

Technische Grundlagen: Übungssatz 7

Aufgabe 7.1

Wellenwiderstand einer Leitung

- (a) Erläutern Sie den Unterschied zwischen ohmschen Widerstand und Wellenwiderstand einer elektrischen Leitung. Betrachten Sie dazu auch deren Ersatzschaltung aus mehreren Leitungsstücken.
- (b) Berechnen Sie den Wellenwiderstand einer **verlustlosen** Koaxialleitung mit folgenden Parametern:

Durchmesser Innenleiter	d_i	=	2,6 mm
Durchmesser Außenleiter	d_a	=	8,6 mm
Dielektrikum mit	ε_r	=	2,05
Relative Permeabilität	μ_r	=	1,0
Länge	s	=	1,0 m

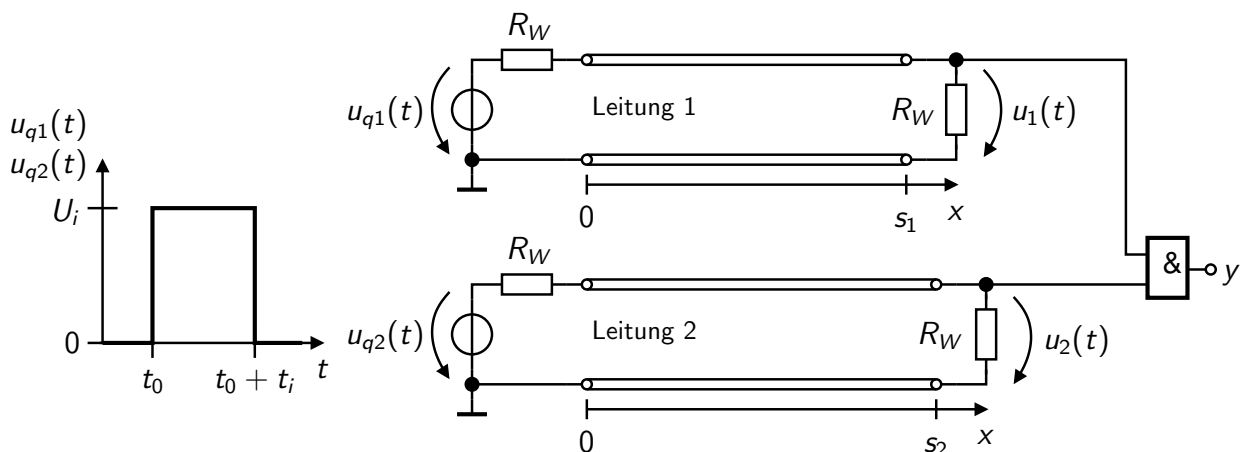
Für die Koaxialleitung gilt:
(siehe VL Elektrisches Feld)

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r \cdot s}{\ln\left(\frac{d_a}{d_i}\right)}$$

Allgemein gilt: $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$

Aufgabe 7.2

Ein Impuls $u_q(t)$ mit der Breite t_i und der Höhe U_i wird zum gleichen Startzeitpunkt t_0 über zwei Koaxialleitungen mit den Längen s_1 und s_2 übertragen, siehe Bild. Beide Leitungen sind verlustlos und weisen den gleichen Wellenwiderstand R_W und Phasengeschwindigkeit c auf. Am Ende der Leitungen werden die übertragenen Impulse über ein Gatter verknüpft. Das CMOS-Gatter hat die Betriebsspannung U_B und einen unendlich hohen Eingangswiderstand; die Verzögerungszeit kann vernachlässigt werden.

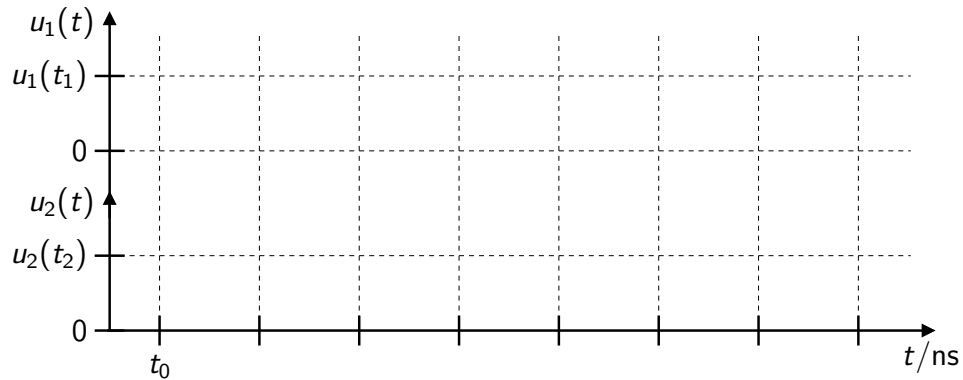


Dimensionierung:

$R_W = 50\Omega$	$s_1 = 1,0\text{m}$	$U_B = 2,5\text{V}$	$U_i = 2U_B$
$c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	$s_2 = 1,1\text{m}$	$t_0 = 0$	$t_i = 1,0\text{ns}$

- (a) Beschreiben Sie die Übertragung des Impulses auf Leitung 1 und geben Sie den Spannungsverlauf (nach der Zeit) am Anfang der Leitung, am Ende der Leitung und am Gattereingang jeweils in Abhängigkeit vom Verlauf des Quellensignals $u_{q1}(t)$ an.

- (b) Zu welchen Zeitpunkten treffen die Impulse jeweils am Gattereingang ein?
(Zeitpunkt der führenden Flanke)
- (c) Wie hoch (Spannung) ist jeweils der Impuls am Ende der Leitung?
- (d) Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannungen $u_1(t)$ und $u_2(t)$ in das Diagramm ein.
Verwenden Sie dabei eine gemeinsame Zeitachse und ergänzen Sie die Achsenbeschriftungen sowie die Marken t_1 und t_2 !



- (e) Wie breit (Zeit) ist der High-Impuls am Ausgang y ?
- (f) Wie hoch (Spannung) ist der Impuls am Ende der Leitung 2 wenn dort der Abschlusswiderstand entfernt wird?

Aufgabe 7.3

Berechnen Sie die Lichtleistung P_a am Ausgang eines Lichtwellenleiters (LWL) bei folgender Konfiguration:

- Lichtleistung der Laser-Diode am Eingang: $P_e = 10 \text{ mW}$
- LWL: $\alpha = 0,1 \text{ dB/km}$ (Leistungsdämpfung) bei $\lambda = 1300 \text{ nm}$, $s = 100 \text{ km}$