

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 décembre 2009 (23.12.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/153323 A1

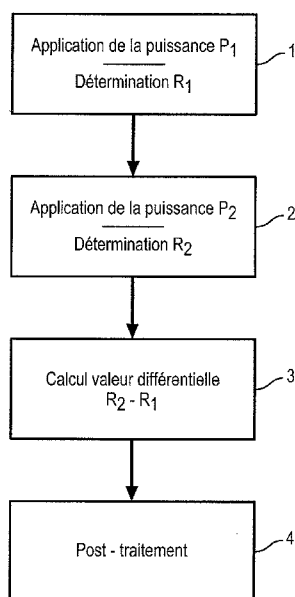
- (51) Classification internationale des brevets :
G01N 17/00 (2006.01) F22B 37/38 (2006.01)
G01N 27/18 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/057629
- (22) Date de dépôt international :
18 juin 2009 (18.06.2009)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0854030 18 juin 2008 (18.06.2008) FR
- (71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
ELECTRICITE DE FRANCE [FR/FR]; 22-30, avenue de Wagram, F-75008 Paris (FR). COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 25, rue Leblanc Immeuble Le Ponant D, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : VEAU, José [FR/FR]; 26 avenue du Général de Gaulle, F-78360 Montesson (FR). PETIT, Marc [FR/FR]; 8 Degrés Saint André, F-95300 Pontoise (FR). TOCHON, Patrice [FR/FR]; 186 chemin des Blancs, F-38140 Uriage (FR). CLEMENT, Patrice [FR/FR]; 2 Domaine St Hugues, F-38120 Saint Egreve (FR).
- (74) Mandataire : CALLON DE LAMARCK, Jean-Robert; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR THE DETECTION AND/OR MEASUREMENT OF FOULING IN HEAT EXCHANGERS

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR LA DÉTECTION ET/OU LA MESURE D'ENCRASSEMENT DANS DES ÉCHANGEURS

FIG. 2



- 1 Application of the power P_1 - Determination of R_1
- 2 Application of the power P_2 - Determination of R_2
- 3 Calculation of the difference $R_2 - R_1$
- 4 Post-processing

(57) Abstract : The invention relates to a method for the detection and/or measurement of fouling in a heat exchanger, whereby the resistance value (R_1 , R_2) of a resistor (R), placed on a wall (P) of this heat exchanger, is measured at two different instants and a value of the measurements (R_2 ; R_1) that corresponds to a function of the values measured at these two instants is determined, characterized in that the resistor (R) is subjected in succession to two power levels (P_1 , P_2) that are each maintained for a certain duration, the first power level (P_1) being below the second power level (P_2), and the measurements of the two resistance values (R_1 , R_2) being respectively carried out during application of these two power levels. The invention also relates to a device for the detection and/or measurement of fouling in a heat exchanger, characterized in that it includes a resistor (R), placed on a wall (P) of this heat exchanger, means (16) for delivering a constant power to said resistor (R) and processing means (17), these various means being capable of implementing the method according to the invention. Finally, the invention relates to the use of said method or of said device.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/153323 A1



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

L'invention concerne un procédé pour la détection et/ou la mesure de l'encrassement dans un échangeur selon lequel on mesure à deux instants différents la valeur résistive (R1, R2) d'une résistance (R) disposée au niveau d'une paroi (P) de cet échangeur et on détermine une valeur des mesures (R2;R1) correspondant à une fonction des valeurs mesurées à ces deux instants, caractérisé en ce que la résistance (R) est soumise successivement à deux niveaux de puissance (P1, P2) que l'on maintient chacun pendant une certaine durée, le premier niveau de puissance (P1) étant inférieur au second (P2), les mesures des deux valeurs résistives (R1, R2) étant respectivement effectuées lors de l'application de ces deux niveaux de puissance. Elle concerne également un dispositif pour la détection et/ou la mesure d'encrassement dans un échangeur, caractérisé en ce qu'il comporte une résistance (R) disposée au niveau d'une paroi (P) de cet échangeur, des moyens (16) pour alimenter avec une puissance constante ladite résistance (R), ainsi que des moyens de traitement (17), ces différents moyens étant aptes à mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes. Elle concerne enfin l'utilisation dudit procédé ou dudit dispositif.

**PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETECTION ET/OU LA MESURE
D'ENCRASSEMENT DANS DES ECHANGEURS**

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL ET ART ANTERIEUR

La présente invention est relative à la détection et/ou à la mesure
5 d'encrassement dans les échangeurs.

La problématique d'encrassement dans les échangeurs revêt une importance croissante dans l'industrie. De nombreuses études ont été réalisées afin de réduire cet encrassement, mais aucune n'a débouché à l'heure actuelle sur un gain significatif.

10 Deux grandes classes d'applications industrielles représentent en particulier des enjeux majeurs.

La première est celle de l'industrie agro-alimentaire, où la réduction et où le meilleur contrôle de l'encrassement représentent un gain en temps d'opération et donc un gain en productivité. Par exemple, une réduction de 2 heures entre deux
15 cycles de nettoyage correspond à un gain minimum de productivité de 10%. De plus, une diminution de l'encrassement entraîne une diminution de la consommation de détergents et autres produits d'entretien. Enfin, un meilleur contrôle de l'encrassement implique un meilleur contrôle du procédé et donc une qualité supérieure pour le produit.

20 La seconde classe d'applications est celle du refroidissement industriel, notamment pour l'industrie chimique, pétrochimique, ou la production d'énergie (centrales thermiques et nucléaires). Les puissances unitaires de ces systèmes sont en effet très importantes, de sorte qu'une baisse de performance impacte directement les rendements de production. Par ailleurs, un encrassement engendre
25 nécessairement une baisse de la capacité d'échange thermique et crée donc un risque potentiel de surchauffe dans ces systèmes. C'est le cas notamment du refroidissement des centrales nucléaires en cas de canicule.

Ces deux exemples de classes d'application ne sont bien entendu pas limitatifs, la détection et/ou la mesure d'encrassement pouvant bien entendu être
30 également essentielles pour d'autres industries.

Ainsi l'invention s'applique à tous types d'industries.

Elle a pour but général de proposer une solution de détection et/ou de mesure d'encrassement pour des échangeurs de tout type.

On connaît déjà de nombreuses techniques destinées à permettre de
5 détecter un éventuel encrassement sur un échangeur.

La plupart des dispositifs existants reposent sur la mesure d'un flux de chaleur pariétal et sur l'observation de la variation de sa valeur temporelle, laquelle peut être plus ou moins bien corrélée à l'encrassement se produisant au niveau de la sonde de mesure.

10 Des sondes actives ont par exemple été développées utilisant conjointement une résistance électrique et une mesure de température afin de déterminer la variation du coefficient d'échange de chaleur locale en se superposant au flux naturellement véhiculé.

La demande WO 0194876 propose notamment une méthode pour suivre
15 l'encrassement de l'échangeur d'un four à combustion.

Selon la méthode décrite dans cette demande de brevet, on évalue une valeur de résistance d'un réseau qui est par exemple constitué par les tubes des parois d'un échangeur. A cet effet, ce réseau est soumis à un ou plusieurs signaux électriques donnés. La valeur de résistance ainsi calculée est elle-même comparée
20 à une valeur de résistance nominale déterminée sur le même circuit à un instant de référence antérieur. La valeur de résistance ainsi obtenue est par exemple comparée à une valeur seuil au-dessus de laquelle on considère qu'il y a encrassement.

La solution proposée dans cette demande WO 0194876 a toutefois
25 l'inconvénient de ne pouvoir être utilisée qu'avec un fonctionnement du réacteur à un débit et à une température donnés, et en particulier au débit et à la température de fonctionnement du réacteur lors de la mesure de la valeur de résistance de référence.

Du fait de cet inconvénient, cette solution est relativement inadaptée pour
30 bon nombre d'applications.

PRESENTATION GENERALE DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de proposer une solution de détection et/ou de mesure d'encrassement dans un échangeur apte à être mise en œuvre indépendamment des variations de conditions, notamment de débit ou de
5 température, auxquelles celui-ci est soumis.

Un autre but encore est de proposer une solution de détection et/ou de mesure d'encrassement simple et non-intrusive.

A cet effet, l'invention propose un procédé pour la détection et/ou la mesure de l'encrassement dans un échangeur selon lequel on mesure à deux
10 instants différents la valeur résistive d'une résistance disposée au niveau d'une paroi de cet échangeur et on détermine une valeur de mesure correspondant à une fonction des valeurs résistives mesurées à ces deux instants, caractérisé en ce que la résistance est soumise successivement à deux niveaux de puissance que l'on maintient chacun pendant une certaine durée, le premier niveau de puissance
15 étant inférieur au second, les mesures des deux valeurs résistives étant respectivement effectuées lors de l'application de ces deux niveaux de puissance.

Notamment, le premier niveau de puissance peut être choisi, avec la durée pendant laquelle il est appliqué, pour que le flux de chaleur provoqué par l'effet Joule ait une influence sur la surface de l'échangeur et non sur la couche
20 d'encrassement lorsqu'elle existe.

Le second niveau de puissance peut être choisi de façon que le flux de chaleur provoqué par l'effet Joule ait un impact à la fois sur l'échangeur et sur le dépôt d'encrassement lorsque celui-ci existe.

L'invention propose également un dispositif pour la détection et/ou la
25 mesure d'encrassement dans un échangeur, caractérisé en ce qu'il comporte une résistance disposée au niveau d'une paroi de cet échangeur, des moyens pour alimenter avec une puissance constante ladite résistance (R), ainsi que des moyens de traitement, ces différents moyens étant aptes à mettre en œuvre le procédé précité.

30 Enfin, l'invention porte également sur l'utilisation de ce procédé ou de ce dispositif pour la détection et/ou la mesure d'encrassement dans l'industrie agro-alimentaire ou dans des applications de thermique industrielle.

DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des figures annexées sur lesquelles :

- 5 - la figure 1 est une représentation schématique d'une plaque d'échangeur encrassé, équipé d'une résistance surfacique conformément à un mode de mise en œuvre possible de l'invention ;
- la figure 2 est un schéma bloc donnant différentes étapes d'un traitement conforme à un mode de mise en œuvre de l'invention ;
- 10 - les figures 3A à 3C illustrent respectivement un exemple de courbe temporelle de puissance électrique injectée sur la résistance surfacique utilisée dans le dispositif de détection, ainsi que les courbes temporelles de valeurs de résistance correspondantes dans les cas où la plaque est non-encrassée et où elle est encrassée ;
- 15 - la figure 4 illustre schématiquement un exemple de résistance surfacique qui peut être utilisée pour une mise en œuvre du procédé proposé ;
- la figure 5 illustre différentes évolutions de variations de résistance en fonction de la température pour différents matériaux possibles pour celle-ci ;
- la figure 6 est un schéma bloc illustrant un exemple de dispositif
- 20 d'encrassement ;
- la figure 7, enfin, illustre un exemple d'électronique d'acquisition et d'alimentation pour un tel dispositif.

DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE MISES EN ŒUVRE ET DE REALISATION

25 On a représenté sur la figure 1 une plaque P d'échangeur sur laquelle s'est déposé au fil du temps un encrassement E.

Cet échangeur peut être de tout type, notamment un échangeur à convection interne ou externe liquide/gaz, gaz/gaz ou liquide/liquide.

30 Une résistance électrique surfacique R à coefficient de température positif ou négatif est disposée le long de la paroi d'échange que constitue cette plaque P.

Bien entendu, l'échangeur peut ne pas être un échangeur à plaque, mais un échangeur à tubes, la résistance étant disposée le long d'un ou plusieurs tubes.

Comme l'illustre la figure 2, on soumet successivement cette résistance électrique surfacique à deux niveaux de puissance P1 et P2 et on détermine les
5 valeurs R1 et R2 de la résistance R lors de l'application de ces deux niveaux de puissance (étapes 1 et 2).

La puissance P1 est choisie à un niveau qui soit à la fois suffisant pour créer un échauffement significatif de la résistance R (de l'ordre de quelques dixièmes de degrés), mais qui en même temps est suffisamment faible pour que le flux de
10 chaleur local provoqué par effet Joule n'ait - pendant le temps où cette puissance P1 est appliquée à la résistance R - un impact que sur la plaque P (ou le tube de l'échangeur) et non pas sur le dépôt E, le faible niveau de chaleur ne permettant pas la diffusion jusqu'à celui-ci. En pratique, à ce niveau de puissance, les phénomènes convectifs sont confinés à la paroi.

15 La puissance P2 est plus importante et est choisie de façon que le flux de chaleur local provoqué par effet Joule ait un impact à la fois sur la plaque P (ou le ou les tube(s)) et sur le dépôt E, lorsque celui-ci existe.

La figure 3A illustre la courbe temporelle de la puissance ainsi appliquée sur la résistance R, cette puissance étant au niveau P1 entre un temps T1 et un temps
20 T2, puis passant à un niveau P2 plus important à partir de l'instant T2.

La puissance P1 est typiquement de quelques dixièmes de watt (de 0,1 à 1 watt, typiquement comprise entre 0,2 et 0,8 watt), tandis que la puissance P2 est quant à elle typiquement de plusieurs watts (de 1 à 10 watts, par exemple comprise entre 2 et 6 watts).

25 La durée entre l'instant T2 et l'instant T1 pendant laquelle la puissance P1 est appliquée est typiquement de quelques dizaines de secondes, la puissance P2 étant typiquement appliquée pendant une durée de quelques centaines de secondes.

Ces durées et leur enchainement sont choisis de manière à rester dans la
30 même unité de temps pour assurer la stabilité des conditions de fonctionnement et atteindre un régime thermique stabilisé à la fin de l'application des puissances P1

et P2, l'obtention de ce régime thermique stabilisé étant aisément à la porte de l'homme du métier.

Du fait de la faible valeur de la puissance P1 appliquée pour que le flux de chaleur provoqué par l'effet Joule ait une influence limitée à la plaque P seule, la
5 valeur R1 de la résistance R ne dépend que des conditions de fonctionnement que la plaque P soit ou non encrassée par le dépôt E. En revanche, lors de l'application de la puissance P2 plus élevée, la valeur R2 de cette résistance R dépend à la fois des conditions de fonctionnement et du fait que la plaque P est ou non encrassée (figures 3B et 3C).

10 Une fois les valeurs R1 et R2 de la résistance R déterminées, on détermine une fonction de ces deux valeurs, typiquement la soustraction de l'une à l'autre (étape 3). Les flux thermiques transitant au travers de la résistance R se trouvant affectés par l'échange convectif de chaleur à la paroi et étant donc dépendants du niveau d'encrassement de la surface considérée et des conditions de
15 fonctionnement, la valeur de la fonction des résistances ainsi obtenue constitue une valeur caractéristique du niveau d'encrassement de ladite surface. En outre, cette valeur a l'avantage d'être affranchie des conditions autour de ladite surface et notamment des conditions de variation de débit ou de température.

Cette valeur fonction de R1 et R2 ainsi calculée fait ensuite l'objet d'un post-
20 traitement (étape 4), par exemple de suivi dans le temps, filtrage et comparaison à des valeurs seuils.

Comme on l'aura compris, avec le procédé qui est ainsi proposé, la mesure est non-intrusive (puisque distante de la zone d'encrassement et ne perturbant pas la dynamique d'encrassement). Elle est globale en ce qu'elle intègre toute la
25 surface occupée par la résistance. Elle peut s'adapter à des géométries et à des dimensions très diverses.

L'élément de détection que constitue l'élément sensible surfacique est par exemple un circuit électrique métallique 10 déposé sur un support diélectrique 11
(par exemple polyimide) de faible épaisseur lui assurant une certaine flexibilité et
30 donc une adaptation facilitée à presque tout type de support. Cet élément de détection 10 est de forme libre. Il s'étend sur une zone de sensibilité planaire de

quelques millimètres carrés à quelques centimètres carrés, la taille de cette zone étant fonction de la taille de l'échantillon ou de la zone à étudier.

La figure 4 donne un exemple de configuration possible pour cet élément de détection. Il comprend un « patch » de forme carrée (côté de largeur $L_1 = 40$ mm) sur lequel un circuit en serpentín 12 est déposé et qui est alimenté par deux pistes 13 destinées à être connectées à une alimentation extérieure, deux autres pistes 14 – disposées en parallèle aux pistes 13 – permettant par ailleurs la mesure de la tension d'alimentation de cet élément de détection 10.

D'autres formes sont bien entendu possibles pour cette résistance, qui peut être également rectangulaire, ovale, circulaire, voire de forme plus complexe.

Cette résistance doit être placée en contact thermique avec l'échangeur étudié, au plus près de la face où se situe l'encrassement. Le circuit en serpentín peut par exemple être directement déposé sur la surface de l'échangeur.

Le circuit déposé peut être du Nickel, du Platine ou du Cuivre, ou tout alliage à base de ces métaux, car tout trois possèdent la propriété d'avoir un coefficient de température (K^{-1}) élevé. D'autres types de métaux peuvent être utilisés, si ceux-ci présentent un bon coefficient thermoélectrique, soit une bonne variation de résistance proportionnelle à la température du circuit.

Des courbes de cette variation de résistance ohmique en fonction de la température pour du cuivre, un alliage de Nickel, du Nickel pur ou du Platine sont données par la figure 5.

En variante encore, la résistance R peut être directement sérigraphiée sur le support final (paroi d'échange) ; le système est d'autant moins intrusif et permet de fonctionner à des températures élevées.

Comme l'illustre la figure 6, l'élément de détection 10 que constitue la résistance surfacique chauffante 10 est relié électroniquement, par un câble à 4 fils (les fils 13 et 14) à un module d'alimentation et d'acquisition 16.

Ce module électronique 16 alimente électriquement la sonde 10 à résistance variable en maintenant en temps réel une puissance dissipée constante au cours du temps, et ce selon le cas soit à un niveau P1, soit à un niveau P2. A cet effet, il adapte en temps réel la tension U aux bornes des fils 14 pour que le produit tension par intensité reste constant.

Pour cela un microcalculateur 1, relié en série au module 16 par exemple par un câble USB, analyse en permanence le produit tension par intensité et le régule autour de la consigne fixée au départ. La consigne en puissance est variable, de très petites valeurs (quelques dixièmes de watt à quelques watts). La
5 petite puissance P1 permet de mesurer la résistance sans produire d'échauffement significatif de celle-ci (principe des thermistances et autres PT100, PT1000). La forte puissance P2 génère un échauffement thermique impliquant une modification significative de la résistance ohmique de la sonde.

De ces deux mesures, le calculateur déduit la valeur de la fonction de R2 et
10 R1, laquelle est corrélée à l'épaisseur de dépôt.

Le module électronique 16 possède à cet effet une sortie numérique permettant de transférer l'évolution des grandeurs U et I en temps réel au calculateur 17, lequel détermine la valeur de la résistance ohmique (rapport de U par I). En variante, le calculateur 17 peut être un microcalculateur intégré au
15 module électronique pour réaliser directement les calculs de résistance et de valeurs différentielles.

Les caractéristiques du module électronique sont par exemple les suivantes :

- tension maximale 24Vdc courant maximal 2Adc ;
- 20 - Puissance réglable de 0,2W à 10W par pas de 0.01W pour des sondes dont la résistance varie entre 3 et 50 Ohms ;
- Mesure de courant/tension avec une résolution de 18bits et une précision meilleure que 1% ;
- Connexion de la résistance en 4fils ;
- 25 - Régulation de la puissance meilleure que 1% ;
- Vitesse d'échantillonnage 10 Pts/s.

Le calculateur 17 récupère les données en temps réel sous forme de fichier numérique et met en œuvre un post-traitement de ces informations pour identifier l'évolution de l'encrassement. Ce traitement consiste par exemple à analyser
30 l'évolution de la valeur différentielle de la résistance électrique R, laquelle augmente au fur et à mesure que le dépôt se forme.

Un exemple de réalisation du module d'acquisition de données de régulation de puissance intégrant le calculateur 17 est présenté sur la figure 7. Le calculateur 17 est un microcalculateur qui reçoit de deux convertisseurs analogiques/numériques 18 des valeurs de tension U et d'intensité I mesurées sur la résistance surfacique R. Ce calculateur 17 transmet, par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique/analogique 19 et d'un amplificateur A la tension appliquée à la résistance surfacique R pour maintenir la puissance injectée sur celle-ci au niveau P1 ou au niveau P2.

Il est par ailleurs relié par une liaison 20, par exemple de type RS232, à des moyens de traitement externes (non représentés). Des moyens d'interface 21 sont le cas échéant prévus localement pour par exemple permettre d'afficher les mesures réalisées au niveau du module.

La technique qui vient d'être décrite présente de nombreux avantages. Elle ne nécessite qu'une électronique particulièrement simple qui peut être réalisée de façon compacte et peut être facile à embarquer.

Elle est en outre d'une réalisation peu onéreuse.

Elle est d'une grande robustesse et fiabilité, tout en étant facilement adaptable à toute forme et toute taille d'échangeur.

Elle permet en outre une mesure globale de l'encrassement pour l'ensemble de la surface instrumentée au sein de l'échangeur et non pas ponctuelle, et un suivi dans le temps tout en étant parfaitement non-intrusive.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour la détection et/ou la mesure de l'encrassement dans un échangeur selon lequel on mesure à deux instants différents la valeur résistive (R_1 , R_2) d'une résistance (R) disposée au niveau d'une paroi (P) de cet échangeur et on détermine une valeur de mesure fonction des valeurs résistives mesurées à ces deux instants, caractérisé en ce que la résistance (R) est soumise successivement à deux niveaux de puissance (P_1 , P_2) que l'on maintient chacun pendant une certaine durée, le premier niveau de puissance (P_1) étant inférieur au second (P_2), les mesures des deux valeurs résistives (R_1 , R_2) étant respectivement effectuées lors de l'application de ces deux niveaux de puissance.
5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier niveau de puissance (P_1) est choisi, avec la durée pendant laquelle il est appliqué, pour que le flux de chaleur provoqué par l'effet Joule ait une influence sur la paroi d'échange (P) et non sur la couche d'encrassement (E) lorsqu'elle existe.
10
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le second niveau de puissance (P_2) est choisi de façon que le flux de chaleur provoqué par l'effet Joule ait un impact à la fois sur la paroi d'échange (P) et sur le dépôt d'encrassement (E) lorsque celui-ci existe.
15
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisée en ce que la fonction des valeurs résistives est la différence de valeur résistive mesurée à deux instants successifs correspondant aux deux niveaux de puissance.
20
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on suit en temps réel la valeur de mesure différentielle (R_2-R_1) ainsi obtenue.
25

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on adapte en temps réel la tension (U) appliquée à la résistance (R) pour que la puissance (P1, P2) à laquelle on soumet cette résistance reste constante pendant une certaine durée.
- 5 7. Dispositif pour la détection et/ou la mesure d'encrassement dans un échangeur, caractérisé en ce qu'il comporte une résistance (R) disposée au niveau d'une paroi (P) de cet échangeur, des moyens (16) pour alimenter avec une puissance constante ladite résistance (R), ainsi que des moyens de traitement (17), ces différents moyens étant aptes à
10 mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes.
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la résistance (R) est une résistance surfacique.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la résistance (R) surfacique présente un support diélectrique (11) lui permettant de
15 s'adapter à la forme de l'échangeur.
10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la résistance (R) surfacique présente un circuit résistif en serpentin (12).
11. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 6 ou du dispositif selon l'une des revendications 7 à 10 pour la détection et/ou la mesure
20 d'encrassement dans l'industrie agro-alimentaire ou dans des applications thermique industrielle.

FIG. 1

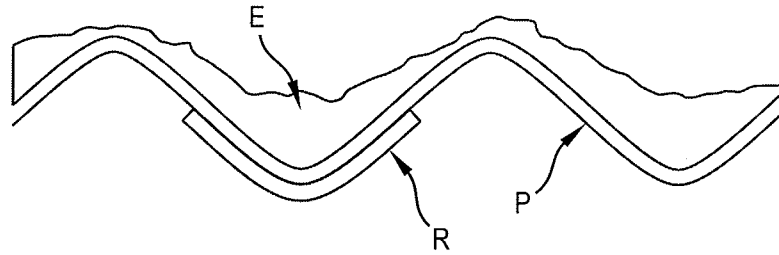
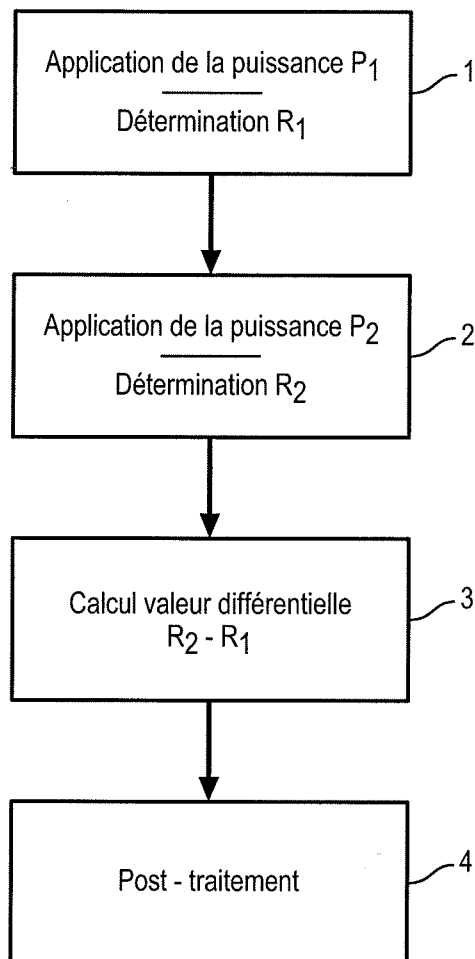


FIG. 2



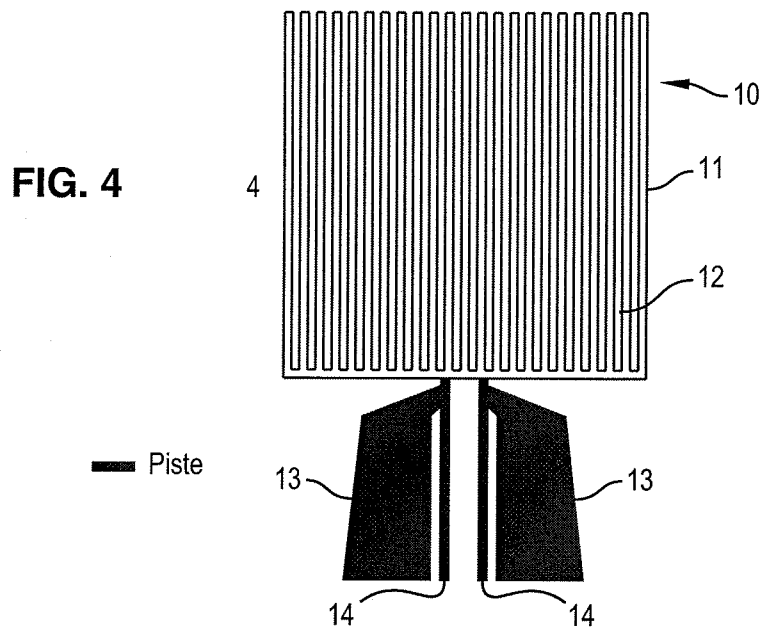
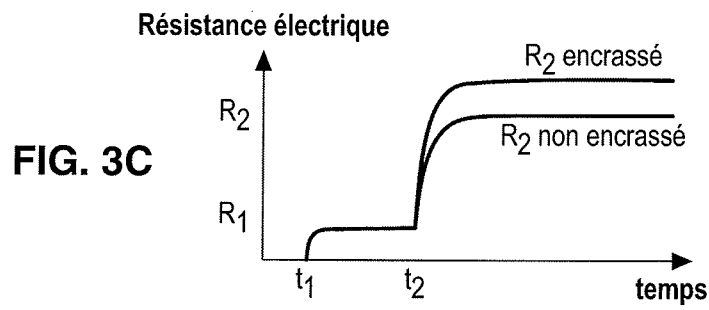
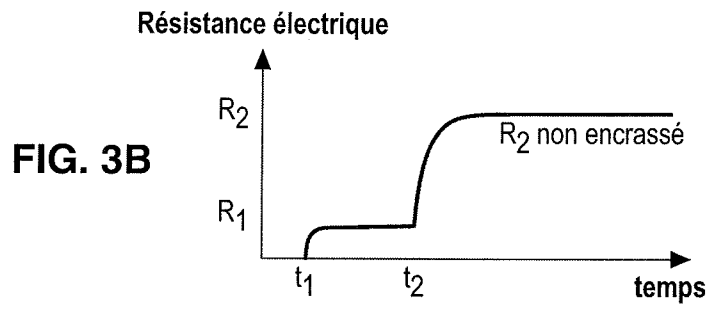
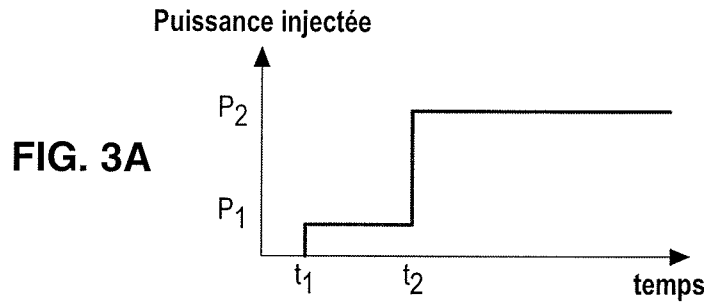


FIG. 5

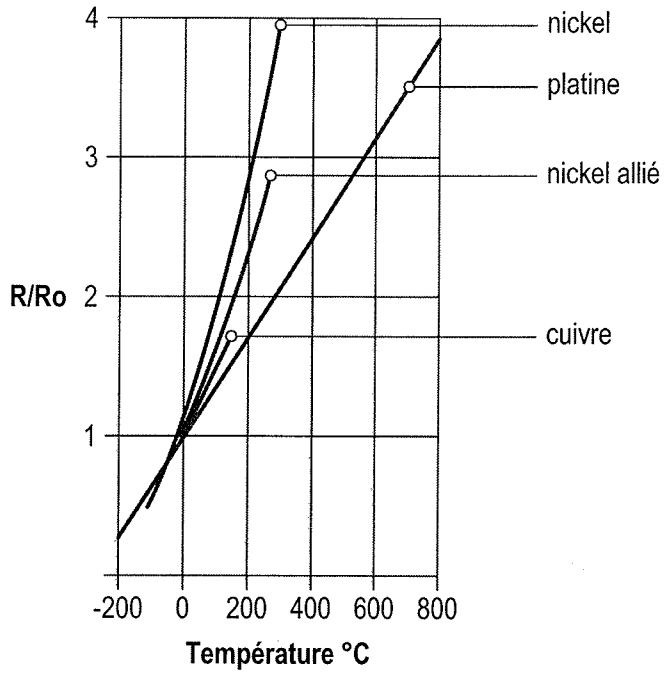


FIG. 6

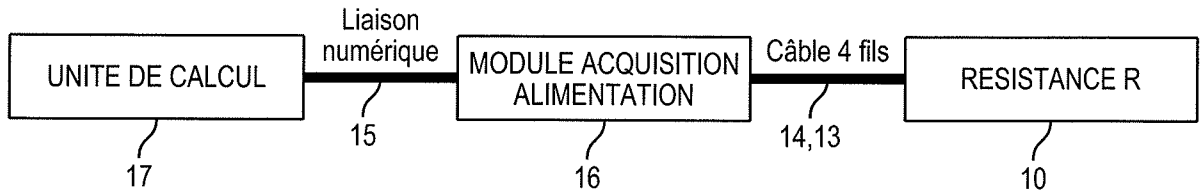
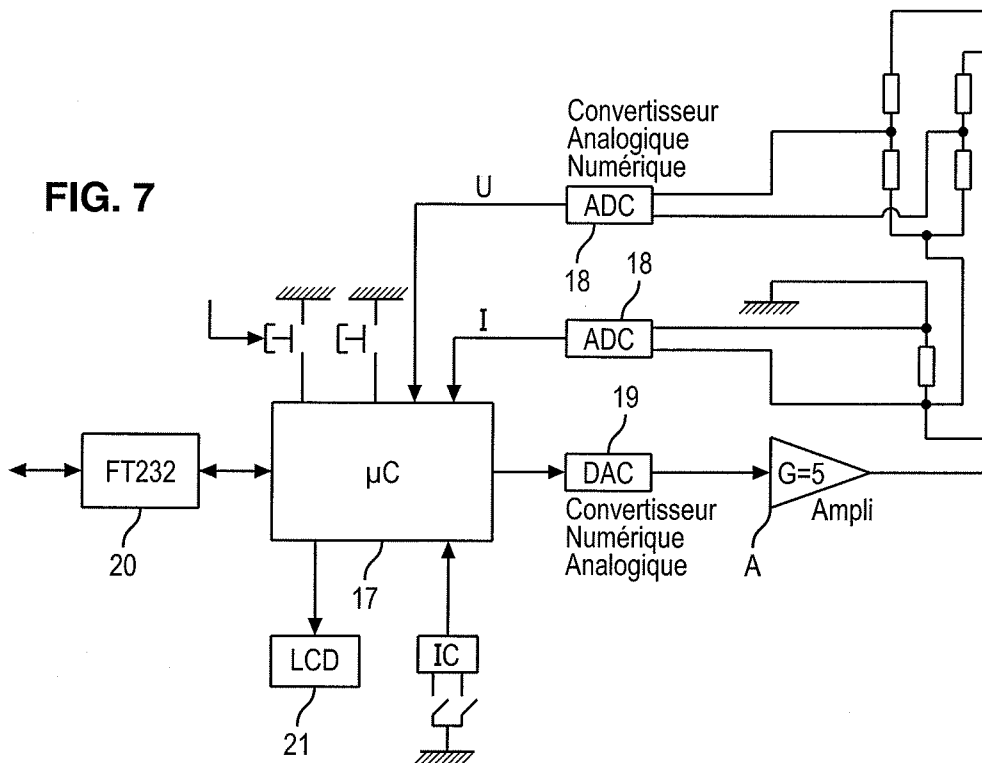


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/057629A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N17/00 G01N27/18 F22B37/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F22B G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/94876 A (ALSTOM POWER INC [US]) 13 December 2001 (2001-12-13) cited in the application	1,4,5,7
Y	the whole document	8-11
A		2,3,6
Y	----- FR 2 897 930 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; ARMINES [FR]) 31 August 2007 (2007-08-31) abstract page 1, lines 21-30 page 4, line 29 - page 5, line 8 page 6, lines 16-19 page 7, lines 17,18; figure 4	8-11
A	----- US 3 721 897 A (EDLING G) 20 March 1973 (1973-03-20) abstract column 2, line 55 - column 3, line 15 -----	1,7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 août 2009

Date of mailing of the international search report

28/08/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Filipas, Alin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2009/057629

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0194876	A	13-12-2001	AU 5326300 A EP 1287309 A1	17-12-2001 05-03-2003
FR 2897930	A	31-08-2007	EP 1989530 A1 WO 2007099240 A1 US 2009000764 A1	12-11-2008 07-09-2007 01-01-2009
US 3721897	A	20-03-1973	SE 320676 B	16-02-1970

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/057629

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G01N17/00 G01N27/18 F22B37/38

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

F22B G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/94876 A (ALSTOM POWER INC [US]) 13 décembre 2001 (2001-12-13) cité dans la demande	1, 4, 5, 7
Y	le document en entier	8-11
A		2, 3, 6
Y	FR 2 897 930 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; ARMINES [FR]) 31 août 2007 (2007-08-31) abrégé page 1, ligne 21-30 page 4, ligne 29 - page 5, ligne 8 page 6, ligne 16-19 page 7, ligne 17,18; figure 4	8-11
A	US 3 721 897 A (EDLING G) 20 mars 1973 (1973-03-20) abrégé colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 15	1, 7

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 août 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/08/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Filipas, Alin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/057629

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 0194876	A	13-12-2001	AU	5326300 A	17-12-2001
			EP	1287309 A1	05-03-2003
FR 2897930	A	31-08-2007	EP	1989530 A1	12-11-2008
			WO	2007099240 A1	07-09-2007
			US	2009000764 A1	01-01-2009
US 3721897	A	20-03-1973	SE	320676 B	16-02-1970