

Préambule

L'alimentation permanente des émetteurs de télémessure placés sur des pièces mécaniques en mouvement pose un problème.

L'usage de piles ou de batteries n'est possible que sous certaines conditions, d'une part, la durée de fonctionnement est limitée, il convient de disposer d'un espace suffisant, les températures doivent être limitées et les contraintes mécaniques telles qu'accélération ne doivent pas excéder certaines limites.

Comme il est courant d'observer des conditions de fonctionnement hors de ces critères, il faut envisager d'autres solutions pour apporter de l'énergie aux émetteurs embarqués.

Boucles pour une alimentation inductive

Faraday a découvert l'induction en 1831, il créa un champ magnétique à partir d'un courant traversant un conducteur. Lorsque le conducteur est parcouru par un courant alternatif, le champ magnétique, ainsi créé, est également alternatif.

L'introduction d'un autre conducteur électrique dans ce champ magnétique alternatif, génère au travers de ce conducteur une tension alternative.

La valeur de la tension induite dépend de l'intensité du flux magnétique et du nombre de conducteurs présents dans le champ électrique.

L'application la plus connue de ce procédé est le transformateur qui, grâce à une quelconque combinaison entre flux magnétique et rapport de transformation (nombre de spires au primaire et au secondaire), peut amplifier, ou atténuer, n'importe quel courant ou tension.

Ce procédé est utilisé pour réaliser l'alimentation électrique des émetteurs de télémessure dans les cas où les conditions de fonctionnement et d'environnement l'imposent.

Ne pas confondre l'alimentation inductive, transformateur électrique dont l'entrefer est de l'air, et le générateur mécanique qui suppose une rotation d'un rotor par rapport à un stator, le transformateur n'impose pas de rotation et fonctionne parfaitement à l'arrêt.

L'éventail des possibilités d'application est d'autant plus élargit que l'alimentation inductive peut-être employée pour plusieurs émetteurs, sa durée d'utilisation est illimitée, la température ambiante au droit du couplage inductif n'est limité que par la tenue des matériaux. L'espace occupé par l'apport en énergie est restreint et les tenues à des accélérations centrifuges considérables est possible (plus de 100 000 g).

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

T.C.E.

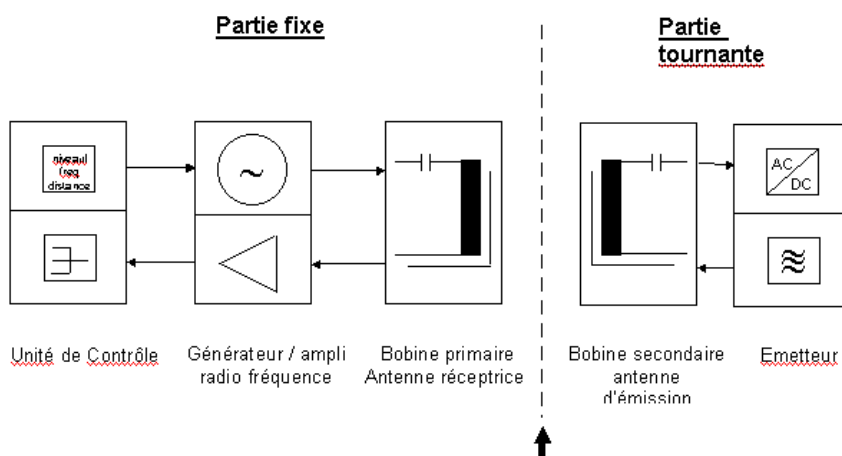
Télémessure, Capteurs, Electronique

Dans certains cas, la discontinuité du champ magnétique ou les pertes par courants de Foucault limitent le rendement ou l'efficacité du couplage électromagnétique. Il est donc indispensable de disposer de générateurs de courants alternatifs à forts rendements, soit de procéder à des essais rendus impératifs par le spécificité des pièces fixes et mobiles.

La maîtrise du sujet ' alimentation inductive ' est le fruit de l'expérience, l'improvisation n'est pas permise.

Ce qui suit représente un aperçu des possibilité de ce procédé.

Principes



L'agencement d'un couplage inductif est représenté ci-dessus. Deux bobines, l'une primaire, l'autre secondaire sont en vis à vis. L'entrefer de ce transformateur est représenté par de l'air.

La partie fixe fait appel à un générateur, de 30 VA minimum, qui fournit l'énergie à un bobinage primaire. La fréquence du courant alternatif délivré par le générateur est fonction des applications et plus particulièrement de la bande passante de la mesure transmise. Habituellement, la fréquence utilisée est de 30 KHz, beaucoup plus importante que les 5 ou 10 KHz de bande passante usuelle, loin des fréquences de transmission. On note une capacité, en série avec le bobinage primaire.

Dans certains cas, le générateur inductif est un module enfichable dans le rack récepteur mais, ce peut être aussi, un module séparé.

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

7 rue Gounod,

94 400 Vitry sur Seine – France

Tel : 33 (0) 1 46 80 96 91

Mobile : 33 (0) 6 84 61 15 46

Courriel : giacintec@aol.com

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

708 Av. de Caupos

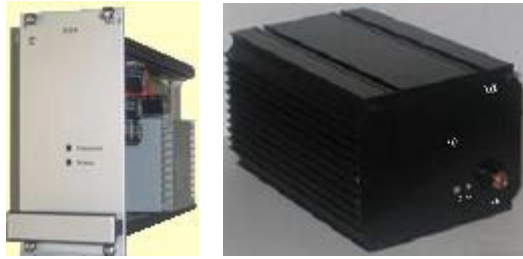
40 600 Biscarrosse - France

Tel : 33 (0) 5 58 78 16 48

Mobile : 33 (0) 6 71 33 55 77

Courriel : tce40@hotmail.fr

Giacintec **Mesure, Télémessure, Equipement**



T.C.E. **Télémessure, Capteurs, Electronique**

Le modèle enfichable, P104 se retrouve, le plus souvent dans les racks récepteur mais il peut, aussi, être intégré dans un rack séparé pour faciliter le passage d'une application à une autre. Le modèle P103, module portable est utilisé avec les récepteurs sous forme de coffrets et il en existe une version ' mobile ' pour des essais véhicule.

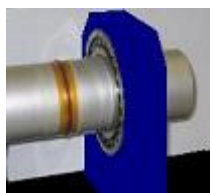
La longueur de câble entre générateur et bobine primaire est dépendante de différents facteurs dont la section des fils véhiculant le courant alternatif. Il convient de ne jamais oublier que les valeurs de courant sont faibles et que l'augmentation de la résistance de ligne du câble peut, rapidement devenir pénalisante. De même, la connectique doit être particulièrement soignée, le jeu dans les contacts, infime soit-il, ajoute à la résistance en ligne et prive la partie bobine primaire d'une quantité d'énergie. La conséquence est, de toute évidence, un entrefer ' air ' moindre (dans le meilleurs des cas) ou un affaiblissement tel que la quantité d'énergie n'est plus suffisante pour le bon fonctionnement de la partie embarquée.

De là, un soucis d'économie d'énergie au niveau des capteurs. Si un pont de jauges de 350 Ohm alimenté en 5 Volt consomme 14,28 mA, un pont de 750 Ohm consommera 6,66 mA soit 2 fois moins. Multiplié par plusieurs pont de jauges pour un seul émetteur, le bilan énergétique devient rapidement considérable.

Le secondaire ou partie ' mobile ' de l'alimentation est solidaire de la pièce en mouvement, il s'agit de la bobine ' réceptrice ' suivi d'un redresseur de la tension alternative induite et d'une pré-stabilisation de la tension continue.

On note, sur le premier schéma, un condensateur au niveau de la bobine secondaire. Ce condensateur n'est pas en série mais en parallèle. En effet, en relation avec l'inductance des bobines, la fréquence de résonance en série (C1-L1) et la fréquence de résonance parallèle (C2-L2) permettent d'augmenter le rendement de ce transformateur. Les valeurs L et C dépendent du diamètre des enroulements, du nombre de spires et du milieu ambiant.

L'accord du couplage électromagnétique est ' semi-automatique ' mais on retrouve souvent des réglages de fréquence et d'amplitude sur le générateur pour optimiser l'alimentation lorsqu'elle est installée en ' réel '.



La photo ci-contre montre un montage de présentation ou un bobinage secondaire est installé directement sur un arbre. La partie ocre jaune est constituée de fils de cuivre émaillé recouvert d'un adhésif de protection. Le fil rouge superposé à la bobine est un brin d'antenne émettrice. Cette configuration est la plus simple employée pour réaliser un secondaire inductif

Mécanique et environnement

Giacintec
Mesure, Télémessure, Equipement
7 rue Gounod,
94 400 Vitry sur Seine – France
Tel : 33 (0) 1 46 80 96 91
Mobile : 33 (0) 6 84 61 15 46
Courriel : giacintec@aol.com

T.C.E.
Télémessure, Capteurs, Electronique
708 Av. de Caupos
40 600 Biscarrosse - France
Tel : 33 (0) 5 58 78 16 48
Mobile : 33 (0) 6 71 33 55 77
Courriel : tce40@hotmail.fr

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

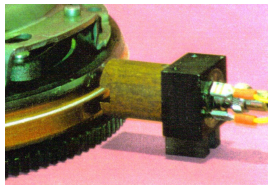
T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

Les primaires inductifs doivent être disposés, en permanence, en vis à vis des secondaires. Les primaires, sous la forme la plus efficace mais la plus contraignante sont des anneaux que l'on dispose, à poste fixe autour d'un anneau réalisé sur l'arbre tournant. Cette configuration de deux anneaux concentriques donne les meilleurs résultats mais s'avère souvent peu pratique pour les montages. De la configuration de deux anneaux concentriques à une configuration de deux anneaux en vis à vis, il n'y a qu'un pas vite franchi. Ce montage est utilisé lorsque ceci est possible et donne les mêmes bons résultats que les anneaux concentriques avec les mêmes problèmes de montage.

Il est possible de réaliser primaires et secondaires annulaires sous forme de demi coquilles. Le rendement est moins bon que lorsque les bobines sont fermées car ce sont deux bobinages distincts qui sont alors reliés entre eux.

D'autres possibilités d'agencement peuvent être utilisées :



La photo ci-contre montre un primaire inductif sous forme de cylindre faisant face à un secondaire disposé sur la périphérie de la pièce tournante.

La partie ocre jaune sur la pièce tournante est le secondaire, le brin blanc l'antenne.

Le primaire peut être réalisé sous forme de cylindre, de parallélépipède ou sous toute autre forme. Le bobinage est alors tout aussi classique que dans le cas des primaires annulaires mais le rendement est encore appauvri. Pour améliorer, très sensiblement l'efficacité de la bobine primaire, des ferrites sont utilisées pour orienter le flux.

L'idée des ferrites est tout aussi exploitable au niveau du secondaire.

Ceci amène à considérer des supports, pour le primaire, bien entendu, mais aussi, éventuellement pour le secondaire. Si les contraintes d'accélération centrifuge le permettent, les secondaires inductifs peuvent aussi être réalisés en deux demi coquilles et permettre un montage/démontage rapide.

Des lors que les accélérations centrifuges sont importantes, le bobinage est préparé sur un support sécurisé mécaniquement sur la pièce tournante ou bien préparé directement sur cette dernière.

Pour des accélérations centrifuges très importantes, la préparation du secondaire est réalisée sous vide pour éviter tout problème.

Cette préparation est réalisée avec une couche d'isolant électrique sur laquelle on dispose une feuille de Mumétal qui ne sera pas reliée à la masse pour prévenir les pertes par courant de Foucault. Un nouvel isolant vient couvrir le Mumétal et les spires de fils émaillés sont alors enroulées sur cette base. Une résine synthétique vient consolider ce montage puis une très fine couche de résine ou de vernis vient parachever cette préparation.

Puisque cette préparation est encapsulée dans une résine, l'ensemble est étanche et, sous réserve que le raccordement électrique soit étanche, le secondaire peut fonctionner immergé.

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

7 rue Gounod,

94 400 Vitry sur Seine – France

Tel : 33 (0) 1 46 80 96 91

Mobile : 33 (0) 6 84 61 15 46

Courriel : giacintec@aol.com

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

708 Av. de Caupos

40 600 Biscarrosse - France

Tel : 33 (0) 5 58 78 16 48

Mobile : 33 (0) 6 71 33 55 77

Courriel : tce40@hotmail.fr

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

dans un fluide, au même titre que la bobine primaire peut le faire. Ceci amène à dire qu'un couplage inductif fonctionne lorsqu'il est immergé dans un fluide. Comme la propagation d'une onde est, normalement, facilitée par la densité d'un liquide, par rapport à la densité de l'air, il est possible d'affirmer que le fonctionnement d'une télémessure immergée est possible. Toutefois les distances sont à considérer, sauf dans le cas de couplage inductif où la distance entre antenne est la même qu'entre primaire et secondaire et par conséquent, relativement faible.

Montages particuliers

Le couplage inductif simple : un primaire, un secondaire n'a pas un rendement excellent, les pertes d'énergie induites par l'air sont conséquentes. Il est parfois indispensable de réaliser un couplage inductif multiple en cascade. Un primaire induit sur un secondaire qui transmet l'énergie à un second primaire qui induira à son tour l'énergie sur un second secondaire.

Cette solution est utilisée lorsque les pièces tournantes d'une même chaîne cinématique ne tournent pas en phase, dans le même sens et ou à la même vitesse.

C'est le cas d'un moteur thermique où l'arbre tourne par rapport au palier et où la tête de bielle tourne par rapport à l'arbre, il faut, pour apporter de l'énergie sur la bielle, réaliser un double couplage inductif.

D'autres montages particuliers sont utilisés lorsque la rotation est suspendue à un système se déplaçant verticalement. Un premier couplage sera réalisé sur la tige verticale mue sur le vecteur z, puis le secondaire transmettra l'énergie à un primaire qui viendra induire le signal sur un second secondaire disposé sur la partie tournante.

De nombreux autres exemples pourraient être donnés. Chaque application, chaque machine fait l'objet de la recherche d'une solution efficace et simple.

La problématique sur un banc de fatigue est très différente de celle sur l'arbre de transmission d'un véhicule terrestre. La solution pour un rouleau de papeterie et très éloignée de celle pour un four de cimenterie et la conception d'une alimentation sur une turbopompe n'a rien de commun avec celle utilisée pour un four de rotomoulage.

Conclusion

Comme noté plus avant, le couplage inductif ne s'improvise pas, malheureusement le calcul ne suffit pas non plus, il faut énormément d'expérience et parfois des essais pour offrir une solution viable dans le cadre d'une application donnée.

Il est arrivé que des maquettes en bois, représentant la machine, soient réalisées pour dégrossir l'agencement du couplage inductif. Puis, dès lors que la solution fonctionne très bien avec une quantité d'énergie utilisable largement supérieure au besoin, des essais, soit en réel, soit sur maquettes de mêmes matériaux que la machine, permettent d'affiner la conception et les réglages pour garantir un fonctionnement dans ' la vraie vie '.

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

7 rue Gounod,

94 400 Vitry sur Seine – France

Tel : 33 (0) 1 46 80 96 91

Mobile : 33 (0) 6 84 61 15 46

Courriel : gjacintec@aol.com

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

708 Av. de Caupos

40 600 Biscarrosse - France

Tel : 33 (0) 5 58 78 16 48

Mobile : 33 (0) 6 71 33 55 77

Courriel : tce40@hotmail.fr

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

Même avec toutes ces précautions, il arrive qu'il faille du temps pour parvenir au bon résultat.

Ceci a valeur pour les applications complexes, l'expérience facilite la réflexion, la conception et la réalisation pour les applications plus courantes ou une forme de standard ' sur mesure ' est réalisé.

Ces quelques lignes avaient pour but de rendre l'idée du couplage inductif plus claire. La réalisation d'un couplage inductif, comme dit plus haut, n'est pas si simple et rares sont les utilisateurs qui conçoivent leurs propres couplages.

./

J.L. Rouvet

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

Giacintec

Mesure, Télémessure, Equipement

7 rue Gounod,

94 400 Vitry sur Seine – France

Tel : 33 (0) 1 46 80 96 91

Mobile : 33 (0) 6 84 61 15 46

Courriel : gjacintec@aol.com

T.C.E.

Télémessure, Capteurs, Electronique

708 Av. de Caupos

40 600 Biscarrosse - France

Tel : 33 (0) 5 58 78 16 48

Mobile : 33 (0) 6 71 33 55 77

Courriel : tce40@hotmail.fr