

DESCRIPTION D'UN EQUIPEMENT POUR LA TRANSMISSION DE MESURES OCEANOGRAPHIQUES.

I. INTRODUCTION.

Les appareils décrits dans le présent article font partie d'un programme développé à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique sous les auspices de l'OTAN pour réaliser des bouées de faible encombrement capables de transmettre par radio et sur demande, des mesures océanographiques précises.

II. CARACTERISTIQUES GENERALES.

L'enregistrement ou la transmission par radio de mesures océanographiques au moyen d'équipements autonomes offrent certains avantages par rapport au travail effectué à partir d'un bateau. Les mesures délicates, acoustiques, thermiques etc. . . , sont à l'abri de l'influence du bateau, l'équipement peut fonctionner sans arrêt pendant de longues périodes et quel que soit l'état de la mer, les points de mesure peuvent être multipliés à frais réduits, etc. . .

Ces motifs ont conduit à la mise au point d'un dispositif souple et peu encombrant qui permet d'accroître les possibilités d'un navire océanographique en mission.

La transmission radio des mesures, sur interrogation par la station réceptrice a été préférée à l'enregistrement sur place. Elle permet la détection de troubles éventuels et l'utilisation immédiate des résultats. Comme la station réceptrice déclenche elle même l'envoi d'informations, la cadence des mesures peut être variée à volonté. De plus, l'émetteur radio installé à bord de la bouée en facilite la récupération, par radio-goniométrie.

En ce qui concerne les phénomènes à étudier, le choix d'un dispositif modulateur très sensible permet d'adapter un même équipement à une grande variété de paramètres et d'utiliser des sondes très linéaires.

C'est ainsi que la mesure de la température peut se faire au moyen de sondes à résistance de platine, plus précises et faciles à étalonner que les éléments classiques à thermistors.

L'équipement de mesure, comprenant les sondes, le dispositif modulateur et l'émetteur, est monté dans un flotteur cylindrique de faible encombrement; il peut être mouillé et récupéré par deux hommes sans engins de levage spéciaux. Un dispositif de stabilisation lui assure une bonne stabilité à la mer et il ne constitue pas un danger pour la navigation.

III. REALISATION DE L'EQUIPEMENT.

Nous limiterons la description du système de télémessure aux principes de fonctionnement de chaque élément; les détails de la construction font l'objet de publications séparées.

La fonction de chacun des éléments décrits ci-dessous, dans l'ensemble du système de télémessure est illustrée schématiquement par la figure 1.

- A) EQUIPEMENT MOBILE (BOUEE).

1) Dispositif d'interrogation.

La mise en activité de la bouée se fait à partir de la station principale par l'envoi d'un signal codé transmis sur la même fréquence que celle qui sert à la transmission des résultats.

Cette opération a lieu comme suit : la station principale envoie pendant 30 secondes, un signal radio modulé à 1000 cycles. Le récepteur qui, avec son filtre et l'intégrateur associé (voir fig. 1), est le seul circuit de la bouée à être alimenté pendant la période de veille, reçoit ce signal et ne le transmet au circuit de contrôle que s'il présente les caractéristiques de fréquence et de durée voulues.

Le dispositif de codage et l'émetteur sont alors alimentés pendant un cycle complet (deux minutes environ). A la fin de ce cycle, l'installation revient automatiquement à l'état de veille. La consommation est alors très réduite puisque seul le récepteur est alimenté.

2) Circuit de codage des mesures.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, ce montage transforme la mesure d'une grandeur physique en un signal qui puisse être transmis par radio, en l'occurrence, un nombre proportionnel d'impulsions à fréquence constante.

Ce type de codage, employé pour la réalisation de certains voltmètres digitaux, est relativement simple vu la précision à atteindre. De plus, comme la fréquence du signal modulé ne varie pas d'une mesure à l'autre, il est possible d'utiliser à la réception des filtres accordés sur cette fréquence, ce qui améliore la sécurité de la transmission.

Le circuit de codage ⁽¹⁾ est essentiellement constitué d'un pont de mesure, d'un détecteur de zéro ou comparateur et d'un "gate" (vanne électronique) (voir fig. 1).

Le schéma du pont de mesure est représenté fig. 2.

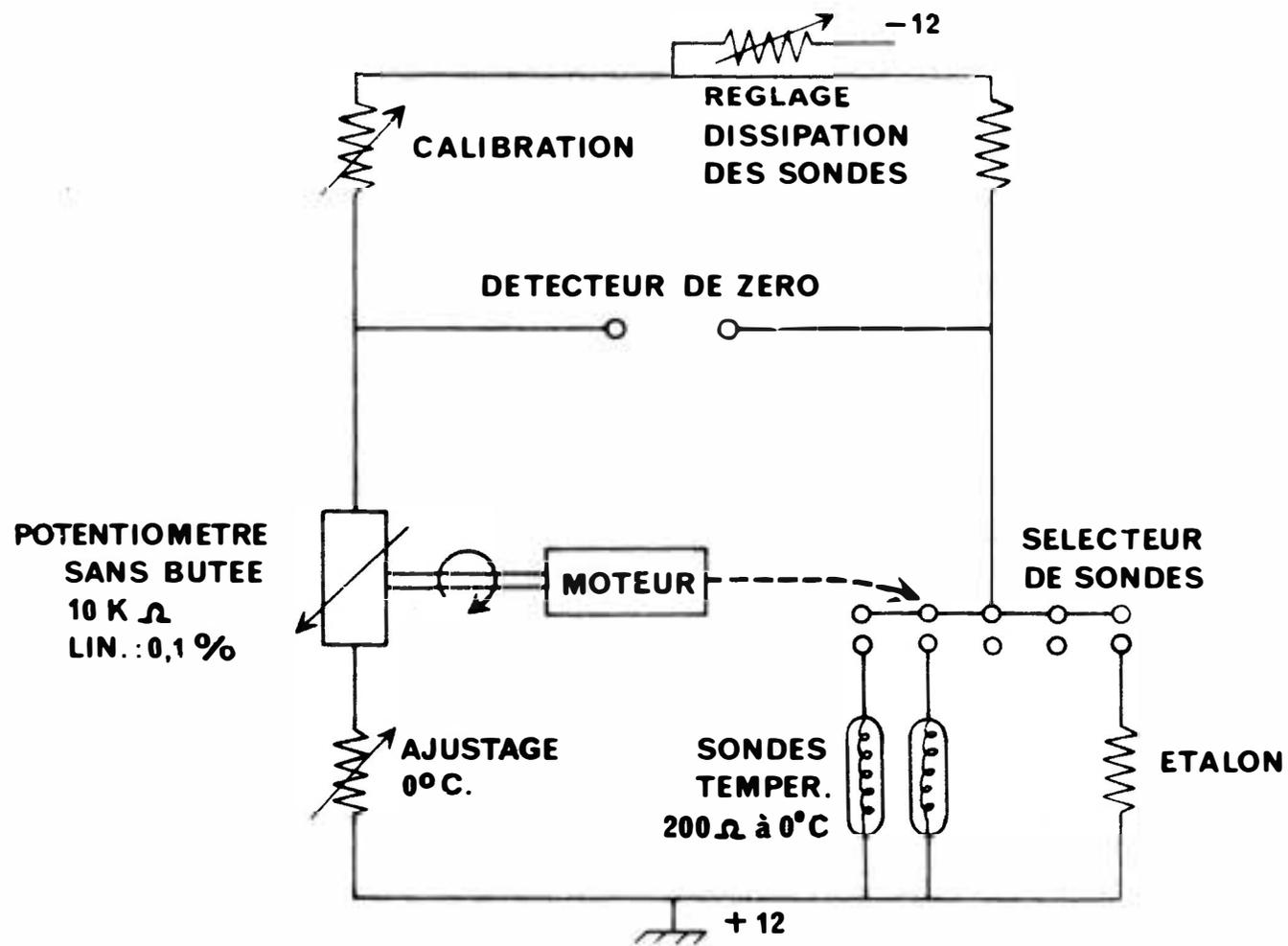
Il fonctionne en courant continu; bien que ce mode d'alimentation soit plus compliqué que par courant alternatif, il autorise l'emploi de sondes situées à grande distance du codeur (transmission de mesures effectuées à plusieurs profondeurs). La grandeur physique à mesurer est présente dans la branche droite du pont sous la forme d'une variation de résistance de la sonde appropriée; cette variation est compensée, dans la branche de gauche par un potentiomètre tournant sans butée, en série avec un jeu de résistances.

Ce potentiomètre, entraîné par un moteur synchrone, est connecté de façon à balayer périodiquement l'étendue de mesure. Un détecteur d'équilibre est connecté aux deux branches du pont. Très sensible, il transmet un signal au moment où la polarité des tensions du pont s'inverse, c'est-à-dire au moment où la rotation du potentiomètre fait apparaître dans la branche gauche une tension égale à celle qui est présente à droite.

Un générateur d'impulsions commande le moteur synchrone par l'intermédiaire d'un amplificateur de puissance. Ces impulsions, dont la fréquence de répétition est stabilisée à 400 cycles, alimentent également le "gate". Ce dernier, étant commandé par le détecteur de zéro (voir fig. 1), laissera passer les impulsions tant que le pont n'aura pas atteint son équilibre.

Le signal présent à la sortie du "gate" aura la forme d'un train d'impulsions dont le nombre est proportionnel à la grandeur à mesurer. Plus celle-ci sera élevée, plus le déséquilibre du pont, à compenser par la rotation du potentiomètre, sera important; le moteur devra donc tourner plus longtemps avant que le détecteur de zéro et le "gate" n'interrompent la transmission des impulsions.

(1) Réalisation pratique de MACQ ELECTRONIQUE, Ganshoren, Bruxelles.



SCHEMA DE PRINCIPE - CIRCUIT DE MESURE

Un exemple des tensions recueillies en divers points du montage pendant un cycle de mesure, est représenté fig. 3. Les pointillés 2 et 3 figurent les tensions correspondant, dans la branche droite du pont, à deux grandeurs à mesurer. Le tracé 1 désigne la tension présente dans la branche gauche du pont, le tracé 4, la tension présente à l'entrée du détecteur de zéro. En 5, est représenté le signal de sortie du même détecteur et en 6, le signal de sortie du "gate", c'est-à-dire la mesure codée telle qu'elle sera transmise par l'émetteur.

Il est à observer que les fluctuations de la tension d'alimentation et de la fréquence de l'oscillateur à 400 cycles ne peuvent pas affecter la précision de la mesure vu la symétrie du montage et le fait que le signal à 400 cycles alimente en même temps le moteur et le "gate". Les performances de l'appareil ne dépendent que de quelques résistances et de la linéarité du potentiomètre.

Enfin, le moteur qui entraîne le potentiomètre, actionne également, par l'intermédiaire d'engrenages et de cames, le dispositif de sélection de sondes.

Après avoir commuté successivement toutes les sondes et l'étalon, ce dispositif provoque l'arrêt du moteur et le passage de la bouée en position de veille. Elle est alors prête à être actionnée lors de l'émission d'un signal d'interrogation par la station principale.

3) Emetteur et dispositifs auxiliaires.

Le signal codé engendré dans le circuit décrit plus haut est amplifié et sert à moduler en amplitude un émetteur à transistors.

Stabilisé par quartz, ce dernier émet dans la gamme des 27 Mcs; il délivre une puissance de 4 W dans une antenne accordée en quart d'onde.

Tout l'équipement électronique, le circuit de mesure compris, est alimenté par une source unique constituée de batteries sèches de 12 volts. La consommation de courant est suffisamment faible pour assurer à la bouée une autonomie de plusieurs mois.

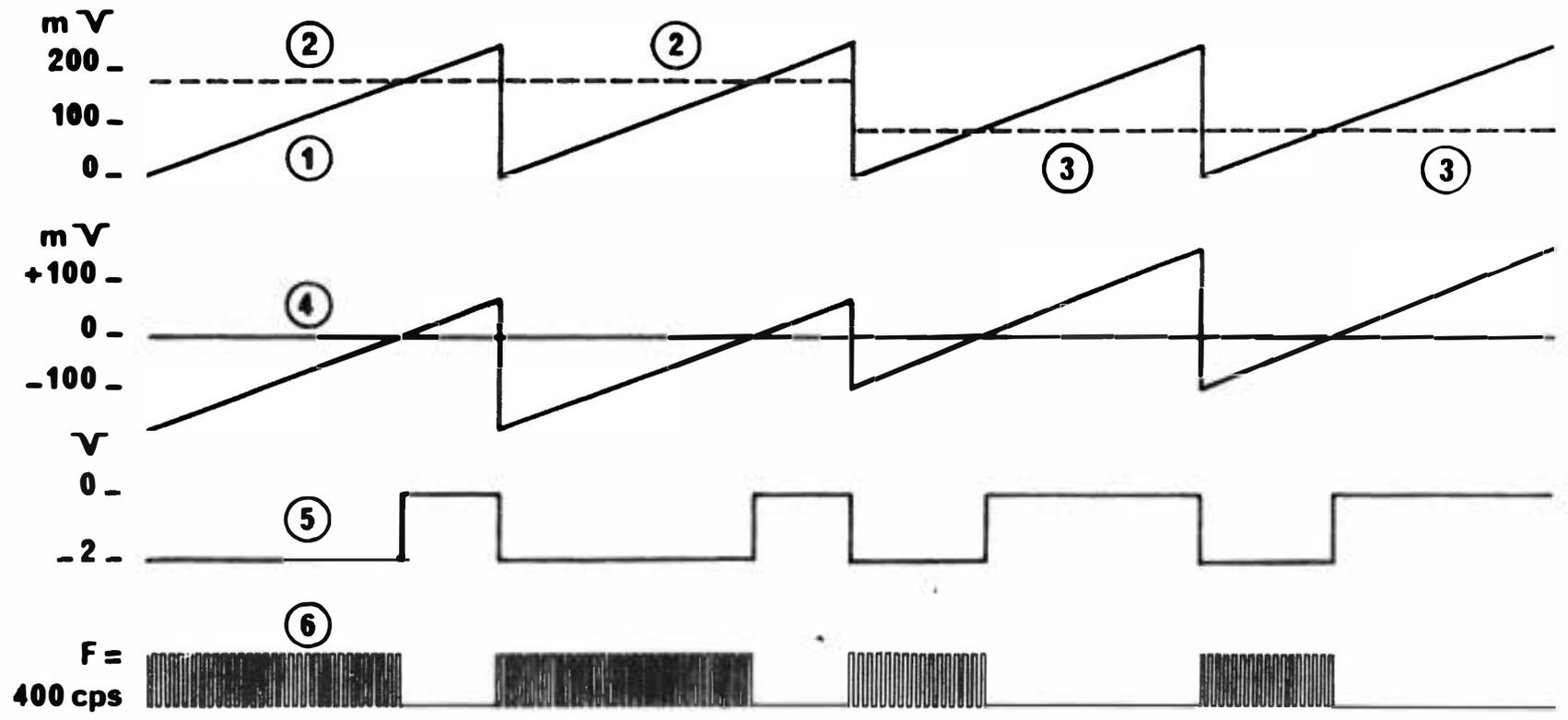
Un relais électronique est branché en permanence sur l'alimentation (voir fig. 1). Si, par suite d'un court-circuit ou de l'épuisement des batteries, la tension venait à tomber en dessous de 8,5 v. une alimentation de secours serait automatiquement connectée à l'émetteur qui transmettrait un signal d'appel continu.

4) Construction mécanique.

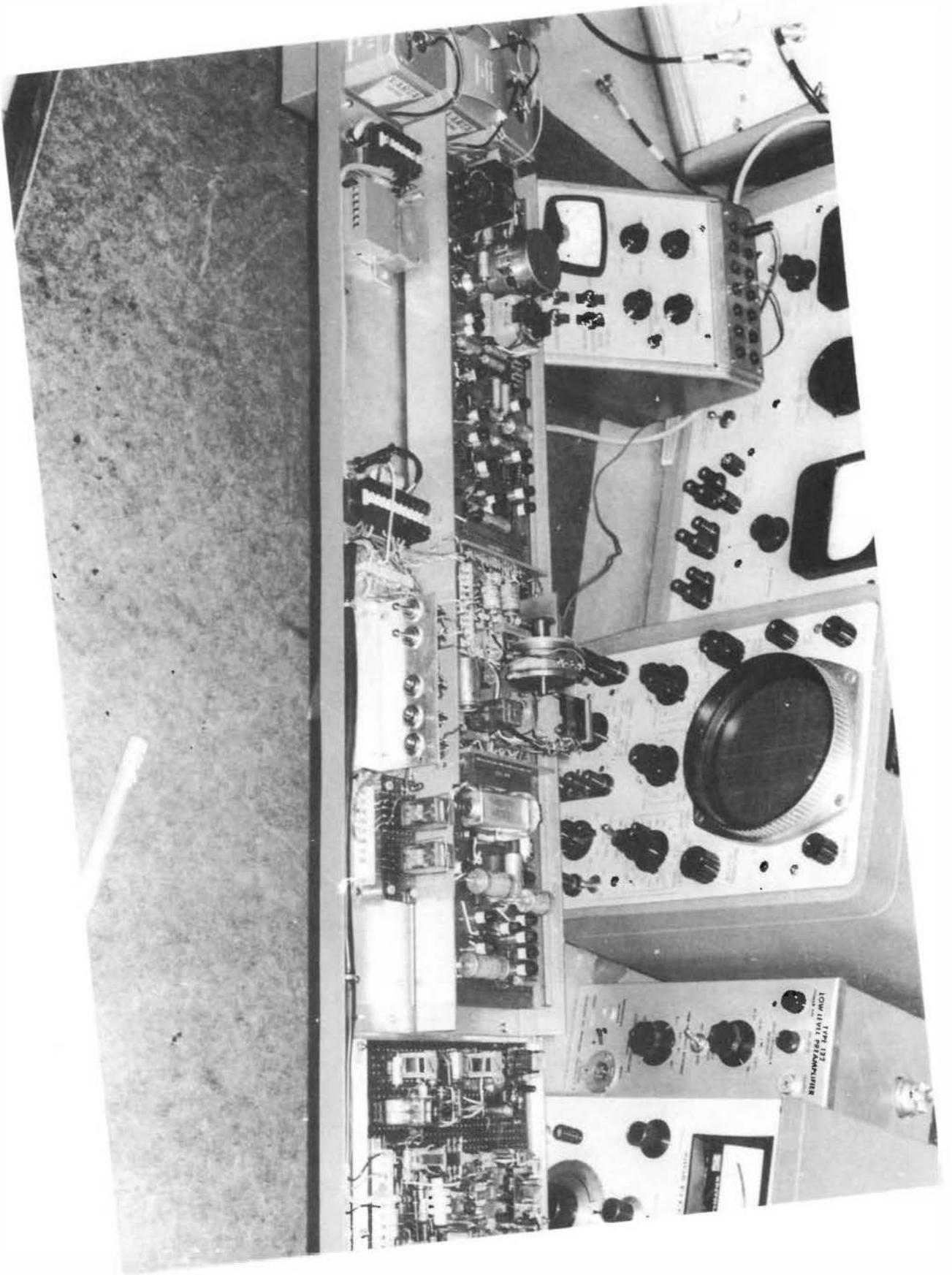
L'équipement électronique (fig. 4) est logé dans un cylindre en acier inoxydable (fig. 5) formant flotteur et surmonté d'une antenne fouet (1).

(1) Réalisation mécanique : Ateliers WILMS, Tournai, Belgique.

FONCTIONNEMENT DU PONT DE MESURE



- Fig. 3 -



Une barre de stabilisation et un contrepoids sont fixés au bas du cylindre; un dispositif d'ancrage amovible complète la bouée. L'étanchéité, jusque deux mètres d'immersion est assurée par joints toriques et presse-étoupes. Le poids total est de l'ordre de 60 kg.

- B) STATION PRINCIPALE (BATEAU).

1) Emetteur-récepteur.

L'installation H. F. utilisée à bord du bateau (ou à terre) est classique et réalisée à l'aide d'appareils commerciaux.

Comme la figure 1 l'indique, l'émetteur est connecté à un oscilateur basse-fréquence réglé sur la fréquence d'appel de la bouée; l'interrogation a lieu à intervalles fixes ou sur intervention de l'opérateur.

Le récepteur alimente un enregistreur magnétique et une installation de lecture. Il est muni d'un filtre accordé sur 400 cycles; le signal transmis par la bouée peut ainsi être séparé du bruit de fond et des signaux parasites.

2) Décodage des signaux.

La mesure transmise par la bouée se présente sous la forme d'un train d'impulsions de longueur déterminée; il suffit simplement de compter ces impulsions pour obtenir, à la réception du signal, une lecture directe du nombre transmis.

Un compteur électronique commercial suffit à cette fonction; la remise à zéro de l'affichage est déclenchée automatiquement par l'apparition d'un nouveau train d'impulsions.

La lecture des bandes magnétiques enregistrées peut se faire de la même façon; une même bande peut conserver plus de 50.000 mesures.

Le compteur peut être relié à une imprimante ou à un restituteur analogique; il est ainsi possible de tracer directement la courbe de l'évolution des phénomènes étudiés.

- C) PERFORMANCES.

Les performances de l'ensemble du système de télémessure ont été évaluées au cours d'essais au laboratoire et en mer.

La précision de la mesure codée dépend en principe du type de transducteur utilisé; elle est limitée à 0,1% environ par la linéarité du potentiomètre de mesure.

La résolution est meilleure que 0,4%, ce qui correspond, pour une mesure de température, à 0,02° C environ.

La lecture n'est pas affectée par la transmission radio sauf pour des conditions de propagation défavorables. La portée utilisable est de l'ordre de 20 miles.

La tenue à la mer de la bouée est satisfaisante même par gros temps; les oscillations sont de faible amplitude et rapidement amorties.

Aucune corrosion ni infiltration d'eau n'a été constatée.

---ooOoo---