

Praktikumsversuch Signale auf Leitungen (SL)

www.geocities.com/hackingcrew2000

Aufgabenstellung

1. Berechnen Sie (schon in Ihrer Vorbereitung zu Hause) die Induktivität L' und die Kapazität C' pro Längeneinheit des Kabels aus den gegebenen Daten und daraus seinen Wellenwiderstand \underline{Z}_0 und die Signallaufzeit t_1 .
2. Messen Sie die Laufzeit t' des Signals auf dem Kabel mit der Impulsschleichmethode.
3. Bestimmen Sie den Wellenwiderstand \underline{Z}_0 des Kabels mittels kurzer Impulse aus seinem reflexionsfreien Abschluss.
4. Bestimmen Sie die Phasengeschwindigkeit aus der Signallaufzeit.
5. Prüfen Sie, ob die Phasengeschwindigkeit v von der Frequenz f abhängt.
6. Bestimmen Sie die Phasengeschwindigkeit aus der Anregung Stehender Wellen.

Konstanten

Koaxialkabel:

Länge	$l = 100 \text{ m}$ (2 Rollen à 50 m)
Radius Innenleiter	$r_i = 0,25 \text{ mm}$
Radius Außenleiter	$r_a = 1,55 \text{ mm}$
Dielektrikum	$\epsilon_r = 2,2$
	$\mu_r = 1,0$

Berechnungen

geg.: magn. Feldkonst.	$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Vs A}^{-1} \text{ m}^{-1}$
elektr. Feldkonst.	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As V}^{-1} \text{ m}^{-1}$
Permeabilitätszahl	$\mu_r = 1,0$
Dielektrizitätszahl	$\epsilon_r = 2,2$
Radius Innenleiter	$r_i = 0,25 \text{ mm}$
Radius Außenleiter	$r_a = 1,55 \text{ mm}$
Länge	$l = 100 \text{ m}$

$$[V] = \left[\frac{\text{kg m}^2}{\text{A s}^3} \right]$$

$$[H] = \left[\frac{\text{kg m}^2}{\text{A}^2 \text{s}^2} \right]$$

ges.: a) Induktivität	A'
b) Kapazität	C'
c) Wellenwiderstand	\underline{Z}_0
d) Signallaufzeit	t_1

$$[F] = \left[\frac{\text{A}^2 \text{s}^4}{\text{kg m}^2} \right] = \left[\frac{\text{A s}}{\text{V}} \right]$$

Lös.: a)
$$L' = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r}{2\pi} \cdot \ln \frac{r_a}{r_i} \approx \frac{1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Vs} \cdot 1,0}{\text{A m} 2\pi} \cdot \ln \frac{1,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 3,66 \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

b)
$$C' = 2\pi \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \left(\ln \frac{r_a}{r_i} \right)^{-1} \approx \frac{2\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As} \cdot 2,2}{\text{V m} \ln \left(\frac{1,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \right)} \approx 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \approx 67 \frac{\text{pF}}{\text{m}}$$

c) Annahme: keine Signalverluste

$$\underline{Z_0} = \sqrt{\frac{L'}{C'}} = \sqrt{\frac{3,66 \cdot 10^{-7} \text{ H m}}{6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m F}}} \approx 73,91 \Omega$$

$$\left[\sqrt{\frac{\text{H m}}{\text{m F}}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{m}^2 \text{ kg m V}}{\text{s}^2 \text{ A}^2 \text{ m A s}}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{m}^2 \text{ kg m kg m}^2}{\text{s}^2 \text{ A}^2 \text{ m A s s}^3 \text{ A}}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{m}^4 \text{ kg}^2}{\text{s}^6 \text{ A}^4}} \right] = \left[\frac{\text{m}^2 \text{ kg}}{\text{s}^3 \text{ A}^2} \right] = \left[\frac{\text{V}}{\text{A}} \right] = [\Omega]$$

d) Annahme: Vernachlässigung der Signaldämpfung

$$t' = \sqrt{L' \cdot C'} \approx \sqrt{3,66 \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}} \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}} \approx 4,95 \cdot 10^{-9} \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

$$\left[\sqrt{\frac{\text{H A s}}{\text{m V m}}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{m}^2 \text{ kg A s s}^3 \text{ A}}{\text{m s}^2 \text{ A}^2 \text{ kg m}^2 \text{ m}}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{m}^2 \text{ kg A}^2 \text{ s}^4}{\text{s}^2 \text{ A}^2 \text{ kg m}^4}} \right] = \left[\sqrt{\frac{\text{s}^2}{\text{m}^2}} \right] = \left[\frac{\text{s}}{\text{m}} \right]$$

Versuchs-Ergebnisse

1.	Verzögerungszeit:	1 µs	
	Geschwindigkeit:	2 · 10 ⁸ m/s	
2.	Widerstände:	69,6 Ω	
		69,9 Ω	
		73,0 Ω	
		73,7 Ω	
		Ø 71,6 Ω	
4.	Verschiebung:	0,5 µs	
	Phasengeschwindigk.	2 · 10 ⁸ m/s	
5.	Frequenz	f in kHz	Phasenverschiebung v in µs
		307	0,5
		836	0,5
		1030	0,5
		1408	0,5
		1817	0,5
6.	Maximum	f in kHz	U in V
		474	2,0 (Kurzschluss)
		964	1,6 (offen)
		1931	0,7 (offen)
		1440	1,2 (Kurzschluss)