

# Les procédés électroniques de mesure et de contrôle

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **22 (1949)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-564163>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### H. M. S. Theseus

Ebenfalls ein Flugzeugträger, aber etwas kleiner als der Implacable. Seine Länge ist nur etwa 200 m, die Breite des Flugzeugdeckes beträgt etwa 25 m und sein Tiefgang zwischen 11 und 12 m. Die Flugzeugträger sind die grössten Schiffe, die im Kriege auf den Meeren in den Kampf eingreifen. Sie sind stets durch Schlachtschiffe und Kreuzer gegen Beschiesung auf grosse Distanzen und durch Zerstörer gegen Angriffe der Unterseeboote begleitet. Der Flugzeugträger selber hat keine Fernkampfaffen. Alle Kanonen, die er mit sich führt, dienen der Fliegerabwehr, die hier ganz besonders stark ausgebildet ist.

Nach dem gewohnten Warten von einigen Minuten in der Queue kann ich den Theseus betreten. Durch einige enge Türen und düstere Gänge gelange ich zum Unterdeck oder, besser gesagt, zum Hangar auf dem Flugzeugträger, der sich von vorne bis zu hinterst und in der ganzen Breite des Schiffes ausdehnt und für 40 Flugzeuge Platz bietet. Er ist etwa 8 m hoch, so dass auch für andere Gegenstände in der Höhe, wie Tragflächen und dergleichen, genügend Platz vorhanden ist. Von hier werden die Flugzeuge durch zwei grosse und schnelle Lifte auf das Deck befördert. Dieses Unterdeck war zum Ausstellungsraum geworden. Mehrere Flugzeuge mit den charakteristischen, aufgeklappten Tragflächen standen zur Besichtigung bereit. Die Piloten gaben die gewünschten Auskünfte, wobei sich Knaben und Mädchen stritten, wer als Nächster in das Flugzeug hineinsteigen könne. Die Flugzeuge selber unterscheiden sich äusserlich nicht von den eigentlichen Landflugzeugen. Ein kleiner Unterschied besteht darin, dass sie hinten nach dem Heckrad einen 70—80 cm langen Haken für die Landung auf Deck haben. Zum Training der Piloten sind hier Linkstrainer vorhanden. Das Unterdeck ist aber auch noch Reparaturwerkstätte. Hier werden laufend Revisionen und Reparaturen aller Art ausgeführt. Motoren, Tragflächen, Propeller und Ersatzteile aller Art sind vorhanden. Zum Auswechseln von schweren Teilen sind Krane an der Decke festgemacht, die auf Schienen nach allen Seiten gefahren werden können. Um schwere Gegenstände hier und auf Deck rasch zu transportieren, sind eine Anzahl Elektromobile in verschiedenen Ausführungen vorhanden. Auf der gegenüberliegenden Seite waren die Ausrüstungen der Piloten und die Hilfsmittel, die ihnen bei Notlandungen auf dem Wasser zur Verfügung stehen, aufgestellt. Schwimmwesten, Einmanngummiboot, bei dem die Anleitung, wie gesegelt werden muss, auf das Segel selbst geschrieben ist, Mehrmann-Gummiboot, das als Ring gebaut ist und keinen Boden hat, und viele andere Kleinigkeiten, wie Raketepistolen, Notrationen usw.

### Les procédés électroniques de mesure et de contrôle

En dehors de la radiodiffusion, de la télévision, du radar, des rayons X, du chauffage par courants de haute fréquence, des redresseurs de courant alternatif, les tubes électroniques ont vu leurs champs d'applications s'agrandir encore du jour où l'on s'est rendu compte que toutes les grandeurs physiques non électriques: longueur (déplacement, épaisseur, déformation), force (pression), angle, couple, flux magnétique, temps, vitesse, température, humidité, intensité lumineuse, éclaircissement, etc., pouvaient être con-



Das dritte Flugzeugträger-Geschwader der englischen Home-Fleet auf der Fahrt. Blick vom Kommandoturm des Flugzeugträgers „Theseus“ auf den Zerstörer „Corunna“, die Fregatte „Natal“ und den Flugzeugträger „Vengeance“.

Dann folgten die wichtigsten Geräte der Luftlandetruppen und der Kommandotruppen, die ihnen durch die Flugzeuge abgeworfen werden müssen. Fallschirme aller Art und in allen Farben, rot, grün, gelb, weiss, Doppelfallschirme und kleinere, nicht grösser als ein Regenschirm, für Raketen und Magnesiumfackeln. Je nach Farbe werden an ihnen Lebensmittel, Munition, Medikamente oder andere Dinge zur Erde niedergelassen. Als Waffen stehen ihnen vor allem das leichte und schwere Maschinengewehr zur Verfügung. Zur Uebermittlung dienen Geräte in allen Grössen, vom kleinen Seenotfunkgerät in einer wasserdichten Umhüllung bis zum 50-Watt-Sender. Die kleinen Geräte haben im Verhältnis zu ihrem geringen Gewicht und Grösse sehr gute Leistungen. Sender mit 5 Watt Ausgangsleistung sind nur etwa ein Viertel so gross wie unsere P-5-Stationen; dazu kommt noch ein kleiner, handlicher Generator. Die Bedienung ist einfach und entspricht ungefähr unseren kleinen Stationen. Die Antennen bestehen meistens nur aus einem Draht, der dann einfach ausgeworfen wird. Die zusammensteckbaren Stabantennen sind nicht bekannt. An deren Stelle treten dafür die Rutenantennen, die zusammen-schiebbar sind und nicht verlorengelassen können. Auf Antennenbaumaterial legt man wenig Wert, da dieses die Leute nur unnötig belastet. Die Frequenzbereiche sind ganz verschieden, teilweise UKW und Kurzwellen von 10—100 m.

Harry Schnurrenberger.

(Fortsetzung folgt.)

vertis par des moyens simples en grandeurs électriques, suivant des lois naturellement bien connues et qui prennent souvent une forme linéaire.

La fécondité de la méthode repose sur le fait que l'on sait se livrer sur les grandeurs électriques obtenues, après amplification ou non, à toutes sortes de transformations et de combinaisons mathématiques: sommes, différences, produits, divisions de tensions continues ou alternatives, même intégration ou différentiation d'une tension sinusoïdale.

L'électronicien a mis ainsi à la disposition des industriels des méthodes remarquables de contrôle et de mesure qui leur donnent la possibilité d'améliorer le rendement et la qualité des produits qu'ils fabriquent.

Le sujet est, comme on le voit, extrêmement vaste. Aussi le limitera-t-on à la description de quelques procédés récents qui ont permis, grâce à la conversion de la grandeur mécanique en une grandeur électrique qui suit la même loi de variation, de créer les dispositifs de mesure, de contrôle et de protection.

Dans tous ces dispositifs, on doit distinguer trois parties: la première, constituée par le capteur ou convertisseur proprement dit; la seconde, par un circuit de mesure, et la troisième, par l'appareil indicateur.

Les notions de capteur et d'appareil indicateur se définissent bien d'elles-mêmes, mais celle de circuit de mesure demande un mot d'explication. En effet, on entend par là toute la partie électrique et électronique qui réunit le capteur à l'appareil indicateur. C'est aussi bien un simple amplificateur qu'un pont de mesure, dont le capteur formerait une des branches.

Comme appareil indicateur, on utilise, soit un voltmètre, soit un relais à point d'enclenchement réglable, soit l'oscilloscope à faisceau électronique. Le choix sera guidé par le but à atteindre, le voltmètre pouvant tenir lieu, soit d'appareil de zéro, soit effectivement d'appareil de lecture et, par suite, convient particulièrement bien pour les mesures statiques; le relais constitue un système de contrôle; quant à l'oscilloscope, c'est le seul qui permette des mesures dynamiques.

Par exemple, le dispositif de protection contre les vibrations dangereuses comprend le capteur de vibrations, suivi d'un amplificateur dont la sortie est fermée sur un relais électronique. Dès que l'amplitude des vibrations dépasse une valeur fixée à l'avance, le relais enclenche et actionne un système d'alarme, ou coupe le circuit d'alimentation du moteur, dont l'usure des paliers est devenue dangereuse. Si l'on veut mesurer l'amplitude des vibrations en valeur absolue, un voltmètre électronique est nécessaire, alors que s'il s'agit d'étudier la forme et la fréquence de ces vibrations en fonction du temps, il faut prendre un oscilloscope.

Maintenant que l'on voit sur quels principes s'appuient les méthodes électroniques, passons en revue quelques capteurs et les différents domaines de leurs applications.

#### *Capteurs à variation de résistance*

Des capteurs de ce principe ont été construits pour étudier le mouvement d'une soupape. Formés d'une résistance à curseur, ils sont d'une exécution facile, mais ne conviennent plus pour les très grandes vitesses. On doit recourir à d'autres moyens de contrôle: capteurs à variation de capacité ou stroboscopie.

Aujourd'hui, les capteurs à variation de résistance sont d'un tout autre type et sont plus connus sous le nom de strainage, de jauge à fil résistant, ou de jauge de contrainte. Surtout conçues pour étudier et mesurer les déformations mécaniques de constructions métalliques soumises à des contraintes, elles trouvent dans l'industrie d'innombrables applications pour le contrôle du travail des presses, laminoirs, mar-

teaux pneumatiques, matériel roulant, ponts, moteurs, etc.

Pour résoudre ce problème, Philips avait construit avant guerre une jauge, constituée par une bandelette de papier portant sur une de ses faces et suivant son grand axe, un trait de carbone.

La bandelette était fixée solidement, au moyen d'une colle cellulosique, sur la pièce à étudier, subissant sensiblement les mêmes déformations que la surface sur laquelle elle était fixée. Il en résultait des variations de la résistance électrique du trait de carbone, proportionnelles à l'extension ou à la compression subies par la surface du matériau. Ces variations de résistance étaient traduites en variation de tension électrique, en connectant cette jauge en série avec une résistance élevée et une pile. Les faibles variations de résistance électrique du trait de carbone ne modifiaient pratiquement pas l'intensité du courant débité par la pile et les variations de tension qui prenaient naissance aux bornes du trait de carbone étaient peu près proportionnelles à ses variations de résistance. Cette solution était cependant imparfaite, principalement à cause du manque de stabilité de la résistance du trait de carbone, de sa sensibilité à l'humidité et à la chaleur et aussi des difficultés d'étalonnage rencontrées.

Pendant la guerre, la nécessité, plus impérieuse que jamais, de résoudre le problème d'une manière plus satisfaisante, a conduit à utiliser, aux Etats-Unis notamment, une jauge analogue (strain-gage), mais dont le trait de carbone est remplacé par un fil métallique extrêmement fin, replié plusieurs fois sur lui-même en zig-zag, de façon à en augmenter la sensibilité, c'est-à-dire le rapport de la variation de résistance à la variation de contrainte.

Philips, de son côté, a travaillé le problème et réalisé deux types de jauges:

— type GM 4472 de 600 ohms de résistance et de dimensions  $55 \times 15$  mm.;

— type GM 4473 de 120 ohms de résistance et de dimensions  $30 \times 8$  mm.

Le fil métallique de ces jauges étant constant pour deux raisons: tout d'abord, ce métal a un coefficient de dilatation en fonction de la température extrêmement faible ( $10^{-6}$ ), et en second lieu, son facteur de jauge  $k$

$$k = \frac{\Delta R}{R} : \frac{\Delta l}{l}$$

( $\frac{\Delta R}{R}$  = variation relative de résistance et

$\frac{\Delta l}{l}$  = l'allongement relatif du fil de la jauge), est tout à fait constant.

La mise en place de ces jauges est très délicate, car il faut, pour faire de bonnes mesures, que la jauge adhère d'une façon très rigide au matériau, et, d'autre part, on doit éliminer l'influence de la température. L'emploi d'une colle cellulosique, dont les molécules longues se placent dans la direction de la contrainte, assure une excellente liaison entre la jauge et la pièce en étude. L'influence de la température est réduite en collant, outre la jauge active, une jauge-témoin, identique à la précédente, et placée dans les mêmes conditions de température, mais soumise, soit à aucune contrainte, soit à une contrainte de même valeur absolue, mais de signe contraire.

### Capteurs à variation de capacité

On a déjà dit que le capteur formé par une résistance à curseur ne peut être utilisé pour les très grandes vitesses. On doit alors recourir aux capteurs à variation de capacité. Suivant le but à atteindre, ces capteurs affecteront des formes différentes et traduiront alors, soit des déplacements, soit des vibrations relatives entre deux pièces, soit des pressions.

Pour déterminer la forme à donner à une came d'injection d'un moteur à combustion interne, pour que l'ouverture et la fermeture de l'injecteur s'effectuent aux moments prescrits, on a utilisé avec succès le capteur GM 5553 associé à un oscilloscope à faisceau électronique. Pour relever le diagramme de soulèvement de l'aiguille, on fixe à la partie supérieure de celle-ci une petite plaque au-dessus de laquelle on place l'électrode du capteur. En relevant en même temps le diagramme pression-volume avec également un capteur capacitif, d'une construction un peu différente, on contrôle facilement si l'injection s'effectue en phase avec le déplacement du piston. La phase de l'injection peut être déterminée à quelques degrés près.

Dans le capteur capacitif de pression, la variation de pression produit la déformation élastique d'une membrane, placée devant une électrode isolée fixe. La capacité variable ainsi formée est insérée dans un point électrique, alimenté par une tension alternative de fréquence élevée, puis sera modulée en amplitude quand une variation de capacité se produit.

Pour obtenir des diagrammes pression-temps, le problème est très simple puisque tous les oscilloscopes comportent en général un générateur de base de temps incorporé, mais les diagrammes pression-volume exigent un capteur spécial, désigné par indicateur de course de piston. Placé à l'extrémité de l'arbre du vilebrequin, c'est une capacité dont les armatures ont une forme telle qu'elle a, à chaque instant, une valeur proportionnelle au déplacement du piston. On a ainsi un moyen très simple d'étudier les moteurs rapides.

Ces capteurs conviennent, non seulement comme indicateurs de pression pour les moteurs à combustion, mais ils permettent d'effectuer aussi des mesures de pression ou de vibration dans les installations de pompage, sur les turbines hydrauliques, dans les conduites forcées, les centrales hydrauliques, sur les grandes presses de découpage ou de forgeage, etc. La puissance absorbée par les machines-outils: tours, fraiseuses, etc., se révèle très facilement avec ces capteurs.

### Capteurs à variation d'inductance

Le capteur de vibrations relatives ou de déplacements, type GM 5537, permet des mesures statiques et dynamiques. Il comporte un circuit primaire alimenté par une tension alternative et deux circuits secondaires. En se déplaçant, un bâtonnet de ferrocube fait varier la tension aux bornes des enroulements secondaires qui sont, soit reliés en série avec un point à la masse, auquel cas ils sont utilisés dans un pont; soit branchés en opposition, la tension différentielle étant alors appliquée directement à un millivoltmètre ou à un oscilloscope à faisceau électronique. Leur sensibilité permet la mesure de déplacements de  $0,1 \mu$  à  $\pm 1$  mm. à partir de la position moyenne. La fréquence maximum pour des mesures dynamiques

est de 1000 c/s. Le système mobile ne pèse qu'un gramme.

### Capteurs à variation d'induction

Les capteurs basés sur ce principe sont:

— soit du type électrodynamique, lorsqu'ils comportent une bobine B pouvant se déplacer perpendiculairement à la direction des lignes de force d'un champ magnétique constant (capteurs Philips GM 5520 et GM 5526);

— soit du type électro-magnétique, quand la bobine B est bobinée directement sur l'aimant et que la variation de flux à travers B est due au déplacement d'un corps ferromagnétique devant un des pôles de l'aimant (capteurs Philips GM 5527).

Dans les deux cas, on obtient une tension aux bornes de B proportionnelle à la vitesse de la vibration captée.

En général, ces capteurs servent à déterminer la fréquence, l'amplitude, la phase, la forme et le décretement de toutes les vibrations mécaniques. On peut cependant citer comme cas particuliers d'applications:

— la détermination des vibrations de navires et des moteurs de marine, des paliers, des flexions d'arbres et, par suite, prévenir les bris d'organes de machines par vibrations trop intenses;

— recherche de la cause de vibrations gênantes dans le voisinage des moteurs, compresseurs, etc.;

— étude du montage antivibrant des machines et mesure des vibrations du sol, détermination de l'affaiblissement;

— efficacité des amortisseurs de vibrations;

— détermination du déséquilibre dynamique, particulièrement pour les grandes vitesses de rotation;

— vérification des dispositifs antivibrants de machines et d'appareils (machines à écrire);

— mesure des vibrations des instruments destinés à l'aéronautique (construction et mode de suspension).

### Conclusion

Tous ces capteurs doivent être associés, comme on le disait au début, à un circuit de mesure et à un appareil indicateur. Mais le fait qu'ils sont indépendants de ces organes auxiliaires permet de disposer plusieurs capteurs en différents endroits et de faire plusieurs mesures simultanément, en adjoignant un simple commutateur à l'ensemble.

D'autre part, dans presque tous les cas, on peut effectuer des mesures en des endroits peu accessibles de machines ou portés à des températures assez élevées en raccordant le capteur au circuit de mesure par un long câble.

Il faut aussi faire remarquer que, par suite du fonctionnement exempt d'inertie de l'oscilloscope à faisceau électronique (puisque l'on peut photographier des phénomènes apériodiques d'une durée inférieure à  $10^{-7}$  seconde), on fait aussi bien des contrôles en régime dynamique qu'en régime statique, et ainsi se placer exactement dans les conditions normales de fonctionnement des machines.

Auch Du hast das Recht, den Morsekurs zu besuchen!