

Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi (4)

V predchádzajúcej časti seriálu sme sa venovali komunikačným technikám používaným v systémoch RFID a opisu vplyvov na prenos rádiových vln. Vo štvrtom pokračovaní seriálu bude opísaný vlastný identifikátor a rádiofrekvenčný subsystém.

RF podsystém

Základom komunikačného rozhrania RFID systému je RF podsystém (obr. 5), ktorý pozostáva z dvoch základných prvkov:

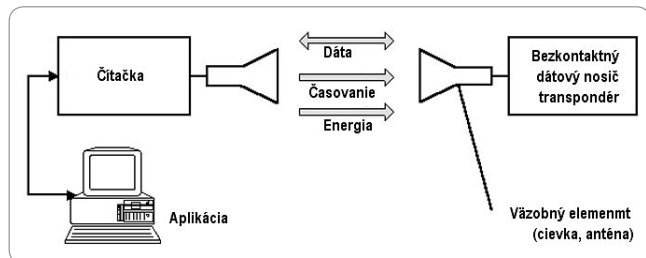
- RFID identifikátory (štítky) – malé elektronické zariadenia, ktoré sú pripojené k objektom, resp. vložené do nich. Každý identifikátor má unikátny číselný kód a môže obsahovať aj iné prvky, napr. pamäť na skladovanie údajov, senzory stavu okolia alebo prostredia, ako aj bezpečnostné mechanizmy.
- RFID čítačky – sú zariadenia bezdrôtovo komunikujúce s RFID štítkami s cieľom identifikácie položiek spojených so štítkom a s možnosťou pridať označovanej položke príslušné údaje a obslužný middleware.



Obr. 5 Fyzické prvky a logické vrstvy RFID systému

Identifikátory aj čítačky sa používajú na obojsmernú vzájomnú komunikáciu. Každý element obsahuje väzbový prvok a obvody schopné modulácie aj demodulácie rádiového signálu. Obr. 6 zobrazuje jednoduchú konfiguráciu RF subsystému.

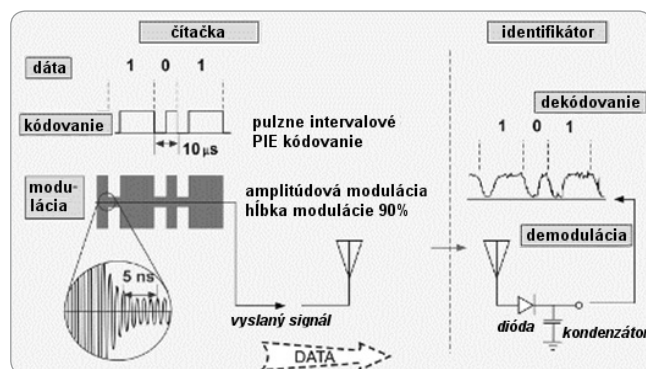
Anténa vysiela elektromagnetický signál na vopred dohodnutej frekvencii, ktorý aktivuje identifikátor pre následné čítanie alebo zápis. Prostriedkom na prenesenie informácie sú väzbové prvky, ako antény alebo cievky, ktoré musia obsahovať ako čítacie zariadenie aj RFID identifikátor. V oboch prípadoch vyzerajú inak. Kým tag môže vyzeráť ako plastová kartička, v ktorej tele je zaliata anténa, ako nálepka na zošit alebo kľúčienka, prípadne najnovšie ako malá tobolka implantovateľná pod kožu človeka, čítacia strana vyzerá väčšinou ako samostatná anténa, plastový výčnelok na zariadení, pri ktorom sa identifikujeme, no môže byť zabudovaná aj oveľa premyslenejšie, napríklad do rámu dverí na kontrolu prechádzajúcich osôb alebo v stojane pri ceste na výber mýta, prípadne v podobe ručnej čítačky ako pri kontrole kovov na letisku.



Obr. 6 Princíp komunikácie RFID systému

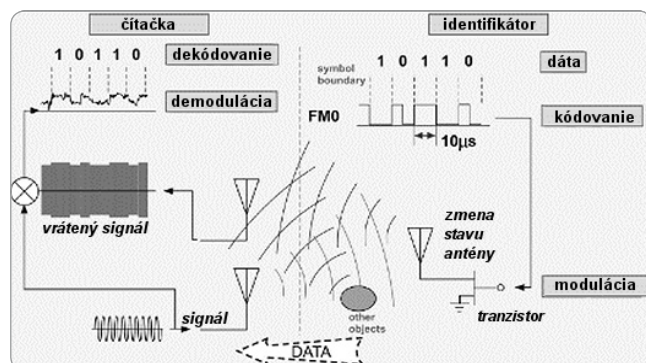
Anténa s transceiverom a dekódérom v jednom sa volá čítačka. Dosah čítačiek sa pohybuje od niekoľkých centimetrov až po desiatky metrov, všetko podľa toho, aká frekvencia je použitá na čítanie a s akým výkonom vysiela vysielač. Do úvahy však musíme brať aj dosah tagu pri čítaní. Keď identifikátor prejde cez elektromagnetickú zónu, je detegovaný a dekódovaný čítačkou a dáta postupujú ďalej do spracujúceho PC, v ktorom sa môžu použiť spolu s databázou napr. na garantovanie prístupu pracovníkom v podniku, samozrejme len tým, ktorí sú v databáze.

Na prenos, resp. odosielanie skupiny digitálnych symbolov do identifikátora používa čítačka amplitúdovú moduláciu (ASK amplitude shift keying). Symboly sú kódované s cieľom zabezpečiť dostatočný výkon a vždy prenášané bez ohľadu na obsiahnuté dáta. V RFID technológii sa používajú dve hlavné kategórie kódovania: úrovňové kódy a kódy založené na prechode. Úrovňové kódy reprezentujú bit svojou úrovňou napätia, prechodové kódy sú založené na zmene úrovne. Úrovňové kódy, ako NRZ (no return to zero – bez návratu k nule) a RZ (return to zero), majú tendenciu byť historicky nezávislé, avšak nie sú veľmi odolné. Prechodové kódy sa môžu meniť a môžu byť odolné. Identifikátor je zodpovedný za zakódovanie, to znamená, že do dátového toku sa vkladajú časové impulzy v závislosti od vybraného typu kódovania, zatiaľ čo čítačka zodpovedá za dekódovanie, čiže odstránenie časových značiek a dát z prichádzajúceho vnoreného dátového prúdu (toku). Čítačky sú schopné prenosu vo vyššej intenzite, ale sú limitované úzkym prenosovým pásmom s príslušnými regulátormi, preto zakódovanie používané z čítačky do identifikátora zaberá menšiu šírku pásma. Avšak pasívne identifikátory neprenášajú signál aktívne, preto môže zakódovanie komunikácie medzi identifikátorom a čítačkou potrebovať väčšiu šírku pásma. Štandard EPCglobal Class 1 Gen2 poskytuje niekoľko možností kódovania identifikátora a najjednoduchší prístup je kódovanie FMO (biphase space). Takto prenesený kódovaný a modulovaný signál môže byť demodulovaný pomocou veľmi jednoduchého systému napájania a tvorí napäťové pásmo, ktoré je potom dekódované logikou identifikátora. Celý systém je znázornený na obr. 7.



Obr. 7 Schematické zobrazenie komunikácie čítačky a identifikátora

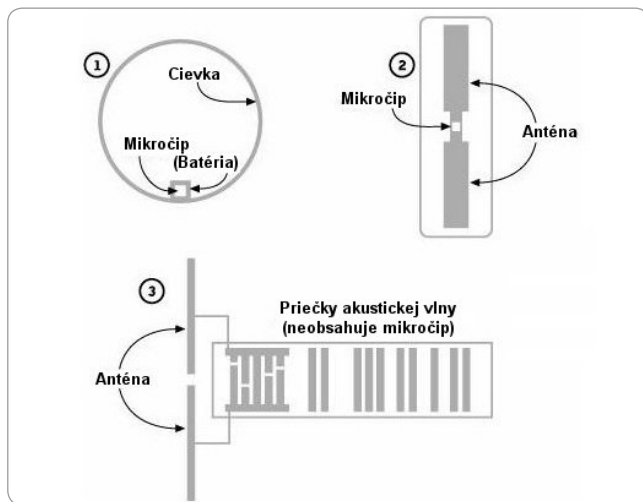
Obr. 8 ukazuje zodpovedajúce úpravy v opačnom smere (identifikátor do čítačky). Identifikátor kóduje dáta, ktoré posieľa späť a potom indukuje zmeny v impedančom stave antény. CW signál čítačky sa odrazí od antény tagu (v konkurencii iných odrazov) a je demodulovaný čítačkou prijímača a následne dekódovaný späť do prenášaných dát.



Obr. 8 Schematické zobrazenie komunikácie medzi identifikátorom a čítačkou

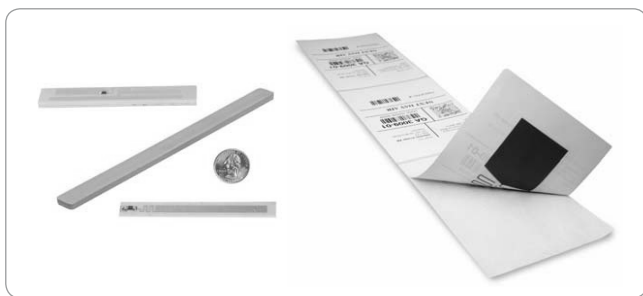
RFID identifikátory

RFID identifikátory (tiež tagy, značky, štítky a pod.) sú pripojené na objekty, ktoré chceme sledovať. Identifikátor prenáša dáta k čítačke pomocou rádiových vln, ktoré sú naladené na rovnakú frekvenciu ako čítačka a sú v čítacom dosahu čítačky. Obvod identifikátora sa skladá z mikročipu pripojeného k anténe. Existujú početné druhy identifikátorov, každý je navrhnutý pre špecifické aplikácie (obr. 9).



Obr. 9 Princípy identifikátorov: a) aktívny s cievkou, b) pasívny s anténou, c) s povrchovou akustickou vlnou

Identifikátor môže byť namontovaný v kartóne alebo môže byť vložený do plastu na montáž vo vlhkom prostredí, môže byť malý ako zrno ryže alebo veľký ako tehla. Niektoré príklady identifikátorov na obr. 10 sú pre kontajner, nálepka na čelné sklo, vložky do pneumatiky, kovové štítky, smart label a pod.



Obr. 10 Tvary identifikátorov

Dáta sú zvyčajne uložené v elektricky vymazateľných programovateľných obvodoch Read-Only Memory alebo EEPROM. Môžu byť naprogramované priamo výrobcom alebo zákazníkom, aby zodpovedali informáciám o objekte, ktorý je označený, napríklad ako číslo tovaru, sériové číslo, kód určenia, číslo objednávky, SSCC a pod.

Okrem faktorov tvaru a označenia sa môžu líšiť podľa výkonnosti. Môžu byť len na čítanie (read-only), zápis (write-once/read-many – WORM) alebo na čítanie aj zápis. Identifikátory sa tiež líšia podľa ich technológií. Na komunikáciu s čítačkou môžu používať aktívny spôsob, aktívny spätný rozptyl alebo modulovaný spätný rozptyl.

RO (read-only) značky sú všeobecne najmenej nákladné a majú preddefinované unikátne identifikačné číslo výrobcom vyžaduje doplnkové údaje z hostiteľskej databázy. Len čo je RO identifikátor naprogramovaný výrobcom, nemožno meniť jeho dáta.

WORM (Write-Once/Read-Many) identifikátory sú v podstate istou formou read-only značky. WORM značka je preddefinovaná a rovnako vyžaduje hostiteľskú databázu. Len čo je identifikátor naprogramovaný výrobcom alebo zákazníkom, nemožno meniť jeho dáta.

Prepisovateľné RW (read/write) značky sú oveľa flexibilnejšie ako len RO alebo WORM identifikátory. RW všeobecne vyžadujú väčšie čipy ako iné značky, ale môžu obsahovať oveľa viac informácií. Každý identifikátor podľa ISO 18000-6B obsahuje jedinečné

sériové číslo, ale tiež môže mať ďalšie informácie, napríklad zákaznické číslo účtu a pod. Informácie môžeme aktualizovať alebo meniť tak často, ako je potrebné. Vzhľadom na to, že z RW značky sa stane prenosná databáza, ktorá cestuje s výrobkom, môže zmeniť svoje údaje v rámci svojho pohybu v celom dodávateľskom reťazci. V závislosti od individuálnej schopnosti čipu môžeme dáta trvalo uzamknúť alebo znefunkčniť.

Na komunikáciu existujú tri rôzne typy technológií:

1. aktívna,
2. aktívny spätný rozptyl (semipasívne, semiaktívne),
3. modulovaný spätný rozptyl (pasívny).

Aktívne identifikátory – sú najdrahšie, pretože každá značka obsahuje vlastný zdroj napájania – malú lítiovú batériu, ktorá napája jeho obvody a pamäť. Vzhľadom na to, že aktívna značka má vlastný zdroj, má najdlhšiu vzdialenosť čítania, čo je asi 100 m. Aktívne identifikátory majú obmedzenú životnosť, pretože batéria stráca energiu a jej výmena je, pravdepodobne, nákladnejšia ako nahradenie identifikátora. Aktívne identifikátory sa môžu používať iba v určitom prostredí, pretože pridávajú k signálu rádiový šum. Aktívny identifikátor bude pravidelne v stanovených intervaloch vysielat' svoju identifikáciu a čítačka bude počúvať všetky identifikátory v oblasti svojho dosahu. Ak aktívny identifikátor vysielala pomerne často, bude rýchlo identifikovaný, ale častejšie vysielanie zaťažuje batériu a znižuje prevádzkový čas. Ak identifikátor vysielala vo väčšom časovom odstupe, bude trvať určitý čas, kým nastane jeho identifikácia, ale batéria vydrží dlhšie.

Semiaktívny identifikátor obsahuje vlastný zdroj energie, ktorý sa zapína alebo vypína neoddeliteľným obvodom pasívneho identifikátora prijímajúceho energiu dopytom čítačky.

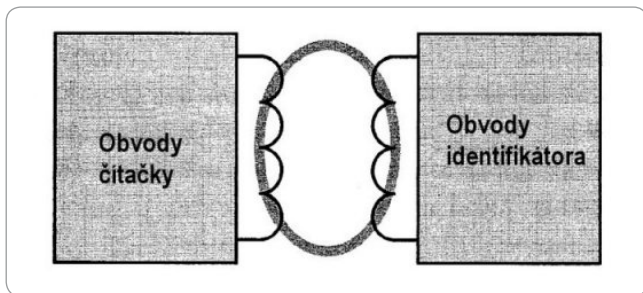
Semipasívny identifikátor obsahuje vlastný zdroj energie pre svoje vnútorné riadiace obvody, ale nie pre výkon vysielateľa. Jeho vysielací výkon bude len energia odrazená späť alebo spätný rozptyl od čítačky. Semipasívne identifikátory so spätným rozptylom, tiež nazývané značky s podporou batérie, sú lacnejšie ako aktívne. Majú strednú čítaciu vzdialenosť medzi 3 až 15 m. Batéria zabezpečuje len napájanie vnútorných obvodov, ale nie je použitá na vysielaciu časť. Čítačka (prostredníctvom svojej antény) prenáša vysokofrekvenčnú energiu. Keď značka vstúpi do jeho čítacieho rozsahu, odráža ním generovanú vysokofrekvenčnú energiu na prenos dát. Rovnako ako aktívne identifikátory majú obmedzenú životnosť, pretože batéria sa nakoniec vybitie. Čím viac je značka čítaná, tým skôr sa akumulátor vybitie.

Pasívne identifikátory sú najmenej nákladné, najľahšie a prakticky majú neobmedzenú životnosť. Identifikátor má kratší čítací dosah ako aktívny so spätným rozptylom od niekoľkých cm až do 5 m. Rovnako ako technológia aktívnej značky so spätným rozptylom (odrazom), aj čítačka (prostredníctvom svojej antény) prenáša vysokofrekvenčnú energiu. Keď identifikátor vstúpi do jej čítacieho dosahu, odráža ňou generovanú vysokofrekvenčnú energiu, ktorá ho napája. Vzhľadom na to, že identifikátor nemôže prenášať svoj vlastný signál (pretože nemá žiadne vnútorné napájanie), odráža časť tejto energie RF späť cez anténu do čítačky – prijímača. Tieto značky neprispievajú k pozadiu rádiového šumu.

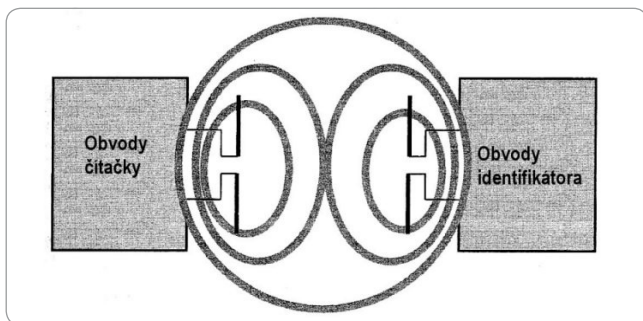
Značky s modulovaným spätným rozptylom vyžadujú od čítačky oveľa viac energie ako pre aktívny identifikátor. Môžu byť indukčne alebo kapacitne viazané.

Indukčne viazané identifikátory (obr. 11) – tiež viazané cez rádiové vlnenie, sú napájané z magnetickej energie z čítačky. To znamená, že cievka v anténe čítačky a cievka v anténe identifikátora tvoria elektromagnetické pole. Identifikátor získava napájanie z magnetickej energie z EM poľa a používa ho na napájanie svojich obvodov. Pretože identifikátor musí byť v blízkosti čítačky, čítacia vzdialenosť indukčných systémov je veľmi malá.

Kapacitne viazané identifikátory (obr. 12) – tiež identifikátory viazané šírením, sú napájané elektromagneticou energiou čítačky. Identifikátor zhromažďuje energiu z antény čítačky a odráža ju späť pozmeneným (modulovaným) signálom. Kapacitne viazané identifikátory sú lacnejšie a pružnejšie ako indukčne viazané a majú dlhšiu čítaciu vzdialenosť.

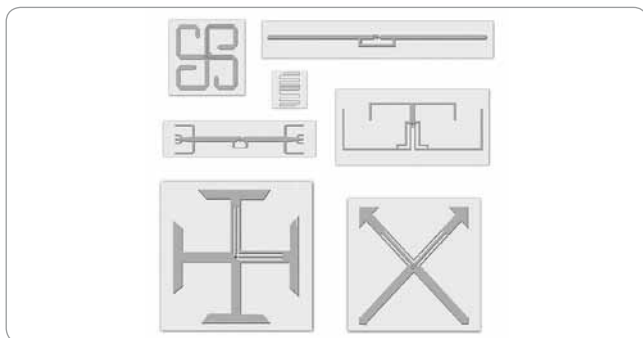


Obr. 11 Princíp indukčnej väzby



Obr. 12 Princíp kapacitnej väzby

Technológia modulovaného spätného rozptylu sa používa pomerne často. Vysielacie zariadenie, v našom prípade čítačka, odošle (cez anténu) nemodulovaný rádiový signál smerom k identifikátoru, ktorý sa správa ako „zariadenie narúšajúce toto pole.“ Len čo je identifikátor aktivovaný, odráža späť k vysielaciemu zariadeniu kódovaný signál, ktorý je modulovaný na rovnakej frekvencii ako pôvodný signál. Kódovaný signál je odvodený od napájacieho signálu a nesie informáciu z identifikátora – sekvenčne kódovanú binárnu správu. Príkladmi technológie modulovanej spätnej väzby sú letecký radar, sonar alebo policajný radar na meranie rýchlosti. Tvar väzobnej antény identifikátora (obr. 13) môže byť rôzny, čo sa týka veľkosti, tvaru a materiálu, v závislosti od jeho požadovaných vlastností a aplikácie oblasti.



Obr. 13 Tvary používaných antén identifikátorov

V súčasnom svete, kde treba stále viac dbať na kontrolu kvality a životnosti výrobkov, sa do popredia záujmu po úspešnom nástupe RFID technológie dostávajú tzv. RFID senzory (obr. 14). Tie môže byť v podobe štandardných identifikátorov a môžu priebežne monitorovať teplotu, vlhkosť, chemické zloženie a pod. Nápad využiť technológie RFID vo sfére senzorov sa objavil vzápätí po ich praktickom nasadení hlavne v oblasti potravinárskeho a farmaceutického priemyslu, kde je vplyv okolia na produkty kritický a kde každá nevhodná manipulácia s výrobkami môže spôsobiť ich nepoužiteľnosť, často na prvý pohľad neviditeľnú. V tomto smere sa ako prvé vyskytli teplotné RFID senzory a do dnešného dňa k nim pribudli senzory vlhkosti, hladiny cukru, atmosférického tlaku, solárneho žiarenia, nárazov, otrasov a mnoho ďalších.

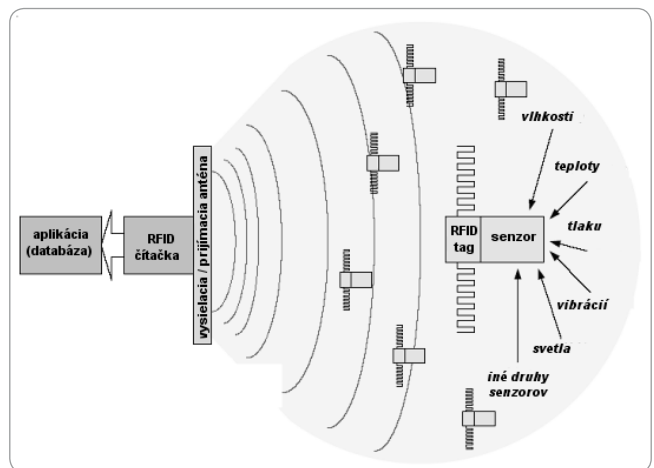
Vo všeobecnosti môžeme pri RFID senzoroch naraziť na dva druhy:

- v miniatúrnom vyhotovení vo veľkosti identifikátora, s hrúbkou iba niekoľko mm a hmotnosťou maximálne niekoľko gramov – blížiaci sa k identifikačným tagom,

- vo „veľkom“ vyhotovení vo veľkosti niekoľkých centimetrov a s hmotnosťou niekoľko desiatok gramov – využívajúce RFID len ako druh bezdrôtovej komunikácie.

Samozrejme, zaujímavejšie sú tie miniatúrne, ktoré sú často koncipované ako etikety výrobkov vo veľkosti kreditnej karty. Na rozdiel od toho sa vyrábajú aj vo veľmi mäkkej a ohybnej verzii, možno ich teda do istej miery ohýbať aj krútiť. Dajú sa tak napríklad prilepiť na polypropylénové alebo polyetylénové vrecúško či na plastovú vaničku alebo rôzne podklady. Produkt zabalený v tomto obale je neustále monitorovaný a namerané dáta sa ukladajú do vnútornej pamäte až do okamžiku prečítania. Časové spúšťanie meraní, časovanie odberu nameraných vzoriek, pravidlá, ktoré hodnoty budú ukladané, a ďalšie vlastnosti senzora možno často nastaviť práve prostredníctvom na to určenej čítačky (v tomto prípade ide vlastne skôr o komunikačný uzol) pripojenej k PC s vhodným softvérom.

Z hľadiska blokovej štruktúry RFID senzora oproti klasickým identifikátorom pribudne hlavne samotný kremíkový senzor a na to určená vylepšená elektronika, obvykle v podobe výkonnejšieho mikrokontroléra s SRAM a EEPROM alebo Flash pamäťou. To všetko je implementované spoločne na jednom čipe. Z hľadiska celkového vyhotovenia identifikátora so senzorom sa musí, samozrejme, pripočítať ešte anténa a Li-Ion batéria.



Obr. 14 Princíp činnosti identifikátorov so senzorom

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 univerzitého kampusu

V ďalšom pokračovaní sa budeme venovať základným funkciám RFID middleware a opisu EPC architektúry.

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