

Utilisation expérimentale du satellite *Eole* pour la transmission des données d'une bouée océanographique

par

G.F. DALLAPORTA, A. MAZZOLDI et R. MELONI

Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, C.N.R. Venezia (Italia)

Introduction

Dans le cadre du programme d'étude des phénomènes d'interaction air-mer, le « Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse », du C.N.R., a mouillé en mer Ligurienne une bouée ayant pour mission de compléter les données côtières, normalement disponibles auprès des Services Météorologiques, par des mesures en pleine mer que ces services ne fournissent que plus difficilement.

Cette bouée est ancrée en position 43° 11' N et 08° 06' E; il s'agit d'une structure cylindrique de 61 cm de diamètre et de 40 m de longueur, dont 35 m immergés de façon à la rendre stable par rapport au mouvement des vagues. La partie supérieure se termine par une plateforme de 2 m de diamètre, où sont logés les boîtiers étanches contenant les équipements et l'alimentation, et par un mât portant des capteurs, le feu de signalisation et l'antenne.

Les mesures, exécutées à une cadence trihoraire, sont mémorisées et transmises au satellite *Éole* et retransmises par celui-ci au centre du C.N.E.S** (Bretigny-sur-Orge), qui les envoie au C.N.R. par Telex.

On a adopté deux systèmes d'alimentation indépendants : une batterie de piles sèches assure une autonomie de 15 mois environ au feu, tandis qu'une série d'éléments à déploration alimente les équipements pour la durée d'un an.

Caractéristiques du système d'acquisition des données

Les exigences qu'on se proposait de satisfaire avec la réalisation du système sont les suivantes :

- a. capacité d'acquisition de 16 paramètres physiques et de 4 paramètres de contrôle, c'est-à-dire de 20 paramètres au total;
- b. cadence d'acquisition trihoraire des données, en coïncidence avec les heures synoptiques;
- c. mesures de type synoptique;
- d. restitution des données en blocs de 4 sur 4 sorties, sous forme de fréquences comprises entre 15 KHz et 20 KHz.

Les caractéristiques du répondeur *Éole* sont, par contre, les suivantes :

- e. capacité d'acquisition de 4 informations en parallèle, sous forme de fréquences comprises entre 15 et 20 KHz, et leur transmission à la requête du satellite;
- f. précision de l'information transmise : 8 bits, correspondants environ à 20 Hz de résolution;
- g. cadence d'interrogation : variable et non périodique, selon le programme envoyé au satellite;
- h. disponibilité, par fermeture d'un contact, d'un signal d'émission effectuée (TXON).

Il est évident qu'il n'y a aucun synchronisme entre les cadences de mesure et d'émission, à cause de la période orbitale du satellite (100') et de l'inclinaison de l'orbite (47°). Il est possible, cependant, de compter en moyenne sur 5 passages dans les 24 heures, avec 8 interrogations par passage : ceci assure la possibilité de transmettre au satellite environ 160 informations par jour, cette valeur dépendant du nombre de répondeurs en fonction dans la même zone, c'est-à-dire de la disponibilité du satellite. Il en résulte qu'il est nécessaire de mémoriser les mesures en attendant l'occasion de les transmettre au satellite; l'ensemble des données du même cycle de mesure étant mémorisé en bloc alors qu'il est transmis de 4 en 4 paramètres, on voit qu'il faut disposer d'une information indiquant l'heure à laquelle sont effectuées les mesures et d'une numérotation de chacun des 5 groupes de 4 paramètres constituant un bloc complet.

Ne pouvant disposer pour celle-ci d'un canal de sortie indépendant, il a fallu comprimer le champ de variation des paramètres aboutissant au canal de sortie 1, en changeant le centre de variation de chaque groupe. Puisqu'une telle solution comporte, évidemment, une perte de précision, on a attribué les canaux en question essentiellement aux paramètres de contrôle (température interne du système, fonctionnement correct du feu, tension des batteries d'alimentation) et à la direction du vent, qui ne demandent pas une précision très élevée.

Le tableau donne une idée de la distribution des paramètres soit du point de vue de la séquence de mesure et de mémorisation soit du point de vue de la transmission.

CANAL	I°	II°	III°	IV°
TRASM.				
1	Par. 1 Contr. feu 15 ÷ 16 KHz	Par. 2 Temp. 1 15 ÷ 20 KHz	Par. 3 Temp. 2 15 ÷ 20 KHz	Par. 4 Temp. 3 15 ÷ 20 KHz
2	Par. 5 Temp. int. 16 ÷ 17 KHz	Par. 6 Temp. 4 15 ÷ 20 KHz	Par. 7 Temp. 5 15 ÷ 20 KHz	Par. 8 Temp. 6 15 ÷ 20 KHz
3	Par. 9 Contr. bat. 17 ÷ 18 KHz	Par. 10 Temp. 7 15 ÷ 20 KHz	Par. 11 Temp. 8 15 ÷ 20 KHz	Par. 12 Press. Atm. 15 ÷ 20 KHz
4	Par. 13 Dir. vent. 1 18 ÷ 19 KHz	Par. 14 Rad. sol. 15 ÷ 20 KHz	Par. 15 Humid. 1 15 ÷ 20 KHz	Par. 16 Humid. 2 15 ÷ 20 KHz
5	Par. 17 Dir. vent. 2 19 ÷ 20 KHz	Par. 18 Heure 15 ÷ 20 KHz	Par. 19 Vit. vent 1 15 ÷ 20 KHz	Par. 20 Vit. vent 2 15 ÷ 20 KHz
6	Par. 1	Par. 2	Par. 3	Par. 4
.....
10	Par. 17	Par. 18	Par. 19	Par. 20

Les résultats obtenus par ce système, qui a fonctionné normalement plus de six mois, ont été satisfaisants sur le plan technique. Mais sur le plan pratique le haut niveau de bruit de fond a perturbé la réception des informations par le satellite. Afin d'éviter ces pertes d'informations, des retransmissions répétées du même groupe de paramètres, seraient souhaitables, cette possibilité étant déjà prévue sur le satellite.

Liaison radio

Afin de poursuivre l'expérience au delà de la durée de vie d'*Éole* on a équipé la bouée d'un système capable d'assurer la liaison radio VHF avec le point de la côte le plus proche; les essais ont été exécutés entre la bouée et Villefranche-sur-Mer.

L'émetteur a été conçu pour fonctionner également en parallèle avec le répondeur *Éole*, afin de disposer d'un contrôle de la validité des transmissions.

Le branchement avec le système d'acquisition des données décrit est effectué soit à l'entrée soit à la sortie de la mémoire, de façon à avoir automatiquement toutes les trois heures la transmission des mesures dès qu'elles sont effectuées et toutes les 24 heures un bloc de données constitué par les mesures prises pendant un jour entier.

L'émetteur utilisé est un DEVELCO Mod. 3501E, suivi d'un amplificateur de 15 W. muni d'une antenne omnidirectionnelle; l'émission, en code binaire, est du type SØM (Split-Phase-Mark) avec modulation FSK (Frequency-Shift-Keying).

Le système de réception est équipé d'une imprimante numérique qui fournit une présentation des données avec un test de validité de la transmission. Le récepteur est un DEVELCO Mod. 3410A branché sur une antenne YAGI à quatre éléments.

Afin d'éviter des pertes d'informations, on a adopté des solutions qui peuvent se résumer dans les points suivants :

- a. contrôle de la parité pour chaque groupe de 8 bits, qui assure la détection d'une erreur due à la perte d'un bit pour chaque information;
- b. séparation des informations par l'espace d'un bit, afin d'éviter la propagation des erreurs;
- c. répétition automatique de chaque transmission.

Le système de réception a été prévu pour pouvoir fonctionner automatiquement, le seul entretien concernant le chargement du papier de l'imprimante.

