

CCTP

Conception et fourniture de capteurs pour
l'instrumentation des carottiers gravitaires à
piston

Sommaire

1. Objet	3
2. Spécifications techniques du capteur.....	3
2.1. Mesures effectuées	3
2.2. Electronique.....	4
2.2.1. Stockage des données.....	4
2.3. Mécanique.....	6
2.4. Énergie	6
2.5. IHM 6	
2.5.1. Spécification fonctionnelle	6
2.5.2. Spécification technique	7
3. NATURE DE LA PRESTATION	7
3.1. Fourniture	7
3.1.1. Matériels	7
3.1.2. Logiciels	8
3.1.3. Documents.....	8
3.1.4. Suivi de l'exécution des travaux	8

1. Objet

Les capteurs NKE SPTH sont utilisés depuis une quinzaine d'années pour instrumenter les carottiers gravitaires à piston stationnaire. Ils permettent d'analyser finement le comportement du carottier et de reconstituer la cinématique des opérations de carottage. Le principe consiste à mesurer le déplacement vertical de différents mobiles du carottier avec une résolution suffisante grâce un capteur de pression. Un accéléromètre 1 axe en Z permet de vérifier que le carottier est resté bien vertical et de synchroniser les mesures des différents capteurs.

Ces capteurs sont aujourd'hui obsolètes et ne peuvent plus être approvisionnés. Nous sommes donc contraints d'étudier et de réaliser un nouveau produit équivalent. Nous en profitons pour faire évoluer ce capteur en mettant à profit les avancées technologiques qui permettent une simplification et des performances accrues.

Dans la version actuelle nous utilisons l'électronique de la gamme « memo » de nke avec un convertisseur 8 bits à 8 voies. Ce convertisseur ne permet pas d'avoir une résolution suffisante sur l'ensemble de la gamme de mesure de 0 à 6000 mètres. C'est pourquoi la tranche d'eau a été divisée sur 7 voies du convertisseur ce qui a permis d'obtenir une résolution de 0,25 mètre. Bien que cette solution réponde parfaitement au besoin, la configuration des capteurs reste délicate.

L'idée est d'utiliser les nouveaux convertisseurs d'au moins 16 bits qui permettent d'augmenter significativement la résolution et de travailler ainsi sur une seule voie de mesure. Résolution théorique maximale : $2^{16} = 65536$ points de mesures ; $6000/2^{16} = 0,09$ mètre. Par la même occasion, la résolution sera améliorée d'un facteur 2,5.

La communication par induction répond au besoin mais par soucis de simplification, nous proposons d'utiliser une liaison par fils avec un connecteur étanche.

Le capteur est développé pour les applications de carottage. Le marché reste limité aux besoins de l'Ifremer et à quelques instituts étrangers.

2. Spécifications techniques du capteur

2.1. Mesures effectuées

2 voies de mesures :

- Pression 0 à 620 bars
Précision 0,3%
Résolution ramenée en mètres : 0,09 mètre.
- Accélération en Z, +/-2 G
Précision : 1%

2.2. Electronique

- Convertisseur type 24 bits dont 16 effectifs pour la résolution de la mesure.
- Langage de programmation : C++.
- Fréquence d'échantillonnage : 100 Hz (Paramétrable).

2.2.1. Stockage des données

- Capacité de stockage : 250 Mo minimum & 5 400 000 mesures minimum (soit environ 15 heures de mesures).
- Les données acquises seront enregistrées dans des fichiers. (1 fichier par plongée)
- Format de stockage des données : format binaire NetCDF 4 (voir proposition de format ci-dessous). Si le format NetCDF4 n'est pas possible, le format retenu sera à définir en accord avec Ifremer (il devra rester simple et optimisé).

Proposition de format NetCDF :

```
{
  dimensions:
    datetime = 9810;
  variables:
    double depth(datetime=9810);
      :_FillValue = NaN; // double
      :units = "m";
      :long_name = "depth below waterline";

    double acceleration(datetime=9810);
      :_FillValue = NaN; // double
      :units = "m/s^2";
      :valid_range = -100.0, 100.0; // double
      :long_name = "vertical acceleration";

    long datetime(datetime=9810);
      :units = "milliseconds since 1970-01-01T00:00:00+00:00";
      :calendar = "gregorian";

    // global attributes:
    :title = ...
    :survey = ...
    :plateforme = ...
    :sensor_id = ...
    :sensor_type = ...
    :sensor_serial_number = ...
    :acquisition_frequency = "100Hz";
    :institution = 'Ifremer';
    :conf_param1=...
    ...
}
```

- Les attributs globaux regroupent les métadonnées de l'acquisition. Ils contiendront tous les paramètres et informations utiles liés à l'acquisition (configuration, étalonnage, nom de campagne...).

- Si possible, exploiter les capacités de compression du format NetCDF pour diminuer la taille des fichiers au maximum.

- Les fichiers enregistrés seront accessibles via un serveur FTP.
- Dérive de l'horloge interne : 1 minute par mois maximum.
- Dialogue entre le capteur et un PC par liaison Ethernet (RJ45).
- Transmission des données et charge des batteries par connecteur SUBCON ou équivalent.

Nous suggérons un connecteur SUBCON 13 contacts Power Ethernet Circular Titane DBH13 Male + Locking sleeve DLSA-M. Bouchon DDC13F + Locking sleeve DLSA-F. Câble de connexion avec DOM13F + DLSA-F d'un côté et prise Ethernet RJ45 et connecteur alimentation de l'autre côté.

- Chargeur de batterie adapté à la technologie de batterie retenue.
- Vitesse de transfert des données : 56 000 bauds minimum.
- Mode de déclenchement :
 - Marche/arrêt
 - Départ et arrêt sur condition (Paramétrable) en fonction de la profondeur de travail. Afin de s'affranchir des effets de pilonnement du carottier au bout du câble grands fonds, il faut reprendre l'acquisition à chaque fois que le capteur se retrouve au-dessus de la profondeur de déclenchement (car il peut repasser pendant un instant au-dessus à cause du pilonnement). Scrutation de la condition de départ toutes les 10 secondes (Paramétrable).

Etalonnage : les 2 voies sont étalonnées par le contractant. Etalonnage en 7 points minimum pour la pression. Un certificat d'étalonnage est fourni pour la voie en pression. Une prestation payante peut être faite à l'Ifremer. La voie en accélération est étalonnée en statique à +/- 1 G, cette méthode simple donne de bons résultats.

Paramètres :

	Unité	Pas	Plage	Valeur par défaut
Fréquence d'échantillonnage	Hz	1	1 à 100	100
Condition de départ	mètre	1	0 à 6000	0
Scrutation de la condition de départ	seconde	1	1 à 3600	10
Scrutation de la condition d'arrêt	seconde	1	1 à 3600	10
Réglage de l'horloge	aaaa-mm-jj hh:mm:ss			

2.3. Mécanique

- Température de fonctionnement : -5°C à +55°C.
- Orientation du capteur de pression : tête en haut.
- Orientation de l'accéléromètre : dans l'axe de l'enceinte.
- Tenue mécanique de l'accéléromètre sans dommages : 400 G.
- Pression admissible sans dommage pour les capteurs : 700 bars.
- Immersion maximale en service : 6000 mètres.
- Encombrement mécanique : Diamètre 38, 40 ou 42 mm, longueur maximale 250 mm.
- Interface de dialogue et de charge batterie avec le capteur par connecteur étanche qualifié pour une utilisation à 6000 mètres et pouvant être connecté et déconnecté plus de 1000 fois.
- Intégration mécanique : enceinte en titane et matériaux plastiques sans reprise d'humidité type Polyétheréthercétone (Peek).
- Poids dans l'air 600 grammes environ.
- Aucune masse mobile ou composant lourd sur les cartes électroniques. Elles sont à minima collées. Les batteries sont fixées mécaniquement.

2.4. Énergie

- Alimentation par batteries rechargeables.
- Le dimensionnement des batteries permet de réaliser au moins 10 opérations de carottage (5 000 000 de mesures).
- Les batteries sont fixées mécaniquement afin de ne pas générer de masse mobile dans l'enceinte du capteur.

2.5. IHM

2.5.1. Spécification fonctionnelle

Une interface graphique utilisateur, accessible depuis un navigateur (page web) sans installation préalable côté client, permettra d'accéder aux fonctionnalités suivantes :

1. Affichage et configuration des paramètres

- Affichage des versions logicielles
- Affichage des différents statuts :
 - Espace disque (utilisé, disponible)
 - Energie (en cours, capacité)
 - Alerte si piles usées ou espace disque disponible faible (<10%)
- Mise à l'heure
- Fréquence d'acquisition
- Mise en route/arrêt manuel de l'enregistrement des mesures
- Réglage de la condition de profondeur pour le démarrage de l'enregistrement des mesures
- Réglage de la condition de profondeur pour l'arrêt de l'enregistrement des mesures
- Mise en route de l'enregistrement avec condition
- Arrêt de l'enregistrement avec condition.

2. Acquisition en temps réel

- Affichage des données acquises en temps réel dans des graphiques (2 courbes superposées dans 1 graphique : profondeur & accélération).

3. Données

- Affichage de la liste des fichiers issus de l'acquisition (nom, date, taille)
- Téléchargement d'un, plusieurs ou de tous les fichiers
- Suppression d'un, plusieurs ou de tous les fichiers
- Affichage de l'adresse du serveur FTP
- A noter : les fichiers seront accessibles via un serveur FTP, il faudra donc rafraichir régulièrement la liste des fichiers.

2.5.2. Spécification technique

Compatibilité avec navigateurs Firefox (\geq Version 115.13.0esr) et Chrome (\geq 126.0.6478.127), tous OS (PC Windows, Linux, Mac).

Affichage temps réel : la cadence d'acquisition temps réel étant de 100Hz, l'affichage sera sous-échantillonné (entre 10hz et 1Hz).

Langage de programmation : HTML, TS (ou JS), CSS (si conception à l'aide d'un Framework : choisir Angular (\geq 18)).

Définition et accès à l'API Web : toutes les informations disponibles dans l'IHM seront accessibles via une API Web standard (type REST) qui devra être documentée (si possible utiliser une documentation automatique type swagger). Permettre et décrire l'accès aux données en temps réel (suggestion : utilisation de web-sockets).

3. NATURE DE LA PRESTATION

3.1. Fourniture

L'objet de la commande est l'étude et la réalisation d'un capteur pour l'instrumentation des carottiers gravitaires à piston tel que défini dans ce document :

- Capteur de mesure
- Interface matérielle entre le capteur et le terminal
- Serveur WEB embarqué
- Documentation associée.

La fourniture comprend donc du matériel, du logiciel et un certain nombre de documents.

3.1.1. Matériels

Le matériel fourni comprend :

- un capteur avec ses batteries
- une interface de communication (cordon avec connecteur SUBCON d'un côté et Ethernet et alimentation de l'autre côté)
- un chargeur de batterie.

3.1.2. Logiciels

La fourniture logicielle comprend l'application permettant de faire fonctionner le capteur et l'IHM permettant le dialogue à partir d'un terminal.

L'industriel nous remettra les codes sources et la documentation décrivant la structure logicielle associée. (Le code source sera régulièrement déposé tout au long du développement sur le serveur GitLab de l'Ifremer dédié au projet.)

3.1.3. Documents

Plusieurs documents sont réalisés et fournis en cours d'exécution de la prestation ou à son issue :

- Un avant-projet avec dimensionnement électronique et mécanique
- Une spécification technique détaillée
- Un rapport de conception détaillé sur le matériel et les logiciels et incluant le cahier de recette.

Ces documents seront fournis par l'industriel en cours de développement et devront être validés et acceptés par l'IFREMER avant réalisation.

- Une notice simple de mise en œuvre du matériel réalisé
- La description des structures logicielles du capteur et de l'IHM.

3.1.4. Suivi de l'exécution des travaux

Une réunion d'avancement sera organisée par l'industriel pour la validation des trois premiers documents.