

QRM ve VKV závodech

Vladimír Petržílka, OK1VPZ

www.ok2kkw.com

připraveno pro polské VKV setkání v Zielenci 2014

Proč vůbec Contesty na VHF? A jaké to má souvislosti..

- Zábava pro účastníky a navíc i trochu adrenalinu (no dobrá, proč ne..)
- Více aktivity na VKV a navíc ještě několik DXů. A zkouška zařízení...

- A také abych se ujistil, že jsem lepší než konkurent – nebo dokonce nejlepší!

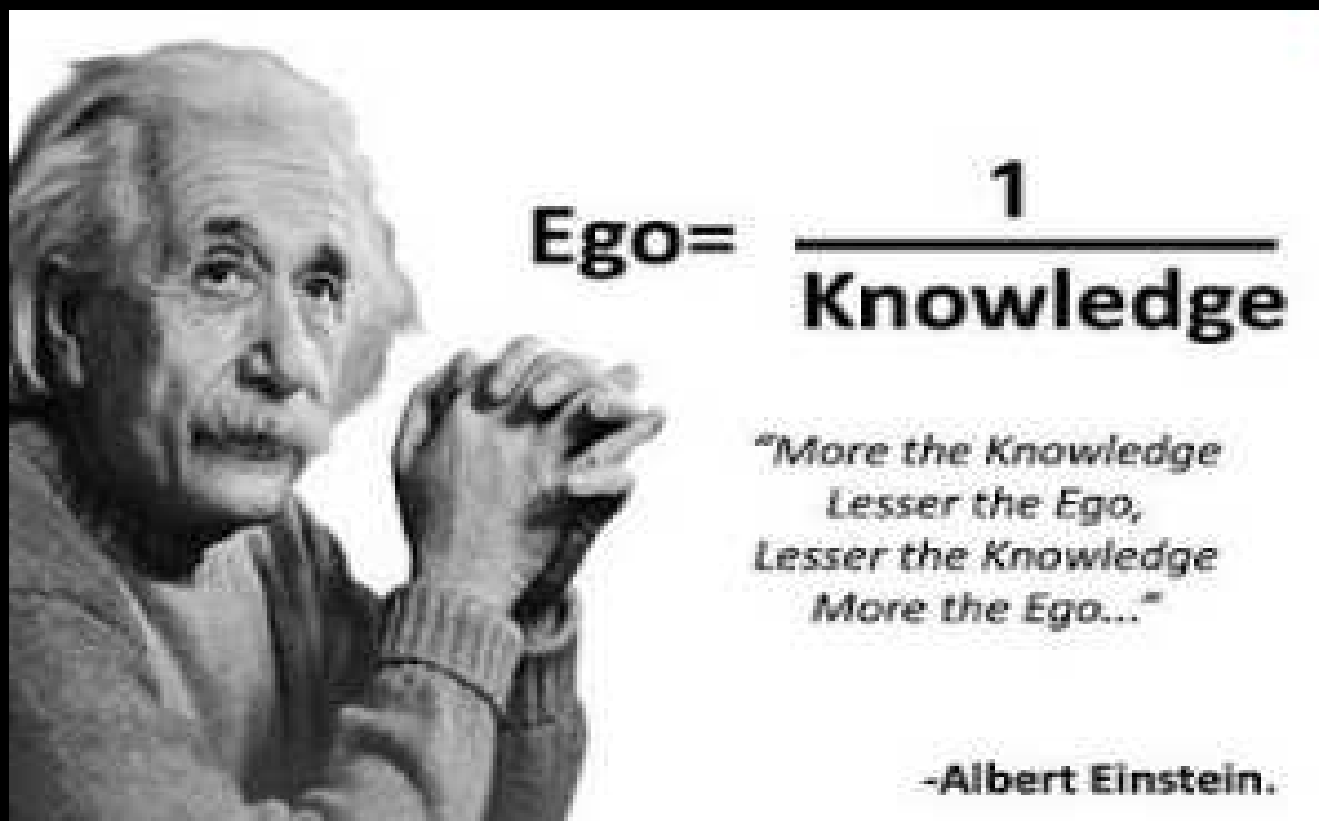
NEJLEPŠÍ ?... POZOR ! => Do hry vstupuje psychologie!

- Posilnění EGA operátora prostřednictvím jeho vítězství nad konkurentem?!
- Ale nikdo nemůže vyhrát nad tím druhým pokaždé! Dopadli jste špatně?
- Závist může mít za následek používání nedovolených prostředků!
- QRM zhoršuje lidské vztahy mezi operátory. A co dnes znamená Hamspirit?
- Máme OK operátory, kteří potom, co dvakrát po sobě nevyhráli, se již na VKV pásmech neukázali. Bylo to opravdu jen výsledkem jejich znechucení z QRM?
- Pokud nemůžeš být druhý ve VKV závodech, máš na výběr pouze 3 základní možnosti: být první v závodech na EME (nebo v tabulkách prvních QSO do zahraničí) nebo stále vítězit v závodech na super mikrovlnách (nad 100GHz),

.... anebo se stále učit

Contestový provoz na VKV pásmech je zábava na celý život. Pokud máš ale silné EGO, doporučuji se mu nikdy nepoddávat a naučit se nejen vyhrávat, ale i prohrávat a především se stále učit, co je možné zlepšit!

A mít také trochu soucitu s těmi, kteří jsou přesvědčeni, že právě oni musí být vždy a všude těmi nejlepšími...



A nyní několik slov o QRM

Komerční zařízení, jako jsou výrobky firem ICOM, YAESU, KENWOOD, ELECRAFT, TEN TEC, nebo dokonce MIRAGE, BEKO atd. nejsou profesionálním zařízením!

Proto je vždy užitečné vědět něco více o vlastnostech techniky, používané ve VKV závodech, než co se můžete dočíst v obchodním návodu k použití..

QRM v závodech a obecně celá záležitost EMC je hodně komplikovaná záležitost. Nikdy nevíš, co se v zařízení může stát během contestu. V souvislosti s tím je nutné mít nejen dostatečné znalosti, ale také pokoru. Nabubřelé ego není dobrým rádčem!



Slyšíte na VKV pásmech při závodech jen signály protistanic a šum?

- Video QRM

- <https://www.youtube.com/watch?v=IgNncmA3RN0>

- <https://www.youtube.com/watch?v=qbpPFezx8GM>

- <https://www.youtube.com/watch?v=bZaC8eOewjY>

- Proč mluvíme o zkušenosti z OK? Porovnejte:

- Např. 3.subregionální závod v červenci 2014 na 144MHz:

- Polsko – 66 stanic – 313000km² – 3 sousední stanice jsou průměrně 78km

- Česká rep. – 157 stanic – 79000km² – sousední stanice jsou prům. 25km

Co jsou hlavní příčiny QRM:

- Chyby operátora
- Intermodulace vysílače
- Postranní šum oscilátorů TX i RX
- Hrubé a neobvyklé závady
- Problémy na straně přijímače
- Systémové problémy

Chyby operátora

- přebuzené PA - zvláště u SSPA – a to tehdy, pokud chybí měření PEP!
 - http://www.ok2kkw.com/00003016/wattmetr/wattmeter_2_cz.htm
 - (nebo alespoň použijte na PA bargraf s LED a obvodem LM3914! apod)

- vady nevhodné odezvy regulace ALC smyčky v transceiveru

<http://lea.hamradio.si/~s53rm/IC275H.htm>

<http://www.sm5bsz.com/dynrange/eme2004/eme2004.htm>

existuje však možnost vyřazení ALC, nebo úprava časové konstanty ALC:

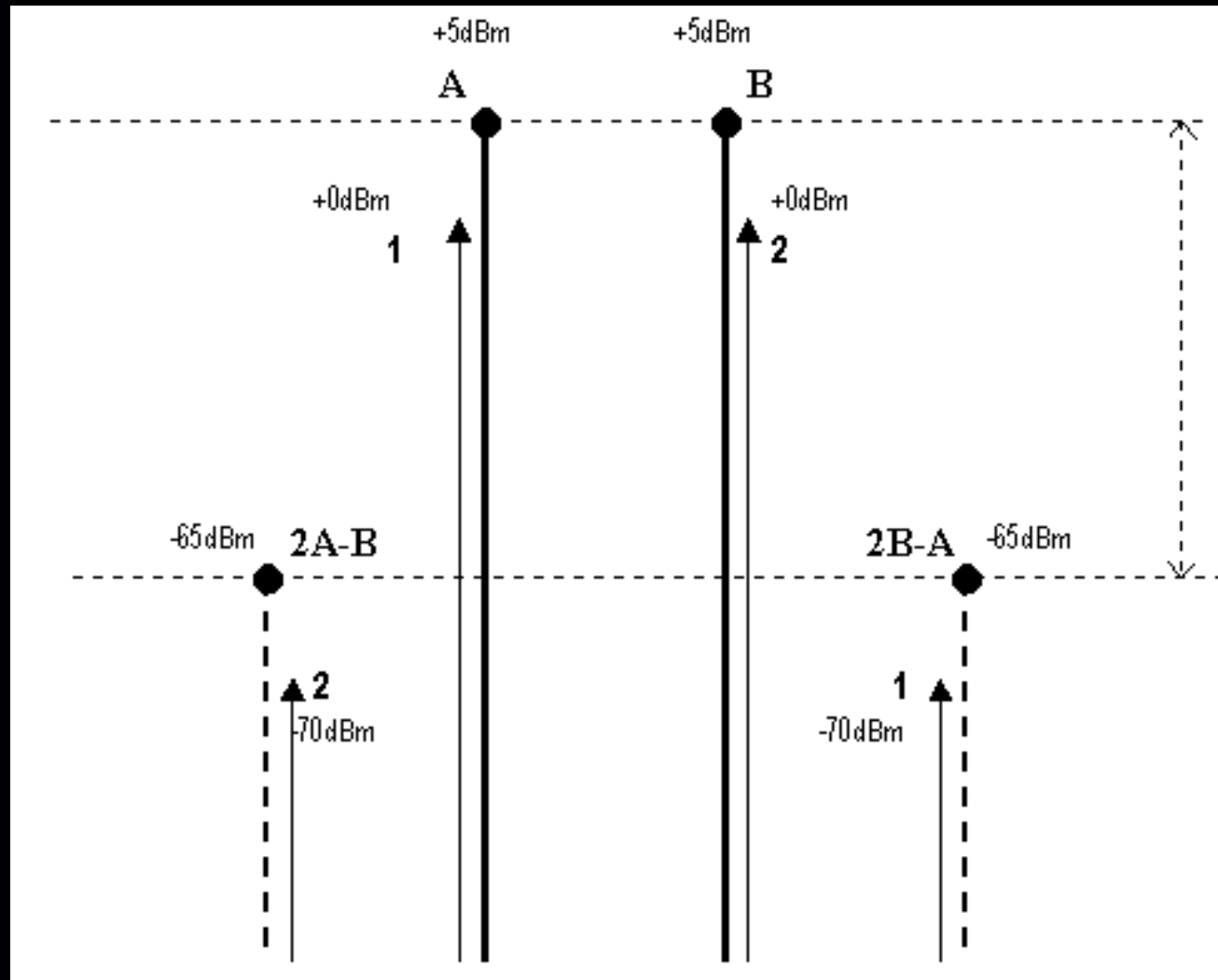
http://www.ok2kkw.com/00000104/ft847_alc_mod/alc_ft847_cz_2.htm

(případně alespoň ve skrytém menu transceiveru omezte zisk TX cesty!)

- prolamování napájecího napětí u bateriového napájení transceiveru,
- nekvalifikovaný operátor, který nerozumí příčinám QRM na VKV (na KV je vše jinak!)
- širokopásmový šum vysílací cesty - špatně rozvržené zisky v TX cestě, příliš mnoho zesilovačů v sérii, nízká úroveň signálu ze směšovače, vysoký šum prvního zesilovače

Intermodulace

- Situace, kdy na nelinearitách aktivních prvků vznikají nové kmitočty, které mohou být příčinou QRM:



Intermodulace vysílače

- - tranzistorové PA – zejména krátké charakteristiky při 12V napájení (problém hybridů Mitsubishi), špatné zdroje předpětí (klidový proud)

http://www.ok2kkw.com/00003016/bias/bias_new.htm

http://www.ok2kkw.com/zdroj_predpeti_elektronky.htm

<http://www.ok1baf.wz.cz/g2/g2.htm>

- špatně přizpůsobené elektronkové PA připojené k tranzistorovému budiči + kladná zpětná vazba u triodových PA (zejména na 70cm)

http://www.ok2kkw.com/studnice/gi7b_neutralization.htm

- špatné přizpůsobení na výstupu PA – vadí zejména u SSPA
- intermodulace budicího transceiveru (např. FT1000) při použití transvertorového výstupu - což souvisí se zlým rozvržení úrovním v TX v cestě při nefunkčním ALC

Fázový (postranní) šum oscilátorů TX i RX

- výpočet útlumu šíření mezi dvěma stanicemi ve vzdálenosti 25 km

- http://en.wikipedia.org/wiki/Free-space_path_loss

- <http://www.qsl.net/pa2ohh/jsffield.htm>

www.qsl.net/pa2ohh/jsffield.htm

Path Loss in free space		
UNITS:	<input type="radio"/> distance in meters <input checked="" type="radio"/> distance in km <input type="radio"/> distance in million km <input type="radio"/> distance in lightyears	
Frequency:	<input type="text" value="144"/> MHz	Input frequency
Gain TX antenna:	<input type="text" value="15"/> dBi	Input gain TX antenna
Gain RX antenna:	<input type="text" value="15"/> dBi	Input gain RX antenna
Distance:	<input type="text" value="25"/> km	<input type="button" value="Calculate"/>
Path loss:	<input type="text" value="-73.6"/> dB	<input type="button" value="Calculate"/>

TX station: 750W out = +59dBm Path loss 74dB

RX station: Receiver input: 59-74= -15dBm S9= -93dBm => RX signal S9 + 78dB!

Side band noise of TX: -136dBc/Hz ... -102dBc/2,4kHz SSB @ 20kHz out of QRG

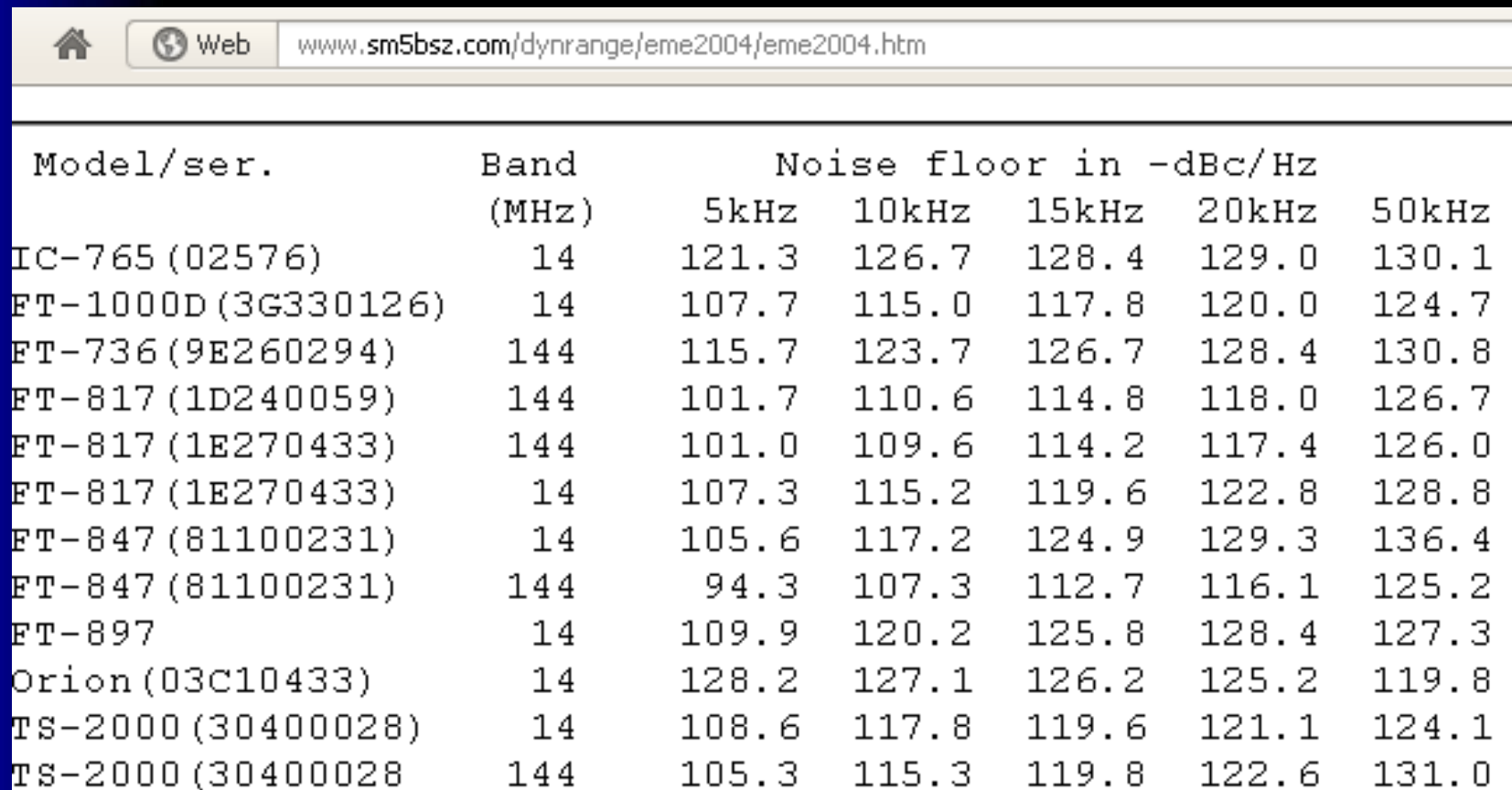
Side band noise of RX: -136dBc/Hz ... -102dBc/2,4kHz SSB @ 20kHz out of QRG

QRM level @ 20kHz of QRG: -102+3 = -99dBm => S9+6dB !

Fázový (postranní) šum oscilátorů TX i RX

- srovnání běžných zařízení a proč je lepší KV TRX s transvertorem

<http://www.sm5bsz.com/dynrange/eme2004/eme2004.htm>



The image shows a screenshot of a web browser window. The address bar contains the URL www.sm5bsz.com/dynrange/eme2004/eme2004.htm. Below the browser window is a table with the following data:

Model/ser.	Band (MHz)	Noise floor in -dBc/Hz				
		5kHz	10kHz	15kHz	20kHz	50kHz
IC-765 (02576)	14	121.3	126.7	128.4	129.0	130.1
FT-1000D (3G330126)	14	107.7	115.0	117.8	120.0	124.7
FT-736 (9E260294)	144	115.7	123.7	126.7	128.4	130.8
FT-817 (1D240059)	144	101.7	110.6	114.8	118.0	126.7
FT-817 (1E270433)	144	101.0	109.6	114.2	117.4	126.0
FT-817 (1E270433)	14	107.3	115.2	119.6	122.8	128.8
FT-847 (81100231)	14	105.6	117.2	124.9	129.3	136.4
FT-847 (81100231)	144	94.3	107.3	112.7	116.1	125.2
FT-897	14	109.9	120.2	125.8	128.4	127.3
Orion (03C10433)	14	128.2	127.1	126.2	125.2	119.8
TS-2000 (30400028)	14	108.6	117.8	119.6	121.1	124.1
TS-2000 (30400028)	144	105.3	115.3	119.8	122.6	131.0

Table 1. Noise floor at different frequency separations from a carrier.

<http://www.df9ic.de/tech/trxtest/trxtest.html>

144 MHz Allmode Radios:TRX	Owner	IP3 dBm	TX sideband noise level in 2,5 kHz BW		
			20 kHz offset	50 kHz offset	200 kHz offset
IC275E	DF9IC	-7.5	-97	-104	-109
IC7000	DD9WVG	-7.5	-87	-93	-93
IC706 - measured by DL2KCK	DL2KCK	-	-91	-95	-103
IC746	DJ0QZ / D	-7.5	-82	-91	-105
IC821H	DK9VZ	-9	-77	-88	-97
IC910H	DK9IP	-8.5	-78	-88	-98
IC202	DL3IAS	-14	-100	-102	-102
Hohentwiel	DL3IAS	-5.5	-96	-97	-101
FT225RD + MuTeK + mods	DK9VZ	7	-85	-92	-106
FT817	DK2DB	-12	-83	-91	-96
FT847	DK5UY	-12,9	-80	-91	-103
FT857D	DK9VZ	-2	-84	-93	-99
TS700G mod. with GaAsFET	DK8SG	-13	-102	-106	-107
TS700S (preamp off)	DB6IR	-7	-96	-102	-104
TS790E	DJ5IR	-14.5	-84	-94	-95
TS2000 (preamp on)	DK2GZ	-21.5	-85	-97	-107
DK2DB homemade 1976	DK2DB	-11	-103	-107	-110
DK2GR homemade	DK2GR	-2	-110	-114	-114

<http://www.df9ic.de/tech/trxtest/trxtest.html>

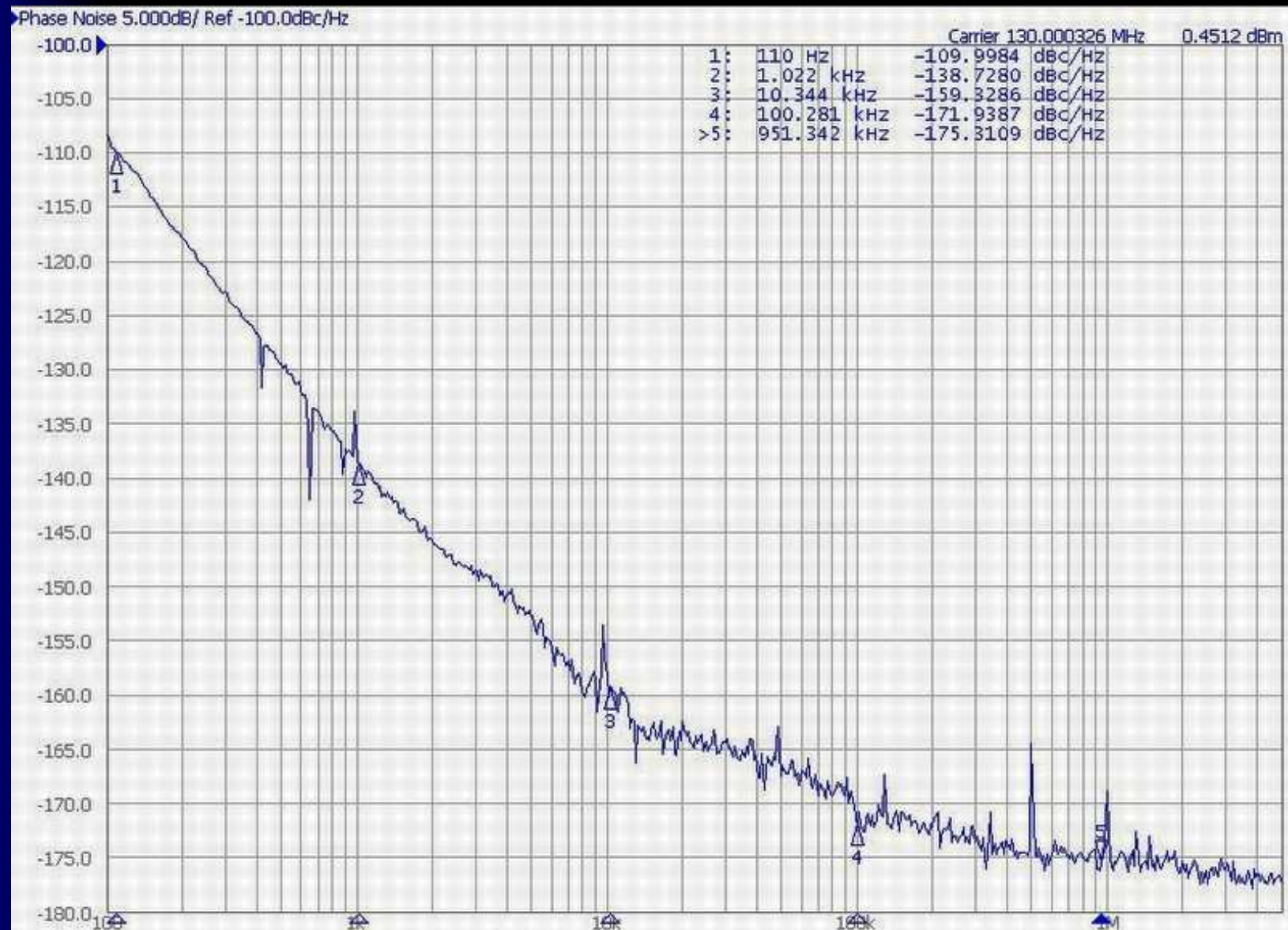
HF Allmode Radios with transverter:	IF	IP3	TX sideband noise level in 2,5 kHz BW		
	MHz	dBm	20 kHz offset	50 kHz offset	200 kHz offset
Elecraft K2 + XV144	28	-26	-93	-92	-93
Elecraft K2 + Kuhne TR144H+40	14	-9	-90	-95	-96
Orion main RX + Javornik	14	0	-93	-88	-99
TS850 (preamp off) + LT2S	28	-1,5	-93	-100	-103
TS870 (preamp off) + LT2S	28	-6	-95	-100	-104
TS870 (preamp off) + Javornik	14	-1,5	-92	-97	-99
IC756pro II (preamp off) + Kuhne TR144H	28	-5	-90	-100	-108
FT1000 M.V main RX (preamp off) + Kuhne TR144H	28	-8	-91	-99	-101
FT1000 Mark V main RX (preamp off) + Javornik	28	1	-98	-106	-110
IC7800 + Kuhne TR144H40	28		-98	-102	-108

- **Pozor: úroveň postranního šumu se obvykle udává v dBc/Hz (šířka 1Hz), jindy ale třeba při šířce SSB filtru 2,5kHz. Při SSB filtru je tato hodnota o 34dB vyšší!**

Existuje možnost zlepšení?

Ano! X.O. podle DC8RI!

http://www.ok2kkw.com/00000104/preselector/rmc/krytalove_oscilatory_sideband_noise.htm



A co takhle navíc zařadit mezi transvertor a KV transceiver krystalový filtr?

SPECIFICATION FOR CRYSTAL FILTER MCF 28.190-15/06

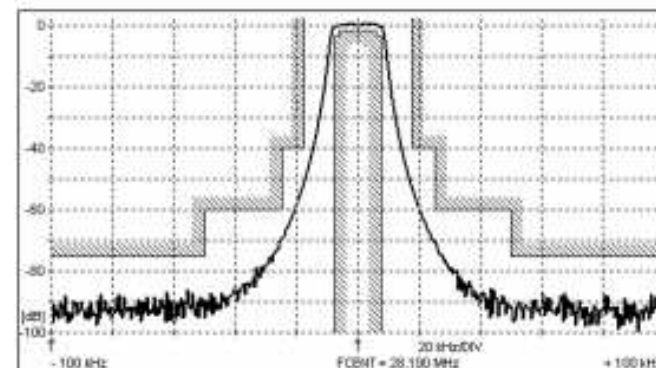
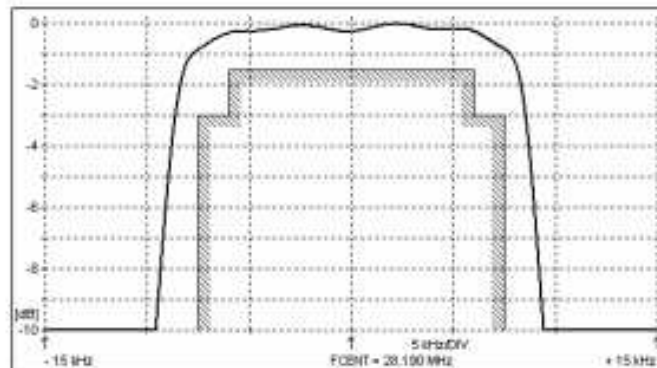
Number: 92 272
Drawing: 61 9578

1. Electric values

1.0 Number of poles :	6
1.1 Nominal centre frequency f_{nom} :	28.190 MHz
1.2 Bandwidth between 3 dB frequencies :	$\geq \pm 7.5$ kHz
1.3 Ripple at $f_{nom} \pm 6.0$ kHz :	≤ 1.5 dB
1.4 Insertion loss :	≤ 4.0 dB
1.5 Stop band $f_{nom} \pm 17.5$ kHz :	≥ 40 dB
$f_{nom} \pm 25$ kHz :	≥ 60 dB
$f_{nom} \pm 50 \dots 500$ kHz :	≥ 75 dB (except spurious)
1.6 Terminating impedance (input and output) :	50 Ohm // 0 pF
1.7 Operating temperature range :	-25°C to +70°C
1.8 Case :	KF 13 (25.1 x 14.1 x 10.5 mm)
1.9 Marking on the case :	YY = year WW = week

KRYSTALY C2
YYWW
28.190-15/06

2. Characteristics MCF 28.190-15/06



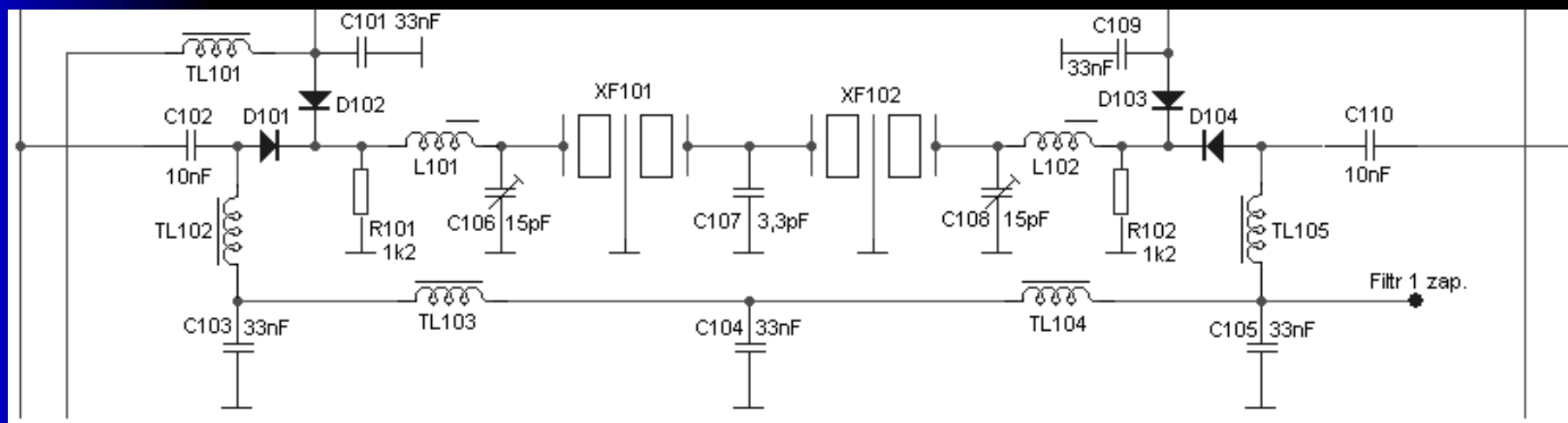
Existuje cesta ke zlepšení?

http://www.ok2kkw.com/next/sideband_noise_ft5000mp.htm

http://www.ok2kkw.com/next/staronove_vyzvy.htm

ANO!

http://www.ok2kkw.com/00000104/preselector/preselect_quarz_filter.htm



Jak rozeznat různé druhy QRM?

Špatné intermodulace vysílače:

- velmi špatné při SSB
- lepší při CW
- s kmitočtovou vzdáleností klesá

Postranní (fázový) šum oscilátorů:

- velmi špatné při CW
- lepší při SSB
- s kmitočtovou vzdáleností klesá

Širokopásmový šum vysílací cesty:

- širokopásmový šum bez ohledu na modulaci
- s kmitočtovou vzdáleností neklesá

Koronové výboje: podobně jako šum oscilátorů, ale stejné při SSB i CW

Vnikání VF: mění se podle konstelace na TX pracovišti – např. směřování antény

Vadné zdroje a jiné rušení: vytváří parazity, nesoucí modulaci vysílače

Kliky při CW, a jiné...

Často jsou ale zdroje QRM kombinované...

Hrubé a exotické závady

- vnikání VF od vlastní antény, nebo od blízkého vysílače (FM, TV, KV):
 - do modulace, do PLL, do spínaných zdrojů, do pomocných obvodů...

- spínané zdroje PA a TRX: provozní kmitočet většinou okolo 60 kHz:
 - parazity - nutnost dodatečné filtrace, použití kvalitních zdrojů.

<http://www.ok2kkw.com/00003016/pa70cm/im008884.jpg>

- jiné zdroje rušení: rozptylové magnetické pole, druhý transceiver se stejnou MF, VF korona v dutinách elektronkových PA,

a zejména: jakýkoli špatný spoj – stačí třeba jiskření v zásuvce 230V...

Problémy na straně přijímače

- **ověř si intermodulační odolnost celé RX cesty při použití LNA!**
- proč vlastně je tak potřebný LNA s vysokým IMD?

Hlavně z důvodu mimopásmového rušení!

Celý přijímací řetězec totiž může být fatálně přetížen signály zcela mimo přijímané pásmo – i ze vzdálenosti desítek až stovek MHz!

<http://www.ok2kkw.com/ok1dak/ok1dak.htm>

Při nastavení pomůže SW simulace celé přijímací cesty:

<http://www.avagotech.com/pages/appcad>

(zisk v přijímací cestě by měl být co nejnižší!)

- mimopásmové rušení - vysílání z QTH TV a FM vysílačů -> aby se předešlo přetížení přijímače, musí být na výstupu LNA nejprve buď cirkulátor, nebo dlouhý koaxiální kabel (RG58) a teprve potom filtr!

Pouhé zařazení pásmového filtru na výstup LNA může celou záležitost spíše zhoršit, než vylepšit!

- fázový šum oscilátoru přijímače - viz sideband noise vysílače...

NoiseCalc

Set Number of Stages =

Calculate [F4]

Clear

Main Menu [F8]

Stage Data	Units	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6	Stage 7
Stage Name:		FBAR Duplexer	Agilent ATF-36xxx	Image Filter	Agilent MGA-72543	Agilent HPMX-7102	IF Filter	Agilent HPMX-730x
Noise Figure	dB	3,8	0,9	3,5	1,7	9	3,1	6
Gain	dB	-3,8	13,8	-3,5	14,1	13	-3,1	52
Output IP3	dBm	100	14,5	100	9,8	20	100	12
dNF/dTemp	dB/°C	0	0	0	0	0	0	0
dG/dTemp	dB/°C	0	0	0	0	0	0	0
Stage Analysis:								
NF (Temp corr)	dB	3,80	0,90	3,50	1,70	9,00	3,10	6,00
Gain (Temp corr)	dB	-3,80	13,80	-3,50	14,10	13,00	-3,10	52,00
Input Power	dBm	-50,00	-53,80	-40,00	-43,50	-29,40	-16,40	-19,50
Output Power	dBm	-53,80	-40,00	-43,50	-29,40	-16,40	-19,50	32,50
dNF/dNF	dB/dB	0,76	0,92	0,08	0,11	0,02	0,00	0,00
dNF/dGain	dB/dB	-0,24	-0,08	-0,05	-0,02	0,00	0,00	0,00
dIP3/dIP3	dBm/dBm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Enter System Parameters:

Input Power	-50	dBm
Analysis Temperature	25	°C
Noise BW	1	MHz
Ref Temperature	25	°C
S/N (for sensitivity)	10	dB
Noise Source (Ref)	290	*K

System Analysis:

Gain =	82,50	dB
Noise Figure =	5,11	dB
Noise Temp =	651,32	*K
SNR =	58,86	dB
MDS =	-108,86	dBm
Sensitivity =	-98,86	dBm
Noise Floor =	-168,86	dBm/Hz

Input IP3 =	-70,50	dBm
Output IP3 =	12,00	dBm
Input IM level =	-9,00	dBm
Input IM level =	41,00	dBc
Output IM level =	73,50	dBm
Output IM level =	41,00	dBc
SFDR =	25,57	dB

Normal

Systémová omezení

Česká rep.: licence třídy „A“ umožňuje použití vysílače s max. VF výkonem:

- 750 W PEP za běžných provozních podmínek
- 1500 W PEP v mezinárodních závodech & EME
- 3000 W PEP v mezinárodních závodech za podmínky, že stanice není umístěna v intravilánu obce

- V případě použití více PA buzených z jednoho zdroje signálu (systém „multibeaming“) se výkony jednotlivých PA sčítají, takže součet výkonů (PEP) jednotlivých PA nesmí překročit 3kW RF. Ne vždy to OK stanice dodržují..

- Stanice vybavená systémem „multibeaming“ vysílá celý čas závodu najednou do všech směrů! (přepíná se pouze vstup RX). Druhá stanice na protějším kopci tak nemá šanci, protože vzájemné odsměrování antény není na straně QRO stanice možné... Výsledkem je, že fyzikální limity (zejména fázový šum) nedovoluje na straně druhé stanice nerušený příjem..

- Cesta zpět však již pravděpodobně není možná ☹

Závěrem: jak v EU vyhrát VHF Contest?

- - Zajistit si nerušený příjem (nejbližší QRO stanice nejméně 50km)
- - Vygenerovat dostatečně silný signál do všech důležitých směrů
- - Najít vhodné QTH v EU, kde je do míst s maximální hustotou stanic (DL, OK, S5, 9A, IK) vzdálenost 500 až 700km
- - Obsadit kopec s výškou alespoň 300m nad okolním terénem
- - bez stromů a TV a FM vysílačů, kam se dá vyjet autem...
- - zajistit kvalitní, spolehlivé zařízení a zkušené VKV operátory

- S ohledem na rozložení stanic v EU se jeví jako optimální pro umístění takové stanice oblast někde v SP3. Dají se tam splnit ostatní nezbytné podmínky?
- Zjistěte si, jak to dělají jiní – viz příklad 5P5T...

Oblasti s nejvyšším počtem VKV contestových 70cm stanic v EU



Co nejméně QRM ve VKV závodech
a uspokojení z hezkého výsledku
Vám za celý team OK2A / OK2KKW
přeje

Vláďa OK1VPZ

ok1vpz@seznam.cz

www.ok2kkw.com

