

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



12 FASCICULE DU BREVET A5

11

635 934

21 Numéro de la demande: 4636/80

73 Titulaire(s):  
Union Industrielle Blanzy-Ouest, Paris (FR)

22 Date de dépôt: 17.06.1980

72 Inventeur(s):  
Jacques Quinton, Andresy (FR)

30 Priorité(s): 05.07.1979 FR 79 17468

24 Brevet délivré le: 29.04.1983

74 Mandataire:  
CGE Alsthom (Suisse) S.A., Rüschlikon

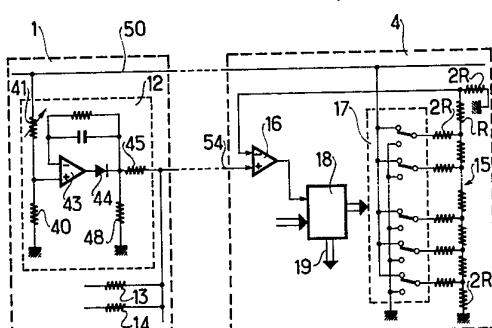
45 Fascicule du brevet  
publié le: 29.04.1983

54 Dispositif de comptage thermique.

57 Il s'agit d'un dispositif de comptage thermique sans débit-mètre permettant l'appréciation des consommations en énergie thermique d'installations individuelles de chauffage en vue de la répartition des frais de chauffage et comportant des sondes thermoélectriques placées sur les radiateurs des installations et un système de traitement centralisé à microprocesseur.

Des perfectionnements à la boucle de télémesure permettent la scrutation des sondes thermoélectriques consistant notamment à placer chaque sonde thermoélectrique (40) dans un pont résistif (40, 41) polarisé à partir d'une ligne d'alimentation (50) fournissant également la tension de référence d'un convertisseur analogique-numérique (4) faisant partie du système de traitement centralisé et permettant de lire lesdites sondes.

Il s'utilise avantageusement pour la répartition des frais de chauffage entre les différents locaux d'un immeuble collectif.



## REVENDICATIONS

1. Dispositif de comptage thermique dans une installation de chauffage au moyen de radiateurs de chaleur comportant des sondes thermoélectriques placées sur les radiateurs et un ensemble de traitement centralisé à microprocesseur, caractérisé en ce que chaque sonde thermoélectrique (40) est montée dans un pont résistif (40, 41) polarisé au moyen d'une ligne d'alimentation (50) fournissant également la tension de référence d'un convertisseur analogique-numérique (4) utilisé dans l'ensemble de traitement centralisé pour lire les sondes thermoélectriques (40).

2. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les sondes thermoélectriques sont reliées à l'ensemble de traitement centralisé par au moins une ligne de mesure commune à plusieurs d'entre elles et comportant chacune un circuit d'interrogation contrôlant leur scrutation, caractérisé en ce que les dits circuits d'interrogation comportent chacun un étage de registre à décalage formé d'une bascule munie d'une cellule de retard (68, 69), les étages de registre à décalage des circuits d'interrogation des sondes thermoélectriques connectées à une même ligne de mesure constituant, une fois mis en chaîne, un registre à décalage.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite bascule est constituée de deux portes logiques à deux entrées de type «non et» (62, 63) interconnectées en bascule de type R S et de deux autres portes logiques (65, 67) à deux entrées de type «non et» (65, 67) l'une (65) ayant sa sortie connectée par l'intermédiaire d'une résistance (64) à l'entrée R de la bascule R S, une première entrée connectée à l'entrée S de la bascule R S et sa deuxième entrée connectée à une ligne d'horloge (52), l'autre (67) ayant sa sortie connectée à l'entrée S, une première entrée connectée à la ligne d'horloge (52) et son autre entrée connectée à la sortie de la cellule à retard (68, 69).

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite bascule est constituée de deux portes logiques à deux entrées de type «non ou» interconnectées en bascule de type R S et de deux autres portes logiques à deux entrées de type «non ou», l'une ayant sa sortie connectée par l'intermédiaire d'une résistance (64) à l'entrée R de la bascule R S, une entrée connectée à l'entrée S de la bascule R S et son autre entrée connectée à une ligne d'horloge (52) l'autre ayant sa sortie connectée à l'entrée S de la bascule R S, une entrée connectée à la ligne d'horloge (52) et son autre entrée connectée à la sortie de la cellule à retard (68, 69).

5. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les sondes thermoélectriques (40) sont reliées à l'ensemble de traitement centralisé par au moins une ligne de mesure (54) et comportent chacune un circuit d'interrogation contrôlant leur scrutation et une amplificateur de lecture (43) intercalé entre chacune d'elles et une ligne de mesure (54) caractérisé en ce que l'alimentation dudit amplificateur de lecture (43) est contrôlé au moyen d'un interrupteur (42) par le circuit d'interrogation associé à la sonde thermoélectrique considérée de manière que ladite alimentation soit coupée en dehors de la période de scrutation de la sonde thermoélectrique considérée.

6. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les sondes thermoélectriques (40) sont reliées à l'ensemble de traitement centralisé par au moins une ligne de mesure (54) commune à plusieurs d'entre elles et comportent chacune un circuit d'interrogation contrôlant leur scrutation et un amplificateur de lecture (43) intercalé entre chacune d'elles et une ligne de mesure (54), caractérisé en ce que la charge des amplificateurs de lecture (43) est constituée par une résistance individuelle (48) disposée en série avec une diode (49) entre la sortie de chaque amplificateur de lecture (43) et une sortie du circuit d'interrogation associé à la sonde thermoélectrique

considérée, ladite sortie du circuit d'interrogation étant à un potentiel positif en l'absence de scrutation de la sonde thermoélectrique considérée et au potentiel de la masse pendant la scrutation de cette dernière, ladite diode (49) ayant son anode tournée vers la sortie de l'amplificateur de lecture.

7. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les sondes thermoélectriques (40) sont reliées au système de traitement centralisé par au moins une ligne de mesure (54) commune à plusieurs d'entre elles et comportent chacune un circuit d'interrogation contrôlant leur scrutation et un amplificateur de lecture (43) intercalé entre chacune d'elles et une ligne de mesure (54) caractérisé en ce que la charge des amplificateurs de lecture (43) est constituée par une résistance commune connectée entre la ligne de mesure considérée et la masse.

20 La présente invention est relative à un dispositif de comptage thermique permettant d'apprécier une consommation en énergie thermique en vue, principalement, de la répartition des frais entre des installations de chauffage individuel alimentées par une source commune d'énergie et comportant 25 des sondes thermoélectriques placées sur les radiateurs des installations et un système de traitement centralisé à microprocesseur.

La présente invention concerne plus particulièrement la lecture des sondes thermoélectriques c'est-à-dire les circuits 30 d'interrogation et le convertisseur analogique-numérique.

Il existe diverses sortes de compteurs de quantités de chaleur. La plupart effectuent des mesures en un seul point d'une installation de chauffage, mesures du débit d'un fluide calorique et de la différence de température du fluide à l'aller et 35 au retour aboutissant à une estimation précise de la consommation globale de quantités de chaleur comme par exemple les dispositifs décrits dans les brevets allemands n° 1 909 299 et 2 722 485, ou mesure de la différence de température entre un point du volume chauffé et l'extérieur aboutissant en 40 tenant compte d'un paramètre caractéristique du local chauffé à une estimation plus grossière de la consommation globale de quantités de chaleur. Le faible nombre de points de mesure aboutit à un manque de précision important sauf s'il est compensé par la complexité de l'installation de mesure 45 (débitmètre, sondes de température au contact du fluide calorique) qui doit alors être prévue à l'origine de la construction de l'installation de chauffage. D'autres compteurs de quantités de chaleur tels que celui décrit dans le brevet suisse n° 266 877 déduisent la quantité de chaleur consommée de la 50 température de surface de chaque radiateur d'une installation de chauffage, le grand nombre de points de mesure compensant l'imprécision due à la simplicité de chaque mesure. Dans ce dernier cas, il importe de simplifier au maximum les composants actifs accompagnant chaque sonde de température 55 car ils entrent, en raison de leur multiplicité, pour une part non négligeable dans le prix de revient global d'un compteur de quantités de chaleur.

La présente invention a pour but de permettre la lecture des sondes thermoélectriques avec un nombre minimum de composants actifs installés auprès de chaque sonde, sans nécessiter de tension de référence stable de manière à réduire au minimum le coût de revient du compteur de quantités de chaleur. Elle a pour objet un dispositif de comptage thermique comportant des sondes thermoélectriques placées sur des 60 radiateurs de chaleur et un ensemble de traitement centralisé à microprocesseur dans lequel chaque sonde est montée dans un pont résistif polarisé au moyen d'une ligne d'alimentation fournissant également la tension de référence d'un convertis-

seur analogique-numérique utilisé, dans l'ensemble de traitement centralisé, pour lire les sondes.

Selon un mode préféré de réalisation la lecture des sondes est commandée par des circuits d'interrogation qui comportent chacun un étage de registre à décalage constitué d'une bascule munie, en entrée, d'une cellule à retard, les étages de registre à décalage des circuits d'interrogation des sondes thermoélectriques connectées à une même ligne de mesure constituant une fois mis en chaîne un registre à décalage dynamique.

Les avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront des revendications jointes et de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple.

Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel:

- la figure 1 représente le schéma électrique général d'un compteur de quantités de chaleur,
- la figure 2 est le schéma électrique d'une sonde thermoélectrique avec son circuit d'interrogation et son circuit de lecture,
- et les figures 3 et 4 des schémas électriques de circuits de télémesure utilisables pour la lecture à distance des sondes thermoélectriques.

Le compteur de quantités de chaleur apprécie les quantités de chaleur consommée dans les installations individuelles de chauffage par une intégration dans le temps des puissances thermiques émises par les radiateurs et mesurées approximativement par l'intermédiaire de la température moyenne de chacun d'eux grâce à la relation:

$$P = P_0 (T - 20)^{1+n}$$

$P_0$  est la puissance émise par un radiateur pour un écart de 30° entre la température du radiateur et la température ambiante. Elle dépend de la nature du radiateur et de son installation,

$n$  est un exposant permettant de tenir compte des variations de la puissance émise par un radiateur en fonction de l'écart entre la température du radiateur et la température ambiante. Il est compris entre 0,2 et 0,4 et dépend de la nature du radiateur et de son installation.

T est la température moyenne du radiateur.

Le schéma électrique général du compteur de quantités de chaleur est représenté sur la figure 1. Il comporte:

- des groupes de mesures représentés par des rectangles tracés en pointillés 1, 2, 3 munis des sondes thermoélectriques 10 et leurs circuits d'interrogation et de lecture 11

- et des moyens centralisés de traitement de l'information comportant un convertisseur analogique-numérique 4 et un microprocesseur 5 avec son clavier de programmation 6 et son circuit d'affichage 7 desservant des groupes de mesure 1, 2, 3 par l'intermédiaire d'un multiplexeur 8 et d'un démultiplexeur 9.

Les groupes de mesure 1 et 2 dits individuels réunissent chacun toutes les sondes thermoélectriques d'une installation individuelle de chauffage. L'un en rassemble six, l'autre cinq. Ces nombres sont donnés à titre purement illustratif et dépendent bien entendu de l'importance des installations individuelles de chauffage. Il peut également y avoir d'autres groupes de mesure analogue aux groupes 1 et 2. Cela est fonction du nombre d'installations individuelles de chauffage. Le groupe de mesure 3 dit commun comporte deux sondes thermoélectriques 10 placées au départ de la source commune d'énergie thermique.

Les circuits d'interrogation 11 auxquels les sondes thermoélectriques 10 sont reliées comportent chacun un étage de registre à décalage qui autorise en fonction de l'état de sa

sortie la scrutation ou non, de la sonde thermoélectrique associée, par les moyens centralisés de traitement au moyen d'une ligne de mesure 21, 22 ou 23 affectée à son groupe de mesure. Les étages de registre à décalage des circuits d'interrogation 11 appartenant à un même groupe de mesure 1, 2 ou 3 sont mis en chaîne et forment au registre à décalage à entrée série et sorties parallèles. L'entrée donnée du premier étage dans la chaîne est connectée à une sortie 24 du microprocesseur 5, celle d'un autre étage est connectée à la sortie de 10 l'étage qui le précède dans la chaîne. Les entrées de cadencement des étages de registre à décalage des circuits d'interrogation 11 appartenant à un même groupe de mesure sont connectées en parallèle sur une ligne particulière dite d'horloge 31, 32 ou 33 aboutissant à une sortie du multiplexeur 8. Ce dernier qui est adressé par le microprocesseur 5 met en relation 15 l'une de ses sorties avec une sortie 25 du microprocesseur sur laquelle est disponible un signal d'horloge.

Les lignes de mesure 21, 22, 23 en provenance des groupes de mesure 1, 2 ou 3 aboutissent aux entrées d'un démultiplexeur 9 qui est adressé par le microprocesseur 5 et dont la sortie aboutit au convertisseur analogique-numérique 4.

Chaque sonde thermoélectrique 10 fait partie d'un pont résistif mis sous tension, pour permettre la scrutation, par la 25 sortie de l'étage du registre à décalage du circuit d'interrogation associé. Par convention on désignera dans la suite par 1 l'état de sortie de l'étage de registre à décalage correspondant cette mise sous tension et par 0 l'état inverse.

Au repos, c'est-à-dire en dehors des périodes de scrutation des sondes d'un groupe de mesure 1, 2 ou 3 les étages de 30 registre à décalage des circuits d'interrogation de ce groupe de mesure ne reçoivent aucun signal d'horloge et ont toutes leurs sorties à l'état 0.

En période de scrutation des sondes d'un groupe de mesure 1, 2 ou 3 les étages de registre à décalage des circuits d'interrogation de ce groupe de mesure reçoivent tous un signal d'horloge mais seul l'un d'entre eux a sa sortie à l'état 1, cet état 1 progressant d'étage en étage au rythme du signal d'horloge.

La commande de scrutation des sondes thermoélectriques 10 d'un groupe de mesure 1, 2 ou 3 par le microprocesseur 5 40 s'effectue de la manière suivante:

Le microprocesseur 5 adresse le démultiplexeur 9 de manière à relier l'entrée du convertisseur analogique-numérique 4 à la ligne de mesure 21, 22 ou 23 affectée au groupe de mesure considéré 1, 2 ou 3. Il engendre sur sa sortie 25 un 45 signal d'horloge qu'il oriente au moyen de multiplexeur 8 sur la ligne d'horloge 31, 32 ou 33 du groupe de mesure considéré 1, 2 ou 3. Il émet enfin sur sa sortie 24 un signal de départ qui est constitué d'une impulsion recouvrant une période du signal d'horloge et qui permet de faire passer à l'état 1 la 50 sortie de l'étage de registre à décalage placé en tête de chaîne dans le groupe de mesure considéré. Par la suite le signal d'horloge fait progresser l'état 1 de long des sorties de la chaîne des registres à décalage des circuits d'interrogation du groupe de mesure considéré.

Le microprocesseur 5 effectue des cycles de mesure de manière séquentielle sur tous les groupes de mesure. Il est programmé pour assurer à chaque scrutation la gestion du convertisseur analogique-numérique 4 et réaliser le calcul de la quantité d'énergie dissipée dans le radiateur sur lequel est placée la sonde scrutée en appliquant la relation précitée et la mémorisation de cette quantité. Il assure en outre des opérations annexes telle que la gestion d'un affichage 7 et d'un clavier 6 servant à l'inscription des caractéristiques du réseau de mesure et à la commande de l'affichage des consommations 60 des installations individuelles de chauffage.

La configuration exacte des interconnexions entre le microprocesseur 5 et ses périphériques: clavier 6, affichage 7, convertisseur analogique-numérique 4, multiplexeur 8 et

démultiplexeur 9 qui constituent les moyens de traitement de l'information ainsi que la programmation du microprocesseur 5 utilisée pour lui faire accomplir ses différentes fonctions ne seront pas détaillées car elles font partie de la technique courante des microprocesseurs.

La figure 2 représente en détail le montage d'une sonde thermoélectrique avec ses circuits annexes qui viennent se brancher en parallèle sur une ligne d'alimentation 50, une ligne de masse 51, une ligne d'horloge 52 et une ligne de mesure 54, et en série sur une ligne de progression 53.

La sonde thermoélectrique est une thermistance 50 montée en série avec une résistance ajustable 41 et l'espace collecteur-émetteur d'un transistor 42 entre la masse et la ligne d'alimentation 50.

La résistance 41 est ajustable pour permettre l'annulation des effets de l'imprécision de la valeur nominale de la résistance de la thermistance 40. Le transistor 42 est de type PNP à faible tension de saturation émetteur-collecteur. Il fonctionne en interrupteur et commande la mise sous tension de la thermistance 40 au moment de la scrutation.

Le point de raccordement de la thermistance 40 et de la résistance ajustable 41 est connecté à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur différentiel de lecture 43 monté en suiveur de tension et connecté en sortie à la ligne de mesure 54 par l'intermédiaire d'une diode d'isolement 44 et d'une résistance de faible valeur 45. L'entrée inverseuse et la sortie de cet amplificateur différentiel 43 sont interconnectées par un circuit de contre-réaction comprenant la diode d'isolement 44 de manière à éliminer le décalage de tension dû au seuil de cette diode et un réseau formé d'une capacité 46 en parallèle sur une résistance 47 protégeant l'entrée de l'amplificateur tout en lui conservant ses performances dynamiques. Une résistance 48 est connectée en série avec une diode 49 entre le point de connexion de la diode d'isolement 44 et de la résistance 45, et la ligne de progression 53 prise en sortie. Cette résistance 48 permet de fixer la valeur de l'impédance de charge de l'amplificateur différentiel de lecture 43 lorsqu'il est en fonctionnement.

La base du transistor 42 est connectée au point médian d'un pont résistif 60, 61 intercalé entre la ligne de polarisation 50 et la sortie d'une bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  formée de deux portes logiques «non et» interconnectées 62 et 63. L'entrée complémentée de remise à zéro  $\bar{R}$  est connectée par l'intermédiaire d'une résistance 64 à la sortie d'une porte logique «non et» à deux entrées 65 dont une entrée est connectée à la ligne d'horloge 52 par l'intermédiaire d'une résistance 66 et dont l'autre entrée est connectée à l'entrée complémentée de remise à un  $\bar{S}$  de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$ . Cette dernière entrée  $\bar{S}$  est connectée en outre à la sortie d'une porte logique «non et» 67 à deux entrées dont l'une est connectée à la ligne d'horloge 52 par l'intermédiaire de la résistance 66 et dont l'autre est connectée à la ligne de progression 53 prise en entrée, par l'intermédiaire d'une résistance 68 et à la masse par l'intermédiaire d'une capacité 69.

La résistance 64 introduit un retard systématique à l'action de la porte logique «non et» 65 sur la porte logique «non et» 62, retard dû à la capacité d'entrée de cette dernière porte logique. Ce retard élimine tous les risques d'incertitude dans la commande qui pourraient provenir des résidus de commutation des portes logiques «non et» 65 et 67.

Soit  $h$  le signal d'horloge et  $p$  celui disponible sur la ligne de progression 53 prise en entrée. La porte logique «non et» 67 permet d'appliquer un signal  $S$  de remise à un à la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  défini par la relation:

$$S = h \cdot p$$

et l'ensemble des deux portes logiques «non et» 65 et 67 per-

mettent d'appliquer un signal de remise à zéro à la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  défini par la relation:

$$R = h \cdot \bar{p}$$

La bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  est donc remise à 1 si elle ne l'était pas déjà à l'apparition d'un niveau logique 1 sur la ligne d'horloge 52 et d'un niveau logique 0 au point de connexion de la résistance 68 et de la capacité 69. Elle est remise à 0 si elle ne l'était pas déjà à l'apparition d'un niveau logique 1 sur la ligne d'horloge 52 et d'un niveau logique 1 au point de connexion de la résistance 68 et de la capacité 69.

La résistance 68 et la capacité 69 constituent une cellule à retard destinée à retarder les transitions apparaissant sur la ligne de progression 53, en entrée, d'un délai supérieur à une impulsion d'horloge.

Les quatre portes logiques «non et» 62, 63, 65 et 67 constituent une bascule de type D et forment avec la résistance 68 et la capacité 69 le circuit d'interrogation associé à la thermistance 40.

La ligne de progression 53 aboutit en entrée à la cellule de retard 68, 69 du circuit d'interrogation et provient en sortie de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63 du circuit d'interrogation.

Le signal de progression qui l'emprunte est constitué d'une impulsion négative dont les transitions coïncident avec les flancs montants de deux impulsions successives d'horloge qui sont des impulsions positives émises à un rythme régulier.

En l'absence de scrutation de la thermistance 40, de celle qui la précéde dans son groupe de mesure où, si elle est la première dans son groupe de l'impulsion de progression engendrée par le microprocesseur 5, la ligne de progression 53 reste, en entrée de la cellule de retard 68, 69 au niveau logique 1 et impose un niveau logique 1 à la sortie de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63. La diode 49 a sa cathode connectée à la sortie de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63 et polarisée positivement par rapport à son anode. Elle est bloquée et met hors circuit la résistance de charge 48 de l'amplificateur différentiel de lecture 43. Le transistor 42 est également bloqué provoquant l'absence de polarisation de la thermistance 40 et de l'amplificateur différentiel de lecture 43. La sortie de celui-ci est au potentiel de masse et la diode 44 bloquée. Le circuit de lecture de la thermistance 40 présente une impédance élevée à la ligne de mesure 54 en raison des blocages des diodes 44 et 49.

Si, par suite de la scrutation de la thermistance précédant la thermistance 40 dans son groupe de mesure ou, si la thermistance 40 est la première de son groupe, par suite de l'émission d'une impulsion de progression par le microprocesseur 5, l'entrée de la cellule de retard 68', 69 est portée au niveau logique 0. Cette transition n'a pas d'effet immédiat sur la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63 en raison de la cellule de retard 68, 69 mais provoque, à la première impulsion d'horloge suivante le passage au niveau logique 0 de la sortie de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63. Ce passage entraîne d'une part le déblocage de la diode 49 et la mise en circuit de la résistance de charge 48 de l'amplificateur différentiel de lecture 43 et d'autre part le déblocage du transistor 42, la mise sous tension de la thermistance 40 et la polarisation de l'amplificateur différentiel de lecture 43. Le circuit de lecture de la thermistance 40 présente alors une faible impédance à la ligne de mesure 54 et se comporte vis-à-vis de celle-ci comme une source de tension.

La transition de retour au niveau logique 1 apparaît à l'entrée de la cellule de retard 68, 69 en synchronisme avec le front montant de la première impulsion d'horloge suivant celle où s'est produite la transition inverse mais elle n'a pas d'effet immédiat en raison de la cellule de retard 68, 69 et ce n'est qu'à la deuxième impulsion d'horloge suivante qu'elle entraîne le retour au niveau logique 1 de la sortie de la bascule  $\bar{R}$ ,  $\bar{S}$  62, 63 retour qui provoque l'arrêt de la polarisation

de la thermistance 40 et de l'amplificateur différentiel de lecture 43 ainsi que le blocage de la diode 49 et la mise hors circuit de la résistance de charge 48, le circuit de lecture de la thermistance 40 présentant à nouveau une impédance élevée à la ligne de mesure 54.

La scrutation de la thermistance 40 s'effectue pendant la période d'horloge suivant l'impulsion négative de progression appliquée sur la ligne de progression à l'entrée de la cellule à retard 68, 69 de son circuit d'interrogation. L'impulsion négative engendrée à la sortie de la bascule RS 62, 63 à l'occasion de cette scrutation, qui est retardée d'une période d'horloge par rapport à la précédente, est utilisée comme impulsion négative de progression à l'intention du circuit d'interrogation de la thermistance suivant la thermistance 40 dans son groupe de mesure. Les circuits d'interrogation des thermistances d'un même groupe de mesure se comportent les uns vis-à-vis des autres comme les étages d'un registre à décalage dynamique. Comme l'impulsion de progression initiale engendrée par le microprocesseur est isolée et de durée égale au plus à une période d'horloge il n'y a qu'un circuit d'interrogation à la fois autorisant la scrutation.

En l'absence de scrutation le circuit de lecture de la thermistance 40 se comporte vis-à-vis de la ligne de mesure 54 comme une impédance élevée connectée à la masse et, en présence de scrutation, comme une source de tension dont la différence de potentiel recopie celle se développant aux bornes de la thermistance. La scrutation n'intéressant qu'une thermistance à la fois la ligne de mesure n'est soumise qu'à la tension d'un seul circuit de lecture à la fois, tension qu'elle transmet au convertisseur analogique digital (figure 1).

Selon une variante, on peut remplacer les portes logiques «non et» 62, 63, 65 et 67 par de sportes logiques «non ou». Il faut alors utiliser un signal d'horloge et un signal de progression  $\bar{h}$  et  $\bar{p}$  complémentées par rapport aux précédents, le signal de progression  $\bar{p}$  à destination de la thermistance suivante dans le groupe de mesure étant alors pris à la sortie complémentée de la bascule qui devient dans ce cas de type RS.

Le convertisseur analogique-numérique (4 figure 1) opère par une comparaison avec une tension de référence. Au lieu de prendre une tension de référence très précise et très stable, coûteuse à obtenir, on utilise celle de la ligne d'alimentation 50 qui sert à la polarisation des thermistances pour leur scrutation. Cela permet de s'affranchir des variations de tension de cette ligne d'alimentation 50 et d'obtenir en sortie du convertisseur analogique digital 4 une valeur directement proportionnelle à la division de tension obtenue aux bornes de la thermistance scrutée.

La figure 3 illustre un exemple de réalisation du circuit de télémesure abstraction faite du circuit de multiplexage (9 figure 1) omis dans un but de simplification. Cette boucle comporte essentiellement un groupe de mesure 1 représenté partiellement dans la partie gauche de la figure et un convertisseur analogique-numérique 4 du type à approximations successives représenté dans la partie droite de la figure, reliés l'un à l'autre par la ligne de mesure 54 et la ligne de polarisation 50.

On a détaillé, dans le groupe de mesure 1, la thermistance 40 scrutée et son circuit de lecture que l'on a entouré d'un rectangle en pointillées 12 et on a rappelé l'existence des autres thermistances non soumises à la scrutation par des résistances 13, 14 connectées en parallèles à la ligne de mesure 54.

Comme on l'a vu précédemment relativement à la figure 2, la thermistance 40, lorsqu'elle est scrutée, est connectée en série avec une résistance ajustable 41 entre la masse et la ligne d'alimentation 50. Son amplificateur différentiel de lecture 43 est polarisé et chargé par une résistance 48 connectée à la masse, et se comporte vis-à-vis de la ligne de mesure 54

comme une source de tension tandis que les circuits de lecture des autres thermistances de groupe de mesure 1 se comportent vis-à-vis de la ligne de mesure 54 comme des impédances élevées reliées à la masse.

5 Le convertisseur analogique-numérique 4 est du type à approximations successives et fonctionne par sommation de tension dans un réseau résistif en échelle R-2R. Il comporte:

– un réseau en échelle R-2R 15 dont les extrémités sont connectées à la masse par deux résistances l'une d'entre elles 10 étant également connectée à l'entrée inverseuse d'un comparateur 16 et dont les prises intermédiaires sont reliées par un ensemble d'inverseurs 17 soit à la masse soit à la ligne d'alimentation 50,

– le comparateur 16 dont l'entrée non inverseuse est reliée à 15 la ligne de mesure 54,

– et une logique à approximations successives 18 commandant l'ensemble des inverseurs 16 sous le contrôle du comparateur 16 et du microprocesseur 5 et fournissant en fin de conversion sur une sortie numérique 19, en binaire pur, la

20 valeur du rapport de tension entre la ligne d'alimentation 50 et la ligne de mesure 54.

Les circuits composant le convertisseur analogique-numérique ne seront pas détaillés, pas plus d'ailleurs que leurs fonctionnements car ils font partie de la technique courante.

25 Ils sont par exemple réalisés en un seul composant par la Société National Semiconductor sous la désignation ADC 1210-1211.

Lors d'une mesure, le microprocesseur 5, après avoir mis en état de scrutation une thermistance dans un groupe de

30 mesure donné par l'intermédiaire du multiplexeur 8, du démultiplexeur 9 et des circuits d'interrogation associés aux thermistances de ce groupe de mesure, donne à la logique à approximations successives 18 l'ordre de départ ainsi qu'un signal de rythme. En fin de conversion cette dernière émet un

35 signal de fin d'opération, à destination du microprocesseur 5 qui prend en compte le nombre binaire disponible à la sortie de la logique à approximations successives comme représentant la valeur mesurée de la thermistance scrutée.

La figure 4 illustre un autre exemple de réalisation de la 40 boucle de télémesure qui diffère de celui représenté à la figure précédente par le mode de connexion des circuits composant le convertisseur analogique-numérique à approximations successives. Les extrémités du réseau de résistances en échelle 15 sont connectées l'une directement à l'entrée inverseuse du 45 comparateur 16, l'autre par l'intermédiaire d'une résistance à la masse. La ligne de mesure 54 est connectée par l'intermédiaire d'une résistance à l'entrée inverseuse du comparateur 16 dont l'entrée non inverseuse est connectée par deux résistances égales à la masse et à la ligne d'alimentation 50. Ce 50 montage connu permet d'obtenir en binaire complémenté la valeur du rapport de tension entre la ligne d'alimentation 50 et la ligne de mesure 54. Il a une précision moindre que le premier mais permet de convertir une mesure dans toute la plage de tension de la ligne d'alimentation 50 le comparateur 16 55 ayant pour tension de référence la moitié de celle de la ligne d'alimentation 50.

Le réseau de mesure qu'on vient de décrire est particulièrement intéressant car il nécessite l'adjonction, à chaque thermistance pour son interrogation et sa lecture, d'un nombre 60 minimum de composants actifs:

– d'un ensemble de 4 portes logiques «non et» ou «non ou»,

– d'un transistor de commutation à faible tension de saturation collecteur émetteur,

65 – d'un amplificateur de type courant par exemple de type 741,

– et de deux diodes d'isolation de type courant.

La consommation de la boucle de mesure est réduite au

minimum pour les thermistances qui ne sont pas scrutées car elles-mêmes ainsi que leurs amplificateurs de lecture ne sont pas alimentés.

La charge du réseau de mesure est constituée par la résistance de charge (48 figures 2, 3 ou 4) de l'amplificateur différentiel de lecture de la thermistance scrutée. Elle est localisée et isolée près de la thermistance scrutée ce qui procure les avantages suivants:

- elle n'entraîne aucune circulation de courant dans la ligne de mesure 54 la mesure s'effectuant en tension,
- elle a une valeur constante (aux tolérances des composants près) quelque soit le nombre de thermistances à scruter.

La consommation de la boucle de mesure est constante pendant les scrutations des thermistances ce qui contribue à la précision de la mesure.

Chaque thermistance peut avec ses circuits d'interrogation et de lecture faire l'objet d'une intégration très poussée.

On peut sans sortir du cadre de l'invention modifier certaines dispositions ou remplacer certains moyens par des moyens équivalents. On peut notamment remplacer la résistance de charge 48 et la diode d'isolement 49 par une résistance de charge, commune à tous les amplificateurs de mesure 43, connectée entre la ligne de mesure et la masse à l'entrée du système de traitement centralisé. On peut aussi remplacer le transistor PNP 42 par un transistor de type NPN à condition de le disposer dans le circuit assurant la polarisation négative de l'amplificateur de lecture 43 et de commander sa base à partir du signal délivré par la porte logique 15 «non et» 62.

FIG. 2

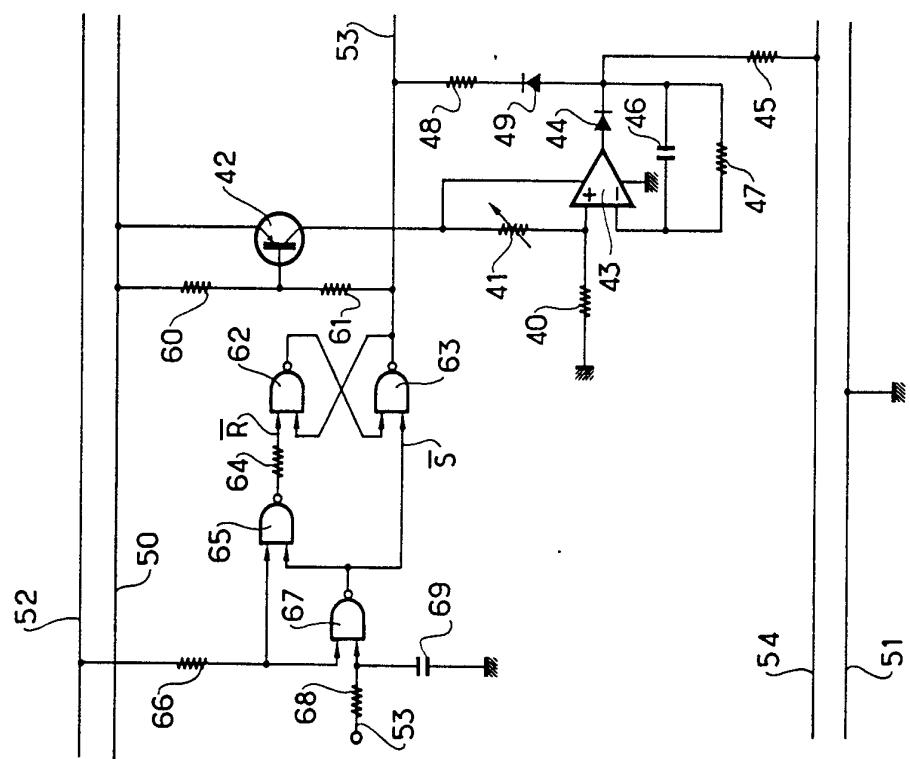


FIG. 1.

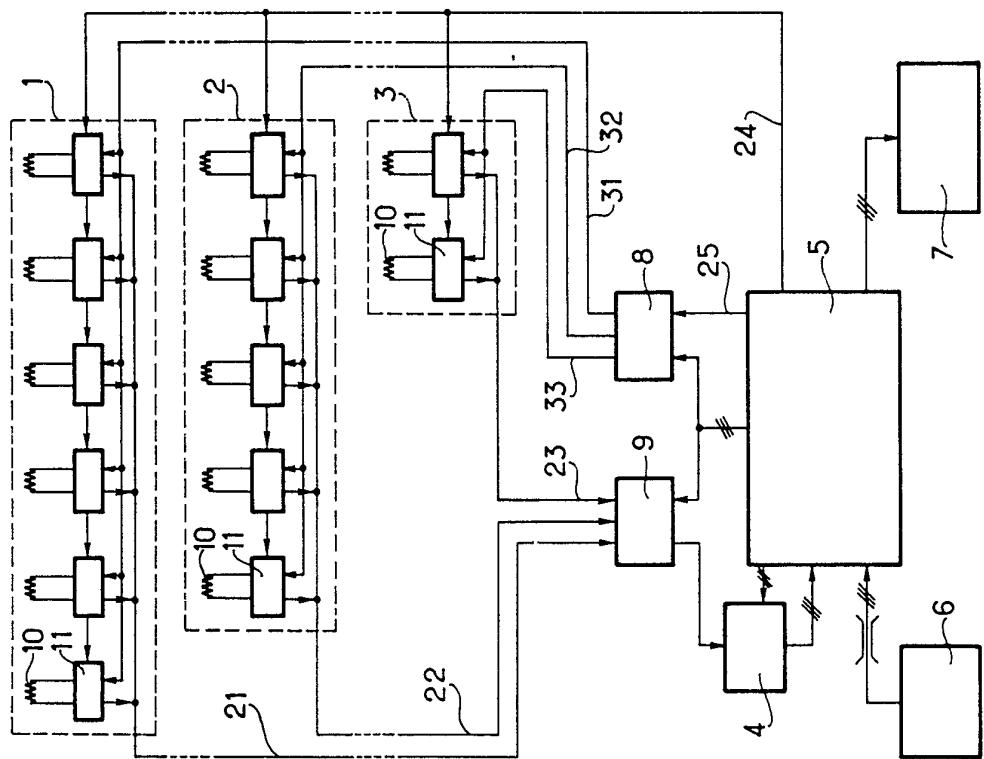


FIG.3

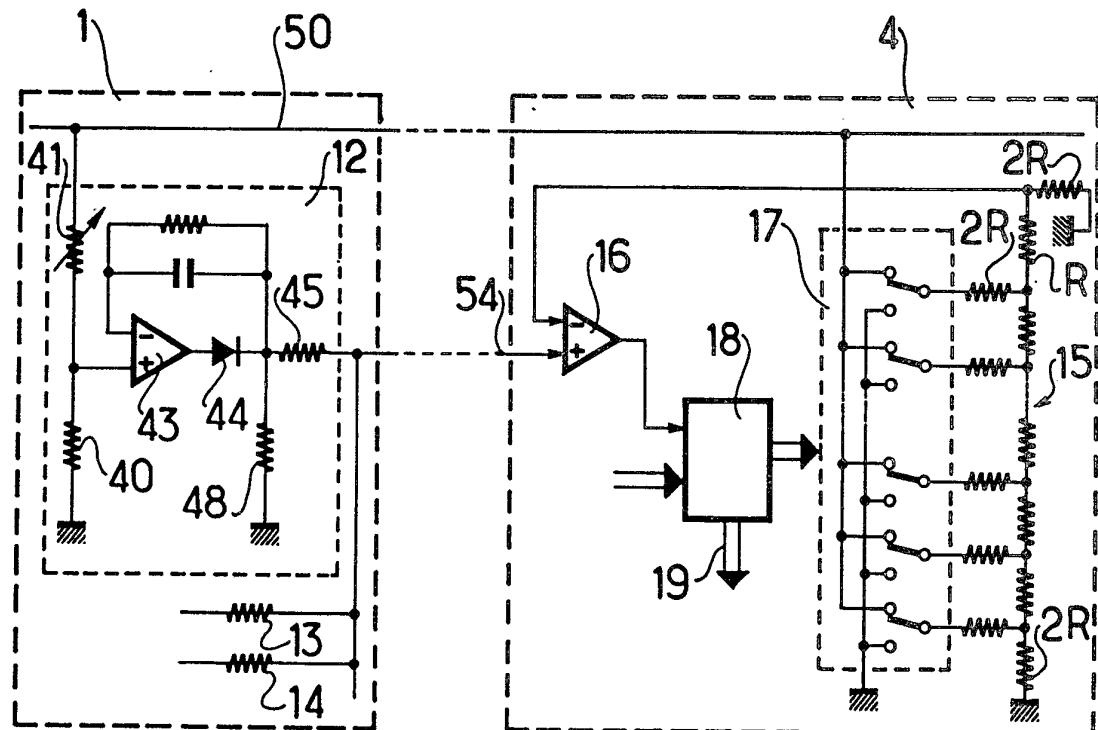


FIG.4

