

Historie systému ARS G4RFR březen 2023

Toto je stručné shrnutí systému FRARS EME. FRARS měl určité zkušenosti s EME s Yagi na 432MHz a 1296MHz na začátku 80. let. Toto je příběh projektu, který začal v roce 1985, kdy byla RSGB nabídnuta 12ft (3,65m) parabola s primárním ohniskem, která byla odstraněna z 2GHz spojů na Post Office Tower v Londýně. Jménem FRARS ji vděčně přijal G3YGF a zpočátku ji odvezl na silničním přívěsu G3WDG do G3OUR (Oxford University Radio Society) k několika neúspěšným testům, obr. 1. V roce 1989 byly 4 kvadranty paraboly převezeny do Wimborne v Dorsetu na lodním přívěsu.



Obrázek 1 Převoz paraboly do Oxfordu v roce 1985

Obrázky 2 a 3 ukazují parabolu v celku.



Obrázek 2 Pohled na parabolu zepředu



Obrázek 3 Zadní pohled na parabolu

Je poměrně těžká, váží 250 kg. Spolu s dalšími 250 kg zhotovené montáže z měkké oceli jsou umístěny na 6" kruhové ocelové trubce, která je namontována na velkém bočním a koncovém přítlačném kole, což umožňuje otáčení v azimutu o 360 stupňů. Je upnuta k původnímu základnímu sloupku čtvercového průřezu na přívěsu Strumech versatower. Elevační osa je hřídel na dvojici 50mm ložisek s polštářovým blokem. Původně byla osa azimutu poháněna dvěma pravoúhlými převodovkami a stejnosměrným motorem a osa elevace používala satelitní teleskopický zvedák, který pokrýval pouze asi 20 stupňů. Parabola měla úhloměry na azimutové a elevační ose a museli jsme mít tým operátorů, kteří ručně řídili parabolu a odečítali AZ/EL z úhloměrů, ale fungovalo to. Při frekvenci 10 GHz má anténa zisk 50 dBi a šířku svazku 0,6 stupně pro -3dB, což se téměř rovná velikosti Slunce nebo Měsíce (0,52 stupně).

Používali jsme 20W TWT G0API a dva jednostupňové předzesilovače a slyšeli jsme CW echa. V roce 1994 jsme měli první inter-G 10GHz EME spojení s G3WDG, pak jsme slyšeli SSB od WA7CJO a pracovali s několika dalšími stanicemi. Viděli jsme 0,5 dB měsíčního šumu.

1994 - 2011

Poté následovala krátká přestávka asi 12 let, kdy jsme stavěli komplex majáku Bell Hill. Kolem roku 2006 se nám s pomocí M0EYT podařilo přijímat signály ze sondy Mars Reconnaissance Orbiter na frekvenci 8,4 GHz na vzdálenost asi 120 milionů kilometrů. V roce 2007 jsme pracovali s G4NNS na 10GHz a v roce 2008 s G4NNS a G3LTF na 3,4GHz.

2011 - 2016

Kolem roku 2011 nadšení opět vzrostlo a M0GJR a G3YGF začali s pomocí G0NZO s přepracováním montáže pro 21. století. S ohledem na vývoj vlastního řídicího softwaru byly namontovány Selsyny, které poskytují údaje o azimutu a elevaci polohy. K pohonu obou os byly použity krokové motory - azimut prostřednictvím dvou převodovek a elevace prostřednictvím podomáčku vyrobeného zvedáku, který se skládal z 3m dlouhého kusu 25mm nerezového šroubu a bronzové matice, který mohl anténu natočit o 90 stupňů.

V pravoúhlé převodovce na ose azimutu byla asi 6 stupňů vůle, která byla účinně snížena na nulu pomocí těžkých závaží připevněných k ocelovým lanům, která obepínala stožár a působila krouticím momentem, aby se vůle vždy vyrovnala jedním směrem.

2017 - 2019

V roce 2017 jsme pracovali s G4NNS na 3,4 GHz, který byl v Goonhilly. V roce 2019 jsme měli plně funkční systém, doplněný o 200W TWT, který je vidět jako bílý objekt na spodní zadní straně paraboly na obrázku 3. Od té doby jsme měli mnoho QSO na 10GHz.

Řízení softwaru

Kolem roku 2016 se John, M5AHQ, přihlásil k automatizaci systému sledování. Vlastní software pro ovládání antény, nazvaný Medii podle měsíčního kráteru "Sinus Medii", nyní běží na počítači Raspberry Pi s vhodnými prvky řízení/rozhraní a umožňuje polohování antény pomocí našeho vlastního softwaru s uzavřenou smyčkou. Na obrazovce se zobrazují všechny možnosti ovládání antény a seznam hlavních objektů, které je třeba sledovat.

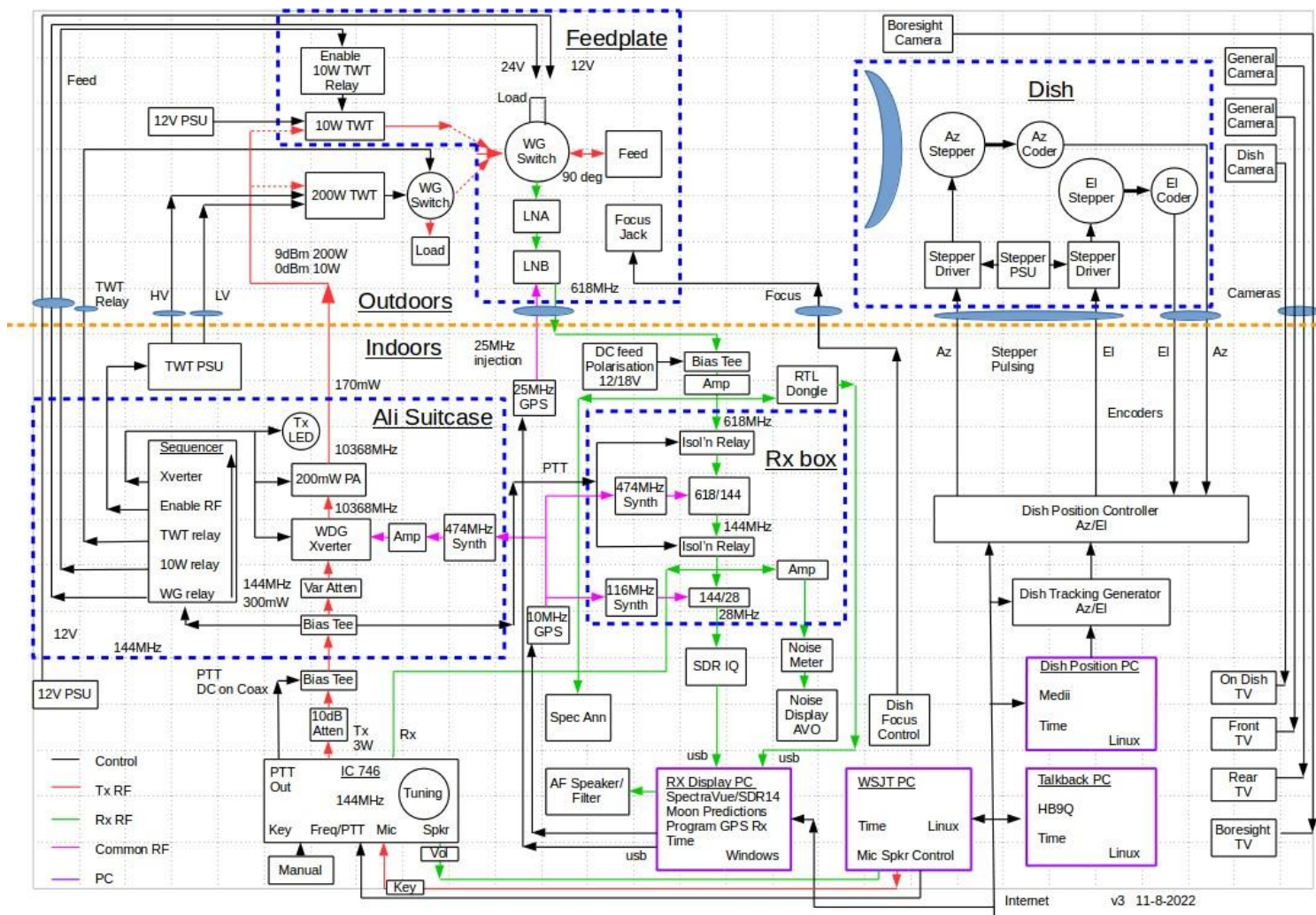
Když se dekodovací jednotka Selsyn stala nespolehlivou, náhradní domácí dekodér vykazoval určité problémy v oblasti kardinálních bodů, takže jsme nedávno nahradili Selsyny dvěma 18bitovými, 360stupňovými, absolutními snímači polohy Ethernet na osách, což zlepšilo přesnost zaměření antény na více než 0,1 stupně. Pomocí vodováhy a teodolitu byla také nastavena osa paraboly na skutečnou svislici.

To nám umožnilo sledovat jakýkoli objekt uložený v jeho odvozené paměti JPL.

Nyní je plně vybaven funkcí click and track a lze jej ovládat pomocí mobilního telefonu pro operace kolem antény, jako je její přišroubování nebo montáž TWT. Kalibrovaná anténa a autonomní sledování snížily nároky na obsluhu do té míry, že nyní je běžná obsluha jednou rukou.

Současný systém

Obrázek 4 ukazuje blokové schéma současného systému EME.

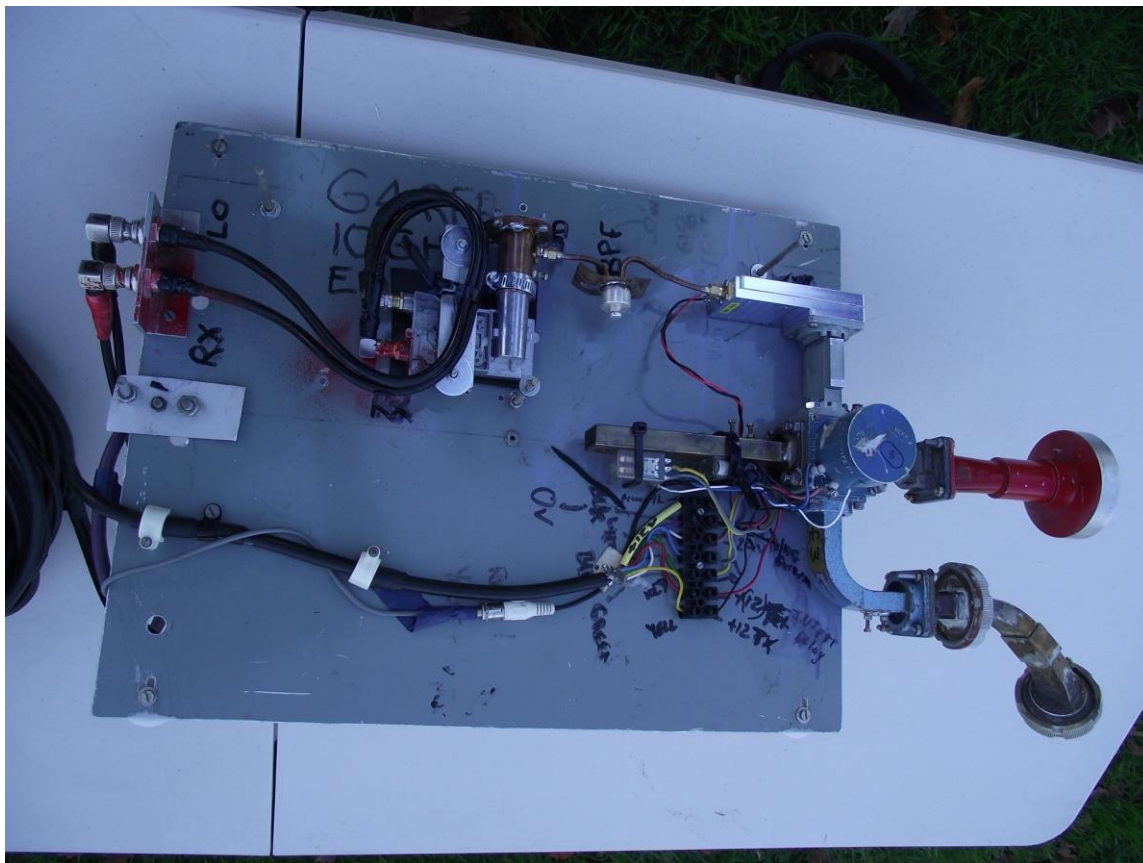


Obrázek 4 Blokové schéma současného systému EME

Vysílač

Vysílač je z velké části domácí výroby, kromě IC746 na 144MHz se samostatným přijímacím portem. Při vysílání je 144MHz signál 0dBm přiváděn do up-konvertoru, který je napájen 2556MHz LO odvozeným z 10MHz syntezátoru s GPS referencí, do modulu G3WDG Tx. Výstup +10dBm 10GHz napájí polovodičový PA, který produkuje +23dBm, který prochází přes 12m LDF450 a nějaký superflex na vstup TWT Thompson TH3759A 300 W, 14GHz. Ten je namontován na zadní straně paraboly a napájen z PSU namontovaného v chatě, který monitoruje jeho provoz a je připojen 16m x 32cestným kabelem a 5cestným kabelem EHT s napětím 8,5 kV. Přizpůsobili jsme TWT tak, aby pracoval na frekvenci 10 368 MHz, a na výstupu má také filtr harmonických s vaflovou destičkou, spolu s 3pólovým vlnovodným tunerem a vlnovodným relé, které se používá k odvádění šumu z výstupu TWT během příjmu do zátěže. Proud paprsku v TWT je vždy "zapnutý", aby nedocházelo k tepelnému namáhání elektronky a aby bylo možné rychlé přepínání TX/RX při testování echa. Výstup TWT do antény vede přes 3 m pružného eliptického vlnovodu Andrew EW90 (vložitý útlum 0,4 dB). TWT je při běžném provozu provozován s výkonem 200 W - to dává EIRP až 20 MW. V případě potřeby lze výkon snížit na méně než 1 W.

Deska feedu



Obrázek 5 Deska feedu

Prívodní zařízení je znázorněno na obrázku 5 a je namontováno na čtyřkolovém vozíku uvnitř válcového pouzdra, takže je možné s ním pomocí satelitního zvedáku mírně pohybovat a optimalizovat tak polohu zaostření. Na tomto vozíku je umístěn hlavní čtyřportový vlnodný přepínač, který poskytuje izolaci mezi porty 80 dB. (Pozor, tato izolace klesá na přibližně 35 dB, když se mění stav přepínače, takže sekvencer je nezbytný.) Napáječ Tx se připojuje k vlnodnému přepínači, pak VF prochází ven přes 90stupňový vlnodný zkrut, aby byla zajištěna vertikální polarizace (norma), kterou však lze pro horizontální polarizaci nahradit obyčejným vedením. Bylo vyhodnoceno několik feedů, včetně Super VE4MA a Scalar Ring.

Přepínací systém je plně blokový, s přídatnými kontakty na každém relé, které zajišťují provoz ve správném pořadí, a má LED indikátory pro diagnostiku poruch. Vysílání je iniciováno IC746 - na CW se používá manuální Morse Key, na SSB Mic pressel a pro digitální módy je pod plnou kontrolou CAT od WSJT. Na CW můžeme klíčovat ladící tón z WSJT, takže lze používat všechny režimy se všemi výhodami provozu na konstantní frekvenci (CFOM). Systém je plně lineární, aby si poradil s jakýmkoliv budoucími režimy.

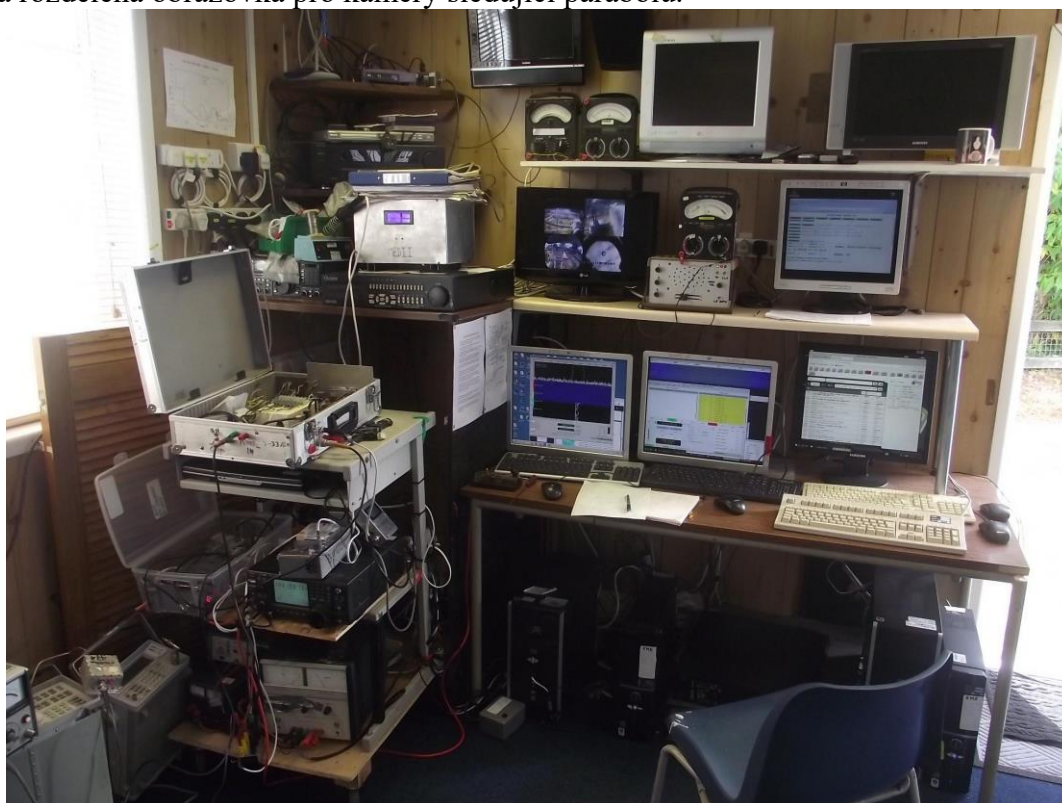
Přijímač

Na napájecí desce je také předzesilovač DU3T NF 0,7 dB a upravený LNB NF 1,2 dB. Na vlnodném přepínači je namontována umělá zátěž, která umožňuje přepnutí přijímače na umělou zátěž jako referenční šum při pokojové teplotě.

LNA/modifikovaný LNB převádí na mezifrekvenci 618 MHz, která napájí RTL USB SDR dongle, spektrální analyzátor a poté další down-konvertory na 144 MHz, které napájí IC746 a 2MHz širokopásmový měřič šumu, na 28 MHz (vše uzamčeno GPS), které napájí SDR-IQ s programem SpectraView, který poskytuje panoramatické zobrazení signálů a zvukový výstup a další měřič šumu (režim Continuum). Zvuk z IC746 napájí počítač s WSJT.

Provozní pozice

Pracovní poloha je znázorněna na obrázku 6. V současné době jsou u operačního pultu 4 počítače a 6 monitorů, na kterých běží WSJT, chatovací zařízení HB9Q/internet, SpectraVue. software pro sledování paraboly a rozdělená obrazovka pro kamery sledující parabolu.



Obrázek 6 Pracovní poloha

Výkon

Aktuální výkon systému je: Šum Měsíce 2,6 dB (což je oproti původním 0,5 dB značné zlepšení), šum Slunce 15,7 dB, šum země 5,5 dB a zatížení vlnovodu při pokojové teplotě 5,7 dB, což dává CW echo 16 dB v šumovém pásmu 200 Hz po 2,6 sekundovém zpoždění. (Librace je přibližně 100 Hz, takže obsahuje veškerou energii). SSB ozvěny jsou zcela normální, dokonce i s rozptylem zhruba 100Hz librace.

Navázali jsme již asi 200 spojení na 10GHz EME, včetně světových prvenství G-Číny a G-Uruguaye, a pracovali jsme s několika malými stanicemi, včetně GI7UGV při -21dB S/N/-13dB S/N (1,2m parabola a 10W), G0OLX -19dB S/N/-3dB S/N (1,2m parabola a 15W), a byly přijaty KA1GT na -8dB S/N (0,85m parabola), N1BUG na -9dB S/N (0,75m parabola), G4HSK na -13dB S/N (0,65m parabola) a GW4TKH (1,2m parabola) na +4dB S/N. (S/N WSJT jsou uvedeny v dB vzhledem k 2 500 Hz). Čísla z WSJT se samozřejmě trochu liší v závislosti na typu dekódování a na tom, zda je parabola přijímací stanice přesně na Měsíci, ale dávají představu o tom, čeho lze dosáhnout s malou parabolou, a ilustrují sílu WSJT při dekódování slabých signálů. Nedávno jsme opět pracovali s W7CJO, který má parabolu na 4,8 m a 300 W, a měli jsme s ním dobré dvoucestné SSB.

Dostat se až do této fáze bylo pro všechny vynikající zkušeností, která vyžadovala pozornost věnovanou detailům ve všech aspektech mechanického, elektrického, rádiového a softwarového návrhu, a parabola se více než osvědčila. V budoucnu hodláme využívat další pásma.

Díky

Na tomto projektu se v posledních 35 letech podílel tým G3JVL, G3YGF, G0API, G4JNT, G6NLC, G0NZO, M0EYT, M0GJR, M5AHQ, M5RAO, G3WDG, G3LTF, G4NNS, mnoha dalším bývalým i současným členům FRARS, firmě, která nám pomohla s 200W TWT, RSGB a poště, která nám anténu poskytla. Těm všem patří náš upřímný dík.