

Identificação por Dispositivos de Radiofrequência - RFID -

Os dispositivos de identificação por meio de rádio frequência têm atingido já desde alguns anos um estado de difusão aplicacional e comercial alargado. Tal se deve, em primeiro plano, aos desenvolvimentos de integração de componentes de rádio frequência e também a algumas técnicas dirigidas ao aperfeiçoamento destes sistemas.

Neste artigo veremos, resumidamente, algumas das técnicas mais usadas na implementação de transponders¹ de RFID (Radio Frequency Identification).

O crescimento que a indústria das comunicações móveis teve na última dezena de anos e também, mais recentemente, o surgimento em grande escala de dispositivos *wireless* para redes de computadores ajudaram a que a tecnologia de transponders se tornasse apta a atingir uma ampla diversidade de aplicações. Actualmente pequenos ASICs² são desenhados para este fim, permitindo o desenvolvimento simplificado de transponders para novas aplicações.

Os sistemas de RFIDs são basicamente constituídos por duas principais entidades: o transponder, o qual é colocado no corpo do objecto a identificar e o leitor que interroga o transponder acerca do código que estará em correspondência com o objecto agregado. A distância que separa estes dois elementos poderá ir do milímetro às dezenas de metros, de acordo com o tipo de tecnologia implementada no transponder.

Tipos de Transponders

Em função da forma de obter energia:

Os transponders podem ser:

- **passivos** - não possuem um sistema próprio de energia; são normalmente energizados pelo campo magnético/eléctrico irradiado pelo leitor;

¹ Ao longo do texto usaremos a palavra *transponder* para designar, de forma generalizada, os dispositivos de identificação que têm por função responder com dados à solicitação de um leitor (interrogador).

² Application Specific Integrated Circuit.

- **activos** - não necessitam da energia do leitor para funcionarem; normalmente possuem pequenas baterias.

Em função da frequência:

Podemos dividir os transponders em 3 grupos:

- **grupo I:** 30-300KHz;
- **grupo II:** 3-30 MHz;
- **grupo III:** \geq 300 MHz - UHF e Microondas.

Os dispositivos do grupo I e do grupo II funcionam normalmente em condicionalismo referente à teoria de campos próximos (*Near-Field*), em que o comprimento de onda do sinal é muito maior do que a distância entre o leitor e o transponder. Daí que o acoplamento entre ambos seja essencialmente, na maior parte dos casos, de natureza magnética, contribuindo para isso o facto da geometria da antena ser do tipo *loop*. Por consequência, o seu campo de funcionamento, formado pela distância entre o leitor e o próprio transponder, estende-se, tipicamente, apenas por algumas dezenas de centímetros. No entanto, são normalmente sistemas passivos que não necessitam de bateria. Por outro lado o facto de comunicarem a apenas pequenas distâncias favorece o factor de segurança.

Na necessidade de obter sistemas de transponders que alcancem maiores distâncias, tipicamente 2-15 metros ou mais, há que estabelecer métodos que se baseiem no funcionamento de campos distantes (*Far-Field*), de acoplamento por campo electromagnético. Por obviedades técnicas, os sistemas do grupo III apresentam maiores vantagens no desenvolvimento de transponders de campos *Far-Field*.

Por conveniência, os dispositivos de transponders tendem a ocupar faixas, do espectro radioeléctrico, que não carecem de licenciamento. Por exemplo, a banda dos 2.45Ghz é bastante usada, uma vez que está atribuída, pelas entidades reguladoras, com o mesmo estatuto tanto na Europa, como nos E.U.A e como no Japão.

Em função do método de resposta do transponder ao leitor:

Método:

- emissão de uma **portadora própria** gerada pelo transponder e independente do leitor;

- emissão, pelo transponder, de **sub-harmónicas** ou de **harmónicas** do sinal original enviado pelo leitor;
- **manipulação, no tempo**, da portadora original. A frequência do sinal enviado é igual à do sinal recebido;
- **reflexão ou backscatter** - a frequência do sinal enviado é igual à do sinal recebido;
- **modulação de carga** - o campo irradiado pelo leitor sofre desvios, em alguns dos seus parâmetros, provocados pelo transponder. Assim, a frequência do sinal do leitor é também igual à do transponder.

Outros factores:

Mais factores existem que podem caracterizar o tipo final de transponder, tais como: a quantidade de memória; a velocidade de transmissão de dados; os métodos de detecção e de correcção de erros; a imunidade ao ruído electromagnético; as gamas de temperatura de funcionamento; a geometria externa que influencia a colocação mais favorável do transponder relativamente à antena do leitor; o facto de o transponder ser de leitura e de escrita ou se já possui um código gravado de fábrica; a direccionalidade de campos, mais gestionável nos transponder de acoplamento electromagnético em oposição aos de acoplamento magnético ou aos de acoplamento eléctrico.

Transponder de 1 bit:

É usado normalmente em sistemas de segurança nos quais não é feita uma identificação do objecto onde está o transponder, mas apenas uma detecção da existência ou não do transponder nesse objecto. São actualmente usados na protecção anti-roubo em estabelecimentos comerciais.

Metodologias de Comunicação

Transponders de comunicação em harmónicas:

Neste tipo de sistema (Ilustração 1) o leitor (interrogador) fornece um sinal ao transponder numa frequência F_0 . O transponder vai responder através da produção deliberada, normalmente por componentes não lineares, de uma harmónica do sinal

original, tipicamente a segunda harmónica ($2F_0$). Esta é então modulada pelos dados de identificação registados no transponder. Este método permite obter bons resultados na separação dos canais de *downlink* (do leitor para o transponder) e de *uplink* (do transponder para o leitor). Este método exige uma antena que seja sintonizável em duas frequências distintas em simultâneo ou então o uso de duas antenas. Em termos legais, é difícil encontrar um par de bandas que respeitem a relação entre a frequência do sinal original e a sua harmónica e que não necessitem de licenciamento. Estes transponders não geram o seu próprio sinal, não necessitando de bateria. São muito usados em transponders de 1 bit, na área da segurança, pela sua simplicidade de construção, pois necessitam, na sua construção, apenas dos elementos que formam a antena e de um único díodo.

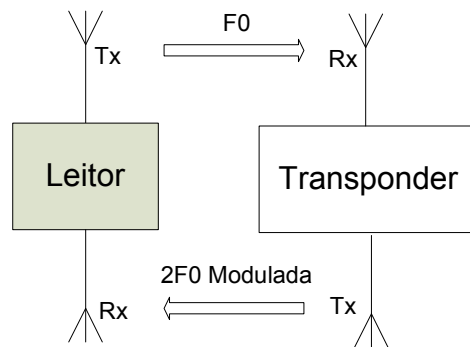


Ilustração 1

Transponders de portadora própria:

Estes transponders (Ilustração 2) respondem ao pedido do interrogador com a geração da sua própria portadora que modulam de acordo com o segmento de dados a transmitir. Permitem a leitura a longas distâncias, mesmo não usando grandes potências de irradiação, já que possuem sistemas activos de recepção de grande sensibilidade. Não são normalmente usados em aplicações de leitura a distâncias pequenas, pois não podem competir, essencialmente no preço, com os dispositivos passivos, porque necessitam de uma bateria, de dispositivos que garantam a estabilidade na frequência de microondas e de um conjunto de subsistemas mais complexos. Por exemplo, terão que ter um subsistema de avaliação do sinal recebido de um possível transponder para fazer a comutação entre o *standby* e a activação.

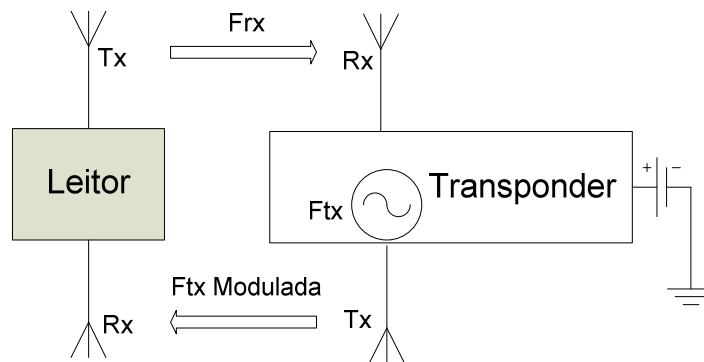


Ilustração 2

Transponders de conversão de portadora (anharmonic):

São constituídos (Ilustração 3) por uma antena que recebe o sinal procedente do leitor numa frequência F_1 , por um oscilador local a oscilar numa frequência F_2 , por um misturador que permite o batimento entre F_1 e F_2 , por um filtro de frequência intermédia (FI), por um amplificador de FI e uma antena que irradiará o sinal de FI a ser recebido pelo leitor. A modulação proveniente dos dados poderá ser feita actuando tanto no oscilador local como no amplificador de FI.

A vantagem deste método relativamente ao método que utiliza as harmónicas está na não dependência entre a frequência do sinal vindo do leitor e a frequência do sinal emitido pelo transponder. Porém, estes transponders obrigam à utilização de uma fonte de alimentação e cresce a sua complexidade pela necessidade de se ter um oscilador local estável.

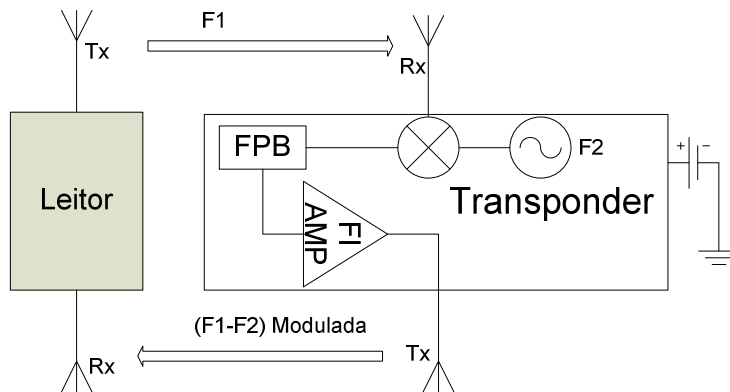


Ilustração 3

Transponders de amplificadores sequentes:

Este tipo de transponders (Ilustração 4) permite atingir distâncias similares aos transponders de portadora própria e aos transponders de conversão de portadora. Mas, com a vantagem de não produzirem eles mesmos a portadora de resposta, não necessitam de um oscilador local. O primeiro amplificador amplia a portadora enviada pelo leitor e entrega-a a uma linha de atraso do tipo SAW (Surface Acoustic Wave) de banda estreita. Este amplificador é activado pelo gerador de impulsos, o qual comanda também o amplificador 2 em complementaridade total à activação do amplificador 1. Assim, quando o sinal atinge a entrada do amplificador 2, este é activado, enquanto que o amplificador 1 é desactivado evitando realimentações indesejadas. O sinal resultante do amplificador 2 é difundido pela antena e então recebido pelo leitor. A modulação é conseguida através da actuação no amplificador 2, produzindo uma amplitude variável que é função dos bits a enviar. Para que o sistema respeite as teorias da amostragem, o gerador de impulsos deverá trabalhar numa frequência bastante superior à taxa de bits a serem transmitidos. As vantagens relativamente aos transponders de portadora própria residem na não existência de considerações relativas à estabilidade na frequência e na simplicidade, subsequente, na construção do leitor. Pode este ser do tipo *homodyne* no que diz respeito à recepção e à desmodulação do sinal enviado pelo transponder.

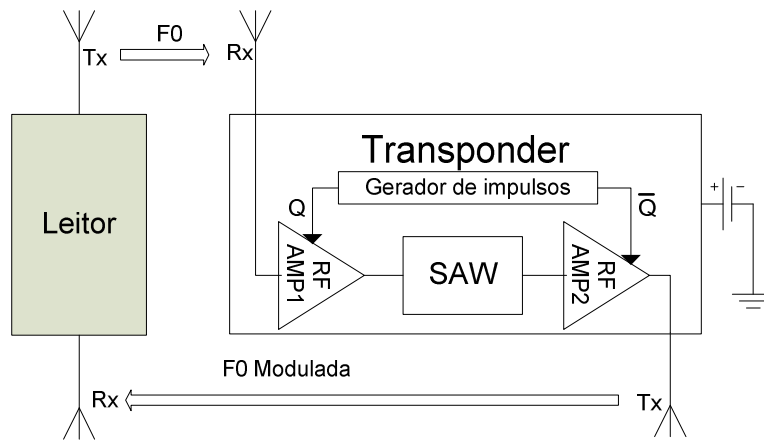


Ilustração 4

Transponders de modulação por backscatter:

A melhor taxa desempenho/custo é tipicamente conseguida pelos transponders de modulação por backscatter.

As principais funções implementadas num dispositivo deste tipo são:

- a receção do sinal de radiofrequência, emitido pelo leitor;
- o aproveitamento da energia de alimentação;
- a produção do código em bits;
- a modulação da portadora com a respectiva reflexão para o leitor.

A possibilidade de extrair a energia do leitor traz um ganho na durabilidade, na fiabilidade, na manutenção e nas condições térmicas a que é exposto, o que torna o campo de aplicação destes transponders muito grande.

Parte da energia irradiada pelo leitor é aproveitada pelos transponders e sequentemente rectificadas e filtradas. Normalmente são usados díodos de baixa tensão de condução para aumentar a eficiência na rectificação. São utilizados nas frequências de UHF, em 868MHz, ou de microondas em 2.5Ghz. Tendo em conta a atenuação provocada pela distância, a eficiência do rectificador, os consumos de funcionamento e as potências irradiadas, é possível com este método obter transponders que funcionam a uma distância de 3 metros do seu leitor, por exemplo, para a frequência de 868Mhz. Para distâncias maiores do que os 3 metros, é já necessário usar neste tipo de transponder

uma bateria de alimentação. Note-se que a energia fornecida pela bateria é usada para garantir o funcionamento da electrónica interna do transponder e não para produzir o sinal de RF que provoca a resposta ao leitor. O método de backscatter anula essa necessidade.

A teoria de radares diz-nos que as ondas electromagnéticas são reflectidas por objectos de dimensão superior à metade do comprimento de onda do sinal enviado. A eficiência dessa reflexão é dada pelo parâmetro “reflection-cross-section”. Os objectos que estão em ressonância com o sinal electromagnético que os atinge apresentam um “reflection-cross-section” elevado.

Como podemos observar na Ilustração 5, a potência $P1$ irradiada pelo leitor chega à antena, do tipo dipolo, do transponder, com um valor inferior de $P1'$. Este sinal é rectificado por $D1$ e $D2$ e servirá para despoletar a saída de *standby* em transponders de longa distância ou servirá para alimentar os transponders no caso de estes estarem a funcionar sem recurso a uma bateria em distâncias de leitura mais curtas. Pelo motivo mencionado em cima, uma parte da potência $P1'$, que chega ao transponder, será reflectida com um valor $P2$. As características de reflexão de uma antena podem ser alteradas pela modificação do valor de carga associada à mesma. Se o transístor FET variar a sua resistência de dreno-source em acordo com a informação a transmitir, torna-se possível variar o valor de $P2$ nessa mesma concordância de bits a transmitir. O sinal reflectido chega então ao leitor numa fracção de $P2$, depois de se propagar sobre a distância que separa o leitor do transponder. No leitor o sinal recebido é separado do enviado por um combinador direccionado. O condensador $C1$ tem a função de introduzir um valor de impedância que maximiza o sinal reflectido pela antena para a frequência do sinal que chega do transponder. Este estado de máxima reflexão é depois alterado pela comutação do transístor do tipo FET que está em paralelo com $C1$.

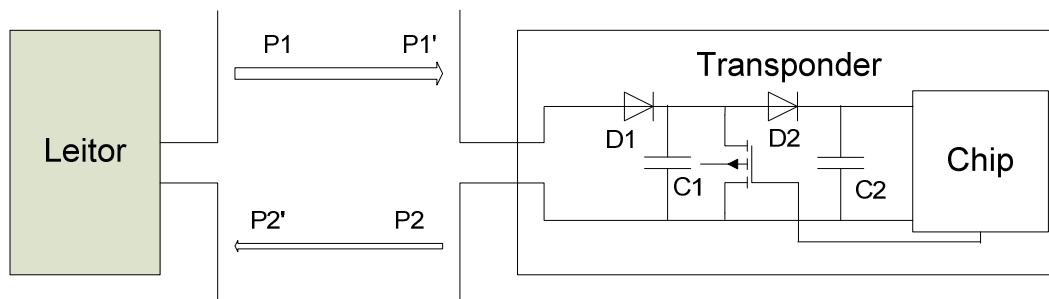


Ilustração 5

Transponders de acoplamento indutivo - modulação por variação de carga:

Os transponders de acoplamento indutivo (Ilustração 6) são geralmente alimentados através da energia induzida pelo campo magnético produzido pelo leitor. As antenas utilizadas são quase sempre do tipo “loop”. O díodo D1 e o condensador C2 tratam de rectificar e de filtrar de forma respectiva o sinal que chega do leitor para se obter a alimentação do chip. O condensador C1 é escolhido para que, em conjunto com a antena de “loop”, tenhamos um circuito ressonante para a frequência do sinal enviado pelo leitor. Assim maximiza-se a amplitude da tensão que servirá para alimentar os transponders. As duas antenas acabam por se comportar como se de um transformador de fraco acoplamento se tratasse. Tal como num transformador em que a variação de carga no seu secundário provoca uma variação de carga no seu primário, também aqui a variação de carga introduzida pelo transponder será observável no lado do leitor. Essa variação de carga terá correspondência com os bits de identificação a enviar e é conseguida pela comutação feita por um transístor colocado em paralelo com o conjunto ressonante C1 e antena. No lado do leitor estas variações de carga reflectem pequenas variações de tensão, de dezenas de milivolts, aos terminais da antena do leitor. É a partir destas variações de tensão que são interpretados os bits enviados pelo transponder.

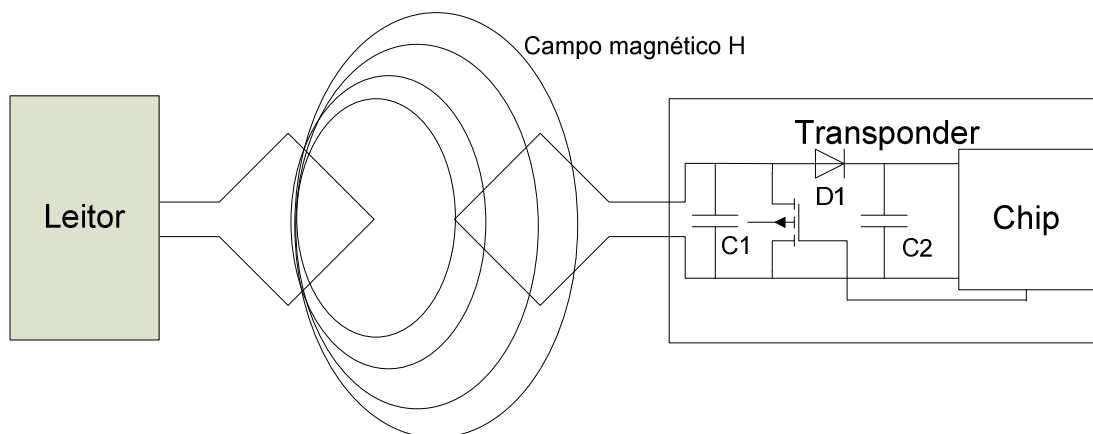


Ilustração 6

Bibliografia:

RFID Handbook Second edition. Klaus Finkenzeller.

John Wiley & Sons. 2003.

Integral Backscattering Transponders For Low Cost RFID Applications. Michael Y. Loukine & Peter H. Cole.