

Anhang zum Artikel ‘Spiralförmige Ringantenne kleinen Ausmaßes’

Analyse der Strahlungscharakteristik

Wegen der kosinusförmigen Stromverteilung kann die Analyse nach der konventionellen EMF-Methode erfolgen. Betrachtet man eine Spiralwindung, so kann der Stromvektor in die phi (I_ϕ , Kreis mit Radius a) und die $theta$ (I_θ) -Komponenten (Radius πs) zerlegt werden (Abb. 1b). Einspeisung des Signals bei $I_\theta=0$ erzeugt eine Kosinusverteilung von I_θ . Das Strahlungsfeld $E_{\theta e}$ bzw. $E_{\phi e}$ der phi -Komponente des elektrischen Stroms ergibt sich durch Integration von I_ϕ über $\phi = 0$ bis 2π entlang des Ringes:

$$E_{\theta e} = j30\pi \left(\frac{2\pi a}{\lambda}\right) I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{2J_1(ka \sin\theta)}{(ka \sin\theta)} \cos\theta \sin\phi \quad (1)$$

$$E_{\phi e} = j30\pi \left(\frac{2\pi a}{\lambda}\right) I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} 2J_1'(ka \sin\theta) \cos\phi \quad (2)$$

Dabei ist $J_n(x)$ die Besselsche Funktion erster Art. Eine detaillierte Betrachtung zur Herleitung dieser Gleichungen findet sich in [10,11].

Weiterhin kann die $theta$ -Komponente des Stroms I_θ als magnetischer Dipol angesehen werden, so daß die Antenne auch als magnetische Schleife mit dem Durchmesser $2a$ strahlt. Die Strahlungscharakteristik der magnetischen Komponente ergibt sich dann nach dem Dualitätsprinzip:

$$E_{\theta m} = -j30\pi \frac{n}{2} \left(\frac{2\pi s^2}{\lambda}\right) I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} 2J_1'(ka \sin\theta) \cos\phi \quad (3)$$

$$E_{\phi m} = -j30\pi \frac{n}{2} \left(\frac{2\pi s^2}{\lambda}\right) I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{2J_1(ka \sin\theta)}{(ka \sin\theta)} \cos\theta \sin\phi \quad (4)$$

Strahlungswiderstand R_a und Richtwirkung G_d werden wie folgt berechnet:

$$R_a = \frac{1}{I_0^2 \eta} \int (|E_{\theta e} + E_{\theta m}|^2 + |E_{\phi e} + E_{\phi m}|^2) ds \quad (5)$$

$$G_d = \left(\frac{4\pi (|E_{\theta e} + E_{\theta m}|^2 + |E_{\phi e} + E_{\phi m}|^2)}{\int (|E_{\theta e} + E_{\theta m}|^2 + |E_{\phi e} + E_{\phi m}|^2) d\Omega} \right) \quad (6)$$

Wenn $2\pi a = \lambda$ ist, dann entspricht das Strahlungsverhalten von $E_{\theta e}$ und $E_{\phi e}$ im Fernfeld dem einer Ganzwellenschleife.

Literatur

- [10] Sakaguchi, K., Hasebe, N.: A Normal Mode Helical Antenna with a Parasitic Helix. IEICE Proc. B-71 (1996)
- [11] Nebiya, H., Hasebe, N., Nagasawa, S.: Electronics and Communications in Japan. Teil 1, Bd. 83 (2000) H. 9, S. 10-19

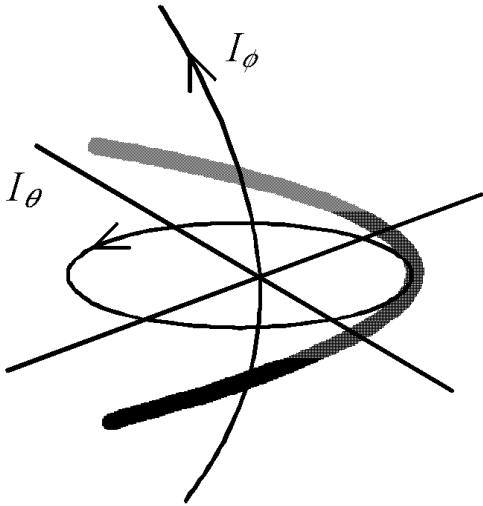
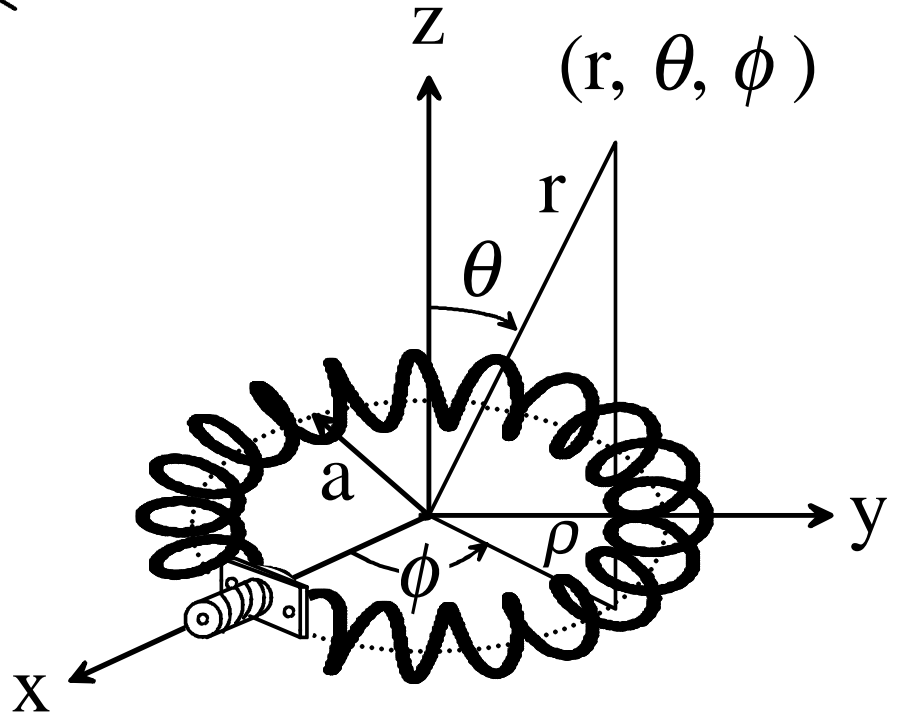
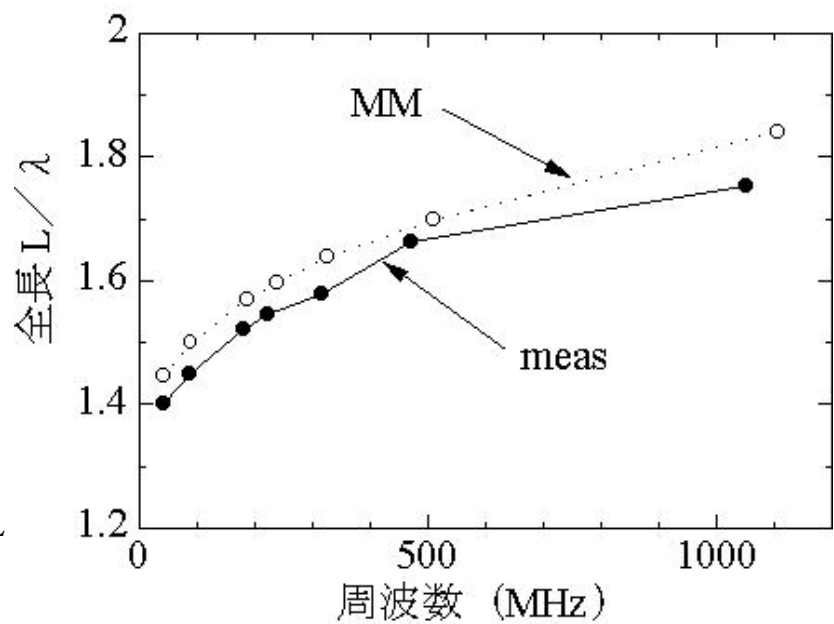


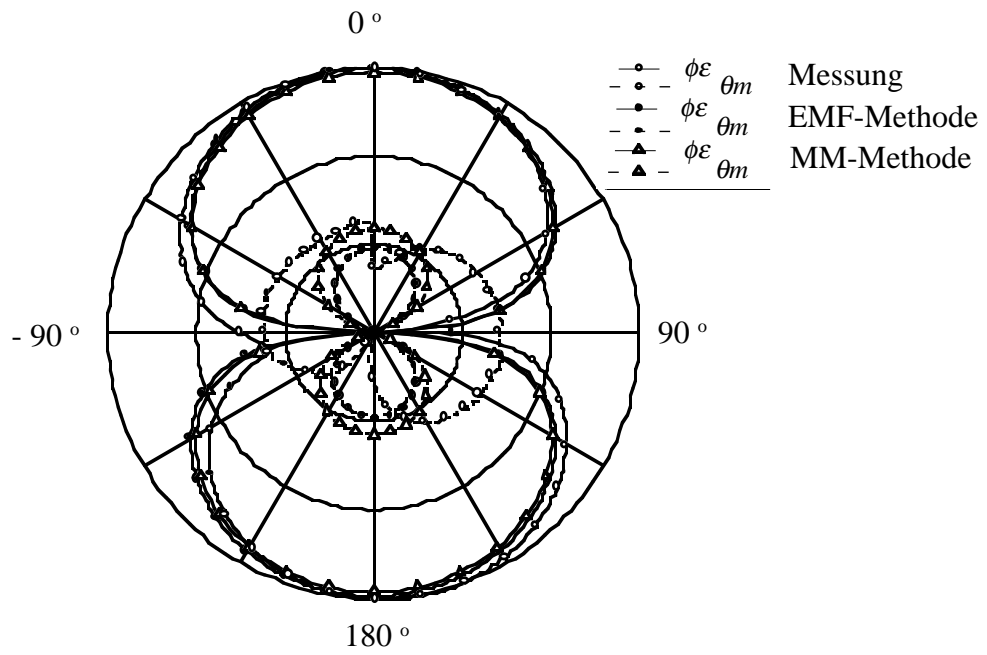
Bild auf der linken Seite:
Stromverteilung der Spiralantenne

Bild rechts: die Spiralantenne im
polaren Koordinatensystem



Faktor k (f_{Reso}/f_0) als Funktion der
Frequenz, gemessen (meas) bzw.
berechnet (Momentenmethode)
Faktor x Wellenlänge = Drahtlänge L





Gemessene und berechnete Strahlungscharakteristik der Spiralantenne ($\alpha = 14^\circ$, $n = 20$) in der X-Y-Ebene