

# Praktikum Elektronische Systeme

## Versuch Zeit- und Frequenzverhalten passiver Bauelemente

### 1 Zielstellung

In diesem Versuch sollen Sie sich

- mit elektronischer Standard-Messtechnik vertraut machen und
- wichtige Gesetzmäßigkeiten an passiven Bauelementen (Widerstand, Kapazität, Induktivität) im Zeit - und Frequenzbereich untersuchen.

Zur Vorbereitung des Praktikums lösen Sie die folgenden Fragen bitte schriftlich und legen Sie diese zum Praktikum vor. Die Beantwortung der Fragen ist Teilnahmevoraussetzung für das Praktikum.

### 2 Vorbereitung

2.1. Stellen Sie die Lösungsgleichungen für Ein- und Ausschaltvorgänge von Strom und Spannung an Kapazität und Induktivität mit Skizzen zusammen.

2.2. Beschaffen Sie sich folgende Norm: DIN 19 226 Teil 2 – Begriffe zum Verhalten dynamischer Systeme. Lesen Sie insbesondere die Kapitel 8 und 9 (Antworten auf spezielle Eingangsgrößen, Kennfunktionen linearer zeitinvarianter Übertragungsglieder).

Hinweis:

Normblätter finden Sie (wie viele Gesetze u.a.) nicht im öffentlichen Bereich des www.

Sie erhalten im lokalen Netz der Universität Weimar exklusiv Zugang zur "Perinorm Normendatenbank Volltexte + VDI-Richtlinien" (Zugang über TU-Ilmenau).

Der Zugang erfolgt mit einem Citrix-Client (bei Bedarf installieren) über:

<http://www.ub.uni-weimar.de/ub/> via Datenbanken und Nachschlagewerke.

Die Veröffentlichung und Vervielfältigung der DIN-Normen ist verboten!

2.3. Wie kann aus den dynamischen Kennwerten (Einschwingzeit  $t_e$  bzw. Ausgleichszeit  $t_g$ ) auf die maximale Datenübertragungsrate binärer Signale geschlossen werden?

Hinweis: Küpfmüller-Beziehung etc.

Stellen Sie alle Zusammenhänge in einer kleinen Formelsammlung zusammen.

2.4. Wie sehen Amplitudenfrequenzgang bzw. Phasengang an RC- bzw. LR-Kombinationen bei Sinuserregung aus?

Wie kann aus dem Amplitudengang auf die maximale Datenübertragungsrate binärer Signale geschlossen werden? Stellen Sie auch hier die Zusammenhänge in einer kleinen Formelsammlung zusammen.

2.5. Wie sieht ein exaktes bzw. ein genähertes Ersatzschaltbild für eine elektrische Leitung aus?  
Wir wird es mathematisch beschrieben? Wie sehen Lösungen aus?

2.6. Wie kommt Resonanz an passiven Bauelementen zu Stande (Zeigerdiagramm)?

Welche Arten der Reihen- bzw. Parallelresonanz werden unterschieden? (Skizze und Impedanzfrequenzfunktion).

Was sind parasitäre Größen (Ersatzschaltbild)?

2.7 Dimensionierung:

Im Versuch stehen Induktivitäten in folgender Stufung zur Verfügung:

1, 2; 3;  $4 \cdot 10^{-6}$  H in 7 Dekadenstufen bis 1; 2; 3; 4 H.

Im Versuch stehen Kapazitäten in folgender Stufung zur Verfügung:

0,1; 0,2; 0,3;  $0,4 \cdot 10^{-9}$  F in 5 Dekadenstufen bis 1; 2; 3;  $4 \cdot 10^{-6}$  F.

a) Dimensionieren Sie einen Leitkreis mit einer Resonanzfrequenz von  $f_{res} = \text{ca. } 167 \text{ Hz}$ .

b) Dimensionieren Sie einen Saugkreis mit einer Resonanzfrequenz von  $f_{res} = \text{ca. } 3,5 \text{ kHz}$ .

2.8 Informieren sie sich vor dem Versuch über die verwendete Messtechnik unter:

<http://www.conrad-business.de> Dort finden Sie Datenblätter als .pdf u.a. für:  
Multimess-Station MS-9160, Oszilloskop Voltcraft 620, LCR-Messbrücke ELC 3131D

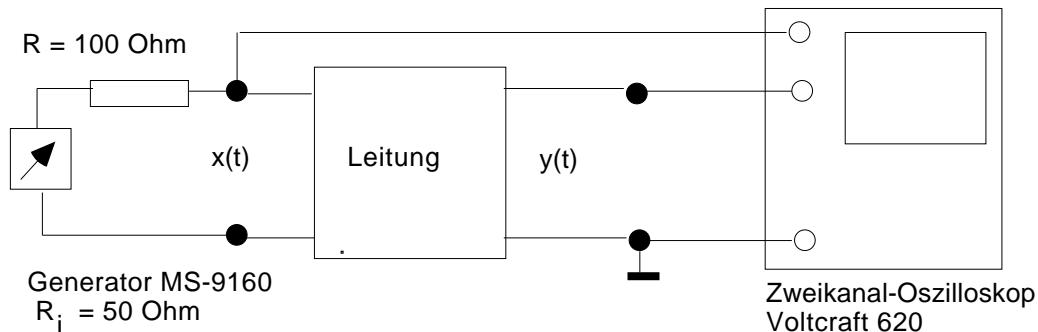
2.9 Beschäftigen sie sich mit dem Versuchsablauf unter 3 und ergänzen Sie bei Bedarf Ihre theoretische Vorbereitung.

### 3 Durchführung

3.1 Bestimmen Sie experimentell die spezifische Kapazität eines Kabel (C/l in [F/m]) und die theoretische Grenze für die Übertragung binärer Signale.

3.1.1 Im ersten Versuchsteil wird als Testsignal eine symmetrische Rechteckfunktion mit einem Tastverhältnis von 1:1 (low/high-Phase) und  $U_{max} = 1$  V benutzt, empfohlene Frequenz  $f = 10$  kHz. Skizzieren Sie den Verlauf der Einschalt-Spannung  $y(t)$  auf Millimeterpapier und bestimmen Sie die Zeiten  $t_g$  und  $t_e$ . Nehmen Sie qualitativ weitere Zeitfunktionen bei interessanten Frequenzen auf: z.B.  $f(t_e = t_{Bit})$ ,  $f(A = 50\%)$  etc..

Hinweis: Verwenden Sie zur besseren Ablesung die Lupenfunktion 10:1 für den Zeitmaßstab.



3.1.2 Im zweiten Versuchsteil wird zur Aufnahme des Amplituden- bzw. Phasenganges als Testsignal eine Sinusfunktion  $U_{max} = 1$  V benutzt. Nehmen Sie die Werte in einer Tabelle auf, anschliessend verwenden Sie eine doppelt logarithmische Darstellung.

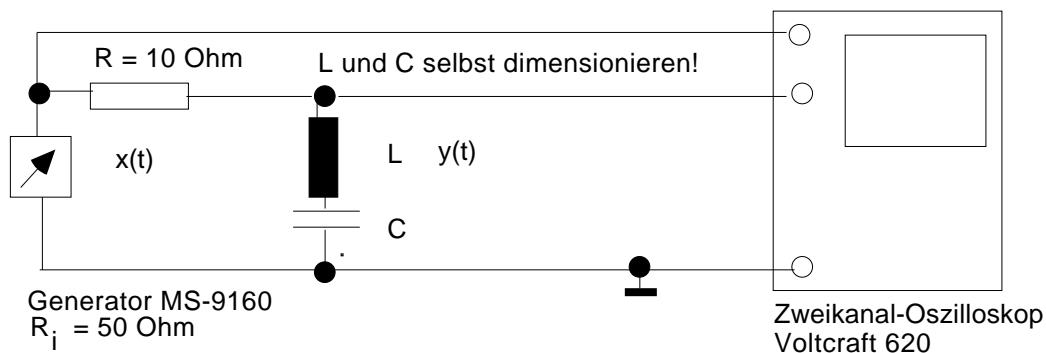
Hinweis: Verwenden Sie zur besseren Ablesung die Lupenfunktion 10:1 für den Zeitmaßstab. Die Phasenverschiebung wird am besten mittels der Abstände der Nulldurchgänge bestimmt.

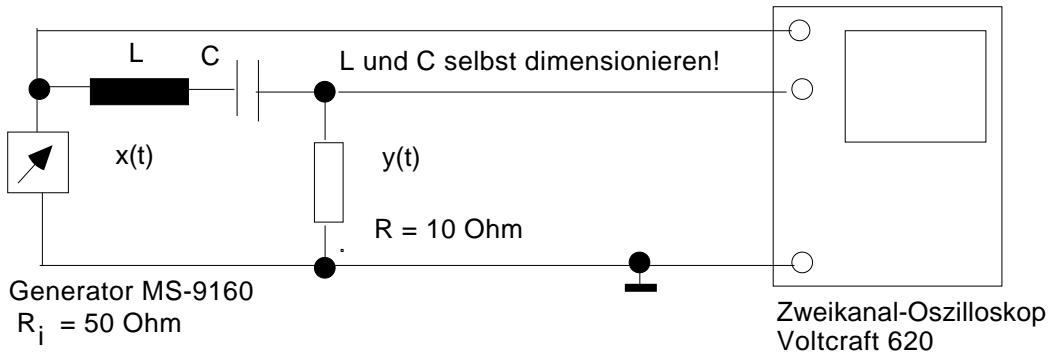
3.1.3 Messen Sie die Größen von L und C nochmals mit einer LCR-Messbrücke ELC 3131D bei 1 kHz. Versuchen Sie auch, die parasitären Größen zu erfassen. Den Widerstand ermitteln Sie mit dem Multimeter in der Messstation MS-9160.

### 3.2 Messungen am Reihenschwingkreis

3.2.1 Nehmen Sie experimentell die Spannungs-Resonanzkurven und Phasengänge für die zwei Varianten eines Reihenschwingkreises mit einer Sinusspannung von  $U_{max} = 1$  V auf. Nehmen Sie die Werte in einer Tabelle auf, anschliessend verwenden Sie geeignete logarithmische Darstellungen auf Millimeterpapier.

3.2.2 Messen Sie die Größen von L und C nochmals mit einer LCR-Messbrücke ELC 3131D bei 1 kHz. Versuchen Sie auch, die parasitären Größen zu erfassen. Den Widerstand ermitteln Sie mit dem Multimeter in der Messstation MS-9160.





#### 4 Auswertung

4.1 Die Leitung der Länge  $l = 200 \text{ m}$  wird vereinfacht als RC-Glied modelliert. Bestimmen Sie die spezifische Kapazität der Leitung und die theoretische Größe der Datenübertragungsrate für Binärsignale. Wie kann die Datenrate gesteigert werden?

4.2 Ordnen Sie das Ergebnis ein – ermitteln Sie dazu spezifische Kapazitäten von Datenübertragungsleitungen und stellen Sie Eigenschaften von Kabelkategorien zusammen. Diskutieren Sie die Abweichungen zwischen 3.1.1 und 3.1.2.

4.3 Diskutieren Sie die Verläufe der Rechteckfunktion  $y(t)$  bei verschiedenen Frequenzen unter Verwendung der Theorie der Fourieranalyse.

4.4 Simulieren Sie die Messungen nach 3.1 und 3.2 mit einer Softwarelösung, z.B. Multisim:  
<http://www.electronicsworkbench.de/demo1.html>

4.5 Diskutieren Sie den doppelt logarithmischen Verlauf von Amplitudengang und den logarithmischen Phasengang in 3.1.2 und finden Sie Begründungen für die Abweichungen zwischen Theorie und Praxis. Diskutieren Sie das Modell.

4.6 Bestimmen Sie die 3-dB-Durchlass- und Sperrbreite der Filter nach 3.2. Geben Sie vielfältige Einsatzmöglichkeiten solcher Filter an.

4.7 Bestimmen sie die Güte der Filter. Wie gross ist die Dämpfung in dB/Oktave (Tangentenverfahren) in Nähe der Resonanzpunkte?

#### 5. Literatur

vgl. www-Seiten Elektronische bzw. Mediale Systeme