



Antenne WiFi

Vediamo come valutare e eventualmente come costruire alcune antenne in gamma WiFi

Vers. 1.4
di Daniele Cappa, IW1AXR

Scaricabile **gratuitamente** dal sito di distribuzione:

<http://www.iw1axr.eu>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/>

il testo viene distribuito con licenza “creative common”, quindi libera diffusione a condizioni che rimanga intatto nelle sue parti e particolarmente che nulla venga modificato circa la provenienza, la destinazione e l’uso previsto.

Sono Lungo, leggimi fino in fondo!

Ho iniziato questo scritto pensando di mettere giù due righe, l'argomento è lungo e non di facile comprensione, dunque ho cercato di renderlo il più possibile comprensibile a chiunque. Cosa non facile perchè intervengono concetti matematici e unità di misura che non sono famigliari a tutti. Anche se le righe sono aumentate Vi invito e leggere tutto, con cura, magari stampandolo per poterlo rileggere con calma. Il contenuto può realmente far chiarezza su argomenti che l'informatico generalmente conosce poco e che sono più appannaggio del tecnico della radio.

Certamente leggerete delle imprecisioni, o delle approssimazioni e degli errori di ortografia... li correggerò alla prossima rilettura.

Una veloce premessa,

i termini dB, dBi e dBm pur facendo capo alla stessa unità di misura NON sono la stessa cosa e non sono assolutamente intercambiabili tra loro, dB e dBi rappresentano guadagni, o perdite se negativi, che utilizzano un diverso termine di riferimento, mentre dBm è una misura di potenza, vedremo in seguito...

Partiamo quindi dalla causa scatenante di questo scritto:

Leggo inserzioni in cui vengono vendute antenne dai guadagni fantastici.

Vediamo un attimo come capire meglio l'argomento, per non far confusione tra dB, dBi e dBm e evitare che qualcuno faccia tesoro della nostra confusione e ci metta in condizioni di capire quel che vorremmo, non quel che c'è scritto...

Facciamo dunque due conti:

Il guadagno di una antenna è generalmente espresso in **dB**, si tratta di una misura logaritmica utilizzata per definire le perdite (o attenuazioni, se di segno negativo) oppure i gua-

dagni (se di segno positivo).

Vediamo alcuni esempi... **20 dB corrispondono a un guadagno di 100 volte** (si ottiene calcolando il logaritmo di 100, che corrisponde a 2 perchè 10 al quadrato fa 100... e moltiplicando il risultato per 10). Vuol dire che se il nostro access point (o qualunque altro trasmettitore) eroga una potenza di 100 mW (20 dBm), la potenza effettivamente irradiata (erp) da una antenna che guadagna 20 dB, solo nella direzione preferenziale, sarà pari a 10W (0,1 per 100 = 10), ovvero 40 dBm. L'antenna non produce potenza, questa precisazione è molto importante, non avendo una fonte di alimentazione da cui trarre energia (a parte quanto gli arriva dl cavo coassiale), non può amplificare nulla, semplicemente si limita a concentrare la potenza disponibile in una sola direzione. Se è più efficiente (quindi guadagna di più) la zona in cui si ha il massimo rendimento sarà più piccola, quindi il puntamento dovrà essere più preciso. La larghezza di questa zona è espressa in gradi e comprende l'angolo in cui l'antenna fornisce il massimo guadagno con una perdita di 3 dB (-3 dB, dato che è una perdita). -3dB corrispondono alla metà della

potenza

Una antenna che guadagna 10 dB potrebbe avere una apertura del fascio a -3 dB pari a 40 gradi (sono valori ragionevoli, ma assolutamente casuali), vuol dire che nella direzione preferenziale guadagna 10 dB, ma 20 gradi a destra (o a sinistra) l'antenna ne guadagna solo 7... I soliti due conti: 100 mW dell'AP su una antenna da 10 dB corrispondono a 1 W erp... ma 7 dB corrispondono a 0,5 W erp... dunque il rendimento dell'antenna al bordo del fascio utile è pari alla metà. Dunque è necessario orientarla molto bene, ci si rimette troppo a farlo a naso!

Una antenna di tipo **YAGI** è la classica direttiva usata su praticamente tutte le bande, dalle enormi antenne per onde corte, fino alle minuscole yagi per SHF (quindi anche per WiFi). esternamente sembra una scalletta, ogni piolo è un elemento ed è il fattore che distingue l'antenna... una 10 elementi avrà dieci pioli. Le antenne TV sono spesso di questo tipo, anche se sono molto utilizzate anche quelle a pannello (utilizzate anche in WiFi è il pannellino, pannellare o biquad). L'antenna yagi deve il suo nome a due ricercatori giapponesi, **Yagi e**

Uda, che negli anni '20 la idearono. Probabilmente il lavoro è stato eseguito dal Sig. Uda, fu invece il Sig. Yagi a diffondere l'antenna e oggi la si distingue grazie al suo nome.

Oggi esistono software, ma anche fogli di Excel, che permettono un calcolo veloce e affidabile delle caratteristiche di una antenna con cui è possibile verificare anche i dati di etichetta (!) di una antenna già **assemblata**.
(www.users.bigpond.com/darren.fulton/yagi/DL6WU-3.xls)

La lunghezza dell'antenna yagi è proporzionale al suo guadagno, per avere una idea di massima il guadagno aumenta di 3 dB raddoppiando la lunghezza dell'antenna. Per l'uso nelle reti WiFi, a 2450 MHz la lunghezza d'onda è di circa 12 centimetri (300 diviso 2445 = 122 mm), si utilizzano antenne long yagi, cioè antenne non accorciate (sono già corte da sole).

Una antenna la cui lunghezza è pari alla lunghezza d'onda guadagna 9 dB, che salgono a circa 12 dB per due lunghezze d'onda, 14 per quattro, ecc. Con una certa approssimazione è un calcolo corretto. Una yagi lunga un metro guadagna circa 16 dB, poco meno di 19 dB una lunga due metri. Il guadagno aumenta di circa 3 dB fino a 4 lunghezze d'onda, poi raddoppiando la lunghezza si guadagna in più o meno, poi ancora meno... fino a circa 8 lunghezze d'onda. Una yagi in banda WiFi è utilizzabile fino a uno o due metri di lunghezza, poi l'ingombro rispetto al guadagno diventa più difficile da gestire ed è conveniente ricorrere a una parabola. Il calcolo è valido sulla carta. In **teoria** una yagi da due metri a

2450 MHz guadagna poco meno di 19 dB... Se l'antenna è stata costruita a regola d'arte, se non ci sono troppe perdite nell'adattatore di impedenza tra il cavo e il dipolo, se il cavo di discesa ha una perdita trascurabile potremmo avvicinarci molto a questo valore. Di solito la realizzazione di una yagi è una operazione complessa anche dal punto di vista meccanico e difficilmente potrà essere realizzata in casa, anche se esistono soluzioni adatte al montaggio (e all'uso) casalingo partendo dalla miniyagi montata sul bastoncino del gelato fino a quella su circuito stampato.

Ho letto... **la mia antenna guadagna 17 dBi!!!** Cavoli, da dove salta fuori quella - **i - dopo dB??** Si tratta di un riferimento al dipolo isotropico... ci risiamo, è necessario spiegarci meglio:

Il guadagno di una antenna, espresso in dB (come abbiamo appena visto) si riferisce al guadagno rispetto al dipolo, l'antenna base, la più semplice che si possa costruire. Possiamo paragonarla all'antennino originale del nostro access point, se lo aprite vedrete un tubicino con un pezzetto di filo che spunta (molto più corto della plastica esterna). Questa antenna è paragonabile al dipolo e guadagna 0 dB, cioè nulla. Il dipolo posto in verticale (come quello dell'AP) ha un diagramma di radiazione che è per forma paragonabile a una ciambella, emette in tutte le direzioni attorno al suo asse (dove la ciambella ha il buco), ma emette molto meno (quasi nulla) in direzione del suo asse, cioè non emette nulla sopra e sotto di lui mentre emette attorno a lui.



Antenna Yagi 23 elementi per WiFi

... e questo è il dipolo vero...

... vediamo ora il dipolo isotropico... si tratta di una antenna finta, una simulazione in cui una ipotetica antenna, che per definizione ha la forma di un punto, emette in modo uguale in qualsiasi direzione. Ha un diagramma di radiazione di forma sferica, come una lampadina accesa al buio, illumina dovunque con la stessa luce.

E qui viene il bello... l'antenna isotropica non esiste, è impossibile costruirla, e servirebbe decisamente a poco. E' solamente un riferimento, è un co-

modo riferimento. Già perchè il dipolo vero, la nostra antennina dell'AP (che guadagna 0 dB sul dipolo) possiede un guadagno di 2,1 dB sul dipolo isotropico. Bellissimo, ho aumentato di due dB il guadagno della mia antenna semplicemente cambiando il termine di paragone! E' tutto esatto, non sto raccontando frottole, non esagero sul guadagno. Ho semplicemente adottato un riferimento che si trova a -2,1 dB rispetto al dipolo... se il mio lettore/acquirente non conosce il riferimento utilizzato non è colpa mia.

Questo trucco è utilizzato normalmente, praticamente tutte le antenne in vendita on line, in Cina come in Italia o in Polonia, al supermercato come nel negozietto sotto casa struttano questa confusione. Indistintamente tutti! Se avete davanti le caratteristiche di una antenna la prima cosa da fare è togliere almeno 2 dB dal guadagno dichiarato. La cosa è talmente diffusa che lo fa, certamente involontariamente, anche chi è in perfetta buona fede e non ha alcuna intenzione di prendere in giro il prossimo

Con questo riferimento la nostra long (tanto long) yagi lunga 2 metri guadagna ora 21 dBi, poco meno di una parabola! ! Per contro ci si è inventati il **dBd**, ovvero il guadagno in dB sul dipolo.

... e i dBm?? questa volta non è un riferimento utile ai furbi, ma un sistema per misurare la potenza. 1 dBm corrisponde a 1 mW (un milliwatt, un millesimo di Watt), da questo riferimento si sale con i valori positivi, se si tratta di un guadagno, con i numeri negativi se si tratta di una attenuazione. In genere la po-

tenza emessa dalle schede WiFi e dagli access point è espressa in dBm, 20 dBm corrispondono a 20 dB sopra in riferimento di 1 dBm... quindi 100 volte 1 mW, 100 mW appunto. 10 dBm corrispondono a 10 mW, 17 dBm sono 3dB meno di 20 dBm, quindi la metà (50 mW), la schedina PCI che sto utilizzando è da 15 dBm (circa 35 mW)... iniziamo a capirci qualcosa. Questo per quanto riguarda la potenza in trasmissione.

Il ricezione abbiamo a che fare con valori di potenza enormemente più piccoli, senza i dBm sarebbe difficile cavarsela, a meno di non avere a che fare con numeri con 10 zeri a destra della virgola... Un buon cellulare (avete capito bene un buon telefonino..) ha il limite di sensibilità con cui è possibile avere una comunicazione utilizzabile pari a -100 -102 dBm: Gli access point e le schedine WiFi non sono così ben fatte... la schedina della (nota marca, qui non dichiarata!) PCMCIA ha una sensibilità dichiarata di -82 dBm, con cui fornisce un transfer pari a 11 Mbit, che tracolla a un solo Mbit se il segnale passa a -94 dBm. siamo ancora 10 o 20 dB sotto la soglia di un buon telefonino.

Ora sono reperibili "penne WiFi" ad alta potenza con un ricevitore più performante, ancora nulla di paragonabile a un buon ricevitore professionale, con limiti a -130 - 135 dBm, oppure di un ricevitore GPS di ultima generazione con sensibilità che sfiorano i -160 dBm. Questi ultimi non sono oggetti professionali, si tratta di ricevitori che troviamo normalmente in vendita in rete, o nei supermercati, il cui prezzo oscilla tra poco più

e poco meno di 50 euro.

Si ma, perchè tutto questo discorso?? Perchè i dB di guadagno delle due antenne, i dBm di potenza del trasmettitore, i dB (negativi) delle perdite nel cavo, sommati ai dB di attenuazione della tratta, devono rimanere nella soglia di sensibilità della schedina WiFi... Il solito esempio: L'AP è magnifico e trasmette con 17 dBm, l'antenna dell'AP guadagna 15 dB, nel cavo ne perdiamo 2, il risultato sono $17 + 15 - 2 = 30$ dBm. Se il ricevitore ha una soglia di sensibilità come la schedina citata per avere 11 Mb di trasferimento abbiamo bisogno di un segnale di -84 dBm, se anche questa possiede una antenna analogica, che guadagna 15 dB, ma nel cavo ci rimette 6 dB avremo: $15 - 84 - 6 = -75$ dBm. Se la tratta di spazio che vogliamo attraversare fornisce una attenuazione pari o inferiore a - 105 dBm ($75 + 30$) avremo un link che funziona secondo i nostri desideri, se l'attenuazione è solo poco più alta avremo un link così-così, se è molto più alta... non avremo nessun link!

Ecco perchè è così importante avere ben chiaro cosa stiamo leggendo, perchè il range in cui la schedina citata (che è certamente un ottimo oggetto, è solo un esempio) si estende per appena 12 dBm in cui passiamo da un ottimo segnale a un segnale-schifezza... solo 12 dB, quanto il guadagno (vero) di una yagi da 10 elementi, lunga 40 centimetri. Consideriamo che lo stesso parametro di un ricevitore serio può sfiorare i 95 - 98 dB... a tutti gli effetti il ricevitore della schedina WiFi del Pc, o dell'access point, è paragonabile a poco più di un ricevitore

per telecomando...

In quest'esempio abbiamo utilizzato dei valori assolutamente casuali, esistono in rete dei software e delle tabelle in cui si può ricavare le attenuazioni nello spazio libero (http://www.swisswireless.org/wlan_calc_it.html), quando le due antenne sono assolutamente in visibilità ottica. Diverso è il discorso se le due antenne "quasi" si vedono, ovvero se tra le due esistono ostacoli la cui natura potrebbe non essere immediatamente valutabile. Un muro, ad esempio, potrebbe essere semplicemente un mattone intonacato dai due lati e potrebbe fornire un'attenuazione modesta; lo stesso muro potrebbe contenere elementi metallici, non solo fili elettrici o tubi dell'acqua, ma anche reti (metalliche) di supporto per le piastrelle, oppure una libreria metallica potrebbe essere appoggiata dall'altra parte del muro.

Il vetro di una finestra potrebbe essere spesso solo alcuni millimetri, oppure molto di più. Potrebbe contenere del metallo, i vetri colorati sono ottenuti aggiungendo alla pasta di vetro piccole quantità di ossidi metallici, così come potrebbe essere un vetro di sicurezza, quelli con la rete metallica all'interno che lo renderebbe praticamente invalicabile.

L'attenuazione fornita da un ostacolo non è quantificabile con precisione se non dopo aver stabilito un link, da questa prima valutazione sarà sempre possibile un miglioramento.

Escludendo di intervenire sulla potenza di trasmissione dei componenti, l'unica strada percorribile è rappresentata dall'intervento sulle due antenne.

Riassumiamo ora alcune regole per poter valutare con cura i nostri acquisti

- una antenna yagi lunga 40 cm corrisponde a poco più di 3 lunghezze d'onda, guadagna circa 11 dB, ovvero 13 dBi, raddoppiando la lunghezza (6 lunghezze d'onda, diciamo 70 centimetri) passiamo a 14 dB, ovvero 16 dBi.

- analogo discorso per le **antenne verticali omnidirezionali**, il guadagno si ottiene schiacciando la ciambella del diagramma di radiazione, anche qui il guadagno aumenta di circa 3 dB ogni volta che raddoppiamo la lunghezza, è un calcolo approssimativo, ma ragionevolmente valido. Ecco che i primi dB si aggiungono facilmente, poi diventa problematico. Una collinearina da 13 cm guadagna facilmente 5 dB (7 dBi), per passare a 10 dB è necessario arrivare a lunghezze meno comode, circa 60 centimetri.

- **una antenna è sempre realizzata** con materiale conduttore, rame o alluminio, l'inossidabile ha ottime caratteristiche meccaniche, ma quelle elettriche lasciano a desiderare... L'ottone ha ottime caratteristiche elettriche, ma con il freddo diventa fragile e il prossimo inverno rischiate di trovare l'antenna sbriciolata da un piccione.

In rete è reperibile un foglio di excel **DL6WU-3** (www.users.bigpond.com/darren.fulton/yagi/DL6WU-3.xls) con cui è possibile calcolare una antenna yagi, oppure verificarne il guadagno, se è impiegato per il calcolo è bene sapere che i risultati forniti non sono ottimizzati, significa che per una antenna di quelle di-

mensioni fisiche sono possibili dei miglioramenti, ovvero è possibile "limare qua e là" per ottenere qualcosa in più, frazioni di dB. Non significa che è possibile limare qua e là e ottenere 3 dB in più!

- **attenzione al cavo di discesa**, un metro di RG58 perde a 2400 MHz poco più di 1 dB, dopo aver fatto tanta fatica a racimolare dB con l'antenna è un peccato buttarli nel cavo! Scartiamo a priori l'uso di RG174 (quello piccolo), l'RG58 sarà utilizzato solo per poche decine di centimetri, magari per l'adattatore RSMA – N (il pigtail). Prevediamo sin dall'inizio l'uso di un cavo più serio, H155 o RG213, e anche qui per discese molto, molto, molto corte. I tratti più lunghi in gamma WiFi devono essere coperti con il cavo ethernet, non con il cavo di antenna.

- **distanza**. Qualsiasi antenna NON deve avere ostacoli vicini, la distanza di sicurezza tra un'antenna e l'altra, anche per frequenze diverse come potrebbe essere l'antenna WiFi e l'antenna TV, è di mezza lunghezza d'onda: a 2450 MHz la lunghezza d'onda è di 12 cm... dunque è necessario che sia posta a distanza opportuna con riferimento alla frequenza di utilizzo dell'altra antenna (sicuramente sarà una frequenza più bassa, dunque una lunghezza d'onda maggiore). Antenna WiFi e antenna TV vanno tenute almeno a 40 cm di distanza... per non dar fastidio all'antenna TV, non alla yagi WiFi!

- qualsiasi antenna, di qualsiasi tipo **NON va mai puntata contro un ostacolo**. Una Yagi che punta un palo posto a meno di qualche metro da lei è una yagi

sostanzialmente inutile, ma anche una verticale posta a un palo da un mobile metallico serve a poco

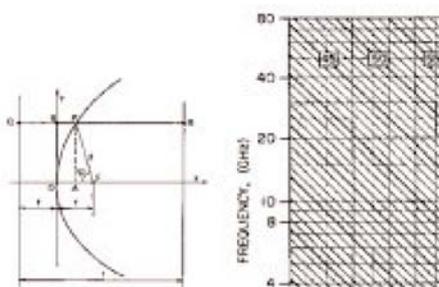
L'antenna della foto è una 23 elementi (l'antenna!!! non la scopa di paragone!!) e guadagna (sulla carta) 16 dB (18 dBi), è lunga un metro a cui si aggiunge il supporto per fissarla al palo (circa 15 cm). Il fascio utile (a -3 dB) è stimato a 24 gradi. E' evidente che se una antenna è lunga 50 cm, compresa la staffa del palo, non potrà essere realmente più lunga di 40 cm... 11 forse 12 dB, certamente non 18 dB!! Con altri accorgimenti è possibile limare qualche ulteriore guadagno, piccolo, molto piccolo. Per aggiungere 3 dB è necessario raddoppiare l'antenna, oppure accoppiarne due identiche. Non c'è altro modo. Se non basta per le vostre necessità è bene buttare la yagi e pensare all'acquisto di una parabola.

A questo proposito è bene chiarire un concetto, l'antenna è sempre progettata per una frequenza specifica, esistono tipologie di antenne "a larga banda", ma il loro funzionamento su uno spettro più ampio di frequenze viene pagato con performance in termini di guadagno decisamente inferiori, per questo l'uso in gamma WiFi è decisamente sconsigliato.

Questa affermazione non deve farci confondere, l'uso di parabole TVsat "riciclate" per WiFi è comune, si tratta di utilizzare la parabola semplicemente sostituendo l'illuminatore originale TV con una piccola antenna che di solito è una biquad, o pannello oppure una Cantenna (il barattolo). Nel caso di parabole infatti l'antenna vera e propria è



L'antenna nel cerchietto rosso è una doppia biquad



quella che sta nel fuoco della parabola che assume a tutti gli effetti la funzione di specchio, la geometria e il funzionamento di uno specchio parabolico, o di una porzione di questo come è di solito per le offset TVsat, segue regole del tutto analoghe

a una specchio ottico.

Il guadagno fornito da una parabola è dipendente dalle sue dimensioni e dalla frequenza di utilizzo, più la frequenza è alta, più la parabola è proporzionatamente grande e più la parabola guadagna. Un esemplare da 80 cm, dimensione tipica TVsat, fornisce in gamma WiFi da 23 a 25 dB di guadagno. E' bene notare che a frequenze così alte la parabola potrebbe non essere piena, ovvero potrebbe tranquillamente essere formata da una rete a maglie sufficientemente fitte. Di questo tipo sono le an-

tenne che comunemente chiamiamo gregoriana. Anche se la gregoriana è una parabola con un sub riflettore, spesso toroidale, che serve a creare una linea di fuoco dove di solito c'è un punto di fuoco.

http://it.wikipedia.org/wiki/Antenna_parabolica

nel nostro uso la gregoriana è semplicemente una parabola in cui il riflettore è costituito da una rete metallica, il rendimento è comunque paragonabile a una parabola "piena" non a rete. La differenza di guadagno è minima e certamente la rete è più vantaggiosa, si nota meno e il vento non la impegna particolarmente.

Una parabola da 3 piedi, circa un metro, guadagna a 2,4 Giga circa 24 dB, che arrivano a 32 se la si utilizza in gamma 5 Giga.

Realizzazione di alcune antenne

La costruzione di antenne è sempre possibile, le antenne non sono altro che "pezzi di metallo" dunque con un minimo di attrezzatura meccanica, trapano, seghetto, lima e un banchetto dotato di una piccola morsa su cui lavorare, è possibile realizzare una antenna analoga qualsiasi prodotto commerciale. Nello specifico però stiamo parlando di antenne per WiFi, non antenne CB, dunque la precisione deve essere buona... è necessario contenere gli errori sotto al millimetro... è chiaro che una buona manualità aiuta nell'impresa!

Viste le premesse le antenne yagi, di cui si è parlato fino ad ora, sono le meno adatte per chi vuole iniziare la carriera di auto-



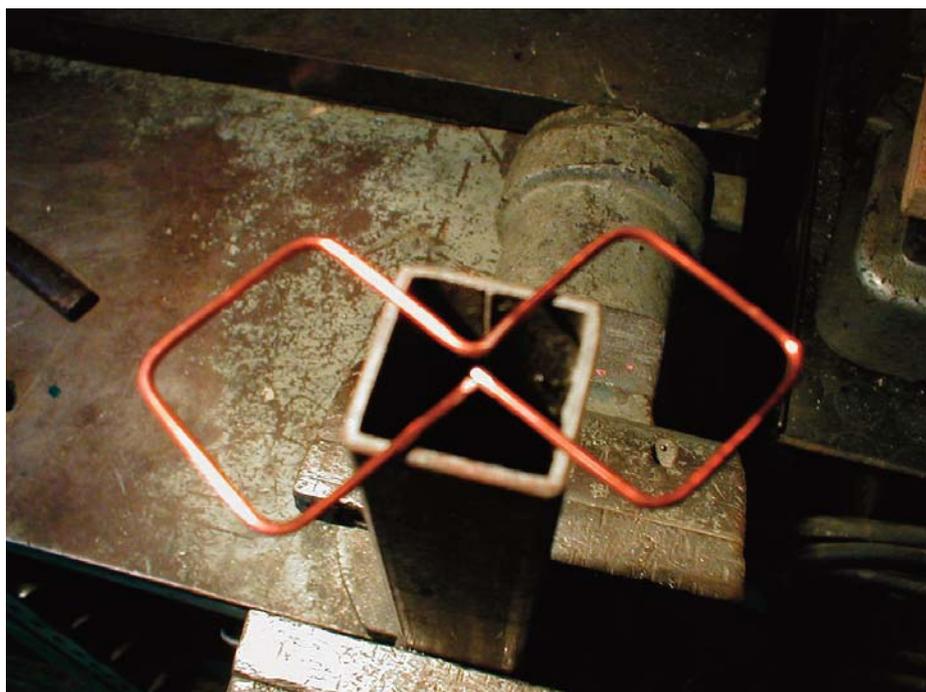
Una biquad realizzata su un ritaglio di lamiera di ferro, l'antenna è di ottone

costruttore di antenne WiFi. Oltre la precisione, che è richiesta da tutti i tipi di antenne, le yagi hanno bisogno di un adattatore di impedenza (balun) di solito realizzato con uno spezzone di cavetto da 50 ohm lungo $\frac{1}{2}$ onda elettrica (40 mm di RG58 a 2445 MHz).

Per questo motivo partiremo con la realizzazione di due antenne, una direttiva biquad (la farfallina) e una omnidirezionale collineare.

La direttiva fornisce un guadagno paragonabile a una yagi lunga una ventina di centimetri, mentre la collinare è la copia (!) di prodotti commerciali spacciati per guadagni da 7 a 9 dBi ... ed è lunga circa 15 centimetri e un guadagno di 4 dB è ragionevole.

E' sufficiente qualche ricerca in rete per trovare decine di realizzazioni, spiccano quelle del gruppo di Cagliari e di quello dei



Un'altra biquad sulla maschera di piegatura, questa è in filo di rame

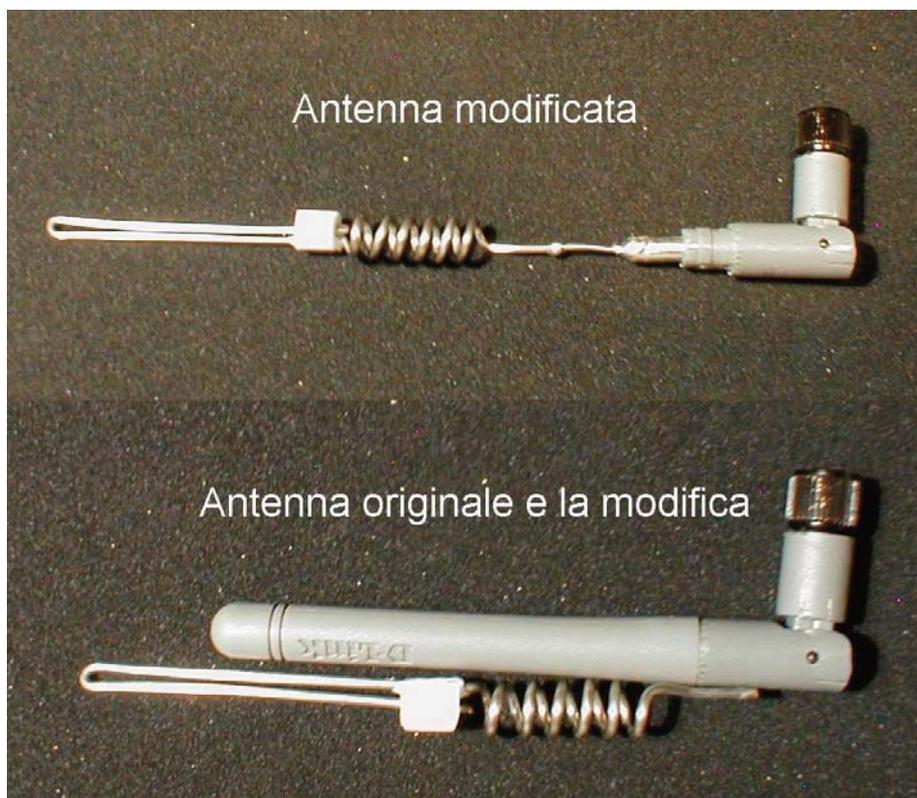
collegli Napoletani, poi ecco l'antenna di Paolo Pitacco (pubblicata su RadioKit 04/2006 *doppia twinquad, a doppio otto, per traffico via satellite* www.iw1axr.eu/articoliEF/doppiabiquad.pdf).

Ho realizzato una sola delle due antenne descritte, il connettore posteriore è un N, il riflettore è un ritaglio di lamiera di alluminio grosso quanto un foglio A5, per la realizzazione pratica rimando all'articolo originale. In rete si trovano innumerevoli realizzazioni analoghe, la realizzazione di questo tipo di antenne è molto semplice.

Il materiale impiegato è del filo di rame o di ottone, il diametro è di 2 mm, ma è consentita una certa tolleranza... 1,5 mm risulta essere piuttosto fine e rischiamo di piegare inavvertitamente l'antenna appena realizzata mentre 2,5 mm è già più difficile da lavorare.

L'ottone è più fragile, cosa che comporta qualche difficoltà in più in fase di piegatura, però conduce il calore peggio del rame, cosa che ne facilita la saldatura. Inoltre è reperibile, spesso sotto forma di leghe diverse, ma ugualmente valide per i nostri scopi, sotto forme di bacchette per saldatura. Con un diametro da 1,5 a 2,5 mm e una lunghezza di 50 cm costano pochi centesimi e sembrano fatte apposta.

La **biquad (o twinquad)** è formata da due quadrati uniti a un vertice, dove si trova l'alimentazione che è già adattata ai canonici 50 ohm. Il radiatore è formato da un doppio loop a onda intera, dunque formato da 4 lati da $\frac{1}{4}$ d'onda, alimentato al centro direttamente a 50 ohm tramite il cavo coassiale, dunque non richiede alcun adatta-



L'antenna originale dell'AP e la sua modifica

tore di impedenza.

Due calcoli... a 2450 Mhz la lunghezza d'onda è pari a 122 mm ($300/2450=0,1224$), dunque è questo lo sviluppo che deve avere ognuno dei due quadrati che formano l'antenna... essendo un quadrato ogni lato (!) è lungo $\frac{1}{4}$ d'onda, dunque 30,6 mm.

Questo è il calcolo teorico, dunque il lato dei due quadrati che forma la biquad deve essere pari a 30 mm, in realtà il diametro del filo ha valori importanti, in termini di lunghezza d'onda, questo allarga la banda di funzionamento dell'antenna e ne abbassa un pochino il guadagno teorico. Dunque una antenna formata da filo di 2 mm di diametro con il lato interno pari a 29 mm (il lato esterno sarà di 33 mm, ovviamente) potrebbe funzionare ugualmente bene da 2300 a 2600 MHz circa, una differenza di un solo millimetro sul lato dei quadrati porta uno "spostamento" della frequenza di risonanza dell'antenna di circa

100 MHz.

Per piegare il filo in modo corretto è necessario (!) impiegare un pezzetto di profilato quadro in ferro (30 x 30 mm) (anche se alla luce di quanto appena esposto un quadrato da 29x29 mm sarebbe più adatto) che utilizzeremo come maschera per piegare il filo. Utilizzando filo da 2 mm e una maschera quadrata di 30 mm di lato otteniamo infatti le misure adatte alla nostra antenna WiFi.

Da una di queste antenne ci si può ragionevolmente aspettare un guadagno da 9 a 10 dB, da qui sono possibili variazioni sul tema... i quadrati possono diventare 4, raddoppiando le dimensioni raddoppia il guadagno... ovvero il guadagno aumenta di 3 dB, utilizzando due antenne gemelle, con adeguato adattatore di impedenza, il guadagno sale di altri 3 dB arrivando a 16 dB (18 dBi, se fossimo dei commercianti...)

Se l'antenna deve abitare all'esterno la chiuderemo in una

scatola per impianti elettrici, resa stagna con del silicone (con parsimonia, alla radiofrequenza non piace il silicone) e montata in polarizzazione verticale (con il lato lungo in orizzontale si ottiene la polarizzazione verticale, standard per WiFi).

In rete sono rintracciabili molte realizzazioni, alcune curiose riguardo la scelta del materiale, particolarmente al collega che ha utilizzato un CD Spindle quale supporto e contenitore e un vecchio Cd quale riflettore (http://www.wifi-ita.com/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=45)..

L'antenna originale dell'AP è un dipolo coassiale lungo $\frac{1}{4}$ d'onda, dunque il "lato caldo" è lungo circa 30 mm (come il lato della biquad ovviamente), è possibile modificarlo e aumentare la sua resa di circa 4 dB, ottenendo una antenna assolutamente analoga a una commerciale di solito "spacciata" per 7 dBi (furba la trovata dell'utilizzo di dBi al posto di dB) L'antennino originale non guadagna nulla, è un dipolo, mentre se vediamo il guadagno in dBi ne guadagna 2,1 ... L'antennina originale è stata smontata sfilando la parte terminale in gomma. Sotto si nasconde il dipolo coassiale, si tratta di un radiatore a $\frac{1}{4}$ d'onda posto su un tubicino della stessa lunghezza che è infilato sul cavo coassiale che fa capo al connettore. La modifica consiste procurarsi 18 – 20 cm di filo di rame argentato (o smaltato) diametro 1.2 mm. Realizziamo 6 spire su 5 mm, la lunghezza dell'avvolgimento deve essere pari a 25 mm (le spire sono egualmente spaziate per circa 4 mm), oltre la bobina sagomiamo un dipolo ripiegato lungo 62 mm

(ovvero $\frac{1}{2}$ lunghezza d'onda), la distanza tra i due fili deve essere 2 mm circa (il filo è tenuto a distanza da un anellino di dielettrico del cavo coassiale). Utilizzando l'antenna originale quale supporto tagliamo lo stilo (il polo caldo) in modo che tra la fine del tubicino (la parte fredda del dipolo) e l'inizio della bobina ci siano 22 mm.

Questa antenna è semplicemente la copia di un prodotto commerciale "spacciato" per 7dBiso... se il suo guadagno vero è intorno a 4 dB possiamo essere soddisfatti del lavoro svolto. L'antenna modificata andrà protetta da un tubicino di plastica. Per la modifica dell'antenna originale sono necessari pochi minuti, la resa è sensibilmente migliore e il costo è in pratica nullo.

Durante le prove è stata realizzata una twinquad, i classici due quadrati collegati su un vertice, da abbinare all'access point. L'antenna è realizzata con del filo di ottone da 2 mm. Si tratta di una antenna singola a "otto", il cui guadagno dovrebbe attestarsi tra gli 8 e i 10 dB. Il lato interno del quadrato è pari a 30.5 mm, mentre la distanza dal riflettore (un ritaglio di lamiera zincata ex_guscio autoradio da 62 x 130 mm) è pari a 18 mm. Sull'access point sono state testate queste tre antenne: lo stilo originale ha fornito una "performance" del 34 – 38%, lo stilo modificato i citati 42 – 46% mentre utilizzando il pannellino appena descritto si è saliti a un più rassicurante 50 – 54%, segnale definito "buono" dal driver e il trasferimento è salito da 18 – 24 Mbit a 36 Mbit. L'articolo originale lo trovate a questo indirizzo ... (http://www.is0grb.it/wifi/antenne/stilo_7db/index.htm) e questo è il link

del prodotto originale, tanto per confrontare i dati... (<http://www.shop4thai.com/en/product/11272/>)

Altre antenne

In gamma WiFi, 2445 MHz circa, siamo già in gamma "microonde", ma siamo ancora vicini al limite basso, ovvero si possono utilizzare sia antenne "normali" quali yagi, i biquad (la farfallina) le prime in uso già dalle onde corte a salire fino alle antenne TV, le seconde sono utilizzate prevalentemente dalle VHF/UHF in su, ovvero è la configurazione tipica di un pannello TV a larga banda. Per le omnidirezionali abbiamo sia il dipolo coassiale (l'antennino originale dell'AP), sia delle collineari antenne tipiche delle VHF e UHF e di solito realizzate con dipoli a filo oppure direttamente con spezzoni di cavo coassiale opportunamente tagliato e saldato.

Da qui passiamo alle antenne tipiche delle microonde, dunque la Cantenna (il barattolo) che è una antenna a guida d'onda, la versione omnidirezionale è poco usata, e meno costruita, per la difficoltà meccanica ad effettuare le "fessure" di uscita del fascio di microonde fino alle citate parabole che iniziano qui ad avere un guadagno rilevante rispetto alle antenne ad elementi parassiti (le yagi insomma). Questa rappresenta, insieme alla biquad, l'antenna che è più facile costruire. Attenzione però... "più facile costruire" non significa che possiamo fare qualsiasi schifezza e lei funziona! L'antenna va sempre e comunque realizzata con cura e con estrema precisione, altrimenti semplicemente **non funziona!**

Le cose vengono male da sole, non è necessario farle male,

e per le antenne è una verità assoluta, in gamma WiFi basta una “trascuratezza” di un paio di millimetri per buttare via tutto. Se la vostra prima antenna non funziona non prendetevela con chi la ha descritta, ma cercata dove avete fatto l’errore perché, potete scommetterci, l’errore c’è!

Uno degli errori più comuni è il collegamento tra il cavo coassiale e l’antenna, un centimetro di cavo “scoperto” ovvero aperto, non più coassiale, fa esso stesso da antenna e impedisce completamente il funzionamento dell’antenna vera e propria. La massima tolleranza è sempre sul millimetro, o comunque il meno possibile... questo tipo di connessione dovrebbe essere lunga zero, cosa evidentemente impossibile, ma è necessario, indispensabile, tenersi sempre più “corti” possibile!

L’antenna a guida d’onda, ovvero la Cantenna o, se preferite, il barattolo

E’ sicuramente una delle più facili da costruire, sono necessarie solo poche precauzioni e la solita precisione senza la quale non si fa nulla, il guadagno è ragionevole e può arrivare a 12 dB “veri”.

Le foto che seguono sono state realizzate, e ovviamente ne ritraggono le realizzazioni del mio omonimo Miura69 di WiFi Italia, che ringrazio.

La cantenna è sostanzialmente un barattolo al cui interno



Una cantenna quasi terminata

sporge un “lanciatore” ovvero un stilo lungo $\frac{1}{4}$ d’onda (30 – 31 mm). L’unica distanza critica è quella dal fondo del barattolo, il dipolo va posizionato a $\frac{1}{4}$ onda dal fondo del barattolo e questo deve essere lungo almeno $\frac{3}{4}$ d’onda .. e qui iniziano i problemi.

Già perché ci troviamo in una guida d’onda, non nello spazio libero, in queste condizioni la propagazione “rallenta” e il nostro $\frac{1}{4}$ d’onda diventa più lungo di quanto ci si aspetterebbe, dunque il dipolo non è posto a 31 mm dal fondo del barattolo, ma molto più avanti. Per questo utilizziamo un calcolatore... è il diametro del barattolo che influisce la velocità di

propagazione ed è in base a questa caratteristica che dobbiamo posizionare il nostro $\frac{1}{4}$ d’onda.

Ecco dunque il calcolatore, in italiano...

<http://www.napoliwireless.net/doku/duku.php?id=antenna:cantenna>

e in inglese...

<http://www.turnpoint.net/wireless/cantennahowto.html>

La scelta del barattolo è importante, deve essere di circa 85 mm di diametro, anche se diametri vicini vanno più o meno ugualmente bene. E’ importante, direi essenziale, che il barattolo sia piano, ovvero che non sia corrugato, né sul fianco e neppure sul fondo. Deve essere un barattolo liscio dovunque, senza il coperchio anteriore, la parte aperta rappresenta “l’ingresso” dell’antenna e andrà chiusa ad antenna terminata con un tappo di polistirolo, o altro isolante solido, che oltre a riparare dalla polvere, umidità, ecc. conferirà al barattolo una certa, relativa comunque, solidità che di solito i costruttori di barattoli da pelati gli conferiscono con il fianco e i fondi corrugati.

Purtroppo in commercio non sono molti i barattoli “piatti”, di solito si utilizza la confezione esterna della bottiglia di “Bai-



**fondamentale tappare
la cantenna e sigillare
il tappo!**

**connettore n-male
nelle direttive auto-costruite
non ha rivali! x semplicità
di costruzione e prestazioni
centrando perfettamente il dipolo
non delude mai!**

leys”, del “Caffè Borghetti” o ancora la lattina da un litro di diluente nitro o trielina. Il barattolo del “Caffè Illy” è un po’ grande, ma funziona ugualmente. Inoltre il tappo a vite (che va eliminato, così come la vite del barattolo) opportunamente privato del rivestimento metallico diventa un ottimo “tappo” per la parte anteriore della futura antenna.

L’antenna può essere aiutata da un “cono” al suo ingresso, si ricava un piccolo guadagno ag-

giuntivo.

La realizzazione è banale, basta praticare un foro alla distanza giusta (precisa!), montare un connettore N femmina da pannello e sul polo caldo saldarci in nostro $\frac{1}{4}$ d’onda, considerando che i 30 – 31 mm comprendono anche quanto sporge in origine del connettore. L’unica difficoltà è realizzare il foro senza danneggiare il barattolo che dovrà rimanere rigorosamente integro!

E’ una delle poche occasioni

che sostituire il connettore N con l’antennino dell’AP inserito direttamente nel barattolo a distanza giusta fornisce un guadagno accettabile. E’ una delle prove che sono realizzabili senza avere preventivamente preparato il materiale necessario, del resto successivamente sarà sempre possibile “allargare il foro” e montare il classico connettore N femmina.

Una precisazione, realizzando antenne WiFi sarà sempre necessario utilizzare un connet-

tore di antenna, le dimensioni non microscopiche, le performance e la facile reperibilità fanno pendere la bilancia per il citato connettore N.

E' possibile l'impiego di altri connettori, dai piccolo SMA, o RSMA, fino al TNC, fratello "a vite" del solito BNC, connettore utilizzabile, ma non consigliato perché siamo già al limite del suo impiego. *Fino a connettori da non utilizzare mai, per nessuna ragione, stile PL ovviamente, ovvero la coppia SO239 e PL259. Una cantenna realizzata con un PL al posto di un connettore N femmina non funziona. Non è che funziona male "tanto poi lo cambio"... non funziona, nel connettore perdetevi tutto il guadagno dell'antenna, se non di più.*

Calcoliamo come funziona il link

Cerchiamo di capire perché il tutto funziona calcolando il link assegnando valori "ragionevoli". Il link è attivo, il trasferimento avviene tra 18 e 24 Mbit e il segnale fornito dalla "scala" sul programma della scheda WiFi oscilla tra il 42 e il 46%... difficile tradurre il tutto in dBm...

Stabiliamo, in modo arbitrario, ma ragionevole, che il ricevitore di detti oggetti non sia un gioiello di sensibilità. Un buon cellulare (a 1800 MHz) è in grado di stabilire una comunicazione decente con valori di segnale oltre i -90 dBm, con 84 - 87 dBm si ha un link ottimo e la comunicazione è più che sicura. Stabiliamo dunque che il limite della nostra scheda sia a -80 dBm, da qui ci teniamo altri 6 dB di buono (vogliamo un link stabile, non un link che cade al passaggio di un piccione..) il nostro segnale è dunque all'in-

gresso del ricevitore con -74 dBm (80 - 6)

L'antenna dell'access point modificata guadagna 4 dB, la doppia twinquad circa 12, la potenza di trasmissione dovrebbe essere pari a 17 dBm, dunque i guadagni positivi del link ammontano a 33dBm (17 + 12 +4). Un buon RG213 perde (a 2400 MHz) circa 0.6 dB al metro, 5 metri sono 3 dB di perdita nel solo cavo che sommati al guadagno calcolato prima ci danno 29 dBm disponibili per attraversare il "tratto di aria" e presentarsi al ricevitore con i citati -74 dBm. L'attenuazione del tratto "in aria" è dunque la nostra incognita, malgrado calcoli e tabelle ben difficilmente potremo avere la certezza del funzionamento del link prima di realizzarlo.

Per una valutazione più precise è un'ottima avvalersi di software per la misura del segnale, primo tra tutti il noto netstumbler (www.netstumbler.com), ma anche WirelessMon, entrambi misurano il segnale in arrivo e forniscono il risultato in dBm.

Il calcolo della resa del link è stato fatto solo dopo averlo realmente realizzato, è comodo calcolare il funzionamento di qualcosa che si sa già che funziona!

Durante le prove evitiamo l'uso di cavi eccessivamente lunghi, connettori non adatti... Connettori PL sono da scartare a priori (neppure da provare). BNC o TNC si possono impiegare, ma non è una buona idea. Connettori N o SMA sono ovviamente di casa e danno quanto ci si aspetta, anche a queste frequenze. In rete sono reperibili informazione circa le caratteristiche del cavo utilizzato, da una tabella ho ricavato le attenuazioni a 2400 MHz dei cavi di

RG174 2 dB al metro
RG58 1dB/m
RG213 0.6 dB/m
H155 0.5 dB/m
RF5 0.5 dB/m
RF240 0.39 dB/m
AIRCELL 0.38 dB/m
LMR400 0.22 dB/m
AIRCOM 0.21 dB/m
CNT600 0.14 dB/m

Caratteristiche dei principali cavi coassiali

uso più comune.

Spostandosi verso il basso nella tabella diminuisce l'attenuazione, mentre aumentano i costi e le dimensioni del cavo. I cavi con dielettrico solido hanno più perdite del corrispondente dielettrico espanso, non a caso l'Aircell ha una attenuazione molto bassa perché il dielettrico è costruito a settori, possiede delle "camere d'aria" intervallate da supporti in polietilene. Contrariamente a quanto si pensa i cavi in teflon hanno solo un piccolo vantaggio rispetto al corrispondente con dielettrico solido in polietilene, vantaggio che spesso è da ricercarsi nella costruzione più curata, calza (magari doppia) e polo caldo argentati.

Una buona alternativa potrebbe essere una discesa costruita con ottimo cavo tvsat, con annessi connettori F (che costano poco), non ho effettuato prove in proposito, ma ritengo che possa essere una valida sperimentazione. Il passaggio dai canonici 50 ohm ai 75 del cavo tvsat comportano un disadattamento di impedenza con relativo aumento del ROS pari a 1.7 :1, ma il cavo con dielettrico espanso ha performance di gran lunga migliori rispetto al corrispondente a dielettrico solido. Per contro è meccanicamente più delicato e va trattato

con maggior cura, evitando tassativamente qualsiasi “piega a 90 gradi”. Il cavo TVsat lavora abitualmente intorno a 2 Giga e il suo basso costo non dipende dalla bassa qualità del cavo, ma esclusivamente dall’elevato volume in produzione che ne abbassa il prezzo finale.

Note legali, indispensabili!!

L’opinione comune è che uno con la propria rete ci possa fare cosa vuole. Siamo in Italia e non è così. L’opinione comune è sbagliata, e neppure ti immagina quanto!

Il limite legale di potenza è pari **100mW erp**, ovvero i soliti 20 dBm, l’acronimo “**erp**” significa “**potenza effettivamente irradiata**”, è questo che ci taglia le gambe.

Al contrario di quanto è stato stabilito per altri ambienti, in gamma Wifi la potenza legale non dipende solo da quella fornita dall’AP o dal device in uso, ma anche dal guadagno di antenna. Ovvero i 20 dBm in una antenna che guadagna solamente 10 dB diventano 30 dBm che sono evidentemente oltre il citato limite legale.

Su questo fatto non è possibile trattare o discutere, il legislatore ha posto quel limite e a quello è necessario attenersi, se vogliamo rimanere entro i termini di legge ovviamente.

Non finisce qui, esistono altri ostacoli. Il segnale WiFi di una rete privata non deve attraversare luoghi pubblici. Qui la cosa è onestamente discutibile dato che non posso conoscere a priori dove va a finire il segnale della mia rete, ma se questa è messa in piedi per collegare in rete il mio PC e quello di mio fratello è necessario che tra noi



Cantenna con l’antennino del device inserito all’interno, soluzione veloce e efficace

ci sia l’orto di famiglia, non il campo del vicino e neppure una strada pubblica. Il segnale non dovrebbe essere in grado di attraversare il confine della proprietà. Si tratta di distinzioni che fanno sorridere, ma le intenzioni del legislatore sono chiare, si vuole evitare la proliferazione di “reti private” che potrebbero far concorrenza al gestore che controlla di fatto l’intera rete telefonica cablata.

Ora basta? Figuriamoci! Tra le normative che limitano l’uso di queste tecnologie c’è anche il divieto di fornire a terzi dei servizi (anche a titolo gratuito)... dunque sulla rete WiFi tra me e il mio vicino di casa non deve “transitare” l’accesso a internet! Riassumendo, la potenza deve rimanere a livelli molto bassi (i 100 mW alias 20dBm) niente segnali che vanno in giro per il mondo, non possono attraversare la strada (neppure sulle strisce...). A parte scambiarsi le foto delle vacanze non è possibile trasferire altro.

E’ necessaria una considerazione: siamo tutti adulti, con

quel che ne segue, e tutti siamo in grado di decidere come agire. Possiamo tranquillamente fregarcene di quanto pensa il legislatore e fare i nostri comodi. La probabilità che qualcuno se ne accorga è remota, ma non è impossibile. E le grane a cui si va incontro sono serie, non solo problemi amministrativi, e le multe sono comunque salate, per alcuni punti possiamo sfociare nel penale.

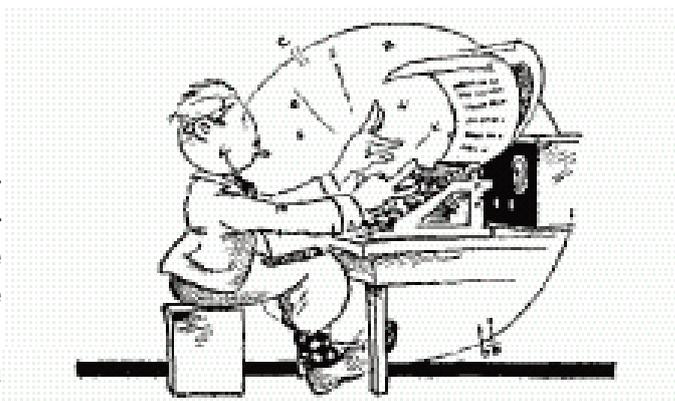
Conclusioni

In questi ultimi mesi, ho cercato informazioni sull’argomento. A parte qualche idea che potremmo definire “poco coerente” in rete spiccano le valide e interessanti esperienze di molti gruppi. L’obiettivo principale è dunque privilegiare la distanza raggiunta unita a una performance del link più buona possibile.

Se nulla è cambiato negli ultimi mesi il “record” italiano è di 30 Km per merito di un collega veneto, e quello mondiale (220 Km)... non male per 100 mW!

Ringraziamenti

Sicuramente il testo contiene degli errori, delle inesattezze, delle sviste. Noi tutti siamo persone normali soggette a sbagli e viviamo grazie agli errori e all'esperienza che questi comportano. Solamente lo scemo non sbaglia mai, io sì, spesso. Nessuna parte del testo, foto o altro ha provenienza diversa da quanto dichiarato.



Nello specifico un indirizzo email permette un feedback veloce e pratico con chi voglia contattare l'autore.

info @ iw1axr.eu

Questo testo è scaricabile **gratuitamente** dal sito di distribuzione:

<http://www.iw1axr.eu>

I ringraziamenti vanno agli amici che mi hanno fornito informazioni e parte del materiale trattato.

“L'omino che scrive” qui sopra proviene dal numero di ottobre 1930 di QST

il testo viene distribuito con licenza “creative common”, quindi libera diffusione a condizioni che rimanga intatto nelle sue parti e particolarmente che nulla venga modificato circa la provenienza, la destinazione e l'uso previsto.



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/>