

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 142

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

H04W 28/02 (2009.01)
H04W 40/02 (2009.01)
H04W 40/20 (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01)
H04L 12/733 (2013.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-651**
 (22) Přihlášeno: **26.08.2013**
 (40) Zveřejněno: **29.04.2015**
(Věstník č. 17/2015)
 (47) Uděleno: **07.07.2016**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **17.08.2016**
(Věstník č. 33/2016)

(56) Relevantní dokumenty:
 Technical Overview of Time Synchronized Mesh Protocol (TSMP). Dust Networks, 21.06.2006 http://cds.linear.com/docs/en/white-paper/TSMP_Whitepaper.pdf
 CZ 305446 B; US 2011158160 A; WO 2010107441 A; US 2005270173 A.

(73) Majitel patentu:
 MICRORISC s. r. o., Jičín, CZ

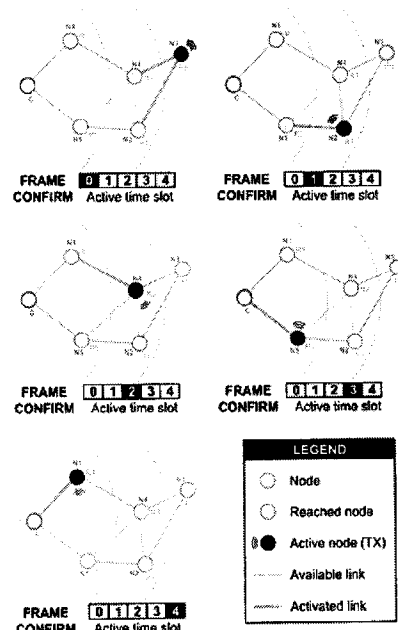
(72) Původce:
 Ing. Vladimír Šulc, Sobotka, CZ

(74) Zástupce:
 Pavel Reichel a kol., Ing. Pavel Reichel, Lopatecká
 14, 147 00 Praha 4

slučují s potvrzovacími sběrnými zprávami přijatými od ostatních adresovaných podřízených komunikačních zařízení (N) během potvrzovacího rámce časově synchronizovaného k rámci iniciačnímu, přičemž se následně takto sloučené potvrzovací sběrné zprávy odesílají podřízenými komunikačními zařízeními (N) postupně v odpovídajícím časovém slotu tohoto potvrzovacího rámce od nejvyššího virtuálního směrovacího čísla (VRN) směrem k řídicímu komunikačnímu zařízení (C) pomocí orientovaného zaplavení bezdrátové mesh sítě.

(54) Název vynálezu:
Způsob potvrzování zpráv a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v bezdrátových mesh sítích a způsob zpřístupnění tohoto potvrzování a sběru dat pro vytvoření generické platformy

(57) Anotace:
 Způsob potvrzování a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v bezdrátových mesh sítích, určených zejména pro telemetrii a automatizaci, kde každá mesh síť zahrnuje alespoň jedno řídicí komunikační zařízení (C) a množinu jemu podřízených komunikačních zařízení (N), kdy se řídicím komunikačním zařízením (C) mesh síť prohledává tak, že každému postupně nalezenému podřízenému komunikačnímu zařízení (N) se přiděluje a ukládá do jeho paměti v síti jedinečné virtuální směrovací číslo (VRN), vyjadřující vzdálenost tohoto podřízeného komunikačního zařízení (N) od řídicího komunikačního zařízení (C), danou počtem směrování, a kdy v takto uspořádané síti se přenáší řídicí pakety zpráv od řídicího komunikačního zařízení (C) sítě ke všem adresovaným podřízeným komunikačním zařízením (N) a zpět směrovým zaplavením. V každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízením (N) se po příjmu iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení (C), kterou řídicí komunikační zařízení (C) iniciuje sběr dat z podřízených komunikačních zařízení (N) časově relativně synchronizovaných k začátku iniciačního rámce, nastaví jeden nebo více bitů, které se následně postupně



CZ 306142 B6

Způsob potvrzování zpráv a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v bezdrátových mesh sítích a způsob zpřístupnění tohoto potvrzování a sběru dat pro vytvoření generické platformy

Oblast techniky

Předložený vynález se týká způsobu potvrzování a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v uspořádaných bezdrátových mesh sítích a způsobu zpřístupnění tohoto potvrzování a/nebo sběru dat pro vytvoření generické platformy. Jedná se o způsob komunikace v sítích mesh s paketovým přenosem a s vytvořenou směrovací strukturou využívající směrové zaplavení a dále způsob potvrzování zpráv a sběru dat v uspořádaných bezdrátových mesh sítích, jeho implementace jako služby v zařízeních využívajících přímé adresování v bezdrátových sítích pro vytvoření generické platformy a zařízení pro jeho realizaci.

Dosavadní stav techniky

V sítích mesh s paketovým přenosem a s vytvořenou směrovací strukturou, využívající směrového zaplavení, jsou zprávy posílány po meších částech označovaných jako pakety. Pakety v sobě nesou informaci o svém adresátovi a jsou v obecné síti mesh přeposílány od odesílatele postupně z jednoho zařízení na další až k adresátovi. Definování cesty, tedy určování, přes která zařízení budou pakety přeposílány, se označuje jako směrování nebo routování. Cílem směrování je zabezpečit co možná nejspolehlivější a nerychlejší doručení paketu od odesílatele k adresátovi.

Mesh síť je nejobecnější síťová topologie, ve které může být obecně mezi libovolnými dvěma zařízeními zapojenými v této síti navázáno spojení, to znamená, že tato zařízení mohou spolu navzájem komunikovat a předávat si zprávy. Mesh síť, kde mezi každými dvěma zařízeními této sítě může být navázáno spojení, se nazývá jako plně propojená mesh síť, v praxi se ovšem podstatně častěji řeší případy, kdy pouze některá zařízení jsou navzájem propojena a mohou spolu navázat spojení.

Nejnázne lze obecnou mesh síť a směrování ilustrovat na příkladu měst, která jsou navzájem propojena silniční sítí a směrování jako jízdu vozidla vevoucí náklad (paket) z města odesílatele zásilky k jejímu adresátovi. Vozidlo jede postupně od jednoho města k dalšímu a využívá danou silniční síť. Jednotlivé silnice propojují města představují spojení mezi nimi. Celá cesta z počátečního do koncového bodu je tak rozdělena na jednotlivé silnice, které v případě obecných sítí nazýváme spojeními. V uvedeném příkladu existuje mnoho různých cest, kterými může vozidlo dopravit zásilku mezi městem odesílatele a městem příjemce, podobně v reálných bezdrátových mesh sítích může existovat mnoho různých cest, kterými může být paket směrován od odesílatele k příjemci.

Protože v obecné mesh síti může nebo nemusí být mezi libovolnými dvěma zařízeními spojení, bude vždy počet celkových možných spojení v síti zahrnující n zařízení menší nebo roven číslu N_{\max} danému vztahem $N_{\max} = n * (n - 1) / 2$. V konkrétním ilustračním příkladě s městy se jedná o maximální počet silnic zahrnutých v silniční síti mezi n městy.

V bezdrátové mesh síti spolu zařízení komunikují bezdrátově, obvykle v oblasti radiových vln. Spojení mezi dvěma komunikujícími zařízeními je tak obvykle limitováno dosahem těchto zařízení, příliš vzdálená zařízení spolu nemohou navzájem navázat spojení. Protože v obecné bezdrátové mesh síti není obvykle dopředu známo, jak jsou navzájem vzdálena jednotlivá zařízení a není proto zřejmé, která zařízení mohou spojení navázat, je směrování, tedy nalezení cesty mezi zařízeními odesílajícím paket a adresátem paketu, relativně složitý algoritmický problém, především vzhledem k počtu možných cest, jako kombinací různých spojení.

V praxi se pro komunikaci v mesh sítích využívají různé metody směrování. Jako příklad lze uvést směrování založené na směrovacích tabulkách, často využívané ve výpočetní technice, zaplavování nebo náhodné směrování. Směrování založené na sdílení a distribuci směrovacích tabulek nebo vektorů je jedním z neoptimálnějších z pohledu efektivity doručení paketu, ovšem příliš náročné na paměť řídicího procesoru nebo mikrořadiče komunikačních zařízení, zvláště v případě rozlehlých sítí s mnoha zařízeními. Zaplavování neuspořádané sítě založené na distribuci paketu postupně do celé sítě je řešení, které je vhodné pro spolehlivé doručení paketu, ovšem z hlediska optimalizace a vzhledem ke specifikům bezdrátových sítí s obvykle pomalými datovými přenosy a problémům se sdílením média (konflikty přístupu k médiu a jejich řešení) by znamenalo v uvedeném ilustračním příkladu projet vozidlem celou silniční síť. Náhodné směrování je využíváno ve výpočetní technice například při zahlcení směrovače a může snížit ztrátovost paketů, ovšem například pro bezdrátové mesh sítě pro telemetrii je zcela nevhodné vzhledem k nízké spolehlivosti.

Na rozdíl od propojených systémů, kde jednotlivá zařízení mohou mít mezi sebou dedikované spojení, je specifikem bezdrátových mesh sítí sdílení komunikačního spektra. Nevhodné využívání komunikačního spektra a nepoužívání pravidel pro komunikaci by vedlo ke kolizím jednotlivých komunikačních spojení a nebylo by možné efektivně komunikovat. Na ilustračním případě se silniční síť mezi městy by to znamenalo, že by bez definování pravidel, kdo má přednost či po jaké straně silnice se má jezdit, vznikl chaos, došlo by ke kolizím a mnohé ze silnic by se staly neprůjezdné.

Pro komunikaci v bezdrátových sítích se proto používají různé techniky zabráňující kolizním stavům. Nejpoužívanějšími metodami je definování pravidel KDY které zařízení může vysílat (tzv. časový multiplex nebo též vícenásobný přístupy s časovým dělením, z anglického Time Division Multiple Access - TDMA) a také KDE které zařízení může vysílat, tedy, na kterých frekvencích (většinou specifikované kanálem) může to které komunikační zařízení vysílat. V praxi se využívají také další techniky pro přístup k médiu / spektru. Z mnoha technik lze zmínit například CSMA, CDMA, TDMA nebo TMPS.

Pro svou implementační jednoduchost a spolehlivost se v praxi pro zamezení kolizím při vysílání velice často používá technika TDMA, která je založena na tom, že v daném časovém intervalu, označovaném jako časový slot, může vysílat vždy pouze jedno konkrétní zařízení. Skupina časových slotů příslušejících různým účastníkům se nazývá rámeček. Na ilustračním příkladu se silniční síť lze nejnadhěji demonstrovat tento přístup jako využití semaforu, který omezuje provoz na sdílené křižovatce v časově ohraničených intervalech. Způsob směrování popsany v této patentové přihlášce je založen na využití časového multiplexu.

Protože většina dnešních RF obvodů umožňuje přijímat a vysílat na více frekvencích, využívá mnoho systémů také frekvenční skákání (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum), kdy jsou buď jednotlivé bity, mnohem častěji však skupiny bitů, přenášeny na různých frekvencích. V praxi to znamená, že mohou být přenášeny současně v čase, protože se vzájemně neruší. Tento způsob komunikace lze ilustrovat na zvoleném případě jako víceproudou silnici mezi městy, kdy po silnici může jet zároveň několik vozidel současně.

Jak již bylo zmíněno, může být v obecné mesh síti s n komunikačními zařízeními navázáno až N_{max} spojení mezi komunikačními zařízeními, přičemž $N_{max} = n * (n - 1) / 2$, kde n je počet komunikačních zařízení v síti. Protože topologie obecné bezdrátové mesh sítě není dopředu známa, znamenalo by to v mezním případě aplikace bezkolizního zaplavení pomocí TDMA dedikovat až N_{max} časových slotů pro jednotlivá směrování pro zaručení spolehlivého doručení paketu. To by ovšem bylo značně neefektivní z časového hlediska. Například pro běžně používané rychlosti 19.2 kbit/s a přenos jednoho krátkého paketu se 24 B dat v síti se 100 komunikačními zařízeními by jeden rámeček mohl trvat až 50 s.

Vytvoření funkčního uspořádání bezdrátové sítě, využívající paketový přenos a sestávající z desítek, stovek či tisíců zařízení, je vzhledem k obrovskému počtu možných uspořádání takové sítě algoritmicky nesmírně náročný proces. Především pro sítě sestávající z komunikačních zařízení s omezenými hardwarovými zdroji (programová a datová paměť) a komunikující malými rychlostmi se dále komplikuje, zvláště v případě mnohonásobných směrování, tedy při předávání zpráv z jednoho zařízení na další.

Řešení založené na vytvoření funkčního uspořádání obecné bezdrátové mesh sítě a techniky směrování v této síti podle patentové přihlášky CZ 2010-873 zaručuje spolehlivé a efektivní doručování zpráv. S počtem komunikačních zařízení připojených do sítě však narůstá doba odezvy při potřebě komunikace s více zařízeními, například při požadavku na potvrzování zpráv určených skupině nebo všem zařízením.

Bezdrátové mesh sítě jsou stále častěji využívány pro telemetrii a automatizaci, ale také pro mnoho dalších aplikací. Lze zmínit například oblast dálkového odečtu měřicích zařízení (AMR), řízení veřejného osvětlení (Street Lighting) nebo monitoring distribuce. V těchto případech se jedná o sítě se stovkami či tisíci zařízeními a rychlost sběru dat z jednotlivých zařízení nebo potvrzení jednotlivých zařízení nadřazenému systému jsou proto v sítích s pomalým přenosem důležitým technickým parametrem.

Iniciační zpráva je výzva zasláná řídicím komunikačním zařízením do sítě. Iniciační zpráva je odesílána formou broadcastu (tedy zprávy určené všem zařízením v síti) nebo jako skupinová zpráva (tedy zpráva určená skupině zařízení v síti). Odesláním iniciační zprávy řídicí komunikační zařízení iniciuje dále popsany sběr dat z podřízených zařízení.

Sběrná zpráva je potvrzení zasláné podřízeným komunikačním zařízením do sítě v reakci na přijetí iniciační zprávy. Sběrná zpráva odesílána každým zařízením v jemu vyhrazeném časovém slotu obsahuje data z tohoto zařízení a data sesbíraná od začátku potvrzovacího rámce z ostatních zařízení. Sesbíráním se rozumí způsob strukturované akumulace dat jejich slučováním.

Jako *rámec* je v komunikačních systémech využívajících TDMA označován cyklicky opakující se blok dat, sestávající z pevného počtu vyhrazených časových slotů, jednoho pro každé komunikační zařízení pracující v síti. V průběhu rámce je tak v bezdrátových sítích jednotlivými zařízeními v jim dedikovaných časových slotech cyklicky přeposílán paket obsahující data. *Iniciační rámec* obsahuje cyklicky přeposílaný paket obsahující iniciační zprávu. *Potvrzovací rámec* obsahuje cyklicky přeposílaný paket obsahující sběrnou zprávu. Přeposíláním se rozumí příjem a následné odeslání.

Podstata vynálezu

Cílem tohoto vynálezu je rychlý a efektivní hromadný sběr dat z komunikačních zařízení v bezdrátových mesh sítích a zrychlení potvrzování skupinových nebo hromadných zpráv v těchto sítích. Předmětem vynálezu je způsob potvrzování a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v bezdrátových mesh sítích, určených zejména pro telemetrii a automatizaci, kde každá mesh síť zahrnuje alespoň jedno řídicí komunikační zařízení a množinu jemu podřízených komunikačních zařízení.

Řídicím komunikačním zařízením se mesh síť prohledává tak, že každému postupně nalezenému podřízenému komunikačnímu zařízení se přiděluje a ukládá do jeho paměti v síti jedinečné virtuální směrovací číslo, vyjadřující vzdálenost tohoto podřízeného komunikačního zařízení od řídicího komunikačního zařízení, danou počtem směrování. V takto uspořádané síti se přenáší řídicí pakety zpráv od řídicího komunikačního zařízení sítě ke všem adresovaným podřízeným komunikačním zařízením a zpět směrovým zaplavením.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že v každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízení se po příjmu iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení, kterou řídicí komunikační zařízení iniciuje sběr dat z podřízených komunikačních zařízení časově relativně synchronizovaných k začátku iniciačního rámce, nastaví jeden nebo více bitů, které se následně postupně slučují s potvrzovacími sběrnými zprávami přijatými od ostatních adresovaných podřízených komunikačních zařízení během potvrzovacího rámce časově synchronizovaného k rámci iniciačnímu, přičemž se následně takto sloučené potvrzovací sběrné zprávy odesílají podřízenými komunikačními zařízeními postupně v odpovídajícím časovém slotu tohoto potvrzovacího rámce od nejvyššího virtuálního směrovacího čísla směrem k řídicímu komunikačnímu zařízení.

V každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízení, které je díky příjmu iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení časově relativně synchronizované k začátku iniciačního rámce, a po eventuálním provedení směrování v tomto iniciačním rámci, pokud je zařízení určeno pro směrování, se nastaví jeden nebo více bitů, které se následně postupně slučují s potvrzovacími sběrnými zprávami přijatými od jiných podřízených komunikačních zařízení během potvrzovacího rámce, časově synchronizovaného k rámci iniciačnímu, aby se následně takto sloučené odeslaly těmito podřízenými komunikačními zařízeními v odpovídajícím časovém slotu tohoto potvrzovacího rámce, od nejvyššího virtuálního směrovacího čísla směrem k řídicímu komunikačnímu zařízení. Popsaným postupným slučováním přijatých sběrných zpráv a odesláním takto akumulovaných dat je zajištěno, že řídicí zařízení po příjmu a po sloučení všech zpráv doručených v rámci potvrzovacího rámce obdrží vložená data od všech podřízených komunikačních zařízení.

Do iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení, směrované do podřízených komunikačních zařízení, se mohou vkládat doplňkové informace a v každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízení se tyto doplňkové informace interpretují a podle této interpretace se provede požadovaná sekvence instrukcí a nezávisle na ní nebo v závislosti na jejím výsledku se nastavuje jeden nebo více bitů, které se pak vkládají do sběrné potvrzovací zprávy adresované řídicímu komunikačnímu zařízení. Časování potvrzovacího rámce, tedy například zpoždění potvrzovacího rámce nebo délku jednotlivých časových slotů v něm, lze nastavit obdobně, tedy v závislosti na doplňkové informaci, vložené do iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení.

Každé adresované podřízené síťové komunikační zařízení po příjmu iniciační zprávy, časově relativně synchronizované k začátku rámce, nejprve vykoná na základě interpretace doplňkové informace vložené do iniciační zprávy řídicím zařízením požadovanou sekvenci instrukcí a nezávisle na ní, nebo v závislosti na jejím výsledku, nastaví jeden či více bitů, přičemž tyto bity jím jsou následně vloženy do sběrné potvrzovací zprávy adresované řídicímu síťovému zařízení.

Vynález se rovněž týká způsobu zpřístupnění hromadného potvrzování a/nebo sběru dat ve výše popisovaných bezdrátových mesh sítích, které se realizuje jako přímo adresovatelná virtuální periférie v bezdrátových sítích tak, že tato periférie se obsluhuje na základě interpretace zpráv, zasílaných podřízenými komunikačními zařízeními v bezdrátové síti.

Jedná se o implementaci tohoto hromadného způsobu sběru dat a odezvy ze síťových komunikačních zařízení jako přímo adresovatelné služby v bezdrátových sítích (popsané v dokumentech CZ 2008-288 a užitém vzoru CZ 18679), kdy v ní popsáný způsob zpřístupnění periférií a služeb v bezdrátové síti je podstatným způsobem rozšířen o přímo adresovatelnou službu. Je založený na tom, že každé adresované podřízené síťové komunikační zařízení, po příjmu iniciační zprávy časově relativně synchronizované k začátku rámce, interpretuje tuto iniciační zprávu jako příkaz pro virtuální periférii (službu), obsahující také doplňkové informace a na jejím základě vykoná požadovanou sekvenci instrukcí a nezávisle na ní nebo v závislosti na jejím výsledku nastaví jeden či více bitů, přičemž tyto bity jím jsou následně vloženy do sběrné potvrzovací zprávy adresované řídicímu síťovému komunikačnímu zařízení. Popsané řešení je tímto způsobem implementováno jako virtuální periférie pro síťové služby a může být využito například pro sběr

dat nebo pro síťový management a podstatným způsobem tak rozšířit možnosti dosavadního technického řešení zvláště pro vytváření generické platformy s těmito zařízeními.

Objasnění výkresů

Na připojených výkresech je znázorněn příklad provedení tohoto vynálezu pro celý způsob sběru dat, v daném příkladu pro jeden bajt, udávající číslo zařízení. Na obr. 1A a 1B je znázorněn způsob směrování a postupného odesílání sběrných zpráv, na obr. 2 je příklad konkrétní realizace, kdy celé řešení je implementováno do modulu TR-52D transceiveru, je zobrazeno jeho zjednodušené schéma a konstrukční uspořádání. Celé provedení zachovává zpětnou kompatibilitu interpretace zasílaných zpráv a podporu starších verzí IQRF OS.

V tabulce 1 je pak znázorněn postupný stav sběru dat a jejich slučování.

Příklad uskutečnění vynálezu

Předmětem vynálezu je způsob hromadné odezvy z podřízených síťových komunikačních zařízení N a hromadného sběru dat s paketovým přenosem v bezdrátových mesh sítích, založený na využití vytvořené virtuální směrovací struktury. Jednotlivá podřízená komunikační zařízení sítě – komunikační zařízení N (s adresami N1 až N5) – mají řídicím komunikačním zařízením C přidělené unikátní virtuální směrovací číslo VRN, které vyjadřuje jejich vzdálenost od řídicího komunikačního zařízení C v síti počtem směrování, s tím, že takto uspořádaná síť bude využívána pro přenos řídicích paketů od řídicího zařízení sítě (řídicího komunikačního zařízení C) ke všem adresovaným podřízeným komunikačním zařízením N a zpět směrovým zaplavením. Každému nalezenému podřízenému komunikačnímu zařízení N (s adresami N1 až N5) je přiřazeno unikátní virtuální směrovací číslo VRN, a to R1 až R5. Každé adresované podřízené síťové komunikační zařízení N po příjmu iniciační zprávy, časově relativně synchronizované k začátku rámce, nejprve vykoná na základě interpretace doplňkové informace, vložené do iniciační zprávy řídicím komunikačním zařízením C, požadovanou sekvenci instrukcí a nezávisle na ní, nebo v závislosti na jejím výsledku, nastaví jeden či více bitů, přičemž tyto bity jím jsou následně vloženy do sběrné potvrzovací zprávy, adresované řídicímu komunikačnímu (síťovému) zařízení C.

Způsob hromadné odezvy ze síťových podřízených komunikačních zařízení N je založen na využití již vytvořené virtuální směrovací struktury v kombinaci s TDMA metodou (vícenásobný přístup s časovým dělením), společně zaručující efektivní zaplavení sítě. Časový slot, ve kterém je každé síťové podřízené komunikační zařízení N aktivní, tedy může provádět směrování a eventuálně též potvrzovat přijetí paketu, je v tomto případě vázán na tomuto podřízenému komunikačnímu zařízení N přidělené virtuální směrovací číslo VRN.

Vzhledem k uspořádání virtuální směrovací struktury podle unikátních virtuálních směrovacích čísel VRN přidělených řídicím komunikačním zařízením C během prohledávání sítě na základě jejich vzdálenosti od řídicího komunikačního zařízení C lze dokázat, že iniciační zpráva, odeslaná řídicím komunikačním zařízením C a adresovaná skupině síťových podřízených komunikačních zařízení N, bude v případě směrování pomocí směrového zaplavení od řídicího komunikačního zařízení C doručena postupně všem adresovaným podřízeným komunikačním zařízením N.

Stejně tak lze pro toto uspořádání bezdrátové mesh sítě dokázat, že potvrzovací sběrné zprávy, postupně popsáním způsobem odesílané síťovými podřízenými komunikačními zařízeními N od nejvyššího virtuálního směrovacího čísla VRN směrem k síťovému řídicímu komunikačnímu zařízení C, a díky slučování se dříve přijatými sběrnými zprávami postupně akumulující data vložena jednotlivými podřízenými komunikačními zařízeními N, zajistí doručení všech vložených dat řídicímu komunikačnímu zařízení C.

Toho lze proto s výhodou využít buď pro hromadnou odezvu z jednotlivých podřízených síťových komunikačních zařízení N, nebo pro hromadný sběr dat z těchto zařízení tak, že každé, iniciační zprávou adresované, síťové podřízené komunikační zařízení N ve svém příslušném časovém slotu rámce nejprve přepośle přijatou iniciační zprávu a následně, na základě doplňkové informace v iniciační zprávě, bude postupně přijímat všechny potvrzovací zprávy odesílané síťovými podřízenými komunikačními zařízeními N s vyšším virtuálním směrovacím číslem VRN a tyto slučovat a ukládat pro jejich následné odeslání v příslušném časovém slotu potvrzovacího rámce.

Předmětem vynálezu je také implementace tohoto hromadného způsobu sběru dat a odezvy ze síťových podřízených komunikačních zařízení N jako přímo adresovatelné služby v bezdrátových sítích pro hromadný synchronizovaný příjem odezvy a sběru dat ze síťových zařízení. Je založený na tom, že každé adresované síťové podřízené komunikační zařízení N, po příjmu iniciační zprávy časově relativně synchronizované k začátku rámce, interpretuje tuto iniciační zprávu jako příkaz pro virtuální periférii (službu) obsahující také doplňkové informace a na jejím základě vykoná požadovanou sekvenci instrukcí a nezávisle na ní, nebo v závislosti na jejím výsledku, nastaví jeden či více bitů, přičemž tyto bity jím jsou následně vloženy do sběrné potvrzovací zprávy adresované síťovému řídicímu komunikačnímu zařízení C. Popsané řešení je tímto způsobem implementováno jako virtuální periférie pro síťové služby a může být využito například pro sběr dat nebo pro síťový management a podstatným způsobem tak rozšířit možnosti původního technického řešení zvláště pro vytváření generické platformy s těmito zařízeními.

Pro názornost je celý způsob sběru dat, v tomto případě pro jeden bajt udávající číslo zařízení, ukázán na jednoduchém příkladu. Z obr. 1A a 1B je patrný způsob směrování (VRN čísla značená oranžově jako R1, R2, R3, R4 a R5), v tabulce 1 je pak zachycen postupný stav sběru dat z jednotlivých síťových podřízených komunikačních zařízení N a jejich slučování.

V níže popsaném příkladu konkrétní praktické realizace bylo celé řešení implementováno do modulu transeiveru TR-52D, jehož zjednodušené schéma a konstrukční uspořádání jsou zobrazeny na obr. 2. Celé provedení zachovává zpětnou kompatibilitu interpretace zasílaných zpráv a podporu starších verzí operačního systému IQRF OS.

Obecná struktura zprávy:

| | | | | | | | |
|-----|------|------|------------|--------|------|------|------|
| PIN | DLEN | CRCH | [NTW INFO] | [CRCN] | DATA | CRCD | CRCS |
|-----|------|------|------------|--------|------|------|------|

Jednotlivé části zprávy obsahují informace o zprávě, o jejím určení a také vlastní data. V části PIN (Packet INfo) jsou uloženy řídicí informace, DLEN (Data LENgth) nese zpráva informaci o délce dat uložených v části DATA, CRCH/CRCD/CRCS se používají ke kontrole konzistence zprávy a jejích částí.

Struktura NTW INFO pro síťové zprávy:

| | | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| RX | TX | NID0 | NID1 | PID | [RTVRN] | [RTDEF] | [RTDT0] | [RTDT1] | [RTDT2] | [RTDT3] |
| ... | | | | | | | | | | |
| [MPRW0] [MPRW1] [MPRW2] [CRYPT0] [CRYPT1] [AUX0] [AUX1] | | | | | | | | | | |

Pro zachování zpětné kompatibility s nižšími verzemi operačního systému IQRF OS je struktura zprávy zachována, přičemž vlastní rozšíření bylo vloženo do části zprávy určené pro směrování s tím, že jako příjemce bylo určeno zařízení s číslem 0xFF (tedy RX = 0xFF), což i ve starších verzích operačního systému IQRF OS značí hromadnou zprávu adresovanou všem zařízením v síti. K tomu byl nastaven bit ACKF v řídicím bajtu PIN, což znamená, že je požadováno potvrzení od každého zařízení. Pro další doplňková a řídicí data, například pro časování potvrzovací

zprávy, byly využity bajty MPRW0, MPRW1, MPRW2 určené pro přímé adresování periférií a služeb v bezdrátových sítích tak, jak je popsáno v přihlášce vynálezu CZ PV 2008-288.

Nejvyšší bit dat každého síťového podřízeného komunikačního zařízení **N** je vyhrazen pro validaci dat tohoto síťového zařízení s tím, že je využíván pro následné slučování opakovaně došlých dat tak, jak je patrné z tabulky tab. 1 pomocí logické funkce OR.

Jak je patrné z konkrétního příkladu realizace na modulech transceiverů TR-52D, je popisované technické řešení pro své nízké hardwarové nároky snadno implementovatelné. Pro realizaci celé přidané funkcionality nového funkčního uspořádání bezdrátové sítě a nového způsobu směrování v této uspořádané síti bylo využito méně než 1kW programové paměti mikrořadiče PIC16LF1938.

Průmyslová využitelnost

Vynález může být využit pro zefektivnění komunikace bezdrátových aplikací, pro zajištění efektivnější správy bezdrátových sítí a pro zrychlení sběru dat v telemetrických sítích. Je snadno realizovatelný, má nízké nároky na používaný hardware a díky podpoře mnohonásobného směrování může být s úspěchem využit pro systémy telemetrie, pro rozsáhlé senzorové sítě nebo pro systémy automatického odečtu dat.

PATENTOVÉ NÁROKY

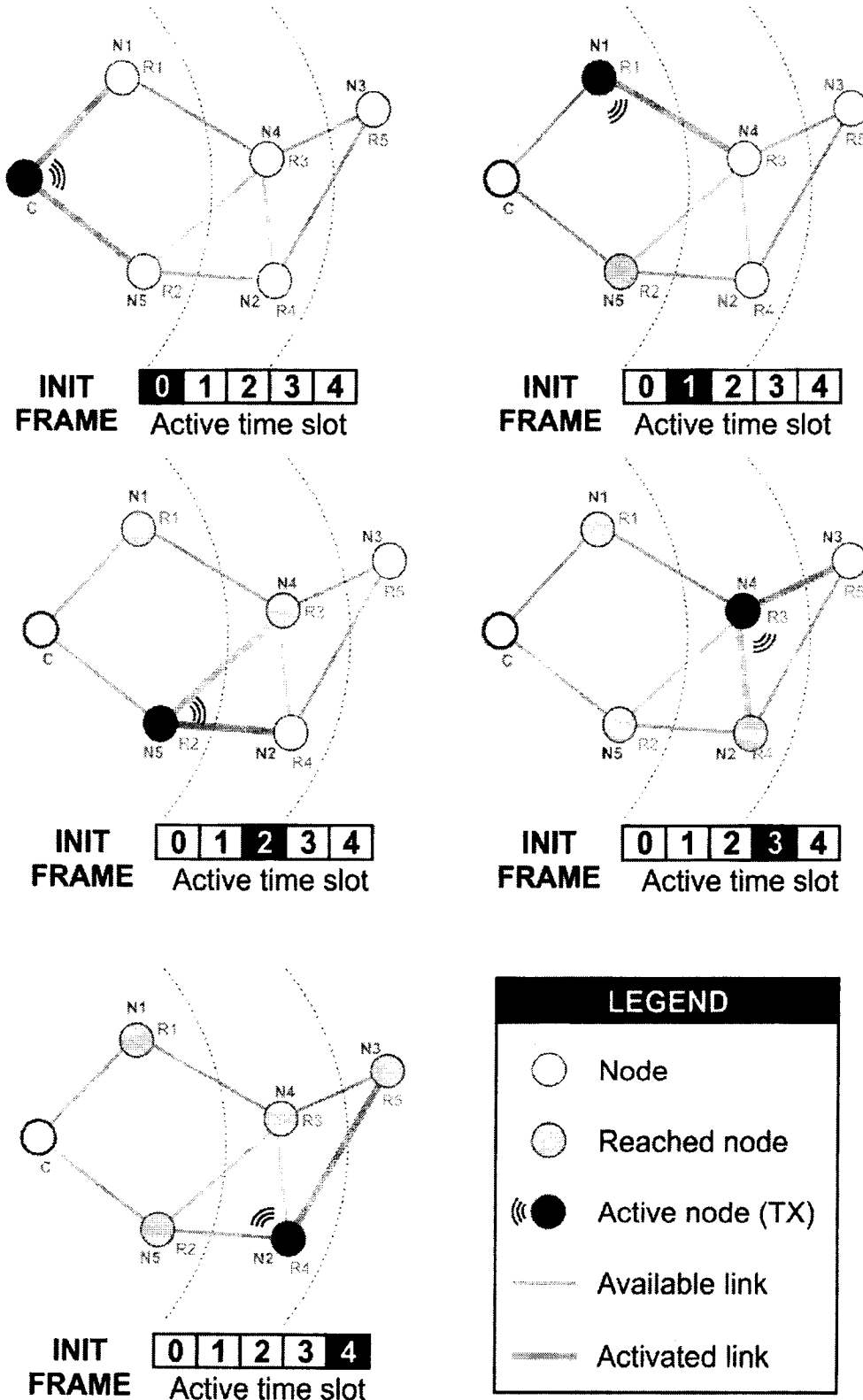
1. Způsob potvrzování zpráv a/nebo sběru dat komunikačních zařízení s paketovým přenosem zpráv v bezdrátových mesh sítích, určených zejména pro telemetrii a automatizaci, kde každá mesh síť zahrnuje alespoň jedno řídicí komunikační zařízení (C) a množinu jemu podřízených komunikačních zařízení (N), kdy se řídicím komunikačním zařízením (C) mesh síť prohledává tak, že každému postupně nalezenému podřízenému komunikačnímu zařízení (N) se přiděluje a ukládá do jeho paměti v síti jedinečné virtuální směrovací číslo (VRN), vyjadřující vzdálenost tohoto podřízeného komunikačního zařízení (N) od řídicího komunikačního zařízení (C), danou počtem směrování, a kdy v takto uspořádané síti se přenáší řídicí pakety zpráv od řídicího komunikačního zařízení (C) sítě ke všem adresovaným podřízeným komunikačním zařízením (N) a zpět směrovým zaplavením, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízením (N) se po příjmu iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení (C), kterou řídicí komunikační zařízení (C) iniciuje sběr dat z podřízených komunikačních zařízení (N) časově relativně synchronizovaných k začátku iniciačního rámce, nastaví jeden nebo více bitů, které se následně postupně slučují s potvrzovacími sběrnými zprávami přijatými od ostatních adresovaných podřízených komunikačních zařízení (N) během potvrzovacího rámce časově synchronizovaného k rámci iniciačnímu, přičemž se následně takto sloučené potvrzovací sběrné zprávy odesílají podřízenými komunikačními zařízeními (N) postupně v odpovídajícím časovém slotu tohoto potvrzovacího rámce od nejvyššího virtuálního směrovacího čísla (VRN) směrem k řídicímu komunikačnímu zařízení (C).

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že do iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení (C), směřované do podřízených komunikačních zařízení (N), se vloží doplňkové informace a v každém adresovaném podřízeném komunikačním zařízením (N) se tyto doplňkové informace interpretují, podle této interpretace se provede požadovaná sekvence instrukcí a nezávisle na ní nebo v závislosti na jejím výsledku se nastavuje jeden nebo více bitů, které se pak vkládají do sběrné potvrzovací zprávy adresované řídicímu komunikačnímu zařízení (C).

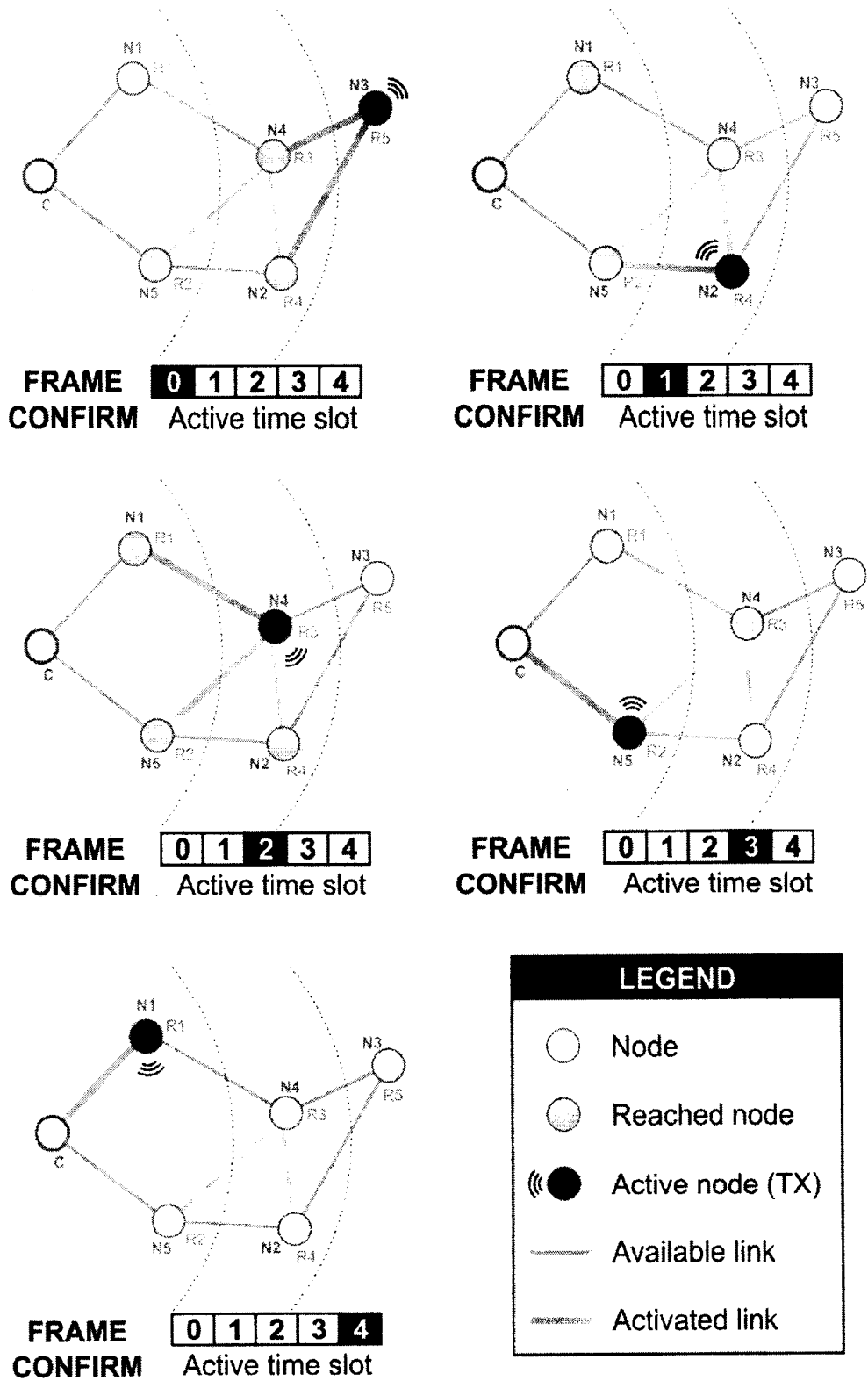
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že časování potvrzovacího rámce se provádí v závislosti na doplňkové informaci, vložené do iniciační zprávy z řídicího komunikačního zařízení (C).

4. Způsob zpřístupnění hromadného potvrzování a/nebo sběru dat podle některého z předcházejících nároků 1 až 3 pro vytvoření generické platformy, **vyznačující se tím**, že se realizuje jako přímo adresovatelná virtuální periférie v bezdrátových sítích tak, že se tato periférie obsluhuje na základě interpretace zpráv, zasílaných komunikačními zařízeními (N) nebo (C) v bezdrátové síti.

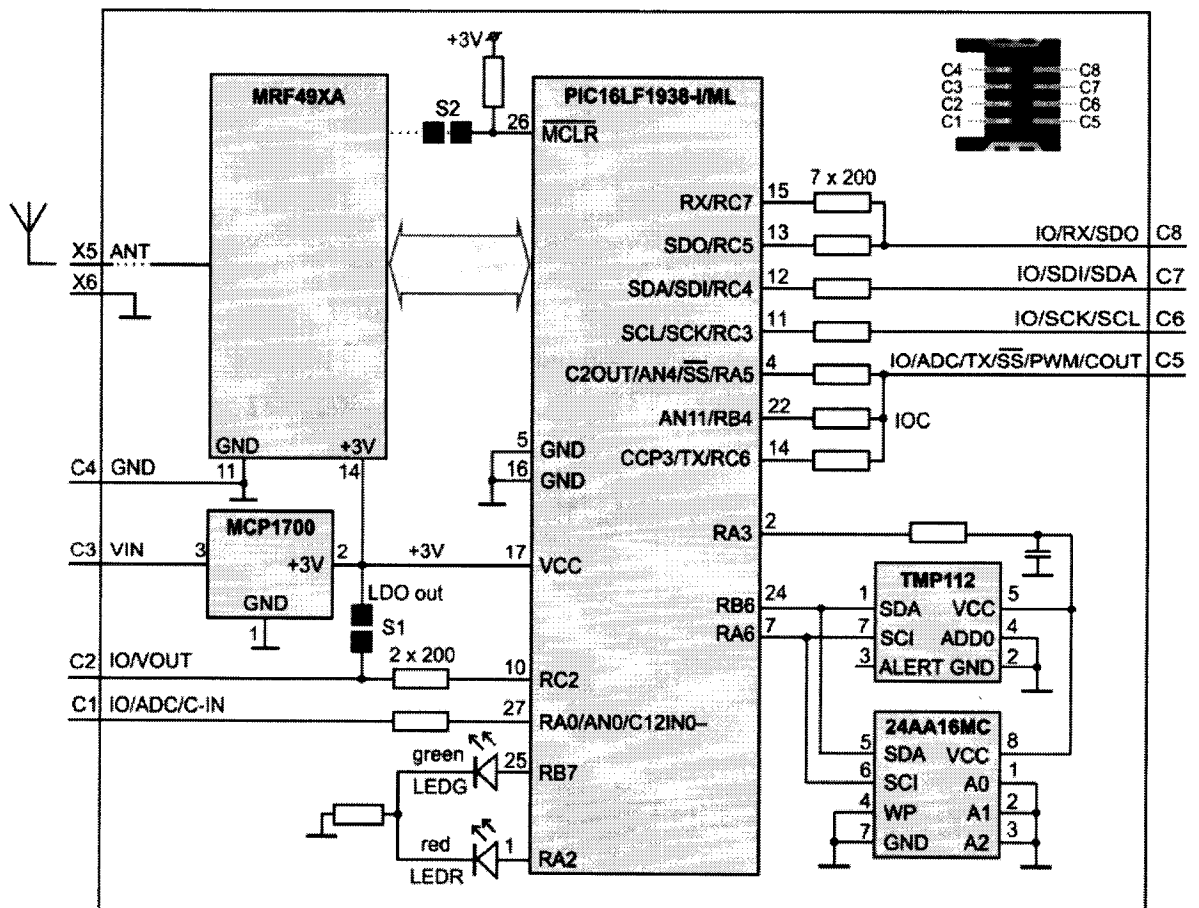
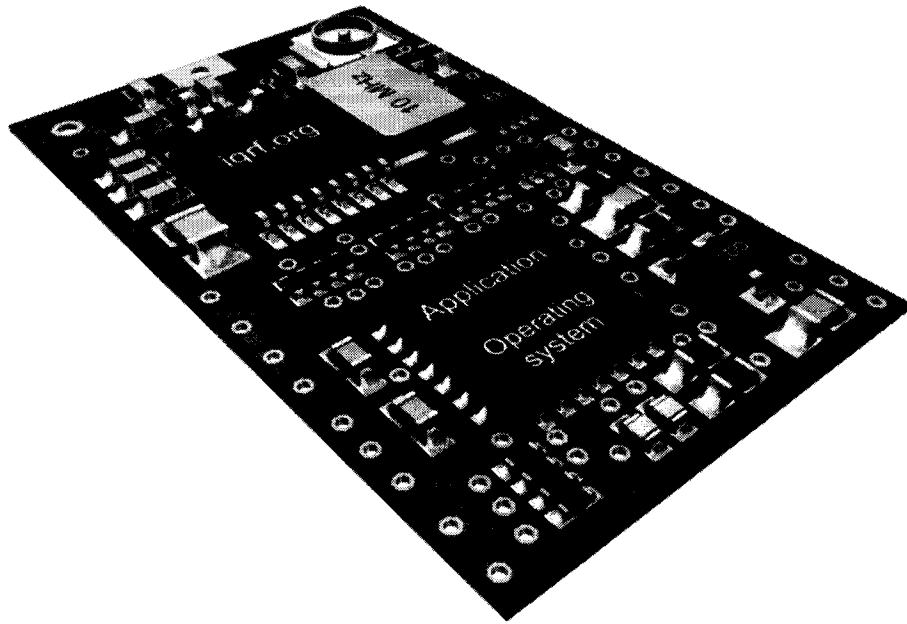
4 výkresy



OBR. 1A



OBR. 1B



OBR. 2

| Potvrzovací rámeček | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------------|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| data v jednotlivých zařízeních po přijetí vysílání aktivního zařízení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| stav | aktivní | odeslaná data | data v N1 | | | data v N2 | | | data v N3 | | | data v N4 | | | data v N5 | | | data v C | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | N3 | 0 0 3 0 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | N2 | 0 2 3 0 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N4 | 0 2 3 4 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | N5 | 0 2 3 4 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | N1 | 1 2 3 4 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Tabulka 1

Konec dokumentu
