

1. část - Jak je to skutečně s EME

Vážení přátelé EME. Scházíme se po delší odmlce v oblasti radioteleskopů k pokračování povídání, tentokrát zaměřeného na provoz EME. OK VHF klub pravidelně pořádá semináře mikrovlnné techniky, kde jsou tyto zásady prezentovány postupně ve vztahu k jednotlivým pásmům, včetně jejich specifik. Jelikož se mi nashromáždilo větší množství materiálu použitelného pro toto téma, rozhodl jsem se opublikovat uvedenou tematiku v Radiožurnálu. Kromě zájmu mnohých z vás také proto, že se nedávno v časopise ČRK objevil článek o EME provozu, který byl velmi zavádějící a mnoho hamů se mě dotazovalo, jak to tedy je. Jedná se hlavně o to, že se jednalo o „*otrocký překlad*“, který většinou zdaleka neodráží skutečnosti s uvedenou tematikou spojené. Proto na těchto stránkách bude následovat povídání o tom, jak to skutečně je včetně obrázků a různých komentářů.

Jelikož jak víte, vedu již delší dobu rubriku EME okno v časopise Radiožurnál, rozhodl jsem se po konzultaci s vydavatelem tohoto periodika sebrat a sepsat všechny dostupné informace o EME provozu a doplnit je jak vlastními zkušenostmi, tak zkušenostmi ostatních EME hamů. Jelikož je tento materiál velmi obsáhlý, dohodnuli jsme se společně, že není možné zabírat tak velké množství prostoru kolegům, které tato problematika nezajímá a vzešel nápad na vydání zvláštní publikace v edici Radiožurnálu. Ve skutečnosti již bylo prodáno několik desítek CD romů s uvedenou tematikou. Tato publikace se stala „kuchařkou“ pro případné zájemce o tento druh provozu. Výhodou je, že jelikož se jedná o elektronickou podobu, je možno uvedený materiál trvale doplňovat a rozšiřovat. Někteří kolegové se na mne obracejí se spoustou dotazů a protože není čas jednotlivě odpovídat bude možno na mnoho otázek najít odpověď právě zde.

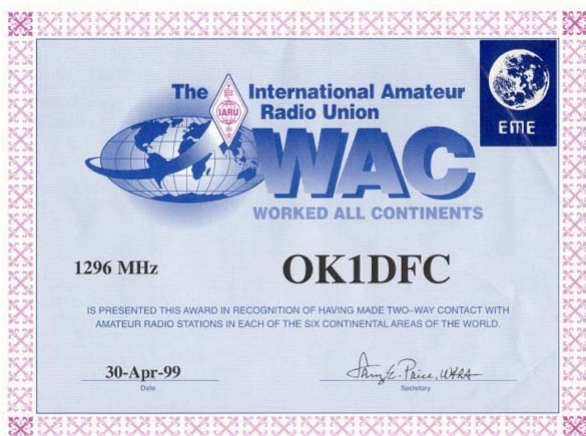
V úvodu bych chtěl předem odpovědět na otázku, kterou jsem již několikrát dostal. **„Co tě na tom tak fascinuje? Vždyť uděláš jen pár spojení, Japonsko, nebo Austrálie jsou na krátkých vlnách tak snadno dostupné?“** Ano, souhlasím, souhlasím i s tím, že spojení přes Měsíc jsou pekelně drahá, ale když si představím těch 750.000 km, které musí ten signál překonat Jiným druhem provozu není možno tak daleký ODX navázat. Rovněž tak poslech signálů z dalekých hvězdných galaxií je fascinující. Vždyť ten signál, sem k nám, tím prostorem letí třeba několik miliónů světelných let. Tento druh provozu, nebo spíše řečeno poslech je organizován organizací SETI, což bude obsahem příštích povídání.

V publikaci jsou rovněž uvedeny dostupné informace ze všech možných pramenů. Budou zde uveřejněny adresy webovských stránek s uvedenou problematikou, různé pomůcky a návody jak si usnadnit práci při EME. Čerpal jsem z ARRL handbooku, Základů astronomie a astrofyziky, časopisů DUBUS, QST, Microwave journal a spousty další odborné literatury. V publikaci jsou rovněž uveřejněny některé základní výpočty a návrhy. V závěru jsou zobecněny praktické zkušenosti z mého vlastního provozu, nebo z praxe kolegů, kteří se touto problematikou dlouhodobě zabírají. Jak se říká **„Sedivá je teorie, zelený je strom života“** takže jsou to zkušenosti skutečně životní.

Já se pokusím slíbit, že se v budoucnu k jednotlivým bodům postupně budu vracet a při zjištění nových poznatků z dané problematiky je budu uveřejňovat postupně v Radiožurnálu. Celé toto dílo bych velmi rád rovněž věnoval mým kolegům kteří pracovali tímto druhem provozu, když já jsem je jen z povzdálí pozoroval a o EME se zajímal jen teoreticky. Sledoval jsem dění v oboru a snil o prvních spojeních. Od nich jsem rovněž čerpal praktické zkušenosti a měl jsem možnost konzultovat některé první kroky. Mé poděkování patří Standovi OK1MS, Františkovi OK1CA a Tondovi OK1DAI. V neposlední řadě patří poděkování mému synovi Zdeňkovi, který zpracoval obrázkovou dokumentaci podle předloh a zajišťuje distribuci uvedených CD.

Co je to vlastně EME ?

Pojem EME komunikace, také známý pod pojmem Earth–Moon–Earth, se stal lidovým tvarem pro nejvzdálenější radioamatérskou komunikaci. Vysvětlení názvu EME je jednoduché, Měsíc je používán jako pasivní odrazeč pro VHF, UHF a SHF signály. S celkovou délkou přenosové cesty okolo 750.000 km tam a zpět se pravděpodobně jedná o nejdlejší známý radioamatérský DX-ing. EME spojení jsou velkým fenoménem a proto je možno takto navázaná spojení započítávat do vyhlášených diplomů jako jsou WAS, WAC, DXCC a VUCC. EME odhaluje možnosti využití VHF a UHF frekvencí jednotlivých pásem k novému vesmírnému celosvětovému DX-ingu.



WAC za 1296 MHz

Nejstarší známé pokusy o zachycení signálů odražených od měsíčního povrchu se datují do doby druhé světové války, kdy tento experiment provedla německá armáda s radiolokátorem Wirtzburg. První skutečně vážné pokusy o seriózní EME komunikaci byly prováděny americkou U.S. Navy těsně po druhé světové válce. Prvotní pokusy začaly v roce 1947. V roce 1950 již vysílali s 400 MW (ERP) efektivně vyzářeným výkonem. Pokus byl uskutečněn mezi Washington DC na kontinentální části USA a Havajským souostrovím. Praktické pokusy vedly k zajištění RTTY dálnopisného spojení US

Navy prostřednictvím Měsíce, jako pasivního odražeče.

První úspěšný radioamatérský pokus o příjem EME signálu byl realizován v roce 1953 mezi stanicemi W4AO a W3GKP. Tyto pokusy vedly k prvnímu úspěšnému obousměrnému spojení v roce 1960. Použity byly parabolické antény a vysoko výkonový klystron Eimac radioklubu W6HB a VKV radioklubu W1BU. Tento milník radioamatérské historie EME spojení se naplnil v červnu 1960. Spojení bylo navázáno v pásmu 1296 MHz.



Radioteleskop Arecibo

Na obrázku je radioteleskop na Arecibu v Porto Rico o průměru 305 m. Na obrázku je radioteleskop na Arecibu v Porto Rico o průměru 305 m. Při detailním pohledu na obrázek je vidět zavěšený nosič ozařovače, kde je po kolejnicích posouván feed nad plochou teleskopu, což umožňuje „směrování celého „údolí“. Odraznou plochu tvoří velmi jemné síťové pletivo o hustotě ok 8x8mm. Celá spodní část teleskopu je vybetonována a na tělese je umístěn rám s napnutým pletivem. V údolí je patrný komplex budov, kam je signál přiváděn a je prováděna jeho počítačová analýza. Většinu informací naleznete v článku o Arecibu, který byl

v RŽ již uveřejněn. V dubnu 1964 W6DNG a OH1NL navázali historicky první EME spojení v pásmu 144 MHz. U pásma 432 MHz měly experimenty zpoždění z důvodu nedostatečného výkonu mezi radioamatéry v té době používaných koncových stupňů. Jeden měsíc po prvním spojení v pásmu 144 MHz bylo však navázáno spojení i v pásmu 432 MHz prostřednictvím 300m parabolického zrcadla v Arecibu na Porto Ricu. Aktéry tohoto spojení se stali KP4BZP a W1BU. Ti společně demonstrovali životaschopnost komunikace EME v pásmu 432 MHz. Jednalo se však o použití profesionální antény na straně KB4BZP a proto jako skutečně radioamatérské spojení v pásmu 432 MHz navázali W1BU a KH6UK v červenci 1964. Rozšířením dostupnosti spolehlivých nízkošumových zesilovačů a významné zlepšení v oblasti výkonných anteních polí vedlo k dynamickému rozvoji tohoto druhu provozu. Největší rozmach začal v sedmdesátých letech. Spojení EME se stala normou namísto výjimky. Začaly se realizovat radioamatérské závody. V roce 1970 bylo navázáno první spojení v pásmu 220 MHz a 2304 MHz. Následovalo spojení v pásmu 50 MHz v roce 1972. V sedmdesátých letech byl ještě hlavní směr napřimen na pásmo 144 a 432 MHz ačkoliv i pásmo 1296 MHz začínalo prokazovat svoji životaschopnost. Hlavní překážkou pokroku však byl nedostatek výkonových prvků a nízkošumových polovodičů pro uvedený kmitočet. Přesto aktivita na těchto vyšších kmitočtech rostla a vedla k velkému rozvoji tohoto druhu provozu. Obrovský skok v technologii vývoje polovodičů v osmdesátých letech vedl k objevu GaAs polovodičů.

Dalším pokrokem byla možnost získat výkonové prvky a postavit lineární zesilovače velkého výkonu. Tím je myšlena hodnota okolo 1500 W pro pásma do 23 cm. V roce 1980 bylo dosaženo prvních diplomů WAC v pásmu 144 a 432 MHz. V osmdesátých letech byla také navázána první spojení v pásmu 3456 a 5760 Mhz, přesněji v roce 1987. Dále následovala spojení v pásmu 902 MHz a 10 GHz v roce 1988. Prozatím nedosaženým snem radioamatérů je pásmo 24 GHz. V současné době se aktivně snaží překonat i tuto další radioamatérskou hranici možností VE4MA, LX1DB a CT1DMK.

Na EME zůstává stále prioritním druhem provozu telegrafie. Aktivní a dobře vybavené stanice však zlepšováním parametrů zařízení postupně přecházejí i na fonický druh provozu s využitím SSB. V květnu 1998, při příležitosti EME konference v srpnu 1998 v Paříži, bylo při expedici TM8EME na radioteleskop v Nancy poprvé pracováno úspěšně provozem FM. O tomto radioteleskopu jsme si již také v RŽ psali. Fonický druh provozu se stává stále populárnějším. SSB provoz v pásmu 1296 MHz dnes již provozuje zhruba 25 stanic.

Pro úspěšnou činnost na EME je potřeba dodržet některé zásady, které je možné shrnout do pěti základních bodů, nebo pravidel. O těchto pravidlech si dále napíšeme v následujících pokračováních tohoto povídání.



1) použít maximálně povolený výkon tak aby byla splněna legislativní podmínka jednotlivých zemí. V dnešní době není problém pro pásma 144 a 432 MHz vyrobit povolených 750 W výkonu například pomocí známé GS35B a nebo podobných 3CX800A7. Vyšší pásma jsou na tom již hůře, naproti tomu je zde možno snadno vyrobit parabolickou anténu se ziskem 35dB.



2) nějaký větší a ziskovější anténní systém. Jistě rozměrnější než třeba pro provoz via Satelit. (zde platí " Čím větší, tím lepší") I pro pásmo 432 MHz je lépe použít parabolu, jak uvidíme dále, pomůže nám eliminovat Faradayovu rotaci a stáčení polarizační roviny vln.

3) precizní odečítání polohy, azimut a elevace. (S rozměrem anténního systému a zvyšujícím se kmitočtem stoupá požadavek na přesnost) Pomocí inkrementálních čidel je možno snadno dosáhnout přesnost 0,1°.

4) napáječe s minimální ztrátou, nebo otevřené vedení pro fázování antén. V budoucnu se pokusím uveřejnit přehled použitelných napáječů a konektorů, včetně použitelných konektorů.

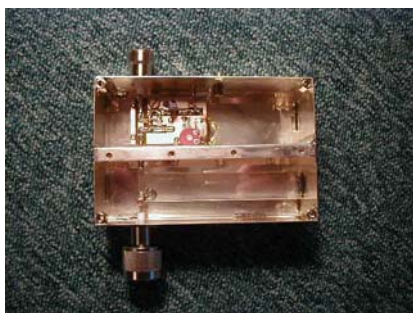
5) předzesilovač s minimálním šumovým číslem instalovaný přímo v anténním systému. Velké zkušenosti má Franta OK1CA, který tyto zesilovače i dodává.

Parabola 3,8m OK1DFC



Parabola LU8EDR 8m





0,4 dB N/F s MGF1302 podle DJ9BV



zakrytovaný zesilovač

Takže to je pro toto vydání vše a další díly budou pokračovat podle místa v časopise a mých skromných časových možností. Příště bychom si měli povědět něco o Měsíci, jak to s tím souputníkem je a něco z trochy astronomie.

Zdeněk OK1DFC