

Messen elektrischer Kenngrößen

In diesem Labor werden die im Lernmodul 4 erarbeiteten Verfahren zum Messen elektrischer Größen mit dem Oszilloskop vertieft und die Eigenschaften eines Logikanalysators und eines Digital-Speicheroszilloskopes als PC-Messsystem durch praktische Messübungen verdeutlicht.

Zuerst werden die Informatikerinnen und Informatiker durch die Simulation der Spannungsverläufe an Kondensatoren und Induktivitäten mit der Simulationssoftware Qucs vertraut gemacht.

Durch Messungen der Spannungsverläufe an einem Kondensator werden die Möglichkeiten eines digitalen Speicheroszilloskopes erkennbar und das Ergebnis kann mit der Darstellung der Simulation verglichen werden.

Die Eigenschaften eines Logikanalysators werden durch Messungen an einer digitalen Baugruppe verdeutlicht. Der Anwender muss die Eigenschaften und Programmiermöglichkeiten eines Logikanalysators kennen und das Schirmbild bzw. das Timing-Diagramm analysieren können, um die Zusammenhänge zwischen den Eingängen und Ausgängen erkennen und zuordnen zu können.

Voraussetzung für dieses Labormodul ist eine erfolgreiche Bearbeitung der Lernmodule 1 bis 4 dieses Faches

- Gleichstromkreise analysieren
- Elektronische Bauteile kennen und elektronische Schaltungen berechnen
- Digitale Bauelemente in Schaltungen anwenden
- Messen elektrischer Größen

Alle weiteren Informationen und Arbeitsunterlagen sind in diesem Labormodul und in dem Modul „Formeln und Datenblätter“ enthalten.

Dieses Labor wird im Begleitunterricht durchgeführt und hat einen Umfang von ca. 4 Stunden. Ca. 3 Stunden entfallen auf die Simulation von Spannungsverläufen, ca. 1 Stunde auf die Messübung mit der PC-gestützten Hardware.

LABORMODUL 1**Ziele****Ausgangssituation****Planung**

Inhaltsverzeichnis

1 Simulation von analogen Schaltungen	3
1.1 Ein-/Ausschaltverhalten bei Kapazitäten	3
1.2 Ein-/ Ausschaltverhalten bei Induktivitäten	14
2 Messen mit PC-gestützter Hardware	15
2.1 Messen mit dem digitalen Speicheroszilloskop	15
2.2 Messen mit dem Logikanalysator	16

1 Simulation von analogen Schaltungen

Ein Programm zur Simulation analoger Schaltungen ist das Programm Qucs (gesprochen: kju:ks). Das Programm Qucs bietet die Möglichkeit, elektronische Schaltungen mit verschiedensten Bauteilen zu simulieren. Dazu enthält es vordefinierte „optimierte“ Bauteile sowie Bibliotheken mit Bauteilen, deren Parameter aus der Realität übernommen wurden.

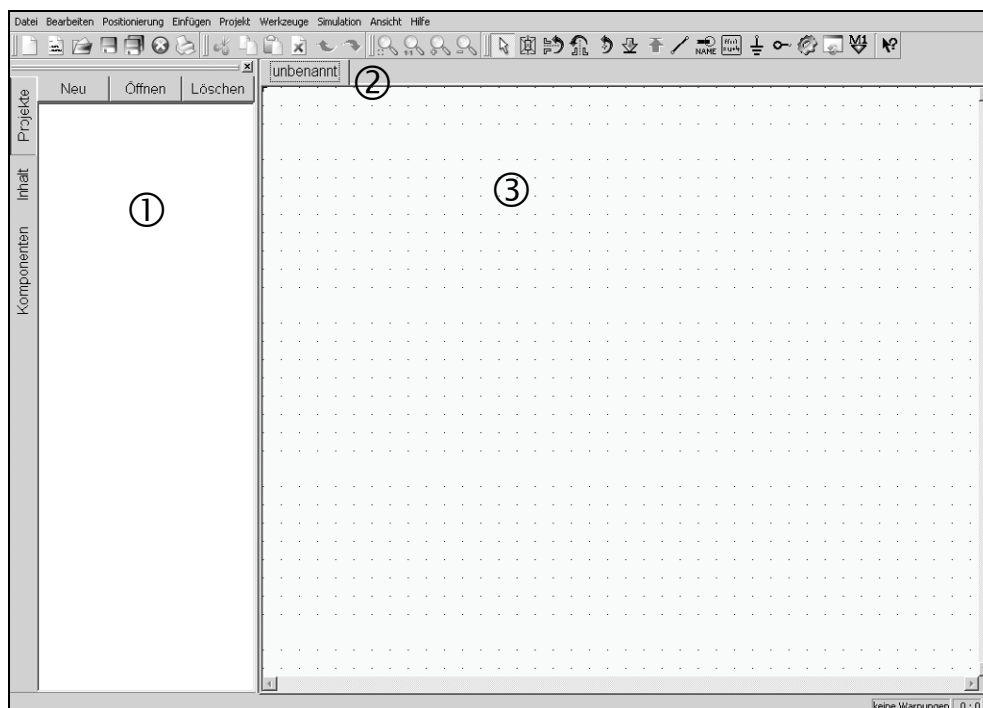
1.1 Ein-/Ausschaltverhalten bei Kapazitäten

Das Programm Qucs wird hier am Beispiel der Simulation des Ein-/Ausschaltverhaltens bei Kapazitäten in folgenden Abschnitten vorgestellt:

- A Die Oberfläche von Qucs**
- B Erstellen einer analogen Schaltung**
- C Simulieren einer analogen Schaltung**

A Die Oberfläche von Qucs

Die Oberfläche nach dem Start von Qucs ist im folgenden Bildschirmabgriff dargestellt.



Die Oberfläche von Qucs

Auf der rechten Seite befindet sich die Hauptarbeitsfläche ③, die die zu simulierende Schaltung oder die Graphen beinhaltet. Mit den Tabulatorschaltflächen ② oberhalb dieses Bereiches kann man zu allen weiteren geöffneten Schaltungen oder Ausgabedarstellungen umschalten. Auf der linken Seite neben dem Qucs Hauptfenster befindet sich ein Bereich ①, dessen Inhalt sich in Abhängigkeit vom ausgewählten Tabulator-Reiter auf der linken Seite ändert: „Projekte“, „Inhalt“ und „Komponenten“. Nachdem Qucs gestartet wurde, ist die Tabulatorschaltfläche „Projekte“ vorselektiert. Nach dem ersten Start von Qucs ist dieser Bereich leer, da noch kein Projekt existiert.

Die Qucs Werkzeugleiste



Auswählen (Esc)

Aktiviert den Auswahlmodus.



Deaktivieren/Aktivieren (Ctrl + D)

Deaktiviert oder Aktiviert die ausgewählte Komponente.



Spiegeln an der X- / Y-Achse (Ctrl + J / Ctrl + M)

Spiegelt die ausgewählte Komponente an der X-Achse oder der Y-Achse, vorhandene Verbindungen werden dabei nicht übernommen.



Drehen (Ctrl + R)

Dreht die ausgewählte Komponente, vorhandene Verbindungen werden dabei nicht übernommen.



Draht (Ctrl + E)

Wechselt in den Verbindungsmodus, der durch eine Fadenkreuzdarstellung des Cursors angezeigt wird. Zur Verbindung ist auf die Anschlusskreise der Komponenten mit der linken Maustaste zu klicken.



Verbindungs-Bezeichnung (Ctrl + L)

Fügt einen Namen für eine Verbindung oder einen Knoten ein. Dieser dient in der Datendarstellung als Datenquelle.



Gleichung einfügen (Ctrl + <)

Fügt eine benutzerdefinierte Gleichung ein, deren Ergebnis in der Datendarstellung als Kurve angezeigt werden kann.



Masse einfügen (Ctrl + G)

Fügt einen Massepunkt in die Schaltung ein. Ohne diese Masse kann Qucs die Schaltung nicht simulieren.



Simulieren (F2)

Startet die Simulation und wechselt in die Ansicht der Datendarstellung.



Zeige Daten/Schaltplan an (F4)

Wechselt zwischen der Datendarstellung und dem zugehörigen Schaltplan.

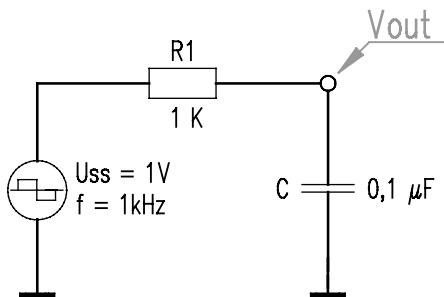


Markierung auf Diagramm setzen (Ctrl + B)

Ermöglicht die Anzeige eines Labels an einer Kurve in der Datendarstellung.

B Erstellen einer analogen Schaltung

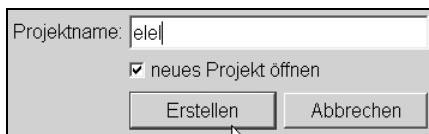
Ziel dieser Übung ist es, im Simulationsprogramm Qucs das Ein- und Ausschaltverhalten von Kapazitäten zu untersuchen. Dazu ist die unten dargestellte Schaltung in Qucs zu realisieren.



Messschaltung: Schaltvorgänge am Kondensator

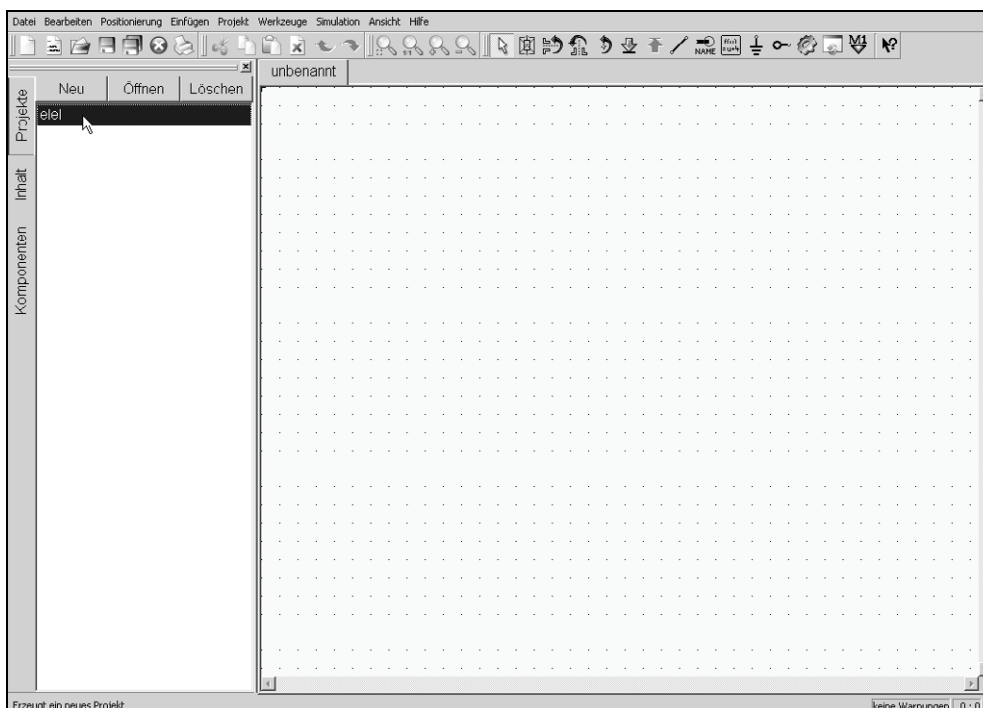
Schritt 1: Anlegen eines neuen Projektes

Über den Menüpunkt **Projekt - Neues Projekt...** ist ein neues Projekt in Qucs anzulegen. Im sich daraufhin öffnenden Fenster ist der Name des neuen Projektes, hier z.B. „elel“, einzugeben.



Eingabe des Projektnamens

Nach dem Betätigen der Schaltfläche „Erstellen“ legt Qucs das neue Projekt an und es erscheint der Eintrag „elel“ auf der linken Seite im Bereich „Projekte“ der Programmoberfläche des Simulationsprogramms.

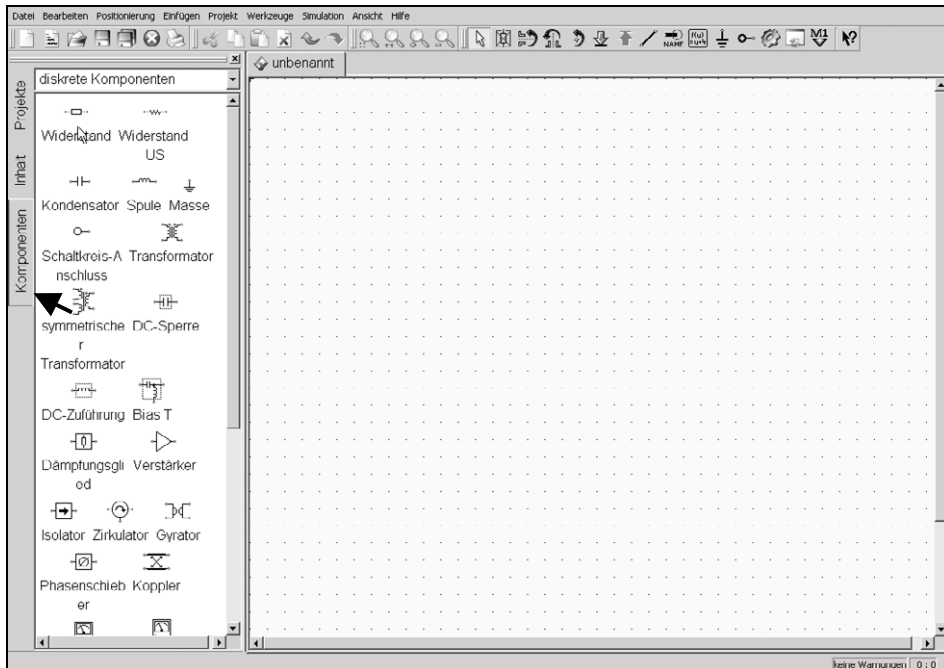


Das neue Projekt „elel“ in Qucs

Schritt 2: Positionieren der notwendigen Bauteile

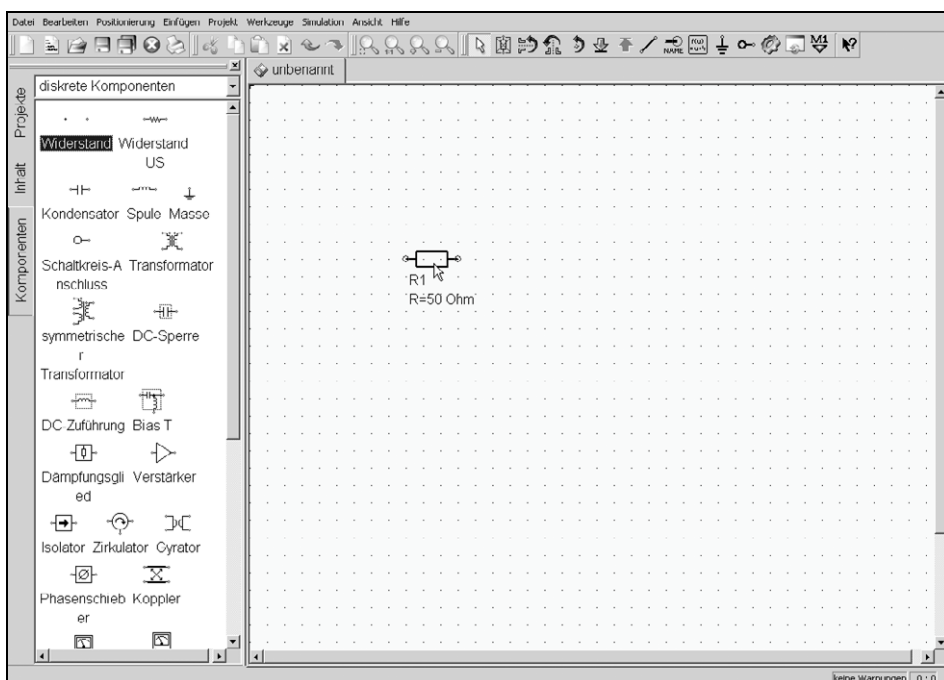
Auf der rechten Arbeitsfläche des Simulationsprogramms Qucs sind nun die notwendigen Bauteile aus der Komponentenbibliothek auszuwählen und mit der Maus zu positionieren.

Dazu ist der Reiter „Komponenten“ an der linken Seite der Programmoberfläche zu wählen.



Auswahl des Komponentenbereichs

Ein Bauteil, z.B. der Widerstand, lässt sich nun durch einmaliges Anklicken mit der Maus auswählen. Wird nun die Maus **ohne** gedrückte Maustaste auf den rechten Arbeitsbereich gezogen, erscheint der Widerstand auf der Arbeitsfläche am Mauszeiger hängend und kann an der gewünschten Position mit einem Klick der linken Maustaste abgelegt werden. Ein Klick mit der rechten Maustaste dreht das Bauteil um jeweils 90°.

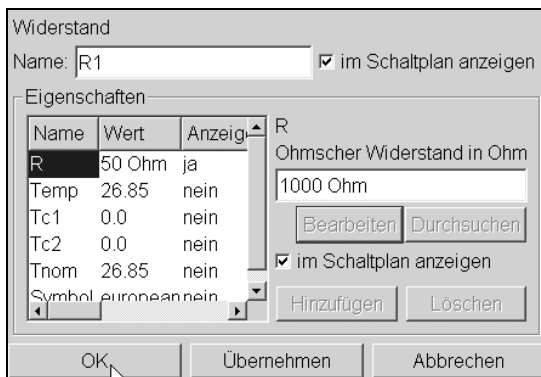


Positionierung des Widerstandes

Nach dem einmaligen Ablegen des Widerstandes „hängt“ immer noch ein weiterer Widerstand an dem Mauszeiger. Das Betätigen von „Esc“ beendet diesen Modus.

Ändern der Eigenschaften von Bauteilen

Durch Doppelklick mit der Maus auf das anzupassende Bauteil öffnet sich das Eigenschaftensfenster des Bauteils, hier des Widerstandes.



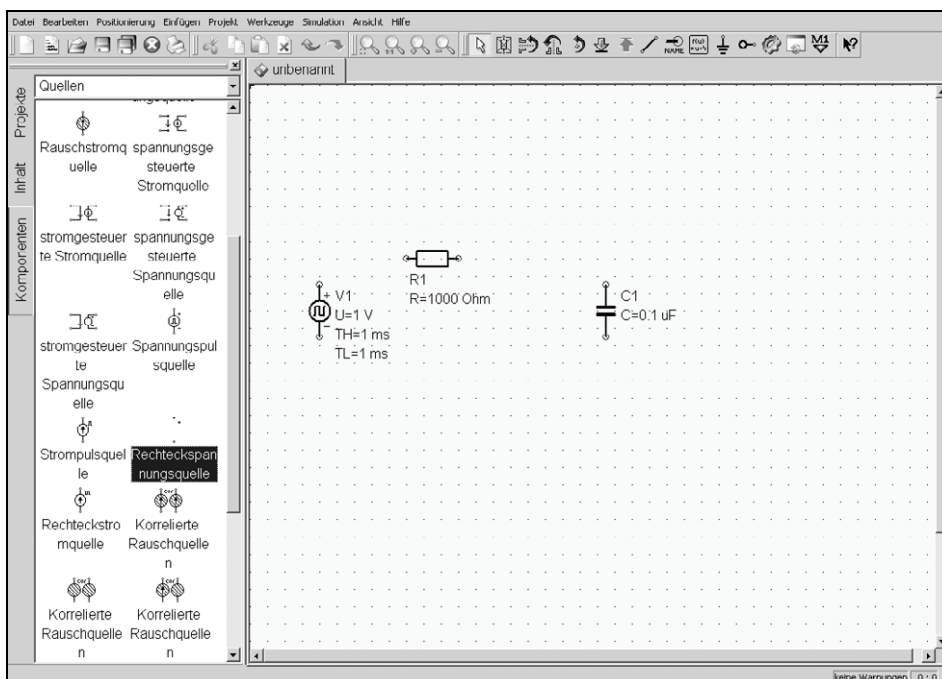
Eigenschaftensfenster des Widerstandes

Der zu ändernde Parameter ist auf der linken Seite auszuwählen, hier R für den Betrag des Widerstandes, und im rechten Eingabebereich ist der entsprechende Wert mit Einheit einzugeben. Bei der Verwendung von Dezimalstellen ist das Dezimaltrennzeichen ein Punkt.

Bei der Eingabe der Werte ist es möglich, die gebräuchlichen Faktoren (z.B. k für Kilo) bei den Einheiten anzuwenden. Für das μ (z.B. bei μF) muss ein **u** eingegeben werden.


Nach dem Betätigen der Schaltfläche „OK“ wird der neue Wert übernommen.

Auf diese Art und Weise sind die notwendigen Bauteile auf der Arbeitsfläche zu positionieren, bis sich folgendes Bild ergibt. Die Spannungsquelle ist aus dem Bereich „Quellen“ als „Rechteckspannungsquelle“ einzufügen.

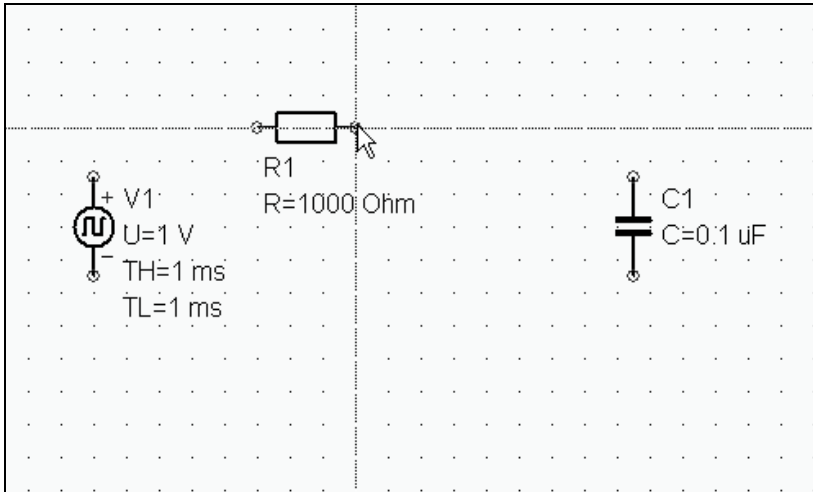


Oberfläche von Qucs mit den notwendigen Bauteilen

Schritt 3: Verdrahten der Bauteile

Über die Schaltfläche  „Draht“ ist in den Verdrahtungsmodus umzuschalten.

Der Cursor ändert sich in ein Fadenkreuz. Die notwendigen Verbindungen lassen sich nun einfach durch Anklicken der Kreise an den Bauteilen erzeugen.

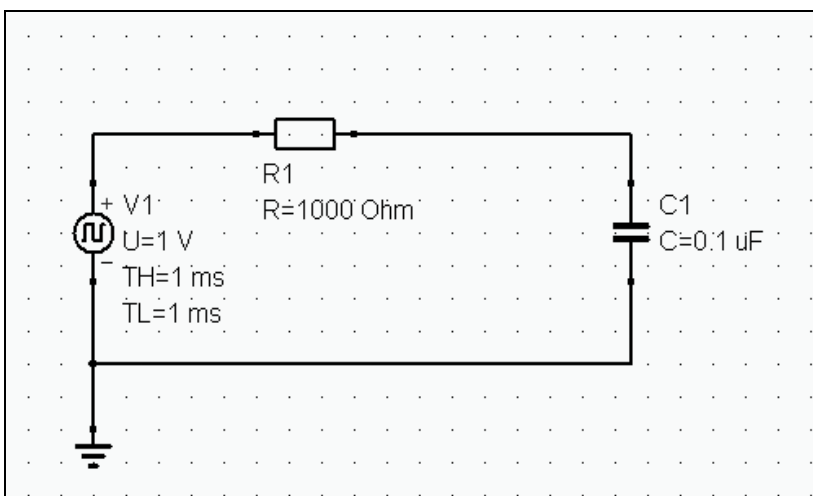


Der „Verdrahtungsvorgang“

Schritt 4: Einfügen des Massepunktes

Durch Einfügen eines Massepunktes wird der Simulation das Bezugspotential für die notwendigen Berechnungen mitgeteilt. Fehlt dieser Massepunkt, meldet Qucs dies als Fehler beim Starten des eigentlichen Simulationsvorgangs.

Der Massepunkt ist durch Betätigen der Schaltfläche  „Masse einfügen“ an die notwendige Stelle auf der Arbeitsfläche einzufügen und mit dem Rest der Schaltung entsprechend folgender Grafik zu verdrahten.

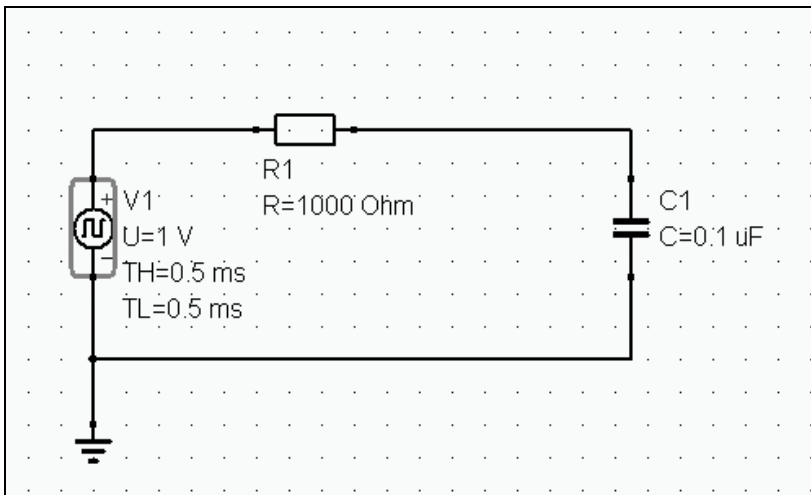


Schaltung mit angefügtem Massepunkt

Schritt 5: Einstellen der Spannungsquelle

Die Darstellung der Spannungsverläufe am Kondensator sollte mit einer Frequenz von 1 kHz erfolgen. Deshalb ist es notwendig, die Parameter der Rechteckspannungsquelle entsprechend anzupassen.


Ein Doppelklick auf die Spannungsquelle öffnet das Eigenschaftsfenster, in dem die entsprechenden Werte einzutragen sind. Qucs erwartet als Eingabe hier nicht die Frequenz, sondern die sich aus der Frequenz ergebenden Werte für die Ein- und Auszeit (TH und TL) des Rechtecksignals.



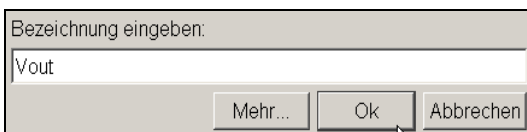
Anpassung der Rechteckspannungsquelle

Schritt 6: Benennen der Messgröße

Um Werte in Diagrammen darstellen zu können, ist es notwendig, entsprechende Punkte mit Namen zu bestimmen. Dies entspricht in der Realität dem Ansetzen einer Messspitze eines Messgerätes an der Schaltung.

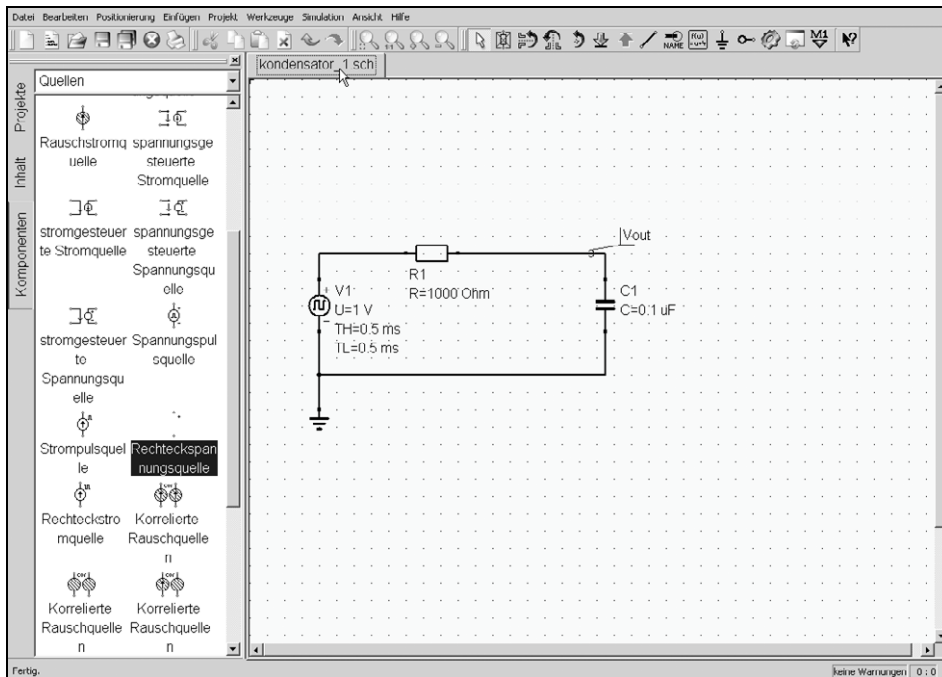
Über die Schaltfläche  „Verbindungs-Bezeichnung“ ist ein Namen-Label einzufügen und an der oberen Verbindungslinie zwischen Widerstand und Kondensator zu positionieren.

Im anschließenden Dialog muss ein Name, hier z.B. „Vout“, eingegeben und über „OK“ bestätigt werden.



Eingabe des Bezeichnungsnamens

Der Messpunkt erscheint nun als Fahne in der Schaltung und der Spannungsverlauf lässt sich dadurch später im Diagramm darstellen.

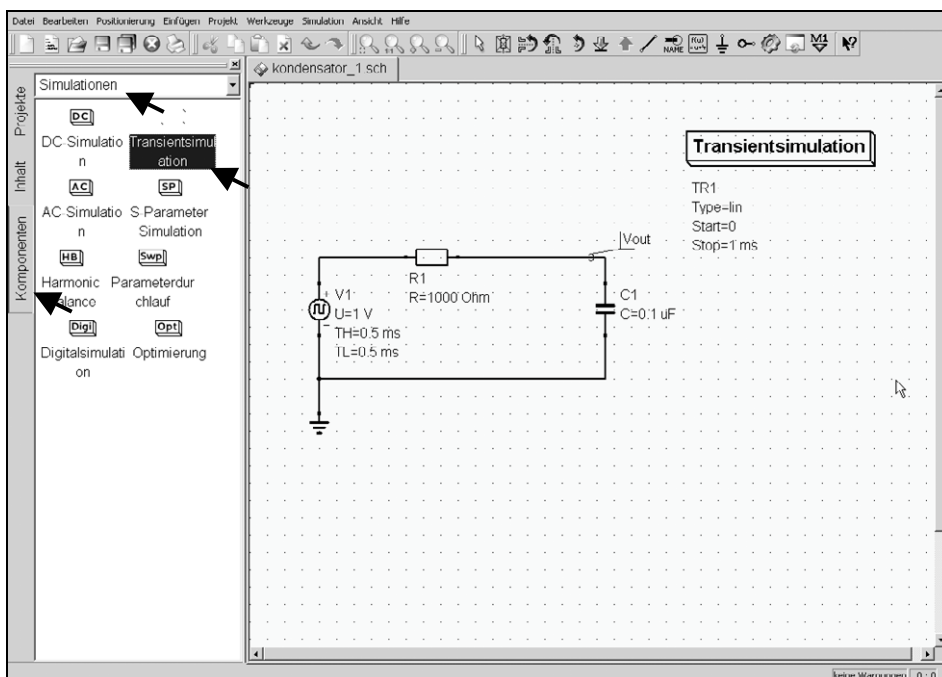


Die fertige Schaltung in Qucs

Schritt 7: Einfügen des Simulationsmodus

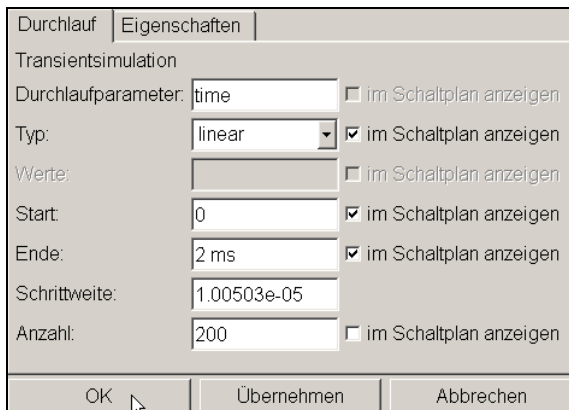
Qucs bietet verschiedene Möglichkeiten, Schaltungen zu simulieren.

Neben der reinen Gleichspannungs- oder Wechselspannungssimulation gehört auch eine zeitabhängige Simulation dazu. Diese befindet sich im linken Komponentenbereich unter der Auswahl „Simulationen“ als Transientsimulation.



Auswahl der Transientsimulation

Nach dem Positionieren auf der Arbeitsfläche werden die notwendigen Parameter über einen Doppelklick auf „Transientsimulation“ eingestellt.



Das Eigenschaftensfenster der Transientsimulation

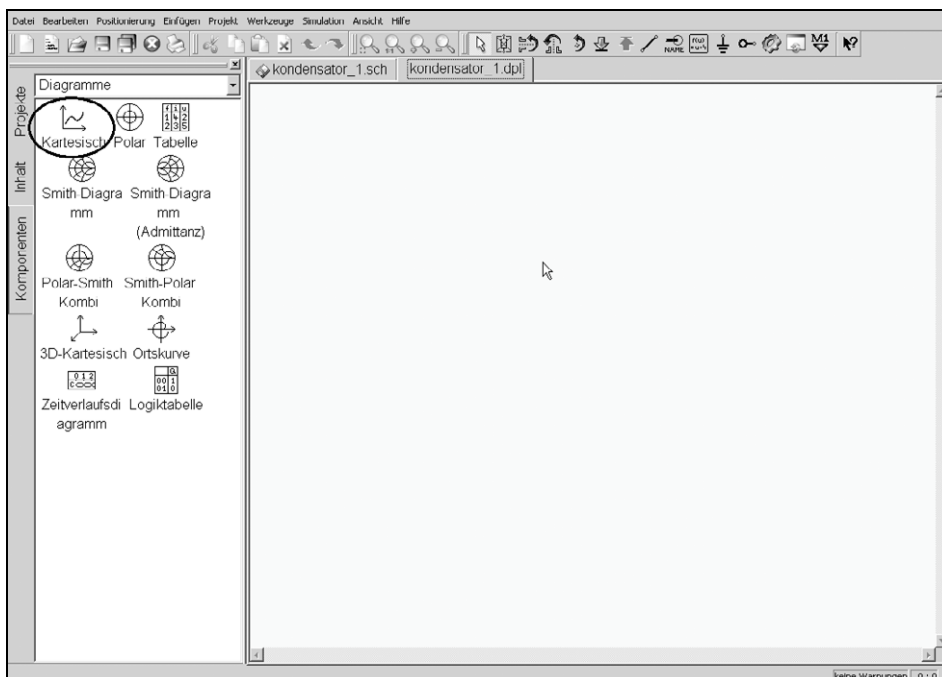
In dem Eigenschaftensfenster der Transientsimulation ist die Länge der Zeitdarstellung, hier 2 ms, über die Eingabe im Feld „Ende“ und die Anzahl der zu berechnenden Werte im Feld „Anzahl“, hier 200, einzugeben und mit „OK“ zu bestätigen.

Im Anschluss ist die neue Schaltung über **Datei - Speichern unter...** abzuspeichern.

C Simulieren einer analogen Schaltung

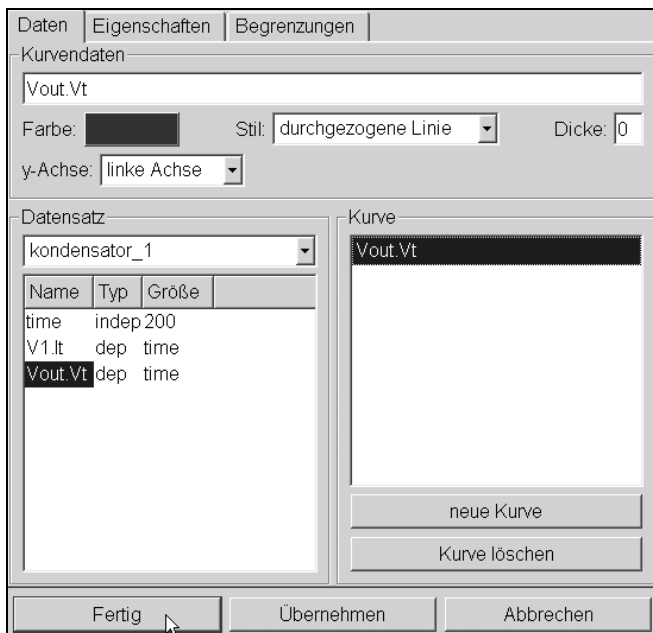
Die Simulation ist über die Schaltfläche  „Simulieren“ oder über die Funktionstaste F2 zu starten.

Stellt Qucs keinen Fehler bei der Simulation fest, kann mit der Darstellung der Ergebnisse fortgefahren werden. Hier soll in einem kartesischen Koordinatensystem die Ausgangsspannung V_{out} über die Zeit dargestellt werden. Dazu ist aus dem Komponentenbereich „Diagramme“ das kartesische Diagramm auf die Arbeitsfläche zu ziehen.



Auswahl des kartesischen Diagramms

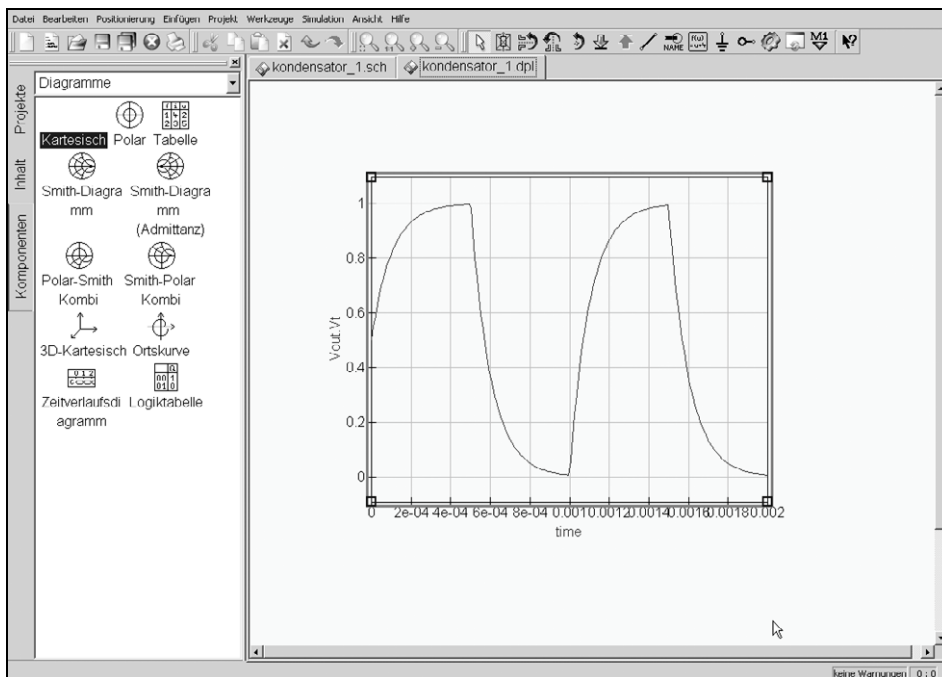
Automatisch öffnet sich das Eigenschaftsfenster des kartesischen Diagramms. Unter „Datensatz“ erfolgt eine Darstellung aller in der Simulation errechneten Werte. Diese lassen sich durch einen Doppelklick in den Bereich „Kurve“ übernehmen und gelangen damit zur Anzeige in dem kartesischen Diagramm.



Auswahl von „Vout.Vt“ als darzustellende Kurve

Im linken Teil des Fensters ist durch einen Doppelklick „Vout.Vt“ als darzustellende Kurve auszuwählen.

Nach einem Klick auf „Fertig“ erscheint das kartesische Diagramm.



Das fertige Diagramm der Ausgangsspannung als Funktion der Zeit

Die Größe der Darstellung ist über die Eckanfassers mit der Maus anpassbar.

Auswertung der Messwerte

Berechnen Sie die Zeitkonstante τ der Messschaltung!

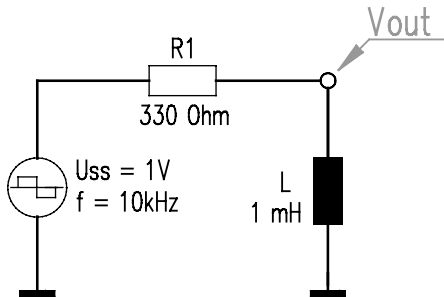
$\tau =$

Ermitteln Sie aus den Kurvenverläufen die Zeitkonstante τ !

$\tau =$

1.2 Ein-/ Ausschaltverhalten bei Induktivitäten

Realisieren Sie die Messschaltung entsprechend folgender Abbildung in Qucs! Beachten Sie dabei die Frequenz der Rechteckspannungsquelle!



Messschaltung: Schaltvorgänge an einer Spule

Auswertung der Messwerte

Berechnen Sie die Zeitkonstante τ der Messschaltung!

$\tau =$

Ermitteln Sie aus dem Kurvenverlauf die Zeitkonstante τ !

$\tau =$

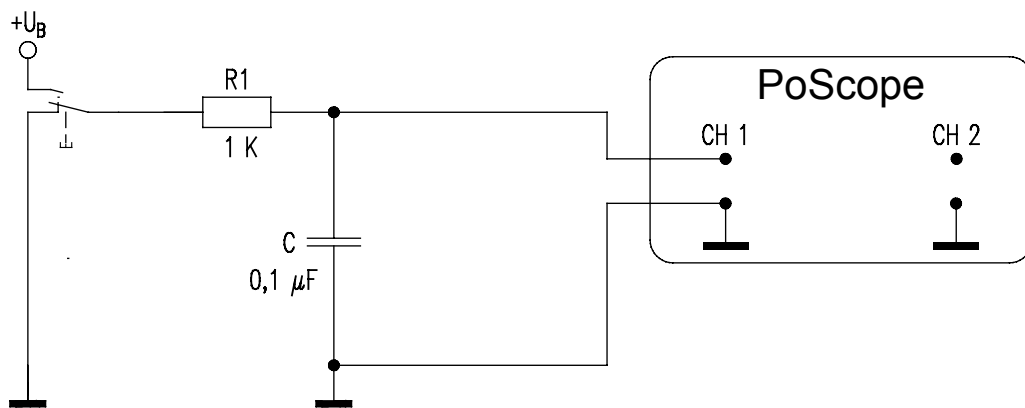
2 Messen mit PC-gestützter Hardware

2.1 Messen mit dem digitalen Speicheroszilloskop

In diesem Versuchsteil stehen die Eigenschaften und die Handhabung eines digitalen Speicheroszilloskopes (DSO) als PC-Messsystem im Vordergrund.

Ziel dieses Versuchsteils ist es, mit einem digitalen Speicheroszilloskop (PoScope) den in Qucs simulierten Spannungsverlauf an dem Kondensator zu verifizieren.

Realisieren Sie dazu die Messschaltung entsprechend der folgenden Abbildung!



Messschaltung digitales Speicheroszilloskop

Auswertung der Messwerte

Vergleichen Sie den mit dem Speicheroszilloskop aufgenommenen Spannungsverlauf mit dem von Qucs simulierten Spannungsverlauf!

Ermitteln Sie aus dem Kurvenverlauf des Speicheroszilloskopes die Zeitkonstante τ !

$\tau =$

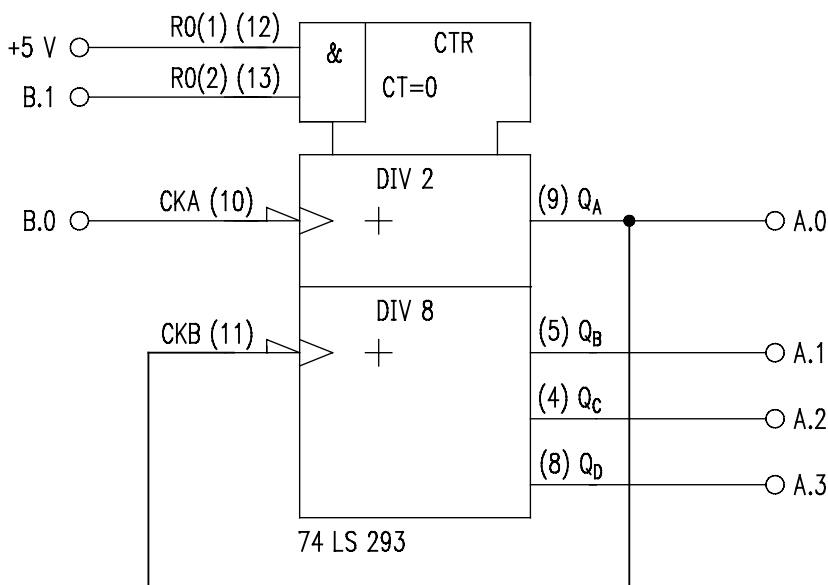
2.2 Messen mit dem Logikanalysator

In diesem Versuchsteil stehen die Eigenschaften und die Handhabung eines Logikanalysators als PC-Messsystem im Vordergrund. Zur Verdeutlichung der Eigenschaften und des Handlings wird die abgebildete Logikschaltung untersucht. Die mit A.n (z.B. A.0) gekennzeichneten Anschlüsse sind Eingänge des Logikanalysators.

Die mit B.n (z.B. B.0) gekennzeichneten Anschlüsse sind Ausgänge des Logikanalysators.

Der Anwender kann die Signalpegel an den Ausgängen des Logikanalysators programmieren. Mithilfe des Programms können die Signalpegel an den Eingängen des Logikanalysators aufgezeichnet und als Timing auf dem Monitor des PCs dargestellt werden. Anhand des Timings kann dann die Funktion der Schaltung beurteilt werden.

Bauen Sie die abgebildete Schaltung mit dem IC 74 LS 293 auf: Die Spannungsversorgung des ICs ist nicht eingezeichnet: Pin 14 an +5 V und Pin 7 an 0 V (Masse)!

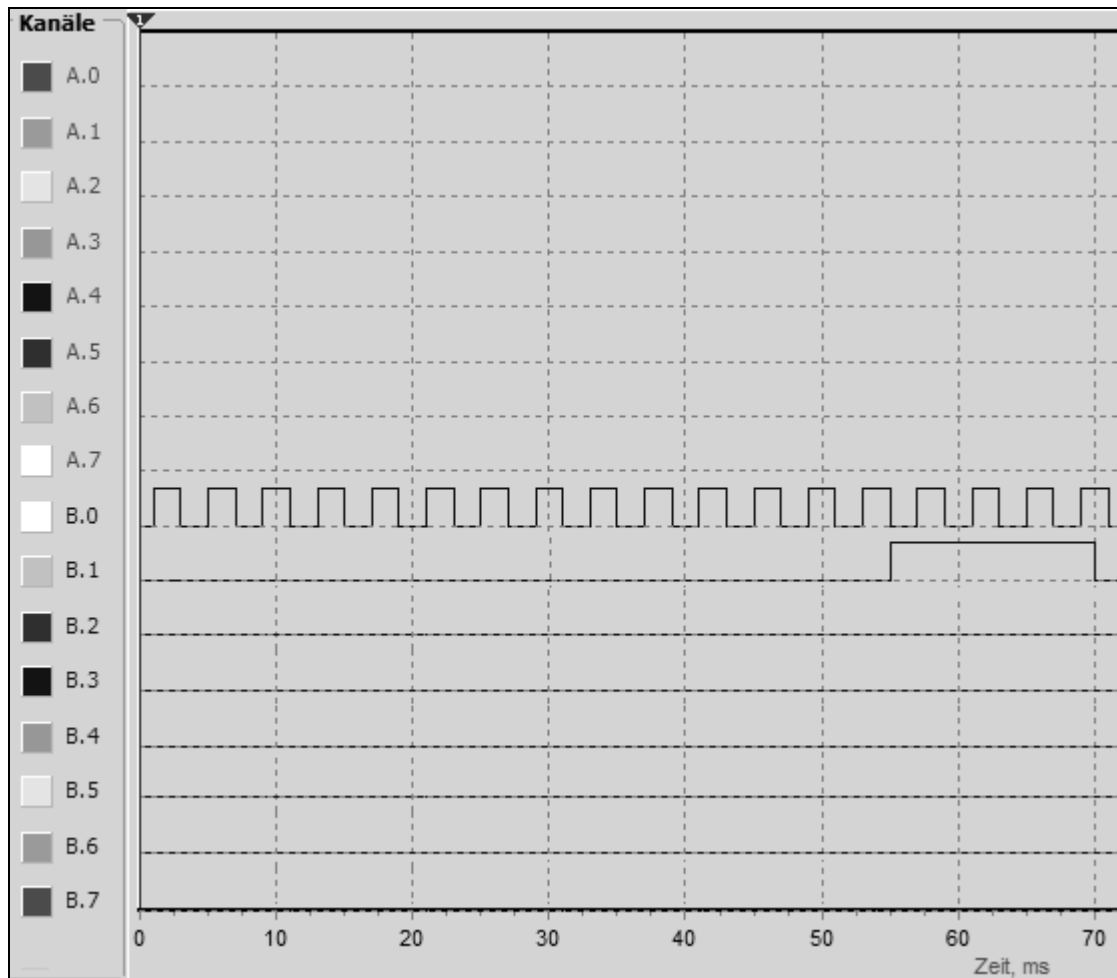


Messschaltung Logikanalysator

Für ein auswertbares Timing-Diagramm muss der Logikanalysator richtig eingestellt sein. Da es bei diesem Gerät sehr viele Konfigurationsmöglichkeiten gibt, ist es notwendig, die unterschiedlichsten Einstellungen und deren Wirkung zu kennen. Dieses wird durch Messungen an der oben abgebildeten Schaltung verdeutlicht.

Stellen Sie an den Ausgängen B.0 und B.1 einen dem folgenden Bildschirmabgriff entsprechenden Verlauf ein!

- Linksklick mit der Maus auf Kurve \Rightarrow 1-Pegel
- Rechtsklick mit der Maus auf Kurve \Rightarrow 0-Pegel



Pegel an den Ausgängen B.0 bis B.7

Funktion der Schaltung

Starten Sie zur Funktionsprüfung der Schaltung die Aufzeichnung der Signale mit den eingestellten Werten!

Dokumentieren Sie die Spannungsverläufe an den Eingängen A.0 bis A.3 des Logikanalysators! Welche Funktion hat die Schaltung?

Beschreiben Sie die Wirkung des Anschlusses R0(2)!