

Zwischen den kreisförmigen Elektroden eines Plattenkondensators liegt eine elektrische Spannung, deren Wert sich zum betrachteten Zeitpunkt mit der Rate $|\dot{U}| = 3 \text{ kV/s}$ ändert. Berechnen Sie ohne Berücksichtigung der Randstörung

- (i) die Verschiebungsdichte im verlustfreien Dielektrikum,
- (ii) die magnetische Feldstärke am Umfang des Kondensators.

Eine elektromagnetische Funkschwingung, die sich zum
leeren Raum ausbreitet, besitzt die Wellenlänge
1,5 m. Berechnen Sie die zugehörige Kreisfrequenz.

Zeigen Sie, dass ~~mit~~ für eine hinlaufende Welle auf einer verlustfreien Leitung der Zusammenhang

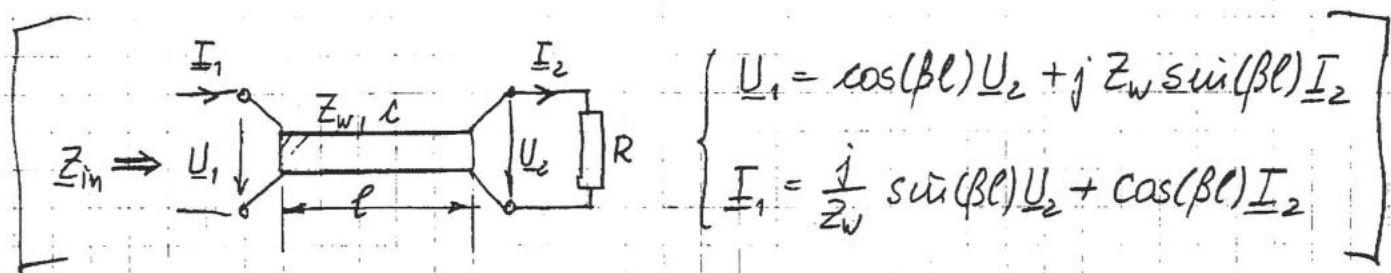
$$I = c Q'$$

besteht, wobei I die Stromstärke, Q' den Ladungsbelag und c die Ausbreitungsgeschwindigkeit bedeutet. Dies legt die Interpretation nahe, dass Ladungsträger mit der Geschwindigkeit c entlang der Leitung transportiert werden. Ist diese Interpretation treffend? (Erklärung!)

Die Phasengeschwindigkeit einer ebenen elektromagnetischen Grunschelle, die sich in einem dispersiven Material ausbreitet, lässt sich im betrachteten Bereich durch

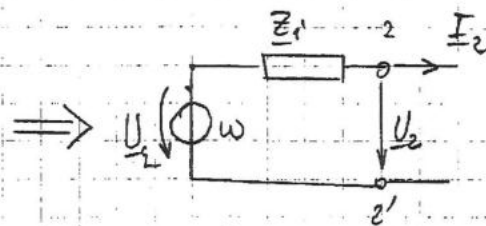
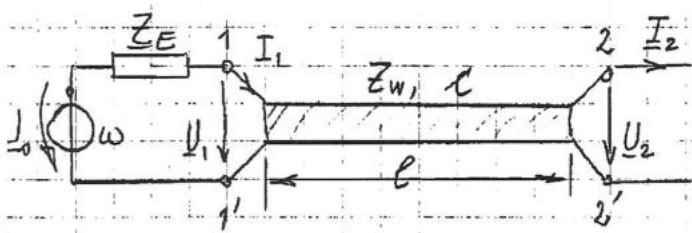
$$v_{ph} = \text{const} \cdot \sqrt{\lambda}$$

als Funktion der Wellenlänge λ approximieren. Stellen Sie dafür einen Zusammenhang der Phasengeschwindigkeit mit der Gruppengeschwindigkeit her.



Die komplexen Effektivwerte von Spannungen und Strömen am Eingang bzw. am Ausgang einer ausgedehnten verlustfreien Leitung hängen über die angegebenen Weitergleichungen zusammen. Dabei ist $|Z_w|$ die Wellenimpedanz und $|\beta = \omega/c|$ der Phasenkoeffizient.

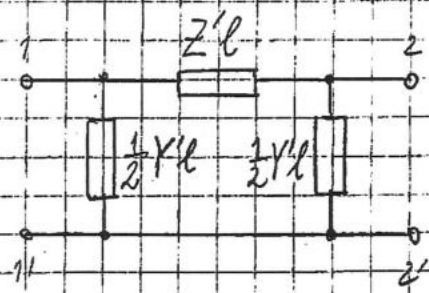
Angenommen, die Leitung wird mit solcher einer Frequenz betrieben, daß die Leitungslänge $|l|$ gerade einem Viertel der zugehörigen Wellenlänge entspricht. Wie groß ist dann die Eingangsimpedanz $|Z_{in}|$ bei Abschluss mit einem Widerstand $|R|$?



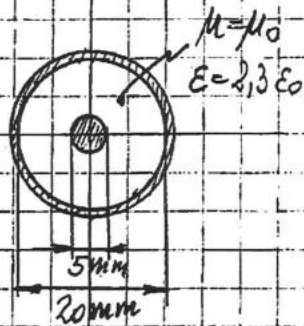
$$\left. \begin{aligned} \underline{U}_1 &= \cos(\beta l) \underline{U}_2 + j Z_w \sin(\beta l) \underline{I}_2 \\ \underline{I}_1 &= \frac{j}{Z_w} \sin(\beta l) \underline{U}_2 + \cos(\beta l) \underline{I}_2 \end{aligned} \right\}$$

Erne angenähert verlustfreie Leitung mit der Wellenimpedanz Z_w und dem Phasenkoeffizienten $\beta = \omega/c$ wird von einer Spannungsquelle mit der Innenimpedanz Z_E und der Quellenspannung U_0 gespeist.

Geben Sie für die ganze Anordnung eine Ersatzspannungsquelle an, d.h. bestimmen Sie allgemein deren Parameter U_2 und Z_i .



Ein (relativ kurzes) Stück mit der Länge $|l|$ einer Leitung, ob durch den Längs impedanzbelag $[Z']$ und den Querschnittsbelag $[Y]$ gekennzeichnet ist, soll durch das angegebene Ersatz-Zweier dargestellt werden. Bestimmen Sie die Wellenimpedanz dieses Ersatz-Zweiers.



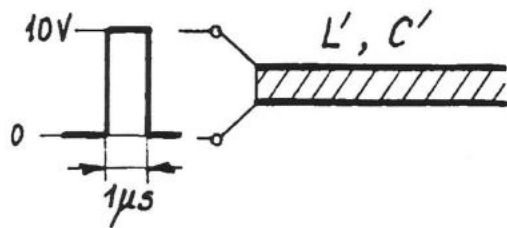
Der Induktivitätsbelag einer Koaxialleitung ist bekanntlich aus

$$L' = \frac{\mu}{2\pi} \ln\left(\frac{D}{d}\right)$$

zu berechnen, falls die Endrumpfhöhe hinreichend klein ist. Bestimmen Sie unter dieser Voraussetzung die Wellenimpedanz einer Koaxialleitung mit dem angegebenen Querschnitt.

Auf einer verlustfreien Koaxialleitung mit der Wellenimpedanz 100Ω läuft ein rechteckiger Spannungspuls (Scheitelwert 15 V , Dauer 10 ns) mit einer Geschwindigkeit von $2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

- (i) Berechnen Sie den Kapazitätsbelag und den Induktivitätsbelag der Leitung.
- (ii) Geben Sie den zugehörigen Strompuls an.
- (iii) Wie groß ist die Energie, die von dem Puls transportiert wird?

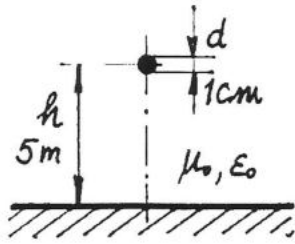


An den Eingang einer langen, verlustfreien Leitung mit den Parameterwerten

$$L' = 0,322 \text{ mH/km}, \quad C' = 0,138 \text{ μF/km}$$

wird ein kurzer Rechteck-Spannungsimpuls gelegt, der dann als Welle entlang der Leitung läuft.

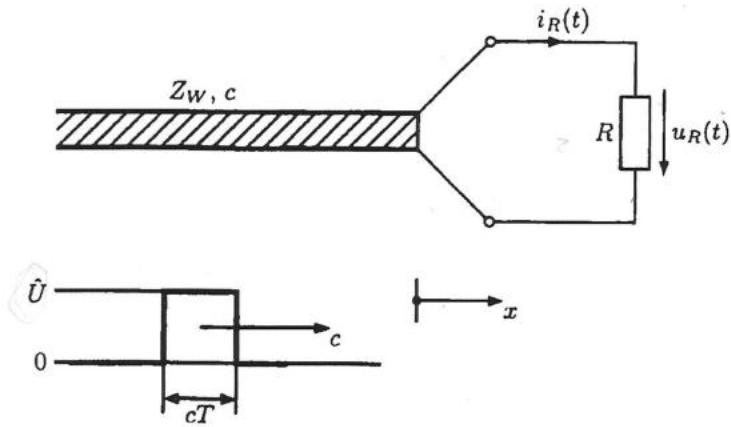
- (i) Wie groß ist die elektrische Stromstärke der Welle?
- (ii) Wie groß ist die insgesamt transportierte Energie?



Einem Leiterseil mit dem Durchmesser d , das in einer Höhe h parallel zum gut leitfähigen Erdboden verläuft, läßt sich bekanntlich der Kapazitätsbelag

$$C' = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln(4h/d)}$$

zuordnen. Schätzen Sie damit unter der Annahme ideal metallischer Randbedingung die TEM-Wellenimpedanz dieser Anordnung ab.



Auf einer verlustfreien Leitung mit der Wellenimpedanz Z_W und der Ausbreitungsgeschwindigkeit c läuft die angegebene, rechteckförmige Spannungswelle. Sie trifft zum Zeitpunkt $t = 0$ am Leitungsende ein.

Berechnen Sie allgemein und zeichnen Sie den Zeitverlauf des Stromes $i_R(t)$ im Abschlusswiderstand R .