Giacintec

Mesure, Télémesure, Equipement

Catalogue télémesures analogiques

Page 2 : Vous avez dit télémesure, les moyens analogiques

Page 3 : Concept et mono voie

Page 4 et 5 : Monovoie suite et multivoie

Page 6 et 7 : Multivoie suite et antennes

Page 8 : Antennes suite

Page 9 : Alimentations et alimentations inductives

Page 10 : Alimentations inductives suite et environnement Température

Page 11 : Environnement humidité, pression, vibrations, chocs

Page 12 : Constitution d'un ensemble télémesure, Emetteurs

Page 13 : Récepteurs, alimentation inductive, antenne, support d'émetteur

Page 14 : Autres prestations, Kit d'intervention

Page 15 : Location, intervention sur site, formation, type d'applications

Page 16 : Type d'applications

Vous avez dit télémesure ?

La télémesure est un moyen de transmission de mesures à distance. Le terme télémétrie correspond à une mesure de distance ce qui fait un sérieux distinguo.

Qui a mémoire de Defense Electronics, Microcom Corp, Aydin Vector … Accurex ?
La transmission sans fils de mesures a évoluée. Des moyens militaires dédiés aux essais missiles utilisés par l'industrie aux dispositifs 'bande FM' d'Accurex, le chemin a duré près de dix ans. Le développement de la télémesure industrielle courte distance a commencé son évolution vers 1975, en 1983, Datatel s'imposait en France grâce aux efforts de Mécaptélec. En 1993 MCE fabriquait ses moyens de télémesure en France. Tout s'est enchaîné : l'inductif et les systèmes Manner, Datatel tentait l'infrarouge, MCE tablait sur le FM/FM, le Bluetooth puis le WiFi. Giacintec et TCE ont repris l'activité de MCE en apportant de sérieuses améliorations.

Les moyens radio ont évolué et des dispositifs pour les transmissions thermiques se sont engouffrés dans le brèche. Microstrain TC Link utilisant un protocole IEEE802.15.4 sur la bande 2,45 GHz, Mesa-SystemtechnikInpud T. basé sur l'inductif, Saw Senseor basé sur le RFID dans des bandes de fréquences de 125 KHz à 1 3,56 MHz en empiétant sur l'UHF, les Transpondeurs RFID Melexis communiquant en 13,56 MHz …

Bref, le 'bas coût' veut faire de la télémesure le 'Bluetooth ou le WiFi' du futur en assimilant la mesure à la transmission de données classique.

L'idée est pertinente jusqu'à un certain point, des télémesures 'machines simples', peu coûteuses et moyennement performantes avec des limites en bande passante, en tenues thermiques, en tenues aux accélérations et aux chocs ou en autonomie existent. Mais à y regarder de plus près, la plupart de ces dispositifs fonctionnent en numérique.

Le numérique c'est bien mais d'une part les mesures sont traduites en 'mots' et ces mots intègrent le bruit sans en faire état altérant la précision et d'autre part, les horloges des moyens digitaux ne permettent pas de réaliser du 'temps réel' comme l'analogique.

En gros, tous ces dispositifs sont dédiés à des phénomènes lents et n'intègrent pas la notion de calage en temps réel des mesures les unes par rapport aux autres.

Les moyens analogiques

A faire pas cher on fait moins bien. Dépassé la centaine de Hz voire le millier en monovoie, il ne reste plus grand monde. En annonçant 10 KHz pour un monovoie, 5 KHz sur un 3 voies et 1 KHz sur 8 voies, l'analogique ne craint pas grand-chose.

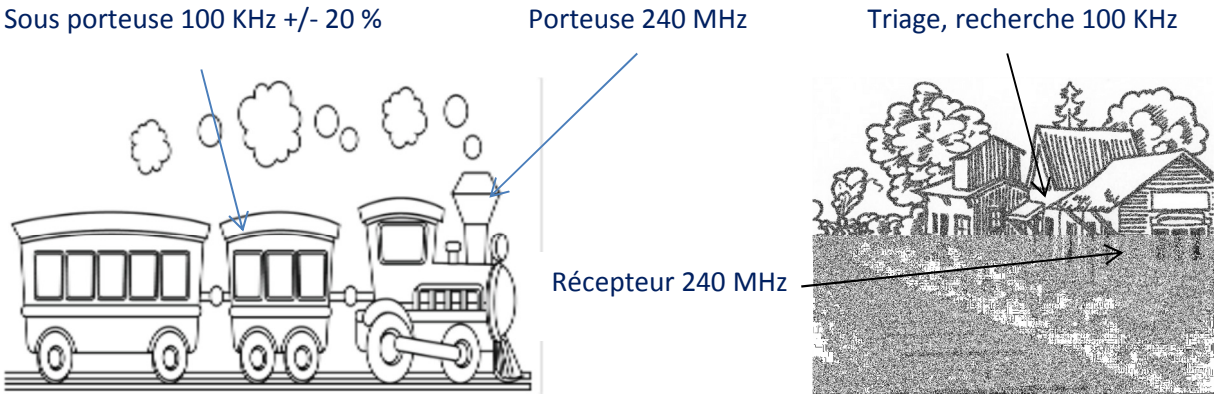
Pour les mesures thermiques où il est rare d'être pressé de voir la réaction d'un couple thermoélectrique ou d'une sonde platine, les bandes passantes sont acceptables. Pour des mesures de déformations avec des jauges, les limites sont fixées aux régimes établis.

L'intérêt de la transmission sans fils est de pouvoir être implanté directement sur les organes à mesurer, par exemple pour une mesure de couple de torsion à ne pas interrompre la chaine cinématique. Ceci a pour conséquence une meilleure précision et la transmission des transitoires.

Dès lors que l'on aborde la mesure purement dynamique de vibration, choc ou pression, les bandes passantes minimales sont de l'ordre de 1000 Hz et il n'est pas rare de voir des demandes pour 10 KHz voire 20 KHz.

Concept

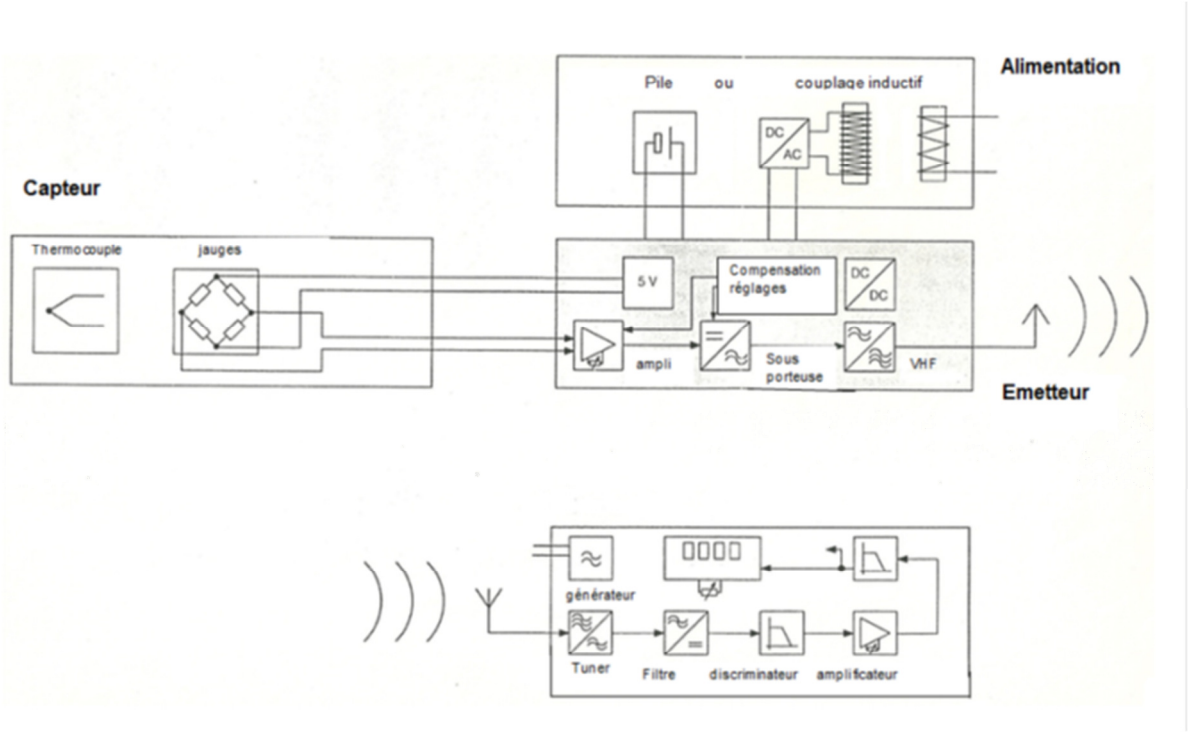
Le capteur est raccordé à un conditionneur qui peut l'alimenter en 5 V régulé. La sortie du capteur est prise en charge par, suivant le cas, une compensation de soudure froide, un convertisseur de charge et ou un amplificateur différentiel. Le signal est formaté, équilibrage du zéro et réglage de gain au niveau de l'amplificateur. La sortie de l'amplificateur est traduite en fréquence de sous porteuse de 100 KHz +/-20%. La sous porteuse module la fréquence d'émission choisie dans la bande P élargie de 150 à 300 MHz. L'antenne d'émission permet à la fréquence d'émission ou porteuse de voyager sur plus de 10 mètres pour être reçue par l'antenne de réception. La fréquence reçue est traitée avec un filtre passe bande pour retrouver la sous porteuse. La sous porteuse est ensuite traduite en tension +/- 5 ou +/-10 VDC puis éventuellement filtrée.



Mono voie :

La partie embarquée est alimentée par piles ou induction. Le signal redressé alimente trois étage : conditionneur, sous porteuse et émetteur.

Le récepteur capte la porteuse, un filtre passe bande retrouve la sous porteuse puis une conversion fréquence tension restitue le signal mesure.

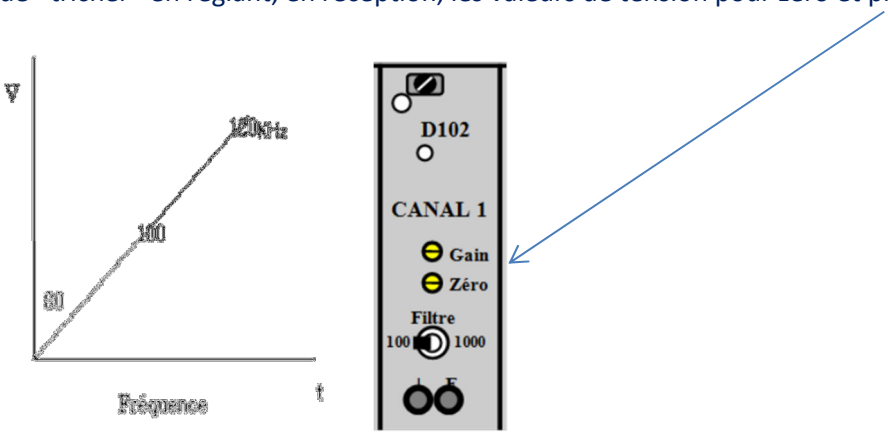


Le signal mesure est ‘ calibré ‘ sur la partie mobile. Il n’existe aucun moyen d’effectuer des réglages sur la partie mobile en termes de zéro et de gain une fois que les valeurs sont déterminées par résistances fixes.

La mesure amplifiée à +/- 2,5 V sera représentée par 100 KHz +/- 20 %. 0 V = 100 KHz; - Pleine échelle : 80 KHz et le + Pleine échelle : 120 KHz.

Les résistances de précision ne permettent pas d’obtenir des valeurs aussi fines mais un accès à la valeur de sous porteuse en fréquence permet de savoir ce que sont les écarts.

Il est alors possible, après un étalonnage physique, de prendre en compte les valeurs vraies ou bien de ‘ tricher ‘ en réglant, en réception, les valeurs de tension pour zéro et pleine échelle.



Les dispositifs monovoie

Emetteur monovoie	Pont de jauges 1/1 à ¼ de pont	Couple thermo électrique	piézoélectrique	LVDT	ICP
Fréquence porteuse	170 à 270 MHz (150 MHz à 300 MHz)				
Modulation	FM/FM				
Puissance d'émission	5 mW (7 mW)				
Alimentation capteur	5 V +/- 0,1%	Sans objet	Sans objet	A définir	18 – 30 V / 4- 20 mA
Compensation de soudure froide	Sans objet	T, J, K etc...	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Gain	Réglage par résistance extérieure				
Dérive thermique	+/- 0,04 % / °C				
Linéarité	+/- 0,1 % / P.E.				
Bande passante	0 à 5 KHz ou 0 à 10 KHz (-3dB) ou 20 Hz à 20 KHz (-3dB)				
Tenue en accélération	25 000 g en centrifuge (plus en option)				
Plage de température	- 20°C à + 120°C				
Alimentation	7 à 12 VDC piles ou induction				
Dimensions	Diamètre 27 x l 26 x mm ou sur mesure ou ruban				

Multi voie :

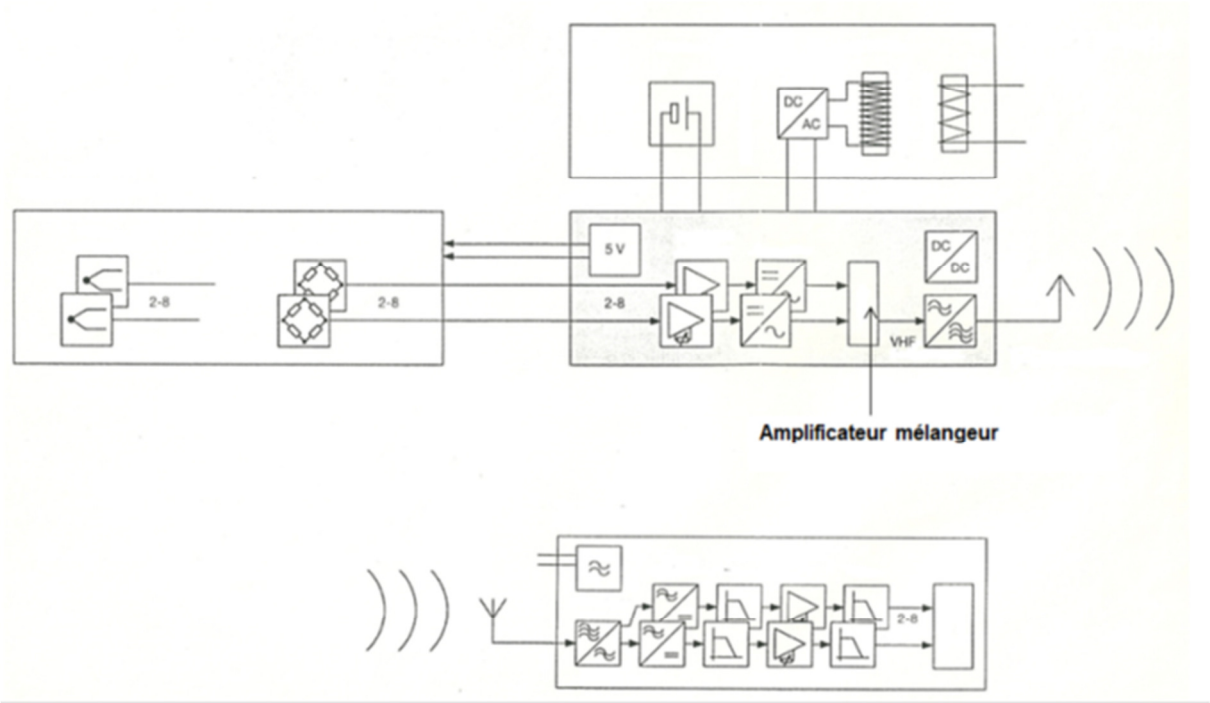
Le principe consiste à choisir plusieurs sous porteuse décalées. Chaque conditionneur possède une sous porteuse qui, à l'instant t, donne une fréquence. Les fréquences sont mélangées par un multiplexeur de fréquence et c'est le multiplex qui module la porteuse.

Le multiplex de fréquence permet d'associer, dans une porteuse, différentes sous porteuses à un instant t. Les sous porteuses sont transmises simultanément en temps réel

En réception, chaque voie se voit attribué un filtre passe bande pour retrouver chaque sous porteuse et les traduire en tension.

Les tensions restituées sont l'exact reflet des sous porteuses transmises et reçues.

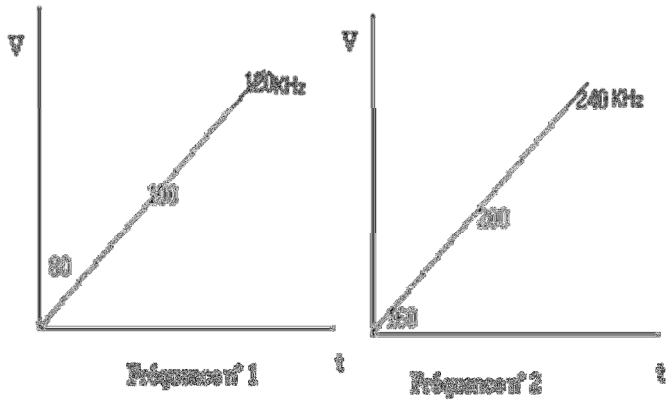
Les sorties tension sont réglables individuellement pour le zéro et pour le gain.



A l'instant t, si les voies sont toutes deux à l'équilibre, on obtient 100 KHz et 200 KHz, le multiplex module le 240 MHz et, en réception, les deux voies sont en phase avec, pour chacune, une bande passante du continu à 10 KHz (-3dB).

Il est facile de disposer des voies en phase d'une voie à l'autre mais aussi d'un émetteur à l'autre. Les émetteurs décalés en fréquence, exemple 240 MHz et 260 MHz, transmettent, en même temps et en phase les voies simultanées et en phase également.

Il est alors possible, sur 4 roues d'un véhicule, de mesurer les 6 composantes d'efforts par roue et de restituer les 24 voies simultanément et en phase.



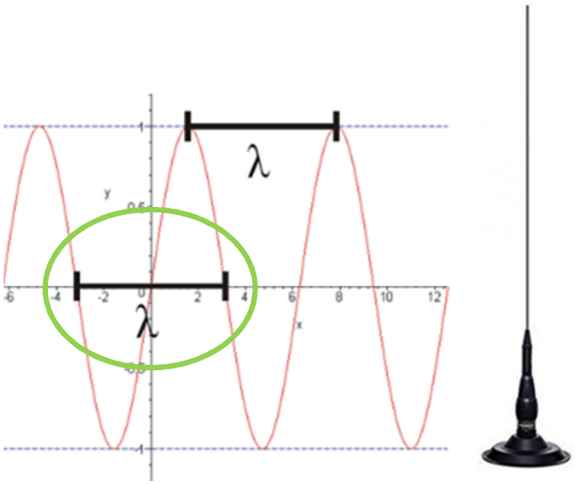
2 voies porteuses transmises simultanément

Ci-dessous exemple de récepteur 6 voies

Les dispositifs multi voie

Emetteur multivoie	2 voies	3 voies	4 voies	5 voies	6 voies	7 voies	8 voies
Linéarité de transmission	+/- 0,2 %						
Bande passante	DC-10 KHz	DC – 10 KHz	DC – 5 KHz	DC – 2 KHz	DC – 2 KHz	DC – 1 KHz	DC – 1 KHz

Les antennes



La longueur d'onde ʎ correspond à :

ʎ0 : La longueur d'onde dans le vide = c : vitesse de la lumière 300 Mm/s divisée par v la fréquence de l'onde soit pour une fréquence porteuse de 250 MHz : 300 / 250 = 1,2 mètres.

Une antenne de 0 mètre n'émet aucun signal, une antenne ʎ/2 non plus et une antenne de la longueur d'onde non plus.

Une bonne antenne est d'une longueur ʎ/4 ou bien 2/3 de ʎ.

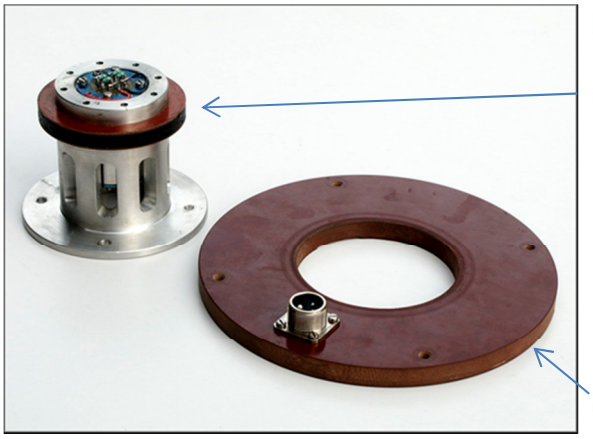
Donc pour 250 MHz ¼ d'onde = 30 cm.

Dans la réalité, à courte distance, une antenne de quelques centimètres fera l'affaire. L'antenne n'est pas directionnelle, elle peut donc, sauf obstacle transmettre vers n'importe quelle antenne de réception.

L'antenne de réception, s'il s'agit d'un brin, sera de ¼ d'onde, s'il s'agit d'une antenne intégrée dans une géométrie mécanique, elle sera d'une longueur la plus proche possible du quart ou du ¾ d'onde. Si l'antenne est incurvée à la façon d'une portion de cercle il conviendra d'éviter tout chevauchement susceptible de créer des ondes stationnaires. De même il est essentiel de découpler l'antenne d'un support métallique.

L'antenne d'émission est usuellement intégrée au support d'émetteur. L'antenne de réception peut, alors, être A-Mh à socle magnétique ou bien intégrée dans un primaire d'alimentation inductive.

Pour certains grands diamètres, il est possible d'utiliser plusieurs antennes d'émission pour un seul émetteur ou plusieurs antennes de réception pour un seul récepteur. Il convient alors d'utiliser des coupleurs d'antennes.



Les antennes ne répondent pas à des règles strictes dans le monde réel. Ainsi une antenne installée dans une boîte métallique non-étanche peut se trouver inutile parce que dans une cage de Faraday ou bien très efficace si le métal sert de guide d'onde.

Pour certaines applications, l'expérience ou les essais permettront de définir si une antenne rayonne correctement ou non.

Dans tous les cas les antennes sont ajustées en labo ou sur site par nos spécialistes.

Alimentation

Un émetteur peut-être alimenté par une ou plusieurs piles suivant la durée de fonctionnement. Pour des raisons de capacités de piles, de tenues thermiques et de tenues aux accélérations nous préconisons des piles Lithium.

Dans le cadre d'accélérations, les + et moins des piles doivent être soudés. Ceci complique sérieusement le montage.

Lors de miniaturisation d'alimentations pour des mesures de chocs importants, des piles cylindriques empilées peuvent être utilisées. La plupart des piles cylindriques possèdent un positif mécaniquement embouti. Il est essentiel d'intégrer les piles dans de la résine dans la mesure où l'écrasement de la partie emboutie brise le conducteur positif interne.

La consommation d'un émetteur mono voie permet un fonctionnement permanent avec une pile 9 V sur une durée de plus de 8 heures en comptant la consommation d'un pont de jauges.

Cependant, dans de nombreux cas, les utilisateurs préfèrent utiliser un couplage inductif.

Embarquer un commutateur pour une mise sous tension rapide d'un émetteur pas une pile n'est pas une idée lumineuse. Il est possible de prévoir un dispositif de pontets à souder, plus fiables en accélérations et dans le cas de chocs et de vibrations.

Couplage inductif

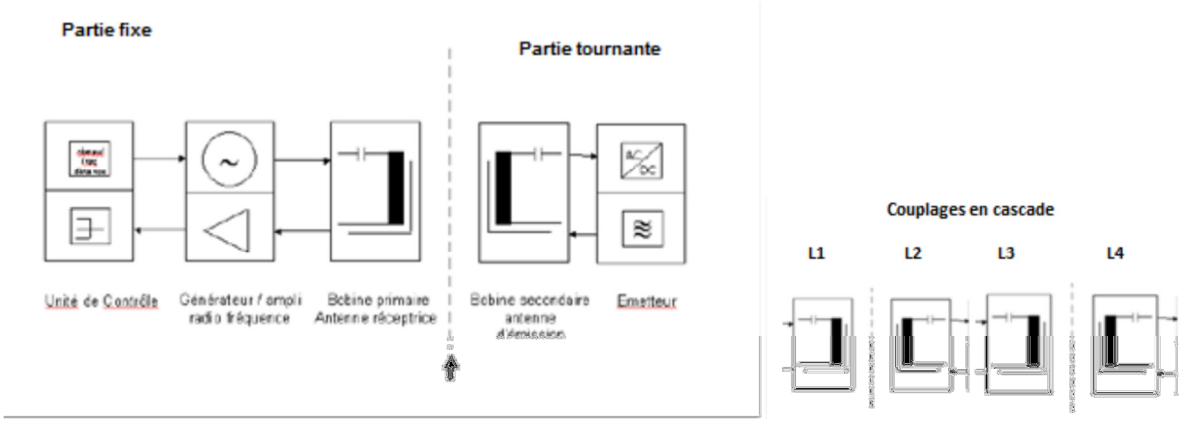
Le couplage inductif est un transformateur dont l'entrefer est représenté par de l'air. Le primaire, en partie fixe, est un bobinage alimenté par une tension alternative. Ce primaire induit le signal sur la bobine secondaire. L'ensemble est réalisé sous forme d'un circuit résonnant avec d'un côté une capacité en série et de l'autre une capacité en parallèle. Le signal reçu est redressé puis régulé pour fournir l'équivalent du signal d'une pile 9 V.

La perte entre le primaire et le secondaire est d'environ 50 %. Il est possible d'utiliser plusieurs couplages inductifs en cascade en tenant compte de la perte de 50 % par couplage.

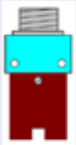
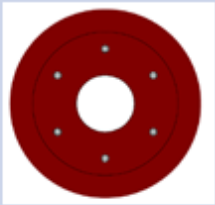
La distance usuelle entre primaire et secondaire est de 10 mm max soit +/- 5 mm.

Il est possible d'avoir des distances plus importantes sous réserve d'augmenter la puissance des générateurs et les volumes des bobines primaires.

Il est possible de réaliser des couplages en cascade sachant que les pertes sont à chaque fois de 50 %.



Les alimentations inductives

Alimentation inductive		
Générateur	30 à 50 VA, 20 KHz	Le générateur délivre un signal alternatif puissant à la bobine primaire dotée ou non de ferrites pour orienter le flux. Le secondaire reçoit l'énergie. Primaire et secondaire sont montés en circuit résonnant. Le signal induit est ensuite redressé et régulé.
Primaire Soit sous forme de bloc soit annulaire		
Secondaire Support, de préférence en matériau non magnétique ou protégé entre métal et bobinage par du Mumétal.		

Environnement des dispositifs

Température

Les émetteurs de télémesure tiennent, spécifications catalogue, de -20 à +80°C ou -40 à +120°C. Les récepteurs ont des tenues moindres en température.

Des essais ont été menés avec succès en froid -100°C et en chaud 125°C mais les émetteurs ne sont garantis que pour les caractéristiques catalogue.

Les couplages inductifs et les émetteurs ont une tendance à élever la température des moyens embarqués, la tenue à 120°C tient compte de ce phénomène.

Une ventilation de l'émetteur permet des tenues plus importantes.

Humidité

Les émetteurs de télémesure fonctionnent en milieu humide, la limite demeurant la condensation et le ruissèlement qui créent une pellicule liquide sur la surface recevant les plots à souder, générant de possibles fuites de courant entre broches ou des courts circuits. En cas de forte humidité ou d'immersion, la partie raccordement électrique doit impérativement être protégée et être rendue étanche.

La transmission d'un émetteur dans un milieu liquide fonctionne dans la mesure où la distance entre antennes d'émission et de réception est très faible. Usuellement les moyens alimentés en inductif et possédant une antenne intégrée dans le primaire et dans le secondaire fonctionnent.

Les instrumentations dans carter rempli d'huile, sur des organes fonctionnant sous l'eau sont donc possibles.

Pression

Les émetteurs sont encapsulés dans des boîtiers remplis de résine époxy et les broches à souder rigides sont solidarisés de l'émetteur par la résine. Les couplages inductifs et leurs antennes sont également intégrés dans une résine. Dépression et surpressions par rapport à l'atmosphère sont donc sans effet jusqu'à certaines limites en surpression.

Accélérations centrifuges

Les émetteurs supportent de fortes accélérations centrifuges, habituellement de l'ordre de 20 000 ou de 30 000 g. L'accélération centrifuge dépend de la vitesse de rotation et du diamètre de l'élément tournant en tenant compte de l'instrumentation (ω^2 R, ou $2\pi f^2$.D/2).

Les couplages inductifs tiennent aux accélérations centrifuges sous réserve de mécanique de support adaptée.

Vibrations

Les émetteurs de télémesure supportent de fortes vibrations.

Chocs

Les émetteurs de télémesure ont fait l'objet d'essais lors de tirs de projectiles, Embarqués dans une munition 25 000 à 30 000 g les émetteurs ont été réutilisés plusieurs fois.

Constitution d'un ensemble de télémesure

Conditionneurs (-40 à +120°C)

J	Jauges de déformation 120 à 1000 Ohm ¼, ½ ou pont complet
C	Amplificateur de charge (préciser le nombre de pico Coulomb/unité de mesure)
T	Température couple thermoélectrique (préciser le couple ex : T, J, K t etc …)
S	LVDT
V	Tension
I	Courant
O	Sans préampli
E	ICP

Emetteurs Monovoies

(-20 à +85°C intégrant le conditionneur)

101-J-XX	Jauges
101-C-XX	Charge
101-T-XX	Température
101-S-XX	LVDT
101-V-XX	Tension
101-I-XX	Courant
101-0-XX	Sans préampli
101-E-XX	ICP

(-40 à +120°C intégrant le conditionneur)

201-J-OS	Ruban jauges
201-C-OS	Ruban charge
201-J-XX	Jauges
201-C-XX	Charge
201-T-XX	Température
201-V-XX	Tension
201-I-XX	Courant
201-0-XX	Sans préampli
201-E-XX	ICP

-XX définie la forme et la dimension des boîtiers
D'autres possibilités existent sur demande

Emetteur Multivoie sans conditionneur (-40 à +120°C)

202	2 voies
203	3 voies
204	4 voies
205	5 voies
206	6 voies
207	7 voies
208	8 voies

Un émetteur multivoie doit être associée à un nombre de conditionneurs correspondant.

Lors de la fabrication les conditionneurs seront intégrés sous le même boîtier que l'émetteur.

Exemple 3 voies : Modèle 203 avec conditionneur J + T + C.

Récepteurs

Monovoies	
M 501	Boîtier à poser sur table
C 501	Coffret
R 501	Rack

Boîtier sur table

Coffrets	Rack	
C 502	**R 502**	2 voies
C 503	**R 503**	3 voies
C 504	**R 504**	4 voies
C 505	**R 505**	5 voies
C 506	**R 506**	6 voies
C 507	**R 507**	7 voies
C 508	**R 508**	8 voies

Coffret

Rack

Alimentation inductive

P 104 comprenant générateur P 104, bobine B 102 et secondaire diamètre max 150 mm
P 103 comprenant générateur P 103, bobine primaire B 102 et secondaire diamètre max 150 mm

Suivant les puissances nécessaires, les primaires inductifs comprennent des matériaux non ferreux usinés, un bobinage ajusté en fil de cuivre et des ferrites d'orientation des flux inductifs. Les secondaires incluent une conception et un dimensionnement machine peuvent être sous forme de demi coquilles ou monobloc dans un matériau type Céleron avec des usinages particuliers, un ou plusieurs bobinages cuivre montés sur Mumétal et résinés.

Antenne

Modèle A-Mh
Antenne à socle magnétique avec câble et connectique
Antenne spécifique sur demande

Support d'émetteur

Plans et réalisation spécifique

Autres prestations

Calculs de corps d'épreuve, collage de jauges, fournitures de capteurs, timbrage, équilibrage, calibrations, étalonnages.

Kit d'intervention

Le kit d'intervention comprend une valise de transport, un émetteur monovoie, un récepteur monovoie et une antenne ainsi que cordon d'alimentation et cordon BNC / BNC mesure, un cordon permettant le suivi, au niveau d'un récepteur du signal de la sous porteuse en fréquence, un tournevis de réglage, une ou plusieurs piles 9 V Lithium, un jeu de résistances de réglage de gain, des serre flex et un mini support émetteur et piles ainsi qu'un manuel d'utilisation sous forme papier et informatique.

Ce kit peut être complété avec des jauges de déformation et les produits de collage à chaud ou à froid, un ou plusieurs accéléromètres piézoélectriques, un ou plusieurs couples thermoélectriques ou autres capteurs.

L'ensemble permet d'utiliser un moyen de transmission sans fil de type plug and play sur site client avec réponse analogique +/- 10 VDC avec une bande passante du continu à 10 KHz. Le récepteur est doté de deux filtres passe bas commutable.

Il est possible d'adjoindre un ensemble alimentation inductive avec adaptateurs pour différents diamètres d'arbres de transmission et un support d'émetteur compatible.

Location

Des moyens de télémesure peuvent être proposés à la location, principalement des monovoies et le plus souvent pour jauges de déformations.

La durée de location s'exprime en semaine et exclue la formation à l'utilisation des moyens de mesure ainsi que tout capteur et toute mécanique d'adaptation.

La location est proposée à partir d'une semaine et jusqu'à trois mois (trois mois représentant le coût d'un matériel neuf).

L'utilisateur doit disposer d'une assurance pour le matériel.

Intervention sur site

Il est possible de prévoir des interventions sur site : nous consulter.

Formation

Les moyens de télémesure sont réputés Plug and Play, il est néanmoins possible de prévoir une formations pour des techniciens.

Type d'applications

Il existe une multitude d'applications possibles. Lorsqu'une application est identifiée, il est capital de considérer l'ensemble mécanique de la machine puis le ou les points d'implantations du ou des capteurs et les pièces pouvant recevoir un support d'émetteur et, si nécessaire, un secondaire inductif. Dès lors que les zones sont identifiables, des plans doivent être communiqués pour la réalisation d'une étude dimensionnelle d'implantation.

Classique mesure de couple de torsion

L'idéal est de ne pas interrompre la chaine cinématique et, en conséquence, d'utiliser l'organe entre partie entraînante et partie entraînée. A défaut, il convient de calculer un corps d'épreuve et de considérer son mode de fixation. Dans tous les cas un calcul permet de déterminer le nombre de micro déformations escompté et donc la tension électrique en sortie. De là l'implantation d'un pont de jauges, de la télémesure et de son alimentation.

Déformation d'aubes de turbines

Comme pour le couple de torsion, un soin particulier est investi dans le choix et le collage des jauges en fonction de calculs.

Multi-composante d'efforts

Les multi-composantes d'efforts tournantes sont rares et l'un des exemples les plus impressionnants est la roue dynamométrique. Le couple à la roue est perturbé par les efforts verticaux et par le braquage. Les trois couples interagissent et doivent être mesurés simultanément. La télémesure permet de restituer les trois valeurs simultanément ainsi que les trois forces et pour parfaire la mesure de liaison sol il est possible, avec une télémesure 8 voies d'obtenir la pression du pneu et sa température en supplément. L'utilisation de plusieurs télémesures, une sur chaque roue donne l'ensemble des mesures en temps réel.

Mesures vibratoires

La vibration peut être mesurée sur un ou plusieurs axes (3) comme cela a été réalisé sur des axes tournants de trains.

Mesures thermiques

Une application très particulière est la mesure thermique des disques de freins. Les moyens optiques : pyromètres monochrome ou bicolores n'aiment pas franchement la couleur des disques de freins surchauffés et ne mesurent qu'une moyenne puisqu'ils ne tournent pas. L'implantation de couples thermoélectriques dans l'épaisseur du disque est donc une solution cohérente. Si les couples sont lents en réponse par rapport à la réalité, le différentiel d'un couple à l'autre peut monter en bande passante et la télémesure en temps réel, multivoie, répondre à la demande.

Pression dynamique

En fonction des vitesses de rotation et des harmoniques, les pressions dynamiques peuvent, rapidement avoir un intérêt au-delà de 15 000 Hz sur un ensemble tournant, c'est une application presque classique des télémesures analogiques.

Analyse modale

Lier la mesure vibratoire à une mesure impulsionnelle d'effort est un classique de l'analyse modale. Sur des structures importantes, les capteurs sont à poste fixe et reliés par câble, le marteau d'impulsion est déplacé et sa liaison filaire est toujours source de soucis. Une télémesure en temps réel peut toujours apporter une solution à ce problème.

./