

Malé pojednanie o malých rádiách

Obsah:

<u>Obsah.....</u>	1
<u>Základný rozsah pojednania.....</u>	1
<u>Hlavný cieľ pojednania.....</u>	1
<u>Hlavné pojmy.....</u>	2
<u>Súčasný stav rádio odpočtov meračov.....</u>	3
<u>Vlastnosti meračov.....</u>	3
<u>Formy rádio komunikácie s meračmi.....</u>	4
<u>Dispečerské riadenie versus fakturačné odpočty meračov.....</u>	4
<u>Dosah malých rádii.....</u>	5
<u>Hustota osadenia malých rádii.....</u>	6
<u>Vývoj IC pre malé rádiá.....</u>	6
<u>Spolužitie malých rádii.....</u>	7
<u>Identifikácia a bezpečnosť komunikácie.....</u>	7
<u>Priebeh komunikácie.....</u>	8
<u>Zhrnutie.....</u>	8
<u>Použité podklady:.....</u>	9
<u>WWW stránky informácií o SRD.....</u>	9
<u>WWW stránky výrobcov rádio chipov.....</u>	9
<u>WWW stránky meračov s možnosťou rádio odpočtov.....</u>	9

Základný rozsah pojednania:

Toto pojednanie sa zaoberá zmyslom a možnosťami použitia rádiových prenosov na komunikáciu medzi meračmi zariadeniami a centrálnym zberným systémom.

Meračmi zariadeniami sa rozumie predovšetkým merače médií pre fakturačné účely, t.j. merače tepla, vodomery, elektromery, plynomery. Sem zaradené však môžu byť akékoľvek ďalšie merače a snímače, ktoré nemusia byť v spojení s centrálnym zberným systémom permanentne on-line. Môže sa jednať registračné snímače prostredia ako snímače monitorovania ovzdušia, registrácia dopravy ako napr. registrácia diaľničného mýtného.

Po určitom prispôsobení a priblížení centrálnemu systému k snímačom však toto pojednanie môže vstupovať aj do oblasti registrácie snímačov, vyžadujúcich okamžitú reakciu, ako sú poplachové snímače, zabezpečovacie systémy, požiarne hlásiče, apod.

Samostatnou oblasťou pre použitie malých rádii môže byť monitorovanie technologických procesov, diaľkové meranie a podobné priemyselné aplikácie.

Hlavný cieľ pojednania:

Cieľom pojednania je vytvoriť si na základe znalosti súčasného stavu a tušenia budúceho smerovania predstavu o tom, čo by malo byť zariadenie na krátkodosahové rádiové spojenia s meračmi zariadeniami schopné zabezpečiť. Snahou je defnovať v rámci vlastných foremných potrieb (v žiadnom prípade toto pojednanie nemá za cieľ vytvárať podklady pre nejakú oficiálnu špecifikáciu) **univerzálny rádiokomunikátor** použiteľný pokiaľ možno v čo najširších oblastiach SRD.

Hlavné pojmy:

malé rádio, „short range radio“, SRD (short-range devices) – rádiokomunikačné zariadenie s nízkym výkonom prevádzkované v tzv. voľných pásmach, LPRD ... license free Low Power Radio Devices. V posledných rokoch obrovsky vzrástlo použitie tejto kategórie zariadení hlavne ako rádiových kľúčov, rádio identifikačných systémov. Spektrum oblastí použitia - príklady:

bezdrôtové čítačky čiarových kódov, ručné terminály,
riadenie a kontrola premávky, bezdrôtový prenos údajov,
zber údajov z tepla, prúdu, alebo voľu merajúcich počítačov,
diaľkové riadenie pre hračky, športové a zábavné vybavenie,
alarmové a bezpečnostné systémy, kontrola prístupov, rádiové kľúče
systémy varovných volaní pre handicapovaných ľudí, či pre nebezpečné pracoviská
priemyselné senzory,

voľné pásmo – rádio frekvenčné pásmo, na preádzku v ktorom nie je potrebná licencia od rádiokomunikačnej autority, pokiaľ sa splnia požadované obmedzenia. ISM (industrial, science, medical) pásmo.

Frekvenčné pásmo MHz	Výstupný výkon mW	Šírka pásma	Cyklus obsadenia frekvencie (za hodinu)
433.050 - 434.790	<10	Voliteľná	Vysoký, <10%
868.000 - 868.600	<25	Voliteľná	Nízky, <1%
868.600 - 868.700	<10	25kHz	Veľmi nízky, <0.1%
868.700 - 869.200	<25	Voliteľná	Veľmi nízky, <0.1%
869.200 - 869.250	<10	25kHz	Veľmi nízky, <0.1%
869.250 - 869.300	<10	25kHz	Veľmi nízky, <0.1%
869.400 - 869.650	<500	25kHz	Veľmi nízky, <0.1%
869.650 - 869.700	<25	25kHz	Vysoký, <10%
869.700 - 870.000	<5	Voliteľná	Veľmi vysoký, až do 100%

Shaded bands: Non-Specific SRD's, Others: (Social)Alarms Source: CEPT/ERC Recommendation 70-03, March 2001

Tabuľka 1 - Európske LPRD-pásmo, rozloženie frekvencií a obmedzenia

výstupný výkon – pre uvedenie do problematiky stačí porovnať vysielacie výkony rôznych zariadení

	frekvencia	maximum
GSM	900, 1800 MHz	2 W, 1 W
DECT wireless	1900	250 mW
BlueTooth	2.4 GHz	1 / 2, 5/100 mW
WLAN	2,4 GHz	100mW
TV stanica	470-790 MHz	5 MW
radar	1-3 GHz	
malé rádio	433, 868 MHz	10 mW

rádio komunikácia – pre potreby tohto pojednania je dôležitá charakteristika komunikačného prostredia ako úplne otvoreného, „skoro bez pravidiel“. Komunikácia je priamo nesynchronizovateľná, prakticky nemožné je zabránenie vstupu cudzieho prenosu do nadviazaného spojenia, rovnako ako zabezpečenie voľnosti na požadovanej frekvencii v preddefinovaný okamih. Na rozdiel od drôtového spojenia nie je zabezpečená okamžitá „počuteľnosť“, ani rovnaké podmienky pri opakovanom pokuse.

Súčasný stav rádio odpočtov meračov

Už z popisu hlavných pojmov je zrejmé, že za krátku dobu môžeme očakávať obrovské rozšírenie malých rádií všade okolo nás. Preto má zmysel pouvažovať o tom, či bude fungovať to, čo funguje dnes, aj povedze o pár rokov.

Vychádzať však budem z potrieb aktuálnej sféry záujmu – AMR (automatic meter reading) – diaľkové odpočty meračov, a neskôr sa vrátim k spolužitiu s ostatnými druhmi SRD.

Primárnou otázkou je, či rádio odpočtovanie nie je len módný trend, ktorý po určitom čase pominie. Pokiaľ sa pozrieme na vývoj v oblasti komunikačných médií, trendom je jednoznačne oslobodiť sa od drôtov – dokazuje to extrémny rozvoj mobilných technológií ako mobilné telefóny, WLAN siete, vzájomná bezdrôtová komunikácia periférnych zariadení cez BlueTooth, diaľkové rádio ovládanie domácich spotrebičov..... Z druhej strany to dokazuje aj potreba zachovávanía súkromia, ktoré je istým spôsobom narušované pri bytových odpočtoch spotreby, vody, elektriny, plynu, pomerových indikátorov tepla, a teda sa hľadajú spôsoby, ako túto situáciu riešiť.

Záver je teda jasný – NEJDE LEN O MÓDNY TREND !

Aký je v oblasti AMR aktuálny stav ?

Základný problém v súčasnosti je ten, že ešte neexistujú úplne presné pravidlá pre rádio komunikáciu s meracími zariadeniami. Tie sa ešte len tvoria v ANSI.org zatiaľ len pre pásmo 868 MHz, ktoré je pre komunikáciu s meračmi v západnej Európe takmer výhradne používané. Čo teda so situáciou, že sa nasadia rádiiodočetové zariadenia, ktoré v blízkej budúcnosti z dôvodu nezodpovedania očakávanému štandardu budú na danom frekvenčnom pásme robiť problémy ? Alebo radšej čakať na štandard a nasadzovať až neskôr ?

V oblasti mikroprocesorov už dlhšiu dobu existuje možnosť „field updating“, t.j. preprogramovanie zariadenia bez demontáže priamo na mieste nasadenia. Pokiaľ by malo rádio komunikačné zariadenie túto vlastnosť, a pokiaľ možno priamo prostredníctvom rádio komunikácie, máme možnosť zabiť obe muchy jednou ranou – spokojne nasadzovať rádio odpočty už teraz s možnosťou prípadnej korekcie s minimálnymi nákladmi neskôr.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor má možnosť „field update“ priamo prostredníctvom rádia.**

Vlastnosti meračov

Keď hovoríme o rádiokomunikačných zariadeniach pre merače médií (teplo, voda, plyn, elektrina,...) musíme vychádzať z ich súčasných vlastností, z ktorých pre pohľad dopredu najdôležitejšími sú:

- merače sú dnes relatívne vysoko inteligentné zariadenia s vysokou vypovedacou schopnosťou
- merače majú rôzne druhy komunikačných rozhraní, ale iba s výnimkou starších a jednoduchých komunikujú prostredníctvom datového protokolu, v súčasnosti najviac podľa štandardu M-BUS
- merače majú možnosť aj servisnej komunikácie, t.j. možnosť nielen data odovzdávať, ale aj prijímať a tým servisnou autoritou nastavovať svoje parametre priamo na mieste nasadenia,
- merače sú dnes vyrábané s tak nízkou energetickou náročnosťou na prevádzku, že na ich napájanie postačuje až na dobu 10-15 rokov jediná Li batéria

Nesmieme však zabúdať, že prakticky nič v tejto oblasti sa nestavia na „zelenej lúke“, a teda univerzálne rádiokomunikačné zariadenia by malo byť schopné aspoň na prechodnú dobu spolupracovať aj s funkčnými meračmi starších typov, kde sa môžeme stretnúť s

- komunikačné rozhranie je energeticky náročné, nakoľko merač samotný, napojený na externé napájanie zo siete nemal potrebu racionalizovať spotrebu energie,
- nejednotné, firemné komunikačné protokoly,
- neosadené doplnkové komunikačné moduly pre drôtovú komunikáciu, existujúca iba základná odpočetová komunikácia cez infraopto hlavu

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor pre merač je batéριοvo napájané zariadenie s dobou životnosti minimálne takou, ako doba životnosti merača samotného**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor vie komunikovať s rôznymi meracími zariadeniami, t.j. rôznymi komunikačnými protokolmi cez rôzne komunikačné rozhrania**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor dokáže pracovať ako priamy prevodník komunikácie medzi centrálou a meračom samotným**

Formy rádio komunikácie s meračmi

Už dlhšiu dobu sú na trhu relatívne jednoduché rádio zariadenia, monitorujúce výstupné pulzy pripojeného merača, či už vodomera s Reed, resp. opto kontaktom, alebo napr. merača tepla s osadeným voliteľným pulzno-výstupným modulom na externé zobrazenie energie, resp. pretečeného objemu. Pracujú ako jednoduché počítadlo s pravidelným vysielaním (rádovo sekundy až minúty) napočítaných stavov do éteru. Pokiaľ sa v blízkosti pohybuje odpočtová autorita s prijímacím zariadením, má možnosť zachytiť vysielanie.

Firma Kamstrup od predminulého roku nasadila relatívne vysoko latku s odpočtovým rádio zariadením s možnosťou protokolovej komunikácie rádio modulu s meračom a s následným prenosom údajov na základe odpočtovej výzvy a následnej odpovede z rádio modulu. Netradične táto komunikácia pracuje na 433 MHz, nakoľko použitá rádio komunikačná rýchlosť je nízka – pod 2400 Baud s dosť obsiahlym údajovým balíkom, a teda zmestiť sa do povoleného cyklu obsadenia v 868 MHz pásme by mohlo robiť problém.

Na tento trend protokolovej komunikácie sa snažia nabehnúť aj ostatní výrobcovia meračov, bohužiaľ však všetci smerujú len a len ku svojmu vlastnému piesočku, t.j. k špecializovaným rádio komunikačným modulom len pre merače vlastnej výroby, a dokonca aj s trendom nesnažiť sa o možnosť komunikácie so staršími vlastnými typmi.

Vytvára to dosť nepríjemnú situáciu pri snahe o racionalizáciu odpočtového systému pomocou rádia, prakticky to vyžaduje kompletnú výmenu meračov za nové typy s možnosťou rádio komunikácie, čo je evidentne finančne tá najnáročnejšia cesta s potenciálnymi aj technickými problémami, pokiaľ konkrétny výrobca nezabezpečuje kompletný rozsah meračov (v prípade tepla napr. všetky prierezy potrubia).

=====>> univerzálny rádiokomunikátor je schopný komunikovať jednosmerne aj obojsmerne

V zásade môžeme malé rádiá deliť podľa smeru spojenia na:

- a. komunikujúce nezávisle na centrále, t.j. jednosmerná rádio komunikácia
 - vysielajúce v pravidelných intervaloch
 - vysielajúce na základe udalosti do trvale počúvajúcej prijímacej centrály
- b. komunikujúce na základe výzvy od centrály, t.j. obojsmerná komunikácia

(V prípade obojsmernej komunikácie ide takmer bezvýhradne o „half duplex“ komunikáciu, t.j. počas vysielania jednej strany druhá strana počúva a naopak, nemôžu vysielat' aj prijímať súčasne.)

Ďalšie delenie môžeme urobiť podľa umiestnenia a časových relácií potreby ich použitia.

Rádio prenosy sú v súčasnosti štandardne používané na komunikáciu povedzme s výmenníkovými stanicami tepla, lenže tu ide o licencovanú rádio komunikáciu, kde je potrebná častá komunikácia podľa potrieb dispečerského systému.

Rozlišovať sa teda dá medzi

- komunikačnými potrebami dispečerského monitoringu a riadenia a
- komunikačnými potrebami len pre odpočty a fakturáciu

Dispečerské riadenie versus fakturačné odpočty meračov

Centrálou v prípade dispečerského monitorovania a riadenia je pevná stanica, obojstranne komunikujúca s jednotlivými substanciami dostupnými prostriedkami v časovom intervale v rozsahu minút až hodín.

V prípade odpočtových komunikácií máme varianty:

- pochôdzkové resp. pojazdové snímanie údajov
 - odpočtovou autoritou
 - iným pravidelne sa opakujúcim procesom – rozvoz, pošta, zber odpadkov
- pevná lokálna stanica, napojená na:
 - drôtovú komunikáciu s centrálnym zberom
 - licencovanú rádio stanicu
 - modem na GSM, resp. pevnú telefónnu linku
 - ale aj retranslačný systém SRD zariadení

=====>> univerzálny rádiokomunikátor je zabudovateľný do rôznych druhov centrál.

Z pohľadu v bytoch, resp. v rodinných domoch umiestnených meračov, kde platí, že interval odpočtovania nie je potrebný kratší ako 1 mesiac (štandardne pol roka), možno jednoznačne prehlásiť, že rádiomerače sú veľmi výhodné. V bytoch hlavne panelových je sa množstvo potrebných rádio modulov môže veľmi zvyšovať. Predstava pre odpočtovanie plne rádiom vybaveného 3-izbového bytu je:

4 rádiové pomerové indikátory tepla na radiátor v každej izbe, 2 rádiové moduly pre vodomery, 1 rádiový modul pre elektromer a 1 rádiový modul pre plynomer. Pokiaľ existuje možnosť drôtovo poprepájať uvedené odpočtovacie zariadenia, a odpočtové autority rôznych médií sú schopné dohodnúť sa na zdieľaní spoločného rádio odpočtového systému, mala by existovať aj možnosť pripojiť viacero zariadení na jediný rádio modul.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je schopný snímať viacero samostatných meračov.**

V podmienkach mestskej zástavby s panelovými domami je otázkou, kam radiť merače umiestnené na päte bytových domov – či do dispečerského, alebo len odpočtového komunikovania. Zdôrazňujem, že zase ide skôr o pohľad do blízkej budúcnosti s komplexným systémom zabezpečenia energetickými médiami. Dnešné inteligentné merače sú schopné identifikovať a následne aj ohlásiť stavy ako prekročenie maximálneho prietoku, teploty, či výkonu, a teda nesú informáciu veľmi žiadúcu pre včasnú identifikáciu a lokalizáciu prípadnej poruchy na rozvođe médií.

Týmito charakteristikami by sa mohli radiť do dispečerského riadenia a teda skôr by bolo žiadúce túto komunikáciu zabezpečiť pevnejšími prostriedkami komunikácie ako je rádio – drôtom.

Napriek tomu, že toto pojednanie smeruje k definícii univerzálneho rádiokomunikátora, myslím si, že tam kde je možné nasadiť drôtové spojenie, netreba násilu strkať rádio komunikáciu.

Na druhej strane spomínané ohlasované stavy sa radia do kategórie alarmových hlásení, a pokiaľ odborné posúdenie stanoví, že dostupnosť informácie o týchto stavov je postačujúca aj pre dispečerské monitorovanie v časových intervaloch hodín až dní, dá sa aj táto problematika riešiť pomocou rádio modulov. Na základe pravidelného interného zberu údajov medzi rádio modulom a meračom, resp. prebratie údajov na podnet alarmovej aktivity samotného merača.

V prípade dosahu spojenia na pevnú lokálnu stanicu existuje v takomto prípade možnosť rýchlej identifikácie alarmového stavu, či požadovaného ohlasovania preddefinovanej situácie.

Rovnako v prípade šikovne nadefinovaného retranslačného systému je možné takéto stavy

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje retransláciu**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor má možnosť predprogramovania automatického zberu údajov ako logger funkciu**

Dosah malých rádii

V tejto fázi pojednania sa dostávam k vzájomnému spolužitiu SRD zariadení v dosiahnuteľnom okolí. Dosiahnuteľné okolie je oblasť okolia v rámci ktorého je možné s daným SRD komunikovať. Nebudem podrobne rozoberať podmienky a vplyvy podmieňujúce dosah rádio prenosu, na to sú špecializované články odborníkov, uvedené v zozname literatúry. Dôležité je vedieť, že dosah najviac ovplyvňuje anténa a prostredie v ktorom sa rádio signál šíri.

Dosah rádia v úplne otvorenom priestranstve závisí od vysielacieho výkonu, anténnej straty na vysielacej a prijímacej strane, citlivosti prijímača a strát na prenose vplyvom prostredia.

Pokiaľ budeme uvažovať:

základnú anténu $\lambda/4$ whip so ziskom 0 dB, a efektivitou anténa-prijímač -10 dB

vysielací výkon 10 mW (10 dB)

citlivosť prijímača -100 dB (0,1 nW)

nulové straty na prenose

teoretický dosah na pásme 443 MHz je $0,6913/(4 \times \text{PI} \times \text{SQRT}(1e-13/1e-2/(10e-3)))=1740$ m,

na pásme 868 MHz to je $0,3456/(4 \times \text{PI} \times \text{SQRT}(1e-13/1e-2/(10e-3)))=869$ m.

Pritom nebola uvažovaná žiadna strata útlmom na prekážkach, ani straty odrazmi a difrakciou a prenos neovplyvňovalo žiadne frekvenčne blízke vysielanie. Prakticky však Dôležité je vedieť, že každých 6 dB útlmu predstavuje dvojnásobné skrátenie dosahu.

Prekážka	útlm (dB)	poznámka
Stena (vnútri)	10-15	
Stena (vonkajšia)	2-38	(dôležitý je percentuálny pomer okien a hrúbka)
Strop	12-27	
Okno	2-30	(kovom spevnené okná spôsobujú veľké straty)

Tabuľka 2 – Typické straty spôsobované prekážkami v prenose

Hustota osadenia malých rádií

Napriek krátkym dosahom môže sa v tomto priestore nachádzať veľké množstvo rádio modulov. Ved' ak uvažíme vyššie spomenutý príklad plne rádiom odpočítaných bytov v troch 11 poschodových panelákoch, vzdialených v trojuholníkovom usporiadaní 50 m od seba, ktoré majú na každom poschodí 4 byty, pri uvažovanom dosahu 100 m budem mať z prostriedku trojuholníka dostupných $3 \times 11 \times 4 \times (4+2+1+1) = 1056$ rádio modulov. Ak budú všetky v pravidelných intervaloch 8 sekúnd vysielat' len 50 bytov údajov na maximálnej rýchlosti 50 kBaud (každý prenos trvá $50 \times (1+8+1+1) / 50000 \dots 110$ ms), aj keď budú jednotlivé dokonale za sebou, budú potrebovať 11,6 sekundy. Toto samozrejme spôsobí, že prakticky neodčítam vôbec nič, nakoľko sa jednotlivé prenosy budú do seba nezrozumiteľne miešať. Predĺženie časového intervalu medzi vysielaniami daného rádio modulu zase spôsobí problémy v dlhom čase čakania na odpočet, čo by takmer mohlo vylúčiť pojazďové odpočítovanie.

Možná je tento príklad poriadne prehnaný, naznačuje dosť intenzívne, že otázkou budúceho vzájomného spolužitia SRD zariadení by sme sa mali zaoberať už teraz. (Tento príklad tiež naznačuje moju osobnú averziu voči jednosmernému, pravidelne v krátkych intervaloch zbytočne éter zaplňajúcemu, a zbytočne energiu batérie čerpajúcemu rádiu odpočítovému systému). Určite nebude spokojný užívateľ staršieho rádiu bezpečnostného systému (kde na vyvolanie poplachu stačí len prítomnosť nosnej frekvencie), ktorému v blízkosti novo nasadený merač s rádiomodulom bude vyvolávať každých 8 sekúnd planý poplach len preto, že sa náhodou trafili do toho istého frekvenčného kanálu. A rovnako nebude spokojná ani odpočítová služba, ak prakticky každý príjem údajov bude rušený blízkym bezdrôtovým prevodníkom pulz-pulz z rýchlo sa krútiaceho elektromera.

Aké možnosti sú k dispozícii pre riešenie tejto problematiky:

Vývoj IC pre malé rádiá

Pred vlastným podľadom na možné riešenia sa pozrime na vlastnosti samotného rádiu transeivera (TRANSMITTER-reCEIVER, vysielateľ a prijímač v jednom rádiu modulu naraz, nakoľko pri snahe o univerzálny SRD rádiokomunikátor nemá vôbec zmysel uvažovať len o rádiu vysielateľi).

Na trhu je dostupných viacero integrovaných obvodov vhodných pre inteligentné SRD zariadenia od viacerých výrobcov, počínajúc tradičnými samostatnými prijímačmi a vysielateľmi od napr. Philips s frekvenciou nastavovanou externými súčiastkami, cez priame transeivery prevádzajúce digitálny signál na rádiu signál po transeivery s integrovanou silnou frekvenciou a formu signálu riadiacou podpornou logikou od napr. Atmel až po najmodernejšie inteligentné transeivery so zaintegrovaným embedded procesorom s minimom externých súčiastok (Chipcon, Nordic).

Od pôvodného 3 x IC systému procesor, prijímač a vysielateľ do spoločnej antény, cez

2 x IC systém procesor – transeiver vývoj došiel k 1 x IC systémom.

(Vývoj dospieva až k tomu, že návrhár prestáva mať priamy prístup k tomu, ako bude vypadat' rádiu vysielania, nakoľko to zaňho definuje výrobca, na návrhárovi je len vlastný obsah dátového balíka.)

Každý z obvodov na trhu má svoje parametre, z ktorých pre potreby tohto oboznamovacieho pojednania by som spomenul :

- frekvenčné pásma a počet dostupných kanálov
- forma modulácie ASK,FSK,GFSK (amplitude, frequency, gaussian frequency – shift keying)
- zaručenie neprekročenia maximálneho povoleného výkonu v pásme a citlivosť prijímača
- koeficient oddelenia od blízkych kanálov
- spotreba prúdu na príjem a vysielanie, ovplyvňujúca životnosť

Nie je účelom tohto pojednania dopodrobna rozoberať vlastnosti obvodov, kľady a zápory návrhu SRD zariadení s tým, či oným integrovaným obvodom, to je vecou vlastného návrhu zariadenia.

Dôležité sú v tomto okamihu skôr cena obvodov, spotreba energie, počet externých súčiastok a potreba nastavovania SRD pri výrobe.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor nevyžaduje údržbu a je cenovo veľmi prijateľný**

Spolužitie malých rádii

Pre spolužitie s okolitými SRD je dôležité, že moderné tranceivery majú možnosť výberu používanej frekvencie až na úrovni zmeny frekvencie počas prevádzky bez potreby zmeny externých súčiastok.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je schopný komunikovať na viacerých frekvenciách a je schopný vykonávať preskoky frekvencií (frequency hopping) pri nadväzovaní komunikácie**

Vychádzajúc z maximálnej rýchlosti prenosu údajov, čo zabezpečí minimálnu dobu obsadenia frekvenčného pásma, podmieňuje potrebnú šírku pásma, z čoho zase môžeme vypočítať počet dostupných frekvenčných kanálov v priestore frekvenčného pásma., dostávame základnú možnosť spolužitia SRD – rozdelenie si frekvenčných kanálov. Jednotlivé používajúce SRD zariadenia, komunikujúce na rôznych kanáloch frekvenčného pásma potom môže komunikovať súčasne bez vzájomného ovplyvňovania sa.

Zase len čisto teoreticky – ak sa nedohodnú plynári, vodári, elektrikári, teplári na spoločnom odpočtovom systéme, t.j. každé médium bude odpočtované svojim vlastným SRD zariadením, na základe dohody o rozdelení kanálov nebudú jednotlivé odpočtové subsystémy navzájom nijak zvlášť ovplyvňované ani pri súčasnom zbere údajov.

Identifikácia a bezpečnosť komunikácie

Tým sa dostávame k otázke identifikácie SRD zariadení, ktorú spojíme hneď aj s otázkou bezpečnosti a utajenia údajov pri rádio komunikácii.

Úplne vynechať identifikáciu sa dá len v prípade, že v dosiahnuteľnom okolí je na danom frekvenčnom kanáli len jediné zariadenie, a teda nikto iný tu vysielat' nemôže – to však je príliš elementárny prípad, ktorý pre ďalšie úvahy úplne vylučujem.

Aj pri jednosmernej komunikácii musí byť zabezpečená identifikácia, aby sa dalo zistiť, či príjem centrála vlastne zachytí. Pri obojsmernej komunikácii je identifikácia nutná, aby sa údaje z centrály dostali tam, kde sa dostať majú a nie na nesprávne miesto. Identifikácia sa môže viazať na identifikačné číslo pripojeného merača, alebo môže identifikáciu niesť SRD samotné. Prostú väzbu na identifikačné číslo merača nepovažujem za dostatočnú, nakoľko v dostupnom okolí sa môže vyskytovať viac meračov s rovnakými identifikačnými číslami, napr. od rôznych výrobcov, či iných energetických médií.

Pokiaľ sa jedná o identifikačné číslo SRD zariadenia, malo by byť jednoznačné a jedinečné. Takáto podmienka sa dá ľahko spniť, pokiaľ je jediný výrobca SRD zariadení, alebo pokiaľ existujú presné pravidlá pre zadávanie identifikačných čísel, niečo podobné ako IP adresy na internete. Ani jedna z podmienok však nie je splnená, a teda by mala existovať v danej lokalite nasadzovania nejaká autorita, ktorá rádio identifikačné čísla zadefinuje, napr. servisná firma, spracúvajúca následne aj odpočty meračov.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje nastavenie svojho identifikačného čísla**

Pokiaľ sa jedná o bezpečnosť prenosu údajov, možno povedať, že ak niekto bude odpočúvať komunikáciu medzi odpočtovou centrálou a rádio modulom merača, nič strašného sa nestane, tieto data sú svojim spôsobom verejné. Horšia situácia však nastane, ak:

- niekto bude zámerne opakovane vyvolávať komunikáciu v snahe vyčerpať batériu,
- odpočuje servisnú nastavovaciu komunikáciu s meračom a zámerne zle prenastaví iné merače
- odpočuje download programu rádio modulu a nahrá znehodnotenú, či zámerne zle upravenú verziu
- prenášané data sú dôverné

Nakoľko rádio komunikácia prebieha vo voľnom a škodlivým vplyvom dostupnom priestore a navyše náročnosť výroby pirátskeho SRD zariadenia nie je až taká náročná, treba jednoznačne uvažovať aj o ochrane údajov najlepšie kódovaním a najlepšie DES kódovanie s inicializačným vektorom, reťazením blokov cifier a cyklickou redundantnou kontrolou.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje zakódovanú komunikáciu**

Priebeh komunikácie

Ešte ostáva pojednať o samotnom priebehu komunikácie:

Pri jednosmernej komunikácii, kedy rádio modul v pravidelných intervaloch vysiela balík údajov potrebujeme centrálu (či už pevnú, alebo mobilnú), stále na príjme, ktorá sa snaží data zachytiť, skontrolovať, či zodpovedajú očakávanému datovému balíku a prípadne ich na povel odpočtovej služby zobrazíť. Navyiac by však mala mať aj možnosť skontrolovať, či boli zachytené všetky odpočítované merače z daného okolia, a teda či sa kvôli niektorému s problémom pri prenose dát nebude treba neskôr vracáť.

(SRD zariadenie v tomto prípade spí po celú dobu intervalu medzi vysielaniami, po zobudení skontroluje, či uplynul interval, alebo nastala doba na aktualizáciu odpamätaných údajov – resp. rovno prečíta merač, následne skontroluje, či nevysiela nikto iný, po uvoľnení vyšle data do rádia a znova spokojne zaspí).

Pri obojsmernej komunikácii na princípe výzva-odpoveď sa situácia dosť mení. Jednak odpočítacia centrála nie je stále na príjme, ale aktivuje sa na povel obsluhy, časového automatu, resp. podľa GPS pozície lokality, v ktorej sa nachádza, a :

- buď vyšle výzvu konkrétnemu meraču, aby poslal data,
- alebo vyšle centrálnu výzvu „všetci v okolí, čo ku mne patríte, pripravte sa na odpočet“, a následne v rýchlom slede prenesie data z aktivovaných rádio modulov

(SRD zariadenie v tomto prípade by malo mať kratší zobúdzací čas, najlepšie okolo 2 sekúnd, po zobudení skontrolovať, či vo vzduchu necítíť rádio komunikáciu, pokiaľ nie, hneď zaspáť (ak nemá predpísanú ešte nejakú inú aktivitu po zobudení). Pokiaľ je vo vyduchu komunikácia, musí zistiť, či sa týka jeho „osobne“ a pokiaľ áno, ostane čakať na dokončenie výzvy, pripraví odpoveď a vyšle ju na rádio. Počká na prípadné potvrdenie a ide konečne znova spať.) Je zrejmé, že nároky na obojsmerne komunikujúce zariadenie sú oveľa vyššie ako na jednosmerný vysielateľ, a rádio modul musí vedieť zabezpečiť prakticky toľko funkcií ako aj centrála (natolko, že z určitého uhla pohľadu sa rozdiel medzi rádiomodulom merača a rádiomodulom centrály prakticky stráca, hlavne keď si predstavíme pripojený počítač centrály proste ako ďalší merač).

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje konfigurovať priebeh vlastnej komunikácie**

Zhrnutie:

Tu sú zhrnuté všetky tézy, ktoré sa kryštalizovali počas niekoľko mesiacov prác na SRD pre merače tepla.

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor má možnosť „field update“ priamo prostredníctvom rádia.**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor pre merač je batéριοvo napájané zariadenie s dobou životnosti minimálne takou, ako doba životnosti merača samotného**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor vie komunikovať s rôznymi meračmi zariadeniami, t.j. rôznymi komunikačnými protokolmi cez rôzne komunikačné rozhrania**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor dokáže pracovať ako priamy prevodník komunikácie medzi centrálou a meračom samotným**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je schopný komunikovať jednosmerne aj obojsmerne**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je zabudovateľný do rôznych druhov centrály.**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je schopný snímať viacero samostatných meračov.**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje retransláciu**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor má možnosť predprogramovania automatického zberu údajov ako logger funkciu**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor nevyžaduje údržbu a je cenovo veľmi prijateľný**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor je schopný komunikovať na viacerých frekvenciách a je schopný vykonávať preskoky frekvencií (frequency hopping) pri nadväzovaní komunikácie**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje nastavenie svojho identifikačného čísla**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje zakódovanú komunikáciu**

=====>> **univerzálny rádiokomunikátor umožňuje konfigurovať priebeh vlastnej komunikácie**

Všetko začalo prostou snahou rádiovo prenášať údaje z dvoch konkrétnych meračov tepla. Postupné objavovanie sa záujmu o pripojenie ďalších druhov meračov tepla, následne aj vodomero viedlo k snahe z univerzálnit' programové vybavenie. Spolu s priebežným prehľadom o trendoch v oblasti IC pre SRD dospelo do miery, kedy bolo treba znovu premyslieť celkovú koncepciu vyvíjaného systému. Krátkym a nesystematickým výberom z tohoto premýšľania je práve toto pojednanie.

Môžem prehlásiť, že 70% z uvedených téz je vyriešených v systéme ponúkaným v súčasnosti firmou SBM Integrál s.r.o. pre odskúšanie ako plne funkčnú vzorkovú sériu 35 kusov univerzálnych externých rádiomodulov pre merače tepla a 35 kusov špecializovaných interných rádiomodulov pre merače tepla Infocal 5, spolu s mobilnou centrálou na báze Psion WorkAbout a spracovávacím programom pre PC. (*viz ďalšia dokumentácia rádio systému*).

Zvyšok do 100% bude dokončený v priebehu tohto roku.

Podnety, návrhy, požiadavky, prejavy záujmu, konštruktívne otázky – všetko je vítané a netrpezlivo očakávané na supipd@stonline.sk, pre slovenských záujemcov aj telefonicky na Ing. Ján Supuka, 0905 489773

Použité podklady:

[liter\RF_Guidelines_article.pdf](#)

[liter\AN_001_SRD_Regulations_below_1GHz_rev_2_01.pdf](#)

[liter\Introduction_to_wireless_network.pdf](#)

[liter\WP_RF-CommInMultiUserEnv.pdf](#)

WWW stránky informácií o SRD:

WWW stránky výrobcov rádio chipov:

www.nordicsemi.com

www.chipcon.com

www.atmel.com

www.philipssemi.com

WWW stránky meračov s možnosťou rádio odpočtov:

www.kamstrup.com

www.hydrometer.de

www.viterra-es.es