Calcolo e realizzazione di un illuminatore a F=5.8GHz per parabola, realizzato in guida d'onda circolare, modo TE11 con iniettore ʎ/4

by I3RKE

Premessa

La tecnologia wireless evolve molto rapidamente ed i costruttori di routers, nella ricerca di miglioramenti della velocità di trasmissione, hanno consolidato anche la tecnica della diversificazione dei flussi spaziali.
Così sono nati nuovi dispositivi che integrano due radio (Chain 0 e Chain 1) per trasmettere contemporaneamente due flussi su due lanciatori polarizzati H / V oppure +45° e -45° (Slant).
Le antenne da utilizzare su questi dispositivi sono chiamate MIMO (Multiple Input Multiple Output).
Questa tecnologia è molto conveniente nei link PtP (Point to Point), ma sembra diffondersi anche per le connessioni PtMP (Point to Multi Point), comportando, come contropartita negativa, un costo più elevato per le antenne.
Per poter utilizzare i nuovi dispositivi sulle reti HSMM (High Speed Multi Media), senza spendere in modo esagerato per le antenne, si potrebbe pensare di utilizzare le parabole offset o anche primo fuoco, auto-costruendoci degli illuminatori MIMO. In questo documento vedremo come fare.

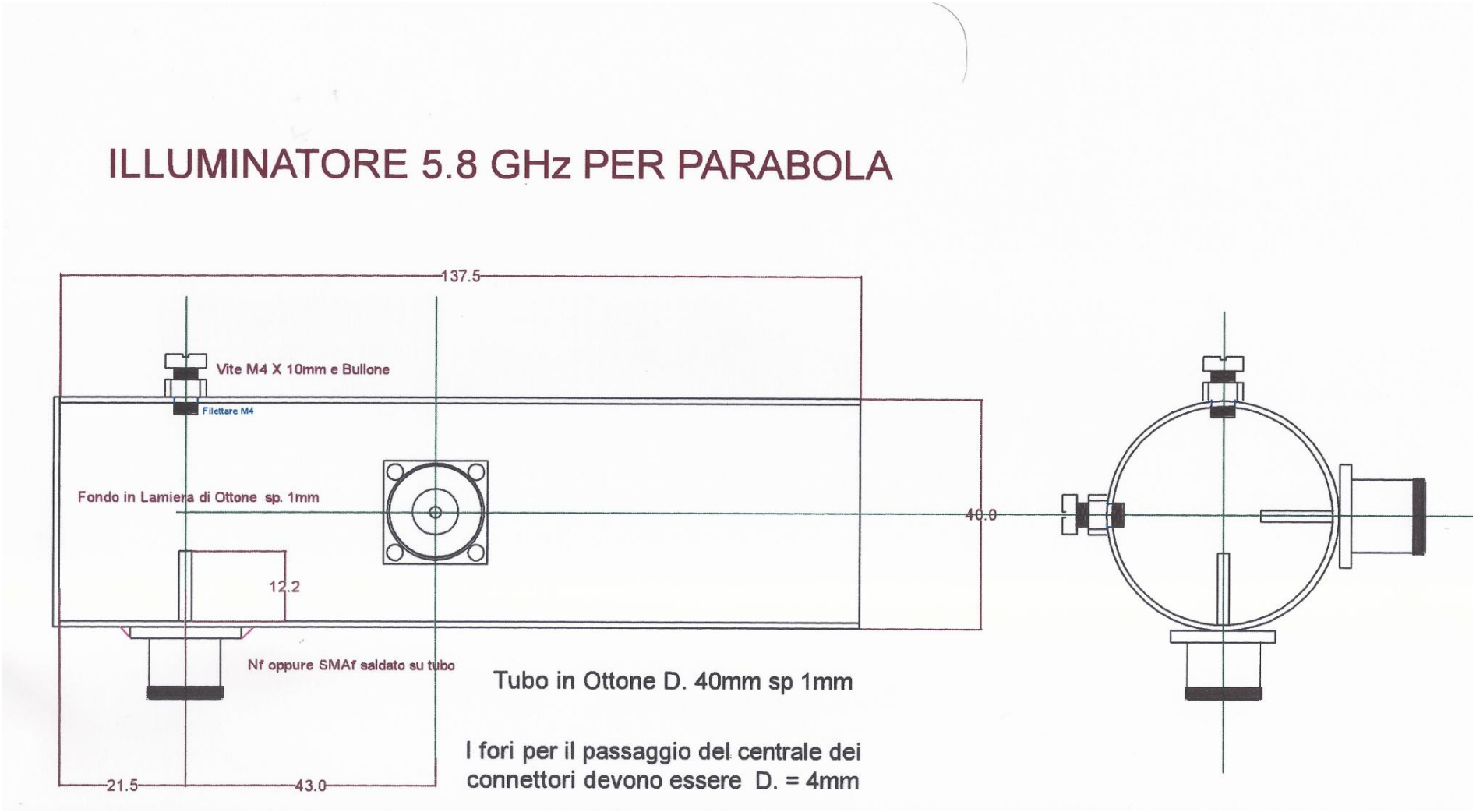
Calcolo della lunghezza d'onda in guida e modo TE11

Per eccitare il modo TE11, useremo, come usuale, un iniettore ʎ/4 che deve essere posizionato su distanze precise.
Mentre per il calcolo della lunghezza del dipolo ʎ/4 useremo la lunghezza d'onda nello spazio libero, per il calcolo delle distanze entro la guida è necessario valutare correttamente la lunghezza d' onda pertinente al modo dominante di propagazione. Nel nostro caso TE11.
I passi fondamentali del calcolo sono riassunti nella tabellina qui sotto:

Frequenza di lavoro	Fo	5,8	GHz		
Lunghezza d'onda spazio libero	ʎo	0,052	m		
Raggio interno della guida d'onda	r	0,019	m		
Zeri della Derivata prima della funzione di Bessel (per TE11)	X' 11	1,8412			
Velocità della luce	C	300	Mm/s		
Frequenza di Cut Off della guida	Fc	4,6	GHz		
Lunghezza d'onda di cut off	ʎc	0,065	m		
$(ʎ0/ʎc)^2$		0,637			
Radice quadrata di $[1-(ʎ0/ʎc)^2]$		0,602			
Lunghezza d' onda su guida per modo TE11 $ʎg= ʎo/\sqrt{[1-(ʎ0/ʎc)^2]}$	ʎg	0,086	m		

La tabella suddetta può essere fornita anche come foglio di calcolo (excell) per chi volesse ricalcolare l' illuminatore per frequenze e dimensioni della guida diverse.

Progetto meccanico.



Note

In altri progetti di questo tipo ho notato che si cerca l' adattamento di impedenza del dipolo iniettore mediante variazione della sua distanza dal fondo.
In questo caso ho preferito conservare la distanza = λg/4 e trovare il migliore adattamento mediante una vite che protrude nella cavità. In tale modo l' onda riflessa ritorna perfettamente in fase sul dipolo.
Il progetto si presta a realizzare un illuminatore tradizionale, quindi solo con un dipolo lanciatore che sarà quello più vicino al fondo , ma anche a realizzare un illuminatore MIMO con polarizzazione lineare H+V oppure Slant +45° -45°. Basta aggiungere un secondo dipolo iniettore ruotato di -90° e distante λg/2 dal primo. Nel disegno sono rappresentati i connettori N, ma anche in funzione del Router a disposizione e dei jumpers RF, si consideri anche l' utilizzo di connettori SMA. In entrambi i casi è consigliabile scegliere un modello con il pin centrale sufficientemente lungo ed isolato in teflon Φ = 4mm.

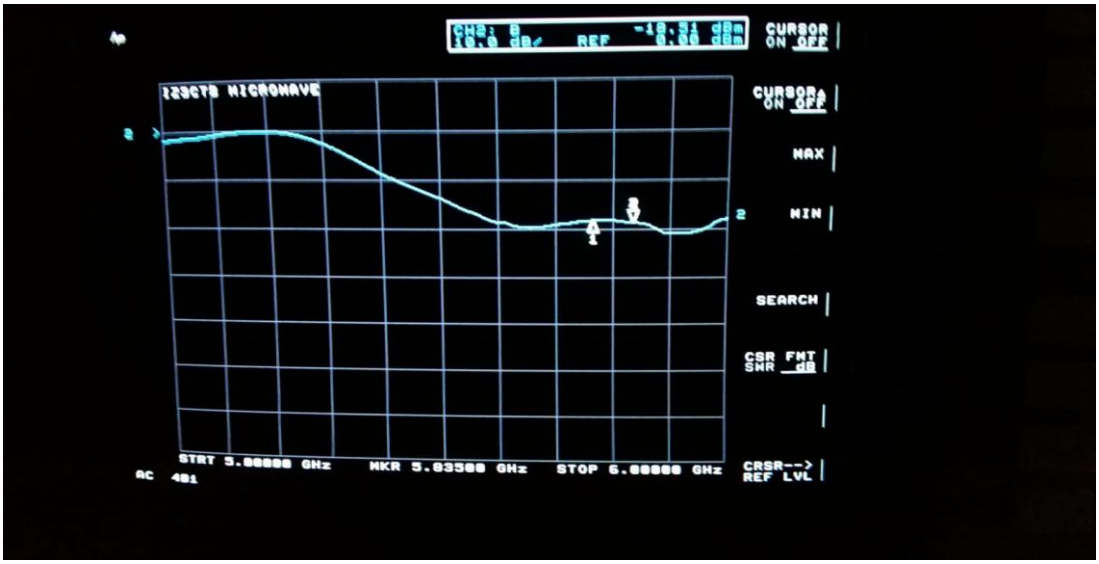
Realizzazione pratica.

Vista interna dell' illuminatore con i due lanciatori e le viti di sintonia.

Router + illuminatore 2X2 MIMO montato sull' asta di una parabola offset

Verifica strumentale del Return Loss sui due lanciatori.

R.L. misurato sul lanciatore inferiore (più vicino al fondo)



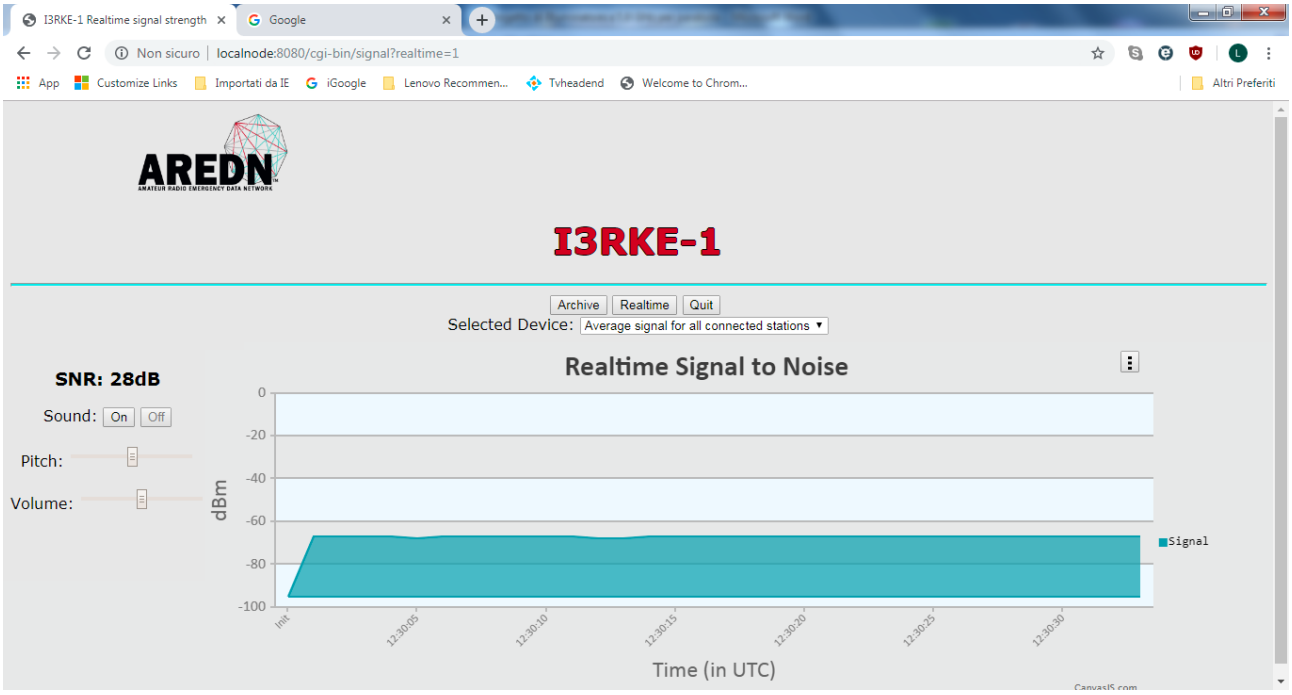
R.L. misurato sul lanciatore superiore.

I due markers sono posizionati a 5.765 GHz e 5.835 GHz. I valori migliori si misurano sul lanciatore inferiore e comunque il valore peggiore è di -19dBm. Ovviamente per una taratura ottimale del R.L. (SWR) bisogna disporre di un V.N.A. e inserire più o meno le due viti di taratura M4X10mm. Effettuare la taratura partendo con una protrusione all' interno della vite inferiore (più vicina al fondo) di 6mm e quella superiore di 4mm. Con questa condizione iniziale si avranno dei R.L. minimi di -14dBm (S.W.R. = 1.5:1) anche senza ottimizzazione con il V.N.A., e che è comunque un valore buono.
Infine altro punto importante: per ottenere un buon R.L. su una banda di frequenza larga occorre aumentare il diametro del dipolino (PIN centrale del connettore) lanciatore che nei connettori commerciali è di 1.3mm. Il modo più semplice consiste nell' avvolgere sul dipolino un filo argentato da 1mm a spirale stretta bloccandolo con una goccia di stagno all' inizio ed alla fine.

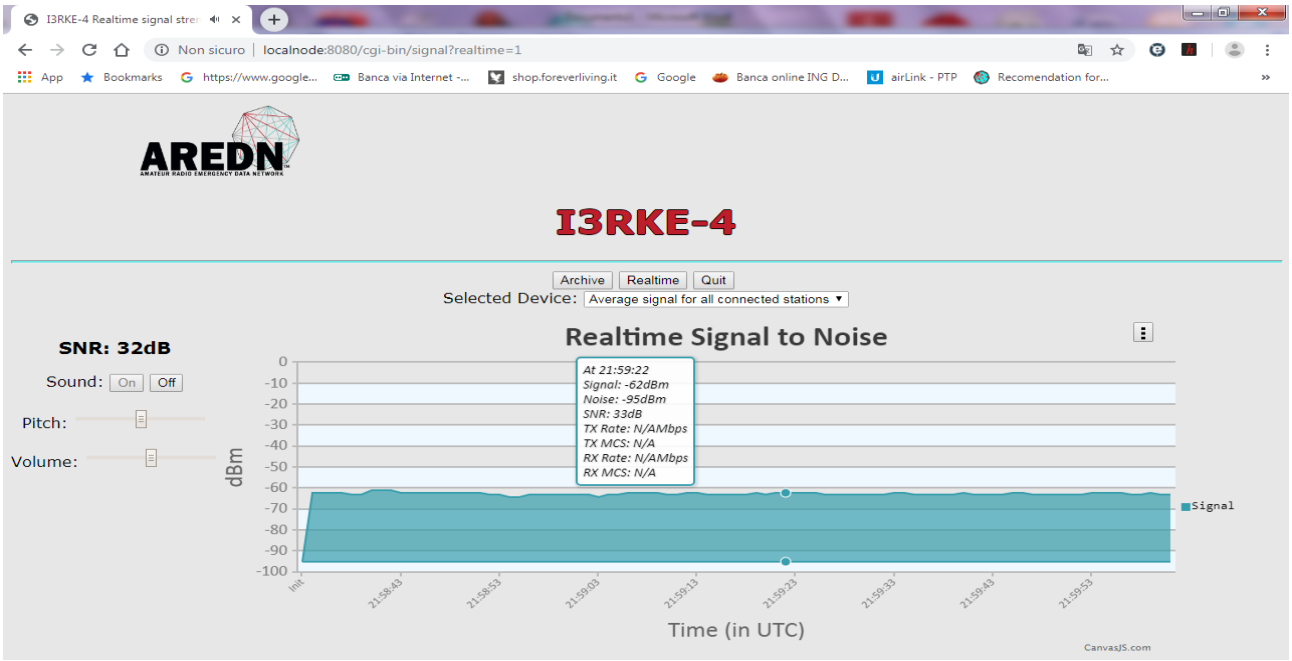
Test comparativi con un' antenna commerciale a parabola in griglia 1.1m X 0.6m con guadagno dichiarato di 30dBi.

Per la verifica della corretta illuminazione della parabola, non ho avuto altro modo di di controllo se non una prova comparativa con un'antenna di guadagno noto. Sulla tratta M.te Pizzoc – Conegliano (18Km):

A). Ricevo, con la parabola in griglia e un router Bullet M5 HP, il nodo del Pizzoc con segnale a -66dBm
B). Ricevo, con una parabola Offset D. 1m, un router Ubiquiti Rocket M5 e l' illuminatore qui descritto ,il nodo in Pizzoc a -62dBm



A).



B.)

I dati comparativi rilevati sul livello dei segnali fanno stimare che il guadagno della parabola da 1 m sia di 34 dB, mentre Il guadagno teorico sarebbe 36 dB. Mancherebbero 2 dB !

C'è però da notare che con il mio set up, fatto di un palo a treppiede ed i morsetti di una parabola satellitare di difficile manovrabilità, non avevo modo di affinare il puntamento . Avrei dovuto avere un sistema di posizionamento zenitale ed azimutale con viti micrometriche in quanto, quando il guadagno supera i 33 dB, il corretto puntamento influisce in modo notevole sul livello del segnale.

Quindi ulteriori 2 dB sono senz'altro recuperabili (completamente o in parte) con un puntamento più preciso o sono (in parte) il piccolo prezzo che si deve pagare per una illuminazione non ottimale. Le suddette considerazioni per poter affermare che l' illuminatore esegue il suo lavoro in modo accettabile.

73 de Leo, I3RKE

Crediti:
IU3KGO Massimo, Giovanni Giaon per l' aiuto nelle lavorazioni meccaniche
IK3JLT Angelo per le prove
IZ3CTS Alessandro e Giovanni Giaon per i test strumentali

Per ulteriori info:
https://www.arednmesh.org
http://www.arivv.it