

Terminologie EME provozu

Zdeněk SAMEK – OK1DFC ok1dfc@seznam.cz

V poslední době se na mne obrací řada hamů kteří začínají s EME provozem, nebo by s ním rádi začali. Chtějí vysvětlit některé zaužívané pojmy, či výrazů se kterými se setkávají v článcích zabírajících se EME tematikou. Rozhodl jsem se tedy souhrnně zpracovat takovou jednoduchou pomůcku s neumělým pokusem doplnit údaje ještě o zkušenosti z vlastního provozu EME. Nedělám si patent na úplnost a pokud naleznete některé pojmy které ve vás vyvolají další otázky pošlete e-mail a můžeme věc prodiskutovat.

Polarizace (Polarization)

Polarizace signálů EME je velmi složitá věc. Nejprve je však potřeba říci, že pro kmitočty do 1 GHz se používá polarizace lineární a od kmitočtu 1GHz výše polarizace kruhová. Proč to pochopíme ihned v dalším popisu. Zjednodušeně řečeno. Díky průchodu elektromagnetických vln elektromagnetickým polem Země dochází k tzv. Faradayově rotaci. To má vliv na lineární polarizaci takový, že během cesty k Měsíci a zpět polarizace změní několikrát svou rovinu. Důsledkem může být, že odvysílaná horizontálně polarizovaná vlna dorazí zpět jako polarizace vertikální. Následek je fatální a může se na poslech jevit, že své vlastní odrazy někdy neslyšíme vůbec, nebo se nám jeví signál jako s hlubokým QSB. Proto se můžete v praxi setkat se stanicemi, které používají tzv. „cross“ Yagi, aby mohli signál přijímat i vysílat rovněž vertikálně či horizontálně. Nejlépe se podobný problém řeší u parabolických antén, kde feed můžeme opatřit rotátorem a polaritu si tak přizpůsobit skutečné hodnotě polarity signálu odraženého. Jak jsme si již řekli, u kmitočtu nad 1GHz se používá polarizace kruhová. Odraz od Měsíce je zde brán jako odraz od velmi vzdáleného velkého tělesa, což má ovšem za následek změnu polarity z odvysílané pravotočivé na přijímanou levotočivou. Taková věc se u feedu řeší pomocí dvou dipólů napájených hybridním členem s fázovým posuvem a nebo jednodušeji septum polarizační přepážkou.

Prostorová polarizace (Spatial Polarization)

Jedná se o funkci prostorové geometrie. Elektromagnetická vlna EME signálu mezi dvěma stanicemi může být stočená v polarizaci (viz výše). Hodnota rotace odpovídá relativní hodnotě zeměpisné délky, šířky a pozici Měsíce na obloze. Většina počítačových SW dnes „umí“ vypočítat hodnotu takové prostorové polarizace a můžeme to buď použít pro dohodu skedu s protistanicí tak, abychom na sebe měli polarizaci správně, a nebo jako hodnotu o kterou pootočíme feedem v parabole pokud

takový systém provozujeme. U nás tento fenomén v praxi odkoušel Josef OK1UWA při spojení s W5LUA v pásmu 24 GHz, kde spojení bylo možno nejlépe udělat právě ve správnou dobu Měsíce na obloze a správném stočení polarizace jelikož oba použili pro experiment polarizaci lineární.

Faradayova rotace (Faraday Rotation)

Jak jsme si již krátce uvedli výše, vliv magnetického pole Země má vliv na námi vysílanou elektromagnetickou vlnu a způsobuje rotaci polarizace. Toto způsobuje cyklické úniky na signálu. V pásmu 144 MHz je praktická hodnota maxim takového úniku (čas pro otočení o 90°) typicky 30 minut +/- nějaké minuty. Faradayovu rotaci nelze pomocí PC ani SW nijak predikovat. Nezbyvá tedy než když protistanici neslyšíme počkat a pokus opakovat. V případě aktivních a dobře vybavených stanic je možnost přepínání V a H polarizace, což vede ke zkrácení takových „prostoju“ mezi spojeními, nebo jak jsme si již říkali výše u parabol rotační feedy.

Librace

(Libration Fading)

Jak je ze Země možno opticky pozorovat, Měsíc se vlivem gravitačních sil na oběžné dráze kolem Země „houpe“. To má za následek, že ačkoliv je zařítá pověra, že vidíme fyzicky 50% Měsíčního povrchu, není tomu tak. Díky houpání se Měsíc i pootáčí což vede k tomu, že jsem ze Země schopni pozorovat cca 56% jeho povrchu. Tento jev se nazývá librace. Vezmeme-li v úvahu, že kromě těchto pohybů tzv. navíc, je ještě Měsíční povrch zcela nerovný a není ideální odrazovou plochou, máme o problém při poslechu EME signálů navíc postaráno. Úniky na signálu vzniklé vlivem librace mohou v pásmu 144 MHz dosahovat řádově sekund. U pásma 432 MHz je to lepší, ale přesto to vypadá, že u poslechu slaboučkých signálů vám někdo pořád „vypíná a zapíná signál“. Při delší době aktivního ježdění EME si na to však zvyknete a „naučíte se s tím žít“. Z počátku to vede k tomu, že se snažíte stanici doladovat a to je důsledek toho že při hlubším úniku ji ztratíte úplně a než ji znovu najdete ztratíte kus relace. Připomínám, že tento jev je hlavně pozorovatelný děláte-li EME tzv. analogové, tj. CW a nebo SSB. U JT 65 za vás tyhle nepříjemnosti řeší PC a SW a tak je to výrazně jednodušší.

Dopplerův efekt

(Doppler Effect)

Další pojem který komplikuje EME provoz. Dopplerův efekt není asi potřeba zcela detailně popisovat. Pokus který Doppler popsal s projíždějící lokomotivou a změnou výšky akustického tónu přijíždějící a vzdalující se vlakové soupravy je notoricky znám z fyziky základní školy, ale co to přináší ve skutečnosti nám? Stejně jako vlak, pohybuje se Měsíc po oběžné dráze. To

znamená od východu se k nám přibližuje a po dosažení vrcholu v nadhlavníku se opět vzdaluje k západu. Stejně pravidlo jako u vln akustických tedy platí i u vln elektromagnetických. V pásmu 144 MHz dosahuje hodnota Dopplerova posuvu +350 - -350 Hz, u pásma 432 MHz +780 - -780 Hz a tak se to se zvyšujícím kmitočtem mění. Jen pro informaci v pásmu 24 GHz se již jedná o desítky KHz. Výhodou je, že Dopplerův posuv můžeme velmi přesně vypočítat a většina SW pro EME vám tuto hodnotu zcela exaktně nabídne.

Šumová teplota oblohy

(Sky Noise - Noise Temperature)

Tak jak Měsíce „cestuje“ po obloze (Měsíční pouť je zcela pravidelná a udržuje se na hodnotě tzv. lunárního měsíce tedy 28 dní), mívá v pohledu ze Země mnoho různých jiných vesmírných těles či objektů „hlubokého“ vesmíru které generují různou úroveň VF šumu. Některé zdroje šumí víc, některé méně, ale jsou zdroje šumu, které dokáží zcela degradovat EME komunikaci. Většina malých anténních systémů v pásmu 144 MHz má vyzářovací úhel antény okolo 30° větší stanice například se 4xYagi již jen okolo 15°. Tento úhel je však stále ještě velmi velký v porovnání s úhlem který nám „zabírá“ na obloze Měsíc. Jedná se o velikost okolo 1 úhlového stupně. Tím pádem vyzářovací úhel antény vidí nejenom Měsíc, ale i prostor a pozadí okolo Měsíce. Díky tomu může snadno dojít k tomu, že průchodem Měsíce na pozadí takového silnějšího zdroje šumu, může „vygumovat“ slabé stanice a EME komunikaci znemožnit. Teplotu oblohy udáváme ve stupních Kelvina K°. V pásmu 144 MHz se mění tato hodnota od nejnižší hodnoty na studené obloze 175°K až po 3000°K. Zcela obvyklou teplotou oblohy kudy Měsíc prochází se dá označit hodnota okolo 400°K. Dále je však nutno říci, že se zvyšujícím se provozním kmitočtem šumová teplota oblohy proporcionálně stoupá.

Útlum trasy

(Path Loss)

Během lunárního měsíce obíhá Měsíc po mírně eliptické dráze, což má přirozeně vliv na jeho vzdálenost od Země. Minimum je okolo 326.000 km v perigeu a 420.000 km v apogeu. Tato vzdálenost má přirozeně vliv na vznik zpoždění signálu od odvysílání po dobu příjmu a má za následek vznik tzv. echa, čili vlastního odrazu který můžeme slyšet cca po 2,5 sekundách od skončení vlastního vysílání (zde se dá prakticky ověřit, že se el.mag. vlny šíří opravdu rychlostí 300.000km/s ve vakuu). Vlastní útlum trasy Země – Měsíc – Země je 251.5 dB v perigeu a 253.5 dB v apogeu. 2dB rozdílu mohou mít fatální vliv na možnost komunikování „malých“ stanic a proto se většina skedů domlouvá na období kdy je Měsíc v perigeu a toto období také

nazýváme EME oknem, neboli SW – sked window.

Apogeum

Odzemí - bod na dráze tělesa obíhajícího kolem Země, v němž je těleso od Země nejvíce vzdáleno

Perigeum

Přízemí - bod na dráze tělesa obíhajícího kolem Země, v němž je těleso k Zemi nejbližší

Degradace (Degradation)

Tento parametr můžeme snadno vypočítat pomocí většiny solidních „naváděcích“ programů v PC, které nám hodnotu degradace (*dgrd*) určí. Můžeme tento parametr nalézt i v kalendáři EME oken, který pravidelně vychází v NL od K2UYH a zpracovává jej Ian GM3SEK (ex G3SEK). Jedná se o poměr mezi úrovní EME signálu a šumem pozadí v dB. Vypočítává se z okamžité polohy Měsíce v daném kalendářním datu. Porovnává se úroveň šumu ve směru Měsíce + vzdálenost Země – Měsíc v návaznosti na nejnižší možnou hodnotu šumové teploty oblohy podél trasy k Měsíci a absolutního minima vzdálenosti v perigeu. Zní to možná složitě, ale PC to zvládá snadno. Během lunárního měsíce může hodnota degradace dosahovat hodnoty více než 13 dB na 2m. Proto pro „malé“ stanice bude největší šance dosáhnout na spojení právě během doby, kdy degradace dosahuje hodnot svého minima a to je 2,5dB. Opět se bavíme o EME spojení provozovaném lidskou bytostí a ne pomocí PC.

Deklinace (Declination)

Jedná se o hodnotu vyjádřenou v úhlových stupních. Určuje postavení Měsíce nad rovníkem směrem k severu + hodnota a směrem k jihu – hodnota. Maximální pozitivní hodnota deklinace je +23°. Je to rovněž období pro nejlepší podmínky pro EME spojení na severní polokouli. Také šumová teplota oblohy bývá v té době nejnižší. Okno pro EME provoz je v tomto období pro stanice na severní polokouli rovněž nejdelší. Tím jak se Měsíc blíží zpět k rovníku, dosáhne hodnoty 0° a postupně záporných hodnot, se okno vhodné pro EME provoz rychle zkracuje.

Zemní zisk (Ground Gain)

Na dvoumetru může „malým“ stanicím tento fenomén přinést až 6 dB dodatečného zisku když anténa směřuje k horizontu. To je jako udělat ze single Yagi systém 8xYagi. Hraje tady ovšem roli jak vysoko anténa je nad zemí a další faktory. Zemní zisk je samostatná kapitola. Nechci zde nic slibovat, ale mám v šuplíku rozepsaný článek, který snad jednou dokončím. Ale dále k tomuto problému. Odraz od rovné plochy země před anténou má za následek, zjednodušeně řečeno, špičky a nuly ve vyzářovacím diagramu, jejichž

vhodným součtem můžeme dosáhnout právě těch 6 db dodatečného zisku. Tento dodatečný zisk je použitelný při hodnotě elevace Měsíce nad horizontem od 0 až do 12°. Jak jsem již napsal výše, je to jen velmi zjednodušené přiblížení velmi často kladené otázky, která jistě stojí za detailnější popis.

Takže ještě na závěr. Pokud jste zde nenalezli uspokojivou odpověď na problém který vás potkal, ozvěte se a pokud mi mé chatrné znalosti dovolí budu se snažit být nápomocen. Tato malá pomůcka měla za účel nikoliv šíření „moudra“ nýbrž osvětlení některých pojmů z oblasti EME komunikace.

73! DFC