



Thema: Numerische Untersuchung der symmetrischen Doppelkonusantenne in Bezug auf Anpassung und Gewinn

Verfasser: Christopher Bonenberger

Studiengang: Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachrichtung: Kommunikationstechnik

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Werner Kark
Prof. Dr.-Ing. Siegfried Osterrieder

Christopher Bonenberger
geb. am 18.01.1992



2001-2010 Abitur am
Montfort-Gymnasium Tettnang

20011-2014 Bachelor of Engineering
(Elektrotechnik und Informationstechnik)
an der Hochschule Ravensburg-Weingarten

Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit war die Untersuchung und Optimierung der Doppelkonusantenne hinsichtlich des Antennengewinns und der Anpassungscharakteristik der Antenne mit Hilfe der Software CST MWS¹. Die Anpassung der Antenne wird durch die Konuslänge h , relativ zur Wellenlänge der niedrigsten Betriebsfrequenz λ_u bestimmt. Der Gewinn wird durch das Verhältnis der Aperturhöhe a zur Aperturtiefe ρ , relativ zur entsprechenden Betriebswellenlänge λ_0 bestimmt. Die bestehenden Dimensionierungsvorschriften $h = n_h \lambda_u = 0,3 \lambda_u$ und $a = \sqrt{n_a \lambda_0 \rho} = \sqrt{2 \lambda_0 \rho}$ [Kark, 2014] beruhen dabei auf verschiedenen Näherungen und können somit optimiert werden.

Zur Doppelkonusantenne

Die symmetrische Doppelkonusantenne ist eine breitbandige Rundstrahlantenne welche für EMV-Messungen eingesetzt wird. Aufgrund ihrer speziellen Form kann die Doppelkonusantenne im sphärischen Koordinatensystem effizient beschrieben werden, weswegen sie auch theoretisch sehr interessant ist. Zur Untersuchung der theoretischen Eigenschaften kann mit CST MWS ein Modell entwickelt werden, welches im Ursprung des Koordinatensystems (am Berührungspunkt der beiden Konusse) angeregt wird und daher mit dem mathematischen Modell vergleichbar ist.

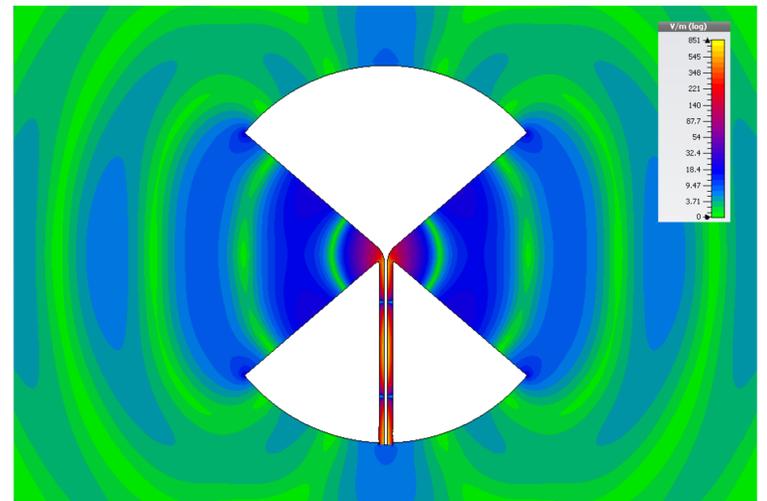
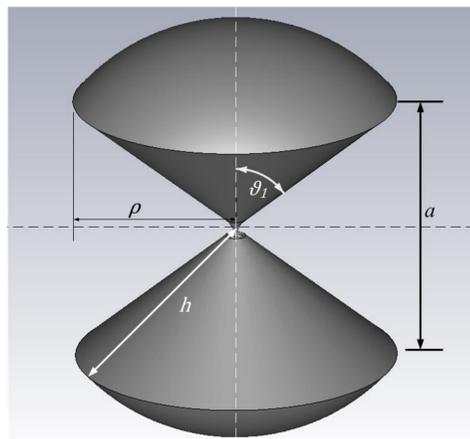


Abbildung 1: Die symmetrische Doppelkonusantenne nach [Ess,1951] (Geometrie und Strahlungsfeld) (rechts: E-Feld in V/m)

Untersuchung von Anpassung und Gewinn der Antenne

Wie sich auch anhand der Ähnlichkeit der beiden Anpassungskurven in Abbildung 2 zeigt, stimmen die Ergebnisse von numerischer Simulation und analytischer, näherungsbasierter Rechnung sehr gut überein. Unter Berücksichtigung nicht-idealer Modelle (mit koaxialer Zuleitung) kann für die Konuslänge folgende Dimensionierungsvorschrift festgelegt werden:

$$h = n_h \lambda_u, \quad 0,29 \leq n_h \leq 0,38.$$

Die markante Einbuchtung beider Kurven bei $n_h \approx 0,28$ ergibt sich aus dem sphärischen Konusdach (gestrichelter Bereich der Anpassungskurven in Abb. 2). Für die optimale Aperturhöhe besteht eine Abhängigkeit von der Aperturtiefe. Diese lässt sich durch den Faktor $m_\rho = \frac{\rho}{\lambda_0}$ ausdrücken. Für $m_\rho \geq 4$ stabilisiert sich der Wert für n_a bei etwa $n_a = 1,925$. Mit $a = \sqrt{1,925 \lambda_0 \rho}$ werden also verbesserte Gewinne erreicht. Eine allgemeine Dimensionierungsvorschrift für optimalen Gewinn muss allerdings besonders für $m_\rho \leq 4$ die Abhängigkeit von m_ρ berücksichtigen.

Fazit

Im Zuge der Arbeit wurde ein Modell entwickelt welches eine genaue Untersuchung der Eigenschaften einer idealen Doppelkonusleitung ermöglicht. Anhand dieses Modells konnte, wie sich auch in den Abbildungen zeigt, eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse numerischer Simulationen und analytischer, näherungsbasierter Rechnung nachgewiesen werden.

Mittels dieser Ergebnisse konnten die bestehenden Designformeln präzisiert werden. Weiterhin konnte der Einfluss des sphärischen Konusdaches eindeutig festgestellt werden. Dieser zeigt sich durch eine Verbesserung der Anpassung bei $n_h \approx 0,3$ (Abbildung 2).

Außerdem konnte ein Modell entwickelt werden, welches einen reflexionsarmen Übergang zwischen koaxialer Speiseleitung und Konusleitung ermöglicht [Ess, 1951]. Aufgrund der Berücksichtigung der Ergebnisse dieses konstruktiv umsetzbaren Modells ist auch die praktische Relevanz der Ergebnisse gewährleistet. Weiterführend ist eine exakte Untersuchung der Abhängigkeit des Gewinns vom Faktor m_ρ von Interesse.

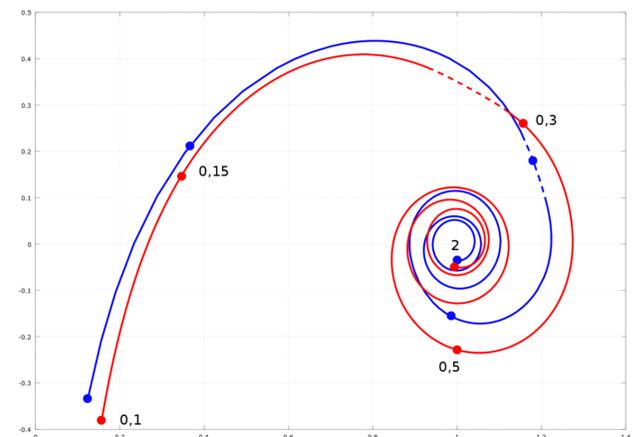


Abbildung 2: Vergleich der normierten Eingangsimpedanz in Abhängigkeit der relativen Konuslänge $n_h = \frac{h}{\lambda_u}$ nach [Kark, 2014] (blau) mit den Ergebnissen der Simulation

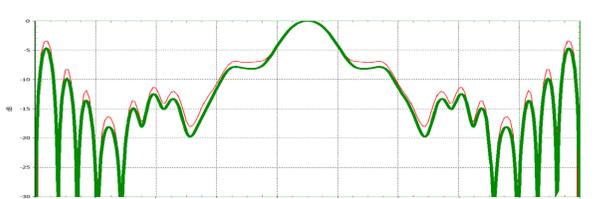
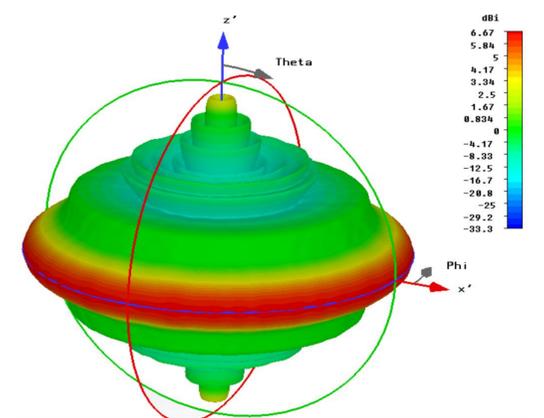


Abbildung 3: Fernfeld (oben) und Richtcharakteristik (unten: Simulation (rot) und Näherungsrechnung (grün) im Vergleich)

Hinweise:

¹CST MWS Computer Simulation Technology Microwave Studio (Software zur numerischen Lösung elektromagnetischer Feldprobleme, Teil der CST Studio Suite, entwickelt von der CST AG)

Quellen:

[Kark, 2014] Kark, K. W., 2014. *Antennen und Strahlungsfelder*. 5. Auflage Hrsg. s.l.:Vieweg+Teubner Verlag.
[Ess, 1951] Ess, A., 1951. *Beitrag zur Frage der Anpassung von Energieleitungen an den freien Raum (Doppelkonusantenne)*. Zürich.
[Bonenberger, 2014] Bonenberger, C., 2014. Numerische Untersuchung der symmetrischen Doppelkonusantenne in Bezug auf Anpassung und Gewinn, HS Ravensburg-Weingarten.