

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.08.09.

30 Priorité : 29.08.08 DE 102008045234.3.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.03.10 Bulletin 10/09.

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) : ESW GMBH — DE.

72 Inventeur(s) : SEIDLER KLAUS, ENGELHARDT
JOERG et JANIAK LENNARD.

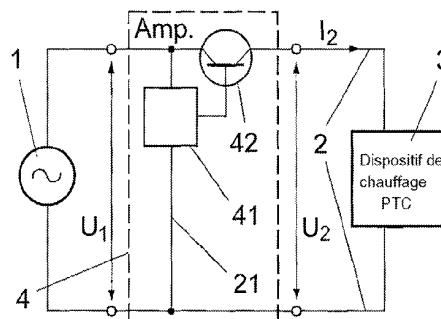
73 Titulaire(s) : ESW GMBH.

74 Mandataire(s) : BREMA LOYER.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR LA SUPPRESSION D'HARMONIQUES DANS UN DISPOSITIF DE
CHAUFFAGE PTC.

57 L'invention concerne un procédé et un dispositif pour
la suppression d'harmoniques dans des dispositifs de
chauffage PTC, actionnés par tension alternative, dans les-
quels une part d'harmoniques, qui est générée dans le cou-
rant du dispositif de chauffage PTC et dans laquelle la
troisième harmonique du courant de chauffage est domi-
nante, est compensée par superposition avec des signaux
de correction.

Le problème technique est résolu selon l'invention par le
fait qu'une modulation de tension est générée dans un
modulateur de tension (4), monté en série avec le dispositif de
chauffage PTC (3), ladite modulation de la tension étant ob-
tenue par une atténuation d'amplitude partielle définie de la
tension d'alimentation (U_1) sinusoïdale, mise en oeuvre
pour supprimer la troisième harmonique dans le courant de
chauffage (I_2) du dispositif de chauffage PTC (3).



La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour la suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC (Positive Temperature Coefficient), actionnés par tension alternative, dans lesquels une part d'harmoniques, qui est générée dans le courant
5 du dispositif de chauffage PTC et dans laquelle la troisième harmonique du courant de chauffage est dominante, est compensée par superposition avec des signaux de correction, en particulier pour les éléments de chauffage PTC dans des réseaux de tension alternative à fréquences stables et fréquences variables dans les avions et les
10 véhicules spatiaux.

Les dispositifs de chauffage PTC possèdent un coefficient de résistance fonction de la température et un coefficient de résistance fonction de la tension.

Alors que le coefficient de résistance lié à la température
15 représente la fonction désirée, le comportement lié à la tension est un effet secondaire négatif pour l'utilisation et, en présence d'une tension d'alimentation sinusoïdale, génère des harmoniques de courant et donc un facteur de distorsion harmonique indésirable. La plus grande part est fournie dans les dispositifs de chauffage PTC usuels par les
20 harmoniques impaires avec un facteur de distorsion harmonique total typiquement supérieur à 7 %. Dans des applications spéciales, telles que les dispositifs de chauffage pour les avions et les véhicules spatiaux, les facteurs de distorsion harmonique admis sont limités et ne doivent pas dépasser 5 % par exemple.

25 C'est pourquoi, en cas d'utilisation de dispositifs de chauffage PTC dans des applications spéciales, il faut prendre des mesures de filtrage pour ne pas obtenir un facteur de distorsion harmonique supérieur aux valeurs limites admises.

Dans l'état de la technique, il est connu de supprimer des parts
30 d'harmoniques indésirablement élevées au moyen de filtres LC passifs

ou au moyen de circuits inverseurs actifs. En particulier dans les réseaux d'alimentation à fréquences variables, de telles variations entraînent cependant la réalisation d'un circuit lourd par son poids, son volume et ses coûts.

5 Dans le document US 5 751 138 est décrit un circuit pour la compensation des perturbations dues aux harmoniques de courant dans un système de tension du réseau, dans lequel circuit est commandé un inverseur à modulation d'impulsion en durée pour chaque phase du réseau, en vue de générer un signal de compensation
10 d'harmonique, qui est injecté dans une bobine à impédance. La bobine à impédance est montée en série entre un inverseur d'ondes rectangulaires et une phase respective, sachant que l'inverseur d'ondes rectangulaires génère un courant qui compense par phase inverse la réactance de la charge dans la phase respective de la trajectoire du
15 courant. Dans ce cas, l'inverseur d'ondes rectangulaires est découplé de l'inverseur à modulation d'impulsion en durée et doit être exploité sur une fréquence sensiblement supérieure à la fréquence de base, de telle sorte que l'alimentation en tension à elle seule constitue une dépense élevée non acceptable.

20 Pour diminuer les dépenses, on connaît une solution à partir du document DE 10 2007 012 699 A1, dans laquelle la troisième harmonique dominante est largement compensée par un courant injecté parallèlement avec une rotation de phase de 180° . Toutefois, il s'est avéré désavantageux que la troisième harmonique puisse être réglée
25 idéalement à zéro uniquement pour un point de fonctionnement dynamique choisi, qui se situe de préférence dans la zone de charge élevée du dispositif de chauffage, alors que pour tous les autres niveaux de charge faible il se produit une surcompensation, qui génère à nouveau – par phase inverse – la troisième harmonique. En outre, la
30 modulation de courant est effectuée avec la triple fréquence de la tension d'alimentation, qui entraîne, par exemple dans les réseaux de

bord des avions, une sensibilité aux pannes plus élevée en cas de variation de la tension d'alimentation.

Le but de l'invention est de proposer une nouvelle possibilité de suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC actionnés par tension alternative, laquelle permette une suppression d'harmoniques simple et robuste, sans que des variations de tension lors d'une variation de la puissance de chauffage puissent entraîner une surcompensation et un facteur de distorsion harmonique indésirablement supérieur aux valeurs limites.

Cet objectif est atteint selon l'invention avec un procédé de suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC actionnés par tension alternative, dans lequel procédé une part d'harmonique, qui est générée dans le courant du dispositif de chauffage PTC et dans laquelle la troisième harmonique du courant de chauffage est dominante, est compensée par superposition avec des signaux de correction, par le fait qu'une modulation de tension est générée dans un modulateur de tension, monté en série avec le dispositif de chauffage PTC, la modulation de la tension étant obtenue par une atténuation d'amplitude définie de la tension d'alimentation sinusoïdale, mise en œuvre pour supprimer la troisième harmonique dans le courant de chauffage du dispositif de chauffage PTC.

De manière avantageuse, la modulation de tension, destinée à supprimer la troisième harmonique du courant de chauffage par une atténuation de l'amplitude au niveau des sommets de la tension d'alimentation, est modulée sous forme de tension de chauffage déformée du circuit de courant de charge.

Dans ce cas, la modulation de la tension d'alimentation du circuit de courant de charge peut être réglée tant par la variation du degré d'atténuation de l'amplitude que par la variation du point d'action de la tension dans l'atténuation de l'amplitude.

De manière judicieuse, la valeur actuelle de la tension d'alimentation du circuit de courant de charge est utilisée pour commander l'atténuation d'amplitude définie de la tension de chauffage du circuit du courant de charge. Pour ce faire, la valeur actuelle de la tension d'alimentation du circuit du courant de charge est mesurée de préférence dans un capteur de tension, monté en parallèle à la source de tension alternative, par l'intermédiaire de diviseurs de tension et de comparateurs.

Par ailleurs, l'objectif de l'invention est résolu dans un dispositif de suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC actionnés par tension alternative, dans lequel dispositif un dispositif de chauffage PTC est monté dans le circuit du courant de charge d'une source de tension alternative, par le fait qu'un modulateur de tension (amplificateur), monté en série avec le dispositif de chauffage PTC, est prévu pour la modulation définie de la tension de chauffage, et par le fait que la modulation de tension par une atténuation d'amplitude définie de la tension de chauffage active au niveau du dispositif de chauffage PTC est réglée de telle sorte que la troisième harmonique du courant de chauffage du dispositif de chauffage PTC est affaiblie en dessous d'une valeur limite prédéfinie.

De manière judicieuse, pour générer la tension de chauffage modulée, un capteur de tension, monté en parallèle avec la source de tension alternative, et des moyens de commande du point d'action de la tension sont agencés dans le modulateur de tension réglable, sachant que, sur la base d'une mesure de la tension par suite de la commande de tension modulée du modulateur de tension, la troisième harmonique du courant de chauffage du dispositif de chauffage PTC est affaiblie en dessous d'une valeur limite admise.

En outre, il s'avère avantageux que, pour générer la tension de chauffage modulée, un capteur de tension, monté en parallèle avec la source de tension alternative, et des moyens de commande du degré de

l'atténuation d'amplitude définie sont agencés dans le modulateur de tension réglable, de telle sorte que, sur la base d'une mesure de la tension par suite de la commande de tension modulée du modulateur de tension, la troisième harmonique du courant de chauffage du dispositif de chauffage PTC est affaiblie en dessous d'une valeur limite admise.

La présente invention se fonde sur le raisonnement de base qu'une compensation de courant selon l'état de la technique (DE 10 2007 012 699 A1) engendre de manière fiable une compensation du facteur de distorsion harmonique uniquement en présence d'un acheminement invariable de la tension du dispositif de chauffage PTC. Étant donné que les circuits de compensation de courant ajustés augmentent cependant considérablement les dépenses de circuit pour différentes puissances de chauffage, l'invention a choisi le moyen selon lequel l'atténuation de la troisième harmonique dominante du courant de chauffage PTC par une commande de la tension peut être obtenue de telle sorte que la tension sinusoïdale à introduire dans le dispositif de chauffage est atténuée au niveau du sommet de la tension. L'atténuation du facteur de distorsion harmonique peut alors, selon la technique des circuits, être réglée par le point d'action de la tension et le degré de l'atténuation de la tension. Il en résulte que le courant de chauffage généré est atténué dans la zone de la valeur au sommet et, de ce fait, la formation de la troisième harmonique est fortement affaiblie. Par une optimisation de l'atténuation, il est possible de ne pas dépasser les valeurs limites admises des parts d'harmoniques et, par une faible distorsion de la tension d'alimentation sinusoïdale dans le circuit d'atténuation, de maintenir à un faible niveau les pertes électriques.

Avec l'invention il est possible, pour des dispositifs de chauffage PTC actionnés par tension alternative, de réaliser une suppression d'harmoniques simple et robuste qui, même en présence de variations de la puissance de chauffage, n'entraîne pas une surcompensation et

évite donc que le facteur de distorsion harmonique soit supérieur à des valeurs seuils. Le circuit d'atténuation de la tension peut être configuré simplement et est nettement plus insensible aux variations de la tension d'alimentation et donc plus robuste et plus fiable dans la limitation du facteur de distorsion harmonique. En outre, les puissances dissipées du circuit d'atténuation dépendent de la puissance de chauffage, de telle sorte qu'il en résulte un concept de refroidissement plus simple.

Ainsi, comparée au circuit d'atténuation du courant déjà connu antérieurement sur la base de la troisième harmonique injectée avec un décalage de phase de 180° , la présente invention met à disposition une alternative simple, par laquelle, même en présence de puissances de chauffage à fortes variations, il est possible de respecter les valeurs limites exigées pour les parts d'harmoniques.

L'invention est expliquée ci-après de manière plus détaillée à l'appui d'exemples de réalisation qui sont représentés sur le dessin, sur lequel :

la figure 1 est une esquisse de principe du système de circuit selon l'invention ;

la figure 2 représente un diagramme du courant et de la tension en vue de l'explication du procédé.

Le dispositif destiné à supprimer les perturbations dues aux harmoniques dans les dispositifs de chauffage PTC dans un réseau de courant alternatif est formé – comme il est représenté schématiquement sur la figure 1 – par une source de tension alternative 1, un circuit du courant de charge 2, dans lequel est monté un dispositif de chauffage PTC 3, ainsi qu'un circuit de commande 21, qui est monté en parallèle avec le dispositif de chauffage PTC 3 et qui module la tension de chauffage U_2 active au niveau du dispositif de chauffage PTC 3 par

l'intermédiaire d'un modulateur de tension 4 sous la forme d'un amplificateur.

Le circuit représenté selon la figure 1 est un exemple de circuit pour la réalisation d'une distorsion de la tension, qui atténue une
5 tension d'alimentation U_1 sinusoïdale lors de l'admission dans le dispositif de chauffage PTC 3 dans la zone des sommets S de la tension et fait ainsi en sorte qu'une tension de chauffage U_2 atténuée en amplitude diminue la troisième harmonique du courant de chauffage PTC I_2 , laquelle domine le facteur de distorsion harmonique.

10 L'atténuation est réglée selon la technique des circuits par la commande du point d'action E de la tension et l'importance de l'atténuation G de la tension au moyen d'un capteur de tension 41, qui contient un comparateur et un diviseur de tension en aval de celui-ci. Les deux paramètres de réglage, à savoir le point d'action E de la
15 tension et l'atténuation G de la tension, sont choisis et optimisés de telle sorte que le courant de chauffage I_2 généré est ainsi atténué au sommet S et, de ce fait, la formation de la troisième harmonique est si fortement affaiblie que la part d'harmonique n'est à aucun moment supérieure à la valeur limite admise (par exemple, 5 %). Le transistor 42
20 a la fonction d'un suiveur de tension pour actionner le dispositif de chauffage PTC 3 avec la tension de chauffage U_2 déformée générée dans le modulateur de tension 4 (module d'amplification). Cela est réalisé de telle sorte que le courant de chauffage I_2 généré est atténué au niveau de son sommet et affaiblit donc fortement la formation de la troisième
25 harmonique.

La corrélation physique exploitée à cet effet est représentée sur la figure 2.

Outre une fonction sinusoïdale pure qui, sous la forme de la courbe A en trait interrompu, représente la phase et l'amplitude de la
30 tension d'alimentation U_1 idéale, le diagramme représente la troisième

harmonique de courant esquissée sous la forme de la courbe C en trait mixte, qui est générée lors de l'application de la tension sinusoïdale U_1 non déformée et qui domine le facteur de distorsion harmonique du dispositif de chauffage PTC 3.

5 Par une tension de chauffage U_2 modulée, atténuée en amplitude, mais sensiblement sinusoïdale, du dispositif de chauffage PTC 3, laquelle est représentée sous la forme de la courbe B en pointillés, il se produit un net affaiblissement de la troisième harmonique de courant, telle qu'elle est représentée par la courbe D en trait continu.

10 Contrairement à la modulation de courant, connue à partir du document DE 10 2007 012 699 A1, une modulation de la tension, mise en œuvre selon l'invention, par une atténuation partielle de l'amplitude, permet d'affaiblir la troisième harmonique de courant du dispositif de chauffage PTC 3. Hormis les passages par l'origine, la troisième
15 harmonique n'est certes à aucun moment réellement nulle, mais, pour chaque puissance de chauffage du dispositif de chauffage PTC 3, elle peut être maintenue de manière fiable en dessous des valeurs limites prédéfinies du facteur de distorsion harmonique.

Comme il est visible sur la figure 2, l'amplitude de la troisième
20 harmonique générée restante du courant de chauffage I_2 (courbe D en trait continu) peut être réglée par le point d'action E de la tension dans l'atténuation et par le degré d'atténuation G. L'ajustement du circuit selon la figure 1 à un dispositif de chauffage PTC 3 réel consiste, au moyen de la variation des paramètres de réglage, à savoir le point
25 d'action E de la tension et le degré d'atténuation G, à optimiser l'atténuation de la tension dans le modulateur de tension 4, de telle sorte que les parts d'harmoniques dans le courant de chauffage I_2 du dispositif de chauffage PTC 3 peuvent être maintenues de manière fiable en dessous d'une valeur limite admise prédéfinie (par exemple, 5 %
30 dans les avions).

Il est ainsi possible de générer une tension de chauffage U_2 modulée simplement par l'intermédiaire d'un amplificateur (transistor suiveur de tension 42) modulé en tension, monté en série avec le dispositif de chauffage PTC 3 dans le circuit de chauffage 2, de telle
5 sorte que la formation de la troisième harmonique du courant de chauffage I_2 est considérablement diminuée et, de ce fait, on obtient une suppression (limitation) fiable du facteur de distorsion harmonique.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC, actionnés par tension alternative, dans lequel une
5 part d'harmoniques, qui est générée dans le courant du dispositif de chauffage PTC et dans laquelle la troisième harmonique du courant de chauffage (I_2) est dominante, est compensée par superposition avec des signaux de correction, caractérisé en ce que
- une modulation de tension est générée dans un modulateur de
10 tension (4), monté en série avec le dispositif de chauffage PTC (3),
 - la modulation de la tension étant obtenue par une atténuation d'amplitude définie de la tension d'alimentation (U_1) sinusoïdale, mise en œuvre pour supprimer la troisième harmonique dans le courant de chauffage (I_2) du dispositif de chauffage PTC (3).
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la modulation de tension, destinée à supprimer la troisième harmonique du courant de chauffage (I_2) par une atténuation de l'amplitude au niveau des sommets (S) de la tension, est modulée sous forme de tension de chauffage déformée (U_2) du circuit de courant de charge (2).
- 20 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la modulation de la tension d'alimentation (U_1) du circuit de courant de charge (2) est réglée par la variation du degré d'atténuation (G) de l'amplitude.
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la
25 modulation de la tension d'alimentation (U_1) du circuit de courant de charge (2) est réglée par la variation du point d'action (E) de la tension dans l'atténuation de l'amplitude.
5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur actuelle de la tension d'alimentation (U_1) du circuit de courant de

charge (2) est utilisée pour l'atténuation d'amplitude définie de la tension de chauffage (U_2) du circuit du courant de charge (2).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la valeur actuelle de la tension d'alimentation (U_1) du circuit du courant de charge (2) est mesurée dans un capteur de tension (41), monté en
5 parallèle à la source de tension alternative (1), par l'intermédiaire de diviseurs de tension et de comparateurs.

7. Dispositif de suppression d'harmoniques dans des dispositifs de chauffage PTC actionnés par tension alternative, dans lequel un dispositif de chauffage PTC est monté dans le circuit du
10 courant de charge d'une source de tension alternative, caractérisé en ce que

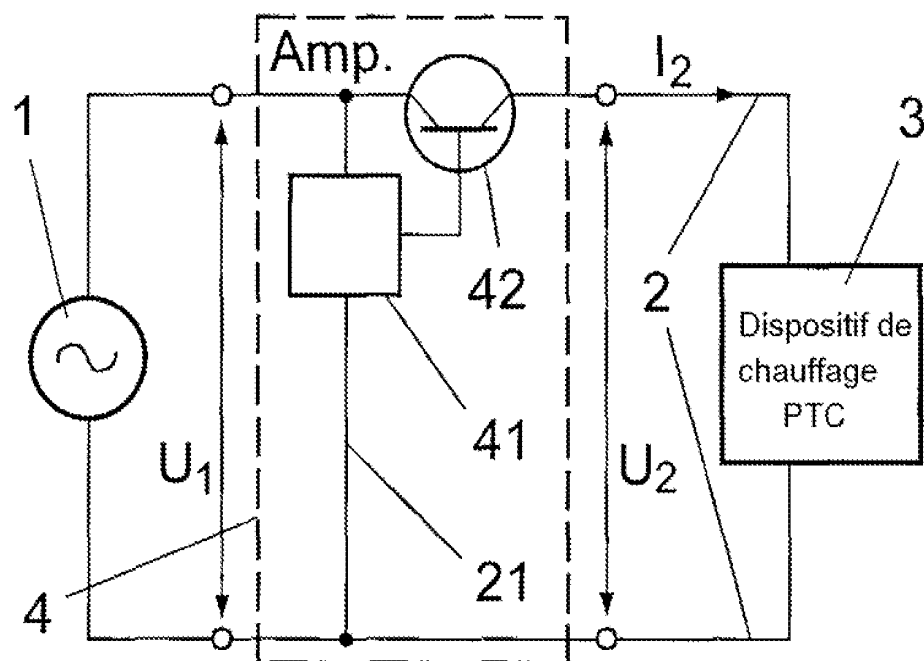
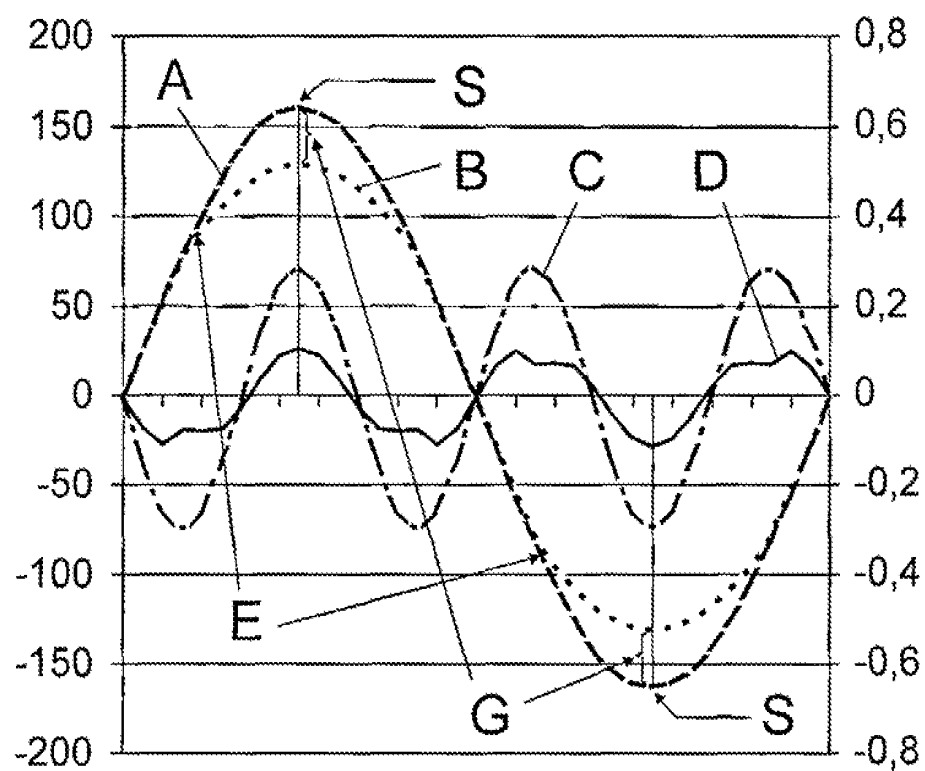
- un modulateur de tension (4), monté en série avec le dispositif de chauffage PTC (3), est prévu pour la modulation définie de la tension de chauffage (U_2), et
15

- la modulation de tension par une atténuation d'amplitude définie de la tension de chauffage (U_2) active au niveau du dispositif de chauffage PTC (3) est réglée de telle sorte que la troisième harmonique du courant de chauffage (I_2) du dispositif de chauffage PTC (3) est
20 affaiblie en dessous d'une valeur limite prédéfinie.

8. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que pour générer la tension de chauffage (U_2) modulée, un capteur de tension (41), monté en parallèle avec la source de tension alternative (1), et des moyens de commande du point d'action (E) de la tension sont
25 agencés dans le modulateur de tension (4) réglable, sachant que, sur la base d'une mesure de la tension par suite de la commande de tension modulée du modulateur de tension (4), la troisième harmonique du courant de chauffage (I_2) du dispositif de chauffage PTC (3) est affaiblie en dessous d'une valeur limite admise.

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que pour générer la tension de chauffage (U_2) modulée, un capteur de tension (41), monté en parallèle avec la source de tension alternative (1), et des moyens de commande du degré de d'atténuation (G) sont agencés
5 dans le modulateur de tension (4) réglable, sachant que, sur la base d'une mesure de la tension par suite de la commande de tension modulée du modulateur de tension (4), la troisième harmonique du courant de chauffage (I_2) du dispositif de chauffage PTC (3) est affaiblie en dessous d'une valeur limite admise.

1/1

**Fig. 1****Fig. 2**