



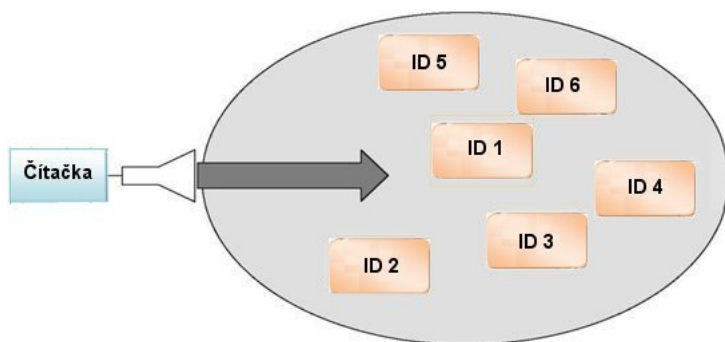
## METÓDY VIACNÁSOBNÉHO PRÍSTUPU V PROSTREDÍ RFID

Juraj Vaculík<sup>1</sup>

### Úvod.

V prevádzke RFID systémov sa preto často vyskytuje situácia, pri ktorej je identifikátor snímaný viacerými čítačkami alebo je veľké množstvo identifikátorov prítomných v prijímacej zóne jedného snímača v rovnakom čase. V prvom prípade je situácia jednoduchšia a dá sa ošetriť na nadstavbovej aplikácii, kde je možné identifikovať, ktorá anténa, resp. čítačka identifikátor načítala, alebo fyzickým oddelením čítačiek. V druhom prípade v takom systéme, pozostávajúcom z riadiacej stanice, snímača a určitého počtu zúčastnených identifikátorov - môžeme rozlišovať dve hlavné formy komunikácie.

**Prvá** sa používa pre prenos údajov z vysielacza (čítačky) do identifikátorov (obr.1). V tomto prípade je tok prenesených dát prijatý všetkými identifikátormi súčasne. To je porovnateľné so súčasným príjmom programu správ stovkami rozhlasových prijímačov prenášaného rozhlasovou stanicou. Tento typ komunikácie je preto známy ako vysielanie.



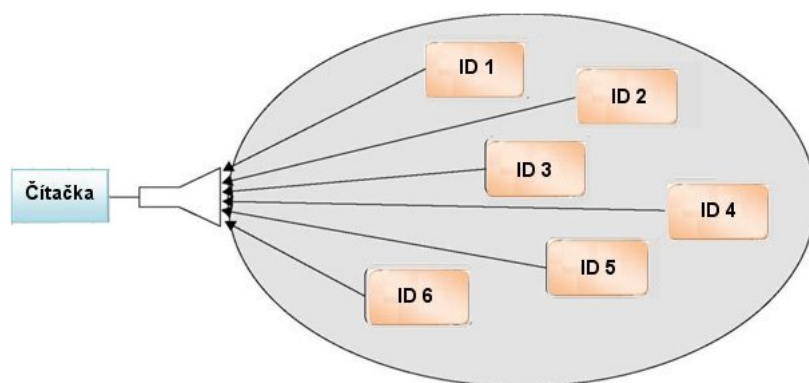
Obr. 1. Vysielací mód

K tomu, aby RFID čítačka pre identifikáciu mnohých značiek vo svojom čítacom rozsahu pracovala, musí pracovať s identifikátormi v čom je známa ako antikolízny singulation (mimoriadny) protokol. Ak začnú všetky značky v dosahu čítačky odovzdať dáta súčasne, potom sa ich signály dostanú do rozporu medzi sebou, interpretácia čítania je neúčinná. Singulation protokol rieši tento problém tým, že umožňuje značkám striedať sa pri prenose na čítačku. U značky UHF singulation je všeobecný variant protokolu, známy ako strom-walking (prechod stromom). Stručne povedané, že v prechádzajúcom „strome“, je priestor k pár identifikátorom vnímané ako lístie na strome v hĺbke. Čítačka prechádza strom a žiada podmnožiny značiek vysielateľ jediný bit v čase. Funkcia základného prechodu stromom je to, že RFID čítačka vysielá

<sup>1</sup> doc. Ing. Juraj Vaculík, PhD., Žilinská univerzita, fakulte PEDAS, katedra spojov, Univerzitná 1, Žilina, mail: juvac@fpedas.uniza.sk, tf: +421 41 513 3132

záznam sériových čísel na veľmi veľké vzdialenosti, čo môže predstaviť náchylnosť k odpočúvaniu.

**Druhá forma** komunikácie zahŕňa prenos dát z množstva jednotlivých identifikátorov v prijímacej zóne snímača do čítačky. Táto forma komunikácie sa nazýva multi-access (viacnásobný príjem obr.2). Každý komunikačný kanál má zadefinovanú kapacitu kanála, ktorá je určená podľa maximálnej prenosovej rýchlosti tohto komunikačného kanála a časového rozsahu jeho dostupnosti. Dostupná kapacita kanála, musí byť rozdelená medzi jednotlivých účastníkov (identifikátory) a to tak, že údaje môžu byť prenesené z niekoľkých identifikátorov do jedného snímača bez vzájomného rušenia (kolízie).



Obr. 2. Multi-access (viacnásobný príjem) čítačkou

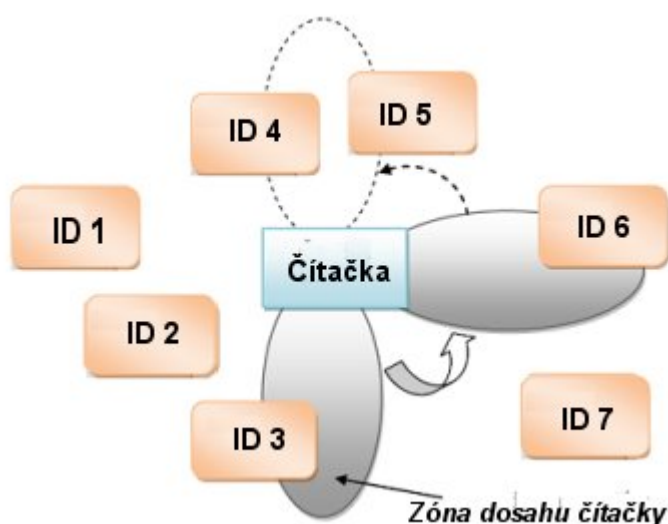
Technická realizácia procesu multi-access v systémoch RFID predstavuje niekoľko nárokov na identifikátor a snímač, pretože musí spoľahlivo zabrániť aby sa údaje (pakety) identifikátorov nedostávali do kolízie s druhými údajmi v prijímači snímača čítačky a tak sa stávali nečitateľnými a to všetko bez toho aby to spôsobilo zistiteľné omeškanie. V súvislosti s RFID systémami sa technický postup (prístupový protokol), ktorý uľahčuje manipuláciu viacnásobného prístupu bez akéhokoľvek vonkajšieho zasahovania, nazýva **antikolízny systém**. Skutočnosť, že paket dát odoslaný snímaču jedným identifikátorom sa nedá prečítať ostatnými identifikátormi v prijímači pásme tohto snímača predstavuje problém pre takmer všetky RFID systémy. Z tohto dôvodu identifikátor nemôže odhaliť prítomnosť iných identifikátorov v prijímacej zóne snímača.

### Metóda SDMA

Termín SDMA (obr. 3) sa týka techniky, ktorá opakovane používa určitý zdroj (kapacitu kanála) v priestorovo oddelených oblastiach. Jednou z možností je výrazne znížiť rozsah jedného snímača, ale kompenzovať to tým, že sa spojí veľký počet snímačov a antén vo forme poľa a tak sa zabezpečí pokrytie požadovaného priestoru. V dôsledku toho je kapacita kanála u susediacich snímačov opakovane k dispozícii. Tieto postupy boli úspešne použité pri veľkých maratónskych súťažiach pre určenie času trvania behu maratónskych bežcov vybavených identifikátormi. V tomto prípade bolo do rohože zabudovanej v bežeckej dráhe vložené množstvo antén. Bežec bežiaci ponad rohož si niesol svoj identifikátor nad prijímacou zónou niekoľkých antén, ktoré boli súčasťou celej schémy. Veľký počet identifikátorov bolo teda možné čítať súčasne ako výsledok priestorovej distribúcie bežcov nad celou schémou.

Ďalšou možnosťou je použitie elektronicky ovládanej smerovej antény na snímač, smerového lúča ktorý možno priamo zamerať na identifikátor (adaptívne SDMA). Tak môžu byť

rozličné identifikátory rozlíšené podľa ich uhlovej polohy v prijímacej zóne snímača. Fázové zoradené antény sa používajú ako elektronicky ovládané smerové antény. Tieto pozostávajú z niekoľkých dipólových antén a preto adaptívne SDMA v dôsledku veľkosti antén možno použiť iba pre RFID aplikácie na frekvenciách nad 850MHz (Typicky 2,45 GHz). Každý z prvkov dipólu je riadený na určitú nezávislú fázovú pozíciu. Smerový diagram antény sa získa z rôznych superpozícií jednotlivých vln dipólových prvkov v rôznych smeroch. V niektorých smeroch jednotlivých polí dipólovej antény sú znásobené vo fáze, čo vedie k zosilneniu poľa. V ostatných smeroch vlny úplne alebo čiastočne rušia jedna druhú. Pre nastavenie smeru sa dodáva do jednotlivých prvkov nastaviteľné vysokofrekvenčné napätie a variabilná fáza sa ovláda fázovými modifikátormi. Ak chce snímač nájsť identifikátor, priestor kolo snímača musí byť skenovaný s použitím smerovej antény pokiaľ identifikátor nie je detekovaný „hľadacím svetlom“ snímača. Nevýhodou SDMA techniky sú pomerne vysoké nadobúdacie náklady na komplikovaný anténny systém. Použitie tohto typu protikolízneho postupu je teda obmedzený na niekoľko málo špecializovaných aplikácií.

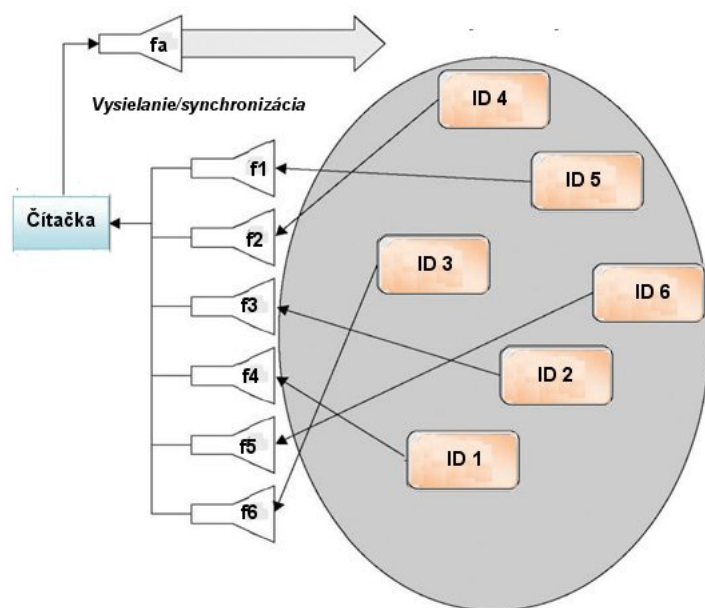


Obr. 3. SDMA s elektricky ovládanou smerovou anténou, smerový lúč je zameriavaný na jednotlivé identifikátory

### Metóda FDMA

Termín FDMA sa týka techník prenosu signálu, pri ktorých je niekoľko prenosových kanálov na rôznych nosných frekvenciách súčasne k dispozícii komunikačným účastníkom.

V prípade systémov RFID toto môže byť dosiahnuté pomocou identifikátorov s voľne nastaviteľnou, harmonickou prenosovou frekvenciou. Napájanie identifikátoru a prenos riadiacich signálov (vysielanie), sa uskutočňuje na optimálne vhodnej frekvencii snímača čítačky. Identifikátory odpovedajú na jednej z niekoľkých dostupných odpovedajúcich frekvenciách  $F_1 - F_n$  (obr. 4). Preto môžeme použiť úplne odlišné frekvenčné pásma pre prenos dát z/do identifikátorov (napr. snímač  $\rightarrow$  identifikátor (Downlink): 135 kHz, identifikátor  $\rightarrow$  snímač (uplink): niekoľko kanálov v rozsahu 433 do 435 MHz). Jednou z možností čítania modulovaných RFID systémov alebo systémov spätného rozptylu je použitie rôznych nezávislých subnosných frekvencií na prenos dát z identifikátoru do snímača. Jednou z nevýhod postupu FDMA sú pomerne vysoké náklady na snímače, nakoľko pre každý prijímací kanál musí byť zabezpečený špecializovaný snímač. Tento antikolízny postup aj naďalej ostáva obmedzený na niekoľko špecializovaných aplikácií.



Obr. 4. FDMA postup kde je niekoľko frekvenčných kanálov dostupných pre prenos dát z identifikátorov do snímača

### Metóda TDMA

Termín TDMA sa týka techník, pri ktorých je celá dostupná kapacita kanála rozdelená medzi účastníkov a je rozdelená chronologicky. TDMA postupy sú rozšírené najmä v oblasti digitálnych mobilných rádiových systémov. Pri RFID systémoch majú postupy TDMA najväčšiu skupinu antikolíznych postupov. Rozlišujeme medzi postupmi riadenými identifikátormi a čítačkou.

Metódy riadené identifikátormi fungujú asynchrónne, pretože snímač čítačky neriadi prenos dát. To je prípad, keď sa používa ALOHA postup. Tiež rozlišujeme medzi „vypnutými“ a „nezapnutými“ postupmi v závislosti na tom, či je identifikátor vypnutý signálom od snímača po úspešnom prenose dát (magellan čipy).

Tieto metódy sú prirodzene veľmi pomalé a indexovateľné. Väčšina aplikácií preto používa postupy, ktoré sú ovládané snímačom čítačky ako centrálou (centrálou riadené). Tieto postupy je možné považovať za synchrónne, nakoľko všetky identifikátory sú riadené a kontrolované snímačom súčasne. Individuálny identifikátor sa najskôr vyberie z veľkej skupiny identifikátorov v prijímacej zóne snímača s pomocou určitého algoritmu a potom dochádza ku komunikácii medzi zvoleným identifikátorom a čítačkou (napr. autentizácia, čítanie a zapisovanie údajov). Až potom je komunikačný vzťah ukončený a vybraný je ďalší identifikátor. Napriek tomu že iba jeden komunikačný vzťah môže byť zahájený v určitom okamihu, identifikátory možno prevádzkovať v rýchlom slede, centrálou - riadenými postupmi, ktoré sú tiež známe ako duplexné postupy.

Postupy riadené centrálou sú rozdeľované na prieskumy a postupy binárneho vyhľadávania. Všetky tieto postupy sú založené na identifikátoroch, ktoré sú identifikované unikátnym sériovým číslom. Prieskumný postup vyžaduje zoznam sériových čísel všetkých identifikátorov, ktoré sa môžu vyskytnúť v aplikácii. Všetky sériové čísla sú preverované snímačom jeden po druhom, kým identifikátor s identickým sériovým číslom neodpovie.

Tento postup však môže byť veľmi pomalý v závislosti od počtu možných identifikátorov a je preto vhodný iba pre aplikácie s niekoľkými, známymi identifikátormi v oblasti. Binárne vyhľadávacie postupy sú najviac flexibilné a preto najbežnejšie postupy. V binárnom vyhľadávanom postupe je identifikátor vybraný zo skupiny úmyselne spôsobenou kolíziou dát v sériových číslach identifikátorov prenášaných do snímača na základe požadovaného príkazu zo snímača. Ak tento postup uspeje je rozhodujúce, že snímač je schopný určiť presnú pozíciu bitu kolízie použitím vhodného kódovacieho systému signálu.

### **Záver**

Príspevok sa zaoberá teoretickými a praktickými problémami pri riešení antikolíznych situácií, či už na strane čítačiek alebo na strane identifikátorov. V praxi ale môžu byť tieto vlastnosti využité aj iným spôsobom, hlavne v oblasti testovania systémov, monitorovania a vyhodnocovania niektorých charakteristík tejto technológie ako čitateľnosť, čítací dosah, spoľahlivosť čítania h a ďalších.

### **Literatúra**

- [1] KOLAROVŠKI, P. - MICHÁLEK, I.: Zásady implementácie a integrácie RFID v prostredí Supply chain manažmentu. In: Svět informačních systémů 2008, medzinárodná konferencia. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 14.-15.4. 2008, s. 196-201, ISBN 80-7318-697-5.
- [2] KOLAROVŠKI, P., HNATOVÁ, Z. Umiestnenie a orientácia RFID štítkov ako jeden z faktorov úspešného snímania poštových zásielok, In: Postpoint 2009: Globalization - a chance for postservices!?: Žilina, 16.-18.9.2009
- [3] PLICA J., Vplyv elektromagnetického vlnenia na funkčné vlastnosti RFID zariadení, diplomová práca, Žilinská univerzita, katedra spojov, 2010
- [4] TENGLER J. Identifikace poštovních zásilek prostřednictvím technologie RFID, diplomová práca, Žilinská univerzita, katedra spojov, 2010

### **Grantová podpora:**

- 077-059ŽU-4/2010 - Implementácia nových technológií do vzdelávania (vytvorenie RFID laboratória ako podporného prvku pre vzdelávanie)
- 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 campusu