



Gunthard Kraus, DG 8 GB

Das interessante Programm

Heute: **PCAAD21.zip**

Mit dieser Ausgabe soll eine neue Rubrik unter dem Namen "Das interessante Programm" eingeführt werden. Vor dem Hintergrund der unerschöpflichen Quelle INTERNET sollen hier Programme zum interessierenden Bereich vorgestellt und beschrieben werden.

Im kurzen Steckbrief werden alle für den Anwender wichtigen Eigenschaften, einschließlich der Beschaffungsmöglichkeiten aufgeführt. Im zweiten Teil wird die Bedienung beschrieben und der Einsatz an praktischen Beispielen demonstriert.

1.

Kurzer Steckbrief

Name: PCAAD21

Einsatzgebiet:

- a) Analyse von Einzelantennen (Dipol, Dipol RCS, Faltdipol, Yagi)
- b) Entwurf einer logarithmisch-periodischen Antenne

c) Analyse von Antennen-Arrays (Linear Array, Planar Array, Grating Lobe, Finite and Infinite Dipole Array)

d) Analyse von Microstrip-Antennen (rectangular and circular Patch, aperture coupled Patch)

e) Analyse von Apertur-Antennen (E-plane und H-plane Sectoral Horn, Pyramidal Horn, Conical Horn, Corrugated Conical Horn, Parabolic Reflector)

f) Analyse von Transmission-Lines und Hohlleitern (Microstrip, Stripline, Coaxial Line, Two-wire Line, Rectangular Waveguide, Surface Waveguide).

Dateityp und Dateigröße:

Gepacktes DOS-Programm (gezippt) mit 161 Kilobyte, im ausgepackten Zustand 360 Kilobyte.

Probleme beim Betrieb unter WIN 95/98 und mit schnellem Rechner wurden nicht festgestellt.

Bugs oder grobe Rechenfehler wurden bisher nicht festgestellt.

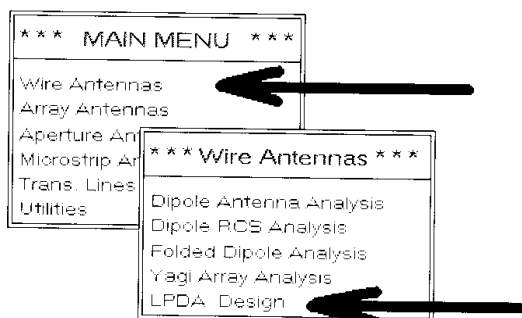


Bild 1: Programmstart zum Entwurf einer logarithmisch-periodischen Antenne

Bedienerfreundlichkeit:

Leicht zu verstehen und einzuarbeiten. Bedienung über einfache Pulldown-Menüs; rechnet mit metrischen Einheiten. Sehr praxisgerecht aufgebaut.

Online-Hilfe: Keine

Beschaffungsmöglichkeiten:

a) CD „Fundstelle INTERNET 2000“ [3]

B) Link in der Homepage der UKW-Berichte unter Software:
(www.UKW-Berichte.de)

c) Download-von Homepage von RFGlobal-net (<http://www.rfglobalnet.com>)

Verbesserungswünsche:

Die Grafikausgabe der Richtdiagramme wirkt noch recht altertümlich (=alter DOS-Standard) und sollte auf Windows-Niveau gebracht werden. Eine ONLINE-Hilfe wäre praktisch.

2.

Arbeiten mit PCAAD21

Am Steckbrief und den darin aufgeführten Einsatzgebieten erkennt man sofort:

Dieses Programm dient zur Analyse, Überarbeitung und Optimierung von eigenen Antennen-Entwürfen. Man gibt also im Prinzip die Abmessungen des ausgewählten Antennentyps ein und läßt sich dafür die zugehörigen elektrischen Eigenschaften berechnen.

Zur Installation kopiert man die Software in ein eigenes Verzeichnis auf der Festplatte und entpackt sie. Wer jedoch Festplatten-Speicherkapazität sparen möchte, der zieht sie entweder auf eine Diskette oder brennt sie auf eine CD-ROM - oder verwendet gleich die „INTERNET-CD“ [3].

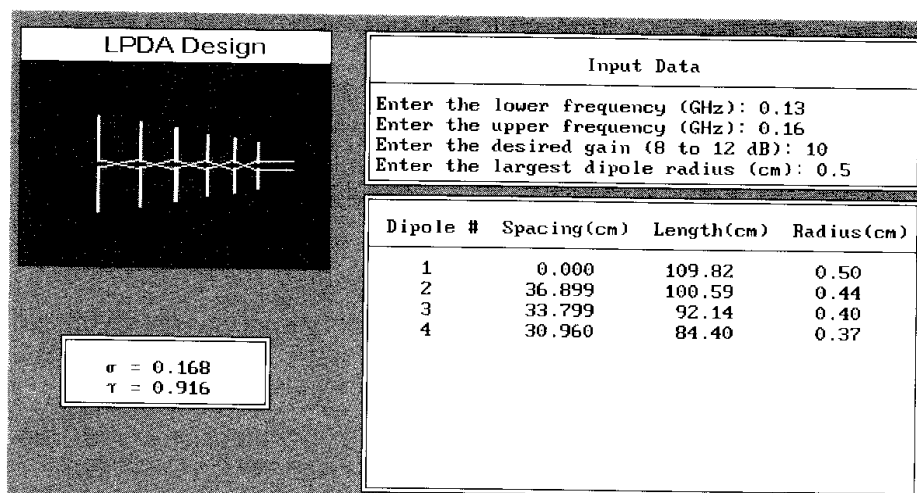


Bild 2:

Die untere Tabelle enthält nun alle Maße und Abstände der einzelnen LPDA-Antennenelemente. Der linke, längste Dipol der Anordnung stellt die Nummer 1 dar



708 15 BROADBAND AND FREQUENCY-INDEPENDENT ANTENNAS

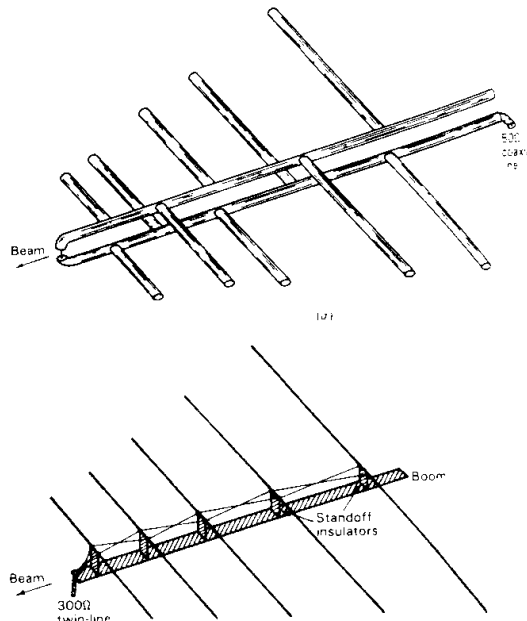


Bild 3: Aus Buch [1] stammt diese Abbildung. Es liefert umfangreiche Informationen und den nötigen theoretischen Hintergrund

Zum Start des Programmes PCAAD21 gibt man PCAAD21 ein und drückt ENTER. Man wird vom Hauptmenü empfangen und sieht

Linear Array	
Select Action Enter Array Data & Compute Plot Patterns File Coefficients / Patterns Type A / P Coefficients Compute Directivity	

Array Specifications	
Number of elements in array: 5	←
Element spacing (cm): 10	←
Operating frequency (GHz): 1.7	←
Amplitude Distribution: Chebyshev	
Sidelobe level (+dB): 25	
Phase Distribution: Broadside Beam	
Element phase shift= 0.0 deg.	
Scan angle= 0.0 deg.	
Element type: Dipole	
Polarization of elements: (X/Y/Z)? X	
Dipole length (cm): 8.82	←
No ground plane	
Pattern out ($\theta=0^\circ$ or 90°): 0	
Pattern increment (deg): 1	

Bild 4: Entwurfsbeispiel für ein lineares Antennenarray. Mit Pfeilen sind die erforderlichen Eingaben markiert. Im Feld „Selected Action“ wählt man die auszugebenden Ergebnisse

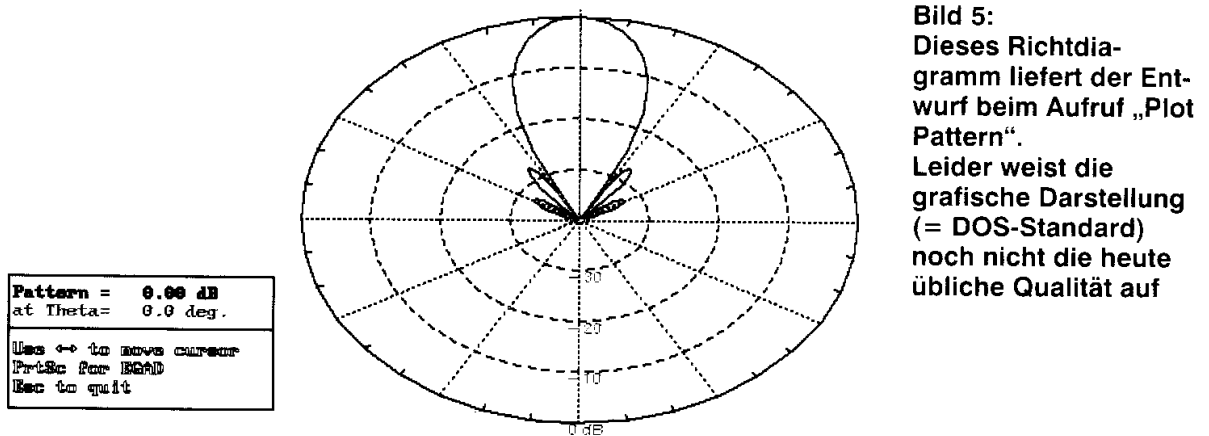
auf dem Bildschirm gleich die unterschiedlichen Einsatzgebiete des Programmes.

Aus der ersten Gruppe soll nun ein Entwurf durchgespielt werden; hierzu klickt man mit der Maus auf „Wire Antennas“ (**Bild 1**). Darin pickt man sich das unterste Beispiel heraus (= „LPDA-Design“) und entwirft zur Übung eine logarithmisch-periodische Antenne für den Frequenzbereich von 130 MHz bis 160 MHz. Damit kann man außer dem 2 m-Amateurfunkband auch NOAA-Wettersatellitensignale oder irgendwelche anderen Funkdienste empfangen.

Und so einfach geht das (siehe **Bild 2**):

- Untere Grenzfrequenz eintippen (0,13 GHz)
- Obere Grenzfrequenz eintippen (0,16 GHz)
- Den gewünschten Gewinn eingeben (hier 10 dBi)
- Den Radius des längsten Antennenelementes wählen (z.B. 0,5 cm)

Daraufhin erscheint in der unteren Fensterhälfte der fertige Antennenentwurf mit allen mechanischen Maßen und Abständen. Allerdings wird vorausgesetzt, daß man sich mit dem Prinzip und den Eigenschaften der entworfenen Antenne sehr gut auskennt, denn



Anleitungen zum mechanischen Aufbau oder irgendwelche Erläuterungen zu aufgeführten Abkürzungen oder angezeigten Größen mit griechischen Formelbuchstaben gibt es nicht.

Da wird wohl so mancher ratlos dastehen. Also hilft nur: passende Fachliteratur besorgen und nachschlagen bzw. sich in das Thema einarbeiten. Bei nahezu allen Antennenfragen bzw. der Suche nach dem theoretischen

Hintergrund hat mir hierbei das Buch [1] weitergeholfen, deshalb kann ich es jedem ambitionierten Antennenentwickler empfehlen. Darin findet sich **Bild 3**, wenn es um den mechanischen Aufbau der LPDA und ihre Verdrahtung geht.

Wer sich dagegen mit Gruppen-Antennen beschäftigt, freut sich über den nächsten Menüpunkt „Array Antennas“. **Bild 4** soll den Entwurf eines „Linear Arrays“ zeigen (= alle Antennen wie Gartenpfähle nebeneinander und in einer Linie aufgestellt). Gewählt wurden 5 Halbwellen-Dipole für die Frequenz 1,7 GHz, der Abstand zwischen den einzelnen Elementen betrage 10 cm und man nimmt als Dipollänge eine halbe Wellenlänge (8,86 cm). Man wird vom Programm sehr genau über jede Einzelheit des Entwurfes befragt und weitergeführt, bevor man schließlich die Option „Plot Pattern“ aufrufen und **Bild 5** betrachten kann.

Als Nächstes soll das Menü mit den „Aperture Antennas“ etwas genauer untersucht werden (**Bild 6**). Da die aufgeführten Antennenformen zum Teil recht unbekannt sind, wurde wieder dasselbe Fachbuch wie vorhin befragt. Und siehe da: es half mit einem passenden Kapitel weiter [2] - besonders eine bestimmte Abbildung (siehe **Bild 7**) erwies sich als sehr informativ.

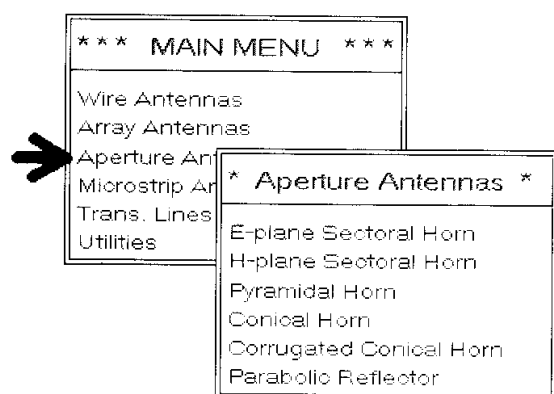


Bild 6: Auswahlmenü für die typischen, üblichen Mikrowellen-Aperturantennen. Da fällt die Auswahl für den Nicht-Spezialisten zunächst wohl etwas schwer...

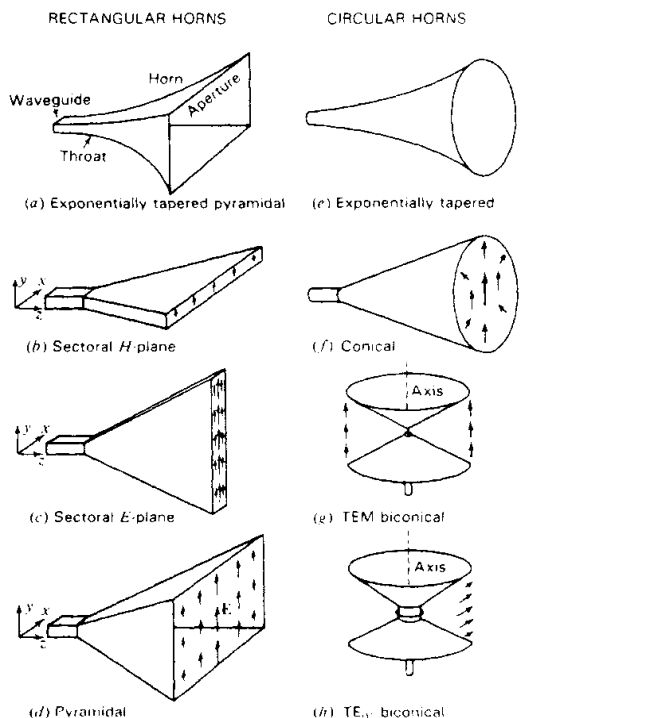


Figure 13-20 Types of rectangular and circular horn antennas. Arrows indicate E-field directions.

Bild 7: Hilfreiche Übersicht über die Apertur-Antennen aus [2]

Noch ein Hinweis: Wer sich mit dem Programm an Hand von Beispielen vertraut machen möchte, sucht sich z.B. fertige Parabol- oder Hornantennen-Entwürfe samt ihren

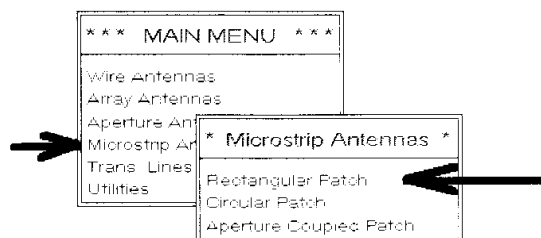


Bild 8: Weg zum Entwurf einer rechteckigen Patch-Antenne

Meßdaten aus älteren Artikeln der "UKW-Berichte" heraus und rechnet ein solches Teil nach. Auf diese Weise wird man sehr gut mit der Materie vertraut, denn grobe Abweichungen zwischen dem Simulationsergebnis und bereits vorhandenen Meßwerten des Prototyps liegen üblicherweise an einer falschen Eingabe oder Vorstellung des Programmbenutzers. Meist ist es dann eine Frage der Zeit und der Zähigkeit, bis man alle Zusammenhänge komplett erarbeitet hat.

Über das nächste Menü (**Bild 8**) gelangt man an die Entwurfsmöglichkeiten für Patch-Antennen.

Aus den drei aufgeführten Möglichkeiten wurde wieder der Entwurf eines rechteckigen Patches für die Meteosat-Frequenz 1,7 GHz gewählt. Hier läuft es so, daß man Länge und Breite des Patches, die Lage des Speisepunktes sowie alle erforderlichen Leiterplattendaten eingibt und als Antwort die Resonanz-

frequenz sowie den Eingangswiderstand am Speisepunkt angezeigt bekommt (**Bild 9**). Nun bleibt es dem Benutzer überlassen, durch mehrfache Wiederholung mit geänderten Daten den Entwurf zu optimieren. Nach dem Anklicken der entsprechenden weiteren Menüpunkte berechnet PCAAD schließlich noch die Directivity (= das Verhältnis vom Spitzenwert des Poyntingschen Vektors in Hauptstrahlrichtung zu seinem Mittelwert) und das Richtdiagramm für E-Feld und H-Feld (**Bild 10**).

Noch eine kurze Bemerkung zu den erzielbaren Genauigkeiten: die Erfahrung und Messungen zeigen, daß die Resonanzfrequenz auf etwa 3 % genau bestimmt wird, beim Strahlungswiderstand dagegen (da die Leitungsverluste des Patches leider nicht voll-

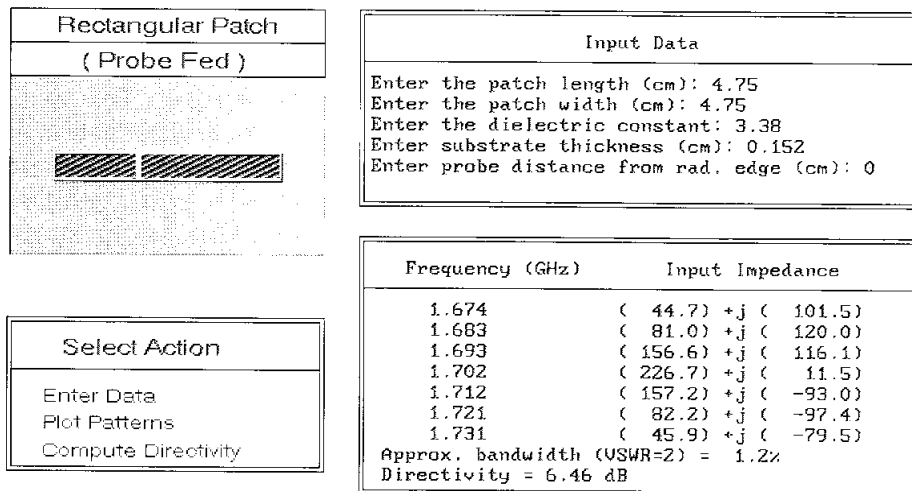


Bild 9:
 Unten: Frequenz- / Impedanztabelle für den gewählten Speisepunkt (Microstrip-Feed). Man erkennt deutlich die Eigenresonanz bei 1702 MHz am kleinsten Blindanteil; die Directivity beträgt 6,46 dBi

ständig und korrekt einbezogen werden) können je nach Platinenmaterial zwischen 10 und 20 % Abweichung auftreten.

Schließlich kommt der letzte Menü-Punkt, mit dem HF-Leitungen aller Art einschließlich Hohlleiter untersucht werden können (**Bild 11**). Wohl am häufigsten braucht man heute die Microstrip-Berechnung und dort kann man unter folgenden Optionen wählen:

a) Berechnung des Wellenwiderstandes einer idealen Microstrip - Leitung, wenn die Ab-

messungen und Platinendaten eingegeben werden.

b) Bestimmung der erforderlichen Breite, wenn ein bestimmter Wellenwiderstand bei einer vorgegebenen Platine verwirklicht werden soll.

c) Vollständige und korrekte Modellierung einer Microstrip-Line mit allen Frequenzabhängigkeiten. Damit kann man anhand der Abmessungen und Platinendaten den Wellenwiderstand und die Dämpfung bei einer be-

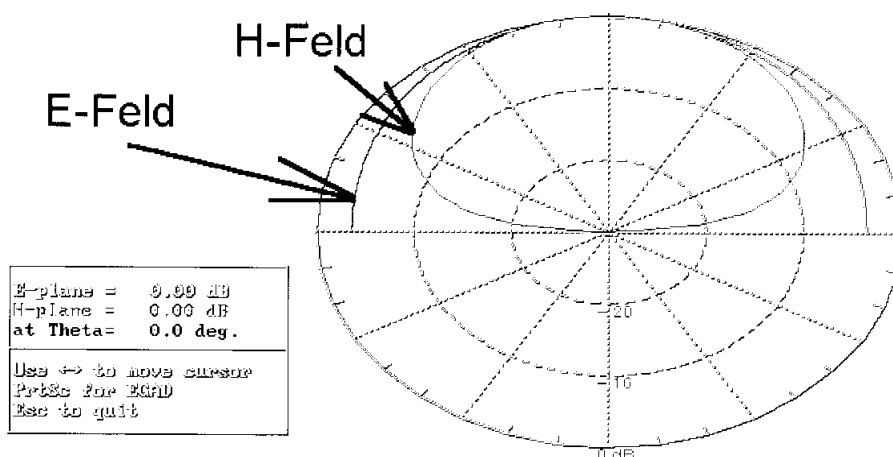


Bild 10:
 Auch die Berechnung der Directivity und ihre (mangelhafte) Darstellung erfordert nur einen Mausklick

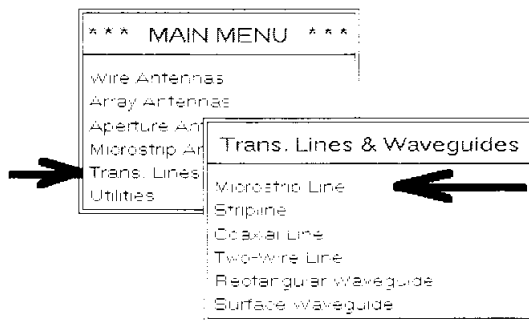


Bild 11: So wird das Entwurfsmenü für Microstrip-Leitungen geöffnet.

stimmten Frequenz berechnen bzw. ihre Frequenzabhängigkeiten untersuchen (Anmerkung: diesen Fall kennt man von "PUFF" her, wenn dort das Ausrufezeichen hinter die Transmission-Line-Bezeichnung gesetzt wird...).

So wurde in **Bild 12** die erforderliche Leiterbreite für eine 50 Ohm-Leitung bei einer 1,52

mm dicken Platine aus dem neuen Rogers-Werkstoff R04003 ($\epsilon_r = 3,38$, Verlustfaktor = 0,001 bei 2 GHz) zu 3,52 mm bestimmt. In **Bild 13** wurde (mit der „vollständigen Modellierung“) bei derselben Platine dann kontrolliert, ob sich für die gleichen Abmessungen bei der gleichen Frequenz wieder derselbe Wellenwiderstand von 50 Ohm einstellt. Das ist glücklicherweise der Fall, und eine Kontrollsimulation mit "PUFF" bringt ebenfalls dieselben Werte.

Zum Abschluß sei noch die Analyse eines luftgefüllten Hohlleiters demonstriert (**Bild 14**). Mit einer Breite von 2 cm und einer Höhe von 1 cm sowie der Angabe „Betriebsfrequenz 10 GHz“ liefert uns der PC zunächst eine Liste der wichtigsten „Modes“ samt jeder einzelnen „Cutoff-Frequenz“ (= untere Grenzfrequenz, ab der ein solcher Mode möglich ist). Kann ein bestimmter Mode beim gewählten Betriebsfall auftreten, dann liefert der dritte Tabellenwert hierfür die zugehörige Fortpflanzungskonstante in Radians/Meter. Macht man mit <ENTER> im Programm weiter, dann werden nach Eingabe

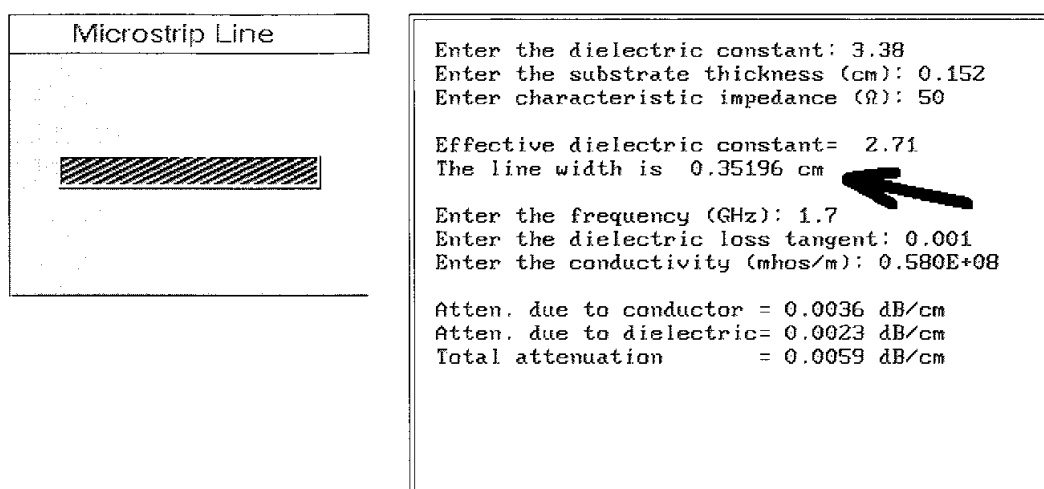


Bild 12: Platinendaten und Wellenwiderstand sind gegeben, die Leiterbreite ist gesucht. Ausgegeben werden für $f = 1,7$ GHz diese Breite sowie die einzelnen Dämpfungswerte (conductor- / dielctric- / total loss)

Microstrip Line



Enter the dielectric constant: 3.38
Enter the substrate thickness (cm): .152
Enter the line width (cm): 0.352
Enter the frequency (GHz): 1.7

The effective dielectric constant is 2.69
The characteristic impedance is 50.6 Ω

(eef= 2.6882, function= 73.453E-04)

Bild 13:
Zweiter Praxis-
fall: man kennt
die Platinenda-
ten und die Lei-
terbreite.
Gesucht ist der
Wellenwider-
stand bei einer
bestimmten
Frequenz

be der Dielektrikums- und Leiterdaten noch die einzelnen Dämpfungsanteile bzw. die Gesamtdämpfung in dB/Meter ausgegeben.

Fazit:

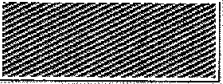
Es wurden nicht alle Möglichkeiten, jedoch die wichtigsten von PCAAD21 vorgestellt. Nach etwas Einarbeitung ist es ein sehr nützliches Hilfsmittel zum Entwurf oder zur Kontrolle bestimmter Antennenformen - und das dazu (?) noch (fast) gratis.

3.

Literatur:

- [1]: John D. Kraus, „Antennas“, McGRAW Hill International Editions 1988, Seite 708. ISBN 0-07-100482-3.
- [2]: John D. Kraus, „Antennas“, Seite 644.
- [3]: Gunthard Kraus, CD-ROM: Fundstelle Internet 2000. Verlag UKW-Berichte

Rectangular Waveguide



Enter the waveguide width (cm): 2
Enter the waveguide height (cm): 1
Enter the dielectric constant: 1
Enter the frequency (GHz): 10

Mode	f_c (GHz)	β (rad/m)
1, 0	7.500	138.53
2, 0	15.000	cut-off
0, 1	15.000	cut-off
1, 1	16.771	cut-off
0, 2	30.000	cut-off

Enter the dielectric loss tangent: 0.0001
Enter the conductivity (mhos/m): 0.580E+08

Atten. due to conductor = 0.0014 dB/cm
Atten. due to dielectric = 0.0014 dB/cm
Total attenuation = 0.0028 dB/cm

Bild 14: Untersuchung eines HL-Profiles 1 cm x 2 cm bei 10 GHz. Schön zu erkennen ist die Liste der möglichen Modi mit den Cutoff-Frequenzen und den zugeh. Ausbreitungskonstanten. Die Dämpfungskonst. gelten für das verwendeten Leitermaterial u. Dielektrikum bei $f=10$ GHz