

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

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

**2 497 394**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 27890**

(54) Procédé d'ajustement de la capacité d'un condensateur à film diélectrique métallisé, et dispositif de mise en œuvre d'un tel procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 01 G 13/06, 4/14, 4/32.

(22) Date de dépôt ..... 31 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : Société dite : L.C.C.-C.I.C.E. COMPAGNIE EUROPEENNE DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES, résidant en France.

(72) Invention de : Daniel Bernard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,  
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

A

PROCÉDÉ D'AJUSTEMENT DE LA CAPACITÉ D'UN CONDENSATEUR  
A FILM DIELECTRIQUE MÉTALLISÉ, ET DISPOSITIF DE  
MISE EN ŒUVRE D'UN TEL PROCÉDÉ

La présente invention concerne un procédé d'ajustement de la capacité d'un condensateur, constitué d'au moins deux couches de films diélectriques métallisés, les couches métallisées, constituant les armatures du condensateur, étant reliées respectivement aux connexions latérales de schoopage. Elles se rapportent plus particulièrement à la réalisation de condensateurs à tolérances serrées sur la valeur de capacité.

On connaît les difficultés de réalisation de ce genre de condensateurs avec les méthodes habituelles, de manière à obtenir un bon rendement de fabrication.

Plusieurs méthodes sont connues pour réaliser des condensateurs en film diélectrique métallisé, dans lesquelles on enroule simultanément deux films de diélectrique métallisé selon un nombre de spires déterminé.

Une première méthode connue consiste à enrouler les films en comptant le nombre de tours réalisé. En pratique, on constate que la dispersion sur les valeurs d'une capacité dans un même lot de fabrication est d'autant plus grande que la valeur de la capacité souhaitée est faible. Lorsqu'on désire une tolérance serrée sur la valeur de capacité, cette méthode ne peut être utilisée, sauf dans le cas où la valeur de capacité souhaitée est très forte.

Une seconde méthode consiste à enrouler les films avec une machine comportant un pont de capacité qui suit l'évolution de la valeur de celle-ci, et stoppe la machine lorsque la valeur désirée est atteinte. Cette méthode présente l'inconvénient suivant : pour réaliser, par exemple, un condensateur de 10 microfarads, on règle le pont capacitif sur la valeur de 2 microfarads, on réalise un

premier enroulement de cette valeur, puis on démétallise une des armatures de manière à isoler ce début d'enroulement du reste du condensateur. On bobine ensuite à nouveau un autre enroulement de 2 microfarads au-dessus du premier et ainsi de suite.

5        Cette deuxième méthode ne donne pas entière satisfaction pour les très petites valeurs de capacité, car la capacité linéique est importante et la précision mécanique de la machine imparfaite, ce qui entraîne une dispersion non négligeable des valeurs de capacité dans un même lot de fabrication de condensateurs.

10      Ces différentes méthodes connues présentent également l'inconvénient suivant : après enroulement, chaque condensateur doit subir un traitement thermique pour le stabiliser mécaniquement, c'est-à-dire assurer la cohésion entre les différentes spires de films métallisés. Ce traitement thermique provoque le "retrait" du film et  
15      entraîne ainsi une variation de la capacité. Cette variation n'est pas reproductible d'un enroulement à l'autre et d'un lot de fabrication à l'autre. Elle est en effet fonction du coefficient de retrait du film diélectrique utilisé, des conditions de bobinage, du module d'élasticité des films, etc. De plus, certains de ces condensateurs bobinés  
20      sont ensuite mis en forme, de façon à présenter la forme d'un parallélépipède. Dans ce cas, la variation de capacité du condensateur dépend également du procédé de mise en forme utilisé.

Il résulte donc de cette opération de traitement thermique une augmentation de la dispersion des valeurs des capacités et une chute  
25      du rendement de fabrication, ce qui détruit partiellement les avantages procurés par les méthodes décrites ci-dessus.

Le procédé selon l'invention permet d'éviter ces inconvénients. Il est caractérisé en ce que la capacité du condensateur est mesurée entre ses connexions de schoopage, dans un pont capacitif qui  
30      commande des moyens de démétallisation du film diélectrique de façon à supprimer la couche métallisée sur la surface du film diélectrique, et ajuster la capacité à la valeur désirée.

De préférence, cette opération de démétallisation sera effectuée après le traitement thermique du condensateur.

En effet, le condensateur étant sous sa forme définitive, mise à part l'opération d'enrobage qui est réalisée ultérieurement, on mesure alors la capacité réelle dudit condensateur, celle-ci étant ajustée définitivement ainsi que cela est précisé ci-dessus. La 5 démétallisation provoque, en effet, une diminution de la surface totale d'une armature, et une diminution corrélative de la valeur de la capacité du condensateur.

Cette démétallisation peut être provoquée de différentes façons, qui peuvent être utilisées seules ou en combinaison les unes 10 avec les autres. Par exemple, cette démétallisation peut être provoquée par translation relative des moyens de démétallisation et du condensateur. Celui-ci, pris entre des connexions mobiles appliquées latéralement sur ses connexions de schoopage, se déplace parallèlement à son axe de symétrie, sur une fraction où sur toute la 15 largeur de l'armature entre les deux connexions de schoopage. La longueur du déplacement est évidemment fonction de l'ajustement de capacité à réaliser. Toutefois, la démétallisation complète sur toute la largeur d'une armature peut s'avérer parfois insuffisante. Dans ce cas, on provoque une rotation selon un angle déterminé du 20 condensateur suivant son axe de symétrie et l'on recommence l'opération de translation relative.

Selon une autre variante, ladite démétallisation peut être provoquée par rotation autour de l'axe de symétrie du condensateur. Il est également possible de réaliser une combinaison des mouvements de rotation et de translation : dans ce cas, la démétallisation 25 aura la forme d'une hélice de pas voulu.

Pour réaliser cette démétallisation, on pourra utiliser des procédés bien connus tels que l'oxydation localisée, l'étincelage, ou l'action d'un faisceau laser.

30 L'utilisation d'un faisceau laser, qui, ainsi qu'on le verra par la suite, est le moyen préféré de l'invention pour réaliser la démétallisation, peut se faire de différentes manières :

Tout d'abord, la longueur d'onde du faisceau laser utilisé doit être située en dehors du spectre d'absorption du matériau diélectri-

que. En effet, si celle-ci était située dans le spectre d'absorption, le matériau diélectrique serait également détruit totalement ou partiellement. La longueur d'onde du faisceau laser ayant les caractéristiques définies ci-dessus, ledit faisceau peut donc démétalliser simultanément plusieurs couches métalliques situées sur des spires superposées. Il est donc impératif d'ajuster l'énergie ou la puissance du faisceau laser en fonction du nombre de couches que l'on veut démétalliser simultanément : cet ajustement précis est déterminé par des tests qui permettent d'établir une courbe donnant la puissance du faisceau en fonction du nombre de couches démétallisées, pour un type de film diélectrique donné. Il suffit ensuite de régler la puissance du faisceau, d'après cette courbe, en fonction du nombre de couches à démétalliser simultanément. Ces tests seront effectués par l'homme de l'art par de simples manipulations de routine.

Le procédé selon l'invention s'applique bien entendu à tout type de film diélectrique métallisé, communément employé dans la fabrication des condensateurs.

A titre non limitatif, on peut citer comme matériau diélectrique, le papier, les films de matière plastique telles que les polyoléfines, et en particulier le polypropylène, les polyesters, et en particulier le polytérephthalate d'éthylène, les polycarbonates, les polysulfones, le polystyrène. L'épaisseur de ces films sera comprise, de manière habituelle entre 1 et 25 microns, et de préférence entre 2 et 10 microns.

Les métaux utilisables pour être déposés sur les films diélectriques précédemment décrits sont de préférence le zinc et l'aluminium. L'épaisseur de la couche métallique sur le film diélectrique sera telle que la résistance "carrée" du film métallisé variera entre 0,5 et 5 ohms : (par résistance "carrée", on entend la résistance de la couche métallique d'un carré de film métallisé de 1 cm de côté). Au-delà d'une résistance carrée de 5 ohms, on constate en effet que le dépôt métallique est si mince qu'il se produit des inégalités dans la répartition du métal, lesdites inégalités engendrant des défauts

importants dans les condensateurs obtenus avec ces films. Pour une résistance carrée inférieure à 0,5 ohm, on considère généralement que l'épaisseur du dépôt métallique est trop importante pour rendre économiquement intéressante la réalisation de condensateurs par ce  
5 procédé.

Les condensateurs, auxquels le procédé selon l'invention s'applique, peuvent être fabriqués selon tout procédé bien connu de l'homme de l'art.

Dans ce but, lesdits condensateurs peuvent être du type  
10 bobiné, pour lesquels on bobine simultanément deux films diélectriques métallisés légèrement décalés l'un par rapport à l'autre ou possèdent une bordure non métallisée, ou du type "pavé", tels que décrits dans le brevet français 2 011 553. Dans ce dernier cas,  
15 l'ajustement de la capacité se fera exclusivement à l'aide d'un faisceau laser afin de traverser les éventuelles couches supérieures de protection et démétalliser une ou plusieurs épaisseurs de films métallisés.

L'invention concerne également un dispositif pour ajuster la capacité d'un condensateur, constitué d'au moins deux couches de  
20 films diélectriques métallisés, lesdites couches métallisées constituant les armatures du condensateur, étant reliées respectivement aux connexions latérales de schoopage, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de la capacité du condensateur, des moyens de démétallisation d'au moins une couche  
25 métallique de film métallisé dudit condensateur, et des moyens sensibles au signal délivré par les moyens de mesure et engendrant un signal de commande aux moyens de démétallisation.

De préférence, les moyens de mesure de la capacité du condensateur seront constitués par un pont capacitif dont le condensateur est le dernier élément.  
30

Les moyens de démétallisation seront choisis comme précisé ci-dessus parmi un dispositif à oxydation localisée, un dispositif à étincelage, ou un dispositif à faisceau laser. Selon une première variante de réalisation du dispositif selon l'invention, celui-ci est

caractérisé en ce que les moyens sensibles au signal délivré par les moyens de mesure comportent notamment des moyens pour mémoriser la capacité mesurée du condensateur, des moyens pour comparer cette capacité à une valeur prédéterminée et engendrer un signal de commande aux moyens de démétallisation si la valeur désirée est inférieure à la valeur mesurée, les moyens pour mémoriser la capacité étant rythmés par une horloge ayant une fréquence adaptée aux moyens de démétallisation utilisés, de sorte que le signal de commande n'est plus envoyé aux moyens de démétallisation lorsque la valeur désirée est atteinte.

En effet, selon cette première variante, on échantillonne régulièrement la valeur de la capacité du condensateur, et on la compare à la valeur désirée de celle-ci. Par approximation successive, la précision de celle-ci dépendant de la fréquence d'échantillonage, on arrive ainsi à la valeur désirée de la capacité.

Selon une deuxième variante de réalisation, le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce que les moyens sensibles au signal délivré par les moyens de mesure comportent notamment des moyens pour mémoriser la capacité mesurée du condensateur, des moyens pour mesurer la différence de cette capacité avec une valeur prédéterminée, des moyens pour mémoriser cette différence lorsque la valeur mesurée est supérieure à la valeur prédéterminée, des moyens de mémorisation de la diminution de la capacité provoquée par déplacement relatif du condensateur et des moyens de démétallisation sur une unité de longueur choisie, des moyens de comparaison qui comparent la différence de capacité mesurée et la diminution de capacité par unité de longueur choisie, et des moyens pour commander les moyens de démétallisation pendant un intervalle de temps donné, sensible au signal émis par les moyens de comparaison.

Selon cette seconde variante du dispositif selon l'invention, les moyens de mesure n'effectuent qu'un seule fois la mesure de la capacité du condensateur réalisé, puis comparent cette valeur avec la diminution de capacité provoquée par démétallisation sur une

unité de longueur telle que par exemple 1 cm ou 1 mm selon la précision souhaitée, et calculent la durée de déplacement ainsi que la puissance nécessaire des moyens de démétallisation. Par exemple, si la capacité mesurée a une valeur excédentaire de 1 nanofarad et que la démétallisation, réalisée à l'aide d'un faisceau laser simultanément sur dix couches de films métallisés, provoque une diminution de 0,1 nanofarad/cm de déplacement relatif du condensateur et du faisceau laser, les moyens pour commander les moyens de démétallisation engendreront un signal de commande auxdits moyens de démétallisation pendant une durée telle que le déplacement de ceux-ci corresponde à 10 cm. Pour une vitesse de déplacement donnée, ceci est aisément réalisable par commande sur une distance déterminée.

L'invention sera mieux comprise, à l'aide des exemples de réalisation suivants, donnés conjointement avec les figures, qui représentent :

- la figure 1, un schéma synoptique du procédé selon l'invention, et le dispositif de mise en oeuvre correspondant,
- la figure 2, une première variante de réalisation des moyens de commande de la figure 1,
- la figure 3, une deuxième variante de réalisation des moyens de commande de la figure 1.

Sur la figure 1, le condensateur bobiné 1 a ses connexions de schoopage latérales, 2 et 3, prises entre deux pinces métalliques 4 et 5 assurant le contact électrique entre ledit condensateur 1 et le pont de mesure de capacité 6. Ces pinces de connexions latérales 4 et 5 peuvent entraîner le déplacement du condensateur par translation selon la flèche 13, ou par rotation selon la flèche 14. Le pont de mesure de capacité est relié par l'intermédiaire de 11 aux moyens de commandes 7 qui engendent par l'intermédiaire de 12 un signal de commande aux moyens de démétallisation 8. Sur cette figure, lesdits moyens de démétallisation sont schématisés en tant que moyens de démétallisation par faisceau laser, celui-ci étant représenté par le repère 9, qui crée sur le condensateur 1 une trace démétallisée 10,

par déplacement relatif selon la flèche 13 desdits moyens de démétallisation et dudit condensateur.

Sur la figure 2, on a représenté une première variante de réalisation des moyens de commande 7 de la figure 1. Sur cette 5 variante, les mêmes moyens que ceux de la figure 1 portent les mêmes références. Il est également à remarquer que seuls les dispositifs essentiels de ces moyens de commande ont été représentés et qu'il est toujours possible d'ajouter ou de substituer aux moyens représentés, d'autres moyens ayant la même fonction et 10 procurant le même résultat. Le signal de mesure engendré par le pont de mesure de capacité 6 est envoyé, via 11, dans une mémoire 21, associée à des moyens d'échantillonnage 20. A chaque impulsion d'échantillonnage engendrée par 20, la mémoire 21 emmagasine la valeur instantanée du signal analogique délivré par le pont de 15 mesure de capacité 6 (il est bien entendu que des moyens de conversion analogiques/numériques, non représentés sur la figure, permettent la transformation du signal analogique provenant du pont de mesure de capacité en un signal numérique, ledit signal étant emmagasiné dans la mémoire 21). A chaque impulsion d'échantillonnage, la valeur de la capacité emmagasinée dans 21 est transférée 20 dans un registre de sortie, non représenté sur la figure, la valeur correspondante de la capacité étant alors engendrée sous forme analogique dans des moyens adaptés (non représentés sur la figure), cette valeur étant comparée à la valeur d'une capacité de référence 25 23, à l'aide d'un pont de comparaison 22, qui engendre alors un signal de commande via 12 aux moyens de démétallisation, ledit signal n'étant engendré que dans la mesure où la valeur de la capacité mesurée est supérieure à la valeur de la capacité étalon 23.

La figure 3 représente une seconde variante de réalisation des 30 moyens de commandes 7 de la figure 1, qui, comme dans le cas de la figure 2, ne représente que l'essentiel des moyens nécessaires à la fonction remplie.

Le signal analogique en provenance du pont de mesure de capacité 6 est transmis via 11 à la mémoire 21 (après transforma-

tion analogique/numérique comme précédemment). Cette valeur est ensuite comparée à la valeur de la capacité étalon 23, par des moyens de comparaison 22, qui engendrent un signal proportionnel à la différence entre la capacité mesurée et la capacité étalon 23, 5 dans la mesure où la première est supérieure à la seconde. Ce signal est emmagasiné dans la mémoire 31, et comparé à la valeur emmagasinée dans la mémoire 32 à l'aide du comparateur 33. La valeur emmagasinée dans la mémoire 32 est une valeur de référence, correspondant à la diminution de capacité par unité de longueur, tel qu'expliqué ci-dessus. Le comparateur 33 engendre alors un signal au décompteur 34, signal proportionnel au rapport 10 entre la différence de capacité du condensateur et de la capacité étalon 23 et de la valeur de référence contenue dans la mémoire 32. Le décompteur 34 engendre alors un signal pendant  $n$  unités de temps,  $n$  étant le rapport entre la valeur contenue dans 31 sur la 15 valeur contenue en 32, l'unité de temps étant celle correspondant au temps nécessaire à la diminution de capacité correspondant à la valeur de référence et emmagasinée dans 32. Le signal engendré par le décompteur 34 est alors envoyé via 12 aux moyens de démétallisations 8 qui sont ensuite stoppés lorsque ce signal s'interrompt.

Il est bien évident que les deux exemples de réalisation des moyens de commande 7 de la figure 1, ont été donnés ici à titre indicatif. L'homme de l'art pourra imaginer toutes les variantes possibles de ces moyens de commande, lesdites variantes, bien que 20 de structures différentes, assurant la même fonction et procurant le même résultat.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'ajustement de la capacité d'un condensateur constitué d'au moins deux couches de films diélectriques métallisés, les couches métallisées, constituant les armatures du condensateur, étant reliées respectivement aux connexions latérales de schoopage,  
5 caractérisé en ce que la capacité du condensateur est mesurée entre les connexions de schoopage dans un pont capacitif qui commande des moyens de démétallisation du film diélectrique de façon à supprimer la couche métallisée sur la surface d'au moins un film diélectrique et ajuster la capacité à la valeur désirée.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est précédé par un traitement thermique du condensateur, destiné à assurer une meilleure cohésion des couches de films métallisés entre elles.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la démétallisation est provoquée par translation relative des moyens de démétallisation et du condensateur.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le film diélectrique est démétallisé sur toute la largeur du film, d'une connexion de schoopage à l'autre.
- 20 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la démétallisation est provoquée par rotation relative du condensateur et des moyens de démétallisation.
- 25 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la démétallisation est provoquée par oxydation localisée, étincelage, ou action d'un faisceau laser.
- 30 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel on utilise un faisceau laser pour démétalliser le film diélectrique, caractérisé en ce que la longueur d'onde du faisceau laser est située en dehors du spectre d'absorption du matériau diélectrique, de manière à démétalliser simultanément plusieurs couches métallisées

superposées, sans endommager le film diélectrique.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le faisceau laser a une énergie fonction du nombre de couches à démétalliser.

5 9. Dispositif pour ajuster la capacité d'un condensateur, constitué d'au moins deux couches de films diélectriques métallisés, lesdites couches métallisées constituant les armatures du condensateur, étant reliées respectivement aux connexions latérales de schoopage, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure 10 de la capacité du condensateur, des moyens de démétallisation d'au moins une couche métallique de film métallisé dudit condensateur, et des moyens de commande sensibles au signal délivré par les moyens de mesure, et engendrant un signal de commande aux moyens de démétallisation.

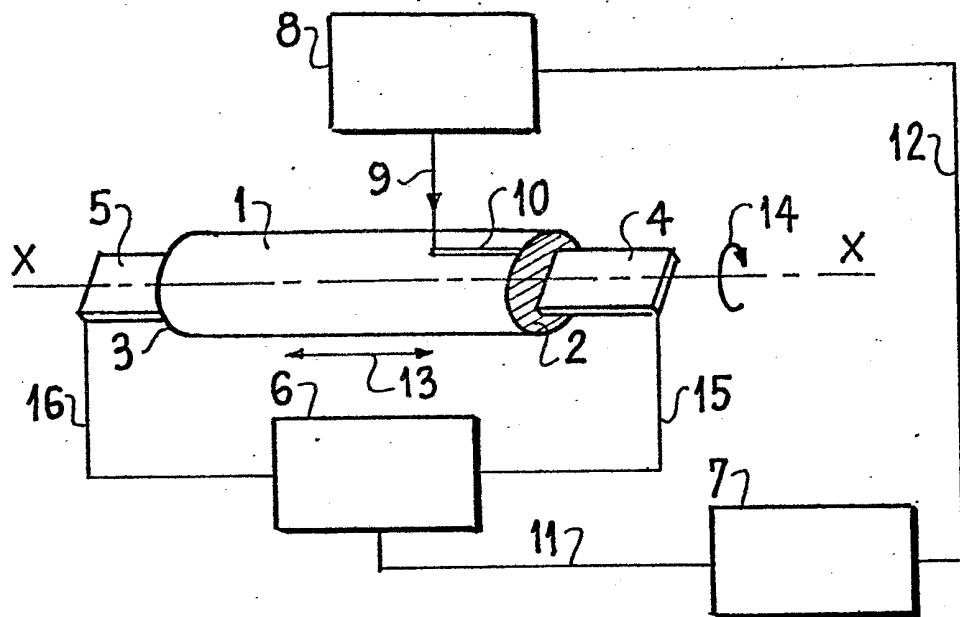
15 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de mesure de la capacité du condensateur sont constitués par un pont capacitif dont le condensateur est le dernier élément.

11. Dispositif selon l'une des revendications 9 et 10, caractérisé en ce que les moyens de démétallisation sont choisis parmi un dispositif à oxydation localisée, un dispositif à étincelage, ou un dispositif à faisceau laser.

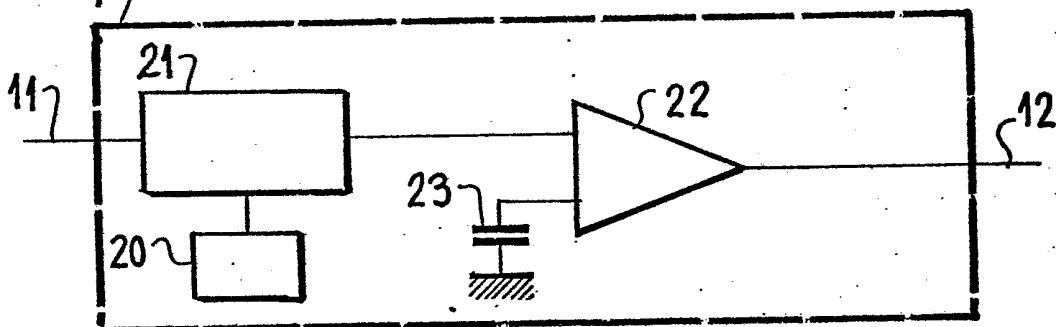
12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que les moyens sensibles au signal délivré par les moyens de mesure comportent notamment des moyens pour mémoriser la capacité mesurée du condensateur, des moyens pour comparer cette capacité à une valeur prédéterminée et engendrer le signal de commande aux moyens de démétallisation si la valeur désirée est inférieure à la valeur mesurée, les moyens pour mémoriser la capacité étant rythmés par une horloge ayant une fréquence adaptée aux moyens de démétallisation utilisés, de sorte que le signal de commande n'est plus délivré aux moyens de démétallisation lorsque la valeur désirée de la capacité est atteinte..

25 30 13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que les moyens sensibles au signal délivré par les moyens de

mesure comportent notamment des moyens pour mémoriser la capacité mesurée du condensateur, des moyens pour mesurer la différence entre cette capacité et une valeur prédéterminée, des moyens pour mémoriser cette différence lorsque la valeur mesurée  
5 est supérieure à la valeur prédéterminée, des moyens de mémorisation de la diminution de capacité provoquée par le déplacement relatif du condensateur et des moyens de démétallisation sur une unité de longueur choisie, des moyens de comparaison qui comparent la différence de capacité mesurée et la diminution de capacité par  
10 unité de longueur choisie, et des moyens pour commander les moyens de démétallisation pendant un intervalle de temps donné, sensibles au signal émis par les moyens de comparaison.

1/1  
FIG\_1

FIG\_2



FIG\_3

