

RFID – système d'identification sans fil

Une technologie promise à un grand essor

Les RFID sont les codes-barre de demain – les étiquettes sont identifiées par un système sans fil. Aucune pile n'est nécessaire, l'énergie étant transmise par le champ électrique. Cependant il n'existe pas une seule et unique technologie RFID pour toutes les applications: parfois la distance est trop grande, parfois le conteneur métallique dérange ou le contenu liquide cause des problèmes. Pour ces raisons, il existe des RFID pour les champs forts et les champs faibles, cela dans différentes bandes de fréquence.

Peu de personnes savent ce qui se cache derrière cette curieuse abréviation «RFID», mais beaucoup l'ont dans leur poche ou leur sac à main: RFID pour Radio Frequency Identification Devices, soit système d'identification par radiofréquence. Dissimulée – à peine perceptible depuis l'extérieur – dans la clef de voiture ou de maison, dans le badge d'entrée au

Peter Jacob

bureau ou dans les abonnements des remontées mécaniques, dans un bouton de manteau ou ailleurs, la RFID nous facilite la vie quotidienne. A l'aide de cette technologie des contrôles d'accès sont effectués et des inventaires triés.

Mais revenons-en à la technique: Les puces modernes peuvent contenir des millions de transistors tout en consommant si peu de courant que l'énergie transmise par onde radio suffit à faire démarrer le chip. Un chip RFID réunit sur une minuscule plaquette de silicium d'env. 2x3 mm une mémoire électronique, la EEPROM, une antenne émettrice-réceptrice, une commande pour le réglage de la tension et tout un «méli-mélo» électronique pour la commande des composants. Le chip ne contient que deux raccordements externes par lesquels il est relié à travers une petite antenne. L'antenne est soit une petite bobine (figure 1) soit, comme p. ex. pour les étiquettes, une boucle imprimée ou perforée (figure 2). Dans le premier cas, nous parlons d'un couplage par inductance de champ fort, alors que dans le deuxième cas nous parlons d'un transpondeur (marqueur) à rayonnement pour

lequel le champ électrique est dominant pour le transfert de l'énergie.

Comment l'énergie est-elle transmise?

Afin de comprendre comment ces méthodes sont capables de transporter suffisamment d'énergie vers la puce électronique, nous nous penchons tout d'abord vers un exemple du quotidien: les brosses à dents électriques. La plupart du temps, celles-ci sont sans fil. Afin de procéder au chargement de leur accus, elles sont à ranger dans un support. Pour qui regarde de plus près, force est de constater qu'il n'y a pas de fiches pour le transfert du courant électrique. L'extrémité inférieure de la brosse renferme une bobine, entièrement protégée par le boîtier en plastique. La pièce opposée se trouve dans le sup-

port et est placée précisément à l'endroit de réception de la brosse. Si un courant alternatif est alors créé dans la bobine du support, un courant est induit dans la bobine de la brosse. Celui-ci est ensuite redressé à l'aide de diodes et amené à l'accu.

Puisque le champ magnétique de la bobine dans le support baisse en fonction du cube de la distance, ce principe ne peut fonctionner que dans un rayon très proche. Nous parlons alors du champ proche. Le même principe est ainsi applicable aux marqueurs RFID à champ fort: le support de la brosse à dents va être remplacé par un appareil lecture/écriture dans lequel est placée une bobine fournissant de l'énergie. Vu que le chip – au contraire de la brosse à dents – se contente de quelques micro-ampères pour des tensions oscillant entre 2 et 5 volts, le rayon d'action possible peut se situer dans une fourchette allant de quelques centimètres à un demi-mètre au maximum (figure 3). De tels systèmes RFID opèrent dans une bande de fréquence allant jusqu'à 13,56 MHz (voir tableau).

Si de plus hautes fréquences sont utilisées, relevant p.ex. du domaine de la radiotéléphonie (860 MHz), on parle de transpondeurs à rayonnement puisque le champ électrique responsable du transfert de l'énergie ne baisse plus que proportionnellement à la distance (l'énergie du rayonnement baisse en fonction du carré de la distance). Des portées de quelques



Figure 1 Exemples de types de construction et mises en capsule de l'antenne à bobine. Le noyaux à ferrite et la bobine en cuivre sont bien visibles sur les marqueurs en verre (à droite).

bandes de fréquence	distance de saisie approx. max.	fonctionnement en environnement métallique	vitesse de transmission des données	sensibilité thermique (déplacement de fréquence!)
125 kHz	50 cm	faisable	max. 4 kBit/s	faible
13,56 MHz	50 cm	très difficile	env. 25 kBit/s	forte
868-915 MHz	quelques mètres	extrêmement difficile	env. 1 MBit/s	forte
2,45 GHz	quelques mètres	impossible	variable selon la génération de chip	forte

Les fréquences pour la RFID et leurs caractéristiques

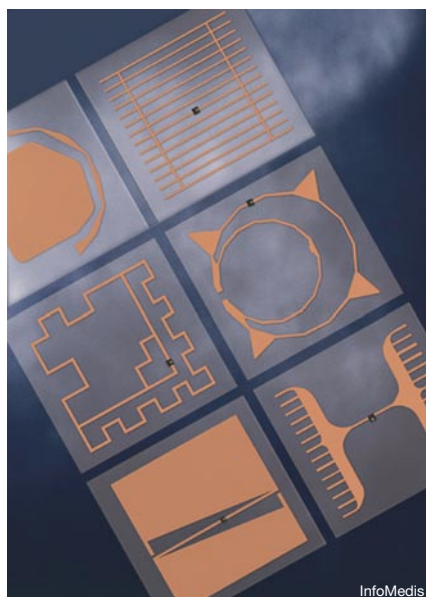


Figure 2 Différentes versions avec des antennes à dipôle incrustées pour marqueurs à champ faible

mètres ne représentent donc aucun problème. Les bobines servant d'antenne ne sont cependant pas bien adaptées à cette bande de fréquence, il est plus judicieux d'utiliser alors des boucles imprimées, perforées ou gravées, soit des dipôles ouverts repliés. Avec cela, le transfert d'énergie est toujours suffisant puisque les chips ne sont pas bien gourmands. Un petit hic tout de même: ceux qui se souviennent encore des expériences de physique et des fils de Lecher savent que la quantité d'énergie transmise varie selon que le récepteur est situé au ventre de tension ou au point zéro. Dans la vie de tous les jours, on connaît ce phénomène de l'auto-radio. On a syntonisé la radio sur un bon émetteur mais on se trouve à la limite de la portée de celui-ci. A l'approche, même lente, d'un feu rouge la réception commence à se brouiller. Et une longueur de roue peut faire la diffé-

rence pour que la réception de la station souhaitée s'améliore ou se détériore drastiquement. Les ondes électromagnétiques subissent de par les réflexions contre les façades de maison et autres obstacles – de manière plus ou moins marquée selon l'ondulation locale et l'antenne de réception – des renforcements ou suppressions pouvant influencer la réception. Puisque ce principe de la physique est également valable pour la RFID dans le champ de rayonnement, il est important que celle-ci soit déplacée lors de la lecture afin d'assurer qu'elle se trouve au moins pendant un court laps de temps dans un état de réception maximum. Les RFID du champ à rayonnement (ou champ faible) travaillent dans une bande de fréquence à partir de 860 MHz (voir tableau).

Si de plus grandes portées sont nécessaires, plusieurs centaines de mètres, les développeurs font alors appel aux marqueurs RFID actifs. Mais ceux-ci sont sensiblement plus chers, plus grands et

limités dans leur durée de vie / liberté de maintenance. Les dispositifs de ce type pourvoient leur émetteur en énergie au travers d'une pile interne à longue durée dès que le récepteur capte un signal du terminal de lecture. Ceci soit dit en passant puisque le présent article veut se concentrer sur les systèmes RFID passifs et sans pile.

Non seulement lire, mais aussi écrire

Si un marqueur RFID – ou tag RFID, comme on les appelle plus fréquemment – est approvisionné en électricité du fait qu'on l'approche d'un appareil de lecture, il commence aussitôt à émettre les données résidant dans sa mémoire. La bobine, tout comme l'antenne doublet, servent non seulement de fournisseur d'énergie mais aussi d'antenne émettrice et réceptrice. La transmission des données est possible dans les deux sens, l'opération est absolument symétrique. La mémoire de la puce pour la clef de voiture ne doit donc pas être programmée avant son implantation. Le transfert s'effectue de la même manière que l'émission de données, sous forme de flux de commande et de données allant maintenant du terminal de lecture vers le chip. Pour transmettre les informations, une modulation d'amplitude est créée. Simplifié, on peut dire que le marqueur se trouve dans une «résonance variable» au champ émetteur de l'appareil de lecture, de sorte que dans ce champ de l'énergie est soustraite en quantités variables mais minimales ce qui se fait remarquer dans le flux du courant de l'antenne de l'appareil de lecture comme signaux correspondants.

Figure 3 Le principe des RFID à champ fort et à champ faible

(a) Un «transformateur» à haute fréquence sert aussi bien à l'approvisionnement énergétique du chip qu'au transfert des données dans un système RFID à champ fort. (b) Quant aux RFID en champ faible, une antenne à dipôle sert à l'approvisionnement énergétique du chip et au transfert des données.

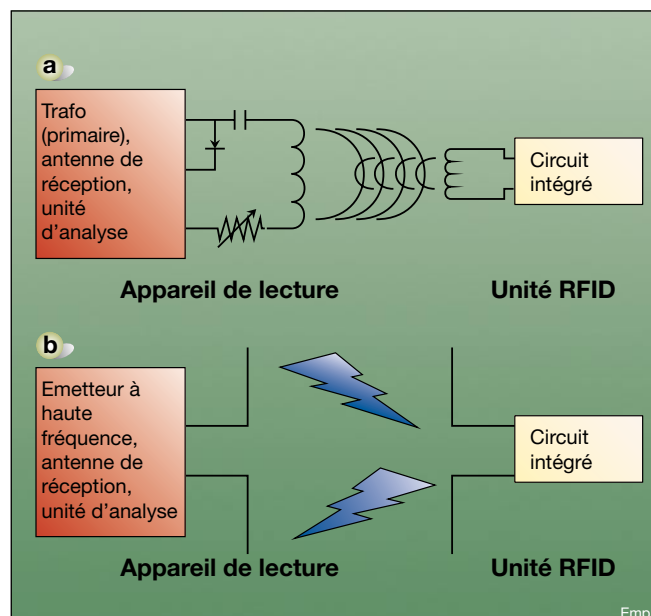




Figure 4 Transpondeur RFID à champ fort sous verre encollé dans le métal

Mis à part les différents rayons d'action déjà mentionnés, il existe toute une série d'autres avantages et désavantages qui sont à prendre en considération suivant le type de marqueur et de bande de fréquence (mais dont nous mentionnons ici seulement les aspects les plus importants). Alors que suite aux largeurs de bandes plus grandes pour des fréquences plus hautes une transmission de données plus rapide est possible, entraînant également de plus grandes quantités de données, les antennes à dipôle nécessaires pour la même performance ne sont malheureusement pas miniaturisables à souhait, même pour des longueurs d'onde très courtes, au contraire de la bobine RFID à basse fréquence. A cela s'ajoute la forte perturbation de la résonance en environnement métallique ou liquide, imaginez p.ex. une étiquette RFID sur une bouteille de boisson, sur un fût ou sur des outils métalliques. Pour cette raison, sous de telles influences, les marqueurs RFID à rayonnement ne sont pas utilisés ou seulement avec des antennes et des installations de fixations spécialement développées à cet effet. Les systèmes inductifs de la RFID à champ proche par contre sont ici beaucoup moins sensibles. Aussi leurs antennes peuvent être miniaturisées

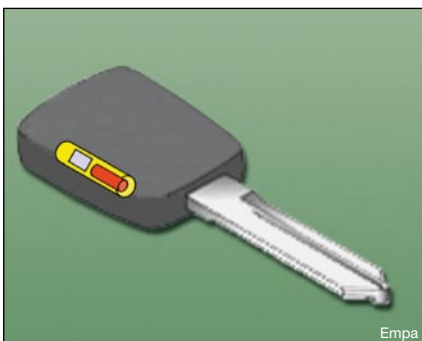


Figure 5 Anti-démarrage identifié par la RFID dans la clef de voiture

Clef avec marqueur et chip (gris) et bobine (rouge) sous verre ou matière plastique (jaune)

Figure 6 Les RFID présentes en blanchisserie

Hautes exigences quant à la fiabilité dans des conditions extrêmes (humidité, température, pression)



presque à souhait et adaptées à l'application voulue (figure 4). Un résumé des aspects essentiels est également contenu dans le tableau ci-contre.

La RFID dans la clef de voiture

Les applications les plus anciennes et les plus répandues sont probablement les systèmes anti-démarrage dans la clef de voiture (figure 5) et les contrôles d'accès dans des clefs ou des cartes à puces sans contact tels qu'on les connaît dans les stations de ski. Dans ces cas, les données stockées dans la puce sont comparées aux informations de l'ordinateur central resp. de l'ordinateur de bord de la voiture. Seulement en cas de concordance l'accès est autorisé. Les clefs de voitures de classe supérieure peuvent même être pourvues de données personnelles comme les paramètres pour la position des sièges ou le réglage du miroir. Si ensuite la voiture est utilisée par différentes personnes, chacune disposant de sa propre clef, ces réglages sont effectués automatiquement avant le départ. Tandis que les clefs sont équipées de marqueurs RFID à champ proche, les cartes à puce, les tags et les étiquettes peuvent être équipées avec l'une ou l'autre application.

La RFID remplace le code à barres

Dans beaucoup de domaines, les codes-barres habituellement utilisés jusqu'à présent sont remplacés ou complétés par des systèmes RFID. L'avantage par rapport à l'utilisation unique du code-barre est évident: un appareil de lecture à proximité est suffisant. Il n'y a plus à faire une saisie optique pour chacun des éléments comme avec un lecteur code-

barre. De plus, des quantités de données plus grandes se laissent non seulement stocker mais aussi modifier. Ceci est extrêmement précieux pour la traçabilité, soit le suivi d'un processus et d'un événement ou lors de l'envoi de colis puisque chaque tâche est enregistrée individuellement dans la puce RFID et notée puis actualisée selon son statut: terminé, non terminé. L'industrie automobile a su utiliser cette caractéristique en incorporant un tag RFID à la carrosserie en y stockant les données pour l'équipement à option et en y introduisant également le suivi des étapes spéciales de production telles que modifications ou corrections ultérieures. Une autre application se retrouve auprès des grandes entreprises de blanchisserie. Là, des milliers de blouses de travail de personnel hospitalier, l'une plus identique à l'autre, sont lavées quotidiennement et peuvent être attribuées aisément à la bonne clinique, à la bonne personne, grâce au bouton contenant un tag.

Ces deux applications montrent clairement la large palette d'exigences envers la RFID ce qui résulte en l'impossibilité de produire des solutions toutes prêtes, pour ainsi dire «clefs en mains». Le tag RFID de la production automobile doit supporter de très hautes températures durant peu de temps, p. ex. lors des soudures à la carrosserie. Le bouton d'un vêtement par contre, équipé par RFID (figure 6), est soumis à une humidité extrême (durant le lavage), au risque de déformation (pression au repassage) et à des variations de températures. D'autres applications déjà bien établies aujourd'hui se trouvent dans la production animale. La puce RFID retrace l'origine des animaux, pensons à un cas de suspicion de vache folle. Mais éga-

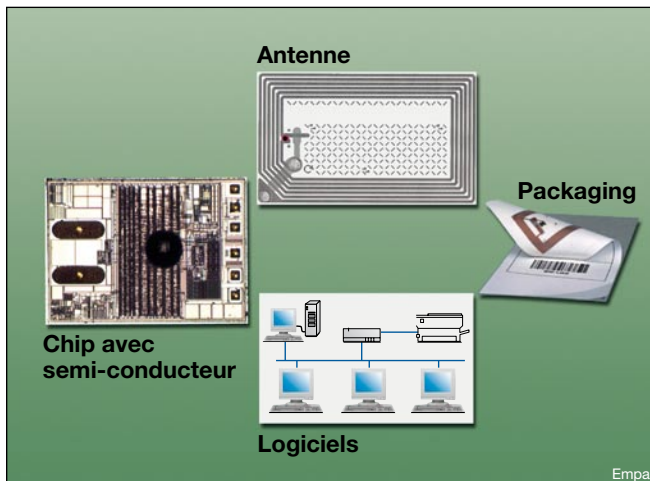


Figure 7 Les composants d'un tag RFID ici illustrés par une étiquette à coller

lement dans le domaine de l'outillage, les tags RFID ont fait leur entrée. Ainsi lors du service de maintenance des avions, un contrôle effectué pour le retour des outils permet de déceler l'outil oublié par mégarde dans les turbines.

Des marqueurs sur mesure

Les exigences diverses quant au type de construction, à la fiabilité et aux conditions environnementales font que des solutions personnalisées sont demandées. S'agit-il d'un grand nombre de pièces à produire, ces frais sont pris en charge par le fabricant des composants RFID lui-même. Pour les PME toutefois, ce sont les intégrateurs-système indépendants qui s'en occupent. Les adaptations vont du chip et de l'antenne à la technique de connection en passant par le boîtier

et le terminal de lecture/écriture jusqu'à l'intégration des moyens informatiques (figure 7). A partir de composants individuels et standardisés, disponibles sur le marché, l'intégrateur-système «compose une toile» pour livrer ainsi une solution satisfaisant la demande.

Le potentiel de la RFID

Les avantages de la technologie RFID face aux codes-barres largement répandus, mais aussi face aux techniques usuelles de sécurité d'aujourd'hui laissent présager le potentiel énorme de cette technique. Pour un avenir proche et futur les mots-clefs à nommer pour les applications en grande série sont certainement: étiquettes de prix des grandes surfaces, billets de banque, passeport biométrique ainsi que cartes de crédit et cartes de fidélité. Le point de mire du développement dans les PME sera la technologie médicale, les services de sécurité, la personnalisation de produits et la combinaison de la RFID et des senseurs. Même que ces applications sont en partie déjà réalisées.

Mais la multitude d'applications possibles ouvre forcément la discussion et appelle des questions critiques autour de la protection et de la sécurité des données ainsi que des interrogations quant au bien-fondé de certaines applications. Une étude récente de la EMPA St-Gall, sur demande de l'Office fédéral allemand pour la sécurité des techniques de l'information, a fourni quelques réponses, eu égard au niveau scientifique actuel. Cependant les surveillants de la concurrence seront également appelés à traiter le thème, car aujourd'hui déjà bien des fabricants cachent des RFID dans leurs produits de consommation, cf. les cartouches d'encre pour imprimantes visant à aggraver voire empêcher l'utilisation de pièces de rechange provenant d'une autre

marque. Si le tag RFID est manquant, l'imprimante reste bloquée malgré une cartouche neuve.

Pour le grand bonheur des consommateurs, ces manœuvres protectionnistes sous l'angle de la concurrence restent plutôt l'exception. Par contre, la technologie RFID a vu l'apparition d'un certain nombre d'applications bien utiles et a prouvé son potentiel. Ces chances ne sont pas sans importance pour la Suisse. De nombreuses entreprises suisses sont présentes sur le marché et bien représentées dans ce domaine aussi bien au niveau développement que production des composants, allant du microchip à l'antenne en passant par le boîtier jusqu'aux intégrateurs-système. Avec cette avance technologique, ces entreprises, pour la plupart des PME, ont une excellente chance dans un marché high-tech à forte croissance.

Sur l'auteur

Peter Jacob a suivi jusqu'en 1981 des études de technologie physique à Munich. Il a ensuite accepté un premier travail chez IBM à Sindelfingen (Allemagne) dans le secteur des semi-conducteurs où il a structuré les analyses de défaut des produits. Changement en 1992 où il prend un travail dans le domaine de la formation aux clients et des conseils d'application chez Hitachi pour la microscopie à émission ionique électronique. Depuis 1993, il travaille en Suisse, à l'EPF Zurich d'abord s'occupant principalement d'électronique de puissance et micro-électronique, de techniques de fiabilité et du recyclage des déchets électroniques. Au moment de la dissolution de la Chaire pour techniques de fiabilité en 1997 il transfère toute son équipe à l'EMPA, institut de recherche attaché maintenant à l'EPF. Il y occupe actuellement un poste à 50% comme ingénieur principal à dominantes micro-électronique et analyses de défaut de la micro-structure dans le cadre d'un pool industriel résidant à l'EMPA. Mis à part les charges d'enseignement auprès de la MNT Euregio Bodensee (Haute école de la région du lac de Constance) et de l'Université technique de Munich (TU München) ainsi que beaucoup de contacts avec l'industrie, il voue l'autre moitié de son activité professionnelle aux analyses de fiabilité et d'erreurs auprès de EM Microelectronic Marin SA, un fabricant de chips RFID à la pointe du progrès.
EMPA, 8600 Dübendorf, peter.jacob (at) emp.ch

Zusammenfassung

RFID – drahtlose Identifikation

RFIDs sind die Barcodes von morgen – drahtlos werden die Etiketten identifiziert. Eine Batterie brauchen die Etiketten nicht, die Energie wird durch das elektrische Feld übertragen. Doch es gibt nicht die eine RFID-Technologie für alle Anwendungen: Einmal ist die Distanz zu gross, dann stört der Metallbehälter oder der flüssige Inhalt. Deshalb gibt es Nah- und Fernfeld-RFIDs in verschiedenen Frequenzbereichen. (Die deutsche Fassung dieses Artikels ist im Bulletin SEV/VSE Nr. 23 2005 erschienen.)

Journée technique à Yverdon RFID

Mardi, 13 juin 2006, 9 à 17 h
HEIG-VD Yverdon-les-Bains

Le nouveau marquage des objets par radiofréquence

Des exposés d'experts sur:

- Les bases de la RFID
- Les composantes de la RFID
- Les domaines d'application de la RFID
- Les aspects économiques
- Extra: présentation du nouveau passeport suisse contenant des données biométriques basées sur RFID

Prix: fr. 470.-, étudiant(e) gratuit

Infos et inscription:
www.electrosuisse.ch/itg