

Schriftliche Prüfung aus Wellenausbreitung am 30.01.2011

BITTE UNBEDINGT LESEN:

Für die Beantwortung der 10 Theoriefragen dürfen Sie keine Hilfsmittel verwenden! Sobald Sie damit fertig sind, geben Sie den Theorieteil der Prüfung ab und Sie erhalten die Rechenaufgaben! Für die Lösung der Rechenbeispiele dürfen Sie nur jene Formelsammlung, die der Prüfung beiliegt (und nach der Prüfung wieder abzugeben ist), verwenden. Weder das Skriptum noch handschriftliche Notizen sind erlaubt!

Beginnen Sie mit den Ausarbeitungen jedenfalls auf den Angabebättern! Falls Sie zu wenig Platz finden, verwenden Sie das Deckblatt oder zusätzliches Papier. Vergessen Sie Name und Matrikelnummer (rechts oben auf jeder Seite) nicht! Sie haben insgesamt 3 Stunden Zeit!

Name:	Matrikelnr.:	
Punkte	%	von %
1		20
2		20
3		20
4		20
5		20
Σ		100

1 Theoriefragen (20%)

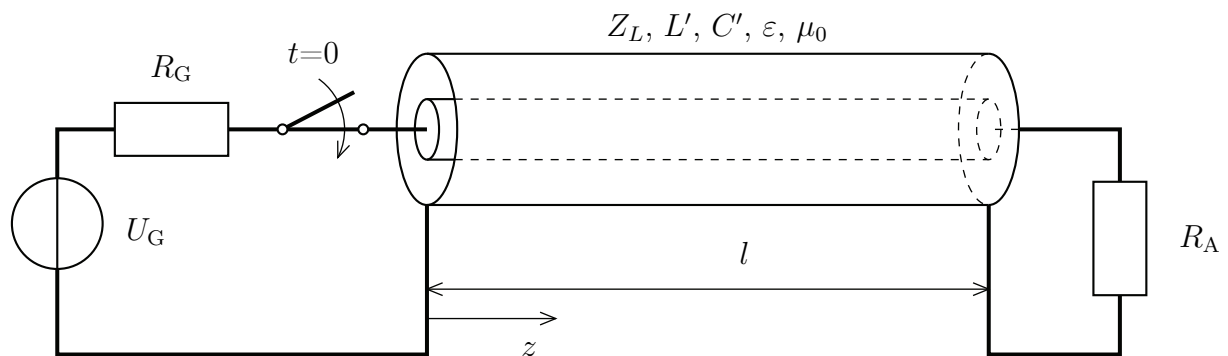
- 1.1 (2%) Welcher grundsätzliche Zusammenhang (Proportionalität) besteht zwischen Empfangsleistung und Sendeleistung als Funktion der Distanz bei leitungsgeführter Strahlung und bei Freiraumausbreitung?
- 1.2 (2%) Wie groß ist die Wellenzahl einer HEW im Vakuum bei $f = 500 \text{ MHz}$?
- 1.3 (2%) Erklären Sie den Begriff des Oberflächenwiderstandes. Wo tritt dieser bei der Power Loss Method auf?
- 1.4 (2%) Wann sind zwei Wellentypen entartet? Was ist ein Modus?
- 1.5 (2%) Wie lautet der Separationsansatz für die Wellenfunktion $\Psi(x, y, z)$?

- 1.6 (2%) Was besagt das Reziprozitätstheorem bei Antennen? Welche Voraussetzungen müssen gelten werden, damit es anwendbar ist?
- 1.7 (2%) Skizzieren Sie eine Drehkreuzantenne inklusive der Speiseleitung!
- 1.8 (2%) Was ist die Bedingung für eine Line-Of-Sight (LOS) Verbindung?
- 1.9 (2%) Mit Hilfe welcher Größe (Name) unterscheidet man Nah- und Fernzone einer Antenne und welchen Wert hat sie (Formel)? Geben Sie Bedeutung und Einheit der verwendeten Größen an.
- 1.10 (2%) Skizzieren Sie die Stromverteilung und die Spannungsverteilung auf einem in der Mitte gespeisten Dipol der Länge λ !

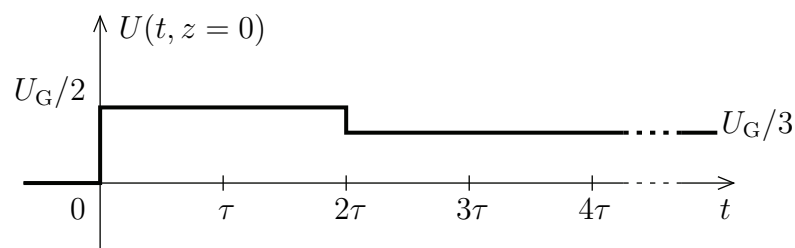
2 Messung am Koaxialkabel (20%)

Name/Mat. Nr.: _____

Ein verzerrungsfreies, näherungsweise verlustloses Koaxialkabel mit dem Wellenwiderstand Z_L , der Länge $l = 120$ m und dem Innenleiterradius $r_i = 1,5$ mm wird mit einem Generator mit Innenwiderstand $R_G = 75 \Omega$ und einem Abschlusswiderstand R_A wie in der Abbildung dargestellt verbunden.



Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Generator eingeschaltet. Am Eingang der Koaxialleitung (bei $z = 0$) wird folgender Spannungsverlauf gemessen. Dabei entspricht $\tau = 1200$ ns der einfachen Laufzeit auf dem Koaxialkabel.



Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$, $\epsilon_0 = 8,8541 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$

2.1 (3%) Berechnen Sie den Leitungswellenwiderstand Z_L des Koaxialkabels!

2.2 (3%) Berechnen Sie den Abschlusswiderstand R_A !

2.3 (3%) Berechnen Sie die Gruppengeschwindigkeit v_G auf der Leitung!

2.4 (5%) Berechnen Sie die Beläge L' und C' des Koaxialkabels!

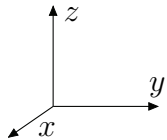
2.5 (6%) Berechnen Sie ε_r des Mediums und bestimmen Sie damit den Außenradius r_a des Koaxialkabels!

3 Richtdiagramm und Gewinn einer Antenne (20%)

Eine verlustlose Antenne habe die Richtcharakteristik

$$f(\vartheta, \varphi) = \begin{cases} \cos^3(\vartheta) & \text{für } 0 < \vartheta < \pi/2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

- 3.1 (7%)** Skizzieren Sie das Richtdiagramm in horizontaler (x/y) und vertikaler (x/z) Ebene! Zeichnen Sie ϑ und φ in den Skizzen und dem Koordinatensystem ein.



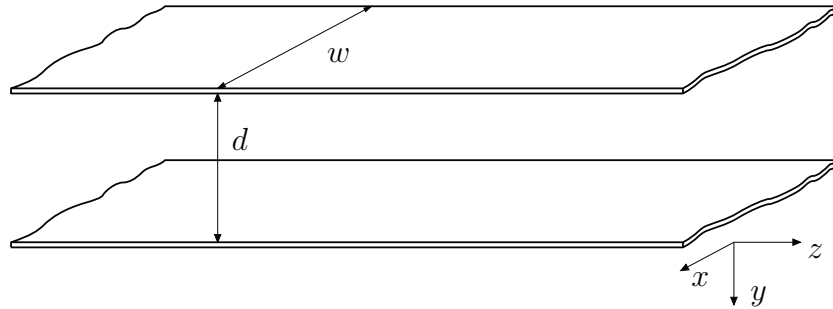
- 3.2 (8%)** Berechnen Sie den äquivalenten Raumwinkel und die Direktivität!

- 3.3 (5%)** Berechnen Sie den Gewinn über dem Isotropstrahler und über dem Hertz'schen Dipol!

4 Dämpfungsbelag der Parallelplattenleitung (20%)

Es soll die Ausbreitungsfähigkeit des TEM Modus in z -Richtung auf dem abgebildeten Parallelplattenleiter (mit $\varepsilon_r = 6,2$) untersucht werden.

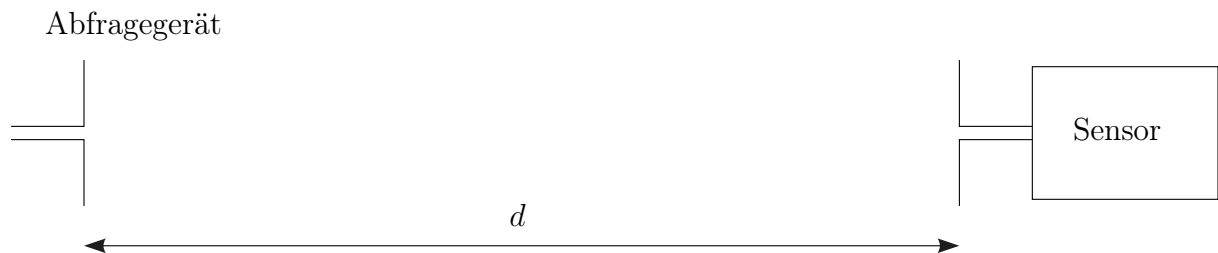
Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$, $\varepsilon_0 = 8,8541 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$



- 4.1 (4%) Berechnen Sie die Komponenten des gefragten Modus, finden Sie einen Ansatz der die Wellengleichung erfüllt, ermitteln Sie die Separationsbedingungen. Passen Sie Ihren Ansatz an die Randbedingungen an! Verwenden Sie dabei die Näherung $w \gg d$. Welche Komponenten verschwinden?
- 4.2 (5%) Berechnen Sie den Mediumswiderstand, den Leitungswellenwiderstand und die Grenzfrequenz des gefragten Modus für $w = 8 \text{ mm}$, $d = 1,5 \text{ mm}$! Geben Sie alle zur Berechnung notwendigen Schritte an und leiten Sie im Besonderen den Leitungswellenwiderstand mit Hilfe der Netzwerkktheorie her!
- 4.3 (8%) Berechnen Sie mittels der Power Loss Method den Dämpfungskoeffizienten für den gefragten Modus in dB/m. Das Metall sei durch $\sigma_{\text{Cu}} = 57 \cdot 10^6 \text{ S/m}$ charakterisiert, die Frequenz sei 62 GHz. Geben Sie alle zur Berechnung notwendigen Schritte an!
- 4.4 (3%) Zeichnen Sie die tatsächlichen Feldbilder ohne Verwendung der Näherung $w \gg d$ in zwei Ansichten! Welche Wellentypen sind prinzipiell auf dieser Leitung ausbreitungsfähig?

5 Drahtloser Temperatursensor (20%)

Ein drahtloser Temperatursensor soll aus $d = 8$ m Distanz per Funk (865 MHz, 2 W Sendeleistung) ausgelesen werden. Vereinfachend wird angenommen, dass das Abfragegerät und der Sensor mit optimal ausgerichteten, verlustbehafteten ($w = 0,5$) Hertz'schen Dipolen ausgestattet sind. Es wird eine Welle zum Sensor geschickt, die vom Sensor zeitverzögert und um 35 dB geschwächt reflektiert wird. Das Abfragegerät schaltet während der Zeitverzögerung auf Empfang und registriert das Sensorsignal.



- 5.1** (4%) Gilt für diese Anordnung die Annahme, dass sich der Sensor in der Fernzone der Antenne des Abfragegerätes befindet? Nehmen Sie die wirksame Antennenfläche als kreisförmig an!
- 5.2** (4%) Berechnen Sie die vom Sensor empfangene Leistung!
- 5.3** (4%) Wie groß ist die Differenz zwischen der gesendeten Leistung und der am Abfragegerät empfangenen Leistung in dB (Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät)?
- 5.4** (8%) Zeichnen Sie einen Pegelplan (ohne Rauschen) der Strecke Abfragegerät – Sensor – Abfragegerät. Geben Sie alle Pegel bzw. Änderungen auf den Teilstrecken an (in dBm bzw. in dB)!