

TENDENCE VÝVOJE SPOJOVACÍCH PROSTŘEDKŮ

V důsledku rostoucích požadavků a možností vědeckotechnického rozvoje se neustále stupňuje úloha pružného, dostatečně výkonného a zejména odolného spojení. Zabezpečení těchto požadavků předpokládá využívat nejmodernějších poznatků z oblasti elektroniky, fyziky, výpočetní techniky, ale znamená i nový přístup k využívání kmitočtového pásma a moderních technologií. Vývoj spojovacích prostředků je zejména ovlivněn rozšiřováním číslicových způsobů modulace a systémů s rozprostřeným spektrem.

V oblasti technologie dochází k dalšímu stupni integrace monolytických obvodů, zejména číslicových. Probíhá zdokonalování polovodičových součástek pro mikrovlnnou kmitočtovou oblast. Objevuje se nástup GaAs monolytických mikrovlnných obvodů, které umožňují využít výhod této technologie i v milimetrové kmitočtové oblasti.

V průběhu devadesátých let lze očekávat v rádiové komunikaci využívání supravodivých materiálů, např. ve filtrech, zpožďovacích vedeních apod.

Rádiové spojení

V oblasti krátkovlnného (KV) spojení se i v současné době vývojově řeší nové spojovací KV prostředky a zdokonalují se metody přenosu z hlediska vyšší odolnosti proti rušení a proti poruchám vznikajícím při šíření.

Přes pokračující tendence postupně přecházet při hledání nových možností ve spojení k vyšším kmitočtovým pásmům, neztrácejí KV spojovací prostředky na svém významu.

S úspěchem je pro spojení využíváno schopností KV rádiových stanic pracovat jak s přízemní, tak i ionosférickou prostorovou vlnou a nedostatky jsou kompenzovány především jejich uspořádáním do sítí s optimálně volenými retranslačními místy.

Při vývoji moderních KV rádiových stanic jsou stále širěji uplatňovány širokopásmové modulační metody, zejména metoda pomalých kmitočtových skoků. Vzhledem k velmi širokému poměru krajních kmitočtů pásma, rozdílnému způsobu šíření KV vln v jednotlivých částech pásma a nezbytnosti ladění antén, může být rychlost kmitočtových skoků v KV pásmu poměrně nízká oproti skokům ve VKV pásmu.

Předností rádiových stanic pracujících s rozprostřeným spektrem je snížení vlivu úzkopásmových rušičů, obtížné zjištění a zaměření. Využití signálů s rozprostře-

ným spektrem umožňuje konstruovat systémy odolné proti náhodnému i úmyslnému rušení a obtížně zjistitelné běžnými průzkumnými přijímači nebo analyzátoři spektra.

Intenzivní výzkumy jsou vedeny v oblasti anténních systémů. Elektronicky je upravován tvar vysílací charakteristiky, automaticky je měněna (s ohledem na směr rušícího signálu) i přijímací charakteristika, jsou vyvíjeny mnohoprvkové antény s ovládáním charakteristiky změnou fázových poměrů.

Celkově lze uvést, že nově vyvíjených rádiových stanic pro činnost v KV pásmu je poměrně málo. Častější je konstrukční úprava o doplňování stávajících typů s cílem zvýšení odolnosti proti radioelektronickému boji.

Spojovací prostředky pracující v pásmu velmi krátkých vln (VKV) jsou používány výhradně pro spojení na taktickém stupni velení. Výkon vysílače se obvykle pohybuje od 3 do 5 W u přenosných rádiových stanic a do 50 W u stanic mobilních. Nejsou tendence výkony nadále zvyšovat, **naopak jsou navrhovány nové typy s možností řízení výkonu vysílače na úroveň nezbytnou pro zajištění spolehlivého spojení.**

Mezi hlavní požadavky na rádiové VKV stanice patří odolnost proti rušení, které je dosahováno vedle již uvedené minimalizace výkonu především úpravou celé vysílací cesty a zvýšením směrovosti antény. Tato opatření jsou prováděna elektronicky.

Při vývoji rádiových stanic je převážně používána aplikace skokových změn kmitočtu. Počet změn se pohybuje od několika desítek až do dvou tisíc skoků za sekundu. Obecně platí, že s rostoucím počtem „skoků“ roste i odolnost proti rušení, ovšem je nutné hledat vhodný kompromis, neboť současně se zvyšuje i složitost a cena zařízení. Počet skokových změn 400 až 500 za sekundu je v současnosti pokládán za dostačující vzhledem k technické úrovni používaných rušičů. Podle některých odborníků bude dostačující i pro následujících 5 až 10 let.

Konstrukčně jsou všechny typy rádiových stanic vyvíjeny a řešeny především s ohledem na spolehlivost, robustnost a vysoké mechanické a klimatické odolnosti, a to i za cenu vyšší hmotnosti. Přísně je dodržován modulární princip, umožňující vytváření různých sestav z jednotlivých zařízení podle potřeb uživatele nebo zástavby. Je také dodržována zásada jednotnosti konstrukčních dílů, příslušenství apod., čímž jsou zjednodušeny problémy se zásobováním náhradními díly i s opravami.

Při vývoji rádiových KV a VKV (UKV) stanic lze očekávat další širší využití širokopásmových modulačních metod, číslicové vokodérové a zejména utajovací techniky.

Radioreléové a troposférické spojení

Z důvodů zvýšení přenosové kapacity jsou vyvíjeny stanice pracující na vyšších kmitočtech, zejména v pásmu 14 až 15 GHz. Předpokládá se rovněž využití i milimetrových technologií v pásmech 40 až 60 GHz, a to především pro spojení na krátké vzdálenosti s vysokou odolností proti odposlechu a rušení. Nové technologie umožňují téměř plynule zdokonalovat tyto spojovací prostředky. Při vývoji

radioreléových i troposférických stanic se rovněž využívají širokopásmové modulační metody rozptýření spektra. Používá se jednak přímé rozptýření metodou DS (Direct Sequence), ale také i metody kmitočtových skoků FH (Frequency Hopping).

Systémy s rozptýřeným spektrem nabyly na významu v souvislosti s potřebou hospodárněji využít kmitočtové spektrum. V roce 1979 se sešla v Ženevě Světová správní radiokomunikační konference, která byla jednou z nejvýznamnějších konferencí Mezinárodní telekomunikační unie v poslední době. Stanovila geostacionární družicové dráhy platné do konce 20. století a zásady využívání kmitočtového spektra.

V souvislosti s jednáním konference byla v příslušných vědeckých organizacích a v odborném tisku nastolena otázka, zda tradiční způsob kmitočtového členění je nejúčelnějším způsobem využití kmitočtového spektra. Alternativou jsou sdělovací systémy s rozptýřeným spektrem, které představují nové řešení, umožňující optimální využití spektra velkým počtem uživatelů.

Rozvoj oboru je především orientován na zvýšení provozní spolehlivosti a další zkvalitnění přenosových parametrů stanic. Moderní typy radioreléových stanic, pracujících přenosovou rychlostí až 34 Mbit/s, jsou vybavené automatickou regulací vysílaného výkonu, korekčním kódováním přenášené informace, systémy výběrového příjmu, výkonnou utajovací i komutační technikou a celkovým modulárním uspořádáním, které zabezpečí požadavky různých uživatelů.

Družicové spojovací prostředky

Družicové spoje se staly nedílnou součástí spojovacích systémů všech vyspělých armád. Velmi pozitivně jsou hodnoceny zejména jejich technické parametry tzn. pružnost, vysoká spolehlivost, odolnost proti rušení atd.

U vyvíjených nových typů spojovacích družic se předpokládá další využití počítačů a podle některých odborníků i prvků umělé inteligence. Mění se také filozofie v konstrukci družic, které mají být konstruovány tak, aby vyhovely požadavkům uživatele, místo toho, aby se uživatel přizpůsoboval technickým možnostem družic.

Tyto „inteligentní“ družice jsou schopny demodulovat přijatý signál až do základních prvků, ten pak generovat a předat zpět k Zemi. S jejich pomocí má být umožněna automatická a vzájemná komunikace několika uživatelů v různých oblastech přidělováním jednotlivých charakteristik, rozšířena efektivní komunikace mezi uživateli se značně rozdílnými požadavky na přenosovou rychlost, neboť družice má přijímané signály třdit, přepínat, znovu formátovat a sdružovat do tvaru, vhodného pro jednoduché i složitější pozemní stanice.

Předpokládá se další prodlužování životnosti družic (až na dvojnásobek), použití nového programového vybavení, které umožní, že celý systém bude schopen na povel ze Země plnit nové úkoly. V oblasti pracovních kmitočtů dochází k posunu do vyšších pracovních pásem (22 a 44 GHz) a přenosová kapacita se u vyvíjených prostředků má zvýšit až čtyřnásobně.

Linkové spojení

V současném období neustále vzrůstá zájem o používání optoelektronických spojovacích prostředků. Tento důvod souvisí především s celou řadou výhodných vlastností, jako je např. široké kmitočtové spektrum, vysoká přenosová rychlost, odolnost proti druhům elektromagnetického rušení aj.

V oblasti optických spojů jsou vyvíjena a konstruována vlákna ve vlnových délkách kolem 1300 nm a 1500 nm. Kromě multivídných vláken se stále častěji začínají prosazovat monovídná vlákna s průměrem menším než 10 mikrometrů. Útlum materiálů s optickými vlákny se postupně snižuje a dosažená hodnota 0,5 dB/km umožňuje budovat přenosové trasy o délce až 200 km. Tato hranice se u skleněných vláken přiblížila k teoretické fyzikální hranici, a proto **jsou vyvíjeny nové materiály, např. oxid germania a tetrafluorid zirkonu,** z něhož se podařilo vyrobit vlákno s útlumem 0,1 dB na 1 km.

Dalším z hlavních směrů vývoje v této oblasti je integrace diskrétních optických součástek s elektronickými obvody. Jsou tak vytvářeny celky, spojující výhodné parametry obou technologií.

Jako zdroj světelného záření jsou pro optoelektronické spojovací prostředky používány především polovodičové lasery, známé pod názvem laserové diody. Pro nově vyvíjené optické kabely **jsou rovněž vyvíjeny nové druhy laserových diod.**

Z uvedeného vyplývá, že v civilní oblasti nastává definitivní přechod od „kovo-
vého“ přenosového prostředí k optoelektronickému.

V oblasti vojenských aplikací se předpokládá v prvním pořadí náhrada zejména u místních telefonních sítí, u sítí pro přenos dat mezi počítači a v sítích automatizovaných systémů velení.

Laserové spojovací prostředky

Období diskusí a pochybností o možnostech využití laserového spojení skončilo počátkem 80. let. V současnosti jsou lasery využívány jak v rámci spojení po optických kabelech, tak i ve spojení prostorem. V obou případech poskytuje optické spektrum oproti rádiovým vlnám řadu známých výhod.

Laserový spojovací prostředek pro spojení na taktickém stupni byl zkonstruován počátkem 80. let. Provoz v atmosféře je omezen především klimatickými podmínkami. Těmto problémům se čelí vhodnou volbou vlnové délky, která se u nově vyvíjených prostředků posunuje do oblasti infračerveného záření (kolem 10,6 mikrometru). Kromě toho je používána komprese signálu a zvyšování rychlosti přenosu dat.

V kosmickém prostoru, kde odpadá hlavní omezující faktor, tj. atmosféra, se předpokládá využití laserů pro spojení mezi družicemi. Americká armáda vyvíjí spojovací systém, který umožní pomocí laserového spojení předávat údaje průzkumných družic pohybujících se na nízké oběžné dráze přes retranslační družice na místa velení v reálném čase.

Z toho je zřejmé, že laserové spojovací prostředky budou používány ve stále větším měřítku, i když samozřejmě nevytlačí „klasické“ spojovací prostředky.

Vývoj v oblasti laserového spojení se zaměřuje na minimalizaci rozměrů i příkonů, využívání nových typů laserů, zdokonalení optiky aj. Velké naděje se vkládají do tzv. zaobzorového laserového spojení, při kterém je využito dopředného rozptylu.

Jsou prováděny pokusy i s kombinovanými systémy spojení obsahující jak rádiové, tak i laserové prostředky. Jako retranslatory pro laserové spojení mají být využívány miniaturní bezpilotní prostředky, nesoucí odrazová zrcadla.

* * *

Domnívám se, že pro Armádu České republiky (AČR) jsou velmi aktuální a prioritní z hlediska technického a vědeckého zajištění oblasti rádiového, radioreléového a linkového spojení.

Radioreléové spojení patří nadále mezi hlavní druhy spojení a plně se uplatní při realizaci koncepce výstavby AČR.

Připravovaným zavedením mnohakanálových radioreléových stanic nové generace s číslicovým přenosem informace z tuzemské produkce se vytvoří základní podmínky k plnému uplatnění automatizovaných systémů velení (C3I).

K zabezpečení cílů přestavby AČR je nutné provést urychlené přezbrojení zastaralých KV a VKV rádiových stanic. V současném období probíhá ve výzkumné základně AČR a českém průmyslu vývoj nové rádiové VKV stanice, která zabezpečí přezbrojení těmito prostředky.

Z hlediska vzdálenější perspektivy bude i nadále výhodné orientovat se na vlastní vývoj v českém průmyslu, využívat současných kapacit a zkušeností výzkumné základny AČR.

V oblasti laserového, družicového a troposférického spojení nejsou u nás potřebné tradice, zkušenosti a technologie a z tohoto důvodu nelze předpokládat zajišťování těchto přenosových prostředků vlastním vývojem a výrobou.