



Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi (3)

V predchádzajúcej časti seriálu sme sa venovali rádiofrekvenčnému spektru a tomu, čo ovplyvňuje rádiový signál. V treťom pokračovaní seriálu opíšeme niektoré komunikačné techniky, ktoré sa v rámci RFID využívajú v praxi.

Komunikačné techniky používané v systémoch RFID

Komunikácia je vo všeobecnosti prenos informácií – tie sa z jedného miesta odosielajú a na inom mieste sa prijímajú. Vo svete rádiofrekvenčných prenosov ide o dokonalý prenos energie (ktorá zahŕňa zakódované informácie) prostredníctvom rádiofrekvenčného vlnenia. Existujú dve hlavné komunikačné techniky, ktoré RFID čítačky a identifikátory používajú na vzájomnú komunikáciu. Sú nimi elektrická väzba a technika spätného rozptylu (backscattering).

Komunikácia prostredníctvom priamej väzby

Elektrická väzba je všeobecne prevod energie z jedného média, ako je kovový drôt alebo optické vedenie, do iného podobného média. Medzi základné príklady väzby patrí:

- elektromagnetická väzba (electromagnetic coupling) – indukčná väzba medzi dvoma obvodmi spôsobuje prenos energie z jedného okruhu na iný prostredníctvom meniaceho sa spoločného magnetického poľa; v systémoch rádiofrekvenčnej identifikácie, ktoré používajú indukčnú väzbu, anténa čítačky a anténa identifikátora spolu vytvárajú väzbu prostredníctvom elektromagnetického poľa; elektromagnetickú väzbu používajú hlavne nízko-frekvenčné alebo vysokofrekvenčné RFID systémy;
- elektrostatická väzba (electrostatic coupling), nazývaná tiež kapacitná väzba – prenos energie sa realizuje prostredníctvom meniaceho sa elektrostatického poľa.

Indukčná väzba má nasledujúce charakteristiky:

- pri tomto spôsobe prenosu môžu identifikátor a čítačka používať pre antény slučku cievky, pretože tradičné antény by museli byť príliš veľké vzhľadom na charakter vlnovej dĺžky nízko-frekvenčnej vlny,
- väzba funguje iba v blízkosti poľa na RF signáli,
- niekedy sa indukčné väzby ďalej delia na dva druhy spojenia:
 1. úzka väzba (close coupling) v rozsahu asi 1 cm,
 2. vzdialená väzba (remote coupling) v rozmedzí 1 cm až 1 m.

Sila prenosu energie medzi dvoma cievkami závisí od nasledujúcich parametrov:

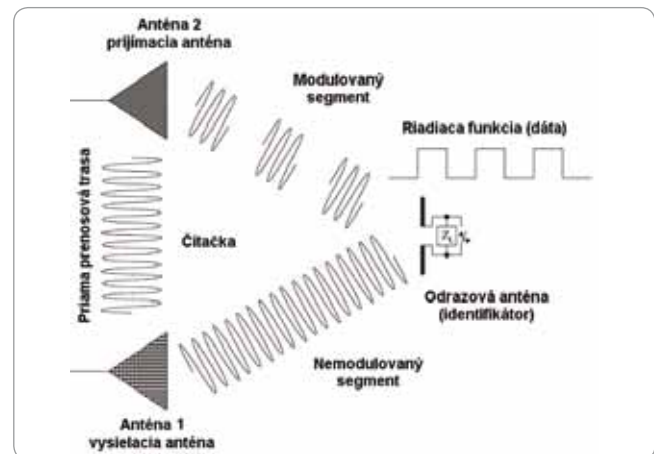
- prevádzková frekvencia systému,
- počet závitov, resp. vinutie cievky,
- oblasť dostupnosti alebo dosahu každej cievky,
- vzájomný uhol cievok – na maximálny prenos sily by mali byť cievky v rovnakej rovine,
- vzdialenosť medzi oboma cievkami.

Magnetické pole možno používať na prenos energie len na krátky dosah. Na komunikáciu na dlhšiu vzdialenosť treba odoslať informácie cez elektromagnetické vlny (žiarenie). Táto technika používaná

v RFID systémoch sa nazýva vyžarovacia väzba (radiative coupling) alebo spätný rozptyl (backscattering).

Komunikácia cez spätný odraz

Spätný odraz (backscattering, obr. 1) je proces snímania prichádzajúceho signálu (energie) zmeneného (modulovaného) dátami, ktoré sa šíria späť k zdroju jeho vysielania. Túto techniku používajú RFID systémy na dlhšiu vzdialenosť, ktoré komunikujú na ultravysokých frekvenciách (UHF) alebo mikrovlnných frekvenciách. Čítačka pošle informácie vo forme elektromagnetického vlnenia na špecifickej frekvencii, značka prijme toto vlnenie a zakóduje do vlnenia informácie (zmení vlnu, resp. namoduluje ju) a vráti ho späť na čítačku.



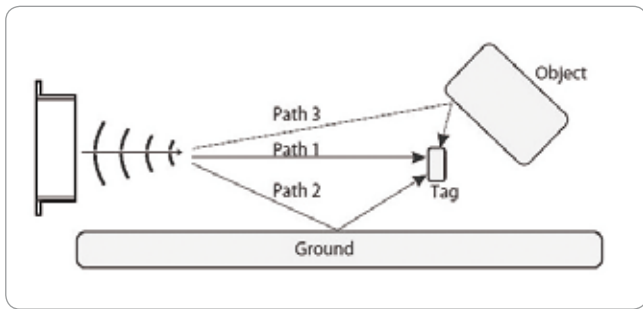
Obr. 1 Princíp modulovanej spätnej väzby

Pri návrhu a inštalácii systému treba vždy zohľadniť súbor požiadaviek na výkon, ktoré môžu byť pre každú aplikáciu špecifické. Dôležitou súčasťou RFID systému je anténa, preto je dôležité vedieť, čo charakterizuje a ovplyvňuje jej výkon.

Rádiové vlny

Vzhľadom na to, že sú rádiové signály (rádiofrekvenčná energia) poslané ako vlny, systémy RFID sú ovplyvňované mnohými základnými vlastnosťami rádiových vln. V mnohých ohľadoch sa rádiové vlny správajú rovnako ako svetelné alebo vodné vlny. Rádiové vlny vysielané z antény systému RFID sa šíria po priamke. Vplyvom prostredia sa môžu vlny z rovnakého zdroja ohýbať, odrážať od prekážok a interferovať, t. j. pridávať sa do pôvodných rádiových vln a spôsobovať jav, ktorý sa nazýva „multipath“. „Multipath“ (obr. 2) je existencia viacerých trás pre jeden rádiový signál. Tvorbu

„multipath“ sa určuje umiestnenie vrcholov a údolí rádiových vln, ak sa blížia k zdrojovej anténe.



Obr. 2 Princíp viaccestnosti („multipath“)

Šírenie RF vlnenia

Keď sa rádiokvénčné vlnenie šíri z vysielača k prijímaču, môže byť ovplyvnené rôznymi faktormi. Tie majú vplyv na návrh RFID systému. Medzi ne patria napr.:

Absorpcia (pohlcovanie) – keď vlnenie narazí na pevný objekt, tento objekt, v závislosti od frekvencie vlnenia a materiálu objektu, absorbuje časť energie tohto vlnenia. Voda a predmety obsahujúce vodu, ako tekuté výrobky, drevo alebo potraviny, obzvlášť dobre absorbujú RF vlny. UHF vlny sú vzhľadom na ich kratšiu vlnovú dĺžku náchylnejšie na pohlcovanie ako LF alebo HF vlnenie.

Útlm (attenuation) – vo všeobecnosti znamená pokles vo výške. Vo fyzike RF to znamená zníženie amplitúdy (intenzity) RF signálu (vlnenia). Útlm je opakom zosilnenia (amplification). To môže nastať, keď sa signál šíri od zdroja k anténe pomocou prenosového vedenia alebo od antény vysielača k anténe prijímača. Dôvodom útlmu môžu byť absorpcia a disperzia (rozptyl).

Dielektrické efekty – týkajú sa schopnosti prenosového média udržať náboj. Výsledkom môže byť spomalenie elektromagnetického vlnenia prechádzajúceho dielektrickým médium. Intenzita tohto efektu je meraná ako množstvo, ktoré sa nazýva dielektrická konštanta, ktorej hodnota sa pre jednotlivé materiály odlišuje. Dielektrické účinky môžu tiež rozladiť signál – to znamená posun frekvencie na hodnotu, ktorá nie je v rezonancii s frekvenciou, pre ktorú je anténa naladená.

Ohyb (difrakcia) – vzťahuje sa na ohýbanie elektromagnetického vlnenia, keď narazí na ostrú hranu alebo keď prechádza úzkymi medzerami (štrbinou). Pre ohyb vlny anténa prijímača nedostane potrebnú energiu, ktorú by inak dostala.

Straty voľného priestoru – ak je priestor, cez ktorý sa šíri RF vlna, bez všetkých materiálov, ktoré bránia šíreniu a spôsobujú absorpciu, odraz, lom a rozptyl, ešte stále existujú niektoré straty intenzity signálu, tzv. straty voľného priestoru (FSL – free space loss alebo FSPL – free space path losse). Táto strata sa vyskytuje podľa toho, ako sa vlna šíri. RF vlny prenášané zo zdroja sa šíria vo všetkých smeroch vo forme rozširujúcich sa kružníc (tzv. wavefront, vlnoplocha), a preto sa hustota výkonu (intenzita na jednotku plochy tejto oblasti) znižuje v dôsledku tohto rozloženia. Ak je vzdialenosť od vysielača antény guľová plocha s polomerom r , okolo antény je $4\pi r^2$. Preto hustota výkonu (a teda intenzita signálu) v bode povrchu tejto plochy v priestore je nepriamo úmerná štvorcu vzdialenosti tohto bodu od antény vysielača. Inými slovami strata bude priamo úmerná štvorcu tejto vzdialenosti. Okrem toho strata je nepriamo úmerná druhej mocnine vlnovej dĺžky šíriacej sa vlny.

$$FSL = (4\pi r/\lambda)^2$$

$$FSL \text{ (dB)} = 10 \log (4\pi r/\lambda)^2 = 10 \log (4\pi r f/c)^2 = \\ = 20 \log (4\pi/c) + 20 \log (r) + 20 \log (f) = >$$

$$FSL \text{ (dB)} = 20 \log (r) + 20 \log (f) + K$$

kde

$$K = 20 \log (4\pi/c)$$

a K je konštanta, ktorá závisí od komunikačného spojenia, vzdialenosti a vlnovej dĺžky.

Rušenie (interferencie) - interakcia medzi dvoma vlnami. Vlna signálu môže reagovať na ostatné vlny, ktoré sa môžu nachádzať na trase k jej cieľu. Výsledná vlna môže byť ovplyvnená v dôsledku rušenia a prijímač prijíma výslednú vlnu. Interferencia môže byť konštruktívna, keď má výsledná vlna väčšiu amplitúdu, alebo deštruktívna, keď má výsledná vlna menšiu amplitúdu ako pôvodná vlna.

Odras (reflexia) je náhla zmena v smere vlnoplochy na rozhraní medzi dvoma rozdielnymi médiami tak, že sa vlnoplocha vracia do média, z ktorého dosiahla rozhranie. Rádiovlny sa odrážajú, keď narazia na objekty oveľa väčšie ako vlny, napr. na podlahu, strop alebo nosník. Kovy sú pre signál prekážky, pretože dobre odrážajú RFID vlny.

Lom (refrakcia) je zmena v smere vlnoplochy na rozhraní medzi dvoma rozdielnymi médiami, ale vlnoplocha sa nevráti na médium, z ktorého dosiahla rozhranie. Inými slovami rádové vlny sa môžu ohýbať pri prechode z jedného média do druhého.

Rozptyl (scattering) je schopnosť absorbovať vlnu a znovu ju vyžiariť (reradiating) a tým meniť svoj smer. Napríklad odraz EM vlnenia je v podstate rozptyl. Keď sa RF vlna rozptýli, vedie to k strate signálu alebo rozptýleniu vlny v priestore. Stáva sa to pri interakcii vlny s médium na molekulárnej úrovni.

Záver

Z predchádzajúceho, okrem iného, pre praktický návrh a aplikáciu RFID systému vyplývajú tri najdôležitejšie závery:

- Zdroj (identifikátor) zakóduje dáta (informácie) do nosného signálu pomocou niektorej modulačnej techniky a odošle ich na anténu prostredníctvom prenosového vedenia. Aby sa dosiahli optimálne výsledky, vstupná impedancia antény sa musí zhodovať s charakteristickou impedanciou prenosového vedenia.
- Anténa vysiela modulovaný nosný signál, ktorý obsahuje informácie do voľného priestoru. Polarizácia a orientácia vysielačnej a prijímačnej antény by mali byť vo vzájomnom súlade, aby sa zabezpečil maximálny prenos energie.
- Riziká a rôzne rušenia na ceste od vysielačnej antény k prijímačnej môžu komunikáciu ovplyvniť negatívnym spôsobom. Tieto riziká buď oslabia vlnenie, t. j. absorbujú jeho energiu, alebo ju napríklad odrazia či zmenia jej smer.

Seriál článkov vznikol aj vďaka nasledujúcej grantovej podpore:

- 4/2045/08 Aplikácie technológie RFID pre vybrané poštové procesy na podmienky HSS
- 077-059ŽU-4/2010 Implementácia nových technológií do vzdelávania (vytvorenie RFID laboratória ako podporného prvku pre vzdelávanie)
- 1/0149/10 Difúzne procesy nových mobilných služieb a ich hodnotový reťazec
- OPV-2009/1.2/01-SORO Systematizácia pokrokových technológií a poznatkov medzi priemyselnou sférou a univerzitným prostredím
- 089-068ŽU-4/2010 Aplikácia RFID pri sledovaní pohybu diplomových a bakalárskych prác v rámci univerzitného kampusu.

V nasledujúcej časti seriálu sa pozrieme bližšie na vlastný identifikátor a rádiový frekvenčný subsystém.

doc. Ing. Juraj Vaculík, PhD.
Žilinská univerzita, Fakulta PEDAS
Oddelenie elektronických komunikácií a služieb
juvac@fpedas.uniza.sk

Ing. Peter Kolarovszki, PhD.
Žilinská univerzita, Fakulta PEDAS
Katedra spojov
kolarovszki@fpedas.uniza.sk

Ing. Jiří Tengler
Žilinská univerzita, Fakulta PEDAS
Katedra spojov
tengler@fpedas.uniza.sk