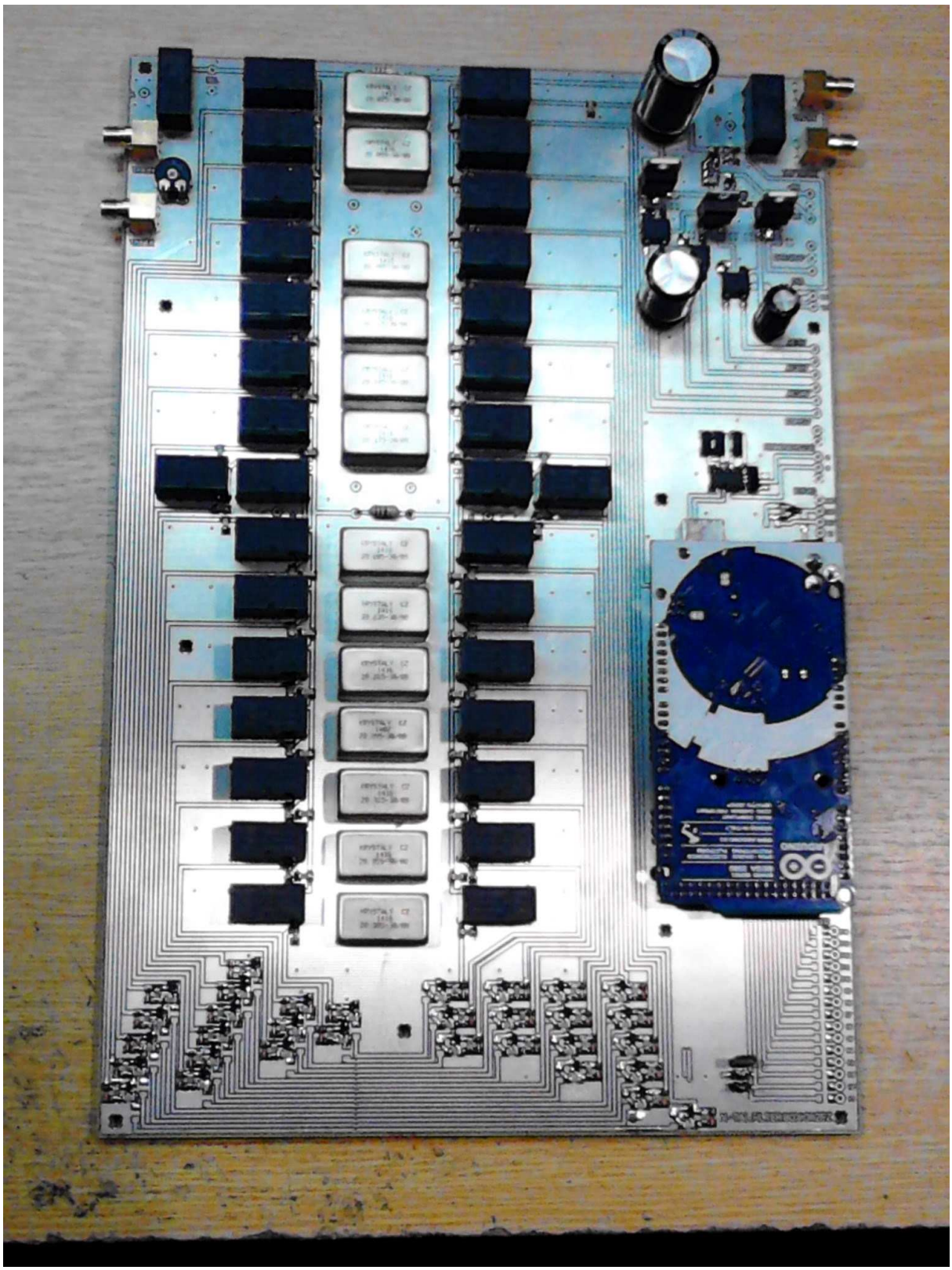
Krystalová brána 28MHz



Úvod

Uplynul rok od napsání dokumentu o LNA s ATF50189. Mnoho lidí říká „rok uplynul jako voda“, no já to tak nevidím. Když se ohlédnu zpět vidím ve svém životě kus vykonané práce, díky které se s tímto tvrzením neztotožňuju.

Jednou z těch věcí bylo doplnění mého setapu o krystalovou bránu, což proběhlo na konci června minulého roku (2014). Původně jsem tento dokument chtěl napsat a zveřejnit hned po otestování v polním dnu. No z časových důvodů, ale také kvůli praktickým zkušenostem v závodech, jsem to odložil.

Startovacím momentem pro vyrobení krystalové brány bylo proměření transvertoru v listopadu 2013 a uvědomění si, že nejslabším článkem mého přijímacího řetězce je TRX TS-480.

Inspiraci při návrhu jsem čerpal z konstrukce Vladimíra OK1VPZ a Robiho S53WW a dále z praktických zkušeností u Ruda OM6BB, který používá verzi od Robiho S53WW pro 14MHz.

Hned na začátku jsem se rozhodl pro osmipólový filtr s šířkou pásma 30KHz a transformací impedance přímo na 50ohmů. Pro ověření určitých negativních tvrzení jsem si objednal ve společnosti Krystaly, Hradec Králové, a.s. filtr se střední frekvencí 28,295MHz a proměřil jej. Dopadlo to dobře, tvrzení se nepotvrdila. Více info k tomu jsem psal v dokumentu „Měření krystalového filtru“ z 22.2.2014.

Následně jsem si objednal celou sadu 13-ti filtrů a začal navrhovat zapojení. S Ondrou OK1CDJ jsem si domluvil úpravu SW pro Arduino pro automatické přepínání filtrů. Filtry mi přišly zhruba za 8 týdnů, kdy už jsem měl navržené zapojení. Přibližně v tom čase jsem od Ondry dostal Arduino a začal jsem navrhovat plošný spoj. Jak to celé dopadlo si můžete přečíst dále v tomto dokumentu.

Jako autor si nepřeji, aby cokoli z tohoto dokumentu bylo kdekoliv zveřejněno bez mého souhlasu. Za tímto účelem uvádím kontaktní údaje na konci tohoto dokumentu.

Popis zapojení

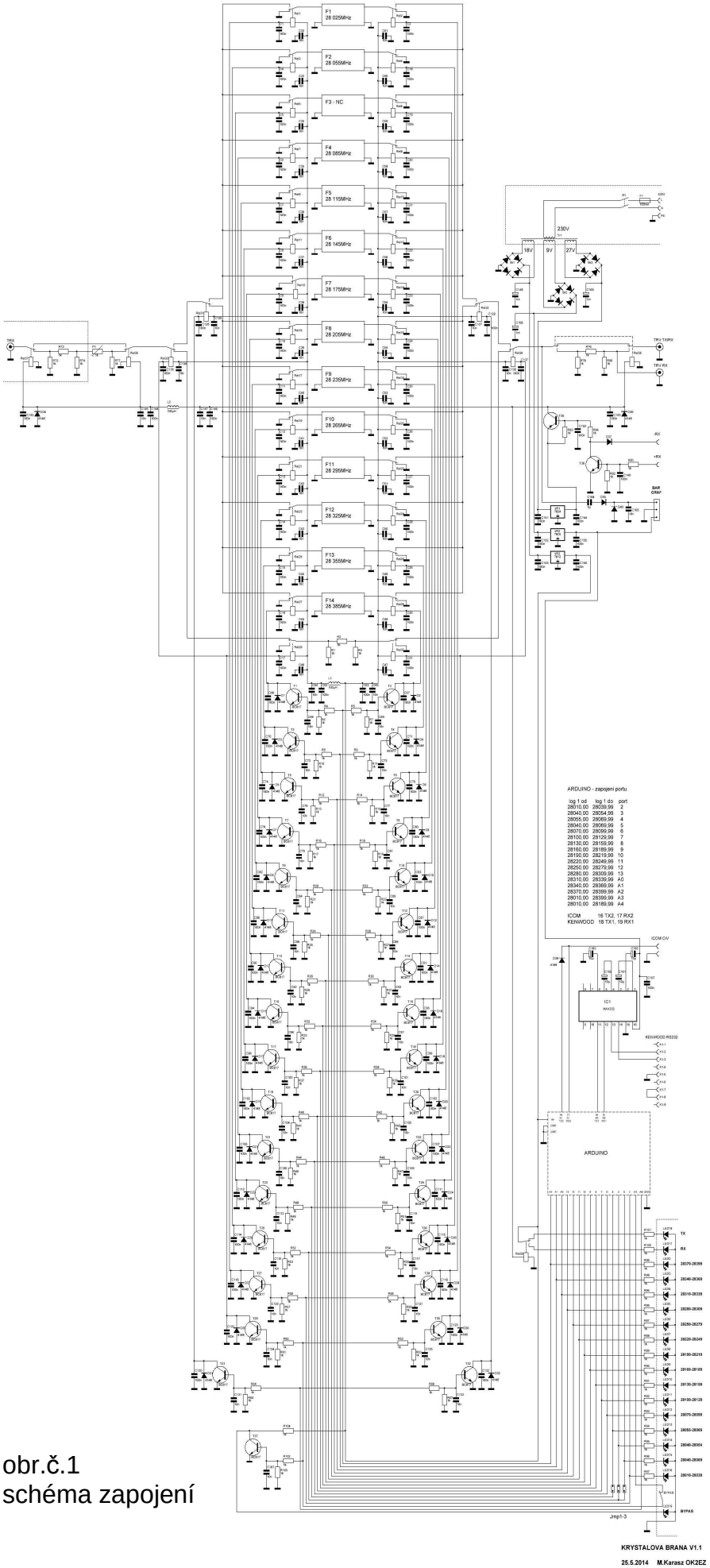
Na obr.č.1 je schéma zapojení celého zařízení. Pozor, zapojení je pouze orientační, u některých součástek nemusí být uvedena správná hodnota!

Na straně TRX je útlumový člen, tvořený umělou zátěží 50Ohm/200W, trimrem pro nastavení požadovaného útlumu (v mém případě 50-60dB) a 50ohmovým rezistorem na výstupu. Tento útlum se vřazuje do cesty signálu při TX. Při Rx jde signál směrem z filtru přímo do TRX.

Následuje sada relé pro „bypas“ tedy případ, kdy je frekvence mimo propustné pásmo filtrů nebo případ, kdy obsluha manuálně přejde do režimu mimo filtry. V režimu „bypas“ je do cesty signálu vřazen útlumový člen 2dB, který odpovídá hodnotě průchozího útlumu filtrů v propustném pásmu.

Protože je zapojení plánováno celkem pro 14 filtrů a aby se zkrátila délka vedení signálové trasy na desce plošných spojů, rozdělil jsem filtry na dvě skupiny po sedmi filtrech. Toto rozdělení je provedeno další sadou relé.

Pak už následují relé, které svými kontakty připojují jednotlivé filtry do cesty signálu. Vždy je vřazen pouze jeden filtr, ostatní filtry jsou připojeny na zem.



obr.č.1
schéma zapojení

Směrem k transvertoru je TX signál veden přímo z transvertoru do filtru. V RX cestě je vřazen útlumový člen 4dB, který slouží k impedančnímu přizpůsobení RX výstupu transvertoru. Bohužel u zapojení, ze kterých jsem čerpal inspiraci, jsem tento obvod nenašel. Pro obvod jsem se rozhodl po proměření samotného filtru, které jsem popsal v dokumentu z 22.2.2014. Zde jsem dospěl k závěru, že výstupní obvod RX cesty transvertoru nepracuje do zátěže 50ohmů, pokud je signál mimo propustné pásmo filtru. To je přesně ten případ, kdy chci extrémě silnou protistanici odfiltrovat a na výstupním obvodu transvertoru začne docházet vlivem špatného PSV ke vzniku nežádoucích intermodulačních produktů, které pak zasáhnou až do propustného pásma filtru.

Pro možnost rodělení signálu vedeného do transvertoru na RX a TX cestu jsem zapojení doplnil o samostané konektory pro RX a TX výstupy.

Veškeré přepínání signálové cesty je řešeno hermeticky uzavřenými relátky typu RELEG5V2 ze sortimentu GM electronic, kromě relé u TRX. Zde jsem použil ruské koaxiální relé REV-16.

Pro automatické přepínání filtrů dle aktuální frekvence TRX je použito již zmíněné Arduino typ 2560 se SW od Ondry OK1CDJ. V mém případě se jedná o verzi pro Kenwood. Ondra pracuje také na verzi pro ICOM.

Pro komunikaci Arduina s jednotlivými typy TRXu jsou na desce vstupně-výstupní obvody. Pro Kenwood se jedná o převodník RS232 a pro ICOM diodou rozdělenou RX a TX komunikaci CIV sběrnice. Vzhledem k tomu, že verze pro ICOM ještě není hotová a odzkoušená, nevím zda je navržený obvod v pořádku. SW do Arduina bude s největší pravděpodobností ve dvou verzích (Kenwood a ICOM).

Arduino využívá celkem 17portů pro ovládání relé. Každý port je veden na signalizační LED a dále pak do bází dvou tranzistorů, které přímo spínají relé před a za filtry. Port A4 slouží k přepínání relé pro rozdělení filtrů na dvě sedmice. Port A3 slouží k přepínání relé pro „bypas“, kdy manuální přepnutí obsluhou se provádí přerušením signálu z portu A3. Porty 3 a 4 jsou jakousi rezervou a měly by sloužit pro ovládání filtrů v CW části (pozice 2 a 3), pokud by byla potřeba použít užší filtry (15KHz). Port 5 je pro filtr na pozici 2 se standartní šířkou pásma. Možné přepnutí portů 3, 4 a 5 je realizováno pomocí zkratovacích jumperů. Ostatní porty slouží k přepínání filtrů 1, 4 až 14.

Co se týče filtrů, použil jsem 13ks na zakázku vyrobených osmipólových filtrů s šířkou pásma 30KHz typ MCF 28.xxx MHz-30/08. První filtr začíná na 28,010MHz (144,010MHz) a poslední končí na 28,399.99 (144,399.99MHz).

Jednotlivé obvody jsou napájeny 5, 12 a 24V. Za tímto účelem jsem použil 1A stabilizátory napětí typu 78xx. Rozvod napájecích a ovládacích napětí po desce plošných spojů jsem průběžně blokoval kondenzátory 10 a 100nF.

Zařízení je postaveno na oboustranné desce plošných spojů typ FR4 přibližných rozměrů 20 x 30cm. Pro lepší zemnění jsou použity prokovené díry, které spojují horní a dolní vrstvy zemnění. Deska byla navržena pro SMD součástky. Na desce jsou použité také klasické vývodové součástky. Deska byla vyrobena u firmy HURAB technologii HAL.

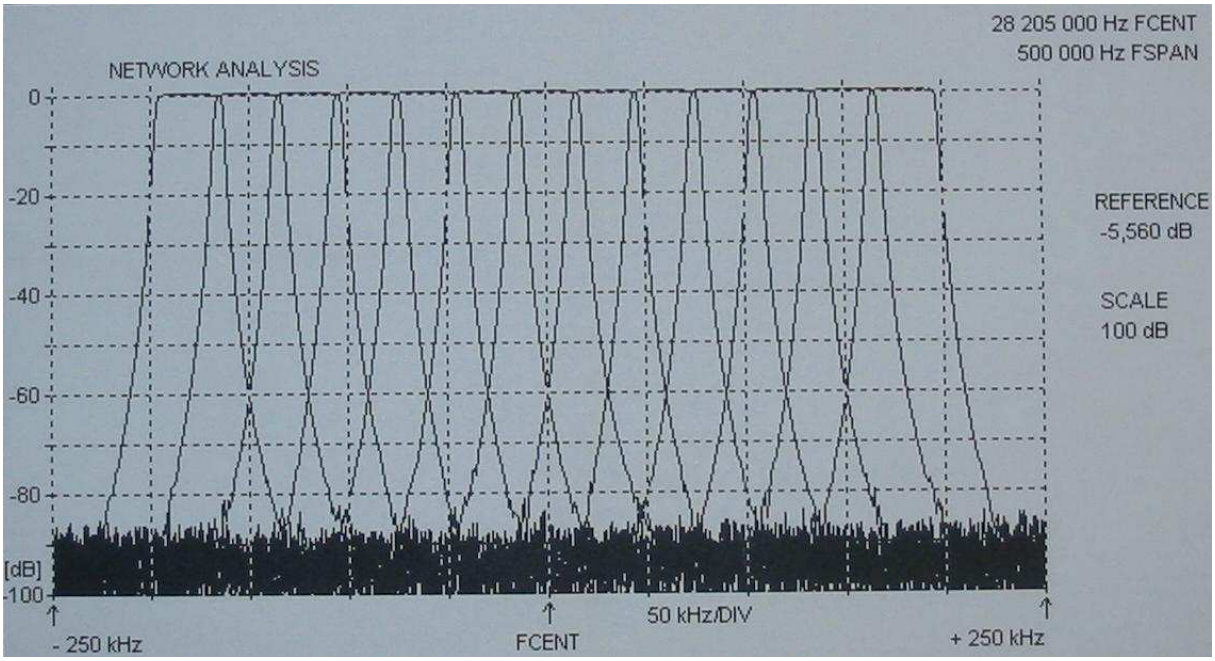
Oživení

Po vyzvednutí desky plošných spojů jsem provedl její kontrolu na vlásečnícové zkraty. Byly tam celkem čtyři. K odstranění jsem použil zdroj 13,8V/25A. Provedl jsem osazení součástek, nejprve SMD, pak vývodové a nakonec filtry a Arduino. Bohužel prokovené díry pro filtrační elektrolyty ve zdroji měly malý průměr. Musel jsem je provrtat a následně zaletovat z obou stran, čímž zůstaly kondenzátory asi 2mm nad deskou plošných spojů.

Desku plošných spojů jsem uchytil na hliníkové šasi, na které jsem dále uchytil toroidní transformátor, koaxiální relé REV-16, umělou zátěž 50ohm/200W signalizační LED a vypínač pro bypas.

Vše jsem poprojoval a připojil k napájení. Nejprve jsem musel doladit komunikaci Arduina s TS-480, což spočívalo v nastavení komunikační rychlosti na 19200bd v TRX a postupu zapínání (nejprve TRX až až pak Arduino). Po té již Arduino přepínalo jednotlivé filtry podle frekvence na TRX. Dá se říct že to fungovalo na první zapnutí. Jediná věc co se musela nastavit, byl trimr v útlumovém členu pro TX.

Následovalo změření „překrývaní filtrů“ viz.obr.č.2. Byl jsem mile překvapen, že všechny filtry se překrývaly. Nebylo tam žádné místo, kde by průchozí útlum na kraji propustného pásma filtru byl horší než 0,5dB proti minimálnímu útlumu. Jinými slovy zvlnění průchozího útlumu v rozsahu 28.010 až 28.400MHz bylo oněch 0,5dB.



obr.č.2 Přenos filtrů – úroveň 0dB je ve skutečnosti –2dB

Praktické zkušenosti

První test v reálném provozu jsem provedl v červnovém provozním aktivu (2014). Funkce přepínání Arduinem byla perfektní. Ani jednou přepínání nezkolabovalo. Při rychlém točení knoflíkem je sice poznat opožděná reakce přepnutí relé (frekvence se čte 3x za vteřinu), ale člověk si na to rychle zvykne.

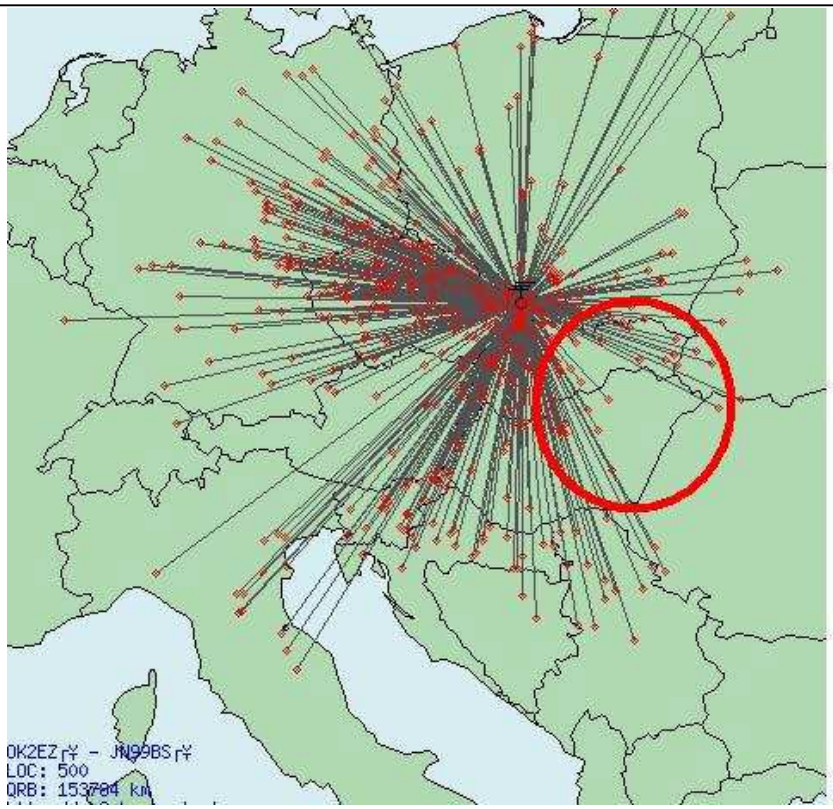
Bohužel v tomto závodě jsem nezaznamenal ve svém okolí silnější stanici než S9+50dB. Což znamenalo, že jsem na příjmu nepozoroval žáden rozdíl v šířce signálu vedeného přes filtry a napřímo přes „bypas“. Na vysílání jsem provedl test se dvěmi blízkými stanicemi, kdy mi bylo řečeno, že na jejich přijímací straně je téměř nepozorovatelný rozdíl ve prospěch vřazeného filtru. V prvním okamžiku to pro mne bylo zklamání.

Další testy jsem prováděl v PD 2014, kdy už v mém okolí byly stanice se signálem S9+60dB a silnějším. Přínos zařazení filtru na RX byl pozorovatelný pouze u stanic, které také používali krystalové brány. Na vysílání jsem provedl test s kluky z OL9W a to provozem ssb. Na jejich straně byly také krystalové brány. Antény byly natočené na sebe (zisk cca 18dB na obou stranách) výkon na mé straně cca 1300W, přímá viditelnost cca 30km. Pokud jsem pracoval mimo filtr, tak mi bylo řečeno že můj signál již nevnímají po 55KHz od žádoucího signálu, doslova, že pak už jsou schopni poslouchat protistanici na úrovni šumu. Pokud jsem signál pustil přes filtr, tak jsem od nich dostal informaci o zlepšení na 25KHz. To byla pro mě velmi pozitivní informace.

Následně jsem prováděl ještě několik testovacích spojení, u kterých jsem si nechal signál posoudit. Protistanice hlásily přínos v řádu cca 10KHz. Bohužel signály od nich již nebyly tak silné a nepoužívaly krystalové brány.

Následoval Den rekurdů 2014. Z mého pohledu závod, ve kterém je na pásmu hodně silných stanic a tudíž ideální příležitost pro otestování krystalových brán. Bylo to o to zajímavější, protože z vedlejšího kopce, vzdáleného 10km, se rozhodli pracovat kluci z OL7Q. Používali IC-746PRO a dva anténní systémy s PA o celkovém výkonu 1KW. Proto jsem se zaměřil hlavně na testování vůči této stanici. Jejich signál nebyl špatný co se týče šířky vzhledem k síle. Horší to bylo s šumem po celém pásmu. Ten se projevoval hlavně při směrování antén, kdy jejich signál stoupl nad hodnotu S9+60dB. V praxi byl do jejich směru problém udělat spojení se slabou protistanicí, což je vidět z mapy spojení na obr.č.3. Nepozoroval jsem nějaký zásadní rozdíl mezi vřazením a vyřazením filtrů. Myslím si, že problém byl s odstupem fázového šumu od žádoucího signálu na jejich straně, kdy IC-746PRO používali přímo na dvoumetru. Během závodu jsem se jich také ptal jak vypadá můj signál, na což jsem dostal odpověď, že je v mezích normy a že jsou na pásmu stanice s horším signálem. Po závodu jsem si říkal, že pokud by měl být každý závod zatížen takovýmto rušením, tak bych na kluky apeloval aby svůj setap vylepšili.

A1 kontest 2014 byl klidným závodem bez extrémě silných stanic a tudíž bez rušení, takže by krystalové brány ani nebylo potřeba. Obdobné to bylo i v I.subregionálu 2015.



obr.č.3 Mapa spojení z dne rekordů 2014 s vyznačením oblasti do směru k OL7Q

Závěr

Krystalová brána je pro mne přínosem. Nejvýrazněji se to projeví pokud je použita na obou stranách u blízkých stanic s velkými výkony a anténami do fixních směrů. V případě, že je použita pouze na jedné straně u stanice s velkým výkonem, pak je přínos pozorovatelný pouze u protistanice s kvalitním RX (vysoké IP3 a nízký fázový šum – např.R2CW s druhým ssb filtrem). U RXů typu IC-706 nebo FT-857 není pozorovatelný žádný přínos. Mám na mysli situaci, kdy síla signálu je S9+50dB a více.

Myslím si, že pokud chce někdo používat v závodech více anténních systémů a koncových stupňů s výkonem nad 300W, měl by zvážit použití setapu KV TRX + krystalová brána + transvertor s ohledem na okolní stanice. Samozřejmě za předpokladu, že vše bude pracovat v linearním režimu.

Dále zastávám názor, že pokud v okolí takové stanice budu používat TRX s nízkou IP3 a málo potlačeným fázovým šumem, tak si moc závod neužiju, protože budu rušen takovou stanici z důvodu nedokonalosti mého RX.

Doplněním krystalové brány jsem svůj setap dostal do bodu, kdy je nejslabším článkem transvertor od DB6NT. Myslím, že v tomto bodě jsem dosáhl mez, za kterou pokud se budu chtít dostat, budu muset změnit koncepci transvertoru. Konkrétně mám na mysli snížení šumového čísla celého přijímacího řetězce a snížení fázového šumu, který produkuje lokální oscilátor transvertoru. Je otázkou zda se vydat touto cestou, protože pokud v blízkosti mého QTH bude pracovat stanice se zařízením s velkým výkonem a málo potlačeným fázovým šumem, nebude to mít smysl.

73! Martin OK2EZ, OM6EE

Kontaktní údaje:
Martin Karasz
Hlavni trida 1027/47
708 00 Ostrava-Poruba
Tel: +420 732 854 851
E-mail: ok2ez@atlas.cz
www.ok2ez.com