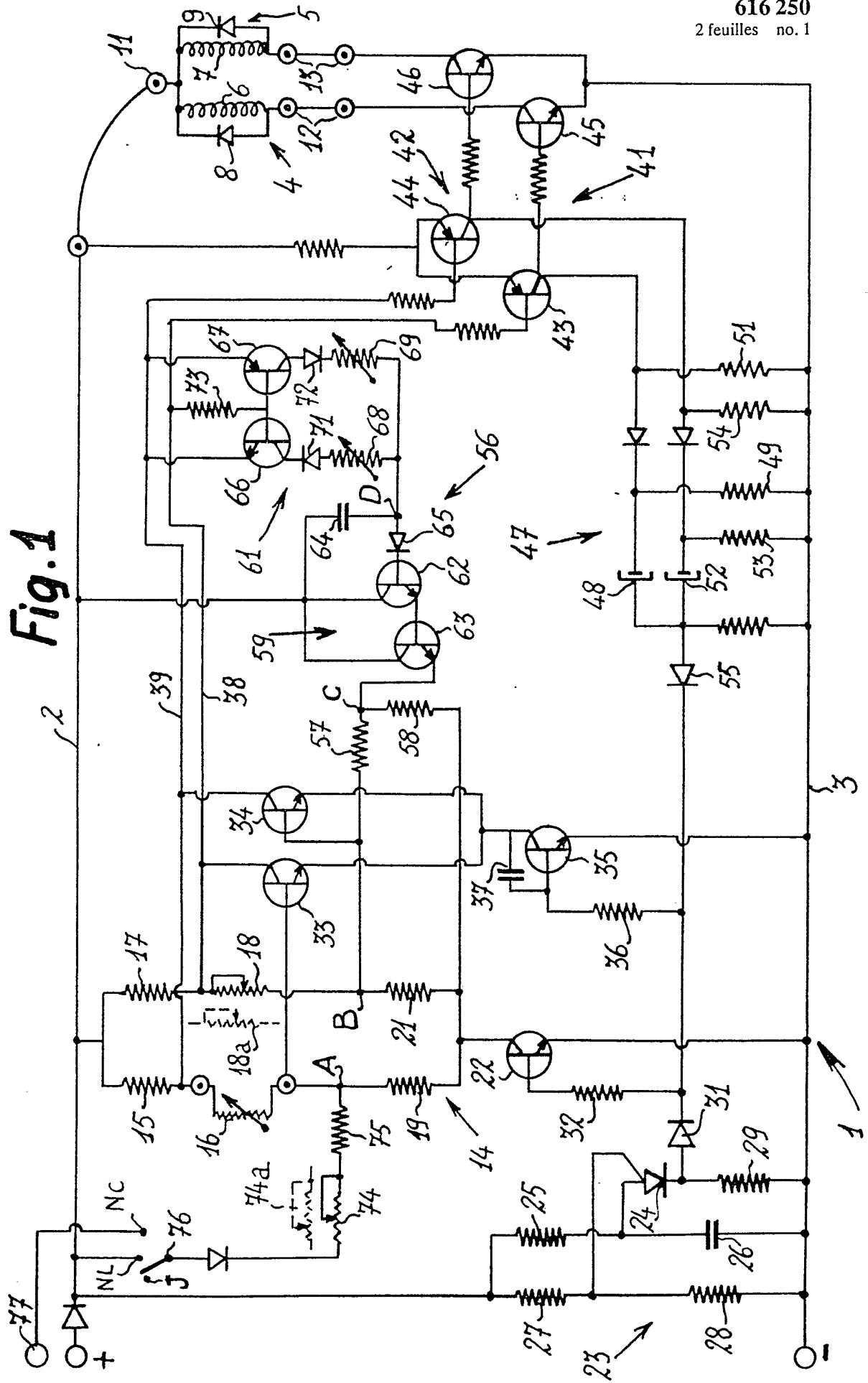


Fig. 2

