

HUITIEME COLLOQUE SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

1043



NICE du 1^{er} au 5 JUIN 1981

SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES*

JEAN-PIERRE BRAULT

ADERSA-GERBIOS, 2 avenue du 1er Mai - 91120 PALAISEAU

* Recherche financée par le Ministère de la Défense, contrat STPA N° 79.93007.

RESUME

Cette communication présente la réalisation d'un matériel permettant l'acquisition sur cassette numérique à la norme ECMA 34 de mesures nécessaires à l'identification de systèmes soumis à des sollicitations dynamiques.

Les signaux acquis sont de faible amplitude mais varient rapidement. Ceci nous a amené à développer un matériel présentant des points originaux (l'acquisition en rafales des paramètres, une fréquence d'échantillonnage élevée et l'introduction d'un effet loupe).

L'architecture de ce système est fondée autour de deux microprocesseurs et d'une mémoire utilisée en "flip-flop".

SUMMARY

This paper deals with the realisation of a special equipment performing data acquisition on a numerical tape recorder (ECMA 34 standard) in order to identify a system submitted to dynamic inputs.

The low level signals vary fastly. So we have been led to developp a new device with some matters of interest :

- "guest" acquisition to avoid queing effect (time delay between two data must be less than 20 us) ;
- high sampling frequency (40 Hz) to get a good knowledge of fast signals ;
- the introduction of a "magnifying" effect. As a matter of fact signal variation has low amplitude, so signals are recorded in two ways, in order to made their processing better :
 - . a static recording to keep direct current
 - . a dynamic one to retain only alternative current (signal crosses high-pass filter and is amplified).
- the system has been organised around two microprocessors and a memory used in "flip-flop".



SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES

1 - INTRODUCTION

Le matériel décrit dans cette communication entre dans le cadre d'une étude constituant la première phase d'une méthode de maintenance par suivi de comportement du moteur LARZAC. Elle se propose de développer une méthodologie permettant l'élaboration d'un diagnostic selon une approche modulaire simplifiée du moteur [1], [2].

L'idée directrice de cette méthode repose sur le fait que le comportement fonctionnel externe du réacteur contient suffisamment d'informations sur son état interne et doit permettre d'établir un diagnostic de l'ensemble, voire d'un sous-ensemble.

Cela conduit à l'acquisition de signaux statiques et dynamiques du moteur. Cependant la masse de données fournie est peu exploitable. C'est pourquoi, il est nécessaire de réduire l'information. Ceci est obtenu par l'intermédiaire d'un modèle mathématique.

Ce modèle permettra l'identification des signaux et une analyse des données réduira le nombre des paramètres obtenus après cette identification.

Ces paramètres associés à un classement flou, parallèlement à une démarche classique d'apprentissage par démontage du moteur permettront d'établir un diagnostic de l'état des sous-ensembles de ce moteur.

Les principales caractéristiques du système de traitement et d'enregistrement décrit ci-après découlent de contraintes dues à l'utilisation des signaux traités et acquis. Ce sont :

- des contraintes d'environnement et d'utilisation ;
- des contraintes d'enregistrement ;
- des contraintes de traitement.

2 - CONSTRAINTES D'ENVIRONNEMENT ET D'UTILISATION

Le matériel est souvent amené à fonctionner dans des conditions difficiles.

Par exemple, dans le cas d'acquisition

de mesures sur un réacteur d'avion, le matériel doit être capable de fonctionner sur une aire de point fixe à quelques mètres de l'avion. Cela nécessite entre autres :

- une alimentation autonome ;
- une liaison phonique entre les différents manipulateurs ;
- une installation permettant de prendre des notes par mauvais temps (pluie, grêle, neige, vent, chaleur).

De plus, la nécessité d'immobiliser un minimum de temps le système à étudier, impose un matériel de traitement et d'acquisition entièrement automatique, sans réglage ou étalonnage préalable.

3 - CONSTRAINTES D'ENREGISTREMENT

Elles sont pour la plupart dues à la technique d'identification. Le choix d'un modèle linéaire aux petits mouvements a été fait dans le but de simplifier les équations du modèle.

Ce choix conduit aux exigences suivantes :

- a) la nécessité d'associer aux signaux une référence de temps. Celle-ci est obtenue par l'écriture sur la bande magnétique d'un nombre constant de blocs de données de longueur fixe ;
- b) la nécessité d'avoir les valeurs des variables au même instant nous a conduit à choisir une fréquence de codage de 50 K Hz ;
- c) le choix d'une méthode de représentation par modèle d'état impose deux types d'enregistrements :
 - enregistrement d'essais statiques. Ces mesures permettent de tracer les courbes de performances du réacteur ;
 - enregistrement d'essais dynamiques. Les sollicitations exercées sont les entrées sensibilisantes du modèle, et assurent l'excitation en fréquence du système à observer. Dans le cas du moteur LARZAC, cela se traduit par des variations de régime autour d'un point de fonctionnement et l'enregistrement de l'ensemble des signaux mesurés.

SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES

Afin de permettre des sollicitations de fréquence croissante, leur durée est fixée à 60 secondes, et leur amplitude à $\pm 2\%$ du régime de rotation maximum.

d) choix des enregistrements. Si l'on veut représenter de façon satisfaisante le diagramme de fonctionnement du moteur, il serait nécessaire de disposer d'enregistrements d'un grand nombre de points de fonctionnement.

L'expérience nous a montré que quatre points répartis dans la zone utile de fonctionnement d'un système pouvaient suffire.

Dans le cas du réacteur, ces points sont fixés pour le LARZAC à 14 500 t/mn, 18 000 t/mn, 20 000 t/mn et 22 000 t/mn.

4 - CONTRAINTES DE TRAITEMENT

Elles sont dues à la nature et à l'utilisation des signaux enregistrés.

a) Choix de la fréquence d'acquisition :

Afin d'avoir un minimum de perte de signal par l'échantillonnage, la fréquence d'acquisition doit être supérieure à dix fois la fréquence propre du signal.

Dans le cas du réacteur, la fréquence propre du signal le plus rapide étant de 3 Hz on choisit une fréquence d'acquisition

de 40 Hz.

b) Niveau de codage :

Une bonne définition des signaux est nécessaire, de plus, afin d'éviter tout risque de saturation, nous sommes amenés à n'utiliser qu'incomplètement la gamme de mesure. Cela nous a conduit à choisir un codeur A/N de 12 bits.

c) Amplitude des signaux :

Les sollicitations dynamiques étant de faible amplitude, cela se traduit par de petites variations des signaux qui, malgré le codage sur 12 bits ne seraient pas exploitables.

Cela nous a conduit à l'introduction d'un effet loupe qui :

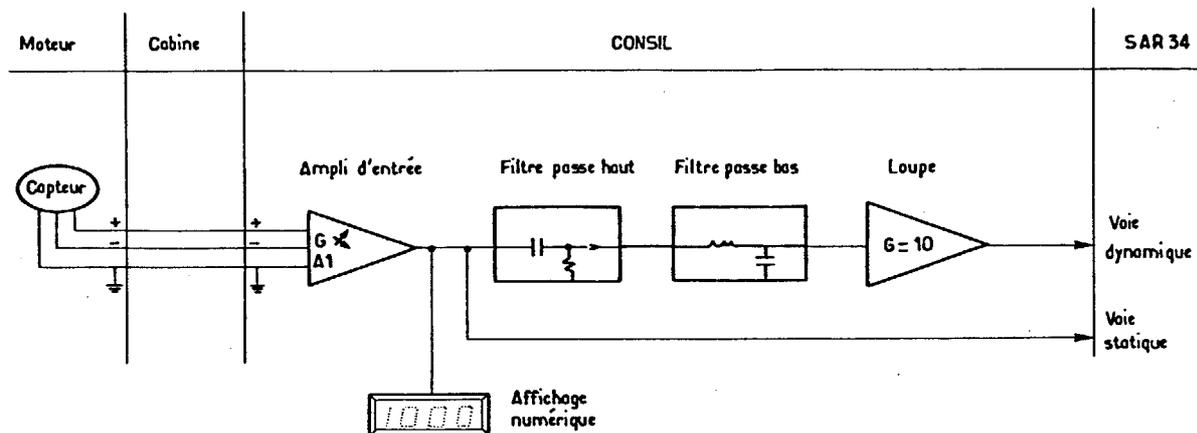
- supprime la composante statique du signal ;
- amplifie la partie dynamique restante.

5 - PRESENTATION DU SYSTEME DE TRAITEMENT ANALOGIQUE DES DONNEES

Cet appareil conçu dans le cadre de l'étude du réacteur LARZAC assure l'amplification, le filtrage, la conversion et l'affichage des données.

1) Description d'une chaîne type pression ou température (figure 1).

Elle se compose :





SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES

- d'un amplificateur d'entrée spécialisé (linéarisation pour thermocouple ou ampli de loupe pour une pression) à la suite duquel se trouvent la sortie statique et l'affichage ;
- d'un filtre passe-haut du second ordre dont la fréquence de coupure est :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2RC}} = 0,08 \text{ Hz}$$

qui a pour but d'éliminer la composante continue du signal ;

- d'un filtre passe-bas de second ordre dont la fréquence de coupure est :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2RC}} = 25 \text{ Hz}$$

qui élimine un maximum de parasites haute fréquence ;

- d'un amplificateur au gain de 10 qui a pour fonction de créer l'effet loupe et rendre la composante dynamique exploitable.

2) Description d'une chaîne type vitesse de rotation ou mesure d'un débit (figure 2).

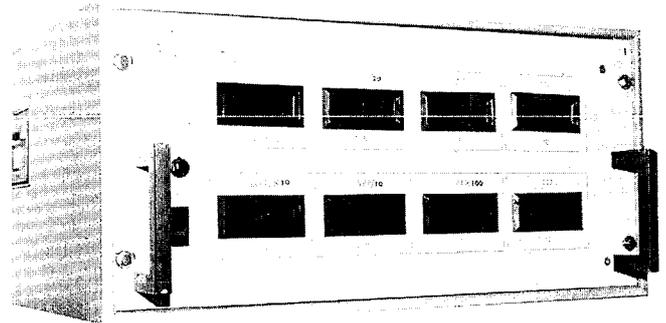
- Les signaux issus de turbines débit-métriques ou de roues phoniques ont une fréquence proportionnelle à la vitesse ou au débit à mesurer.

Pour rendre l'exploitation de ces signaux possible, il a été nécessaire

d'incorporer un convertisseur fréquence tension instantané dans la chaîne. Celui-ci donne à chaque période une tension continue proportionnelle à la fréquence à mesurer.

La suite du traitement est la même que pour les pressions et températures.

3) Présentation mécanique du système :



Il s'agit d'un rack de 19 pouces de 5 unités de hauteur et 560 mm de profondeur. Son poids est inférieur à 15 kg.

6 - PRESENTATION DU SYSTEME DE TRAITEMENT NUMERIQUE ET D'ENREGISTREMENT DES DONNEES

Il s'agit principalement de coder, formater, et stocker sur cassette numérique à la norme ECMA 34, les données issues du système de traitement analogique .

Les différentes contraintes imposées

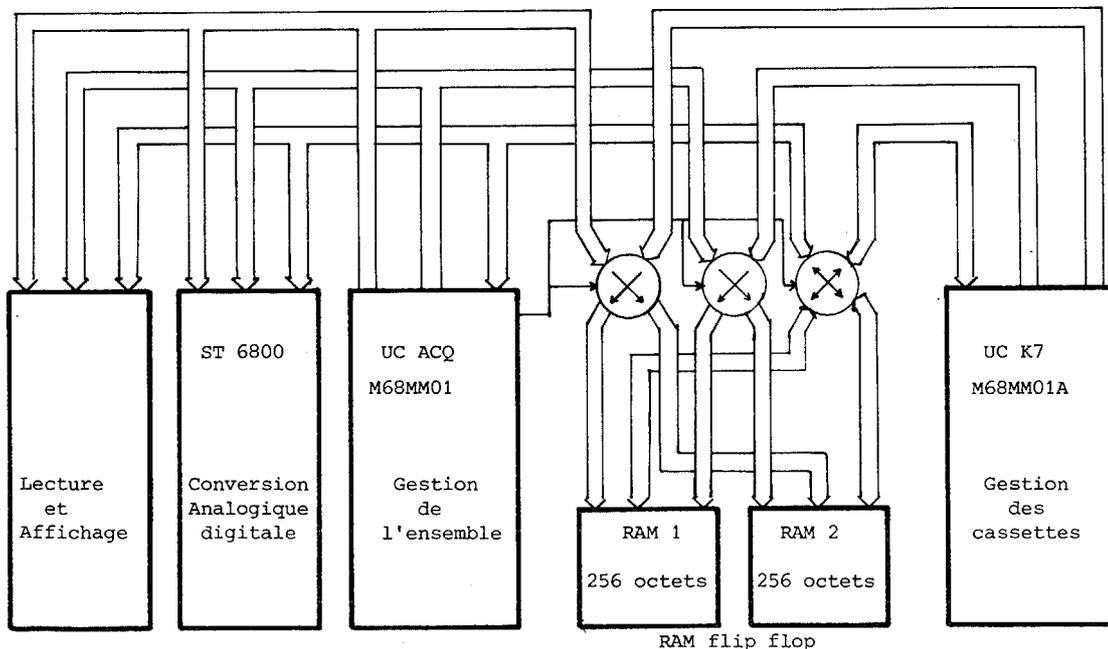


Figure 3

SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES

par la méthode d'identification nous ont conduits à :

- la possibilité d'acquérir 8 voies analogiques à 40 Hz (ou 16 voies à 20 Hz) ;
- un codage sur 12 bits à 50 K Hz ;
- des blocs de longueur fixe égale à 240 octets.

La difficulté d'effectuer l'acquisition et l'enregistrement des données en temps réel, nous a amenés à séparer ces deux fonctions et à les faire exécuter par deux microprocesseurs partageant deux zones de mémoire commune utilisée en bascule (figure 3).

Ces organes sont constitués par deux microprocesseurs Motorola du type 6800 accompagnés de dispositif d'entrée sortie.

- L'un des microprocesseurs chargé de l'acquisition des signaux analogiques, effectue les mesures et leur rangement dans la zone mémoire commune qui lui est affectée ;
- l'autre microprocesseur chargé de l'enregistrement effectue les transferts à 6 K Hz vers la cassette à partir des données contenues dans la mémoire commune.

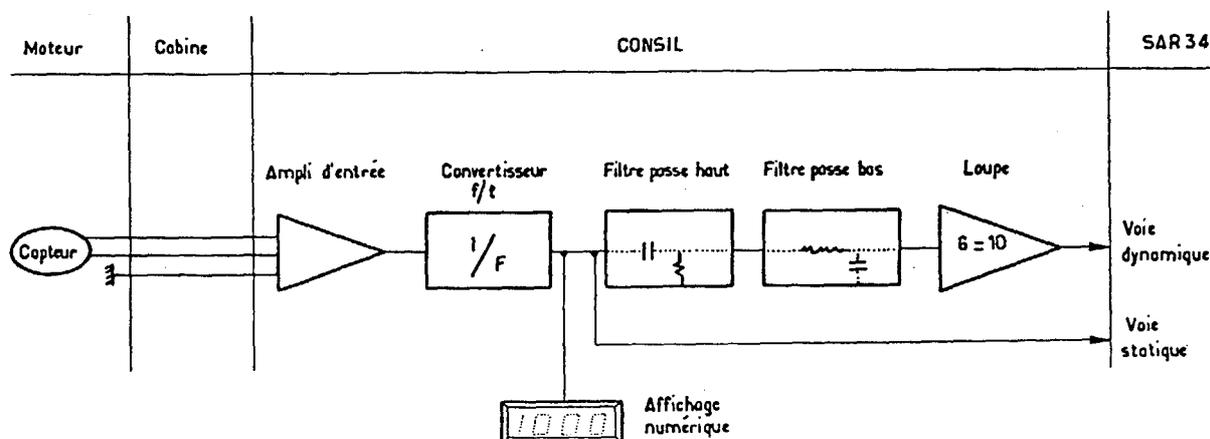
Lorsque le microprocesseur chargé de l'acquisition a rempli son bloc mémoire, il permute les affectations des mémoires communes et indique à l'autre microprocesseur, l'existence d'un nouveau bloc de données à enregistrer.

Le premier microprocesseur dénommé UACQ a pour fonction :

- la gestion du séquençement des différentes phases d'un essai ;
- le dialogue avec l'opérateur par l'intermédiaire de la face avant ;
- l'acquisition des mesures analogiques et leur rangement en mémoire ;
- le contrôle de l'autre microprocesseur gérant les cassettes (demandes d'exécution d'ordres et analyse des comptes rendus de transfert).

Le second microprocesseur dénommé UCK7 a pour fonctions :

- la prise en compte de demandes d'actions sur les dérouleurs et la communication en retour de comptes rendus de l'exécution de ces ordres ;

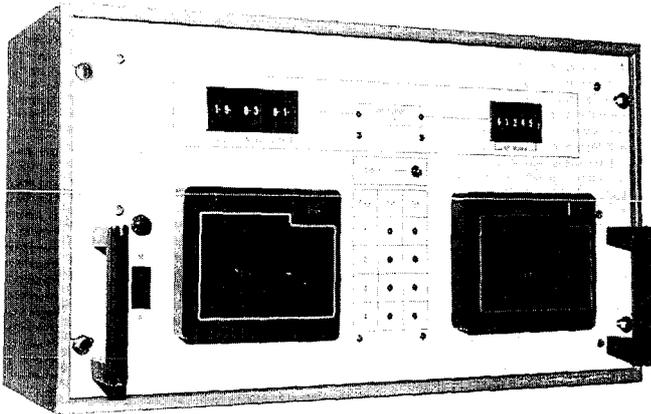




SYSTEME D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE MESURES
DES SYSTEMES SOUMIS A DES SOLLICITATIONS DYNAMIQUES

- la gestion en lecture comme en écriture des deux dérouleurs de K7.

Présentation mécanique du système decodage et d'enregistrement.



Il s'agit d'un rack de 19 pouces de 6 unités de hauteur et 560 mm de profondeur. Son poids est inférieur à 20 Kg.

7 - SYSTEME DE RELECTURE

Afin de pouvoir s'assurer de la bonne qualité des signaux acquis, un système de

relecture sur enregistreur papier a été développé.

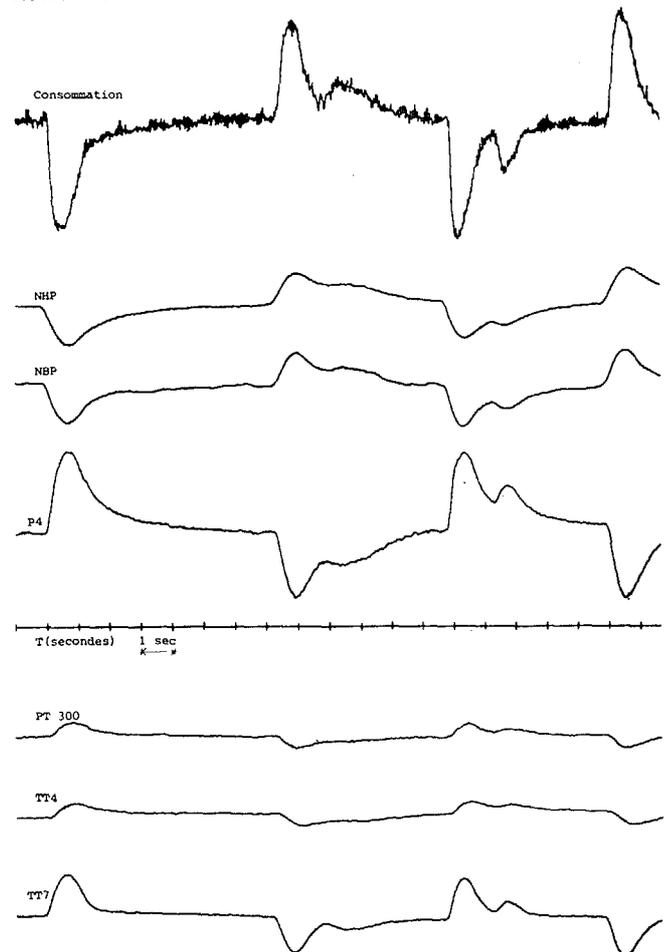
8 - CONCLUSION

Ce matériel, initialement développé pour l'acquisition de mesures sur moteur LARZAC, est actuellement modifié pour permettre son utilisation sur moteur MARBORE.

Principalement lié à la méthode d'identification (enregistrement statique et enregistrement dynamique grâce à l'effet loupe), il peut néanmoins, au prix de légères adaptations, être utilisé pour l'étude de systèmes très variés.

En effet, le traitement numérique, entièrement microprogrammé permet toutes les variantes d'enregistrement nécessaires. Il en est de même pour le conditionneur analogique, qui, se présentant sous la forme de cartes personnalisées autorise l'utilisation de capteurs de toutes origines.

Exemple de signaux lus après enregistrement :



REFERENCES

- [1] C.BASKIOTIS, J.RAYMOND, A.RAULT
"Jet engine mechanical diagnosis"
18th IEEE Contr.Dec.Cong.1980, pp.648-650
- [2] C.BASKIOTIS, J.P.BRAULT, Y.DEREKX,
A.RAULT, J.A.VIDEAU
"Sûreté de fonctionnement des systèmes
physiques"
Journées SURF, ADI, 1981, pp.195-211