

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.04.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.10.99 Bulletin 99/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : NIKLY JEAN — FR.

⑦2 Inventeur(s) : NIKLY JEAN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 DISPOSITIF D'ALERTE DE RISQUE DE CORROSION DES CONSTITUANTS INTERNES D'UN APPAREIL ELECTRONIQUE EN BOITIER ETANCHE SOUMIS A UN ENVIRONNEMENT CORROSIF.

⑤7 Dispositif d'alerte de risque de corrosion des constituants internes d'un appareil électronique en boîtier étanche soumis à un environnement extérieur corrosif, comprenant:
des moyens de mesure de la pression et de la température de l'atmosphère interne du boîtier étanche de cet appareil, et une unité de traitement munie d'un logiciel qui:
- calcule une valeur fonction du rapport de cette pression à cette température exprimée en température absolue
- compare cette valeur à une valeur antérieure mémorisée
- actionne une alarme en cas de variation de cette valeur supérieure à un seuil prédéterminé.

Si le boîtier est étanche son atmosphère interne est de masse constante. Le volume du boîtier restant constant la loi fondamentale des gaz $PV = mRT$ implique que le rapport P/T reste constant. Toute variation de ce rapport P/T indique que la masse de l'atmosphère du boîtier a varié donc qu'il y a défaut d'étanchéité du boîtier et risque de corrosion.

FR 2 777 101 - A1



Les appareils électroniques de toutes sortes, dispositifs de mesure et de contrôle entre autres, voient leur emploi se généraliser dans tous les domaines de l'industrie et des transports.

5 De plus en plus souvent, ces appareils sont reliés à des systèmes informatiques centraux par des lignes de communication digitales (bus), ce qui nécessite l'ajout dans l'appareil de composants additionnels de traitement et de conformation des signaux à transmettre ou à recevoir. Cette
10 complexité croissante ne permet souvent plus de noyer complètement l'ensemble des composants électroniques dans un bloc de résine de synthèse par exemple pour les protéger de la corrosivité du milieu ambiant, car un tel ensemble monolithique devient indépannable ; certains composants comme
15 ceux hyperfréquence verraient d'autre part leur fonctionnement affecté par cet enrobage.

Pour protéger ces appareils de la corrosion, on les enferme alors dans des boîtiers en matériaux non-corrodables par l'ambiance extérieure, boîtiers qu'on s'efforce de rendre
20 étanches. Ces boîtiers comportent nécessairement au moins un couvercle, pour pouvoir y installer les composants internes, et au moins une sortie de câble de liaison électrique, donc au moins deux dispositifs d'étanchéité. Les inévitables aléas de fabrication et de montage ne permettent jamais d'être
25 assuré à 100% de l'étanchéité de ces dispositifs.

A première vue, on a tendance à penser qu'une non-étanchéité minime ouvrant une voie de communication microscopique entre le volume intérieur du boîtier de protection et l'ambiance extérieure corrosive, telle que
30 l'air marin, n'est pas bien grave.

Ce n'est malheureusement pas le cas. Car ce qu'on peut appeler une "pompe de balayage à moteur atmosphérique" est cachée dans le système dès qu'il existe une voie de communication si petite soit-elle.

35 Supposons qu'à l'installation de l'appareil on en ait refermé le boîtier dans les conditions: pression atmosphérique 1000 mbar, température 20°C. La pression atmosphérique va varier au fil des jours, par exemple baisser

à 990 mbar, ce qui amène une surpression de 10 mbar de l'intérieur du boîtier par rapport à l'extérieur. Un chemin de fuite même très petit conduira inéluctablement à l'égalisation des pressions à 990 mbar (on peut calculer par exemple que par un passage aussi petit qu'un trou cylindrique de 0,1 mm de diamètre, sous une différence de pression de 5 mbar plus de 5 centimètres-cube d'air vont s'écouler à l'heure, et encore plus de 2 centimètres-cube à l'heure si la différence de pression n'est que de 1 mbar). Si nous supposons que la température est restée constante à 20°C, environ 1% de la masse d'air initialement contenue dans le boîtier sera évacuée vers l'extérieur. Lorsque la pression atmosphérique remontera à 1000 mbar, le phénomène inverse se produira, et c'est cette fois 1% d'air extérieur corrosif qui pénétrera dans le boîtier. Ce cycle se reproduira au fil du temps pour finalement conduire, en quelques semaines ou au plus quelques mois, à une composition, donc un pouvoir corrosif de l'ambiance interne du boîtier sensiblement voisins de ceux de l'extérieur.

Reprenons notre exemple et supposons maintenant que la pression atmosphérique reste constante mais que la température passe de 20°C à 30°C. La pression interne du boîtier va passer, en l'absence de fuite, de 1000 mbar à :

$$1000 \frac{273,15 + 30}{273,15 + 20} = 1034 \text{ mbar}$$

(équation des gaz PV = mRT)

S'il y a fuite il y aura égalisation des pressions. C'est cette fois plus de 3% de la masse de l'atmosphère intérieure qui va s'échapper et qui sera bien sûr remplacée par plus de 3% d'air extérieur corrosif lorsque la température reviendra à 20°C.

Si le boîtier est situé sur le pont d'un navire, ou à la partie supérieure d'une cuve de stockage de raffinerie par exemple, sa température interne lorsqu'il est exposé au soleil va monter à 50 ou 60°C, entraînant alors à chaque cycle un "balayage" de plus de 10 ou 13% du volume intérieur par l'ambiance corrosive extérieure, annulant très rapidement

la protection qu'est censé fournir le boîtier.

Le problème est d'autant plus grave que la corrosion, phénomène lent, ne provoquera une panne de l'appareil électronique que lorsqu'elle aura atteint un stade très avancé, allant jusqu'à la coupure complète d'une piste de circuit imprimé par exemple. Un défaut d'étanchéité du boîtier ne se traduit donc par aucun fonctionnement anormal pendant plusieurs mois, et lorsque la panne se manifeste l'intégralité de l'appareil est irréparable.

Le dispositif décrit ci-dessous teste l'étanchéité du boîtier et donne l'alerte dès que celle-ci devient défectueuse, bien avant que le phénomène de corrosion ait pu prendre une ampleur significative, et permet donc de corriger l'étanchéité et de nettoyer si besoin les composants internes à temps, à moindre coût.

Ce dispositif est basé sur la mesure de la température et de la pression de l'atmosphère interne du boîtier. En l'absence de fuite, cette atmosphère a une masse constante. Son volume peut être considéré comme constant car les dimensions du boîtier varient très peu avec la température et la pression. La loi fondamentale des gaz $PV = mRT$ impose donc que le rapport P/T de la pression interne absolue P à la température interne absolue T soit constant.

Toute variation de la valeur de ce rapport P/T indique donc une variation de la masse de l'atmosphère interne du boîtier, donc obligatoirement la présence d'une fuite.

Le système comprend:

1) A l'intérieur du boîtier étanche de l'appareil à protéger, au moins un moyen de mesure de température et au moins un moyen de mesure de pression, délivrant un signal fonction de la température et un signal fonction de la pression de l'atmosphère interne de ce boîtier.

Le moyen de mesure de température peut être constitué par exemple d'une thermistance ou de plusieurs de celles-ci localisées dans des endroits différents du boîtier pour obtenir une indication de température moyenne.

Le moyen de mesure de pression est un capteur de pression de préférence d'un type mesurant directement la pression

absolue ; il est aussi possible d'utiliser un capteur de pression différentiel mesurant alors la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du boîtier, si l'on dispose d'autre part d'une mesure de la pression atmosphérique.

2) une unité de traitement et de calcul, qui reçoit les signaux des moyens de mesure ci-dessus. Ce peut être un micro-processeur dédié à cette fonction, inclus ou non dans le boîtier de l'appareil. Mais le plus souvent il sera moins coûteux de transmettre les signaux de température et de pression par la ligne de communication (bus) existante de l'appareil vers l'unité centrale existante, qui est l'emplacement logique où doit se manifester une alarme éventuelle, et dans laquelle il suffira de programmer le logiciel ci-dessous.

3) un logiciel de calcul qui:

a- calcule, à partir des signaux des moyens de mesure (et en utilisant éventuellement la valeur de la pression atmosphérique de l'instant), une valeur fonction du rapport P/T de la pression absolue P de l'instant et de la température absolue T de l'instant, valeur qu'on peut écrire sous la forme $f(P/T)$.

b- compare à intervalles définis cette valeur $f(P/T)$ à une valeur antérieure mémorisée $f(P_0/T_0)$, qui peut être la valeur obtenue juste après la fermeture du boîtier à l'installation de l'appareil.

c- si le résultat de cette comparaison dépasse un seuil prédéterminé, déclenche une alarme quelconque, par exemple visuelle ou sonore, ou une séquence de pré-alarme qui par exemple va imposer des intervalles futurs de comparaison beaucoup plus fréquents et actionnera l'alarme extérieure si le défaut est confirmé par un nombre déterminé de ces tests.

En fait, plus ce logiciel sera sophistiqué, plus il sera possible de s'accommoder de la précision réduite de capteurs bon marché, tout en évitant les alarmes erronées.

Par exemple, le seuil de comparaison déclenchant l'alarme peut être rendu fonction de $P - P_0$ et/ou de $T - T_0$.

On peut de même éviter les fausses alarmes qui pourraient

être causées par des dérives à très long terme des capteurs en réinitialisant P_0 et T_0 par P et T lorsque sont réunies les conditions:

$$\text{seuil} > f(P/T) - f(P_0/T_0) > 1/2 \text{ seuil}$$

5 pendant plus d'un mois par exemple.

Cette liste n'est pas limitative, et on entre dans l'invention ici décrite dès que la condition de déclenchement de l'alarme est explicitement ou implicitement le constat de la variation du rapport P/T .

10 L'invention s'applique également si le boîtier, par précaution supplémentaire anti-corrosion, est initialement rempli d'un gaz inerte (azote par exemple), pressurisé ou non.

Revendication

Dispositif d'alerte de risque de corrosion des constituants internes d'un appareil électronique en boîtier étanche soumis à un environnement extérieur corrosif, caractérisé en ce qu'il comporte:

5 - au moins un dispositif de mesure de la température et au moins un dispositif de mesure de la pression de l'air (ou du gaz) enfermé à l'intérieur du boîtier.

10 - et une unité de traitement et de calcul, dédiée ou non dédiée exclusivement à ce rôle, munie d'un logiciel qui déclenche une alarme lorsqu'il constate explicitement ou implicitement une variation dans le temps du rapport P/T de la pression absolue P à la température absolue T de l'atmosphère interne du boîtier.