

Ergänzung zum Beitrag „Kabel messen“ in FA 3/07, S. 276 f.

Für Interessenten zeigen wir hier noch die Herleitung der Formeln (2) und (3) aus dem Beitrag von Wolfgang Wippermann, DG0SA.

Voraussetzungen

Impedanz [Ω]

$$Z = \sqrt{\frac{L'}{C'}} \quad (5)$$

L' Induktivitätsbelag, C' Kapazitätsbelag

Verkürzungsfaktor

$$VF = \frac{1}{c \cdot \sqrt{L' \cdot C'}} \quad (6)$$

c Lichtgeschwindigkeit im Vakuum,
 $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s

Diese Gleichungen finden sich in Formelsammlungen, Hochschullehrbüchern usw. Eventuell ist statt des Verkürzungsfaktors lediglich die Phasengeschwindigkeit v_p angegeben, dann muss man noch wissen, dass der Verkürzungsfaktor VF als v_p/c definiert ist. Aus (5) und (6) eliminieren wir nun L' und es ergibt sich

$$VF = \frac{1}{c \cdot Z \cdot C'} \quad (8)$$

Ansatz für das erste Minimum:

$$l_{\text{mech}} = \frac{\lambda_{\text{el}_1}}{4} \cdot$$

Mit $\lambda_{\text{el}} = \lambda \cdot VF$ und $\lambda = c/f$ erhalten wir

$$l_{\text{mech}} = \frac{c \cdot VF}{4 \cdot f_1} \text{ bzw.}$$

$$f_1 = \frac{c \cdot VF}{4 \cdot l_{\text{mech}}} \text{ bzw.}$$

Ansatz für das zweite Minimum:

$$l_{\text{mech}} = \frac{3 \cdot \lambda_{\text{el}_2}}{4} \cdot$$

Daraus ergibt sich analog

$$f_2 = \frac{3 \cdot c \cdot VF}{4 \cdot l_{\text{mech}}} \cdot$$

Der Abstand beider Minima, also die Differenz $f_2 - f_1$, ist die Längenfrequenz f_L .

$$f_L = \frac{c \cdot VF}{2 \cdot l_{\text{mech}}} \cdot$$

Ersetzen wir hierin den Verkürzungsfaktor VF durch (8), so folgt zunächst

$$f_L = \frac{c}{2 \cdot c \cdot Z \cdot C' \cdot l_{\text{mech}}} \cdot$$

Während sich die Lichtgeschwindigkeit c herauskürzt, können wir das Produkt $C' \cdot l_{\text{mech}}$ durch C ersetzen, denn der so genannte Kapazitätsbelag C' eines Koaxialkabels ist ja gerade die Kapazität eines bestimmten Kabelstücks, geteilt durch dessen Länge, also

$$C' = C/l_{\text{mech}} \quad (9)$$

Übrig bleibt

$$f_L = \frac{1}{2 \cdot Z \cdot C} \text{ bzw.}$$

$$Z = \frac{1}{2 \cdot C \cdot f_L} \quad (2a)$$

Mit dieser Gleichung kann man bereits arbeiten oder sie in eine zugeschnittene Größengleichung umwandeln, wie im Beitrag mit (2) geschehen. Aus den Gleichungen (8) und (9) lässt sich schließlich noch

$$VF = \frac{l_{\text{mech}}}{c \cdot Z \cdot C} \quad (3a)$$

formulieren. Auch mit dieser Gleichung kann man bereits arbeiten oder sie in eine zugeschnittene Größengleichung umwandeln, wie im Beitrag mit (3) geschehen.

Red. FA

redaktion@funkamateure.de