

Gunthard Kraus



Simulazione di Antenne con il programma 4NEC2

Introduzione per i principianti

Versione 1.0

Traduzione di Nico Michelini, IV3ALA - 2014

Autore

Gunthard Kraus

Oberstudienrat

Email: mail@gunthard-kraus.de

Homepage : www.gunthard-kraus.de

Consulente:

Hardy Lau, Dipl.-Eng. (DH)

Duale Hochschule Baden Württemberg (DHBW), Friedrichshafen, Germany

12 Agosto 2012

Questo manuale descrive brevemente il 4NEC2, un programma per la simulazione ed il calcolo del comportamento di antenne ed altre strutture metalliche.

Basato sull'algoritmo NEC (*Numerical Electromagnetics Code*) sviluppato nei *Lawrence Livermore National Laboratory*, California, da G.J. Burke e A.J. Poggio, nei primi anni '80, Il 4NEC2 è stato scritto dall'olandese Arie Voors, che ne ha ampliato le capacità grafiche e ne cura gli aggiornamenti¹.

Gunthard Kraus, DG8GB, noto per aver pubblicato parecchi articoli sulla rivista VHF Communications, UKW Berichte, Dubus ed altre prestigiose pubblicazioni per radioamatori e non, con la collaborazione di Hardy Lau ha scritto una breve istruzione per i principianti. Allo scopo di aumentarne la diffusione, anche presso chi non conosce bene l'inglese, è stata chiesta e gentilmente concessa, l'autorizzazione a tradurre il breve manuale da loro scritto. A entrambi dobbiamo un ringraziamento particolare.

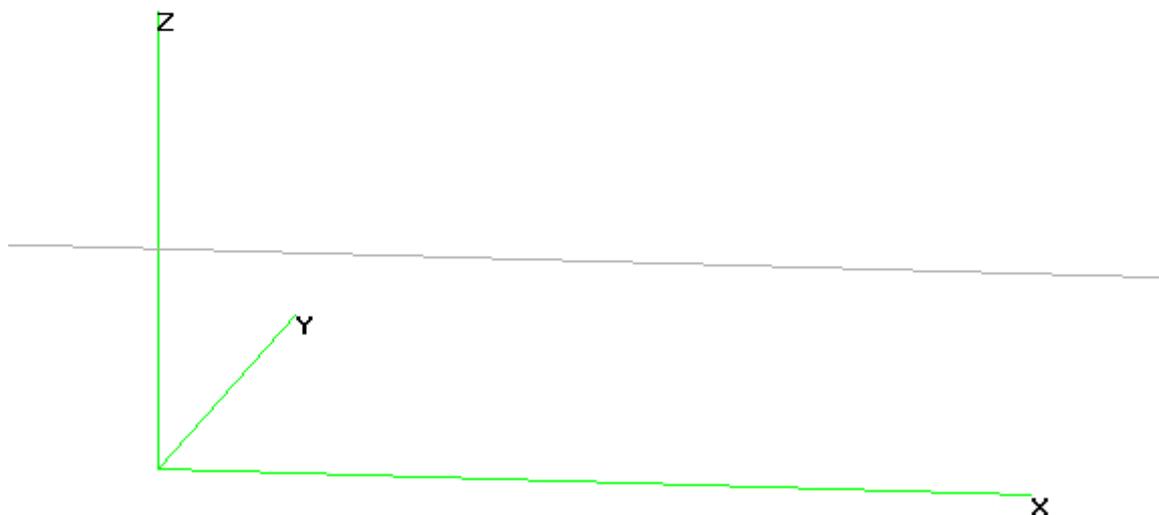
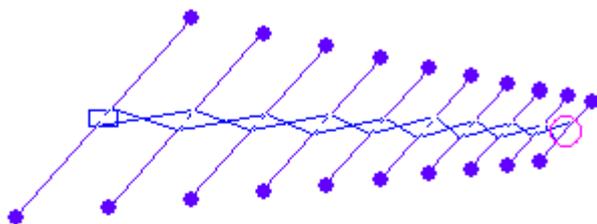
Nella traduzione sono state mantenute in inglese tutte le terminologie necessarie per una migliore comprensione ed evitare confusione nell'uso del programma. Queste sono evidenziate dal carattere *italico*. Questi termini comprendono i nomi dei menu che si trovano nel programma, i nomi delle schede a cui fa riferimento l'algoritmo del NEC, ed altro, come necessario. La traduzione è stata mantenuta il più possibile letterale per non alterare quanto scritto dall'Autore, il quale dopo aver "aperto una porta" con questo semplice manuale, spera che così possa meglio diffondersi tra i radioamatori e abbiano la possibilità di comprendere e progettare meglio le proprie antenne, il che è quanto si augura anche il traduttore.

Nico Michellini, IV3ALA

¹ Per approfondire, cercare in rete i manuali NEC originali ed altre informazioni sul 4NEC2.

Indice dei contenuti	Pagina
1. Introduzione	5
2. Installazione	5
3. Uso del programma	6
4. Creazione di un <i>file</i> dati NEC: <i>Geometry Builder</i> , <i>Geometry Editor</i> o il <i>Text Editor</i> ?	6
5. Iniziare con il file incluso "example2.nec" (dipolo per 300 MHz)	8
5.1. Simulazione del Campo Lontano	8
5.2. Presentazione a colori in 3D	11
5.3. Apertura del file NEC con il <i>Notepad</i>	14
5.4. Uso del compilatore del 4NEC2	16
5.4.1. Lavorare con la versione precedente del compilatore di 4NEC2	16
5.4.2. Il nuovo compilatore del 4NEC2	17
5.5. Simulazione del Campo Vicino	19
5.6. Scansione del ROS e della Riflessione all'Ingresso	20
6. Il primo vostro progetto: Un dipolo per i 300 MHz su terreno reale	21
6.1. Modificare il file NEC	21
6.2. Simulazione del Campo Lontano	23
6.3. Simulazione del Campo Vicino	24
6.4. Scansione del ROS e della Riflessione all'Ingresso	25
7. Secondo Progetto: Un dipolo per i 300 MHz realizzato con materiale reale	26
7.1. Il problema del diametro del conduttore	26
7.2. Simulazione del Campo Lontano e del Campo Vicino	27
7.3. Scansione del ROS e della Riflessione all'ingresso	27
7.4. Scansione del Guadagno dell'antenna	28
7.5. Scansione dell'Impedenza d'ingresso	29
8. Un bel giocattolo: il calcolatore del diagramma di Smith	30
9. Messa a punto (Tasto F12)	32
9.1. Messa a punto della lunghezza dell'Antenna (dipolo del capitolo 7)	32
9.2. Scansione dei Parametri	35
9.2.2. Diagramma di radiazione dell'antenna a differenti altezze dal suolo	37
10. Terzo Progetto: Una Antenna ad elica, usare il <i>Geometry Builder</i> o il <i>Text Editor</i> ?.....	38
10.1. Fondamenti del progetto di un'Antenna <i>Helix</i>	38
10.2. Progettare con il <i>Geometry Builder</i>	39

10.3. Simulazione del Campo Lontano	41
10.4. Scansione in frequenza del Guadagno e dell'Impedenza	42
10.5. Ancora le stesse operazioni, ma usando il <i>Notepad</i>	43
10.6. Ancora una simulazione del Campo Lontano	46
10.7. Ancora una scansione in frequenza del Guadagno e dell'Impedenza	46
10.8. Alimentare l'antenna con un corto spezzone di conduttore	47
Appendice 1	50
Breve introduzione delle schede dati del NEC più importanti e ed usate.	



Simulazione dell'antenna della stazione IV3PRC

1. Introduzione

La sigla NEC non è altro che l'abbreviazione di *Numerical Electromagnetics Code*, un metodo per la simulazione di antenne costituite da conduttori metallici, ed è stato sviluppato inizialmente per la Marina degli Stati Uniti nel *Lawrence Livermore Laboratory* nel 1981.

Il procedimento suddivide l'antenna in "brevi segmenti" dove la tensione e la corrente variano linearmente, (come il programma SPICE per la simulazione dei circuiti). I risultati sono molto vicini alla realtà e lo standard per questa tecnica di simulazione è il NEC2.

Col passare del tempo le debolezze del NEC-2 furono corrette col NEC-4 (errori di simulazione quando i conduttori si incrociano a brevissima distanza o quando si usano conduttori interrati). Ma sfortunatamente il NEC-4 fu tenuto segreto per molto tempo, non ne era consentita l'esportazione ed anche oggi il suo costo è molto alto (a partire da 2000 dollari). Per cui un normale utente privato si deve accontentare del NEC2, con ampia scelta tra quello che offre internet. I due principali sono lo EZNEC (a pagamento) ed il 4NEC2 (completamente gratis)

Il 4NEC2, in special modo, offre un'ampia gamma di possibilità e scelte (compresa la visualizzazione dei risultati in grafica a 3 dimensioni) ed è stato scritto da Arie Voors. I vantaggi principali sono le funzioni per la messa a punto e per la scansione dei parametri. È reperibile e scaricabile liberamente e gratuitamente da internet, dal sito di Arie Voors: <http://www.qsl.net/4nec2/Home.htm>.

Per ottenere ciò devono essere installati nella stessa "directory" due pacchetti: prima il "4NEC2.zip" seguito dal "4NEC2X.zip". Il "4NEC2" è il calcolatore NEC, ma il "4NEC2X" (4NEC2 Estes) offre con la pressione del tasto F9 la menzionata rappresentazione in 3D dei risultati della simulazione con altre possibilità.

Si prega di notare che il 4NEC2 è un incredibile programma con infinite possibilità. Ciò stante, questa introduzione vuole "aprire una porta" affinché un utente possa acquisire le nozioni fondamentali per l'uso del programma. In seguito potrà continuare da solo...

2. Installazione

Nulla di difficile, dopo il prelievo dei file compressi necessari sopramenzionati, (<http://www.qsl.net/4nec2/>) estrarli dall'archivio .zip e lanciare il file "4NEC2.exe". Dopo l'installazione con successo, lanciare il file "4NEC2X.exe" ed installarlo **nella stessa directory**. Il programma è completamente gratuito e non è necessaria alcuna licenza. Problemi o proposte di miglioramenti possono essere indirizzate ad Arie Voors che ha svolto un eccellente ed enorme lavoro. Quindi, nel messaggio, per prima cosa è opportuno ringraziarlo per il suo lavoro.

3. Uso del programma

Fare click col mouse sull'icona del 4NEC2X.exe e sullo schermo si apriranno due finestre:

<i>Main</i>	(F2) e
<i>Geometry</i>	(F3)

Dopo la simulazione possono essere aperte altre due finestre.

<i>Pattern</i>	(F4) e
<i>Impedance / SWR / Gain</i>	(F5).

Note:

- Introduzione dei dati e relative proprietà, modifiche e lancio della simulazione, sono tutte eseguite nella finestra chiamata *Main*.
- La geometria dell'antenna dovuta al *file* dati NEC è mostrata nella finestra *Geometry*.
- I risultati della simulazione del Campo Lontano e del Campo Vicino sono mostrati nella finestra *Pattern*.
- Infine, effettuando le scansioni si potrà vedere l'Impedenza, il ROS o il Rapporto Avanti/Indietro (F/B) in funzione della frequenza premendo il tasto F5.

4. Creazione di un *file* dati NEC: *Geometry Builder*, *Geometry Editor* o il *Text Editor*?

Quale tra questi dovrà essere scelto dall'utente, che ne ha piena facoltà.

Creare un *file* dati NEC col *Geometry Builder* è comodo. Per strutture del tipo *Patch*, *Piane*, *Scatolate*, ad *Elica*, *Sferiche*, *Cilindriche* o *Paraboliche*, esiste un appropriato menu con relative finestre il cui uso è molto semplice. Ma è dotato solo di queste sette strutture d'antenna.

Creare una qualsiasi struttura desiderata è un compito per il *Geometry Editor*. Questo programma è stato previsto principalmente per i principianti, ed è facile da usare.

I successivi tre programmi di creazione si concentrano direttamente sul *file* NEC, perché questo è l'obiettivo finale di tutto il processo di preparazione per la simulazione. Questo richiede un maggior sforzo per l'utente ma dà più scelte per la simulazione e la messa a punto.

Ma si tenga presente che:

Tutte le misure di **lunghezza** in un file NEC sono sempre espresse in **metri**. Altrimenti è necessario scrivere una scheda "GS" aggiuntiva col fattore di scala per la correzione (ad esempio: inserimento dei dati in pollici) la quale è applicata all'intera struttura.

Diamo ora un'occhiata ai tre programmi per la creazione del file NEC:

Con un semplice programma per testi come il *Notepad*, si potrà scrivere il puro *file* NEC e modificare i dati in esso inseriti. Quindi, l'intera struttura dell'antenna, deve già esistere nel vostro cervello prima di scriverla, ma questo è il modo più veloce ed efficace.

Questo comporta poche difficoltà, ed in breve prenderete confidenza con questo metodo. In seguito sarete capaci di modificare strutture o parti di esse con rapidità.

Il precedente *Editor* del 4NEC2 è stato un'evoluzione perché usava dei tasti per separare le diverse parti del *file* NEC (ma oggi non è più usato né aggiornato).

Il nuovo *Editor* del 4NEC2 usa dei menu con righe e colonne per i diversi dati. Ottimo, ma all'utente con molta esperienza manca ora la visione completa del *file* NEC. Per cui dopo poco, lavorando col 4NEC2, praticamente tutti ritornano al *Notepad*.

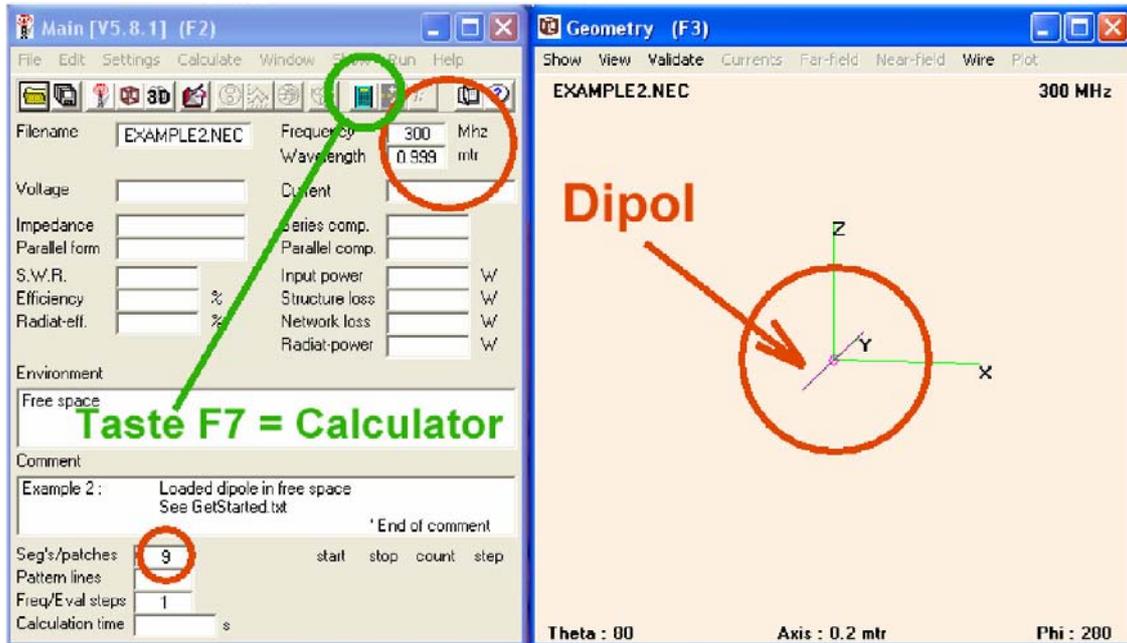
Negli esempi e nei progetti che seguono sono dimostrati tutti questi diversi metodi, quindi esaminateli e poi decidete quale volete usare.

————— « ▣ » —————

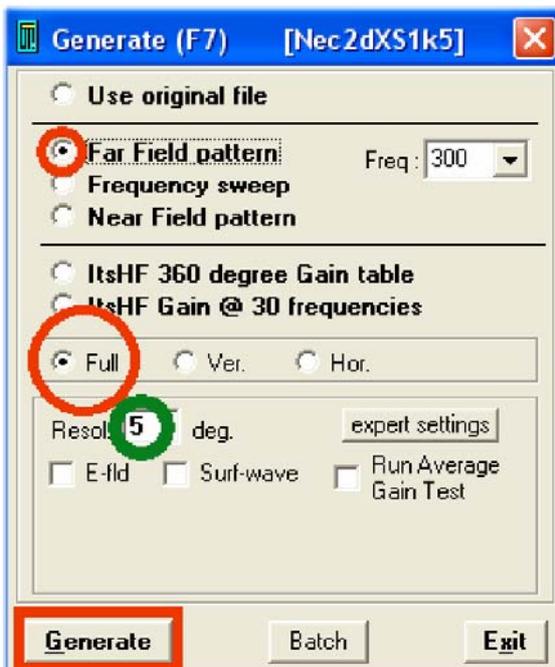
5. Iniziare dal semplice progetto "example2.nec" (dipolo per 300 MHz)

5.1. Simulazione del Campo Lontano

Entrare nella cartella "models" ed aprire il file "example2.nec".



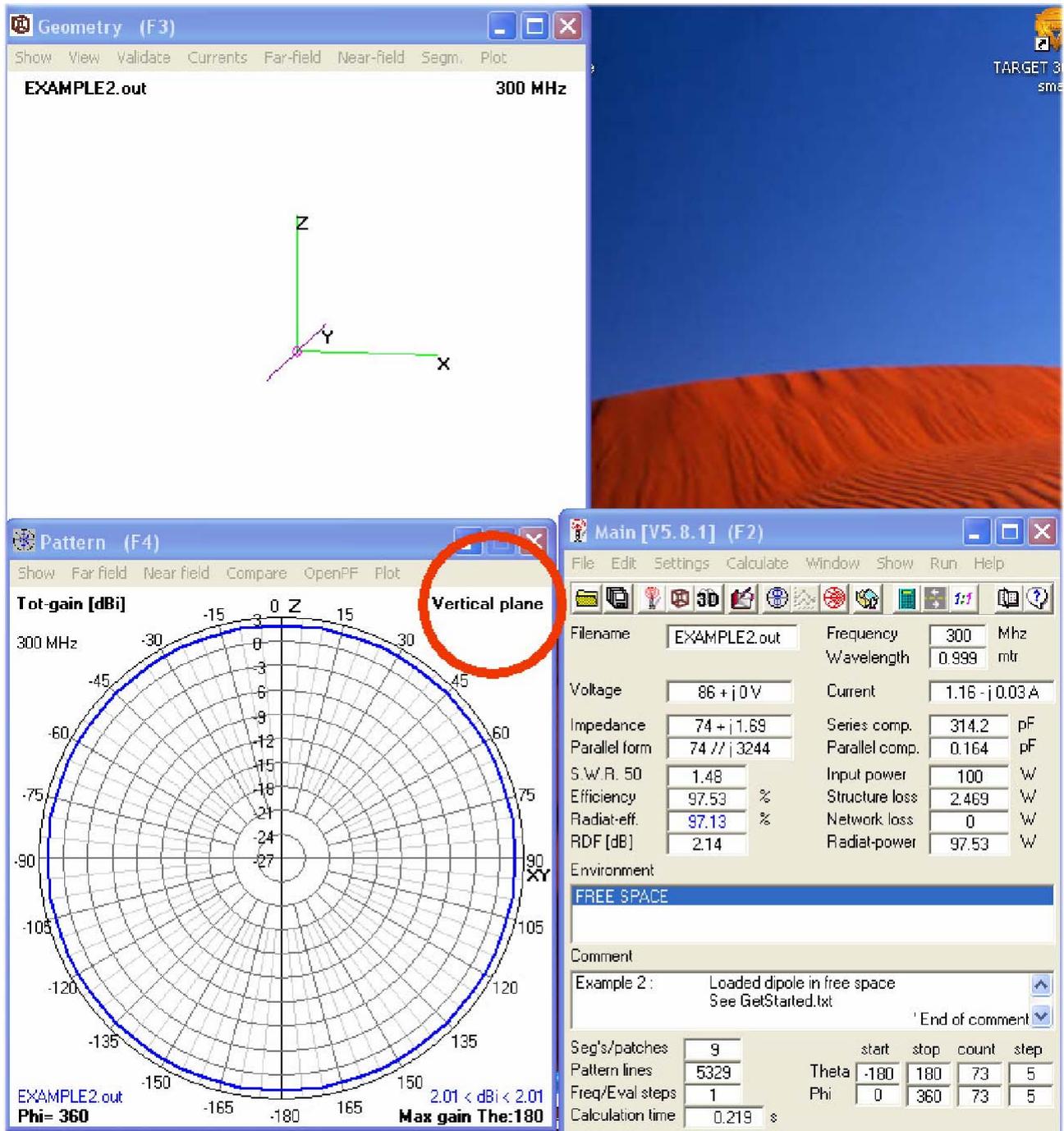
Nella finestra a sinistra (*Main*) troverete la frequenza e la lunghezza d'onda della simulazione (il cerchio rosso grande). Il cerchio rosso piccolo nell'angolo basso a sinistra della finestra indica che il dipolo è diviso in 9 segmenti. La finestra a destra (*Geometry*) mostra la geometria del dipolo nel sistema di coordinate associato.

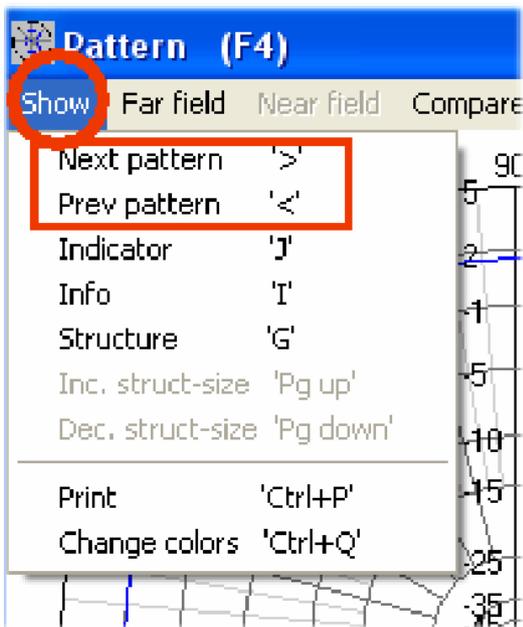


Premere ora il tasto F7 (inizio del processo di calcolo) e scegliere "Far Field Pattern", "Full" e "Generate". Una risoluzione dell'arco di 5 gradi per la prima volta farà un buon lavoro, dando tempi di calcolo brevi.

Quindi premere "Generate".

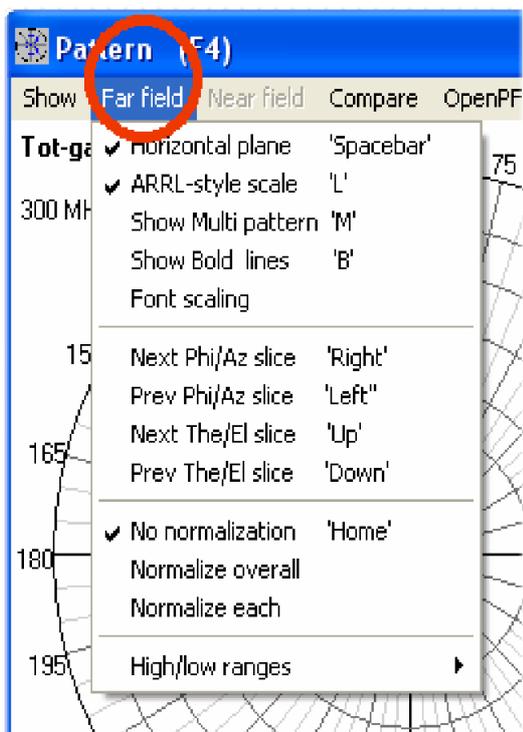
Se tutto andrà a buon fine la finestra principale sarà completata con tutti i dati. Premere ora F4 e comparirà in una nuova finestra il diagramma di radiazione nel piano verticale.





Il menu "Show" nella finestra (F4) "Pattern" offre diverse scelte. Con "Next Pattern" e "Previous Pattern" ci si potrà spostare tra i diversi diagrammi.

Premendo "Indicator" comparirà sul diagramma un cursore radiale aggiuntivo. Se fate click col tasto sinistro del mouse su qualsiasi parte della curva del diagramma, tale cursore si sposterà in quel punto mostrando i valori relativi a quel punto.



Nel menu "Far Field" si potrà trovare:

a) Il comando per visualizzare il diagramma nel piano orizzontale

b) La scelta per avere il diagramma nello **stile ARRL**, che usa la scala dell'ampiezza logaritmica, compresa di funzione autoscala, in modo che tutti i lobi del diagramma siano ben visibili.

c) "Multi Pattern" mostra tutti i diagrammi per la polarizzazione scelta.

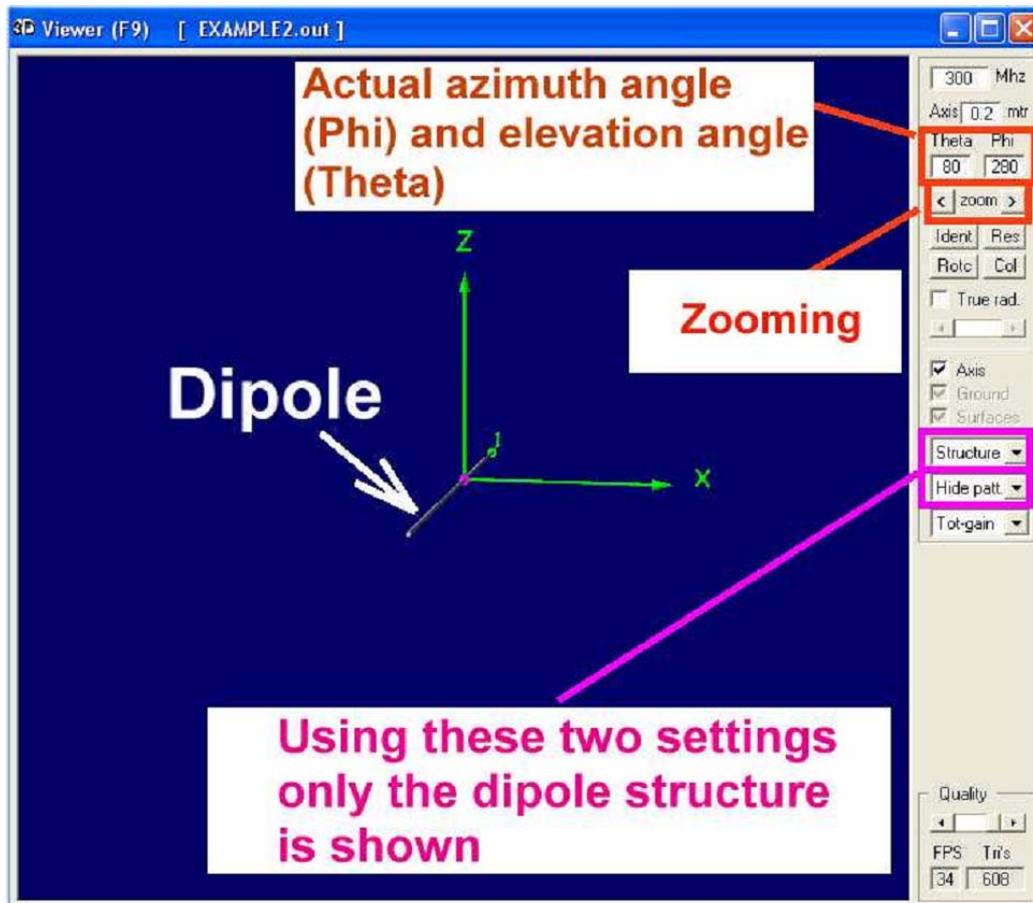
d) "Bold Lines" disegna le curve con linee di maggior spessore e...

e) "Font Scaling" si spiega da sé.

f) In ultimo si potrà cambiare tra l'angolo di azimut (Φ ; φ) e/o l'angolo di elevazione (Θ , θ) in avanti o all'indietro. Le rimanenti parti del menu possono essere sicuramente provate per conto proprio.

5.2. Presentazione a colori ed in tre dimensioni (3D)

Questa funzione necessita del "4NEC2X". Per cui in futuro iniziare i lavori lanciando sempre questo programma.



Chiudere 4NEX2 e lanciare 4NEC2X. Usare di nuovo il file "example2.nec" e ripetere la simulazione del Campo Lontano. Quindi premere F9 per lanciare il visualizzatore 3D e si otterrà la finestra qui sopra.

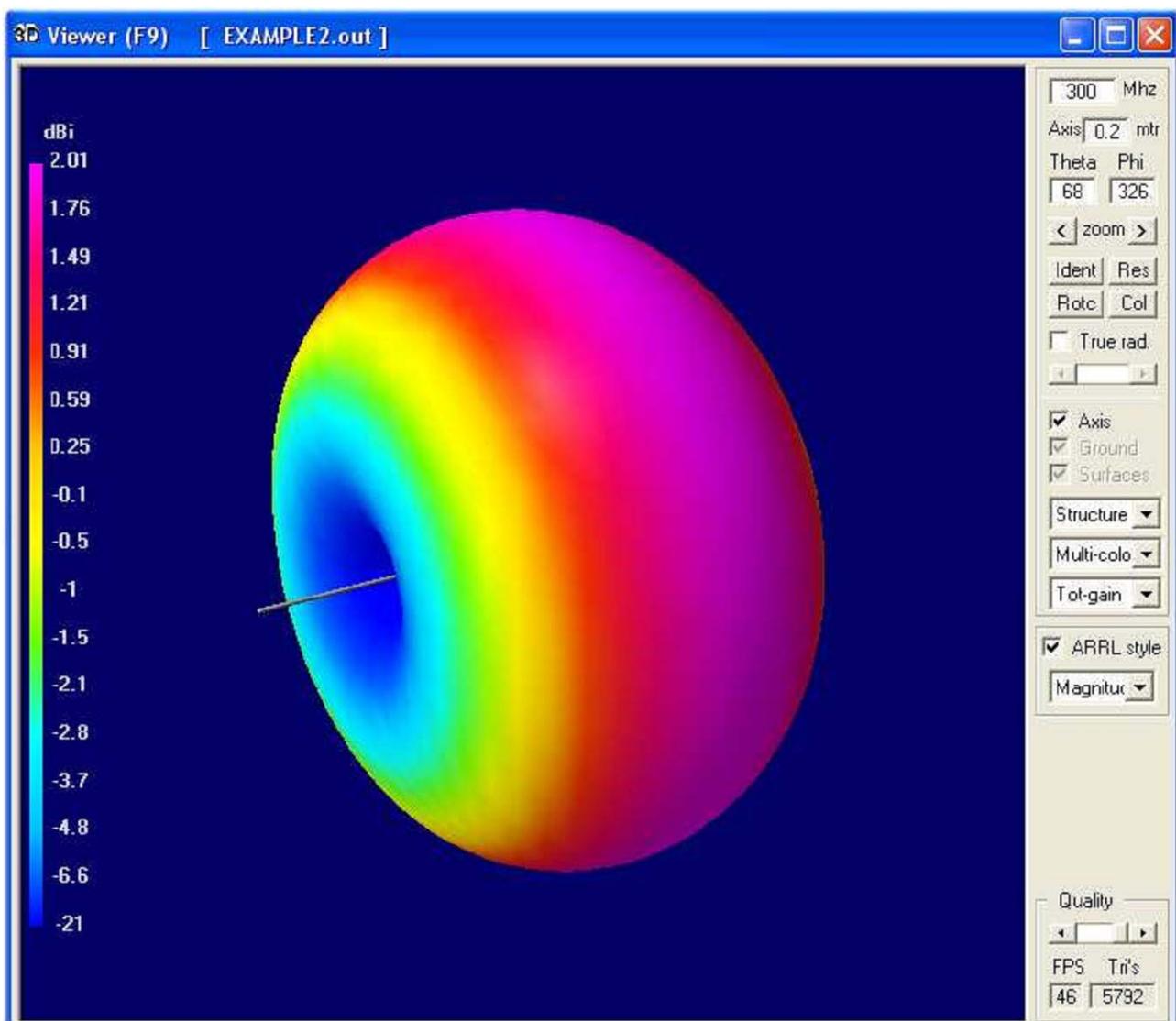
Tenere premuto il tasto sinistro del mouse e muoverlo leggermente in tutte le direzioni. Questa operazione varia l'angolo di azimut ed elevazione del diagramma. Il risultato è tale che sembra di volare in elicottero attorno all'antenna.

Provare ad usare i seguenti tasti:

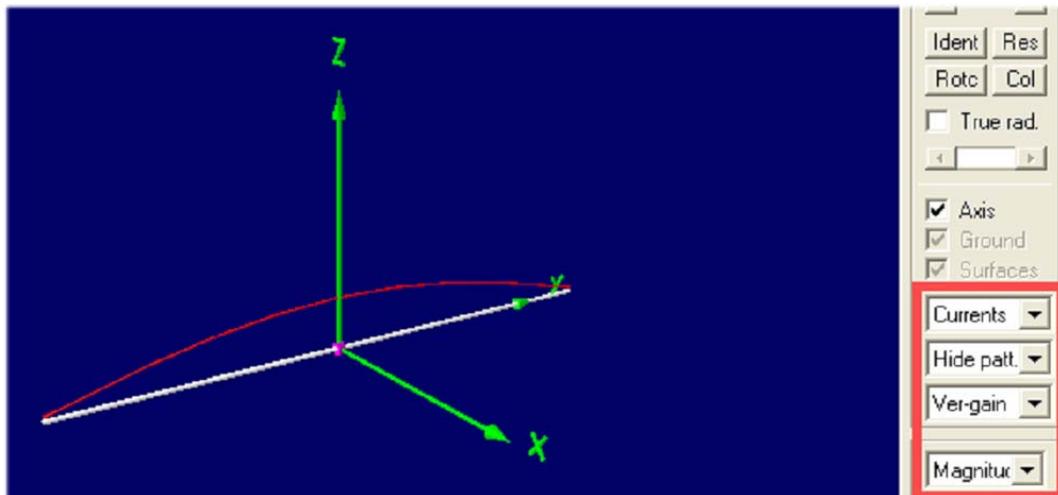
- "Ident" - si usa per identificare e contrassegnare un segmento desiderato dopo aver inserito il numero del segmento stesso.
- "Res" - ossia *reset*, per riportare alla posizione iniziale l'intero diagramma 3D.
- "Rotc" - si usa per definire un segmento quale centro di rotazione.
- "Col" - richiama il menu per cambiare i colori.



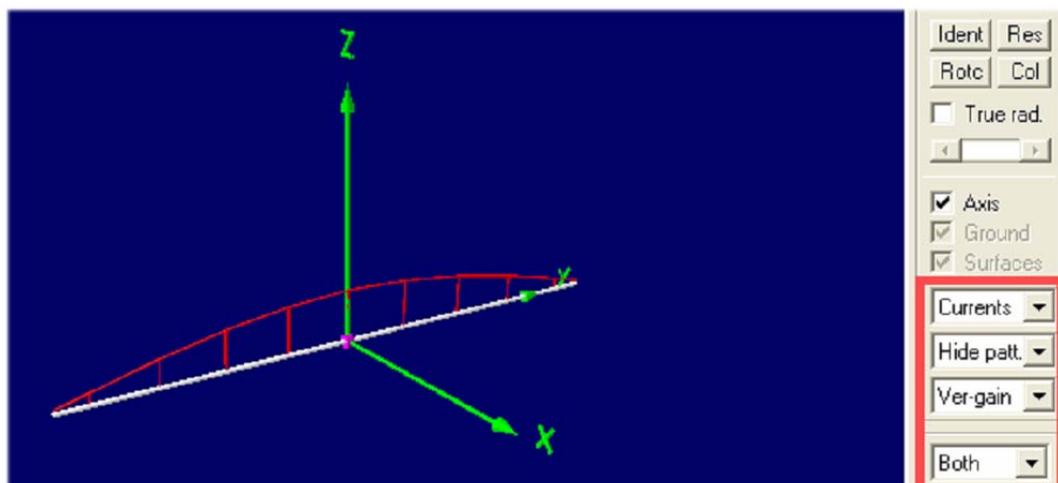
Continuare con la attuale presentazione in 3D del diagramma di radiazione dell'antenna. Scegliere queste regolazioni come nella figura a destra, ottenendo il diagramma sottostante, il quale può essere ruotato come il precedente.



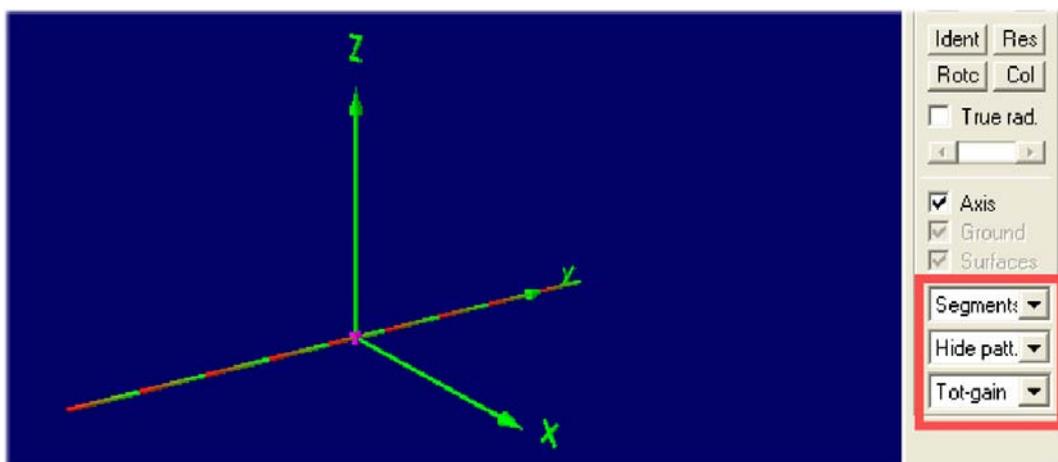
Qui di seguito alcune presentazioni che possono essere d'interesse per molti utenti



Qui la distribuzione della corrente sul conduttore dell'antenna



Con in aggiunta la distribuzione della fase

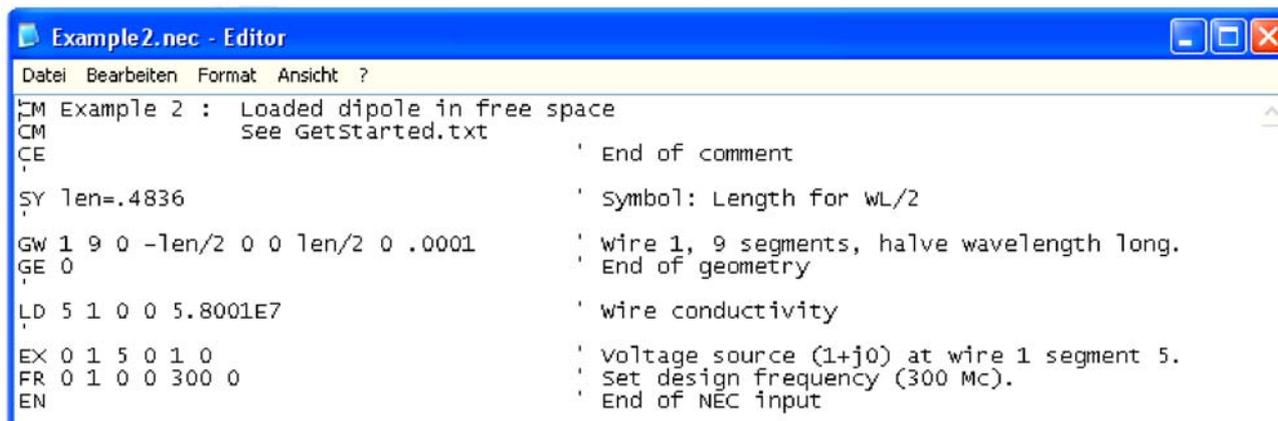


oppure possono essere resi visibili tutti i segmenti. Provare da sé tutte le possibilità offerte, anche se ci vuole tempo.

5.3. Apertura del file NEC con il Notepad Editor

Andare al Main Menu (F2), aprire "settings" e scegliere "Notepad editor". Quindi premere F6 per aprire il file NEC dell'antenna prescelta.

È necessario non saltare a piè pari questo capitolo, perchè per modificare, mettere a punto o analizzare i messaggi di errore è necessaria una approfondita analisi dei dettagli di un file NEC.



```
Example2.nec - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
CM Example 2 : Loaded dipole in free space
CM          See GetStarted.txt
CE          ' End of comment
SY len=.4836          ' symbol: Length for WL/2
GW 1 9 0 -len/2 0 0 len/2 0 .0001          ' wire 1, 9 segments, halve wavelength long.
GE 0          ' End of geometry
LD 5 1 0 0 5.8001E7          ' wire conductivity
EX 0 1 5 0 1 0          ' voltage source (1+j0) at wire 1 segment 5.
FR 0 1 0 0 300 0          ' Set design frequency (300 Mc).
EN          ' End of NEC input
```

Ogni riga del codice NEC inizia con una abbreviazione (ossia il nome della scheda) e descrive in breve la funzione della riga di istruzioni.

Attenzione: nella finestra principale, nel menu di aiuto, si trova una "NEC short reference", una tabella riassuntiva parziale delle schede del codice NEC.

Ora si esaminerà ogni riga delle istruzioni.

Riga 1 e 2: "CM" inizia una riga di commento con un massimo di 30 caratteri ciascuna.

Riga 3: "CE" indica il termine delle righe di commento.

Riga 4: "SY" sta per "simbolo" e questa è sempre una variabile (qui lunghezza = len=0,4836). Fare attenzione: tutti i valori di lunghezza in un file NEC sono dati e calcolati in metri. Le correzioni possono essere effettuate usando una scheda aggiuntiva, "GS" (geometry scaling) ad esempio quando si usano i piedi invece che i metri. Questo fattore di scala è applicato all'intera struttura.

Riga 5: "GW" = Geometria del conduttore. Diamo un'occhiata in dettaglio ai dati inseriti in questa riga.

La riga inizia con "1" che sta per numero assegnato al conduttore, 1
"9" indica che il conduttore è diviso in 9 Segmenti.
"0 / -len/2 / 0" sono le coordinate xyz del punto di partenza del conduttore.
L'unità di lunghezza è espressa sempre in metri.
"0 / len / 2 / 0" sono le coordinate xyz del punto dove termina il conduttore.
".0001" è il raggio del conduttore in metri.

Riga 6: "GE" fine delle informazioni sulla geometria, seguite da un numero che
descrive il piano di terra.
"0" significa nessun piano di terra, ossia spazio libero².
"-1" o "1" rappresenta il piano di terra, ma i dettagli devono essere inseriti in
una apposita scheda per il terreno. (scheda GN).

Riga 7: "LD" "carico di un segmento". Usare l'aiuto breve del NEC ed il manuale
dello stesso reperibile in rete per avere informazioni complete.
"5" = solo in questo esempio, "LD5" è usato per inserire la conduttanza del
materiale metallico dell'antenna
"1" = conduttore numero 1
"0 0" sono due campi liberi
"5.8001E7" è la conduttività del rame in mho/m (ossia in siemens/m,
 $S = 1/R/m$).

Riga 8: "EX" = Eccitazione.
"0" = indica l'uso di una sorgente di tensione per l'eccitazione.
"1" = eccitazione sul conduttore numero 1 (= tag 1)
"5" = eccitazione sul segmento 5 del conduttore 1
"0" = campo vuoto
"1 0" = parte reale ed immaginaria della tensione complessa applicata ($1 + j0$).
Quindi in questo caso è applicata una tensione reale di 1 volt.

Riga 9: "FR" = Frequenza di lavoro stabilita.
Normalmente se si usa la scansione e questa deve essere programmata.
È necessaria qualche informazione solo se è prevista una frequenza fissa:
"0" = scansione lineare in frequenza ("1" da una scansione logaritmica).
"1" = nella scansione è previsto un unico intervallo di frequenza.
"0 0" = questi sono due campi vuoti.
"300" = valore di frequenza iniziale (300 MHz).
"0" = da un valore della scansione pari a zero MHz.

Riga 10: "EN" = fine del *file* dati NEC

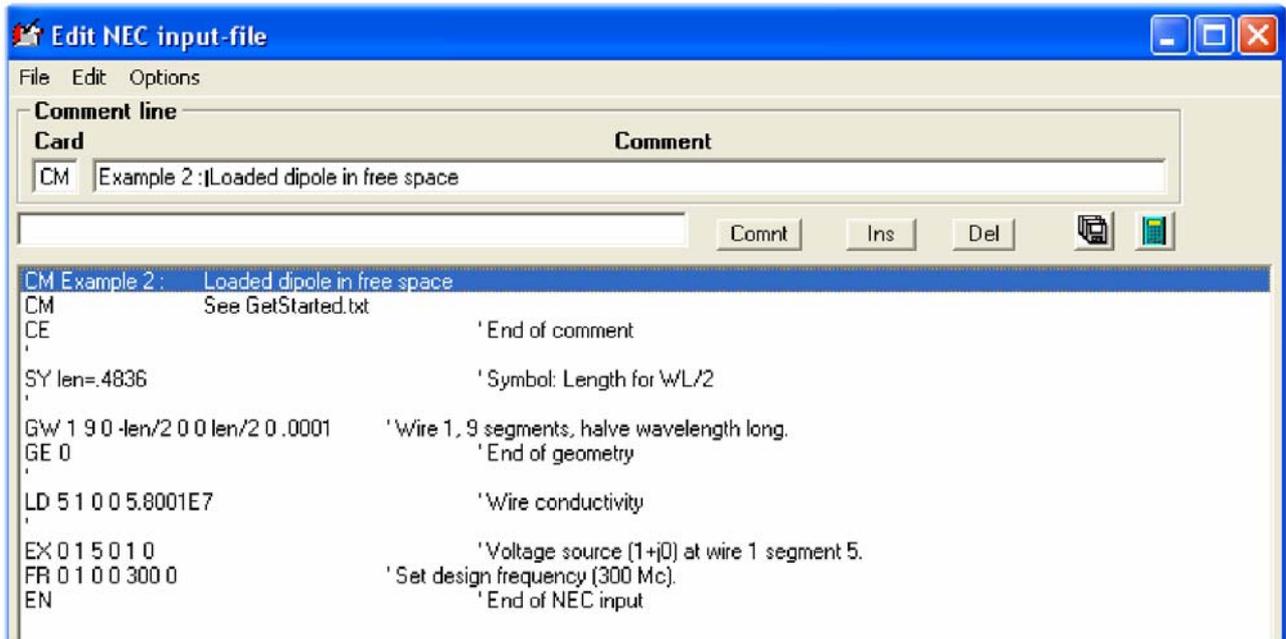
² Lo "spazio libero" è una situazione quasi impossibile da ottenere su questa Terra, almeno in HF e per un radioamatore.

5.4. Uso del Editor del 4NEC2

Attenzione: Come già menzionato è possibile la scelta tra la precedente e la nuova versione (si trova alla voce "settings" del *Main Menu*).

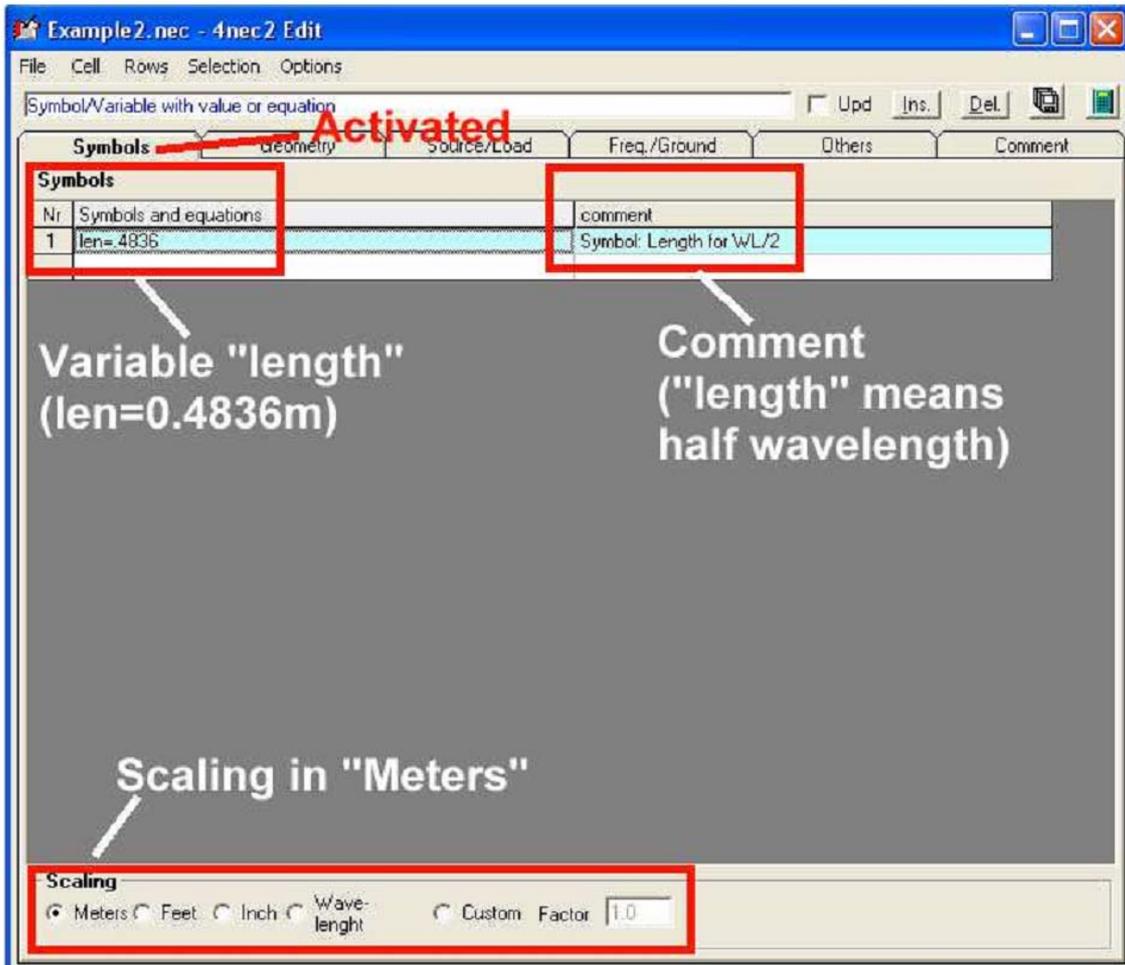
5.4.1. Usare la precedente versione del Editor 4NEC2

Nessun problema, è come usare il *Notepad* in un ambiente moderno, ma questa versione è obsoleta.



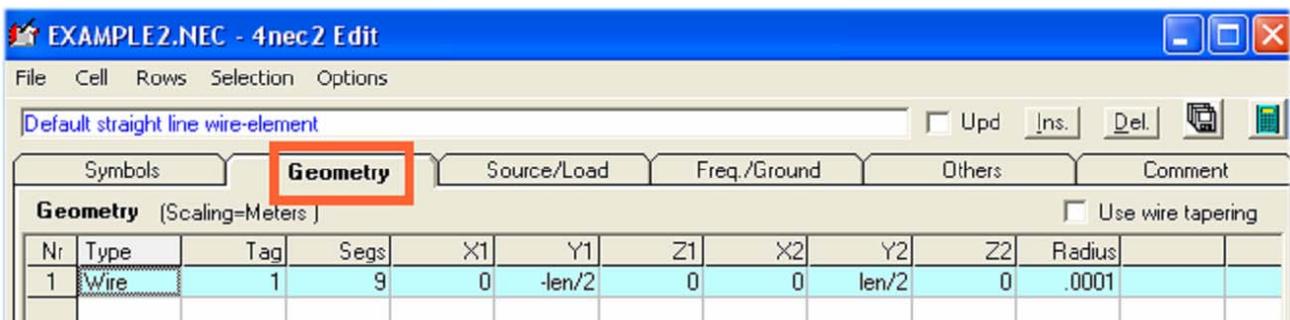
5.4.2. Il nuovo programma per la scrittura dei file per 4NEC2

Il compilatore testuale può essere lanciato premendo direttamente i tasti **Ctrl + F4** o aprendo "Settings" nel Main Menu e selezionando la voce: "NEC Editor (new)" o anche in seguito premendo il tasto "Edit / Open Input NEC File" (il sesto tasto da sinistra).



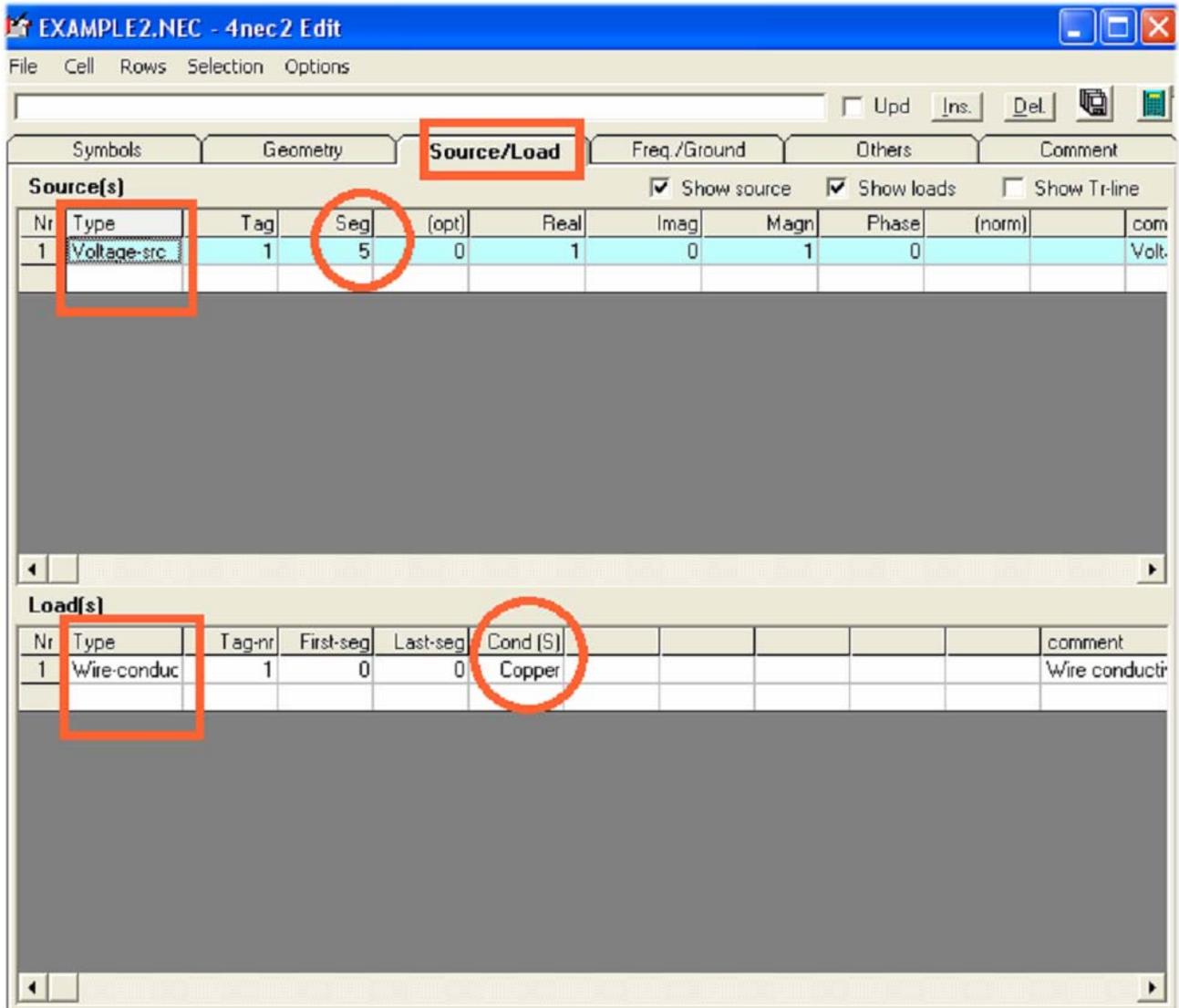
Questa sopra è la prima scheda chiamata "Symbols"

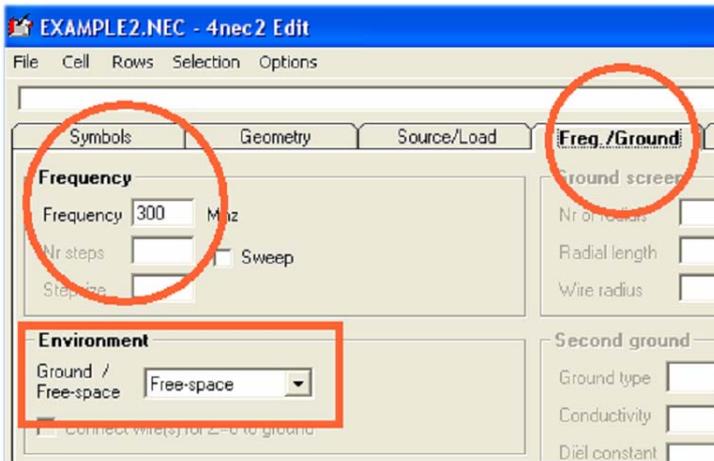
Tutti i conduttori usati e le relative proprietà sono elencate sulla scheda successiva (vedere sotto) "Geometry" (numero del conduttore, *Tag Number* / numero dei segmenti, *Segs* / coordinate xyz dell'inizio e del termine del conduttore, $x1-y1-z1$; $x2-y2-z2$ / raggio del conduttore in metri, *Radius*).



Nella scheda "Source/Load" si noti che una sorgente di tensione reale (magnitudo = 1V) è connessa al Tag 1 / Segment 5.

(Da ricordare: Nella scheda "LD" nel vero file dati NEC c'era un solo punto dove era indicata la conduttanza del conduttore di rame).

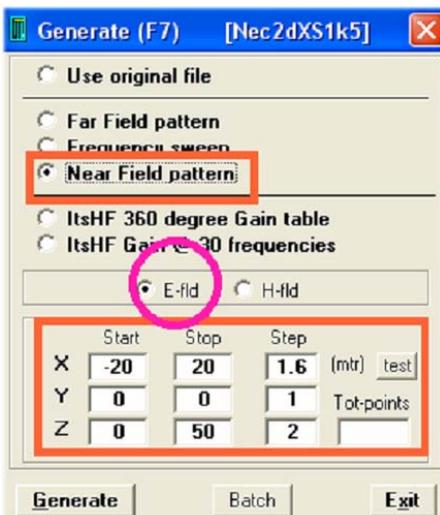




Infine devono essere inserite le informazioni per la frequenza di funzionamento e la scansione.

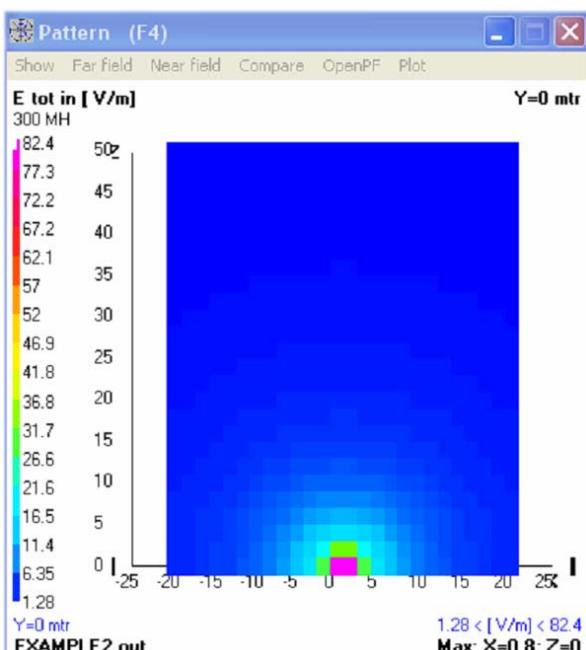
Nessun problema per la simulazione alla frequenza fissa di 300 MHz ed il dipolo posto nello spazio libero (si ricorda che questa situazione è impossibile da ottenere su questa Terra, tanto meno in HF).

5.5. Simulazione del Campo Vicino



Aprire la finestra "Main" (F2) e premere (F7). Quindi scegliere "Near Field Pattern" e "E-Field" e controllare i dati inseriti. Questa è la funzione eseguita:

Calcolare la distribuzione del Campo-E(lettrico) per $Y=0$ (= centro del dipolo visto nella direzione del conduttore dell'antenna e dividendo l'asse "X" da -20m a +20m in passi da 1,6m e l'asse "Z" da 0 a 50m in passi da 2m.

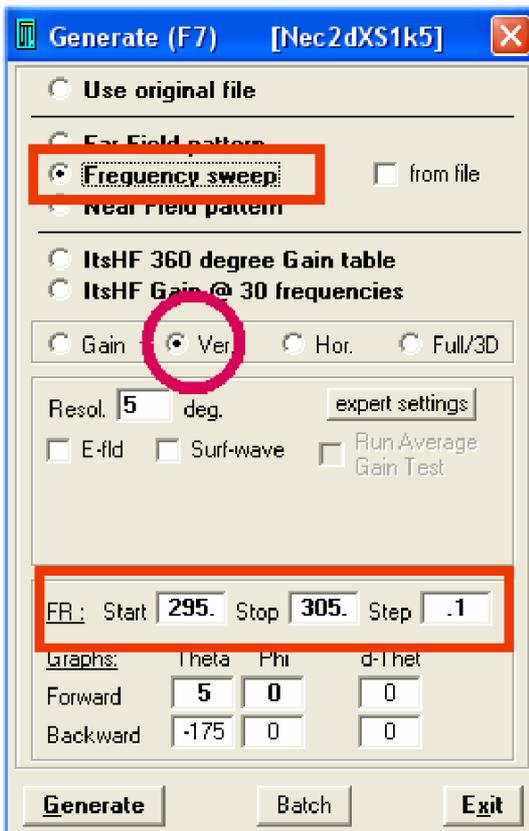


Questo è il risultato della simulazione.

Importante: La distribuzione del campo è calcolata in base ad una potenza di 100 W (Vedere nel menu "Settings" e quindi "Input Power" per variare le condizioni).

Ricordare: Questo livello di potenza è usato anche per simulare la distribuzione della corrente sul conduttore che costituisce l'antenna.

5.6. Scansione del ROS e del coefficiente di riflessione d'ingresso



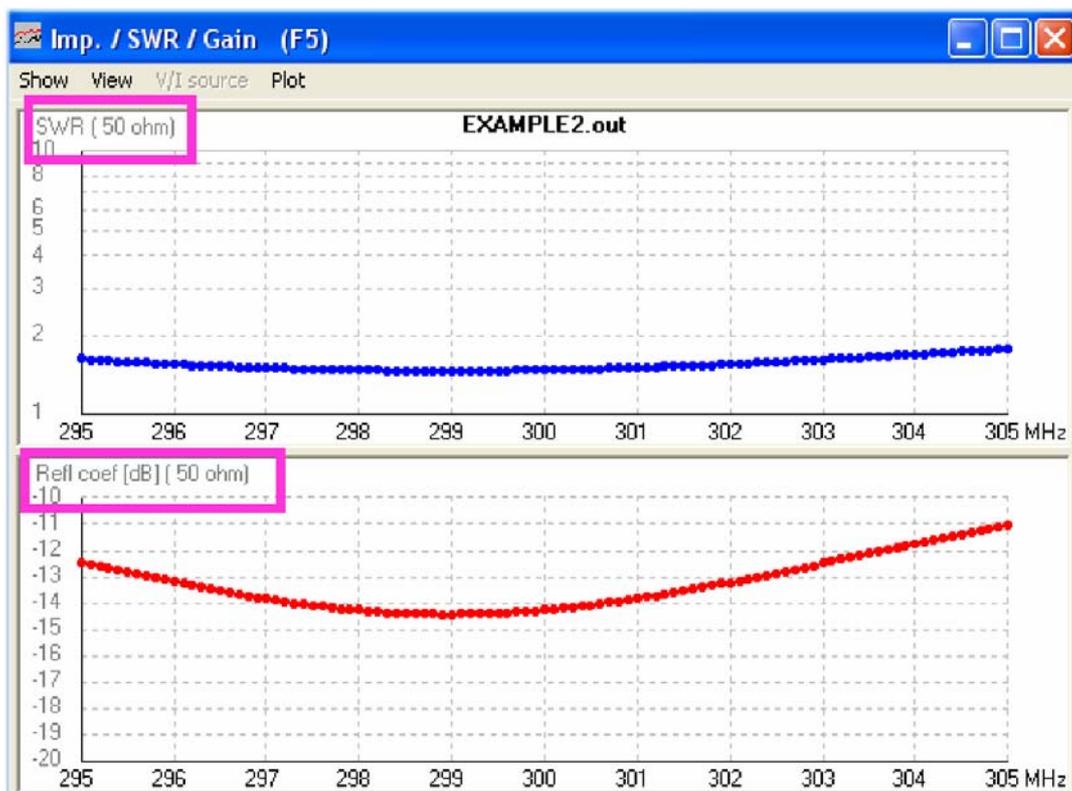
Premere F2, quindi F7, scegliere "Frequency Sweep".

Inserire la gamma di scansione da 295 a 305 MHz nelle caselle nella parte bassa del menu.

Inserire un passo di scansione di 0,1 MHz (usare il punto della tastiera numerica per le cifre decimali)

Scegliere "Ver" (= vertical pattern) e lanciare il calcolo col tasto "Generate".

Il risultato della simulazione è visibile nella figura successiva qui sotto.



6. Il vostro primo progetto: Dipolo per 300 MHz su terreno reale

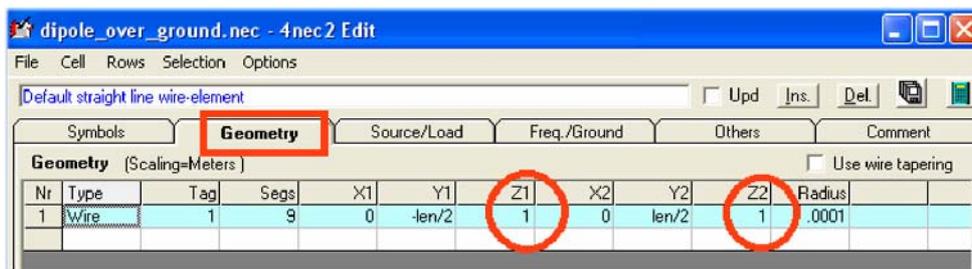
6.1. Modifiche del file dati NEC

Il modo più facile per farlo è quello di usare il file dati NEC dell'esempio precedente e modificarlo:

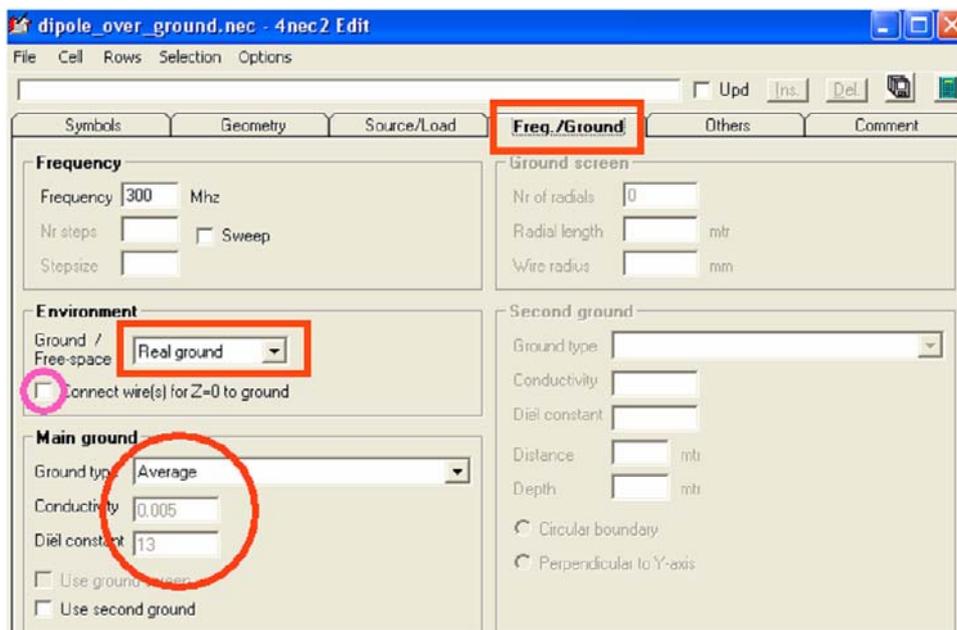
- il dipolo ora giace ad un metro dal terreno e
- nei calcoli sarà considerato un terreno reale.

Prima di tutto creare una cartella per i propri progetti (ad es. "miei progetti") e lì dentro creare una sottocartella per questo nuovo progetto ("dipolo su terreno"). Quindi copiare il file dati NEC dell'ultimo esempio nella nuova sottocartella e cambiargli il nome in "dipolo_su_terreno.nec". Lanciare il 4NEC2X e scegliere il nuovo tipo di *Editor* di 4NEC2 nel menu "Settings". Aprire il nuovo file "dipolo_su_terreno.nec" (premendo F6).

Per prima cosa inserire nella scheda geometria l'altezza delle estremità del dipolo nella variabile $z=1m$.



Quindi selezionate "Freq./Ground". Scegliete "Real Ground" e "Average". Lasciate il campo "Connect the wire for Z=0 ground" libero. (vedere la figura qui sotto)



Ora aprire il *file* dati col *Notepad* ed osservate le modifiche effettuate:

```

CM Example 2 : Loaded dipole 1m above ground
CM
CM
CM
CM
CE
SY len=.4836 'symbol: Length for wL/2
GW 1 9 0 -len/2 1 0 len/2 1 .0001 'wire
GE -1
LD 5 1 0 0 58000000 'wire conductivity
GN 2 0 0 0 13 0.005
EK
EX 0 1 5 0 1 0 'voltage source (1+j0) at wire
FR 0 0 0 0 300 0
EN

```

New height: z = 1m

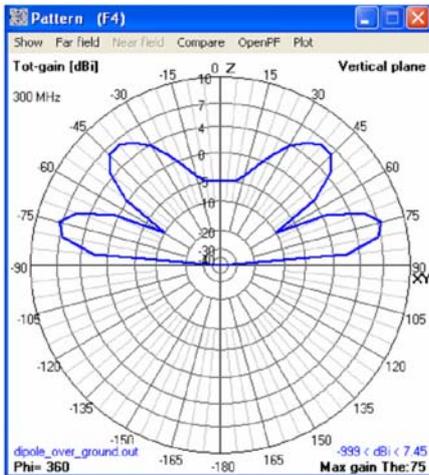
Ground present, wire-ends not connected to ground, GN card required

← Ground card

I dati inseriti nella scheda "GN Ground Card" sono facili da comprendere:

- 2 Terreno campione tipo Sommerfeld-Norton
- 13 Costante dielettrica del terreno
- 0.005 Conduttanza in mho (ovvero siemens, S, nel sistema SI)

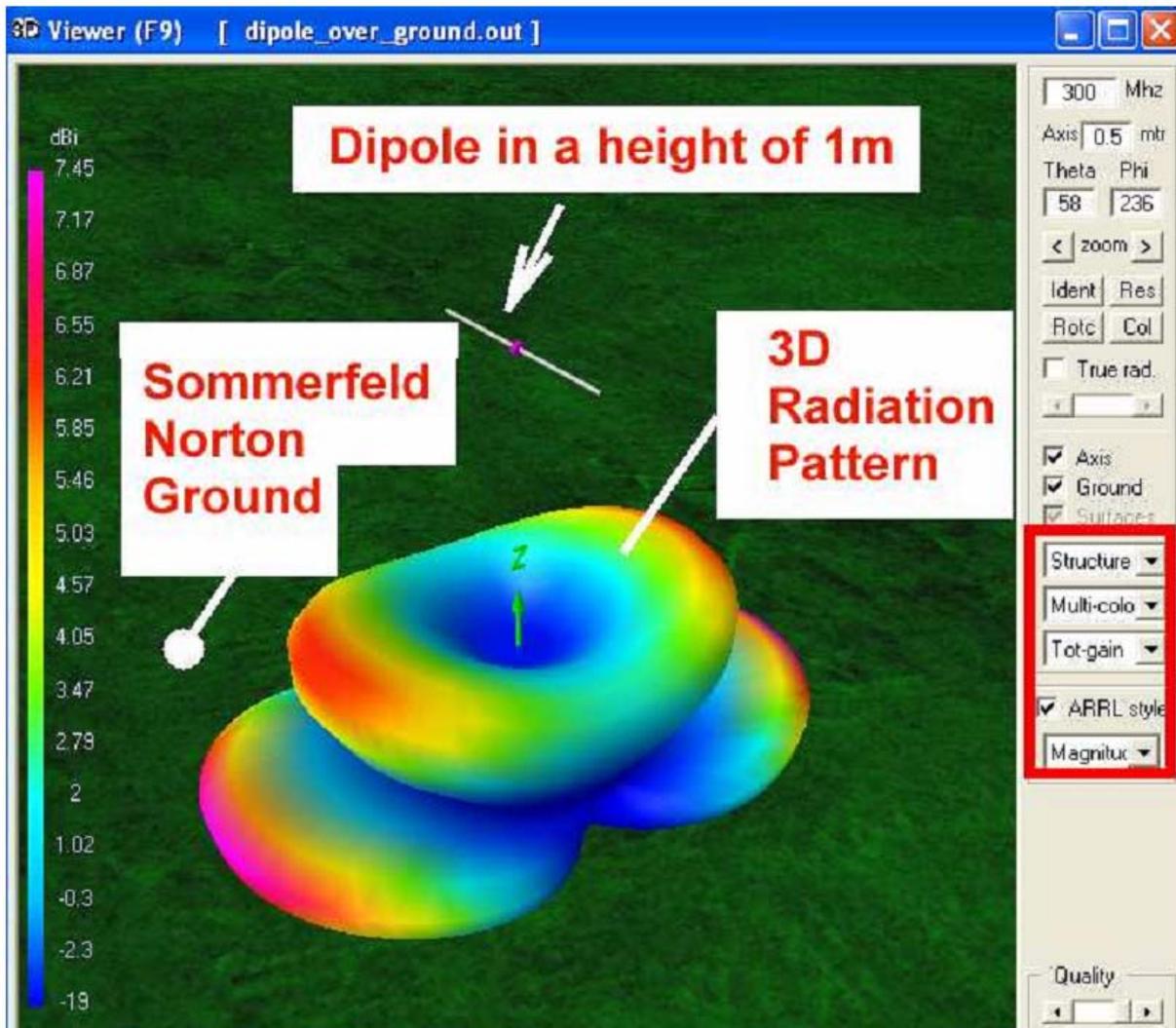
6.2. Simulazione del Campo Lontano



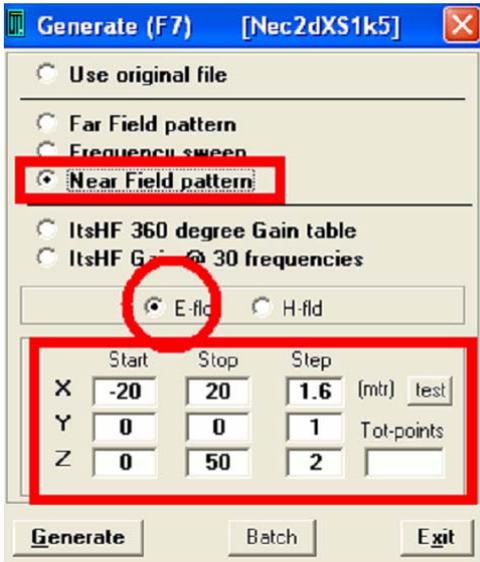
Procediamo ora con la ben nota procedura: premere F7, scegliere "Far Field Pattern" e "Full" seguito da "Generate".

Questo calcola il diagramma nel piano verticale come quello visibile qui a sinistra.

Premere F9 (o il tasto 3D nella barra del menu) e si aprirà una finestra che mostrerà la forma del diagramma di radiazione in 3 dimensioni. (Con varie scelte di visualizzazione)

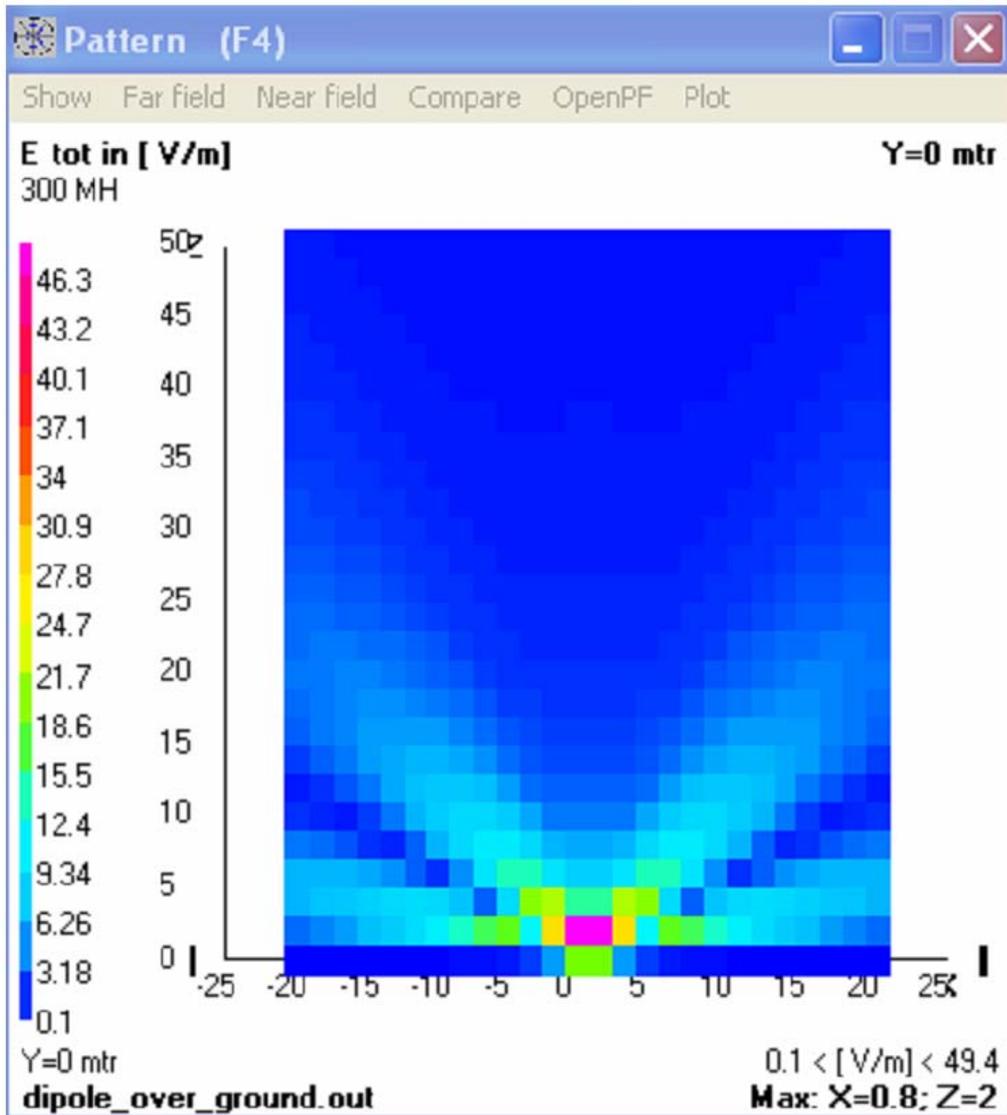


6.3. Simulazione del Campo Vicino

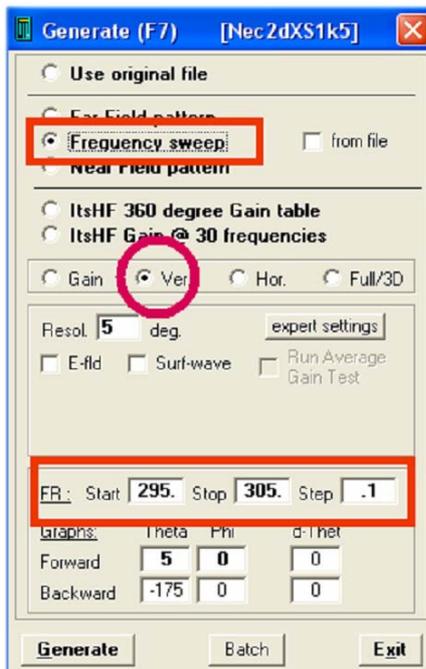


Usare queste ultime predisposizioni per ottenere ancora una volta l'intensità del campo elettrico attorno al dipolo.

La potenza considerata nel calcolo è 100 W.

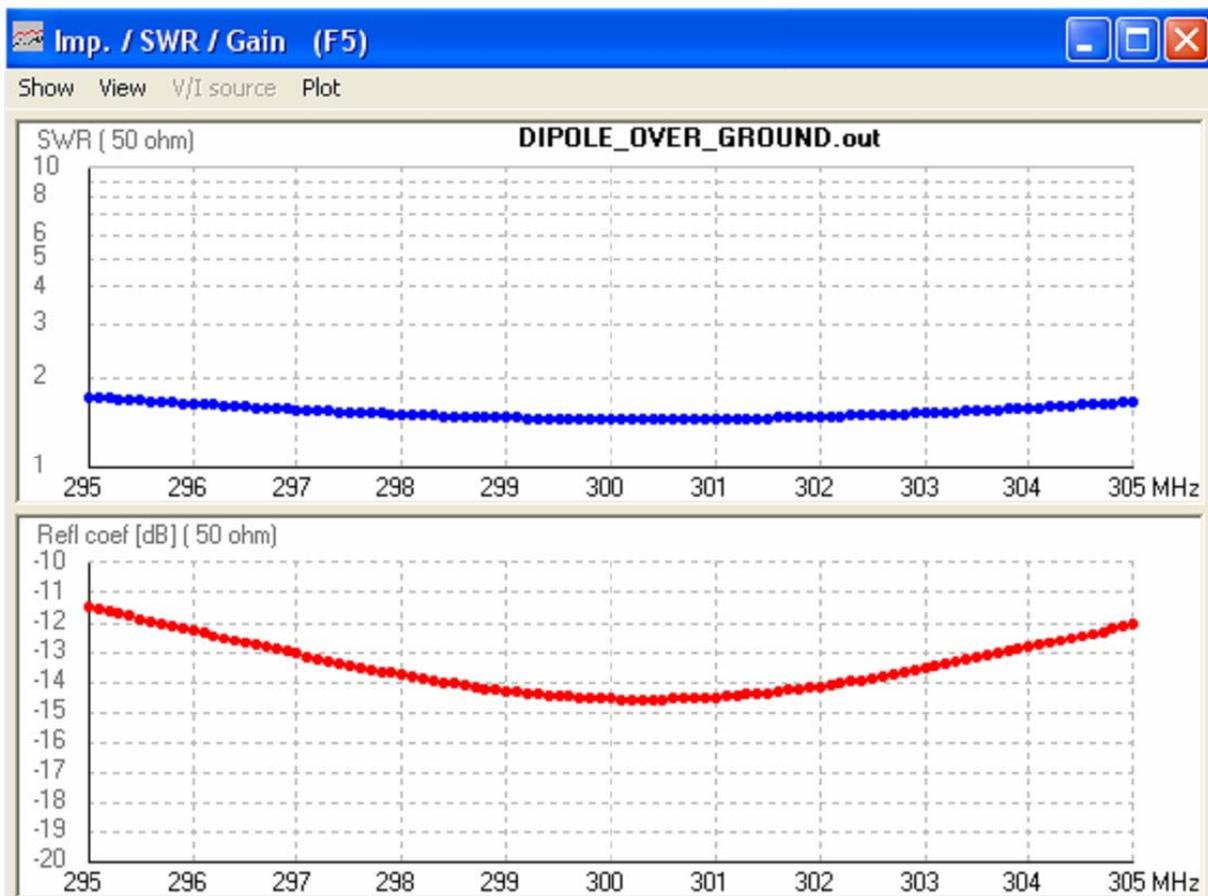


6.4. Scansione del ROS e della Riflessione d'ingresso in funzione della frequenza



Aprire questo ben noto menù con F7, scegliere "Frequency sweep" ed inserire una gamma di scansione da 295 a 305 MHz con un passo di 0,1 MHz. Scegliete "Ver", ossia Verticale e fate clic col mouse su "Generate" per lanciare la simulazione.

Dopo un certo tempo di calcolo si avrà il risultato. L'unica differenza rispetto all'ultimo capitolo è un aumento della frequenza di minima riflessione di 1,5 MHz.



7. Secondo progetto: Dipolo per 300 MHz realizzato con materiale reale

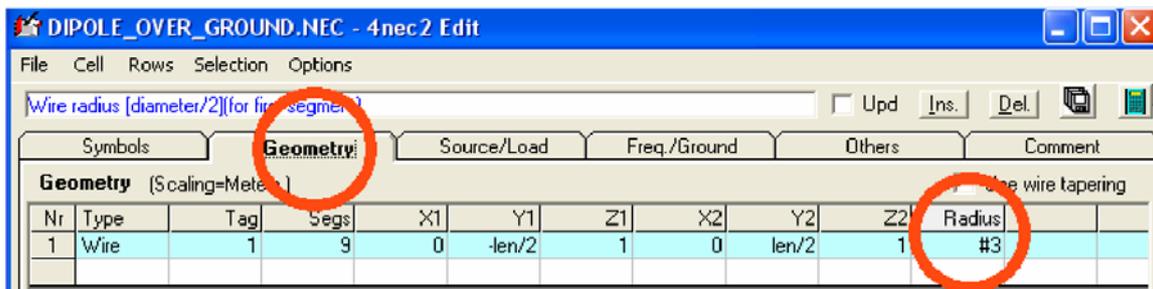
7.1. Il problema del diametro del conduttore

```
Symbols - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
! Default SY(mbolos)/constants
Pi=3.14159265358979
! AWG wire radi in mm's
#0=8.2525mm/2
#1=7.3482mm/2
#2=6.5430mm/2
#3=5.8268mm/2
#4=5.1892mm/2
#5=4.6203mm/2
#6=4.1148mm/2
#7=3.6652mm/2
#8=3.2639mm/2
#9=2.9058mm/2
#10=2.5883mm/2
#11=2.3038mm/2
#12=2.0523mm/2
#13=1.8288mm/2
#14=1.6281mm/2
#15=1.4503mm/2
#16=1.2903mm/2
#17=1.1506mm/2
#18=1.0236mm/2
#19=0.9119mm/2
#20=0.8128mm/2
```

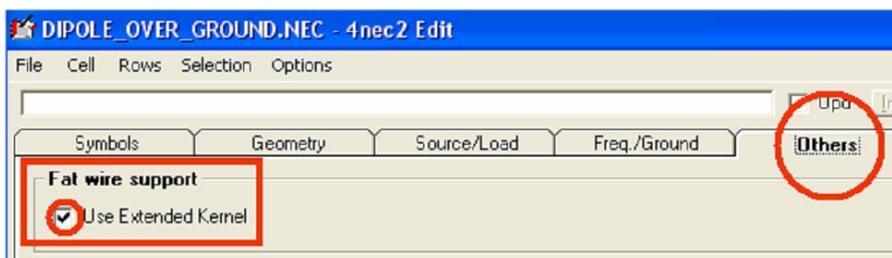
Negli esempi precedenti è stato considerato nel calcolo un conduttore infinitamente sottile. Ma in pratica per avere stabilità meccanica, si deve usare del conduttore di un certo diametro. Quando si apre "Settings" nel menu principale, nei "predefined symbols" si trova una lista di conduttori secondo il calibro anglosassone AWG (American Wire Gauge), ma anche in millimetri.

Scegliere il "#3" pari ad un diametro di 5,8 mm perché questo dà sufficiente stabilità meccanica. Aprire il file dati NEC con l'editor, inserire questo valore e salvare.

La scheda della geometria dovrà apparire come nel nuovo editor del 4NEC2 qui sotto:



Attenzione:



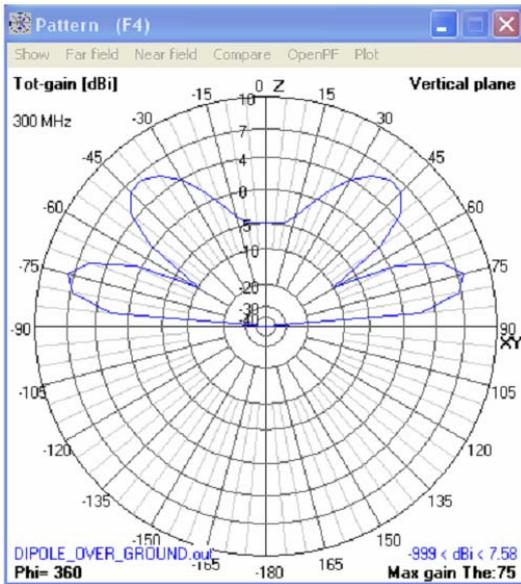
Ora si deve aprire "Others" per attivare lo "Extended Kernel" per tenere conto del reale diametro del conduttore.

Quando si controlla il file NEC col Blocco Note si vedrà una nuova scheda:

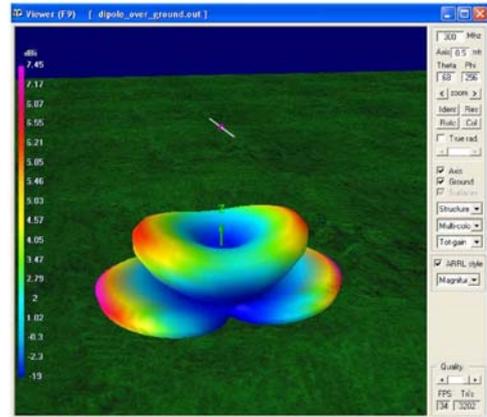
Tale scheda è chiamata "EK" (che sta per *Extended Kernel* appunto) ed in futuro questa scheda potrà anche essere aggiunta a mano col *Notepad*.

Il nuovo Editor del 4NEC2 aggiunge questa riga di codice scheda automaticamente.

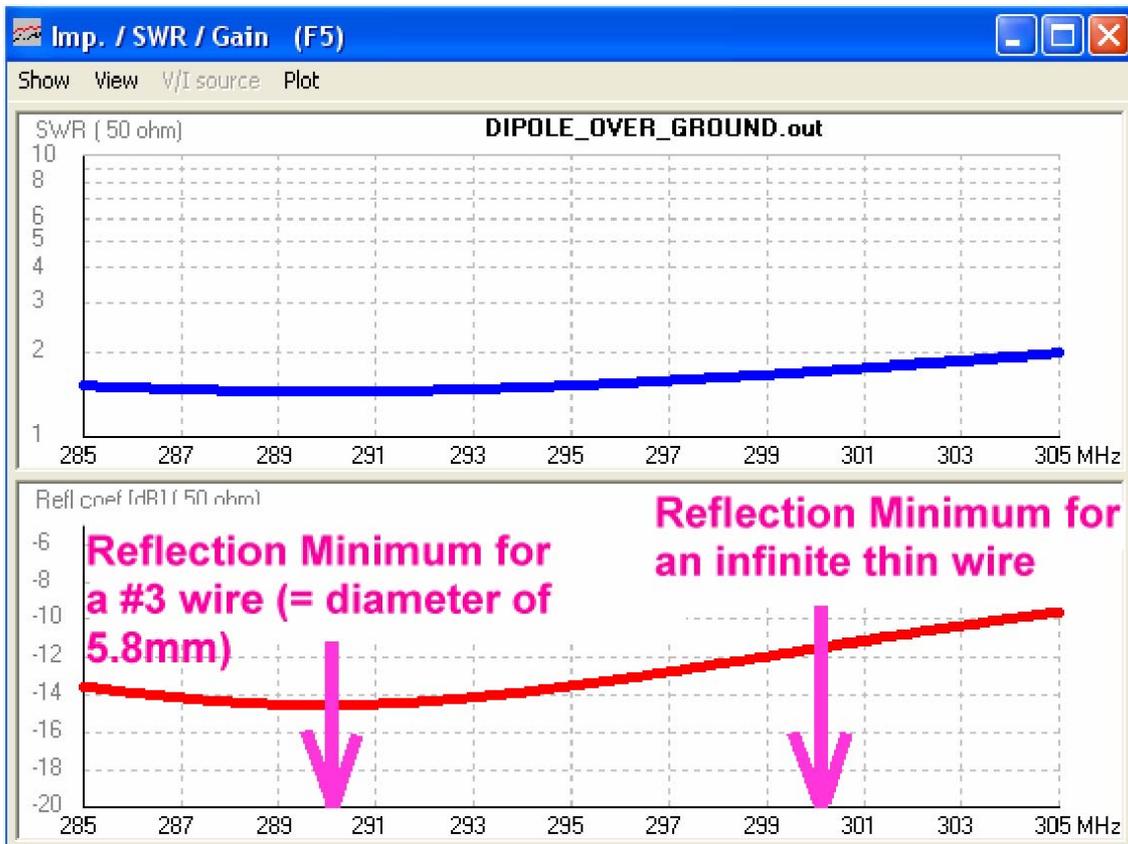
7.2. Simulazione del Campo Lontano e del Campo Vicino



Non vi sono variazioni in confronto al capitolo 6.2. (campo lontano) ed al capitolo 6.3. (campo vicino per una potenza all'ingresso di 100 W)



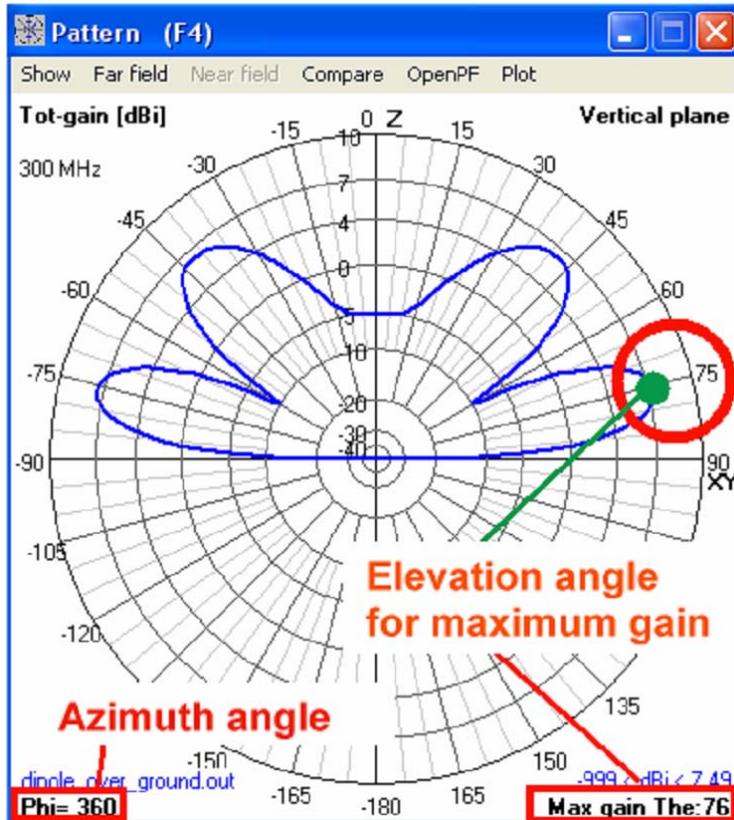
7.3. Scansione del ROS e della Riflessione all'ingresso



Questa è l'influenza del conduttore di maggior spessore. La frequenza di minima riflessione diminuisce di 10 MHz.

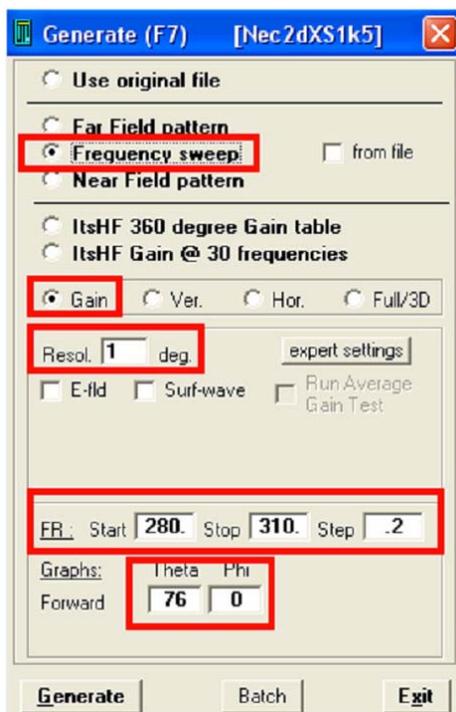
7.4. Scansione del Guadagno dell'antenna (in funzione della frequenza)

Per prima cosa ripetere la simulazione del diagramma di radiazione verticale (vedere Cap. 7.2), ma con una risoluzione angolare di 1 grado.



In questo diagramma l'angolo di elevazione per il guadagno massimo è indicato come $\Theta (\theta) = 76$ gradi.

Nell'angolo in basso a sinistra del diagramma vi è indicato un angolo di azimut di 360 gradi e ciò significa che nella finestra 3D si vede una sezione del diagramma di radiazione in 3D orientata a quest'angolo.



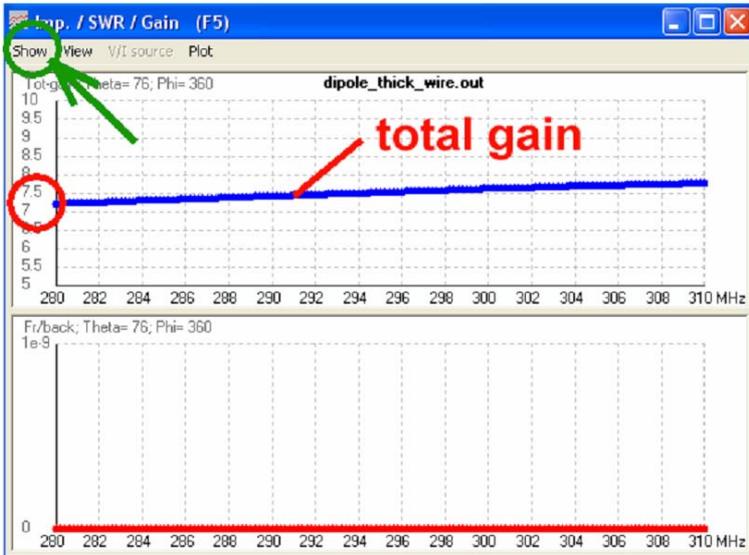
Premere F7 per inserire le seguenti scelte:

- Scansione in frequenza
- Guadagno
- Risoluzione dell'angolo di 1 grado
- Scansione da 280 a 310 MHz con un passo di 0,2 MHz (200 kHz)
- Porre Theta a 76 gradi e Phi a 0 gradi.

Ora premere "Generate".

(deselezionare l'informazione relativa nel caso non ci sia il dato "F/B" (= Rapporto Avanti/Indietro). Ignorarlo e continuare con "Generate".

Dopo il processo di simulazione si vedrà la finestra F5 con il ROS e la riflessione all'ingresso S_{11} .



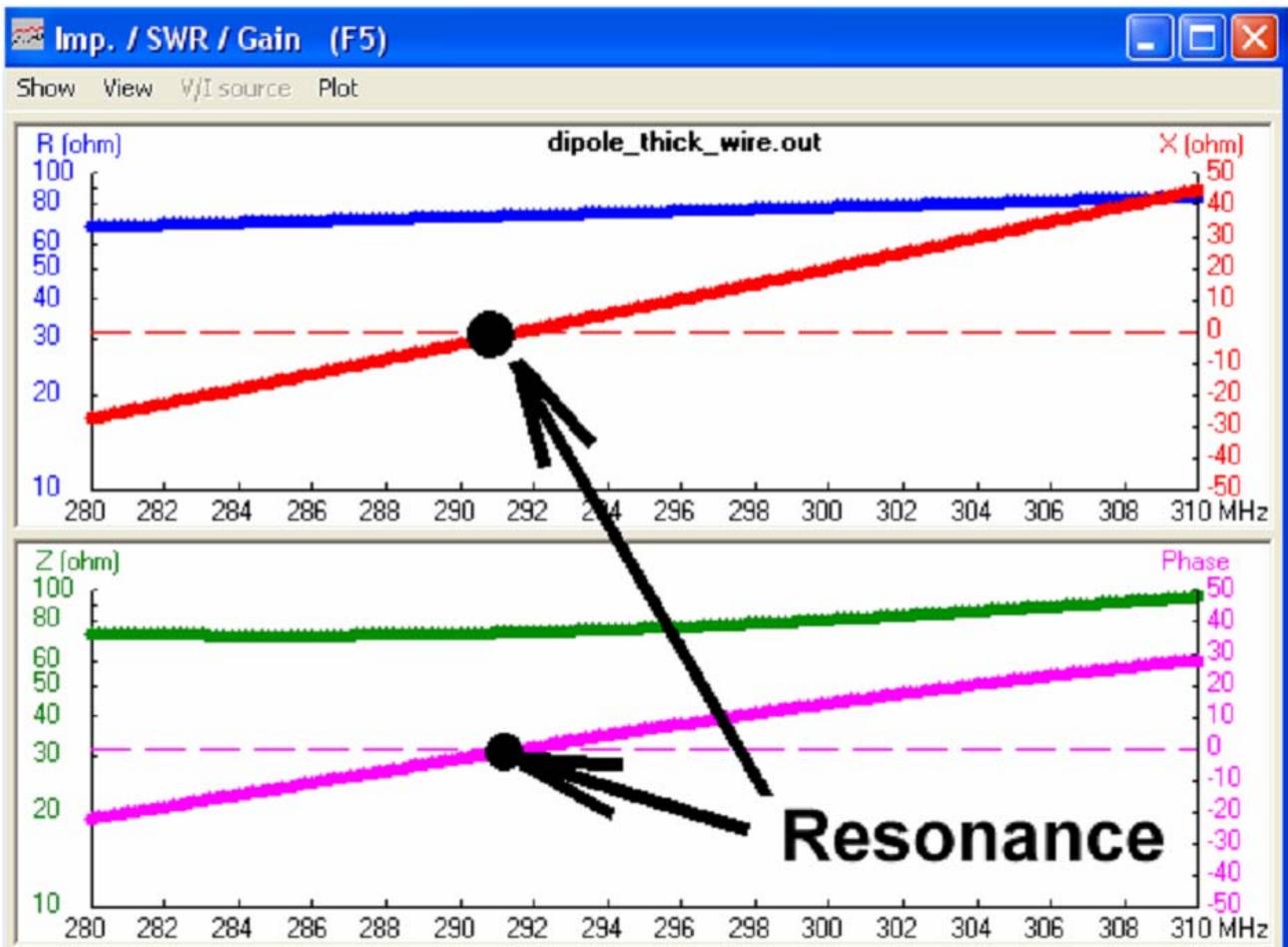
Scegliere "Show" e "Forward Gain" per avere la curva del guadagno in funzione della frequenza.

(Nel grafico inferiore si vedrà la nota "no F/B data available" se del caso).

7.5. Scansione dell'impedenza d'ingresso

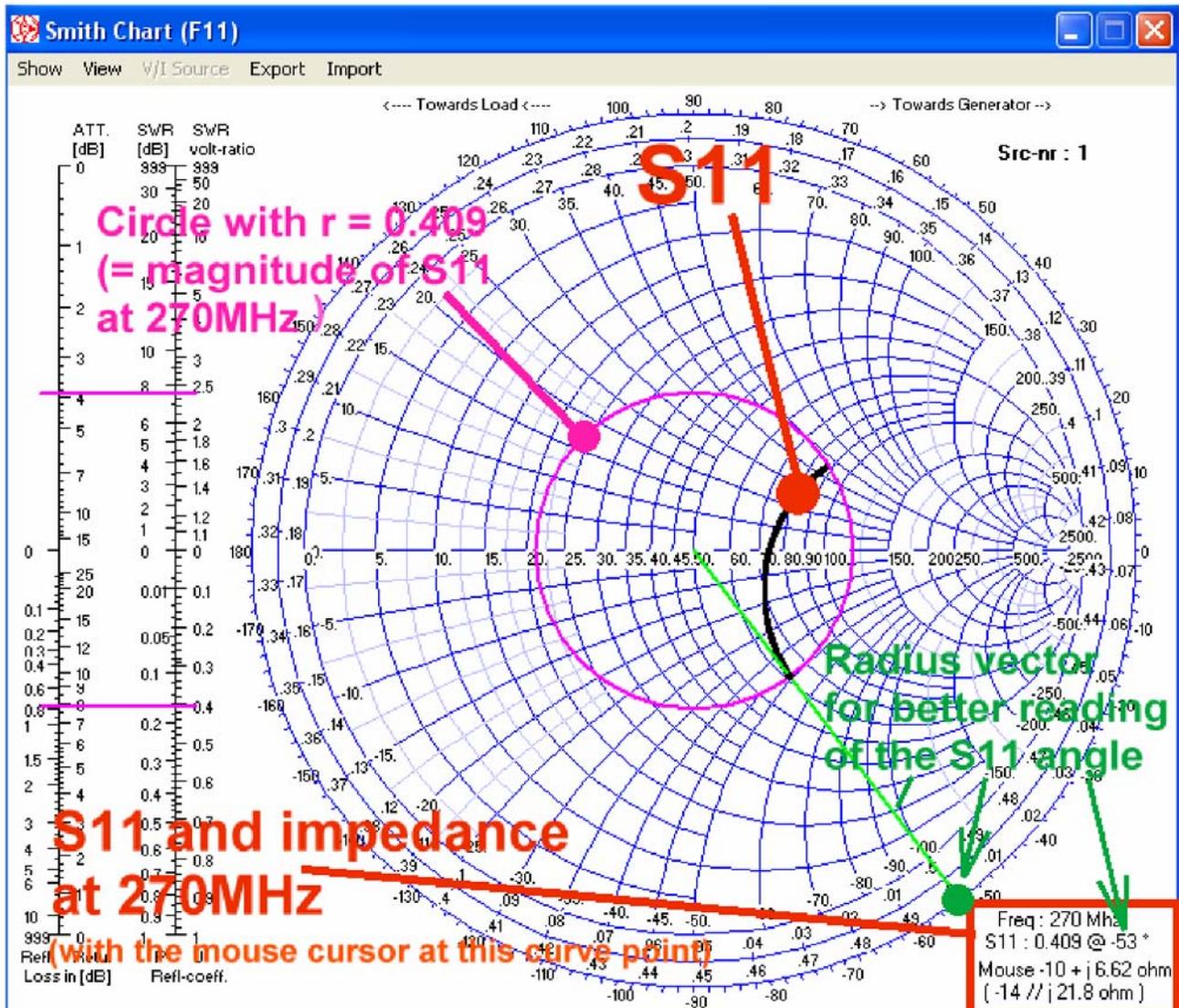
Aprire "Show" e scegliere "Imp/Phase".

Ora l'esatto valore della frequenza di risonanza può essere individuato a 291 MHz (dove $jX=0$). E come dalla teoria, l'impedenza d'ingresso ha un valore di 70 ohm. (=resistenza di radiazione).



8. Un bel giocattolo: il calcolatore del Diagramma di Smith.

Quando la simulazione è andata a buon fine il simbolo del Diagramma di Smith si evidenzia nella barra dei menu. Quindi ripetere la scansione del ROS e della riflessione all'ingresso in funzione della frequenza nell'intervallo da 270 a 310 MHz con un passo di 0,2 MHz e premere il tasto del Diagramma di Smith. Questo darà il grafico seguente.

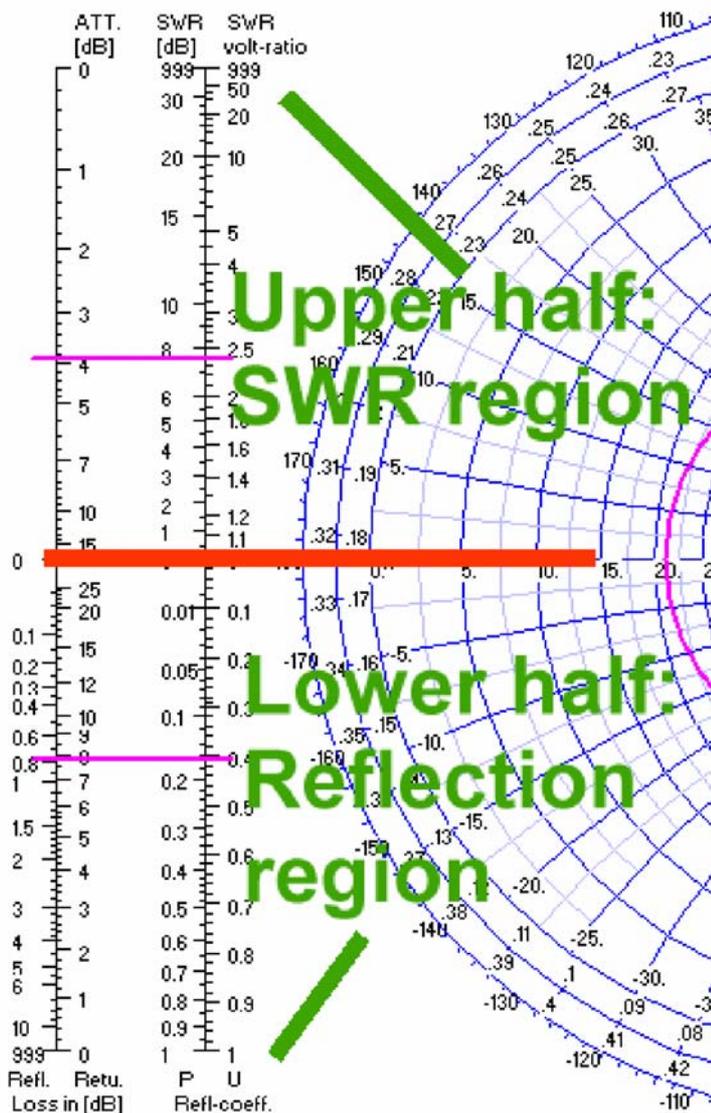


Il parametro S_{11} simulato è tracciato con una curva in nero. Nell'angolo inferiore destro dello schermo si nota la frequenza (270 MHz). Usare i tasti delle frecce destra e sinistra sulla tastiera per spostarsi nella gamma di frequenza della simulazione per leggere il valore del parametro S_{11} per la frequenza indicata.

Attenzione: L'informazione "Mouse" nella riga successiva mostra sempre il valore dell'impedenza alla posizione corrente del cursore del mouse (e non il valore convertito del parametro S_{11} della curva per la frequenza di simulazione). Quest'impedenza è mostrata sotto forma di circuito equivalente in serie ed in parallelo.

Inoltre notare la curva colore rosa ed il vettore colore verde che intersecano i punti della curva nera del parametro S_{11} . Il raggio della circonferenza dà la magnitudo del parametro³ S_{11} (qui 0,409) e questa circonferenza è il percorso seguito quando all'antenna vi è connessa una linea di trasmissione.

La fase del S_{11} è indicata dal vettore colore verde (usare le scale sulla circonferenza del diagramma di Smith).



Alla sinistra del diagramma di Smith vi sono ulteriori informazioni indicate dai cursori colore rosa.

Attenzione: Inizialmente immaginare una linea di separazione tra la parte superiore ed inferiore del nomogramma (indicata in colore rosso)

Nella parte superiore si avrà la relazione tra il reale ROS ed il rapporto di tensione del ROS.

Nella parte inferiore sono indicate le relazioni tra perdita di riflessione, perdita di ritorno, (in dB), coefficiente della potenza riflessa e coefficiente della tensione riflessa.

Nel menu di questa presentazione si trovano le voci "Export" ed "Import". Queste possono essere usate per produrre un file dati di tipo *Touchstone* (ossia un file di parametri S) per scopi di esportazione verso altri programmi o per archivio dati. La scelta da farsi è tra il formato "magnitude / phase" oppure "dB". Possono essere prodotti ed esportati anche file di parametri Z.

³ Il parametro S_{11} corrisponde alla riflessione all'ingresso.

9. Messa a punto (F12)

Che cosa vale il progetto di un'antenna senza la messa a punto? Queste operazioni possono essere eseguite premendo il tasto F12, ma prima è necessaria una certa preparazione.

Ogni dato nel file NEC che riguarda un'antenna che sarà variato dalla messa a spunto deve prima essere rimpiazzato da una variabile con un definito valore di base.

9.1. Messa a punto della lunghezza di un'antenna (il dipolo del Capitolo 7)

Obiettivo: La frequenza di risonanza del dipolo di spessore (Cap. 7) dovrebbe essere 300 MHz. È necessario fare in modo quindi, di variare automaticamente la lunghezza del conduttore finché all'ingresso dell'antenna, a 300 MHz, si possa misurare solo una resistenza, ovvero $jX=0$.

Punto 1: Aprire il file NEC col *Notepad* e porre il valore inserito della variabile "len" a 0,465 metri. Ora la riga di codice apparirà così:

```
SY len=0.465
```

Punto 2: Il file NEC ora apparirà come segue.

```
CM      Loaded dipole above Sommerfeld ground
CM      Thick wire used (#3)
CE      End of comment

SY len=0.465           `Symbol: Length = 0.465m for WL/2

GW 1 9 0 -len/2 1 0 len/2 1 #3 `Wire 1, 9 segments, halve wavelength long, 1m above ground,
`wire gauge: #3

GE -1                 `Geometry data entering finished. Ground used, ends of wires
`not connected to ground. GN ground card necessary

LD 5 1 0 0 58000000   `Wire conductivity

GN 2 0 0 0 13 0.005   `Sommerfeld ground, er = 13, conductivity = 0.005 mhos / m

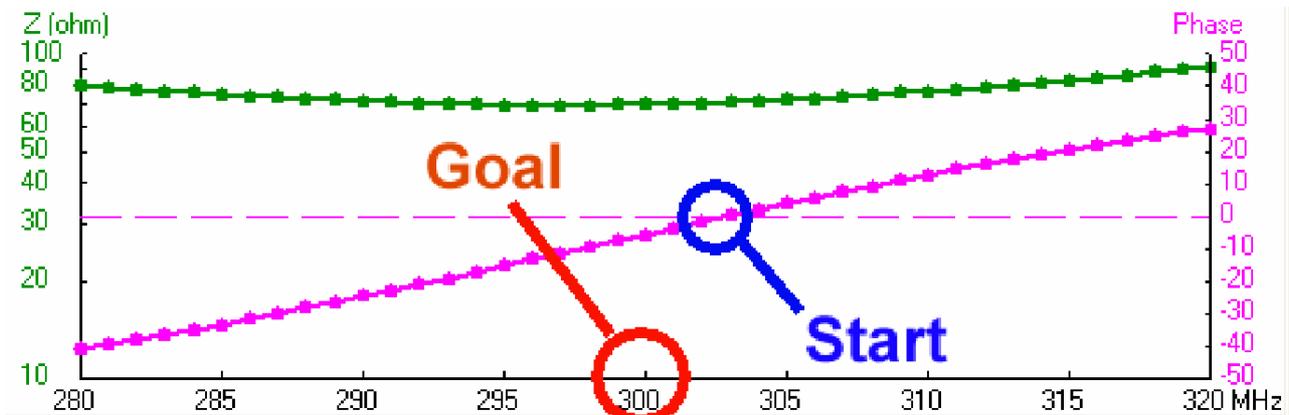
EK                   `Extended wire kernel used.

EX 0 1 5 0 1 0       `Voltage source (1+j0) at wire 1 segment 5.

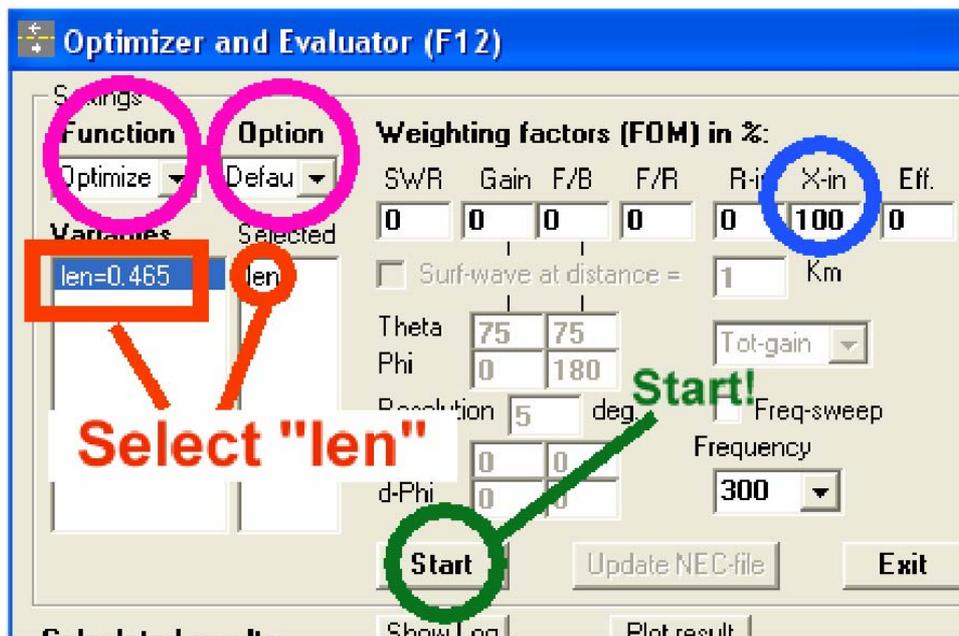
FR 0 0 0 0 300 0     `No sweep, frequency = 300MHz

EN                   `End of NEC file
```

Punto 3: Per prima cosa usare una scansione in frequenza dell'impedenza d'ingresso da 280 a 320 MHz per evidenziare lo scopo della messa a punto.

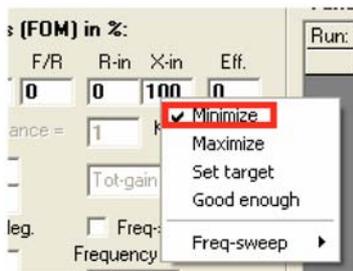


Punto 4:



Premere F12 e controllare nell'angolo superiore sinistro del menu che siano selezionati "Optimize" e "Default". Quindi scegliere la variabile (facendo clic col mouse nella lista) che dovrà essere variata per la messa a punto. In questo esempio si avrà solo la variabile "len" e questa potrà essere attivata da un click di mouse sul suo nome. Ma controllare ora che sia presente sotto "Selected".

Infine scegliere lo scopo della messa a punto. È possibile mettere a punto più di una proprietà dell'antenna ma in questo caso ad ogni proprietà deve essere associata una cifra di merito in % (nel cerchio blu nella figura).



Importante:

Fare clic col tasto destro nella finestra "X-in" col suo valore inserito del 100% per avere questo menu aggiuntivo. Lì scegliere "minimize" come scopo della messa a punto.

Infine premere "Start" ed attendere.

Calculated results:

Run:	SWR	Gain	F/B	F/R	R-in	X-in	Eff.	Res. %	Step %
3-4	1.4596	0	0	0	72.845	2.2714	99.91	-0.02	0.4
4-1	1.4661	0	0	0	73.083	2.9357	99.91	-7e-3	0.1
4-2	1.4535	0	0	0	72.609	1.6094	99.91	7.e-3	0.1
4-3	1.4472	0	0	0	72.335	0.9401	99.91	7.e-3	0.1
4-4	1.4421	0	0	0	72.102	0.2782	99.91	7.e-3	0.1
4-5	1.4375	0	0	0	71.87	-0.381	99.91	-1e-3	0.1
5-1	1.4421	0	0	0	72.102	0.2775	99.91	1.e-3	0.1
5-2	1.4366	0	0	0	71.928	-0.217	99.91	2.e-3	0.025
5-3	1.4397	0	0	0	71.986	-0.052	99.91	2.e-3	0.025
5-4	1.4409	0	0	0	72.043	0.1121	99.91	-6e-4	0.025
6-1	1.4421	0	0	0	72.102	0.2782	99.91	-2e-3	0.025

Variable Values:

Run:	len
3-4	0.4706
4-1	0.4711
4-2	0.4701
4-3	0.4697
4-4	0.4692
4-5	0.4687
5-1	0.4692
5-2	0.4688
5-3	0.469
5-4	0.4691
6-1	0.4692
6-2	0.469

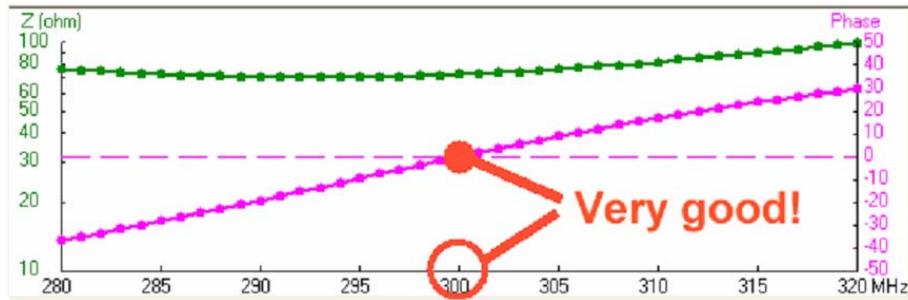
Questo sopra è il risultato dopo 23 secondi ed è possibile premere "OK".



Nel centro dello schermo qualcosa cambia e ci sarà ora la scelta tra "Resume" e "Update NEC-File".

Premere "Update NEC-File" per salvare le modifiche necessarie. Se ora si controlla il file NEC aprendolo col Notepad si noterà un nuovo valore per la lunghezza del conduttore con "len=0.4697". Quindi iniziare una nuova simulazione (F7) con la stessa scansione di frequenza di prima.

Ed ecco il risultato:



Un lavoro ben fatto!

9.2. Scansione dei Parametri

Spesso è d'interesse analizzare come variano certi dati caratteristici dell'antenna (es. l'impedenza d'ingresso) non solo in funzione della frequenza ma anche con le specifiche proprietà dell'antenna (es. l'altezza da terra). Per una buona analisi, in questo caso, è possibile usare la scansione dei parametri. Qui di seguito un esempio.

Obiettivo: Simulare l'impedenza del dipolo di spessore a $f=300$ MHz quando si varia l'altezza da terra tra 0,5 e 1,5 metri in 20 passi.

Punto 1:

Aprire il file NEC col *Notepad* ed eseguire le seguenti modifiche,

- Nella scheda "SY" aggiungere il dato dell'altezza come variabile con un valore di base di 1 m (hght=1).
- Nella scheda "GW" sostituire il valore di 1m con la variabile "hght".

```
CM      Example 2:  Loaded dipole above Sommerfeld ground
CM      Thick wire used (#3)
CE      End of comment

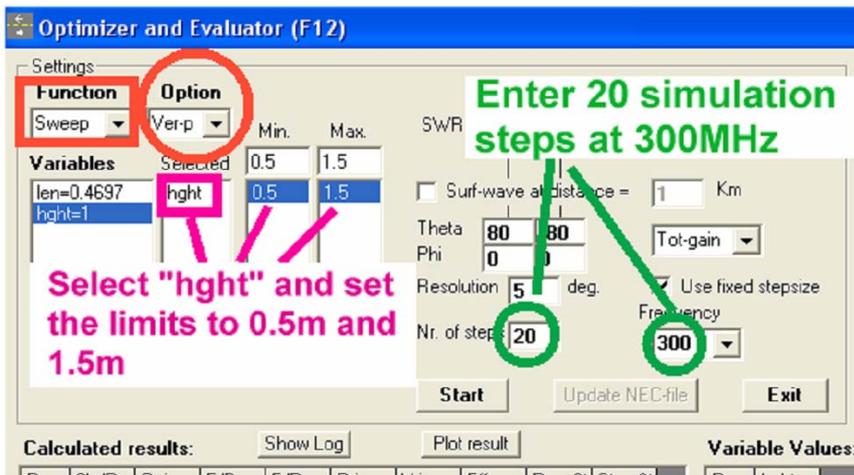
SY len=0.4697, hght=1          ` Symbols: Length = 0.4697m for WL/2, height= 1m

GW 1 9 0 -len/2 hght 0 len/2 hght #3 ` Wire 1, 9 segments, halve wavelength long, 1m
                                     ` above ground, wire gauge: #3

GE -1                          ` Geometry data entering finished. Ground used, ends of ` wires
                                     ` not connected to ground. GN ground card necessary

LD 5 1 0 0 58000000           ` Wire conductivity on "Load" card
GN 2 0 0 0 13 0.005          ` Sommerfeld ground, er = 13, conductivity = 0.005 Siemens / m
EK                             ` Extended wire kernel used.
EX 0 1 5 0 1 0               ` Voltage source (1+j0) at wire1 segment 5.
FR 0 0 0 0 300 0             ` No sweep, frequency = 300MHz
EN                             ` End of NEC file
```

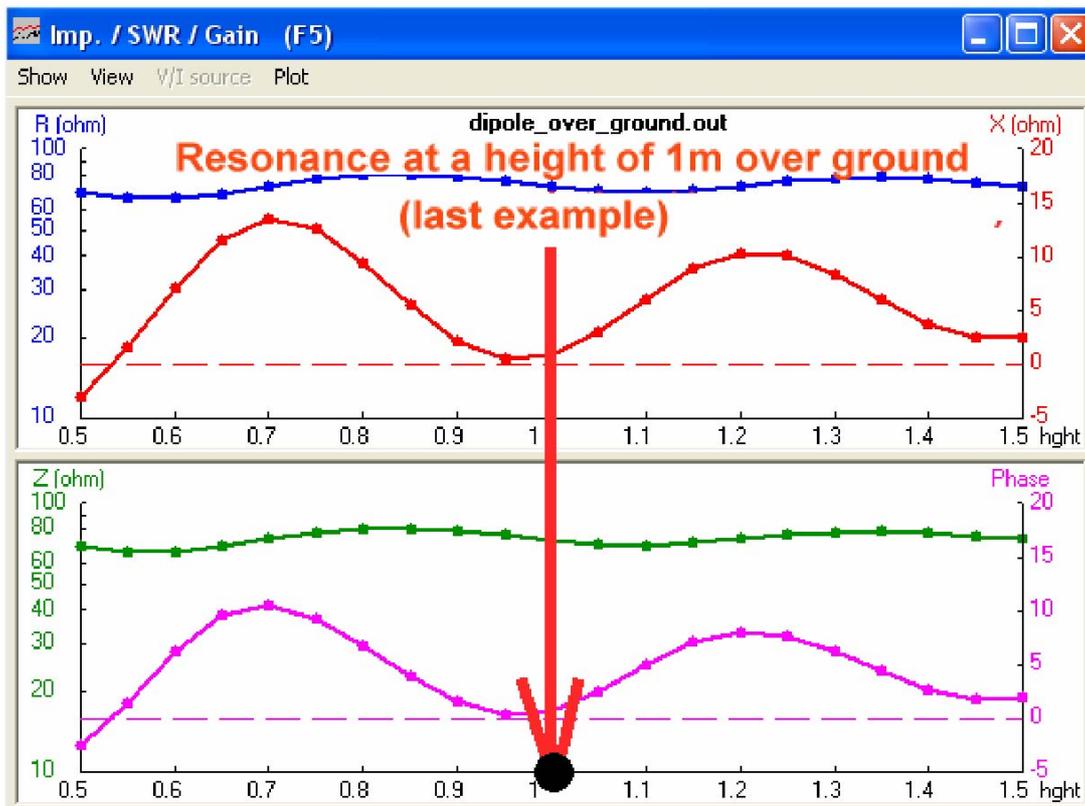
Punto 2:



Premere F12 per aprire il menu della messa a punto. Effettuare la scansione dell'altezza da terra da 0,5 a 20 metri in 20 passi a 300 MHz.

Punto 3:

Lanciare la scansione ed attendere il messaggio "End of Sweep". Quindi fare clic su "OK". F5 apre la finestra coi grafici dell'impedenza, del ROS e del guadagno. Usare il menu "Show" per avere i risultati della simulazione dell'impedenza in funzione dell'altezza da terra.



È molto interessante scoprire che la resistenza al punto d'alimentazione (\neq resistenza di radiazione, o meglio, non sempre) varia molto poco alle diverse altezze. Ma la reattanza, invece...

9.2.2. Diagramma del Campo Lontano a differenti altezze dell'antenna dal suolo

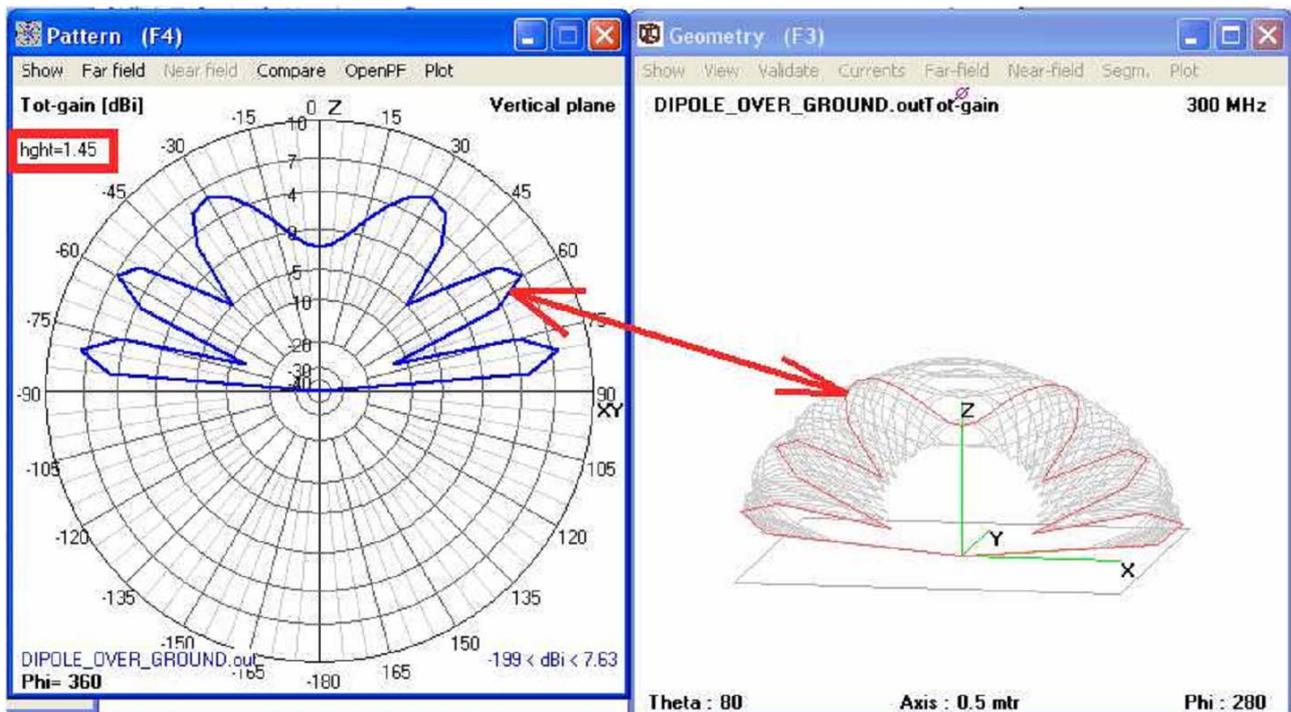
Questa operazione non presenta troppe difficoltà. Iniziare aprendo le finestre F3 ed F4.

F3 riassume tutti i diagrammi simulati, ma nella F4 può essere visualizzato un solo diagramma per l'altezza sul terreno scelta.

Fare click su F4 per attivarla ed usare i tasti destra e sinistra per il cursore per vedere i diagrammi calcolati.

(Attenzione: questi sono i tasti frecce [← →] sulla parte destra della tastiera).

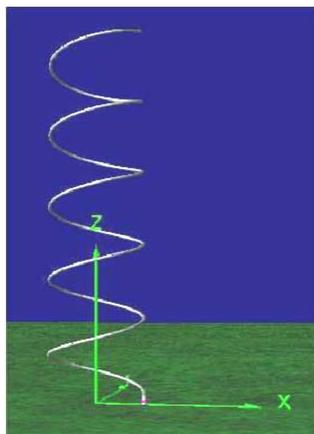
L'altezza considerata è indicata nella parte superiore sinistra della finestra F4, il diagramma associato è evidenziato in rosso nella finestra F3.



10. Terzo progetto:
Una Antenna ad elica, usare il *Geometry Builder* o il *Text Editor* ?

10.1 Fondamenti per il progetto di un'antenna ad elica

(Riferimento: "ARRL Antenna Book", capitolo 19-5)

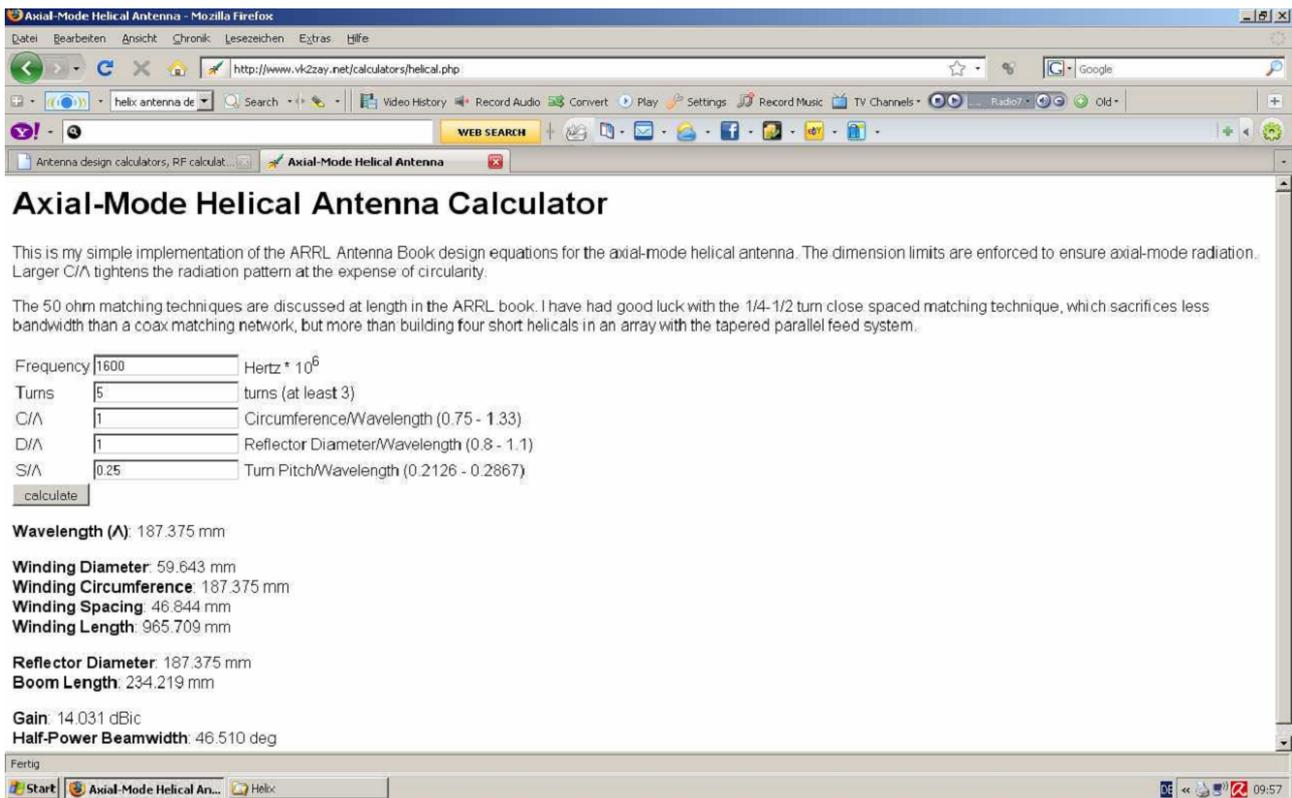


Un'antenna ad elica consiste di più di tre spire di conduttore di alluminio o rame a passo costante. Questa struttura dà radiazione a polarizzazione circolare in direzione dell'asse dell'antenna (verso l'alto, nel disegno a sinistra), ed un guadagno maggiore di 8 dBi.

Se la lunghezza della circonferenza usata è pari ad una lunghezza d'onda, il valore della resistenza di radiazione ha un valore approssimativo di 140 ohm. Aumentare o diminuire il rapporto tra circonferenza e lunghezza d'onda altera la resistenza di radiazione di pari passo. Quindi un il perfetto adattamento dell'antenna a 50 ohm, qualche volta diventa un lavoro piuttosto difficile. Ma un importante vantaggio di questa antenna è l'elevata banda passante con un guadagno ed una resistenza di radiazione praticamente costante, in unione alla polarizzazione circolare.

Quest'antenna lavorerà su una superficie di massa ideale, che di solito in pratica si traduce in un foglio o disco metallico o anche una specie di tazza all'estremità dell'alimentazione. In rete si possono trovare molte informazioni e programmi per il progetto di antenne ad elica. Specie il "Online Calculator" è di ottimo aiuto e facile da usare. Si provi ora a progettare un'antenna per i 1600 MHz la quale potrà essere usata non solo per il GPS ma anche per la ricezione del satellite meteorologico Meteosat.
([http:// www.vk2zay/calculators/helical.php](http://www.vk2zay/calculators/helical.php))

————— « ▣ » —————



Dal calcolatore sopra nominato otteniamo i seguenti dati che riguardano l'antenna:

<i>Numero delle spire</i>	5
<i>Frequenza di lavoro</i>	1600 MHz
<i>Lunghezza dell'elica</i>	234 mm
<i>passo dell'elica</i>	46,8 mm
<i>diametro dell'elica</i>	59,6 mm
<i>con un diametro del conduttore di 2 mm</i>	

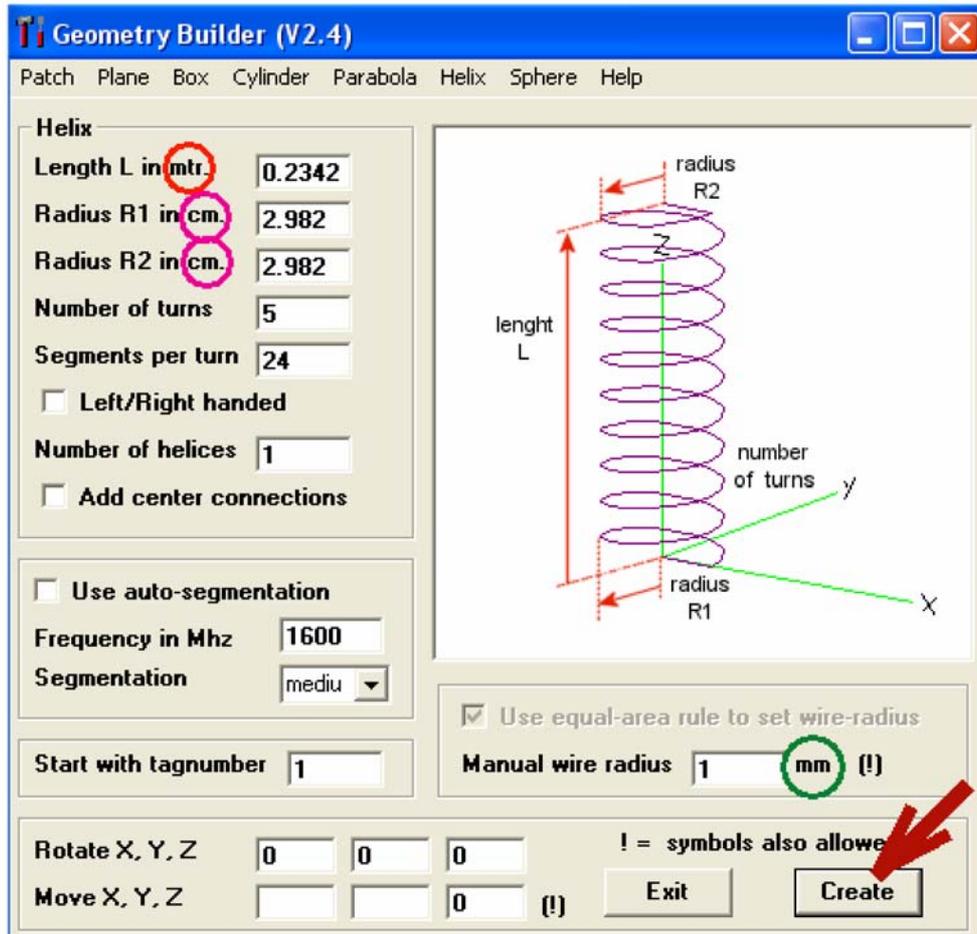
10.2. Progettare con il "Geometry Builder"

Iniziare da "Main" quindi "run". Scegliere "Geometry Builder". Andare alla scheda "Helix" per inserire i dati necessari:

Attenzione:

Usare 24 segmenti per spira. Per un conduttore del diametro di 2 mm, il raggio è 1 mm. Fare attenzione che nell'inserire i dati sono usate ben tre unità di misura (m, cm e mm).

Siccome non c'è nessun segno di scelta su "Left / Right handed" si otterrà una radiazione a polarizzazione circolare sinistra.



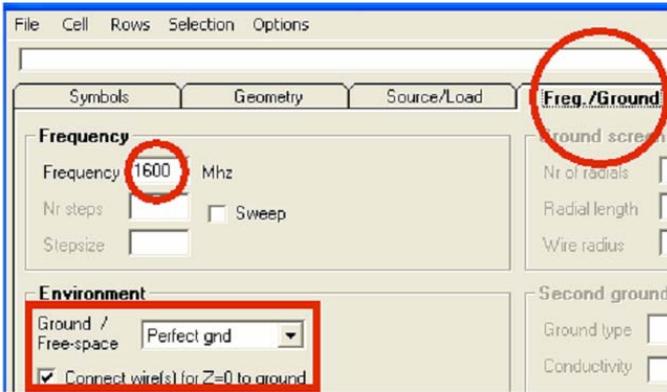
Se è tutto a posto, premere "Create" per compilare il file dati NEC, che si aprirà automaticamente. Ma con 5 spire per 24 segmenti per spira ci vorrà tempo. Salvare il lavoro una volta usando un nome adeguato (es. "elica_01.nec") indi chiudere il file ed il "Geometry Builder".

Aprire "Main", quindi aprire questo file NEC e scegliere "NEC Editor (new)" nel menu "Settings". Quindi premere F6.

Nella scheda "Geometry" si troveranno i dati per 120 segmenti con tutte le coordinate ed il raggio del conduttore di 0,001 m.

Nella scheda "Source / Load" deve essere applicata una sorgente di tensione al "Tag 1" ed al "Segment 1" con un'ampiezza reale di 1 V.

Standard Voltage source											
Symbols		Geometry		Source/Load		Freq./Ground		Others		Comment	
Source[s]											
Nr	Type	Tag	Seg	(opt)	Real	Imag	Magn	Phase	(norm)	con	
1	Voltage-src	1	1	0	1	0	1	0			



La frequenza scelta è 1600 MHz. Non è usata la scansione. Usare una "perfect ground" e connettere i conduttori per Z=0 a terra ($Z=0$ to ground).

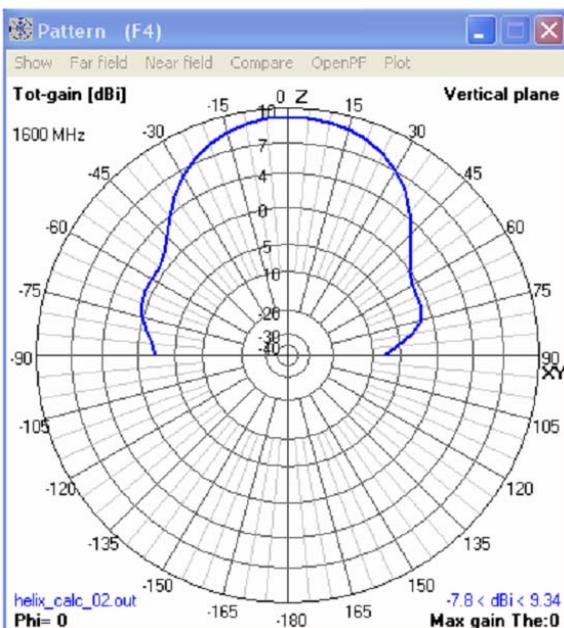


Nella scheda "Others" deve essere attivato il calcolo per il conduttore di spessore.

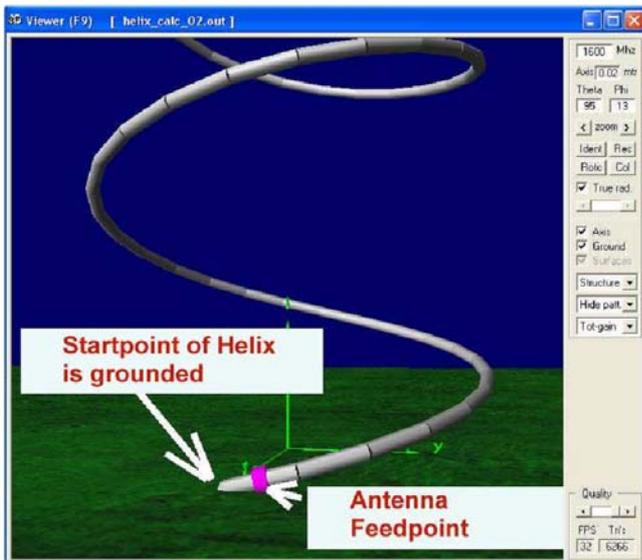
L'ultima scheda del menu si usa per i commenti.

Adesso è ora di salvare il file NEC ultimato.

10.3 Simulazione del Campo Lontano



Premere F7 e lanciare la simulazione del campo lontano. Il risultato dà un guadagno massimo di 9,34 dBi



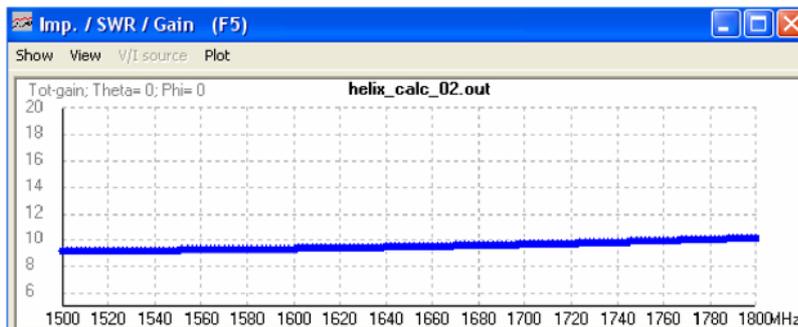
Per una migliore comprensione:

Premere F9 per osservare il sistema d'alimentazione dell'antenna ad elica.

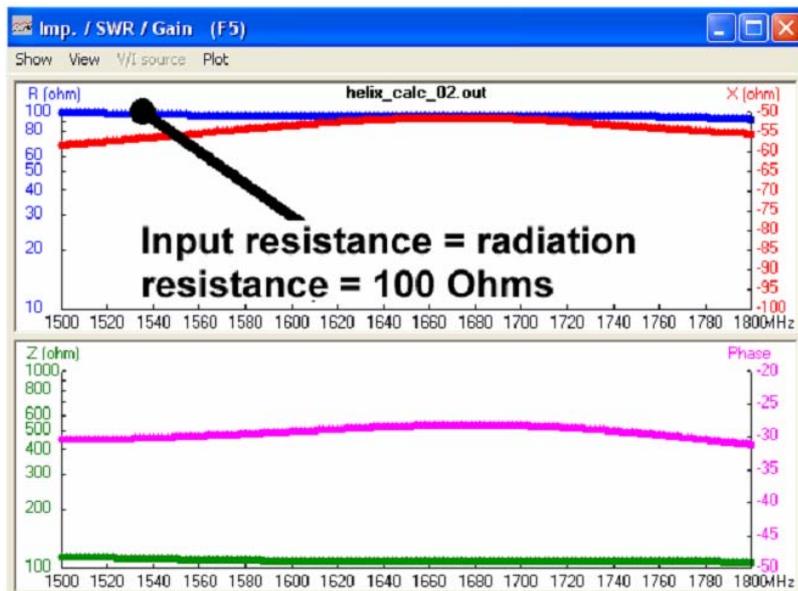
L'estremità sinistra del primo segmento è connessa a massa e la sorgente di tensione è applicata al centro di questo segmento.

10.4 Scansione in frequenza del Guadagno e dell'Impedenza

Una scansione del guadagno in funzione della frequenza da 1500 a 1800 MHz dimostra la promessa proprietà di larghezza di banda di un'antenna ad elica.



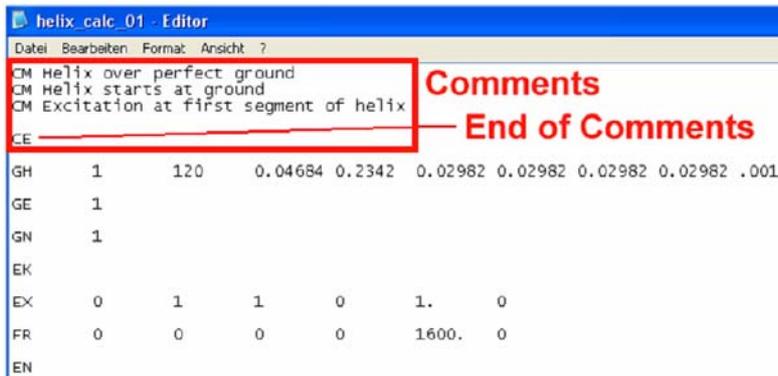
Il guadagno inizia con un valore di 9,2 dBi a 1500 MHz ed aumenta fino a 10 dBi a 1800 MHz.



Ed anche la resistenza al punto d'alimentazione in questa gamma di frequenza ha un valore costante di 100 ohm.

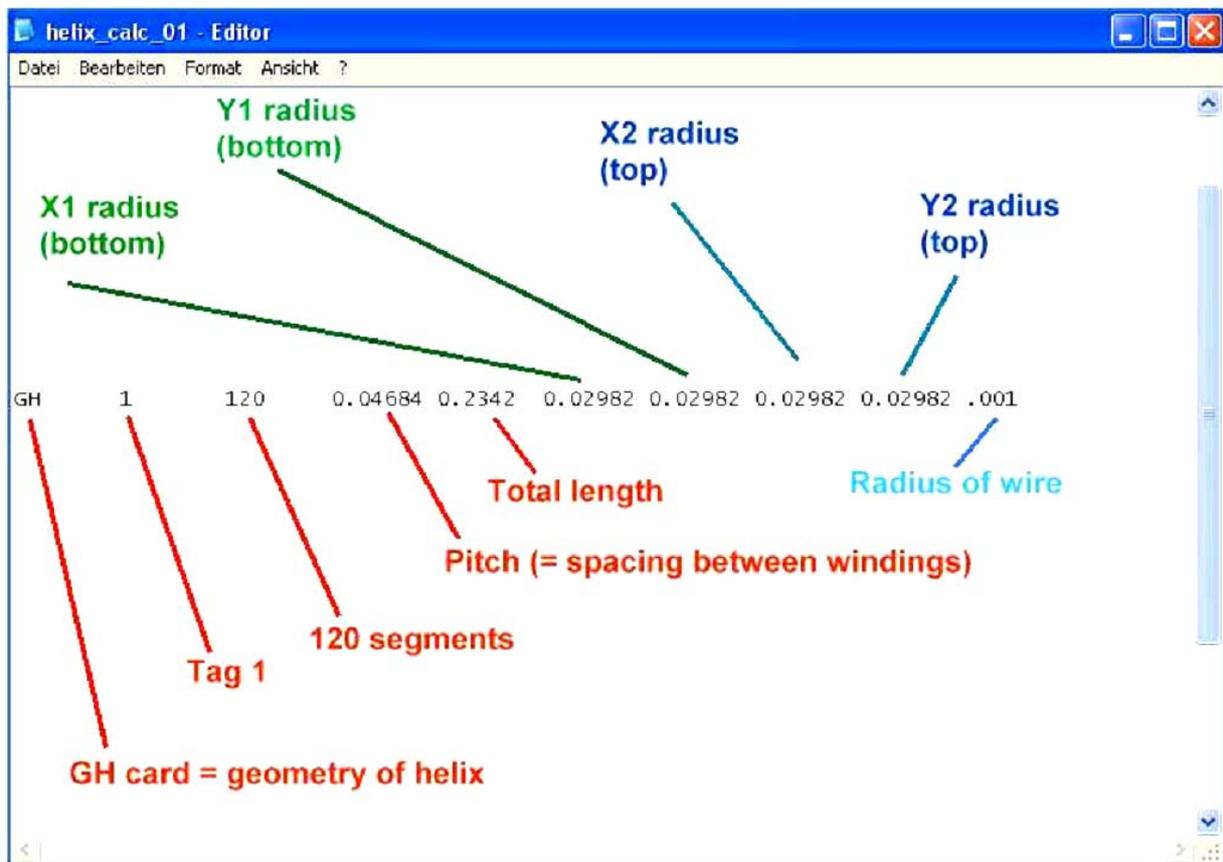
10.5. Ed ora di nuovo le stesse operazioni, ma usando il Notepad.

Ciò è più veloce ma necessita di un po' d'impegno. Ogni riga del file NEC sarà analizzata per obiettivo e funzione.



```
CM Helix over perfect ground
CM Helix starts at ground
CM Excitation at first segment of helix
CE
GH 1 120 0.04684 0.2342 0.02982 0.02982 0.02982 0.02982 .001
GE 1
GN 1
EK
EX 0 1 1 0 1. 0
FR 0 0 0 0 1600. 0
EN
```

“CM” è sempre un commento, ma la fine di questi deve essere contrassegnata con “CE”.



La scheda “GH” (geometria dell’elica) descrive la completa struttura dell’elica (vedere l’illustrazione qui sopra).

Dopo il listato della struttura dell'antenna, deve seguire una scheda "GE" (fine della geometria). Ma questa scheda è collegata all'indicatore del piano di terra (*Ground Plane Flag*) ed un'occhiata al manuale NEC dà le seguenti informazioni:

```
gpflag - Geometry ground plane flag.

0      no ground plane is present.

1      Indicates a ground plane is present. Structure symmetry is modified as
       required, and the current expansion is modified so that the currents in
       segments touching the ground (x, Y plane) are interpolated to their images
       below the ground (charge at base is zero)

-1     indicates a ground is present. Structure symmetry is modified as required.
       Current expansion, however, is not modified, Thus, currents on segments
       touching the ground will go to zero at the ground.
```

```
gpflag      indicatore della presenza del piano di terra

0          nessun piano di terra

1          Indica la presenza di un piano di terra. La simmetria della struttura è modificata
       come richiesto, e l'espansione della corrente è modificata in modo che la corrente
       nei segmenti che toccano il piano di terra (il piano x, y) siano interpolati alle
       rispettive immagini sotto il livello del piano di terra (la carica alla base è
       zero).

-1         Indica che il terreno è presente. La simmetria della struttura è modificata come
       richiesto. L'espansione della corrente, tuttavia, non è modificata. Quindi, la
       corrente nei segmenti che toccano terra si riduce a zero sul terreno.
```

Ora è più chiaro:

gpflag = 0 significa **nessun piano di terra**.

Se esiste o va considerato un piano di terra, la *gpflag* deve essere posta a 1 od a -1, e nel *file* NEC è necessaria una scheda GN (*ground card*) aggiuntiva.

Quindi in quest'esempio si userà una *gpflag* = 1 per collegare l'estremità dell'elica al piano di terra.

La già menzionata scheda GN segue ancora una volta. Qui sotto le informazioni dal manuale NEC.

```
IPERF (I1) - Ground-type flag. The options are:

-1 nullifies ground parameters previously used and sets free-space condition.
The remainder of the card is left blank in this case.

0 finite ground, reflection-coefficient approximation.

1 perfectly conducting ground.

2 finite ground, Sommerfeld/Norton method.
```

In questo caso, è stato usato un “piano di terra perfetto” e quindi questo indicatore va posto a 1.

Nota: se fosse stato usato un piano di terra reale (*finite ground*), allora su questa scheda sarebbero richieste ulteriori informazioni sulla costante dielettrica e conduttanza del terreno.

“EK” sta per “*Extended thin wire kernel*” per aumentare l’accuratezza della simulazione quando per la struttura dell’antenna si usano conduttori di spessore. Segue il testo sul manuale NEC:

*ITMP1 (I1) - Blank or zero to initiate use of the extended thin wire kernel.
- 1 to return to the standard thin-wire kernel.*

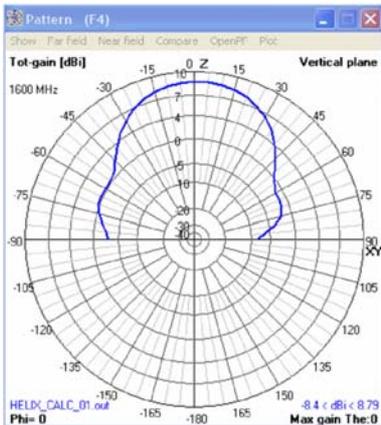
Si userà questo miglioramento e pertanto ci sarà nel file NEC solo una riga con il contenuto “EK”.

*“EX” means “Excitation of the antenna by an energy source”:
“0” = a voltage source is applied
“1” = Tag 1 is used for excitation
“1” = number of the segment of this tag, where the voltage source is applied to (..at the centre of this segment)
“0” = empty field on this card
“1 0” = real and imaginary part of the applied complex voltage (here: 1 + j0). That means that a real voltage of 1V is applied*

*„FR” = frequency sweep information.
„0” = linear sweep (1 = logarithmic sweep)
„0” = no frequency steps used. So only the frequency start value is used for a simulation.
„0 0” = two empty fields on this card
„1600” = start value of frequency sweep = 1600MHz
„0” = frequency step width = 0 MHz for our example*

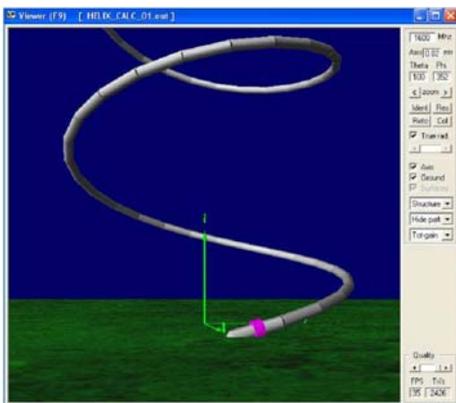
EN” = end of NEC file

10.6. Ancora una simulazione del Campo Lontano



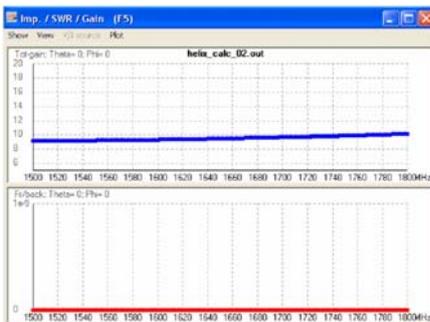
La forma del diagramma è praticamente identica a quella nel Cap. 10.3.

Una differenza è la riduzione del massimo guadagno calcolato ossia 8,9 dBi invece che 9,3 dBi del Cap. 10.3.

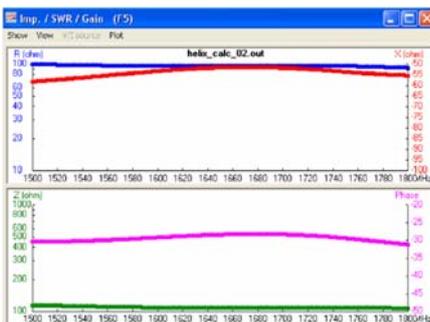


Premendo F9 si può vedere che l'inizio dell'elica è collegata a terra e la sorgente di tensione è applicata al centro del primo segmento.

10.7. Ancora una scansione del Guadagno e dell'Impedenza.



La curva del guadagno è identica a quella nel Cap. 10.4 ma i valori assoluti sono ridotti di 0,4 dB.



Le curve dell'impedenza sono assolutamente identiche a quelle del Cap. 10.4 e la resistenza al punto d'alimentazione ha il suo corretto valore di 100 ohm.

10.8. Alimentazione dell'antenna con un corto spezzone di conduttore.

Questo è ciò che accade nella realtà perché per alimentare l'elica si usa normalmente un connettore SMA o N. Questo connettore è fissato sulla superficie opposta del piano di terra ed alimenta l'antenna attraverso un foro praticato nella piastra metallica. Per cui la struttura dell'elica deve essere sollevata per evitare il contatto tra la prima spira dell'antenna e la piastra metallica.

Nel file NEC:

- La struttura dell'antenna deve essere sollevata di 5 mm
- Si deve aggiungere un nuovo conduttore dall'inizio dell'elica al piano di terra. La sorgente di tensione deve essere connessa al centro di questo conduttore.

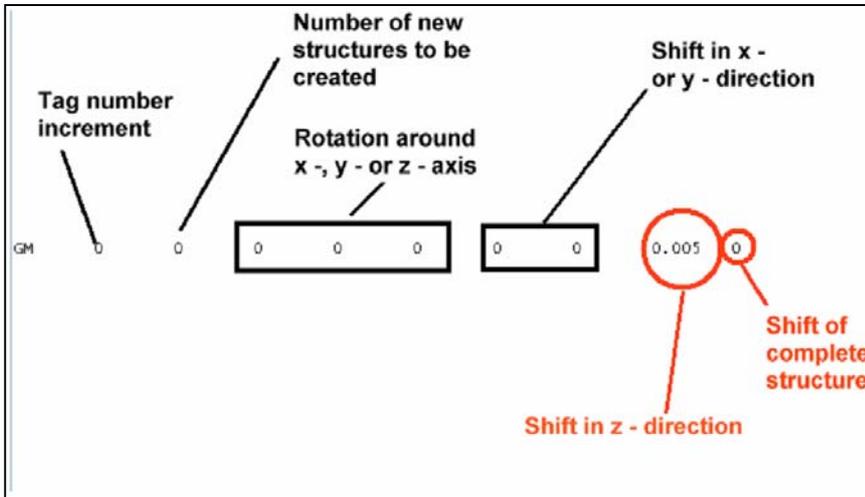
Ciò può essere scritto usando il *Notepad*.

```
helix_calc_05 - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
CM Helix over perfect ground
CM Helix starts 5mm above ground
CM wire added between helix and ground
CM Excitation at center of this wire
CE
New comments
GH 1 120 0.04684 0.2342 0.02982 0.02982 0.02982 0.02982 .001
GM 0 0 0 0 0 0 0 0.005 0
GW 130 1 .02982 0 0 0.02982 0 0.005 0.001
GE 1
GN 1
EK
EX 0 130 1 0 1. 0
FR 0 0 0 0 1600. 0
EN
```

Questo è il nuovo file con i commenti modificati, un'elica sollevata (GM = spostamento della geometria), un pezzo di conduttore aggiunto ed il punto d'eccitazione modificato al centro dello spezzone aggiunto.

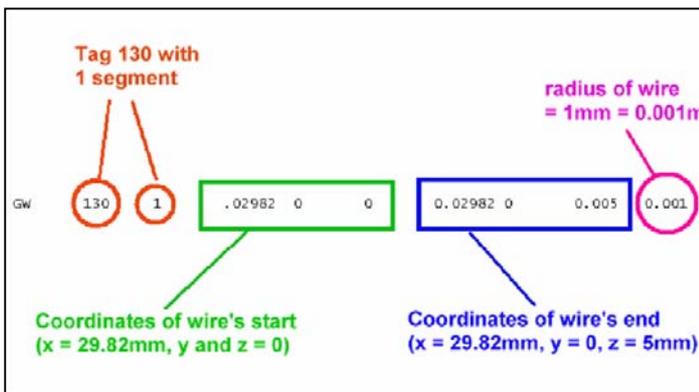
Spiegazioni

a) Spostamento della completa struttura dell'elica

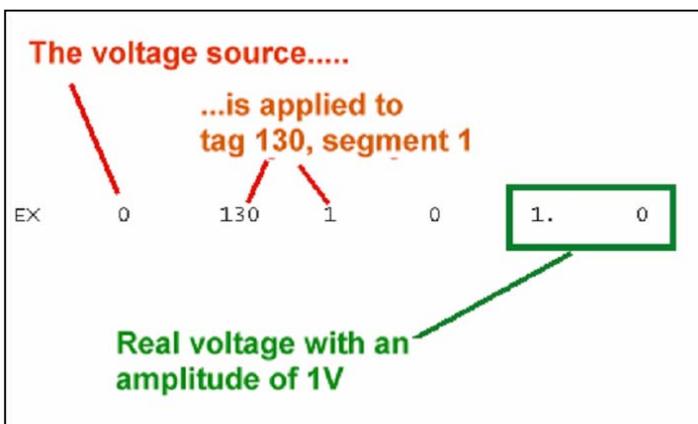


La scheda "GM" può essere usata per spostare, ruotare e copiare strutture. Queste operazioni sono un poco complicate ed è necessario il manuale NEC per informazioni dettagliate. Ma lo spostamento di 5mm verso l'alto dell'elica è semplice quando si considera la scheda "GM":

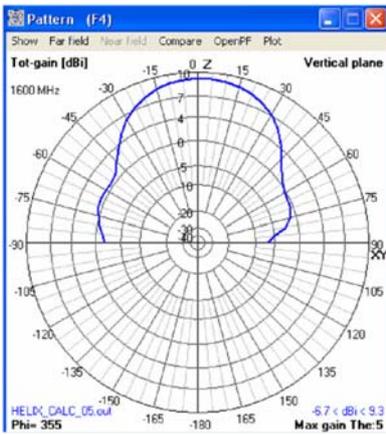
b) Il conduttore di connessione (alimentazione)



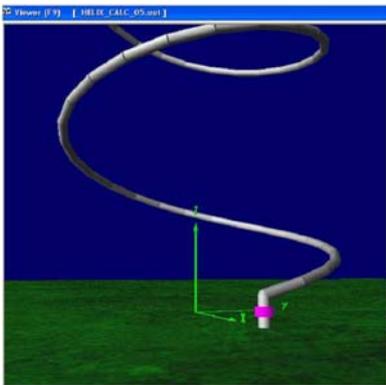
Dopo aver spostato l'intera elica di 5 mm, è necessario aggiungere un conduttore lungo 5 mm tra l'inizio dell'elica ed il piano di terra. Il nome del conduttore comprendente un solo segmento è "Tag 130".



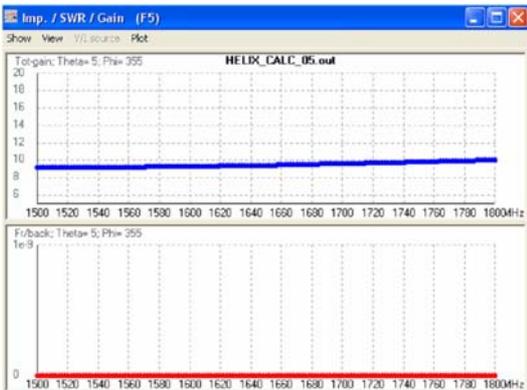
c) The modified excitation.



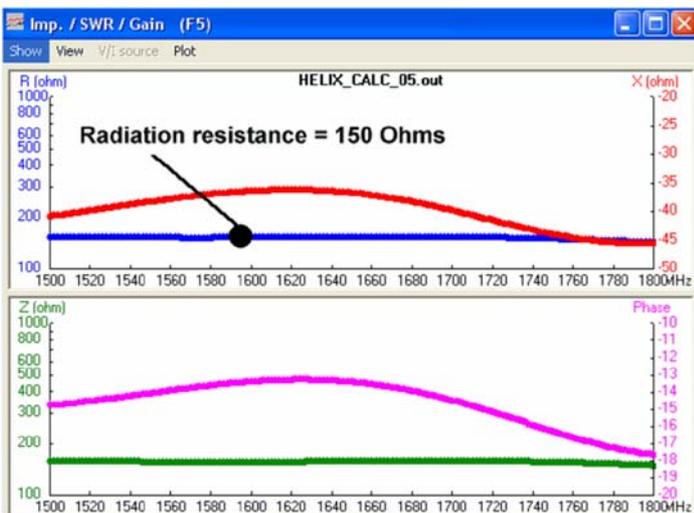
F7 lancia la simulazione del Campo Lontano.
Nessun cambiamento...



Quando si preme F9 si può vedere la nuova alimentazione aggiunta e la struttura spostata dell'elica (sorgente di tensione applicata al centro del conduttore, indicatore colore rosa).



Qui il risultato della scansione da 1500 a 1800 MHz.
Il guadagno non cambia...



Ma l'impedenza è cambiata. Sollevando la struttura dell'elica aumenta "l'altezza dell'antenna sul piano di terra" e questo dà una diversa resistenza al punto d'alimentazione di 150 ohm.

Anche la reattanza è diversa ora...

Appendice 1:

Breve introduzione delle schede dati NEC più importanti e più usate

- "CM" riga di commento con un massimo di 30 caratteri per riga
- "CE" fine dei commenti
- "SY" "*Symbol*" = definizione di una Variabile (o più, separate da una virgola; per la messa a punto o la scansione dei parametri).
- "GW" "*Geometry of wire*". I dati inseriti devono essere in quest'ordine:

Numero del conduttore / numero dei segmenti / coordinate XYZ del punto d'origine / coordinate XYZ del punto terminale / raggio del conduttore in metri.
- "GM" "*Geometry Move*". Le strutture possono essere ruotate, spostate e copiate (Per dettagli vedere il manuale NEC2). Ma lo spostamento di una struttura è semplice. La riga necessaria ad uno spostamento di 5 mm (verso l'alto) è:

GM 0 0 0 0 0 0 0 0.005 0
- "GE" "*End of geometry*". I numeri seguenti significano:

"0" = nessun piano di terra (= spazio libero)

"-1" or "1" = piano di terra presente. Ma ora è necessaria una scheda aggiuntiva per il piano di terra. Il manuale NEC2 recita:

0 - nessun piano di terra.

1 - Indica che è presente un piano di terra. La simmetria della struttura è modificata come richiesto, e l'espansione della corrente è modificata sicché le correnti nei segmenti che toccano terra (piano x,y) sono interpolate alle rispettive immagini nel terreno (carica alla base è zero).

-1 - indica che è presente un piano di terra. La simmetria della struttura è modificata come richiesto, e l'espansione della corrente, tuttavia, non è modificata, sicché le correnti nei segmenti che toccano il terreno si riducono a zero al livello del terreno.

- “LD” *“Loading of a segment”*. Vedere il manuale NEC nell’aiuto (*help*) per usare questa funzione con successo.
Molto spesso solo è usato solo “LD5” e questo dà la conduttanza del filo dell’antenna.
La riga inizia col numero del conduttore e dopo due campi vuoti segue la conduttanza (es. 5,8001E7 per il rame in mho, ovvero siemens, S).
- “GN” *“Ground card”*. Questa scheda è obbligatoria se la scheda GE è seguita da una cifra. Si prega di dare un’occhiata al manuale del NEC2 per l’uso corretto delle definizioni di: “spazio libero”; “terra reale”; “terra perfetta”; terra tipo Sommerfeld-Norton”.
- “EK” *“Extended thin wire kernel”*. Questa istruzione migliora l’accuratezza quando si usano conduttori di dimensioni reali. Il manuale recita:

ITMP1 (I1) – Vuoto o zero per usare considerare nel calcolo conduttori di diametro reale. Inserire -1 per ritornare al calcolo normale.
- “EX” *“Excitation”* Eccitazione della struttura con una sorgente d’energia.

Esempio: EX 0 1 5 0 1 0

“0” = è usata una sorgente di tensione
La sorgente è applicata al conduttore n.1 segmento 5
“0” = sta per un campo vuoto
“1 0” indica che la sorgente di tensione è reale (non complessa) con un’ampiezza di 1V.
- “FR” *“Frequency sweep”* Scansione in frequenza.

Esempio: FR 0 1 0 0 300 0

“0” = “scansione lineare “ (“1” = scansione logaritmica)
“1” = un solo passo di avanzamento in frequenza.
“0 0” = due campi vuoti.
“300” = la scansione inizia alla frequenza di 300 MHz.
“0” = larghezza del passo di frequenza è 0 MHz. Questo indica che la simulazione è eseguita ad un’unica frequenza (qui: 300 MHz)
- “EN” *“End of Run”* Fine delle istruzioni NEC.

PAGINA INTENZIONALMENTE IN BIANCO