



1 Ziel:

Messung, Erkennung und Auswertung der Eigenschaften von Leitungen: Wellenwiderstand, Dämpfung, Grenzfrequenz, Anpassung bzw. Fehlanpassung und Fehlerortung.

2 Theoretische Grundlagen

Im Versuch werden Signale aus einem Generator über eine Leitung übertragen und verschiedene Messungen durchgeführt. Die Leitungen können mit ihren Leitungsbelägen als Model beschrieben werden. Messbar sind frequenz- und längenabhängige Dämpfung und Phase zwischen Ein- und Austritt eines Signals. Es treten Reflexionen von Signalanteilen bei unterschiedlicher Anpassung sowie Transformationen von komplexen Widerständen zwischen Eingang und Ausgang auf.

3 Vorbereitung

1. Bringen sie einen USB Stick zur Speicherung der Bilder vom Oszilloskop mit.
2. Bereiten Sie sich auf den Versuch vor. Machen Sie sich mit der Aufgabenstellung vertraut. Bereiten Sie die nötigen Formeln zur Berechnung der Zwischenschritte vor.
3. Bereiten sie eine geeignete Möglichkeit zur Dokumentation der Messergebnisse vor. (Die Versuchsanleitung ist als Anhang in der PDF gespeichert.)

3.1 Wellenwiderstand

Genutzt wird ein 100m langes Koaxial-Kabel vom Typ „RG 174“. Suchen Sie das Datenblatt aus dem Internet. Nennen Sie die Quelle für das verwendete Datenblatt im Protokoll bzw. hängen Sie die wesentlichen Seiten als Anhang an.

Für welchen Wellenwiderstand ist das Kabel ausgegeben? $R =$ _____

Aus welchen Eigenschaften ist der Wellenwiderstand berechenbar? _____

Berechnen Sie den Wellenwiderstand einer Leitung RG174 anhand der mechanischen Angaben und Materialien. (Hinweis: ggf. Querschnitt Einzeladern in Gesamtquerschnitt umrechnen).

Tabelle 1

Innendurchmesser	Außendurchmesser	Material, ϵ_r	Berechneter Wellenwiderstand

Geben Sie die verwendeten Formeln an.

4 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

4.1 Wellenwiderstand einer Leitung

Messen Sie für ein 100m langes Stück der Leitung RG174 die Kapazität und Widerstand mit offenem Ende. Schließen Sie den Ausgang kurz und messen Sie Widerstand und Induktivität. Ermitteln Sie die Beläge und berechnen Sie den Wellenwiderstand. Geben Sie die verwendeten Formeln an. (Hinweis: Widerstände mit Multimeter messen, C und L mit LC-Meter)

Tabelle 2

Kapazität	Isolationswiderstand	Induktivität	Schleifenwiderstand
Beläge			
C'	G'	L'	R'
Leitungslänge	Berechneter Wellenwiderstand		

Geben Sie die verwendeten Formeln an.

4.2 Dämpfung

Verbinden Sie die Leitung (insgesamt 100m) RG174 am Anfang mit einem Funktionsgenerator und am Ende mit einem Abschlusswiderstand 50 Ohm (Potenziometer mit Multimeter einstellen).

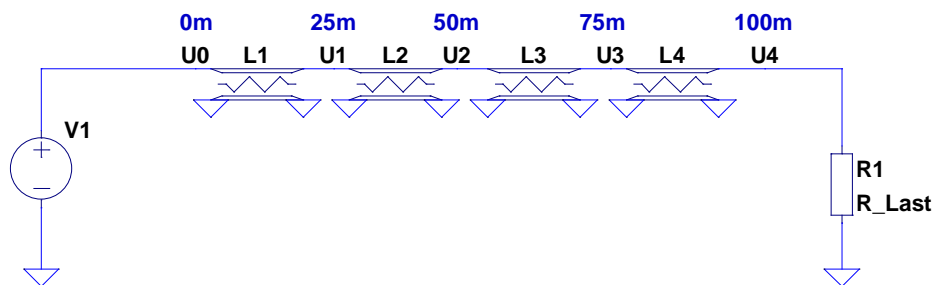


Abbildung 1

Stellen Sie eine Frequenz 1MHz bei 5V_{ss} Sinus ein. Messen Sie die Spannung bei den entsprechenden Längen. Nutzen Sie ein Oszilloskop mit aktiver Messung (RMS oder peak-to-peak):

Tabelle 3 (Hinweis: Es gibt Versuchsplätze mit 5x 20m und 4x25m Koaxialkabel – nicht zutreffendes durchstreichen)

Messung bei Entfernung zum Generator in Meter	0	25	50	75	100	oder
0	20	40	60	80	100	100
U_{in} / V						
U_{out} / V						
Berechnete Dämpfung linear						
Berechnete Dämpfung in dB						

Auswertung: Bei welcher Entfernung kommt am Ausgang nur noch die halbe Leistung an? Welcher Dämpfung entspricht das (linear und logarithmisch in dB)?

4.3 Grenzfrequenz

Verbinden Sie die 100m Leitung mit einem Sinusgenerator, 5Vss und den Ausgang mit 50 Ohm. Messen Sie die Ein- und Ausgangsspannung bei verschiedenen Frequenzen, berechnen Sie die Dämpfung und stellen Sie den Dämpfungsverlauf als Funktion der Länge dar.

Tabelle 4

Frequenz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	2 MHz	3MHz	5MHz
U_{in} / V								
U_{out} / V								
U_{out} / U_{in}								
Dämpfung in dB								

Stellen Sie die Dämpfung grafisch als Funktion der Frequenz dar. Ermitteln die 3dB Grenzfrequenz.

4.4 Phasenwinkel

Messen Sie zwischen Eingang und Ausgang der 100m Leitung bei 50 Ohm Abschluss den Phasenwinkel bei 500 kHz und 2 MHz Sinussignal. Stellen Sie Ein- und Ausgangssignal am Oszilloskop dar, speichern Sie die Darstellung für das Protokoll.

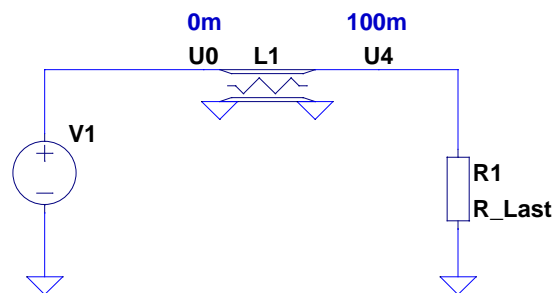


Abbildung 2

Tabelle 5: Achtung: Sind die Messwerte, insbesondere bei f=2 MHz plausibel? Gibt es Mehrdeutigkeiten?

Frequenz f	500kHz	2 MHz
Periodenzeit T		
Verzögerungszeit t		
Phasenwinkel φ in Grad		
mechanische Länge l_{mech}		
elektrische Länge l_{elektr}		
Geschwindigkeit in der Leitung v		
Lichtgeschwindigkeit $c \approx$	300 000 km/s	
Verkürzungsfaktor f. RG174		

Mit welcher Geschwindigkeit v breitet sich das Signal in der Leitung aus? Welcher (scheinbaren) Strecke l_{elektr} entspricht die gemessene Verzögerung bei Lichtgeschwindigkeit? Berechnen Sie aus den abgelesenen Werten die Phasengeschwindigkeit in der Leitung und den Verkürzungsfaktor (VKF) als Quotient von mechanischer und elektrischer Länge bzw. v und c. Geben Sie die verwendeten Formeln an.

Welche Eigenschaft der Leitung (Konstruktion, Verwendung, Mechanik, Einsatzzweck, Material, Temperatur, Spannung, ...) beeinflusst die Geschwindigkeit in der Leitung und damit den Verkürzungsfaktor? Nennen Sie mindestens zwei Beispiele von Leitungen mit anderer Eigenschaft und dazugehörigem Verkürzungsfaktor.

4.5 „Fehler“ortung Reflexmethode

Legen Sie am Eingang eines 100m Kabels einen Rechteckimpuls $\tau=300\text{ns}$ an. Speichern Sie den hin- und rücklaufenden Impuls gemeinsam als Bild für jeweils offenen, angepassten und kurzgeschlossenen Ausgang.

Stellen Sie das Potenziometer auf minimale Reflexion ein, trennen sie es aus der Schaltung und messen die den eingestellten Widerstand. Welche Aussage lässt sich aus diesem Widerstandswert in Bezug auf das Koaxialkabel treffen?

$R_{\text{Anpassung}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Fügen Sie einen 1000 Ohm Widerstand am Eingang in Reihe zum Generator ein. Messen Sie am Ein- und Ausgang der Leitung mit dem Oszilloskop. Speichern Sie den hin- und rücklaufenden Impuls als Bild jeweils für offenen, angepassten und kurzgeschlossenen Ausgang.

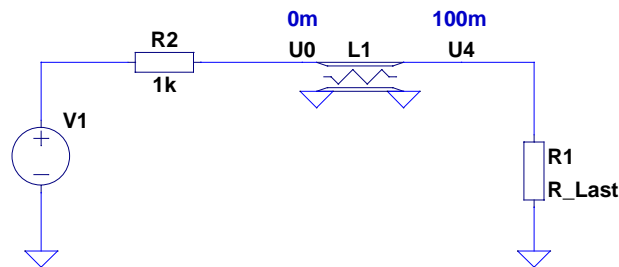


Abbildung 3

Kann diese Messung zur Fehlerortung genutzt werden (wenn nur das Eingangssignal gemessen werden kann)? Welche Kabeleigenschaft wird benötigt?

4.6 Eigene Fehlerortung

Testen Sie die gewonnen Erkenntnisse zur Fehlerortung: messtechnische Ermittlung der Kabellänge bis zu einer Fehlerstelle die sie bei 75m bzw. 80m einbauen (Kurzschluss oder Unterbrechung).

Stellen Sie Messungen, abgelesene und berechnete Werte entsprechend dar.

5 Auswertung

Beantworten Sie stichpunktartig die Fragen aus der Aufgabenstellung. Stellen sie Berechnungen mit kurzem Rechenweg und Ergebnis dar.

Stellen Sie längen- oder frequenzveränderliche Werte als Diagramm dar.

Vergleichen Sie die über verschiedene Wege ermittelnden Wellenwiderstände.

5.1 Abgabe des Protokolls

Geben Sie das Protokoll als PDF Datei per email an den Versuchsbetreuer innerhalb von 14 Tagen nach dem Versuchstermin ab. Alle Mitarbeiter der Gruppe müssen in dem Protokoll genannt werden. Der Name der PDF Datei muss nach folgendem Muster gebildet werden:

SigSys03_[Matrikel]_Gr[Gruppennummer].pdf

- Matrikel ohne d oder b für Bachelor, ohne Bindestrich, z.B. KEA22 oder EAS22