

MMANA

Ein Programm zur Antennenanalyse

von Makato Mori, JE3HHT

Erste Ausgabe 10.1.1999 von JE3HHT

Neueste Ausgabe 7.7.2000 von JE3HHT

Englische MMANA.exe Version 0.5 ausgegeben am 25.6.2001 von Gary Gontcharenko, DL2KQ (auch EU1TT)

Englisches Handbuch der Version 0.5. am 25.6.2001 ausgegeben von Nob Oba, JA7UDE

Deutsche Übersetzung der Datei eMMAN.txt von Eike, DM3ML, im Januar 2002

Vorwort

Bemerkung von Makato Mori, JE3HHT :

MMANA basiert auf MININEC, einer älteren Maschine. Aktuell werden Antennen mit NEC-4 modelliert.

Danksagung von Gary, DL2KQ/EU1TT:

Ich möchte Alex, RZ1ZK für die Informationen zum japanischen MMANA und die Hilfe bei den ersten Schritten zur Übersetzung des japanischen MMANA.exe-Files danken . Ich bedanke mich auch bei Serge, UA6LGO, für seine grosse Hilfe bei der Übersetzung der japanischen Worte und Ausdrücke.

Danksagung von Oba, JA7UDE

Ich bedanke mich bei Mr. Makato Mori für ein weiteres großen Amateurfunkprogramm. Ich hoffe, daß sich viele HAMs in aller Welt über MMANA freuen werden

Einführung

MMANA ist ein Werkzeug zur Antennen-Analyse, das auf der mit MININEC Version 3 eingeführten Momentenmethode basiert. Der BASIC-Quellencode wurde als PDS in MININEC publiziert. Ich habe ihn nach C++ (Borland C++ Builder) portiert und für eine einfache Benutzung um ein grafisches Interface ergänzt.

MMANA hat folgende Funktionen::

Editor auf Tabellenbasis für Entwurf und Definition der Antenne

Grafische Darstellung der Antenne einschließlich Anzeige von Stromverlauf und Segmentierung

Anzeige des horizontalen und vertikalen Richtdiagramms

Vergleich von zwei und mehr Rechenergebnissen

Editor für die Antennenelemente

Editor für die Antennendrähte

Werkzeuge für die Kombination von Rohren mit unterschiedlichen Durchmessern

Automatische Antennenoptimierung in Bezug auf jX , SWR, Gewinn, Vor/Rück-Verhältnis, Erhebungswinkel und Strom

Tabellenübersicht der optimierten Ergebnisse mit manueller Abgleichmöglichkeit

Darstellung der Frequenzcharakteristik

Datei-Generator

MMANA verwendet die folgenden Dateien :

- Antennendefinition (Textformat)
- Berechnungsergebnisse (Binäres Format)
- Optimierungsblatt (Binäres Format)
- Stromverteilungsdatei (CSV-Textformat)
- Nahfelddatei (CSV-Textformat)
- Fernfelddatei (CSV-Textformat)
- Frequenzcharakteristik (CSV-Textformat)

MMANA hat folgende Parametergrenzen:

- Maximale Segmentzahl	8192 (voreingestellt ist 1280)
- Maximale Drahtzahl	512
- Maximum Quellenzahl	64
- Maximum Lasten	100

Bitte beachten Sie, daß dieses Dokument die Nutzung von MMANA beschreibt. Es ist kein Lehrbuch der Antennenmodellierung und -analyse. Wenn Sie sich in der Momentenmethode auskennen, können Sie vollen Gebrauch von MMANA machen.

Als weiterführende Literatur empfehle ich :

Hiroaki Kogure, "Antenna design using PC," CQ Publishing, April 15, 1998

"Theory and experience of antenna simulation," Ham Journal No. 95, CQ Publishing

Kommentar von JA7UDE: Beide Bücher sind japanisch geschrieben und nur in Japan erhältlich.

Bei der Entwicklung von MMANA habe ich öfter in einem Artikel von JA1WXB, Matsuda-san, über die Momentenmethode in einem Artikel im Ham Journal No. 95 über ein Antennenanalyseprogramm nachgelesen. Er war sehr hilfreich. Vielen Dank !

Kommentar von JA7UDE : dieser Artikel ist in japanisch geschrieben

Bitte entschuldigt, daß ich dieses Dokument nicht als Windows-Helpfile geschrieben habe, ich habe meine Zeit für andere Zwecke verwendet.

* Hinweis : Lambda steht durchgehend für die Wellenlänge

1. MMANA entfernen

MMANA legt keine Einträge in der Windows -Registry ab. Wenn Sie MMANA auf dem Rechner entfernen wollen, löschen Sie das MMANA-Verzeichnis auf der Festplatte samt Inhalt.

2. Antennendefinition / Geometrietabelle

MMANA stellt Ihnen mehrere Möglichkeiten zur Definition einer Antenne zur Verfügung. Der einfachste Weg ist es, die Koordinaten einer Antenne in eine Tabelle einzutragen. Klicken Sie auf , Geometry tab' . Es erscheint eine Kalkulationstabelle, in die sie die Antennenparameter einschließlich des verwendeten Drahts (wire dimension), der Einspeisung (source) und parasitärer Elemente (LCR-Lasten/Abschlüsse) eintragen können.

Setzen Sie den den Cursor in das Parameterfeld und geben Sie den numerischen Wert über die Tastatur ein. Anstelle eines numerischen Wertes können Sie auch eine Formel eingeben (siehe Anhang). Wenn Sie mit der rechten Maustaste in das Feld klicken, öffnet sich ein Menü, mit dem Sie Werte einfügen, löschen, oder editieren können.

+++++ Definition der Drähte (Elemente) +++++

Definieren Sie die Drähte/Elemente, aus denen die Antenne besteht :

X1	X-Achse, Anfangsposition (in Meter oder lambda)
Y1	Y-Achse, Anfangsposition (in Meter oder lambda)
Z1	Z-Achse, Anfangsposition (in Meter oder lambda)
X2	X-Achse, Endeposition (in Meter oder lambda)
Y2	Y-Achse, Endeposition (in Meter oder lambda)
Z2	Z-Achse, Endeposition (in Meter oder lambda)
R	Drahtradius (!) (in Millimeter oder lambda)
SEG	Segmentierungsmethode

Beachten Sie : R ist nicht der Durchmesser, sondern der Radius.

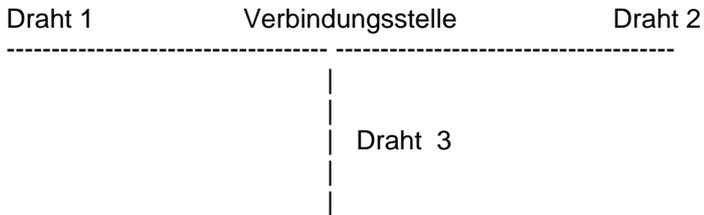
Ist Ihr Element aus zwei der mehreren Rohren zusammengesetzt, die einen unterschiedlichen Radius haben, geben Sie für R einen negativen Wert ein (siehe Anhang).

Falls Sie für R eine 0 (Null) eingeben, wird der Draht als isoliert behandelt. Mit diesem Trick können Sie eine Kombination verschiedener Drähte angeben (siehe Anhang)

Bei einer Yagi ist es üblich, den Boom in der X-Achse, die Elemente in der Y-Achse und die Höhe in der Z-Achse laufen zu lassen. Die Einspeisung (Source) sollte bei $Z=0$ und die Antennenmitte bei $X=0$ und $Y=0$ liegen. Die Antennenhöhe über der Erde wird mit anderen Parametern angegeben.

Sollen zwei Drähte/Elemente miteinander verbunden sein, muß entweder ihre Start- oder Endposition für alle X-, Y- und Z-Werte übereinstimmen. Stimmen diese Werte nicht überein, werden sie nicht als verbunden gewertet.

Wollen Sie z.B. eine T-Antenne (Draht mit Anzapfung) modellieren, müssen Sie sie aus drei Drähten zusammensetzen, die in der Mitte die gleichen Koordinaten haben :



SEG gibt die Segmentierungsmethode an :

Positiver Wert	Segmentierung von Hand
0	Automatische Segmentierung
Negativer Wert oder Angabe von DM1&DM2	sich verjüngende Elemente

Falls Sie die Elemente in Segmente von jeweils einer halben Wellenlänge teilen wollen, geben Sie einen positiven Wert ein. Geben Sie z.B. den Wert ,10' ein, werden 10 Segmente erzeugt.

Wollen Sie eine automatische Segmentierung auslösen, geben Sie eine 0 (Null) bei SEG ein. Hier wird jedes Segment auf eine Länge von $1/DM2$ multipliziert mit der Wellenlänge eingestellt.

Sollen sich die Elemente verjüngen, geben Sie einen negativen Wert ein.

Zusammengefaßt :

- 1: Die Länge der Segmente läuft von , $1/DM1 * \lambda$ ' bis , $1/DM2 * \lambda$ '.
- 2: Die Verjüngung bezieht sich nur auf die Anfangsposition
- 3: Die Verjüngung bezieht sich nur auf die Endposition

Andere Werte : Der eingegebene Wert wird für DM1 eingesetzt. Geben Sie z.B. , -200' ein, läuft die Verjüngung von , $1/200 * \lambda$ ' bis , $1/DM2 * \lambda$ '.

A,B: Geben Sie ,600,60' ein, dann läuft die Verjüngung von $\lambda/600$ bis $\lambda/60$.

DM1: Startintervall der Verjüngung (= $\lambda/DM1$)

DM2: Endintervall der Verjüngung (= $\lambda/DM2$)

SC: Abschwächungsparameter : $1 < SC \leq 3$

EC: Zahl der Segmente am Verjüngungsendpunkt

SC gibt an, wie schnell die Verjüngung verläuft. Es kann Werte zwischen 1 und 3 ($1 < SC \leq 3$) annehmen.. Normalerweise wird SC auf 2 gesetzt.

Wenn Sie SEG auf -2 oder -3 setzen, kann die Einspeisung nicht in der Elementmitte erzeugt werden. Dieser Effekt tritt aber nur dann auf, wenn Sie ein Element aus zwei oder mehr Rohren mit unterschiedlichem Radius zusammensetzen.

EC ist die Anzahl der Segmente (DM1-Segmente) am Ende der Verjüngung. Wenn Sie z.B. 2 als EC eingeben, reserviert MMANA 2 Segmente mit einem $\lambda/DM1$ -Intervall. In den meisten Fällen wird EC auf 1 gesetzt, kann aber in speziellen Fällen auf andere Werte gesetzt werden. Ein Beispiel ist unter ... \ANT\MULTIBANDS\DBLDP.MAA angegeben.

Es ist bekannt, daß die Zahl der Segmente und ihre Anordnung die Genauigkeit der Berechnung wesentlich beeinflusst. Die Genauigkeit wird erhöht, wenn im Bereich des Knickpunktes des Drahtes einer Loopantenne eine feine Abstufung gewählt wird, während man sonst mit einer kleineren Zahl an Segmenten auskommt.

Wird die *Wave Length box* (Wellenlänge) angekreuzt, verwendet MMANA Teile der Wellenlänge für die Drahtlängen und -durchmesser im sogenannten Wellenlängenmodus. Ist die Box nicht angekreuzt, verwendet MMANA die Dimension ,Meter' für Längenangaben und ,Millimeter' für den Radius. Intern werden alle Berechnungen in der Einheit ,Meter' abgelegt, auch wenn Sie die Entwurfsfrequenz im Wellenlängenmodus verändern. Wollen Sie die Entwurfsfrequenz ändern, aber das Wellenlängenverhältnis konstant lassen, müssen Sie die , *antenna size function*' im Edit-Menü verwenden.

Ist die ,*Keep connected box*' angekreuzt, werden die Drähte, die mit dem Zieldraht verbunden sind, in ihrer Dimension so verändert, daß sie mit dem Ziel verbunden bleiben

Sie können Antennen problemlos stocken, wenn Sie das *Edit-Make Stack* verwenden und dort die Angaben für die horizontale und/oder vertikale Stockung eintragen (siehe Anhang)

Es ist ziemlich mühsam, bei größeren Yagis oder Loop-Antennen alle Elemente mit ihren X-Y-Z-Positionen einzutragen. Sie können die Edit-Funktion für Elemente im Menü verwenden, auch die Edit-Funktion für Drähte steht im Edit-Menü zur Verfügung.

+++++ **Quellen (Einspeisung) / Sources (Feeding point)** +++++

Pulse	Pulse position = Ort der Einspeisung
Phase	Phase of feeding = Phase des Signals
Voltage	Voltage of feeding = Spannung des Signals

Um den Ort der Einspeisung festzulegen, verwenden Sie folgende Darstellung :

W#C(#)	Mitte des Elements bzw. Versatz von der Mitte
W#B(#)	Anfang des Elements (<i>beginning</i>) bzw. Versatz vom Anfang
W#E(#)	Ende des Element (end) bzw. Versatz vom Ende

Beispiel :

W1C	Mitte von Draht 1
W3C1	Mitte von Draht 3 mit Versatz um 1 Segment in positiver Richtung
W2C-2	Mitte von Draht 2 mit Versatz um 2 Segmente in negativer Richtung
W2B	Anfang von Draht 2
W5E3	Ende von Draht 5 mit Versatz um 3 Segmente

Wird eine Antenne an einer Stelle eingespeist, wird die Phase in der Regel auf 0 gesetzt. Wird eine Antennen wie eine HB9CV an einer zweiten Stelle eingespeist, wird dort die Phase auf 135° gesetzt. Die Spannung wird normalerweise invers zur Zahl der Quellen eingetragen (1/Nummer des Speisepunkts). Falls Sie eine unsymmetrisch gespeiste Antenne modellieren, tragen Sie hier die Spannungsverhältnisse ein. Der Absolutwert hat keine spezielle Bedeutung, aber das Verhältnis beeinflusst die Stromverteilung in der Geometrietabelle.

Die Einspeisungsstelle wird im Programm als mikroskopisch kleine isolierte Lücke modelliert, an die die beiden Einspeisepunkte angeschlossen sind. Für die Modellierung von zwei oder mehr Drähten, die aus einer Quelle eingespeist werden enthält der Anhang spezielle Tips.

+++++ **Konzentrierte Elemente / Loads (lumped-constant)** +++++

PULSE:	Einspeisepunkt
Type:	LC, R+jX, or S

Verwenden Sie für die Definition der Einspeisung die gleichen Begriffe wie im vorigen Abschnitt.

Markieren Sie im Bereich ‚Load‘ ein Feld, betätigen Sie die ENTER-Taste und wählen Sie im sich öffnenden Menü den Bauelemente-Typ, den Sie einfügen wollen.

Wenn Sie LC wählen, müssen L in uH und C in pF und die Güte Q eingeben. Wird nur ein L eingefügt, ist C=0 einzugeben oder bei einem einzelnen C ist L=0 zu setzen.

Werden L und C parallel geschaltet, berechnet MMANA automatisch die Resonanzfrequenz des Parallel-Schwingkreises. Falls der Schwingkreis einmal definiert ist, ändert MMANA L oder C, wenn C oder L geändert werden, um die Resonanzfrequenz konstant zu halten. Um diese Automatik zu stoppen, müssen Sie erst C oder L mit 0 eingeben und anschließend den/die neuen Werte. Falls Sie die Resonanzfrequenz und L oder C ändern, werden C oder L ebenfalls korrigiert.

Normalerweise wird ein Wert für die Güte Q gefordert. Geben Sie Q=0 ein, werden L oder C als verlustlos angenommen.

Verwenden Sie die R+jX mit Wirkwiderstand R und Blindwiderstand jX als Definition, steht dieser Wert für einen beliebigen Abschluß unabhängig vom Schaltungstyp.

Wenn Sie den S-Typ für die Bauelemente gewählt haben, müssen Sie die S-Parameter der Last (A0-An und B0-Bn) eingeben. Die Klasse n wird durch den Einspeisepunkt festgelegt. Die S-Parameter können Sie bei komplizierteren Serien-Parallel-Schaltungen, die nicht von der Frequenz beeinflusst werden (siehe Anhang).

Für folgende Modelle enthält MMANA Beispiele :

- Ladespule VDP40.MAA, VDP40B.MAA in directory ...\\ANT\\HF SHORT\
- Ladekapazität MAGLOOP.MAA, MAGLOOPC.MAA in directory ...\\ANT\Magnetic loops\
- Sperrkreis (Trap) MULTDPH.MAA, MULTDPL.MAA, MULTDPW.MAA, MULTDPHW.MAA in directory..\\ANT\\HF Multibands\
- Abschluß-R T2FD.MAA, RHOMBIC.MAA, BEVERAGE.MAA in directory ...\\ANT\\HF aperiodic\
- S-Parameter MCQM.MAA in directory ...\\ANT\\HF multibands\

+++++ **Maximale Segmentzahl** / *Maximum number of pulses* +++++

Die Standardeinstellung enthält 1280 Segmente. Sie können Sie im Option-Menü bis auf 8192 einstellen.

----- 3. Antennenansicht -----

Wenn Sie auf die *View*-Taste klicken, wird die Antenne als Silhouette dargestellt. Nach der Berechnung wird das Bild durch den Stromverlauf auf den Drähten ergänzt.

Der Draht, auf den der Cursor in der Drahttabelle (wire definition table) zeigt, ist fett hervorgehoben. Wenn Sie einen anderen Draht bearbeiten wollen, klicken Sie mit der linken Maustaste darauf. Diese Methode ist bei einer komplizierten Antenne zweckmäßig. Mit einem Doppelklick öffnet sich das Menü des Polar-Achsen-Editors, mit dem Sie die Länge und den Winkel des Drahtes ändern können.

Klicken Sie rechts auf den Draht, erhalten Sie ein weiteres Menü für die Ansicht, um die Position, den Maßstab oder das Zentrum der Darstellung zu ändern, eine Einspeisung hinzuzufügen oder zu löschen oder einen Draht zu verschieben usw.

++ Vollansicht (*Full view*)

Gesamtdarstellung der Antenne

++ Nullpunkt bei $X=Y=Z=0$ (*Center X=0 Y=0 Z=0*)

Der Referenzpunkt ($X, Y, Z = 0$) wird in die Mitte des Fensters gezogen

++ Horizontal drehen (*Horizontal rotate*)

Dreht X- und Y-Achse um die Z-Achse

++ Vertikal drehen (*Vertical rotate*)

Dreht den Betrachtungspunkt vertikal

++ Zoom

ändert den Darstellungsmaßstab (Zoom)

++ Normalansicht (*Norm view*)

zeigt die Antenne in Übereinstimmung mit der gewählten Ansichtsposition. Wenn Sie die Stromverteilung und die Segmentierung gezielt ansehen wollen, schalten Sie die Normalansicht ab.

++ Ströme (*Currents*)

zeigt die Stromverteilung auf den Drähten an. Vorher muß die Berechnung erfolgt sein. Die Ströme werden in Abhängigkeit vom Elementvektor blau und rot dargestellt.

++ Segmente

zeigt die Trennstellen der Segmente an. Nützlich bei der Verjüngungsoperation

++ Schieberegler Stromamplitude (*Current amplitude slide bar*)

ändert die Stromamplitude. Könnte eigentlich automatisch gemacht werden, aber mit dem Regler kann der Nutzer die Amplituden besser vergleichen

Es wird empfohlen, die richtige Stromverteilung danach zu überprüfen, ob die Angaben für die Elemente richtig gemacht worden sind. Weicht die Stromverteilung von Ihren Vorstellungen ab, überprüfen Sie die Antennendefinition erneut. Zeigen die Ströme keinen glatten Übergang, haben Sie sicher die Antenne nicht korrekt modelliert. Überprüfen Sie die Definition der Elemente, ihre Verbindung und Segmentierung.

4. Berechnen

Drücken Sie die Taste *Compute*, um das im Antennenmodell zu berechnen. Drücken Sie dann die Taste *Start* in der linken unteren Ecke des Fensters, um die Berechnung zu starten.

Sie müssen in jedem Fall folgende Parameter festlegen :

Frequenz (<i>Frequency</i>)	Frequenz, für die die Berechnung gemacht werden soll (Entwurfsmfrequenz)
Erboden (<i>Ground</i>)	Art des Erdbodens
Höhe (<i>Height</i>)	Antennenhöhe über dem Erdboden
Bodenart (<i>Ground set</i>)	Eigenschaften des Erdbodens
Draht (<i>Wire</i>)	Antennenmaterial

MININEC3 nimmt einen realen Erdboden nur für die Fernfeldberechnung an, um das Richtdiagramm zu berechnen. Es nimmt einen ideal leitenden Boden für die Berechnung der Impedanz an. Falls die Antennen relativ niedrig über dem Erdboden relativ zur Wellenlänge montiert ist, ergibt sich ein niedrigeres Z als in Wirklichkeit.

Die Höhenangabe bezieht sich auf die Z-Achse. MMANA verwendet diesen Wert für die Berechnung über einem ideal leitendem oder reellem Erdboden.

Falls MMANA die Berechnung aus einem Grund nicht starten kann, erhalten Sie eine Mitteilung rechts oben im Fenster. Meist hat Ihre Antennendefinition einen Fehler. Falls ein Gleitkommafehler (floating-point error) gemeldet wird, überprüfen Sie ihre Antennendefinition

In der Ergebnistabelle wird die jeweils letzte Berechnung in der obersten Zeile ausgegeben. Sie können die Zahlen nicht editieren, sie zeigen jeweils das Ergebnis an. Für die SWR-Berechnung wird eine 50-Ohm-Speisung vorausgesetzt. Um die Speiseimpedanz zu ändern gehen Sie zu *,Options > Setup'*.

Auch wenn Sie mehrere Einspeisungspunkte angegeben haben, wird nur das Ergebnis der ersten Quelle angezeigt. Weitere Punkte werden im Log-Fenster angezeigt. Führen Sie den Cursor über die Ausgabe.

Für die Berechnung des Vor/Rückverhältnisses (*F/B calculation*) verwendet MMANA den Bereich zwischen der Gegenrichtung und 120° und sucht den schlechtesten Wert. Dieser Bereich kann mit *Option* geändert werden. G_a ist der absolute Gewinn, G_h ergibt sich aus G_a durch eine Subtraktion von 2,15dB. G_h wird nicht angezeigt, wenn Sie einen bestimmten Erdboden vorgegeben haben.

MMANA zeigt nur einen gewissen Zahlenbereich an. Beachten Sie, daß vor allem bei kleinen Impedanzwerten eine praktische Ungenauigkeit enthalten ist.

Media (Medium) bezieht sich auf das elektrische Fernfeld (Richtdiagramm). Setzen Sie die Dielektrizitätskonstante und Bodenleitfähigkeit (mS/m) für ihre Bodenbedingungen ein. (Einzelheiten siehe Anhang)

Falls Sie zwei oder mehrere Bodenbedingungen simulieren wollen, müssen Sie die X-Entfernung und die Höhe ebenfalls eingeben. MININEC hat eine Option, in der solche Bedingungen berücksichtigt werden, MMANA folgt ihnen.

Für die genaue Berechnung einer magnetischen Loop-Antenne müssen die Drahtverluste in den Parametern enthalten sein. Geben Sie einen Draht (*wire*) an, geht MMANA von einem einfachen Draht aus. Falls Sie ein Rohr (*pipe*) auswählen geht MMANA von einer Eindringtiefe von 10% aus. Bei einem Rohr von 10 mm Durchmesser wird mit einer Eindringtiefe von 1 mm gerechnet. Mein Referenzbuch gibt für Stahl eine Permeabilität von 120 bis 20000 an, ein ziemlich vage Angabe. Ich habe einen Wert von 150 angenommen. Je größer die Permeabilität, desto größer der Skineffekt.

Wenn Sie Standard-Kupfer oder -Aluminium nehmen, können Sie ohne größere Probleme von einem verlustfreien Material ausgehen. Die Berechnung mit verlustfreiem Material geht schneller.

Die maximale Segmentzahl ist auf 1280 voreingestellt. Sie können diesen Wert im Menü Option ändern, falls sie einen größere Anzahl haben wollen.

5. Fernfelddarstellung (Far field plot)

In der Fernfelddarstellung wird das Richtdiagramm der Antenne ausgegeben. Das linke Diagramm zeigt das horizontale und das rechte das vertikale Richtdiagramm.

Das vertikale Diagramm wird durch einen Schnitt des horizontalen Diagramms durch die vertikale Ebene in Höhe der X-Achse erhalten.

Das horizontale Diagramm wird in der horizontalen Ebene am Elevationsmaximum abgenommen. Falls aber die Elevation größer als 87 Grad ist, wird das horizontale Diagramm bei einer Elevation von 45 Grad

abgenommen. Wenn Sie das Diagramm in einer anderen Elevation ableiten wollen, klicken Sie auf die Taste *'Elevation'*. Das Vor/Rück-Verhältnis (F/B ratio) und die anderen Ergebnisse werden neu berechnet. Die Winkelauflösung in horizontaler und vertikaler Richtung liegt bei 1 Grad. Bei der Elevation wird eine Auflösung von 0,1 Grad erreicht.

Hinweis : Bei im Verhältnis zur Wellenlänge sehr hoch aufgebauten Antennen z.B. bei 1,2 GHz und höher hat MMANA größere Probleme, das genaue Maximum im vertikalen Diagramm zu finden.

Mit den Feldtasten (*Fields*) können Sie die Polarisation für das elektrische Feld wählen. Sie können sich die Diagramme in der horizontalen (H), vertikalen (V), totalen (Total) oder überlagerten (V+H) Darstellung ansehen.

Wenn Sie die Diagramme ausdrucken wollen, klicken Sie auf die Taste *'Print'* und wählen Sie in der Drucker-Dialogbox die gewünschte Darstellung. MMANA reduziert die Druckausgabe automatisch auf die gewählte Papiergröße.. Wollen Sie die Bildschirmausgabe weiterverwenden, drücken Sie auf der Tastatur ALT+Druck um den Bildschirm in die Zwischenablage zu kopieren und dann z.B. mit Paintbrush oder einem anderen Bildverarbeitungsprogramm weiter zu verarbeiten.

6. Elemente editieren (Element edit)

Sie kommen in den Elementeditor über das Edit-Menü oder die Taste *'Element edit'* der Compute-Seite. Es ist ziemlich mühsam z.B. bei einer Yagi-Antenne alle Elemente durch die Eingabe ihrer X-Y-Z-Koordinaten zu definieren. Mit dem Editor können Sie die Antenne durch intuitive Parameter wie Breite, Länge, Radius und Abstand einfacher dimensionieren.

Um eine Elementenabmessung zu modifizieren (Länge, Durchmesser) klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Editor und folgen Sie dem Menü.

MMANA prüft zuerst, welche Drähte miteinander verbunden sind. Drähte, die die gleichen XYZ-Werte haben, werden als miteinander verbunden angenommen. Danach analysiert MMANA die Abmessungen der Elemente und stellt den Vektor jedes Element fest. MMANA überprüft dann, ob ein Element ein oder mehrere Knickstellen hat, z.B. bei einer Twin-Loop-Antenne. Diese Feststellung beeinflusst die Optimierung (wird später beschrieben). Falls die Optimierung nicht das von Ihnen erwartete Ergebnis hat, ändern Sie die Reihenfolge der Elementdefinition. Wir empfehlen dafür die Texteditfunktion im Editmenü.

Falls Sie ein Element entfernen, ändern oder modifizieren, müssen Sie anschließend die Einspeisung oder eine eingefügte Last wieder auf ihre Anordnung überprüfen.

Wenn Sie eine Antenne von einer Skizze aus eingeben, sollten Sie mit der Elementenlänge oder dem Durchmesser einer Loop-Antenne anfangen. Eine Antennenschleife wird in der Grundeinstellung als vertikales Quadrat angenommen. Wollen Sie die Form ändern, klicken Sie bei *'Wire edit'* rechts auf das Element und wählen Sie unter *'Change the element form'* die gewünschte Form, z.B. Dreieck oder Rhombus.

Geben Sie dann die Werte für Abstand, Breite und Umfang an, Um einen Reflektor zu definieren, setzen Sie den Cursor auf den Bezugspunkt, klicken Sie rechts und wählen *'hinzufügen (add)'*

Wenn MMANA ein Element hinzufügt, kopiert es das Element davor oder dahinter, so daß auch komplizierte Elemente z.B. mit eingefügter Kapazität übernommen werden können.

Wird *'Change only the end points'* (wechsle nur die Endpunkte) gewählt, ändert das angewählte Element nur seine Endpunkte. Wird *'Change all coordinate proportionally'* gewählt, werden alle zusammenhängenden Drähte proportional in der X-Y-Z-Achse geändert. Einzelheiten werden im Anhang erläutert.

Der Abstand bezieht sich jeweils auf das benachbarte Element. Bei einer 3ele-Quad könnten folgende Angaben gelten :

No.	Abstand	Funktion	Bemerkung
1	0.0	14MHz Reflektor	Gleiche Position wie No. 2
2	0.0	21MHz Reflektor	Gleiche Position wie No. 3
3	2.5	28MHz Reflektor	2.5 m hinter No. 4
4	Bezugspunkt	14MHz Strahler	
5	0.0	21MHz Strahler	Gleiche Position wie No. 4
6	0.0	28MHz Strahler	Gleiche Position wie No. 5
7	2.0	14MHz Direktor	2 m hinter No. 6
8	0.0	21MHz Direktor	Gleiche Position wie No. 7
9	0.0	28MHz Direktor	Gleiche Position of No. 8

Falls Sie den Abstand zwischen No.3 und No.4 ändern, bewegen sich No.1 und No.2 zusammen mit No.3. MMANA verwendet das der X-Achse am nächsten liegende Element als Bezugspunkt.

Ein Element, das eine Abzweigung in Richtung der X-Achse hat (z.B. eine Zusatzkapazität) wird in Bezug auf die Elementenmitte definiert. Die Zusatzkapazität sollte zweckmäßig symmetrisch zum Element festgelegt werden.

Falls unten im Fenster das Feld ‚*distance from the first element* (Abstand vom ersten Element) / ‚*space between wires* (Abstand zwischen den Drähten)‘ ankreuzt (= ‚*on*‘) gekreuzt ist, zweigt MMANA den Abstand der Elemente an. Ist es nicht angekreuzt (= ‚*off*‘) beziehen sich die Abstände auf das Element 1.

Ist das Feld ‚*Lambda*‘ angekreuzt, werden alle Werte als Wellenlänge angezeigt. Sonst werden die Längen in Meter und der Radius in Millimeter angegeben.

Sie können das Bild durch rechtes Anklicken drucken (*Print this table*) oder als *.csv-Datei abspeichern (*Save this table*), wenn Sie die Daten in einem Tabellenverarbeitungsprogramm weiterverarbeiten wollen.

7. Drahteditor (Wire editor)

Wählen Sie "Wire edit" im Editmenü, um den Drahteditor zu starten. Sie können mit der Maus Drähte hinzufügen, modifizieren oder entfernen. Im Editor gibt es vier Ansichten :

- | | |
|-----------|--------------------------|
| - 3D tab | Dreidimensionale Ansicht |
| - X-Y tab | Ansicht von oben |
| - X-Z tab | Ansicht von der Seite |
| - Y-Z tab | Ansicht von vorn |

Die Schieberegler und Knöpfe auf der rechten Seite des Fensters sind :

- | | |
|-----------------------------|--|
| - Zoom-Schieber | Zoom-ein/Zoom-aus |
| - Pfeiltaste | Verfahren wählen |
| - Linientaste | Draht hinzufügen |
| - Quadrattaste | Schleife hinzufügen |
| - Plustaste | Zentrieren auf X=0, Y=0, Z=0 |
| - Gesamtansicht | Zeige gesamte Antenne |
| - Anzeigeliste | All = alle Drähte
Plane = alle Drähte einer Ebene
Element = zeige mit dem ausgewählten Draht verbundene Elemente |
| - Gitter (Grid) | Gitter anzeigen oder verstecken |
| - Gittermaßstab (Grid size) | |

Wenn Sie in das Antennenfenster mit der rechten Maustaste klicken wird ein Menü mit folgenden Funktionen geöffnet :

- | | |
|--|---|
| - Centered on this position | die Klickposition wird als Zentrum des Fensters festgelegt |
| - Centered in X=0, Y=0, Z=0 | der Referenzpunkt X, Y, Z = 0 ist das Zentrum |
| - Centered on the antenna | die Antennenmitte wird ins Zentrum gesetzt |
| - Connect to the closest wire | verbindet den gewählten Draht mit dem nächstgelegenen Draht |
| - Disjoint wire at the connected point | trennt den Draht von den anderen am Verbindungspunkt |
| - Set center wire on center axis | Setzt Drahtmitte auf die Mitte der Achse |
| - Divide wire into | Teilt den Draht in wählbare Abschnitte (pieces) |
| - Del wire | Löscht den Draht |
| - Grid start point | Setzt Gitter auf den gewählten Punkt |

Der ausgewählte Draht ist rot, die anderen sind schwarz. Die Endpunkte sind mit einem ‚x‘ markiert, wenn sie verbunden sind. Sie sind mit einem (Quadrat) markiert, wenn sie nicht verbunden sind. Sie können eine komplizierte Antenne, z.B. eine Log-periodic mit Hilfe dieser Mittel bauen und z.B. Drähte teilen, Verbindungen trennen, nächstgelegene Drähte verbinden usw.

++ Mausfunktionen bei der Drahtauswahl

Klicken Sie zum Start der Drahtauswahl auf die Pfeiltaste rechts-oben und dann auf den ausgewählten Draht. Die meisten Funktionen können Sie nur in der 2D-Darstellung ausführen, in der 3D-Ansicht können Sie nur das Ende eines Drahtes bewegen und ihn mit anderen Drähten verbinden.

Bringen Sie den Mauszeiger in die Nähe des Drahtendes. Der Cursor verändert sein Aussehen zu einem Haarkreuz. Klicken Sie das Ende an und ziehen Sie es. Wenn Sie die Shift-Taste gedrückt halten, können Sie den Draht vertikal oder horizontal ziehen. Wenn Sie die Strg-Taste gedrückt halten, behält der Draht seine Länge bei und ändert nur den Winkel.

Wenn Sie den Cursor in die Drahtmitte setzen, ändert er sich in ein Quadrat mit Pointer. Sie können den Draht erfassen und ihn in die gewünschte Position verschieben. Bei gedrückter Shift-Taste wird er horizontal oder vertikal verschoben.

++ Definition eines Drahtes (Line definition mode)

Klicken Sie auf die Linientaste rechts, um einen neuen Draht hinzuzufügen. Gehen Sie in das Antennenbild, klicken Sie und ziehen Sie einen neuen Draht. Sie können direkt die Parameter eingeben, wenn Sie in das Menü auf der rechten Seite des Fensters klicken.

Sie müssen die 2D-Darstellung anwählen. In der 3D-Darstellung können Sie nur einen neuen Draht einführen, der mit einem existierenden Draht verbunden ist.

++ Definition einer Schleife (Loop definition mode)

Klicken Sie auf die Taste mit dem Quadrat im rechten Fenster, um eine Schleife zu definieren. Klicken Sie in das Antennenfenster und ziehen Sie ein neue Schleife.

Auch diese Funktion steht nur im 2D-Modus zur Verfügung.

8. Optimierung (Optimization)

Während der Analyse von Richtantennen wird sicher jeder versuchen wollen, die Antenne durch eine manuelle Modifikation der Elementenanordnung und –größe bezüglich des V/R-Verhältnissen oder des Gewinns zu verbessern oder eine Verlängerungsspule nach der „Versuch und Fehlermethode“ zu verschieben. Ich habe es bei der Entwicklung dieser Software auch gemacht und habe mir schnell einen Wolf gelaufen. Aus diesem Grund habe ich eine Möglichkeit zur automatischen Optimierung der Antenne bezüglich mehrerer Parameter hinzugefügt.

Wählen Sie *Optimization* im *View*-menü oder klicken Sie auf die Taste *Optimize* im Berechnungsfenster, um in Optimierungsfenster zu kommen.

Die Ziele der Optimierung sind :

- Minimieren des Blindanteils jX (Antenne in Resonanz bringen)
- Minimieren des SWR
- Maximimieren des Gewinns (gain)
- Maximimieren des V/R-Verhältnisses (F/B ratio)
- Minimieren der Elevation
- Anpaßnetzwerk (matching circuit)
- Maximimieren oder minimieren des Stroms (current)

Diese Parameter hängen in der Regel voneinander ab und können nur über alles optimiert werden. Sie können die Parameter, die sie bevorzugen, durch die Schieberegler in ihrem Gewicht beeinflussen. Steht der Schieberegler rechts, ist dieser Parameter priorisiert, steht er links, wird dieses Ziel ignoriert.

Falls Sie die Box *no goal set* (keine Zielvorgabe) anklicken, werden die Parameter unabhängig von der Stellung der Schieberegler variiert. MMANA inkrementiert dann den Strom bis zum Maximalwert. Hiermit kann die Antenne bezüglich der Höhe oder der Frequenz beurteilt werden.

Mit der Taste *Advanced* können Sie Zielvorgaben machen. Nehmen Sie an, Ihre Antenne soll ein V/R-Verhältnis von 20 dB haben, MMNANA versucht, die anderen Parameter soweit zuoptimieren, daß Sie 20 oder mehr dB für das V/R-Verhältnis erreichen.

Mit der Taste *Band* können Sie die Optimierungsfrequenz innerhalb eines Bandes oder bei Multibandantennen das bevorzugte Band vorgeben. Voreingestellt ist bei MMANA ein Band und die spezifizierte Einspeisung.

Als Anpaßschaltungen kommen Haarnadelankopplungen, eine Kapazität oder ein beliebiges Z in Frage. Eine Haarnadel wird bei einem kapazitiven und eine Kapazität bei einen induktiven jX -Anteil eingesetzt.

Die Stromoptimierung maximiert oder minimiert den spezifizierten Einspeisepunkt.

Folgende Antennenparameter werden von MMANA während der Optimierung verändert:

- Drahtkoordinaten und -radius
- Drahtlänge, Azimuth und Zenith (in Polarkoordinaten)
- Elementbreite, Umfang und Radius
- Parameter der konzentrierten Elemente
- Antennenhöhe
- Frequenz
- Spannung und Phase der Einspeisung
- Stockungsabstand

Sie können die Parameter mit bis zu 128 Variablen setzen. Geben Sie ENTER ein oder klicken auf das Typfeld, um den Typ im Menü zu wählen. Sie können auch einen Wert manuell eintragen.

++ Drahtkoordinaten und Radius (Wire coordinate and radius)

Diese Werte sind Basisvariablen. Sie können X1, X2, Y1, Z1, Y2, Z2 und R des Drahtes ändern. Falls der spezifizierte Draht seine Koordinaten ändert, werden mit ihm verbundene Drähte ebenfalls geändert, damit sie mit ihm verbunden bleiben. Die Methode ist vor allem für den Feinabgleich gedacht. Als Längeneinheit gilt der Meter, die *Pos*-Nummer bezeichnet das Element.

++ Drahtlänge, Azimuth und Zenith in Polarkoordinaten (Wire length, azimuth, and zenith)

Sie können die Drahtlänge und seinen Winkel in Bezug auf den Referenzpunkt in den Polarkoordinaten ändern. Diese Methode ist nützlich bei Inverted-V-Antennen oder V-Beams, Falls Sie sich auf die X-Achse beziehen, brauchen Sie die Elementposition oder den Abstand nicht getrennt setzen. Wenn Sie die Koordinaten eines Drahtes ändern, bewegen sich verbundene Drähte ebenfalls. *Pos* ist die Drahtnummer. Die Schrittweite wird in Metern oder Grad geändert.

++ Element

Die Parameter, die ein Element definieren, können als Variable für die Optimierung gesetzt werden. Bei einer Yagi-Antenne sind das Elementlänge, -abstand und -position. Bei einer Schleifenantenne sind es Umfang, Position und Anordnung.

Als Einheit gilt der Meter, die *Pos*-Nummer bezeichnet das Element.

++ Konzentrierte Elemente (Lumped-constant load)

LC oder R+jX können als Variable gesetzt werden. Falls Sie Bauelemente an beiden Elementenden z.B. Traps ändern wollen, können die *'association function'* aktivieren.

Falls L und C als variabel bezeichnet worden sind, sorgt MMANA dafür, daß die Resonanzfrequenz erhalten bleibt und betrachtet sie als Schwingkreis. Wird L vergrößert, wird C entsprechend verringert. Die *Pos* bezeichnet das konzentrierte Element, L werden mit μH und C mit pF angegeben, die Einheit für R ist Ohm.

++ Antennenhöhe (Antenna height)

Die Einheit der Variablen ist der Meter.

++ Frequenz (Frequency)

Die Einheit ist MHz. Verwenden Sie bei einer Multibandantenne nicht die Frequenz als Variable.

++ Quelle (Source)

MMANA ändert die Phase und die Spannung der Quelle. *Pos* ist die Nummer der Quelle. Die Einheit der Phase ist Grad und die der Spannung Volt.

++ Stockungsabstand (Stack space)

Die Einheit ist der Meter. Falls Sie in der *what box* den Begriff ‚space‘ eintragen, werden der horizontale und der vertikale Abstand gleichzeitig verändert.

++ Zusammenführung (Association)

Falls Sie eine 0 in das Feld *association* eintragen, werden die angegebenen Parameter als von einander unabhängig behandelt. Falls Sie eine positive Zahl eintragen, ändern sich die Variablen in der gleichen Richtung, mit einer negativen Nummer in umgekehrter Richtung. Sie können auch eine einfache Gleichung eintragen, ähnlich wie bei einer Tabellenkalkulation. Unterstützt werden die Operatoren +, -, * und /.

Beispiele :

0	nicht zusammengeführt, unabhängige Variablen
1	verbunden mit Variable 1 (der gleiche Wert wie für Variable 1 wird verwendet)
-5	negiert verbunden mit Variable 5
1*1.05	verbunden mit Variable 1 und dem Faktor (Variable_1 * 1.05)
2-1.5	verbunden mit Variable 2 (Variable_2 - 1.5)
-3+1.2	verbunden mit Variable 3 (1.2 - Variable_3)

Sie können z.B. die Traps eines Multiband-Dipols proportional relativ zur Antennenmitte verschieben. Sie definieren die Variablen Y1 und Y2 für die Trap-Position. Die Dipolmitte muß bei Y=0 liegen. Definieren Sie Y1 als unabhängige Variable (Y1=0) und Y2 als den negierten Wert von Y1 mit Y2=-1. Sie können eine automatische Verbindung verwenden, wenn Sie in das Variablenfenster klicken. MMANA schlägt Ihnen mögliche Verbindungen vor.

Der Wert für die Schrittweite (*Pitch*) legt die minimale Schrittweite einer Variablen als Absolutwert oder in Prozent fest. Große Werte führen schneller zu einer Konvergenz, aber mitunter wird das beste Resultat nicht getroffen.

Min und *Max* definieren den Bereich der Variablen, sie wird nicht kleiner als *Min* und nicht größer als *Max*. Sie können ein # gefolgt von einer Variablennummer eintragen. Mit #1 in *Max* wird die aktuelle Variable nicht größer als das Element 1.

Falls Sie keinen *Max*-Wert z.B. für den Elementenabstand angeben, gibt Ihnen MMANA einen Wert an, der über Ihren Erwartungen liegt, oder – falls der *MIN*-Wert fehlt – macht MMANA aus Ihrer 5-ele eine 4-ele. Sehen Sie sich während der Antennenoptimierung das Antennenfenster an, um zu sehen, wie sie sich verändert.

Falls Sie einen Eintrag löschen wollen, drücken Sie die Löschtaste, wenn der Cursor auf diesen Wert zeigt. Mit der Taste ‚*all elements*‘ fügt MMANA alle Parameter der Variablenliste zu. Ist das Kästchen ‚*Space*‘ angeklickt, wird der Elementenabstand geändert, ist es nicht markiert, wird die absolute Position des Element verwendet. Siehe *Appendex.Txt* für Einzelheiten

Zur Auswahl eines Elements klicken Sie auf die Taste des Elements. Bewegen Sie den Cursor an die Stelle, die Sie in der Optimierungsprozedur ändern wollen und klicken Sie auf die OK-Taste. MMANA registriert diese Variable für die Optimierung. Eine mit einem Stern * markierte Variable ist bereits registriert. Wollen Sie diesen Vorgang aus der 3D-Ansicht starten, wählen Sie Drahttabelle (*wire selection tab*). Klicken Sie auf den gewünschten Draht und dann auf OK. Ein bereits registrierter Draht, wird rot dargestellt.

Absolute Schrittweite (*Absolute pitch*): Falls angehakt, tragen Sie einen Absolutwert ein, falls nicht geben Sie einen Prozenzwert ein.

Auflösung (*Resolution*) : 2 Grad. MMANA berechnet das Richtdiagramm aller 2 Grad. Dadurch wird die Rechenzeit verringert, aber die Genauigkeit bei HF-Antennen über Grund geringfügig verringert.

Loganzeige (Display log): die einzelnen Schritte des Optimierungsprozesses werden im Logfenster angezeigt

Klicken Sie zum Start der Optimierung auf die Taste *Start*. Während der Optimierung können Sie die Drahtdefinition, die Antennenansicht und das Fernfelddiagramm in Echtzeit sehen. Während der Optimierungsrechnungen reagiert die Maus u.U. sehr langsam, da MMANA die Rechnung priorisiert. Das MMANA unter Windows läuft, können Sie während der Optimierung andere Jobs bearbeiten. Sie können die Optimierung in einem Fenster laufen lassen und eine Antenne in einem anderen Fenster entwerfen.

Siehe auch : ‚Optimierungstips‘ im Anhang

----- 9. Optimierungsllog (Optimization log) -----

Die Optimierungsroutine liefert nicht unter allen Umständen die beste Lösung oder es ergibt sich ein für den Entwerfer unerwartetes Ergebnis. Sie können die Optimierungsschritte im Log bis zu 128 Schritten rückwärts verfolgen und von Hand prüfen, ob ihnen eine vorherige Berechnung besser in ihr Konzept paßt.

----- 10. Frequenzverhalten (Frequency characteristics) -----

Klicken Sie auf die Druck-Taste (*Plot button*) unten im Optimierungsfenster, um das Frequenzverhalten der Antenne zu berechnen. Sie müssen die Antenne vorher wenigstens einmal berechnet (*Compute*) haben.

Schätztaete (*Speculate button*): MMANA berechnet das Antennenmodell mit einer gewissen geschätzten Ablage von der Mittenfrequenz. MMANA verwendet eine lineare Approximation für R, Ga und das V/R-Verhältnis. Es nimmt an, daß die Antenne ein Serienresonanzkreis ist und schätzt jX und das SWR. Das Fernfeld kann MMANA nicht abschätzen.

Alle-Punkte-Taste (*All points button*): MMANA berechnet das Antennenmodell an allen fünf Punkten und gibt den Graph aus.

Einzelheiten (*Detail button*): MMANA berechnet das Antennenmodell und die Gitterpunkte für verschiedene Frequenzen. Mit dieser Berechnung können Sie die Antennencharakteristik über einen weiten Bereich erhalten. Die Zahl der Zwischenpunkte kann im zugehörigen Fenster eingestellt werden.

Resonanz (*Resonance button*): MMANA berechnet die Resonanzfrequenz der Antenne und zeigt diesen Wert als Fo im Z-Graph. Bitte beachten Sie, daß die Berechnung der Resonanzfrequenz eine gewisse Rechenzeit benötigt, vor allem dann, wenn Sie von der vorgegebenen Frequenz weit entfernt ist.

Eigenschaften (*Property window*): Sie können das Antennenmodell zusammen mit einem Anpassungsnetzwerk berechnen. Falls Sie es freigeben, nimmt MMANA an, daß dieses Netzwerk aus verlustfreien konzentrierten LC-Elementen besteht und daß das Netzwerk eine perfekte Anpassung realisiert.

Die Werte werden in der oberen linken Ecke des Z-Graphen angegeben :

L - Effektive Induktivität berechnet aus den jX-Werten
 C - Effektive Kapazität berechnet aus den jX-Werten
 Q – Güte des Resonanzkreises ($Q = \sqrt{L/C}/R$)
 B - Bandbreite ($B = f_0/Q$)
 fo – Resonanzfrequenz aus L und C

Hinweis : Diese Werte werden unter der Voraussetzung, daß die Antennen sich wie ein Serienresonanzkreis verhält aus dem jX-Übergang berechnet. Aus diesem Grund sind diese Werte nicht für alle Arten von Antennen gültig. Sie sind zusätzlich je ungenauer desto weiter die Resonanzfrequenz von der Arbeitsfrequenz entfernt ist.

Q und B geben die Bandbreite des Resonanzkreises an. Eine große Bandbreite entspricht einer kleinen Güte. Falls die Antenne selbst verlustbehaftet ist, ergibt sich durch ein großes R auch ein großes B und die Antenne hat einen schlechten Wirkungsgrad, der sicher nicht erwünscht ist. Achten Sie auch darauf, wie die Antenne gespeist wird. Wenn Sie ein Parallelresonanzmodell benötigen, können Sie das Serienresonanzmodell nicht verwenden.

Das Richtdiagramm für das Fernfeld überlagert alle Ergebnisse. Falls Sie sich ein bestimmtes Ergebnis ansehen wollen, klicken Sie auf die gewünschte Frequenz oder klicken Sie auf das ON-Feld. Die mit ON markierten Ergebnisse werden angezeigt,

Wenn Sie auf die Drucktaete (*print button*) klicken, werden Z, SWR, Gewinn Ga und V/R-Verhältnis auf ein Blatt gedruckt. Das Fernfeld-Diagramm wird nicht gedruckt

11. Tipps zum Editmenü (Tips on edit menu)

++ Suche und ersetze (*Search and replace*)

Suchen und ersetzen Sie die Drahtdimensionierung, den Radius und die SEG. Die Suche betrifft jeweils einen Draht. Sie können alles ersetzen.

Wenn Sie „gespiegelte Koordinaten verwenden (*relace mirrow's coordinates*) angekreuzt haben, werden Plus- und Minus-Werte in ihren absoluten Werter verglichen. Wenn Sie z.B. Draht 3 durch den gespiegelten Draht 4 ersetzen wollen, wird aus 3 der Draht -4.

++ Ersetze Anfangs- und Endpunkte (*Replace start and end points*)

Tausche X- und Y-Achsenwerte, die Y- und Z-Achsenwerte oder die Y- und Z-Achsenwerte (DM3ML: sorry, so stehts im Original). Dieser Tausch ist nützlich, wenn Sie die Antenne horizontal oder vertikal anordnen wollen.

++ Drähte skalieren (*Wire scale*)

Vergrößern oder verkleinern Sie die Antennengröße. Sie können damit die Antenne proportional für ein anderes Band berechnen oder einen Feinabgleich machen. Wenn Sie auch den Drahtdurchmesser ändern, wird die Antenne für jede Frequenz kompatibel (Ausnahme : konzentrierte Bauelemente sind eingebaut).

Ein normales Verfahren zur Antennenoptimierung ist, sie etwas neben die Zielfrequenz abzustimmen, um das jX zu minimieren, aber dafür wird Rechenzeit benötigt. Es ist auch nicht garantiert, daß ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht wird. Berechnen Sie am besten die Resonanzfrequenz F_0 mit einem Klick auf die Resonanztaste. Geben Sie diese Frequenz als Entwurfsfrequenz in das Drahteditierfenster (*wire edit window*) ein. Dann öffnen Sie Fenster mit der Antennengröße (*antenna size window*), geben die gewünschte Zielfrequenz ein und korrigieren die Antennenmaße (*resize*). Dieses Verfahren ist relativ einfach. Falls Ihre Antenne relativ weit von der gewünschten Frequenz liegt, erweitern Sie den Suchbereich (*chart width*) bei der Suche nach der Resonanzfrequenz.

A normal approach to optimize the antenna that is a little off the target frequency is to minimize jX , but it

++ Aufrunden (*Round value*)

Wenn Sie alle Werte berechnet haben, bekommen Sie viele Werte mit mehreren Stellen hinter dem Komma,. Verwenden Sie diese Funktion, um alle Werte auf die gewünschte Genauigkeit zu korrigieren.

++ Drahtdefinition (*Wire definition*)

MMANA verwendet rechtwinklige X-Y-Z-Koordinaten. Mitunter sind Polarkoordinaten (Länge, Azimuth und Zenith) praktischer. Mit diesem Menü können Sie zwischen den Koordinatensystem hin und her schalten.

++ Verschieben (*Move*)

Sie können den ausgewählten Draht in jede Richtung in der X-,Y- oder Z-Achse verschieben.

++ Antennendefinition editieren (*Antenna definition edit*)

Mit dem Editor können Sie die Antennenbeschreibung editieren. Er ist ein einfacher Texteditor. Öffnen Sie mit einem rechten Mausklick das Menü oder verwenden Sie die Standard-Windowstasten wie Ctrl-C, Ctrl-X, und Ctrl-V .

++ Teleskopelement (*Taper wire set*)

Mit diesem Menü können Sie ein Element, das aus Rohren unterschiedlichen Durchmessers zusammengesetzt ist, beschreiben. Siehe auch Anhang (Append.Txt).

12. Option

Klicken Sie auf das Menü Option. Es öffnet sich eine Dialog-Box, mit der Sie zusätzliche Berechnungen für MMANA auswählen können, z.B. die Resonanz, eine Spule (*coil*), ein Anpassungsnetzwerk (*matching circuit*) oder eine Stichleitung (*stub*) .

++ Resonanz (*Resonance*)

Sie können aus L und C eine Frequenz oder aus einer Frequenz und C oder L das dazugehörige L oder C berechnen.

++ Spule (Coil)

Sie können aus Durchmesser und Windungszahl einer Luftspule die Induktivität oder umgekehrt aus der Induktivität die benötigte Windungszahl berechnen, wenn Sie Luftspulen für Ihre Antenne brauchen. Beachten Sie, daß die Berechnungen nicht besonders genau sind.

++ Anpassungsglied (LC match)

Am einfachsten ist ein LC-Glied. Es kann für eine Vertikalantenne oder einen Mobilstrahler verwendet werden. Es wird von kleinen Reaktanzwerten für kurze Strahler ausgegangen. Größere Werte werden bei einem isolierten Vertikalstrahler angesetzt. Sie können die Werte für einen automatischen Antennentuner (ATU) berechnen. Bei der Berechnung werden Verluste nicht berücksichtigt. L sollte so klein wie möglich gewählt werden, da die Verluste in L höher sind als in C.

++ Leitungsanpassung 1 (Line match 1)

Sie können eine Antenne über ein geeignet dimensioniertes Kabel- oder Leitungsstück anpassen. Die Impedanz wird am Leitungsende in Abhängigkeit von der Impedanz am Leitungsanfang berechnet. Das SWR wird kleiner, wenn die Übertragungsleitung Verluste hat. Die Q-Match-Sektion verwendet ein Kabel und die Serienanpassungs-Sektion (series match section) zwei in Serie verbundene Kabel. Klicken Sie auf die TUNE-Taste, um die Kabellänge zu berechnen, bei der sich das SWR-Minimum am Ende (Ri) ergibt. Geben Sie in der Q-match-Sektion den gleichen Wert unter Ri und der Speise-(Feeder)-Impedanz ein. MMANA setzt eine verlustfreie Leitung voraus. Die Impedanzen in der Mitte und am Eingang werden oben im Fenster angezeigt. Die Leitungslänge L ist als elektrische Länge angegeben. Zur Berechnung der physikalischen Länge muß der Verkürzungsfaktor nach Herstellerangaben einbezogen werden.

++ Leitungsanpassung 2 (Line match 2)

Es wird eine resonante Stichleitung (Stub) berechnet. ZL ist die Impedanz der Antenne, Zo die Impedanz von L1 und L2 und Zi die Impedanz der Speiseleitung (Feeder). Das SWR wird auf der Basis der Speiseleitungsimpedanz berechnet. Der Verkürzungsfaktor und die Frequenz beeinflussen die Länge von L1 und L2. Klicken Sie auf TUNE um L1 und L2 für das Minimum des SWR zu berechnen. MMANA liefert zwei Lösungen für das Maximum, kann aber mitunter keine Lösung finden.

L1	Distanz der Last zur Stichleitung
ZS	Impedanz an der Stichleitung
XS	Stub-Reaktanz
L2s	Länge der Stichleitung (Stub kurzgeschlossen)
L2o	Länge der Stichleitung (Stub offen)
Zi	Impedanz an der Quelle (SWR-Impedanz)

Meist wird ein kurzgeschlossener Stub verwendet, aber der offene Stub ist kürzer.

Sie können ein konzentriertes Bauelement im Stub verwenden. Fügen Sie XS als Induktivität (Spule) oder das Kapazität (Kondensator) ein.

++ Stub

X, L, und C der Stegleitung oder des Koaxkabels, die für den Stub verwendet werden. Ich habe in verschiedenen Datenvlättern nach festen Werten für Verkürzungsfaktor und Impedanz der Kabel gesucht, aber keine verbindlichen Werte gefunden. Ich setze daher Werte ein, die ich für typisch halte. Sie können auch eigene Werte definieren. Das X der offenen und geschlossenen Stubs ergibt sich aus :

Kurzgeschlossener Stub	$X = Z_o * \tan(2 * \pi * l / \lambda)$
Offener Stub :	$X = -Z_o * \cot(2 * \pi * l / \lambda)$

Ein selbstgebauter Stub hat folgende Impedanz (Verkürzungsfaktor bei 0.96 to 0.99) :

$Z_o = 276 * \log_{10}(2D/d)$ D: Drahtabstand, d: Drahtdurchmesser

++ Setup

[Rückwärtswinkel des V/R-Verhältnisses (*Rear range of the F/B ratio*)]

Mit diesem Wert wird der rückwärtige Bereich zur Berechnung des V/R-Verhältnisses angegeben. Wollen Sie den Bereich zwischen plus und minus 60° einbeziehen, geben Sie 120 ein. Der Bereich kann zwischen 0 und 359 Grad liegen. Wollen Sie die seitlichen Strahlungskeulen einbeziehen, geben Sie z.B. 270 ein. MMANA sucht die Strahlungskeulen ausgehend von Spitzenwert der Vorwärtskeule. Wenn Sie einen von 0 abweichenden Wert eingeben, sucht MMANA die Keulen zwischen 0 Grad und dem spezifizierten Wert. Sie können einen Wert zwischen 0 und 179 Grad eingeben, um das Diagramm einzubeziehen.

[Standard-Z für die SWR-Berechnung (*Standard Z for SWR calculation*)]

Voreingestellt ist $Z=50$ Ohm für die SWR-Berechnung. Sie können davon abweichende Werte inklusive eines Blindwiderstands jX eingeben, um die Wirkung einer Anpaßschaltung zu testen. Wenn Sie die Taste *hairpin match* (Haarnadelanpassung) drücken und ein Ziel-Z angeben, wird das jX der Haarnadelanpassung berechnet. Wollen Sie eine kapazitive Anpassung, geben Sie ein positives jX ein. In jedem Fall muß das Ziel-Z größer als der Bezugs-R sein.

[Stromanzeige/Richtungswahl (*Current display - Specify direction*)]

Zeigt die Stromrichtung im Antennenfenster an. Gibt nicht in jedem Fall die richtige Richtung an (hängt von der Antennenkonfiguration ab)

[Letzte Dateien (*Last files (menu)*)]

Gibt die Anzahl der Dateien an, die in der Dateiliste im Menü stehen. Wenn das Feld *MMANA only* nicht angekreuzt ist, werden die Dateien *.mab und *.mao ebenfalls angezeigt.

[Maximale Segmentanzahl (*Maximum pulse number*)]

Voreingestellt ist 1280. Sie können der Wert bis auf 8192 erhöhen, aber beachten Sie, daß Ihr Speicherplatz u.U. nicht ausreichen kann oder durch das Umspeichern die Rechenzeit erhöht und die Arbeitsgeschwindigkeit Ihres PC sehr langsam wird. Folgender Speicherplatz wird benötigt :

Segmentzahl	Speichergröße
1024	8MB
2048	32MB
4096	128MB
8192	512MB

Ich denke mal, daß ein moderner Rechner mit 1000 Segmenten (oder sind es schon 4000 ?) gut zurecht kommt. Halten Sie die Zahl so klein wie möglich.

13. MMANA-Dateien (MMANA files)

++ Antennendefinition (*Antenna definition file*)

Textdatei, die die Drahtdefinition, die Speisung, die konzentrierten Elemente usw. beschreibt. Die Datei kann mit einem externen Editor betrachtet und editiert werden. Die Parameter sind selbsterklärend.

++ Ergebnisse (*Result file*)

Die binäre Datei enthält die Berechnungsergebnisse. Sie kann nicht editiert werden. Die Ergebnisse können miteinander verglichen werden. Die Antennendefinition ist ebenfalls enthalten.

++ Optimierungsübersicht (*Optimization sheet*)

Die binäre Datei enthält die Optimierungsergebnisse. Sie kann nicht editiert werden. Sie zeichnet die Schritte bei der Optimierung auf und Sie können die Berechnung zurückverfolgen.

++ Stromverteilung (*Current file*)

In dieser Textdatei werden die Ströme und Phasen der einzelnen Momente und ihre Koordinaten aufgezeichnet. Die Datei hat ein CSV-Format und kann in Tabellenprogrammen wie Microsoft-Excel verarbeitet werden. Jede Reihe hat folgende Parameter :

Drahtnummer (*Wire number*), Momentennummer (*Pulse number*), X, Y, Z, Strom –Realteil (*Current (real)*), Strom-Imaginärteil (*Current (imaginary)*), Strom absolut (*Current (absolute)*), Phase (*phase*)

Die Einheiten sind :

X, Y, Z	Meter
Strom	Ampere
Phase	Grad

++ Nahfelddaten (*Near field data file*)

Die Textdatei im CSV-Format zeichnet die elektromagnetische Kraft im Nahfeld auf. Jede Reihe hat die folgenden Parameter :

X, Y, Z,- Vektor, elektrisches Feld /Realteil (*Electric force (real)*), /Imaginärteil (*Electric force (imaginary)*), und absolut (*Electric force (absolute)*), Phase

Die Einheiten sind :

X, Y, Z	Meter
Elektrisches Feld (<i>Electric force</i>)	V/m
Magnetisches Feld (<i>Magnetic force</i>)	AT/m
Phase	Grad

++ Fernfelddaten (*Far field data file*)

Die Textdatei im CSV-Format zeichnet den absoluten Gewinn bezogen auf Azimuth und Zenith (Elevation, 3ml) auf. Jede Reihe besteht aus folgenden Parametern:

Zenith, Azimuth, vertikale Polarisierung, horizontale Polarisierung, V+H

Einheiten sind :

Azimuth, Zenith	Grad
Gewinn	dBi

++ Frequenzcharakteristik (*Frequency characteristics data file*)

Textdatei im CSV-Format mit R, jX, SWR, Ga, und V/R (F/B).

Unterstützung (Support):

Alle Fragen zum MMANA und andere Probleme können in der MM-HAMSOFT YAHOO GROUP -

<http://groups.yahoo.com/group/MM-HAMSOFT> diskutiert werden.

Schreiben Sie sich bei der MM-HAMSOFT Users Group - <http://groups.yahoo.com/group/MM-HAMSOFT> ein.

Abschließende Wort (Closing words)

(von JE3HHT)

Ich lebe in einem Apartmenthaus. Ich funke mit einer kleinen Magnetloop und einer Vertikalantenne, die aus einer Angelroute gebaut ist.. In so einer Situation kann ich nicht ohne Abstimmspulen u.ä. arbeiten. Ich habe MMANA vor allem aus diesem Grund geschrieben.

Ich nehme aber an, daß Antennenprogramme wie NEC eine Grenze beim praktischen Einsatz haben, obwohl sie die Gebäudestruktur als virtuelle Erde modellieren können. In der realen Situation hat eine Abstimmspule eine Größe, die nicht exakt analysiert werden kann.

Ich denke aber, daß es durchaus möglich ist eine neue Antenne am PC zu entwickeln, denn das Programm vermittelt eine grobe Vorstellung von der Antennengröße und den konzentrierten Elementen. Mein Interesse an der Antennenmodellierung basiert auf einer solchen Situation und deswegen habe ich MMANA als Programmwerkzeug entwickelt.

Ich würde mich freuen, wenn Ihnen MMANA hilft, Ihre Antenne zu bauen.

Ich betreibe Amateurfunk als Hobby. Ich bin kein Antennenexperte und es gibt eine Menge Sachen, die mir noch nicht vertraut sind. Ich würde mich über Kommentare, Vorschläge und Korrekturen freuen. Bitte löchern Sie mich nicht mit technischen Fragen, hi.

Verteilung von MMANA (Distribution of MMANA)

MMANA ist Freeware. Makoto Mori JE3HHT, hat das Copyright von MMANA, aber er beschränkt das Kopieren und die Weitergabe nicht. Ich vertraue ihrem Hamspirit. MMANA wird ohne Support und Garantie abgegeben. Es wird keine Haftung für Schäden durch MMANA übernommen.

73 de JE3HHT Makoto Mori

Nachbemerkung des Übersetzers

Ich bin noch weniger als Mako-san ein Antennenexperte. Mir gefällt nur das Programm sehr gut und es ist das erste Antennenprogramm, mit dem ich schnell und intuitiv eigene Antennenprobleme und auch die von Freunden analysieren konnte. Ich bitte um freundliche Nachsicht, wenn ich für die englischen Spezialbegriffe nicht immer den 100% passenden deutschen Ausdruck gefunden, Tippfehler übersehen oder dem z.T. legeren Englisch nicht die letzte Feinheit abgewonnen habe. Ich habe auch nicht – wie bei anderen Übersetzungen – alle Tasten des Programms in Echtzeit ausprobiert. Aber ich denke, die deutsche MMANA-Hilfe wird Ihnen ein bißchen helfen, auch dann, wenn Sie nicht alle Feinheiten von MMANA ausnutzen wollen.

Den mehrfach angeführten Anhang habe ich nicht übersetzt. Ich gehe davon aus, daß Experten, die den Anhang hinzuziehen wollen, neben ihrem Fachwissen auch gute Englischkenntnisse haben

73 de DM3ML, Eike aus Dresden
21 Jan 2002