

## V TOMTO ČÍSLE

DICOM dvacetiletý ..... 1

### NOVINKY

Ruční EPM radiostanice RF23 .... 2, 3



Přijímač GNSS pro transfer času a frekvence GTR51 ..... 3, 4



### TEORETICKÁ ČÁST

Sdílení rádiového kanálu v sítích MANET ..... 5, 6

### ZÁKAZNICKÁ RUBRIKA

Příslušenství pro ruční EPM radiostanici RF23 ..... 7



Přenos utajovaných informací radiostanicemi DICOM ..... 7

### REKLAMNÍ ČÁST, ADRESY

Prezentace DICOM na výstavách obranného průmyslu ..... 8

Pozvánka na IDET 2013 ..... 8

## DICOM dvacetiletý

### *Společnost bez minulosti nemůže mít ani budoucnost.*

Tuto větu jsem nevymyslel. Utkvěla mi ale v paměti od chvíle, kdy jsem se snažil najít jak věcným, tak emocionálním obsahem věrný překlad anglické věty (plné modálních sloves). A když jsem uvažoval o uplynulých dvaceti letech činnosti DICOMu, došel jsem k závěru, že každá budoucnost má kořeny v minulosti. Existence firmy je sice ohraničena časovými termíny danými obchodním zákoníkem, ale její historie ve skutečnosti začíná daleko dříve.

Nemá ale smysl vracet se v dějinách do příliš velké dálky. Za zmínku však určitě stojí aktivity vývojového oddělení někdejšího národního podniku MESIT, v němž byl již v roce 1956 zahájen vývoj první letecké radiostanice. Na něj pak navázalo dalších pět technologicky vždy zcela nových typů. Kromě radiostanic je potřebné zmínit i vývoj a výrobu rádiových leteckých navigačních zařízení. Na přelomu osmdesátých a devadesátých let minulého století, kdy již bylo zřejmé, že v tehdejší Československu dojde k útlumu letecké výroby, byly hledány nové možnosti uplatnění zkušeností a know-how kolektivu vývojových pracovníků. Padlo rozhodnutí soustředit se na komunikační techniku pro armádu. Ještě před konstituováním společnosti DICOM se podařilo prosadit vývoj radiostanice označené ve vývojové etapě názvem Radmila, určené pro nejširší použití v pozemním vojsku.

Dokončení tohoto vývoje již bylo v režii samostatného DICOMu. Pro řadu pracovníků vývoje byla tato technika i přes dlouholeté zkušenosti nová ve směru, který lze krátce popsat snad jen německy, a to požadavkem „bombenfest und idiotensicher“. Od roku 1994 se po úspěšném dokončení vývoje tato radiostanice pod označením RF13 stala na dlouhou dobu základem systému VKV komunikačních zařízení, který se úspěšně uplatnil jak na vnitřním, tak i na zahraničním trhu. Uvedených radiostanic bylo vyrobeno téměř 9 000 kusů.

Od samého začátku své činnosti hledal DICOM možnost hlubší zahraniční spolupráce. Shodou okolností právě v roce 1993 probíhalo výběrové řízení na KV radiostanici, kterého se DICOM zúčastnil jako tuzemský partner společnosti Rohde&Schwarz. Úspěch v tomto výběrovém řízení přinesl kooperační podíl na výrobě radiostanic R150A odvozených od německých XK850.

Ještě důležitější než samotné dodávky radiostanic bylo další prohlubování spolupráce se společností Rohde&Schwarz. To se projevilo hlavně po nasazení nové generace radiostanic řady RF20, vyvinuté v DICOMu, a německé M3TR. U těchto programů došlo již ke spolupráci až do úrovně vývoje. Výsledkem je možnost nabízet celý moderní systém taktických rádiových komunikací.

Důležité je, že uvedené programy dokázaly společnost dlouhodobě stabilizovat a dovoľovaly financování rozvoje z vlastních prostředků.

Kromě uvedených nosných programů stojí za zmínku i vývoj a výroba přístrojů pro laboratoře přesného času. Aparatura pro porovnávání časových stupnic vyrobená v DICOMu se využívá k navazování primárních etalonů času a frekvence v USA, Německu, Velké Británii, Japonsku a řadě dalších zemí. Dnes je ve firmě 140 zaměstnanců a manažerů. Hlavním cílem jejich práce je spokojenost zákazníka.

Uplynulých 20 let bylo úspěšných a je namísto poděkovat všem partnerům, vlastním zaměstnancům a do dalších let popřát jim a celé společnosti hodně zdraví, štěstí a úspěchů na všech frontách.

Ing. Jiří Krča  
technický ředitel, tel.: 572 522 502

## Ruční EPM radiostanice RF23

Novinkou pro rok 2013 v oblasti komunikační techniky je rozšíření sortimentu rádiového systému RF20 o radiostanici s označením RF23 (2300.100.40). Nová radiostanice vznikla zejména pro uživatele, kteří spojují elektrické a uživatelské vlastnosti radiostanice systému RF20 s požadavky maximálního využití příslušenství standardně používaného jinými výrobci vojenské komunikační techniky. Druhým důvodem pro novou radiostanici byla implementace přijímače družicové navigace do prostoru radiostanice. S tím souvisí jednak úprava horního panelu a způsobu ovládání a dále úprava firmware pro novou uživatelskou funkci, kterou příjem navigačních dat nabízí. U radiostanice RF23 byla rovněž provedena některá konstrukční opatření, zvyšující mechanické a klimatické odolnosti související s nasazením radiostanic do oblastí tropického a subtropického pásma a také opatření vyplývající ze zkušeností z provozu radiostanic RF20.

Na obr. 1 je čelní pohled na radiostanici RF23. Na předním panelu jsou vidět především odlišnosti související s novou průzvuknicí reproduktoru a dále použitím jiných typů montážních šroubů.

**Zásadní rozdíly od radiostanice RF20 jsou vidět při pohledu na horní panel - obr. 2. Jsou to následující odlišnosti:**

- Desetipinový konektor je nahrazen konektorem odpovídajícím standardu MIL-DTL-55116. K tomuto konektoru lze připojit řadu akustických příslušenství, jejichž elektrické parametry odpovídají požadavkům MIL-PRF-49078. Těmito akustickými příslušenstvími mohou být např. - mikrotelefon CJ H-250/U, náhlavní souprava CJ-1220-HS401 nebo reproduktor s mikrofonem CJ-1312-SM501. Kompatibilita připojení plnicího zařízení PK20 je zajištěna použitím propojovacího kabelu 1050.344.01 (více viz str. 7).
- Jako anténní konektor je zvolen TNC konektor používaný standardně pro tuto kategorii radiostanic. Zabudování konek-

toru do těla radiostanice je voleno tak, aby byla zabezpečena vysoká mechanická pevnost konektorového spoje a rovněž odolnost vůči pronikání vlhkosti do prostoru TNC konektoru. Nový anténní konektor umožňuje připojení antén různých výrobců, např. TRIVAL ANTENE, RADIALL, HARRIS atd. Připojené antény však musí splňovat elektrické parametry pro spolehlivou funkci radiostanice, tj. výkonové zatížení min. 5 W, PSV lepší než 6 a samozřejmě požadovaný kmitočtový rozsah od 25 MHz do 146 MHz. Při výběru vhodné antény je nutno pamatovat i na parametr účinnosti vyzařování, který je do značné míry ovlivněn délkou zářiče. Malá účinnost vyzařování zásadní měrou snižuje dosah radiostanice.

- Radiostanice je vybavena anténou pro přijímač družicové navigace GPS s přijímaným kmitočtem L1 (1575,42 MHz). Anténa je spojena s radiostanicí pomocí konektoru SMA.

Výhody tohoto konstrukčního řešení jsou:

- a) při mechanickém poškození lze anténu snadno vyměnit,
  - b) jednoduché připojení vozidlové GPS antény k RF23 ve vozidle.
- Z důvodu omezeného prostoru na horním panelu je použit pouze jeden provozní přepínač,



Obr. 1: Ruční EPM radiostanice RF23



Obr. 2: Horní panel radiostanice

kteří musí zabezpečit standardní ovládání radiostanice - vypnutí, zapnutí, změna hlasitosti, vypnutí omezovače šumu a rovněž přístup ke změně pracovního kanálu. Umístění přepínače je voleno tak, aby byl zajištěn snadný přístup obsluhy k jeho ovládání.

Podstatnou změnou radiostanice RF23 od radiostanice RF20 je instalace navigačního přijímače do prostoru radiostanice. Získaná navigační data jsou pak využívána službou G-track.

G-track je označení pro systém automatického sběru polohových dat účastníků rádiové sítě v režimu HW20. Polohová data jednotlivých radiostanic jsou získávána z vestavěného přijímače systému NAVSTAR, který pracuje na kanálu L1 s využitím C/A kódu. Polohová data se skládají z povinných a volitelných položek. Povinné položky jsou geodetická data (zeměpisná šířka a délka), čas UTC, status a identifikace zdroje (adresa radiostanice). Volitelné položky pak mohou nést doplňkové informace jako je UTC datum, nadmořská výška a jiné. Sběr polohových dat probíhá na pozadí běžné hlasové či datové relace a není centralizovaný. Každá radiostanice, která přijme relaci s platnými polohovými daty, je řadí do fronty přijatých polohových dat, které lze protokolem PRC20 vyčíst pro další zpracování.

Jako aplikace použitelné pro zobrazení na mapovém podkladu lze využít např. řešení firmy DELINFO (BVIS), LPP Praha (CDU), případně komerční produkt Google Earth.

Volba použitého interního navigačního přijímače umožní do budoucna použít i jiné zdroje navigačních dat, než jsou data z družic NAVSTAR. Na základě požadavku odběratele je možno získávat navigační data ze systému GLONASS či do budoucna ze systému GALILEO.

Další konstrukční úpravy radiostanice se týkají napájecího konektoru určeného pro připojení zdrojové skříně. Změny se zaměřily na minimalizaci nebezpečí vniku vlhkosti do prostoru kontaktů při nasazení v extrémně náročných klimatických podmínkách.

Použití RF23 se předpokládá u těch uživatelů, kde bude prioritou nasazení již používaného příslušenství od jiných výrobců, popřípadě využití systému polohových informací.

Radiostanice RF23 je z hlediska rádiového spojení plně kompatibilní ve všech druzích provozu s rádiovým systémem RF20, jak z hlediska fónického provozu, tak i z hlediska přenosu dat na pevném kmitočtu a ve všech druzích speciálních provozů. Elektrické parametry - vysokofrekvenční výkon, citlivost, modulace, pásmo efektivně přenášených kmitočtů atd. jsou shodné s elektrickými parametry radiostanice RF20.

Ing. Jiří Šatný

KON, tel.: 572 522 629

## Přijímač GNSS pro transfer času a frekvence GTR51

V posledních letech probíhají na poli družicových navigačních systémů významné změny, které lze v podstatě považovat za budování systémů nové generace. V případě GPS je podstatné zavádění nových signálů L2C a L5, které umožní současné měření ve třech kmitočtových kanálech s plnohodnotným odstupem signálu od šumu a s dobrým potlačení vlivu mnohacestného šíření. Vedle toho probíhá budování nového evropského systému GALILEO, který vedle signálu E1 poskytne i signál E5 s výrazně větší šířkou spektra než bylo dosud běžné. Dynamický vývoj v poslední době prodělává i ruský systém GLONASS, který se postupně stává plnohodnotným družicovým navigačním systémem srovnatelným s GPS. Jako zajímavé se pro přenos času v regionálním měřítku jeví také nové systémy SBAS (Satellite Based Augmentation System) využívající geostacionárních družic.

Na uvedený vývoj přirozeně musí navázat také vývoj nové generace přijímačů pro přenos času a frekvence, které jsou schopny signály nových a modernizovaných systémů využít ke zlepšení navazování časových stupnic. Reakcí DICOM na uvedené trendy je přijímač s typovým označením GTR51, který je právě uváděn na trh. Vývoj tohoto přístroje byl podpořen z programu TIP MPO ČR.

### Koncepce přijímače

GTR51 je přijímač GNSS (Global Navigation Satellite System) určený pro transfer času a frekvence, který umožňuje současný příjem a zpracování těchto signálů:

**GPS:** L1C/A, L1P, L2C, L2P, L5,

**GALILEO:** E1, E5a,

**GLONASS:** L1OF, L1SF, L2OF, L2SF,

**SBAS:** L1, L5

Celkem se jedná o třináct signálů vysílaných čtyřmi různými systémy v pěti frekvenčních kanálech. Přijímač měří zpoždění všech uvedených signálů včetně zpoždění fáze nosné vlny. Výsledky měření se ukládají do souborů na pevném disku. Na základě uložených dat je pak možné generovat výstupní soubory v několika standardních a proprietárních formátech.

Výsledky měření mohou být vztaženy buď k externí časové referenci reprezentované časovými značkami 1PPS\_IN, nebo k interní časové stupnici koherentní s externí frekvenční referencí 10 MHz reprezentované výstupními časovými značkami 1PPS\_OUT. První přístup je preferován v laboratořích času a frekvence, druhý přístup

je vyžadován směrnici pro vybavení geodetických stanic IGS (International GNSS Service).

Vliv teplotní závislosti zpoždění obvodů přijímače je minimalizován umístěním klíčových dílů přijímače do pouzdra s aktivní stabilizací teploty.

### Činnost přijímače

Koncepce ovládání se v základních rysech neliší od staršího přijímače GTR50. Přijímač lze řídit z jakéhokoli počítače prostřednictvím počítačové sítě. Uživatelské rozhraní má podobu webové stránky, která po otevření v běžném webovém prohlížeči umožňuje ovládání přijímače, sledování jeho činnosti a stahování změřených dat. Přístup k přijímači samozřejmě vyžaduje autorizaci.

Přijímač je určen k nepřetržitému provozu. Je proto vybaven monitorovacím a diagnostickým systémem, který zajišťuje včasnou detekci a řešení případných závad a provozních problémů. Historie řady provozních parametrů (časová diference, teplota, elevace a azimut družic aj.) se zobrazuje v grafech, které jsou součástí uživatelského rozhraní.

V rutinním provozu typickém pro navazování primárních etalonů času a frekvence přijímač měří, zpracovává změřená data, generuje výstupní soubory a pravidelně je odesílá na určené servery zcela bezobslužně. Na druhou stranu při vědeckých experimentech umožňuje vysokou variabilitu měřicího procesu i formátu generovaných dat.

### Podporované datové formáty

GTR51 na základě změřených dat generuje výstupní soubory v několika standardních a proprietárních formátech.

Datové soubory RINEX obsahují přímo změřená zpoždění přijímaných signálů vzhledem k externí nebo interní časové referenci a to jak výsledky kódových měření, tak měření fáze nosné. S ohledem na zpětnou kompatibilitu se staršími systémy zpracování dat přijímač podporuje jak starší formát V2.10, tak novější formáty V2.11 a V3.01.

Soubory CGGTTS a L3P obsahují časové diference mezi externí nebo interní časovou referencí a systémovým časem příslušného GNSS vypočtené na základě měření zpoždění signálů jednotlivých družic. V případě souborů CGGTTS se tyto diference určují na základě jednofrekvenčního kódového měření, v případě souborů L3P na základě dvoufrekvenčního kódového měření. Přijímač umožňuje generovat oba formáty CGGTTS V01 a V02.

### Technické parametry:

Vstup časové reference	
Vstupní signál	1PPS (náběžná hrana)
Vstupní impedance	50 Ω
Spouštěcí úroveň	0-2 V nastavitelná
Maximální napětí	5,5 V/50 Ω
Minimální napětí	-0,1 V/50 Ω
Časová značka 1PPS musí být koherentní se signálem frekvenční referencí na vstupu 10 MHz.	
Výstup časové reference	
Vstupní signál	1PPS (náběžná hrana)
Vstupní impedance	50 Ω
Maximální úroveň	3 Vpp/50 Ω
Minimální úroveň	0,5 Vpp/50 Ω
Přesnost	
Kódové měření	< 0.5 ns RMS (CGGTTS, porovnání na malou vzdálenost)
Měření fáze nosné	< 30 ps RMS (porovnání na malou vzdálenost)
Přijímač GNSS	
Podporované signály	GPS: L1C/A, L1P, L2C, L2P, L5
	GLONASS: L1OF, L1SF, L2OF, L2SF
	GALILEO: E1, E5a
	SBAS: L1, L5

Standard CGGTTS zatím nepodporuje měření prostřednictvím systému GALILEO. Proto bylo mezi funkce přijímače dočasně zahrnuto generování proprietárního formátu BETA, který vznikl přirozenou úpravou formátu CGGTTS V02 tak, aby bylo možné do souborů zapsat i výsledky měření GALILEO. Po schválení nové verze formátu CGGTTS V03, bude formát BETA nahrazen. Současný vývoj nasvědčuje tomu, že nový standard CGGTTS V03 bude s tímto proprietárním formátem téměř totožný.

Podrobný proprietární formát RAW obsahuje časové diference mezi externí nebo interní časovou referencí a systémovým

časem příslušného GNSS, vypočtené na základě měření zpoždění všech přijímaných signálů všech systémů, a to jak na základě kódových měření, tak na základě měření fáze nosné. Formát je určen především pro využití

při vědeckých experimentech nebo vývojových a servisních činnostech.

Směrnice pro vybavení stanic IGS vyžaduje, aby přijímače pro porovnávání času instalované na těchto stanicích prováděly měření proti interní časové stupnici přijímače. Navázání na tuto časovou stupnici je pak možné jedině prostřednictvím výstupní časové značky, což zpravidla vyžaduje použití velmi přesného externího měřiče časových intervalů. Protože takový měřič časových intervalů je součástí GTR51, zahrnuli jsme do modulu zpracování změřených dat funkci 1PPS\_DIF, která generuje průběh změřené diference mezi interní časovou stupnicí přijímače a externí časovou stupnicí přivedenou na vstupní konektor 1PPS\_IN. S využitím takto generovaných dat je možné vyhovět uvedené směrnici a zároveň udržet časovou návaznost na externí časovou referenci bez využití dalších přístrojů.

Dále je možné generovat datové soubory s doplňkovými informacemi EL\_MASK (analýza úrovně přijímaných signálů a překážek kolem antény) a STAT (statistika uložených změřených dat).

Ing. Petr Pánek, CSc.  
KON, petr.panek@dicom.mesit.cz

Typ měření	kódová i fázová měření vztažená k vstupní nebo výstupní 1PPS
Šířka pásma přijímače	24 MHz
Počet družic	všechny viditelné
Měřič časových intervalů	
Přesnost	< 15 ps rms
Termostat	s termoelektrickými moduly
Rozměry	standardní skříň 19"/2U
Napájecí napětí	100-240 V AC/50-60 Hz
Rozsah pracovních teplot	0-50 °C
Anténa	
Napájení antény	5 V/max. 90 mA (plus na vnitřním kontaktu)
Doporučená anténa	Novatel GPS-703-GGG



Obr. 1: Přijímač GNSS pro transfer času a frekvence GTR51

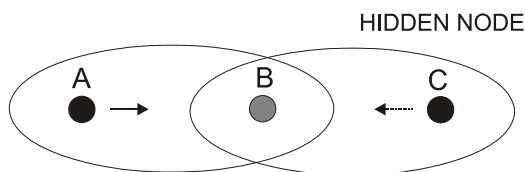
# Sdílení rádiového kanálu v sítích MANET

Sítě MANET se rozumí rádiový komunikační systém tvořený mobilními stanicemi, které mají schopnost sebeorganizovat se do dočasné (ad-hoc) sítě s měnící se topologií. Topologie sítě není omezena na přímé spojení mezi stanicemi. Při komunikaci se běžně využívá retranslace přes několik hopů. Z uživatelského hlediska je podstatné, že MANET umožňuje komunikaci v síti stanic bez jakékoli infrastruktury. Proto je také věnována značná pozornost využití protokolů MANET v taktických rádiových sítích. Nezávislost na infrastruktuře je ovšem vykoupena nepříliš vysokou propustností, která je důsledkem toho, že všechny stanice v daném rádiovém kanálu vedle vlastního provozu zajišťují i retranslaci dat pro ostatní stanice a vedou poměrně komplikovanou signalizaci pro potřeby distribuovaného řízení sítě.

## Sdílení kanálu v ad-hoc síti

Tradiční metody řízení přístupu do rádiového kanálu vycházejí z předpokladu, že se všechny stanice zúčastněné v rádiové síti navzájem slyší. Při topologii s neúplnou konektivitou, která je v ad-hoc sítích typická, je však situace při řízení přístupu do kanálu podstatně komplikovanější a použití tradičních metod v jejich základní podobě nevede k dobrým výsledkům. Podstatu problémů, které mohou nastat, lze shrnout do dvou kritických scénářů označovaných jako skrytý uzel (Hidden Node) a odkrytý uzel (Exposed Node).

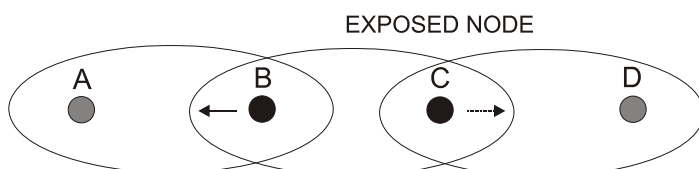
Mějme rádiovou síť tvořenou třemi uzly A, B, C s konektivitou podle obr. 1.



Obr. 1: Skrytý uzel (Hidden Node)

Uzel A má vyslat paket pro uzel B. Aby mohlo dojít k úspěšnému předání paketu, nesmí právě vysílat uzel B ani uzel C. To, zda vysílá uzel B, může uzel A ověřit sledováním provozu v kanálu. Zda vysílá uzel C, ale sám ověřit nedokáže. Hrozí proto, že dojde ke kolizi vysílání uzlu A a C a uzel B nebude schopen paket přijmout. Uzel C se označuje jako *skrytý uzel*.

Mějme rádiovou síť tvořenou čtyřmi uzly A, B, C, D s konektivitou podle obr. 2.



Obr. 2: Odkrytý uzel (Exposed Node)

Uzel B právě vysílá paket pro uzel A a uzel C má vyslat paket pro uzel D. Uzel C sledováním provozu v kanálu zjistí, že kanál je obsazen a proto vysílání nezahájí a čeká, až se kanál uvolní. Přitom to není potřeba. Kdyby začal vysílat hned, nijak neohrozí přenos dat od uzlu B k uzlu A a ani komunikace od uzlu C

do uzlu D nebude ohrožena. Uzel C se označuje jako *odkrytý uzel*. Popsaný scénář je méně závažný, protože nevede ke kolizi, ale jen ke zmenšení propustnosti sítě.

Podstatou obou kritických scénářů je skutečnost, že ke kolizím vždy dochází na straně přijímače, nikoli na straně vysílače. Metod, které se více či méně úspěšně pokoušejí řešit problémy řízení přístupu do kanálu v ad-hoc sítích, je značné množství. Jedná se o problematiku, která zdaleka není uzavřená, a k danému tématu se stále objevují nové přístupy.

Nejběžnější jsou postupy založené na signalizaci, která přiměje uzel, který se chystá zahájit příjem paketu, k vyslání nějakého signálu, jenž upozorní sousední uzly, že se mají zdržet vysílání. V nejjednodušší variantě lze takovou signalizaci popsat následovně.

Pokud se uzel A chystá poslat datový paket do uzlu B, vyšle nejprve signalizační paket RTS (Request to Send). Když uzel B přijme RTS a smí vysílat, obratem odpoví signalizačním paketem CTS (Clear to Send). Uzel A po přijetí CTS vyšle datový paket. Ostatní uzly, které přijmou RTS, pozdrží vysílání po dobu potřebnou k vyslání CTS. Jestliže ostatní uzly přijmou CTS, pozdrží vysílání po dobu potřebnou k přenosu datového paketu o délce uvedené v CTS.

Uvedený postup do značné míry řeší problém skrytého uzlu. Pokud skrytý uzel přijme CTS, ví, že některý ze sousedních uzlů se chystá k příjmu datového paketu. Na stanovenou dobu proto pozdrží vysílání, čímž se předejde kolizi. Ke kolizi však stále může dojít, pokud se překryje vysílání RTS dvou uzlů sousedících s B. V tomto případě uzel B paket RTS nepřijme a nevyšle tedy odpověď CTS. Pokud uzel A neobdrží CTS včas, předpokládá, že došlo ke kolizi. Určitou dobu čeká a vyslání RTS zopakuje. Doba prodlevy se přitom určuje vhodným algoritmem. Dále může dojít ke kolizi v případě, kdy skrytý uzel zahájí vysílání RTS v době, kdy jeho soused vysílá CTS. Tato situace nijak ošetřena není a může skončit znehodnocením přenosu dat.

Problém odkrytého uzlu při použití uvedeného postupu vyřešen není. Pokud odkrytý uzel přijme RTS a do stanovené doby nepřijme následný CTS, ví, že adresát datového paketu je mimo jeho dosah. To znamená, že smí zahájit komunikaci, ačkoli jeho soused vysílá. Problém je ale v tom, že po vyslání RTS nebude schopen přijmout odpověď CTS, protože bude rušena krajním uzlem.

Jak je vidět, jednoduchou dvoufázovou signalizací nelze kolize úplně vyloučit, ale pouze snížit jejich pravděpodobnost. Moderní protokoly řízení přístupu do kanálu proto při alokaci kanálu využívají komplikovanější formy signalizace, která probíhá i ve čtyřech či pěti fázích. Situace se ještě více komplikuje v případech, kdy protokol má vedle unicast zajišťovat i multicast či broadcast. Postupná výměna signalizačních paketů se všemi

potenciálními příjemci je časově velmi náročná a možnost současné signalizace několika sousedními uzly zase klade značné nároky na řešení fyzické vrstvy protokolu.

Je zřejmé, že rádiová síť s neúplnou konektivitou vyžaduje poměrně komplikované distribuované řízení přístupu do kanálu. Na druhou stranu je ale možné využít neúplné konektivity k dosažení vyšší propustnosti sítě. Metody, které toto umožňují, se někdy označují jako *Space TDMA*. Pokud je síť tak rozsáhlá, že vzdálenost mezi některými uzly činí tři a více hopů, je možné přidělit tentýž časový slot dvěma či více dostatečně vzdáleným uzlům. Např. při řetězové topologii (obr. 3) vystačíme s třemi časovými sloty při libovolně velkém počtu uzlů. Optimalizace alokace slotů koresponduje s matematickým problémem „vybarvování grafu“. Z teorie grafů vyplývá, že počet slotů potřebných k bezkoliznímu sdílení kanálu je zdola omezen  $M \geq D + 1$ , kde  $D$  je nejvyšší počet sousedních uzlů, který se v síti vyskytuje. Pro řetězovou topologii je tedy minimální počet slotů roven 3.

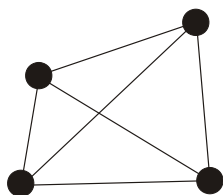


**Obr. 3: Při řetězové topologii sítě lze TDMA realizovat ve třech slotech při libovolném počtu uzlů. V síti znázorněné na obrázku mohou vysílat ve stejném slotu dvojice uzlů AD, BE a CF aniž by na sousedních uzlech došlo ke kolizi**

Pro síť tvořenou  $n$  uzly s úplnou konektivitou je minimální počet slotů roven  $n$ . Při obecné topologii sítě pak bude počet slotů potřebných k zajištění TDMA ležet mezi 3 a  $n$ . Bohužel pro obecnou topologii výpočetní složitost optimálního řešení této úlohy roste velmi rychle s počtem uzlů. Je ale známo několik heuristických algoritmů, které alespoň částečně optimalizují přidělování slotů při přijatelné výpočetní náročnosti.

**Propustnost ad-hoc sítí**

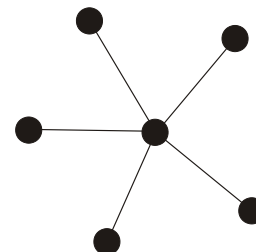
Praktické zkušenosti s provozem ad-hoc sítí ukazují, že jejich propustnost může být překvapivě nízká. Problematice propustnosti se proto věnuje řada teoretických analýz. Pokud předpokládáme rozsáhlou rádiovou síť tvořenou  $n$  náhodně rozmístěnými uzly, které posílají pakety k jiným náhodně zvoleným uzlům, přenosová kapacita připadající na jeden uzel sítě je přímo úměrná  $W / \sqrt{n \log n}$ , kde  $W$  je plná přenosová kapacita linky mezi sousedními uzly. Tento výsledek můžeme interpretovat tak, že zdvojnásobení počtu uzlů vede ke snížení propustnosti přibližně  $\sqrt{2}$  - krát. Podstatné je zjištění, že s rostoucím počtem uzlů se propustnost sítě limitně blíží k nule. Úzké hrdlo se přirozeně nachází v oblasti kolem středu oblasti pokryté sítí. Uvažovaný scénář ne vždy odpovídá reálnému provozu. V rozsáhlých sítích často probíhá intenzivní provoz pouze lokálně,



**Obr. 4: Příklad sítě s úplnou konektivitou. Současně nelze přenášet více než jeden paket. Veškerá komunikace probíhá na 1 hop**

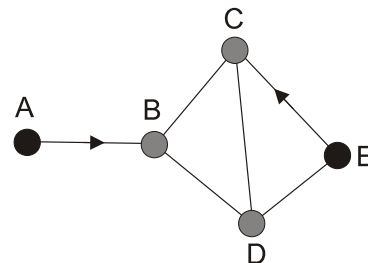
tj. mezi nepříliš vzdálenými uzly. V takovém případě se s rostoucím počtem uzlů propustnost neblíží k nule, ale zastaví se na úrovni, která závisí na tom, do jaké míry má provoz lokální charakter.

Pokud se zaměříme na taktické rádiové sítě, musíme počítat s častou situací, kdy všechny uzly zúčastněné v síti jsou soustředěny na poměrně malém prostoru a v síti je úplná konektivita (obr. 4). V tomto případě nelze současně přenášet více než jeden paket a na každý uzel připadá přenosová kapacita  $W / n$ . Propustnost pak s počtem uzlů klesá podstatně rychleji než v rozlehlé síti podle výše uvedeného modelu. Nejhorší situace však nastane, pokud většina komunikace probíhá na dva hopy. To je např. při hvězdicové topologii (obr. 5).



**Obr. 5: Síť s hvězdicovou topologií. Současně nelze přenášet více než jeden paket. Většina komunikace probíhá na 2 hopy**

V tomto případě také není možné současně přenášet více než jeden paket, ale přenos většiny paketů trvá dvojnásobnou dobu. Na každý uzel pak připadá přenosová kapacita jen o málo větší než  $W / (2n)$ . S dalším rozvolňováním topologie sítě se pak propustnost zlepšuje, protože začne být možné přenášet současně více paketů, pokud jejich přenos probíhá v dostatečně odlehklých částech sítě (obr. 6).



**Obr. 6: Současný přenos dvou paketů v jedné síti. A vysílá pro B a současně E vysílá pro C. Nedochozí přitom ke kolizím**

Jak jsme již zmínili, při některých scénářích může být navýšení propustnosti oproti nejméně příznivým scénářům i několika-násobné.

Vzhledem k tomu, že topologii taktické ad-hoc sítě nemůžeme plánovat, nezbyvá než zajistit, aby síť měla dostatečnou propustnost i v nejméně příznivých případech. K situacím, kdy významná část komunikace probíhá na dva hopy, přitom v taktických sítích dochází běžně. Dostatečné přenosové kapacity lze pak docílit jen omezením počtu uzlů v síti a zajištěním co nejvyšší přenosové kapacity na linkách mezi sousedními uzly. Předpokladem pro dosažení dostatečné přenosové kapacity je samozřejmě udržení co nejmenšího komunikačního overheadu. To znamená, že signalizace v síti musí probíhat jen v nezbytném rozsahu, což je v síti s distribuovaným řízením dost obtížný úkol.

Ing. Petr Pánek, CSc.  
KON, petr.panek@dicom.mesit.cz

## Příslušenství pro ruční EPM radiostanici RF23

### Anténa pro radiostanici RF23 (2036.100.42)

Nový anténní konektor TNC na radiostanici RF23 umožňuje připojení páskových antén celé řady výrobců. DICOM do kom-



Obr. 1: Anténa pásková 1,1 m

pletace soupravy radiostanice RF23 zařazuje páskovou anténu výrobce TRIVAL ANTENE AD-44/CW-AH2, která je dodávána pod označením 2036.100.42. Anténa byla testována v rádiovém systému RF20, především z hlediska plnění požadavku na dosah spojení v celém pracovním pásmu radiostanice, a to s vyhovujícím výsledkem. Na základě měření byl doporučen rozšířený kmitočtový rozsah antény pro celé pracovní pásmo radiostanice RF23, tj. od 25 MHz do 146 MHz.

### Souprava plnicího zařízení PK23 (2320.000.40)

Kompatibilitu RF23 s rádiovým systémem RF20 zabezpečují rovněž shodná provozní data. K přípravě, ukládání a distribuci dat lze používat současný hardwarový prostředek PK1302 a konfigurační nástroj PK20. K propojení hardwarového prostředku s RF23 je dodáván nový propojovací kabel 1050.344.01. Na jednom konci je opatřen standardním šestipinovým kabelovým konektorem podle standardu MIL-DTL-55116. Na druhém konci kabelu je upravený desetipinový konektor doplněný o mechanickou aretaci, umožňující rychlé spojení s plnicím zařízením PK1302.



Obr. 2: Souprava plnicího zařízení PK23

### Ruční mikrofon s ovládáním RM23 (2313.100.40)



Obr. 3: Ruční mikrofon s ovládáním RM23

Ruční mikrofon s ovládáním RM23 je obdobou RM20, vybavený šestipinovým konektorem podle MIL-DTL-55116. Z RM23 lze ovládat tyto základní funkce: zaklíčování radiostanice, odeslání tónové výzvy, změnu pracovního kanálu, změnu hlasitosti odposlechu přijímaného signálu, vypnutí omezovače šumu, aktivace provozu šepot, vypnutí/zapnutí podsvětlení displeje RM23, mazání příchozích zpráv z displeje RM23.

Na displeji ručního mikrofonu s ovládáním jsou zobrazovány informace: a) na pevném kmitočtu: číslo kanálu, pracovní kmitočet, typ omezovače

šumu, aktivní maskovač na kanále, režim vysílání, nastavený vysílací výkon a zobrazení příchozí zprávy FLASH.

b) na kanálu se skokovou změnou kmitočtu: číslo kanálu, název sítě, stav synchronizace, adresa vysílací protistanice, režim vysílání, nastavený vysílací výkon, zobrazení příchozí textové zprávy a zprávy ALERT.

c) na displeji je dále zobrazována informace o poklesu napětí zdrojové skříně na mezní úroveň.

Ing. Jiří Šatný  
KON, tel.: 572 522 629

## Přenos utajovaných informací radiostanicemi DICOM

DICOM postupně rozšiřuje sortiment radiostanic - kryptografických prostředků umožňujících přenos utajovaných informací. Od února letošního roku má DICOM k dispozici již dvě takovéto radiostanice. Jsou to radiostanice ze systému RF20 - ruční EPM radiostanice RF1302S a mobilní EPM radiostanice RF13250S.

Na obě radiostanice byl ukončen certifikační proces a vydány certifikáty Národním bezpečnostním úřadem. Kryptografické prostředky jsou zařazeny do kategorie KKP/CCI (Kontrolovaná Kryptografická Položka/Controlled Cryptographic Item) a jsou způsobilé pro ochranu a přenos utajovaných informací do a včetně stupně utajení **DŮVĚRNÉ** včetně **NATO CONFIDENTIAL** a **EU CONFIDENTIAL**. Další informace o vlastnostech radiostanic si můžete přečíst na našich stránkách [www.dicom.cz](http://www.dicom.cz) nebo v katalogu.

Certifikované prostředky správy, které jsou součástí systému, vytváří komplexní infrastrukturu pro provoz a správu radiostanic. Klíčové hospodářství obsahuje SW aplikace pro správu firmware, generování a správu kryptografických klíčů a zákaznických konfigurací včetně hardwarového vybavení.

Doplnění komunikačního systému RF20 o certifikované radiostanice RF1302S a RF13250S znatelně posouvá využitelnost tohoto systému především v podmínkách AČR a vychází vstříc požadavkům na utajované režimy provozů už od nejnižších stupňů velení.



Ing. Vlastimil Straka  
vedoucí DIN, tel.: 572 522 835

## Prezentace DICOM na výstavách obranného průmyslu

**INDO DEFENCE**  
2012 EXPO & FORUM  
THE 5TH INDONESIA'S OFFICIAL TRI-SERVICE DEFENCE EVENT

V závěru loňského roku prezentoval DICOM své výrobky na výstavě Indodefence pořádané v indonéské Jakarta.

Působíme na tomto trhu

již 10 let a veletrh je pro nás významnou a vítanou příležitostí k navázání a prohloubení obchodních kontaktů. Kromě řady jednání s předními představiteli indonéské armády došlo v průběhu výstavy i k mnoha setkáním se zákazníky z okolních zemí.



Další tradiční výstavou byl IDEX 2013, který se konal v hlavním městě Spojených arabských emirátů Abu Dhábí. Svým rozsahem patří k největším nejen v regionálním, ale i ve světovém měřítku. Prezentace se soustředila zejména na zákazníky ze sousedních zemí a zemí indického subkontinentu.

Důležitost regionu pro české firmy se odrážela v rekordní účasti vystavovatelů v rámci národní expozice.

Ing. Libor Mikl  
vedoucí OBO, tel.: 572 522 233

spolehlivý partner vojenských profesionálů



 **DICOM**  
společnost skupiny MESIT

**Dovolujeme si Vás pozvat na návštěvu naší expozice na letošním 12. mezinárodním veletrhu obranné a bezpečnostní techniky v Brně.**

**IDET**  
22.-24.5.2013 Brno - výstaviště, pavilon P, stánek 81

DICOM, spol. s r. o., Sokolovská 573, 686 01 Uherské Hradiště, Česká republika  
Tel.: +420 572 522 603, Fax: +420 572 522 836, E-mail: obo@dicom.mesit.cz, http://www.dicom.cz

DICOM INFORM - informace společnosti DICOM. Vydavatel: DICOM, spol. s r. o. Toto číslo vychází v květnu 2013 v nákladu 250 ks. Redakce, grafické zpracování a tisk - oddělení DIN společnosti DICOM. Určeno pouze pro vnitřní potřebu společnosti DICOM.

DICOM, spol. s r. o., Sokolovská 573, P. O. Box 129, 686 01 Uherské Hradiště, Tel.: 572 522 603, Fax: 572 522 836  
E-mail: obo@dicom.mesit.cz, http://www.dicom.cz