

Versuch EP1

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

23. Oktober 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Verwendete Materialien	5
3	Versuchsteil...	5
3.1	Versuchsaufbau	5
3.2	Versuchsdurchführung	5
3.3	Verwendete Formeln	5
3.4	Messergebnisse	5
3.5	Auswertung	5
3.6	Diskussion	5
4	Signalausbreitung über einfache Kabel	5
4.1	Versuchsaufbau	5
4.1.1	Versuchsteil 2.1	5
4.1.2	Versuchsteil 2.2	6
4.1.3	Versuchsteil 2.3	6
4.2	Versuchsdurchführung	7
4.3	Auswertung	8
4.3.1	Versuchsteil 2.1	8
4.3.2	Versuchsteil 2.2	9
4.3.3	Versuchsteil 2.3	10
4.4	Diskussion	13
5	Fazit	13

Vorgefertigte Skizzenausschnitte

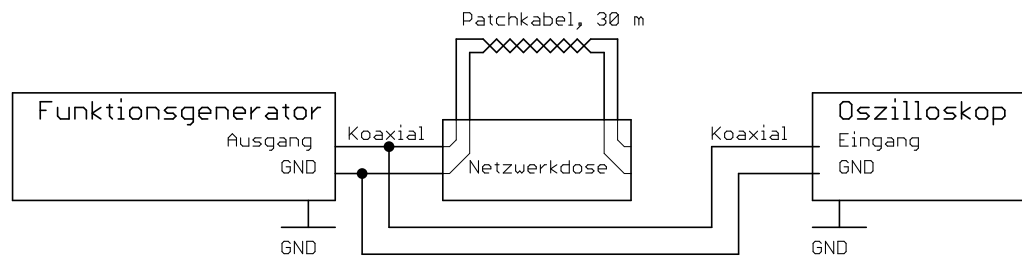


Abbildung 1: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit Patch- und Koaxialkabel¹

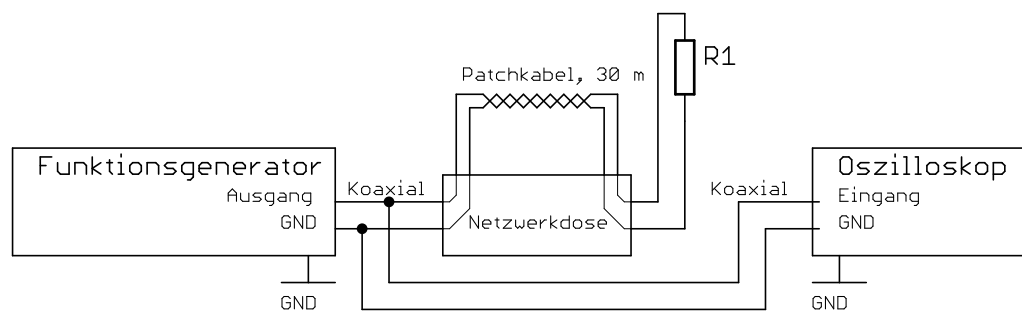


Abbildung 2: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit Patch- und Koaxialkabel (geschlossen mit Potentiometer)²

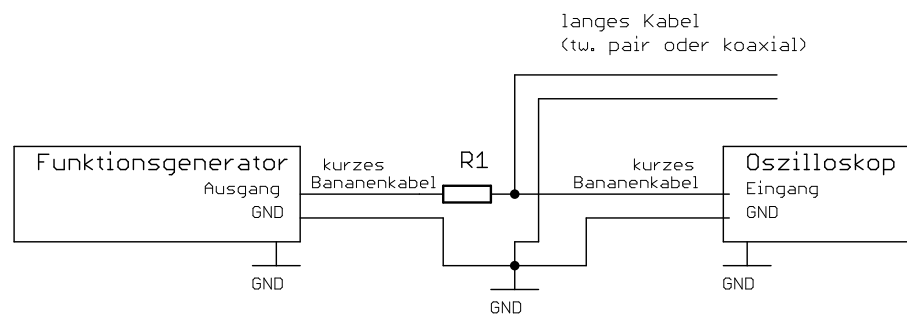


Abbildung 3: Schaltskizze zur Bestimmung des Kapazitätsbelags³

¹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 14 am 19.10.2014

²Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 14 am 19.10.2014

³Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 14 am 19.10.2014

1 Einleitung

Dieser Versuch beschäftigt sich mit den Übertragungseigenschaften verschiedener Kabel. Untersucht werden Bananenkabel, BNC-Kabel und Patchkabel.

In den Aufbauten wird die Signalqualität der Kabel abhängig von der Einstellung des Funktionsgenerators (Sinus oder Rechteck), der Kabellänge und der Schaltung miteinander verglichen. Der sogenannte 'Kapazitätsbelag' (Kapazität zwischen Signal und Masseleitung) des BNC- und Patchkabels, welcher neben drei weiteren Kabelkonstanten (Selbstinduktivität der Leitung, Widerstand der Signalleitung, Leitwert der Isolation) bei der Beschreibung der Kabeleigenschaften eine wichtige Rolle spielt wird ebenfalls bestimmt.

2 Verwendete Materialien

3 Versuchsteil...

3.1 Versuchsaufbau

3.2 Versuchsdurchführung

3.3 Verwendete Formeln

3.4 Messergebnisse

3.5 Auswertung

3.6 Diskussion

4 Signalausbreitung über einfache Kabel

Im zweiten Versuchsteil sollte die Störanfälligkeit von Signalen bei Übertragung mit Bananenkabeln überprüft werden. Dabei wurden drei verschiedene Übertragungsmöglichkeiten verwendet, Übertragung mit nur einem Bananenkabel, mit zwei Bananenkabeln und mit einem twisted-pair Kabel aus zwei Bananenkabeln.

4.1 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau teilt sich in drei Teile auf.

4.1.1 Versuchsteil 2.1

Für die Signalübertragung mit nur einem Bananenkabel wurde der Aufbau aus Abbildung 8 verwendet.

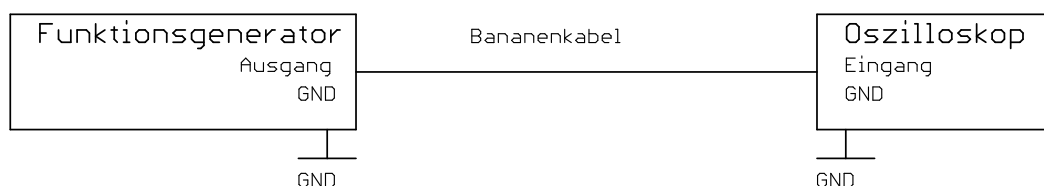


Abbildung 4: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit einem Bananenkabel⁴

4.1.2 Versuchsteil 2.2

Bei der Signalübertragung mit zwei Bananenkabeln wurde der Aufbau von Abbildung 8 verwendet.

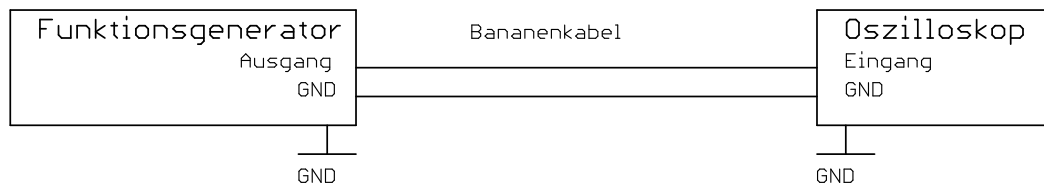


Abbildung 5: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit zwei Bananenkabeln⁵

4.1.3 Versuchsteil 2.3

Für die Signalübertragung über ein twisted-pair Kabel wurden die Bananenkabel aus Abbildung 9 verdreht.

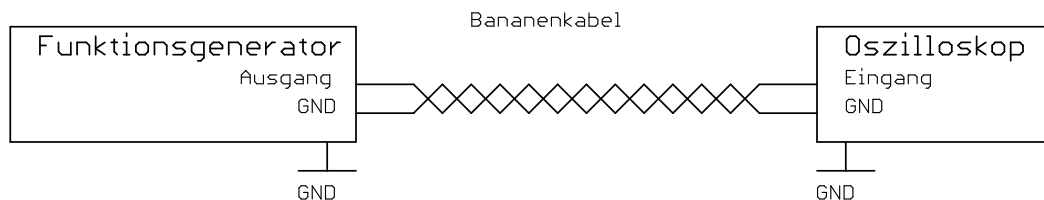


Abbildung 6: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit zwei verdrehten Bananenkabeln⁶

Als alternative zu dem geerdetem Funktionsgenerator wird ein Mikrofon als Signalquelle verwendet. Das Signal wird über einen Operationsverstärker, siehe Abbildung 11 verstärkt, um das Signal auf dem Oszilloskop sichtbar zu machen.

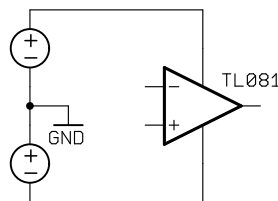


Abbildung 7: Schaltskizze zum Anschlusses des Operationsverstärkers⁷

⁴Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 8 am 19.10.2014

⁵Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 8 am 19.10.2014

⁶Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 9 am 19.10.2014

⁷Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 11 am 19.10.2014

Der Operationsverstärker und das Mikrofon werden dann nach Schaltbild 12 zusammen geschaltet. Dabei wurde für die Widerstände die Werte $R_1=R_3=1\text{k}\Omega$ und $R_2=R_4=100\text{k}\Omega$ gewählt, dadurch ergibt sich eine Verstärkung um den Faktor 100.

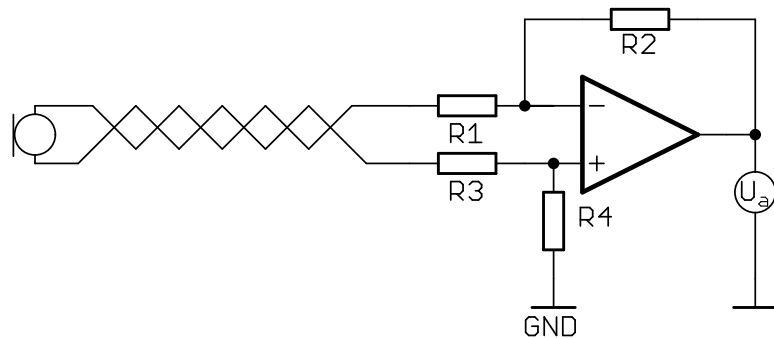


Abbildung 8: Schaltskizze des Aufbaus mit Operationsverstärker und verdrehten Bananenka-
beln⁸

Zum Vergleich wird dann Widerstand 3 noch an die Massen angelegt, Aufbau nach Abbil-
dung 13.

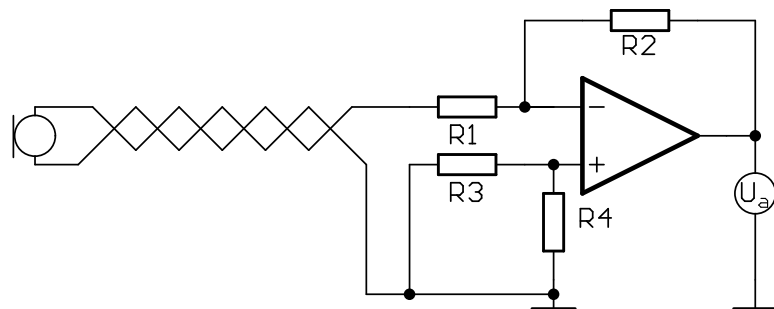


Abbildung 9: Schaltskizze des Aufbaus mit Operationsverstärker und verdrehten Bananenka-
beln, bei parallel geschaltetem R_3 ⁹

4.2 Versuchsdurchführung

An die Aufbauten in Versuchsteil 2.1 und 2.2 wurden jeweils eine Sinus- und eine Rechteckspannung angelegt und der Frequenzbereich von 100 Hz bis 10 MHz mit dem Oszilloskop ausgemessen. Die Verzerrungen des Signals werden anhand der Graphiken (bei gleichen Spannungsamplituden) miteinander verglichen.

Im dritten Teil werden die Bananenkabel aus dem zweiten Teil miteinander verdreht und die Verbesserung der Signalübertragung bei kleinen Spannungsamplituden gegenüber dem Aufbau aus dem zweiten Teil verglichen.

Da die Erdung des Funktionsgenerators und des Oszilloskops nur einen kleinen Gegenstrom durch das zweite Kabel zulässt, welcher eigentlich die Störung des zweiten Kabels aufheben soll, wird anschließend das Mikrofon als Signalquelle verwendet und über einen Operationsverstärker an das Oszilloskop angeschlossen, sodass durch das zweite Kabel der entgegengesetzte Strom fließen kann. Um die Verbesserung der Signalübertragung bei diesem Microphon (dynamisches

⁸Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 11 am 19.10.2014

⁹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 11 am 19.10.2014

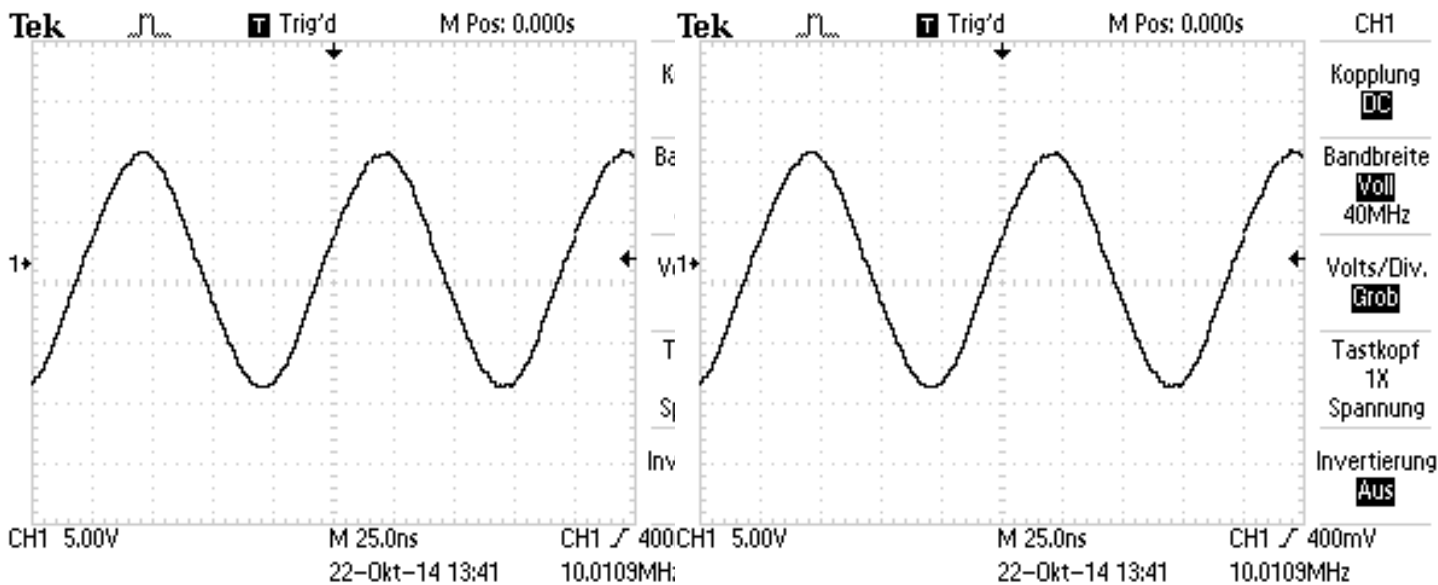
Mikrofon) gegenüber dem geerdeten Fall abzuschätzen, wird parallel zu Widerstand R3 die Erde angeschlossen, sodass das zweite Kabel wie bei dem Aufbau mit dem Funktionsgenerator direkt mit der Erde verbunden ist. Für die Signalerzeugung wurde einerseits in das Mikrofon gepfiffen und andererseits das Mikrofon auf den Funktionsgenerator gelegt um die dadurch erzeugten Störsignale aufzunehmen. Die Darstellung wurde dann jeweils auf dem Oszilloskop angehalten.

4.3 Auswertung

In der Auswertung wird die Qualität der übertragenen Signale bei unterschiedlichen Frequenzen überprüft.

4.3.1 Versuchsteil 2.1

Bei der ersten Messung mit nur einem Bananenkabel ergaben sich die folgenden Ergebnisse. Bei der Übertragung des Sinussignals war kein qualitativer Unterschied fest zu stellen, wie man an Abbildung 14a und Abbildung 14b erkennen kann.

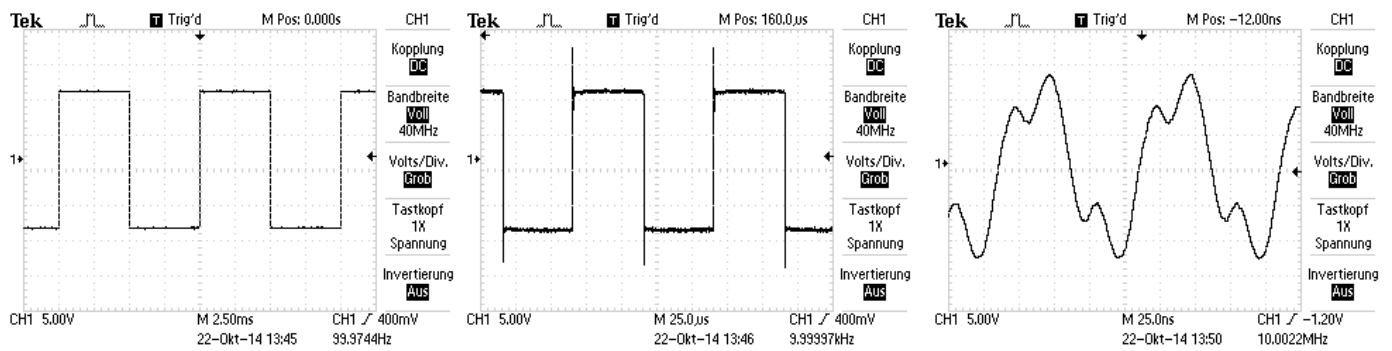


(a) Aufnahme der Sinuswelle mit einer Frequenz von 100Hz

(b) Aufnahme der Sinuswelle mit einer Frequenz von 10MHz

Abbildung 10: Kurve der übertragenen Sinussignale für 100Hz und 10MHz

Beim Messen des Signals der Rechteckspannung war bei 100Hz noch keine Verzerrung zu sehen, siehe Abbildung 15a. Die ersten Verzerrungen wurden bei einer Frequenz von 10kHz gemessen, zu sehen in Abbildung 15b. Bei einer Frequenz von 10MHz ist die Rechteckspannung als solche nicht mehr zu erkennen, Abbildung 15c. Dies liegt daran, dass das Oszilloskop eine Maximale Anzeigefrequenz von 40MHz hat.



(a) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 100Hz

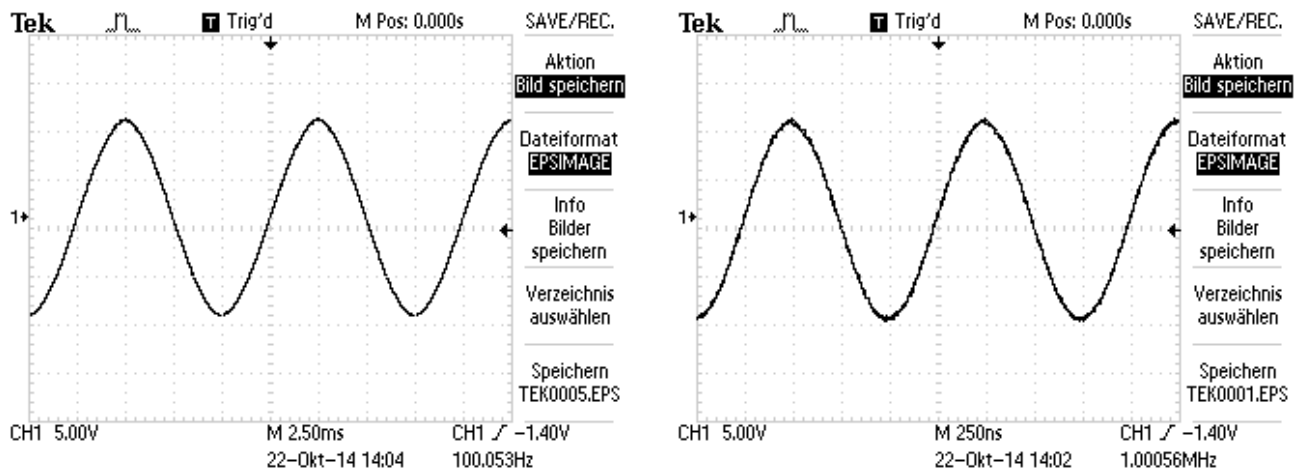
(b) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 10kHz

(c) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 10MHz

Abbildung 11: Kurve der übertragenen Rechtecksignale für 100Hz, 10kHz und 10MHz

4.3.2 Versuchsteil 2.2

Bei der Messung mit zwei Bananenkabeln war die Qualität des Sinussignals bei unterschiedlichen Frequenzen unverändert, was in Abbildung 16 zu sehen ist.



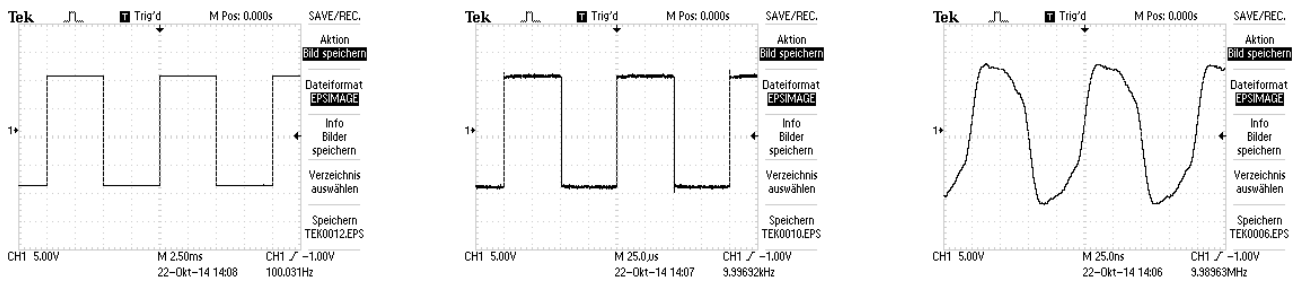
(a) Aufnahme der Sinuswelle mit einer Frequenz von 100Hz

(b) Aufnahme der Sinuswelle mit einer Frequenz von 1MHz

Abbildung 12: Kurve der übertragenen Sinussignale für 100Hz und 1MHz

Bei niedriger Frequenz ist das Signal sehr gut zu erkennen, Abbildung 17a. Die ersten Verzerrungen waren auch wieder bei einer Frequenz von 10kHz zu erkennen, diese fällt jedoch geringer als beim Aufbau zuvor aus, wie in Abbildung 17b zu erkennen ist, was wie zuvor am Anzeigebereich des Oszilloskops liegt. Bei einer Frequenz von 10MHz ist das vorherige

Rechtecksignal als solches wieder nicht mehr zu erkennen. Jedoch ist das Signal deutlich besser erhalten, als bei der einkanaligen Verbindung, wie in Abbildung 17c zu erkennen ist.



(a) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 100Hz

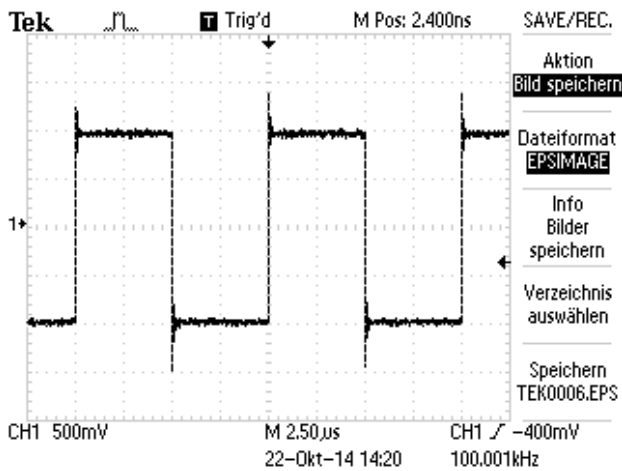
(b) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 10kHz

(c) Aufnahme des Rechteck Signals mit einer Frequenz von 10MHz

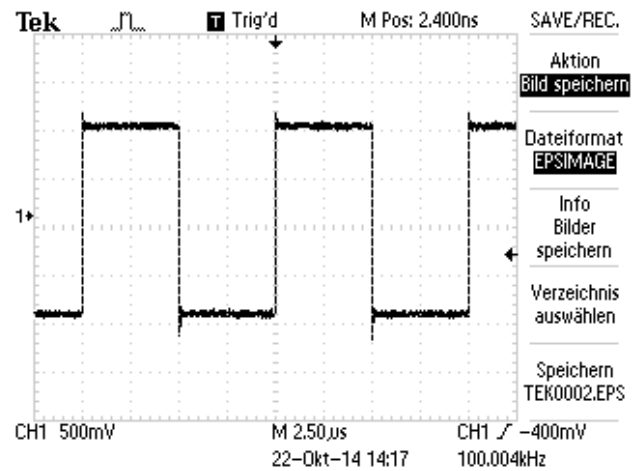
Abbildung 13: Kurve der übertragenen Rechtecksignale für 100Hz, 10kHz und 10MHz

4.3.3 Versuchsteil 2.3

Betrachtet man die Signalübertragung einer Rechteckspannung mit einem twisted-pair Kabel, Abbildung 18a und zwei nicht verdrehten Bananenkabeln, Abbildung 18b so lässt sich kaum eine Verbesserung feststellen, da die Signalquelle nicht potentialfrei ist.



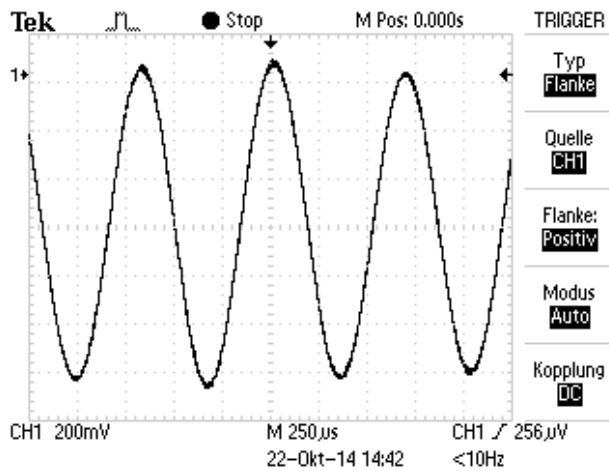
(a) Aufnahme des Rechtecksignals, übertragen mit zwei Bananenkabel und einer Frequenz von 100kHz



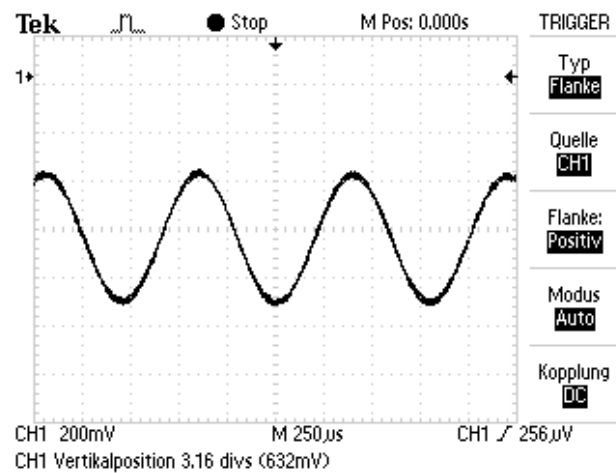
(b) Aufnahme des Rechtecksignals, übertragen mit zwei verdrehten Bananenkabel und einer Frequenz von 100kHz

Abbildung 14: Kurve der übertragenen Sinussignale für 100Hz und 1MHz

Bei der Messung mit dem Mikrophon ergab sich beim Aufbau nach Abbildung 12 die in Abbildung 19a dargestellte Kurve. Für den Aufbau nach Abbildung 13 ergab sich die Kurve in Abbildung 19b. Dabei ist zu erkennen, dass die Verschmierung des Signals an den Extrema in Abbildung 19b größer ist als in Abbildung 19a. Dies liegt daran, dass R_3 und die Masse angeschlossen ist. Wenn davon gesprochen wird, dass R_3 parallel zu R_4 liegt, ist immer auch gemeint, dass R_3 an der Masse anliegt.



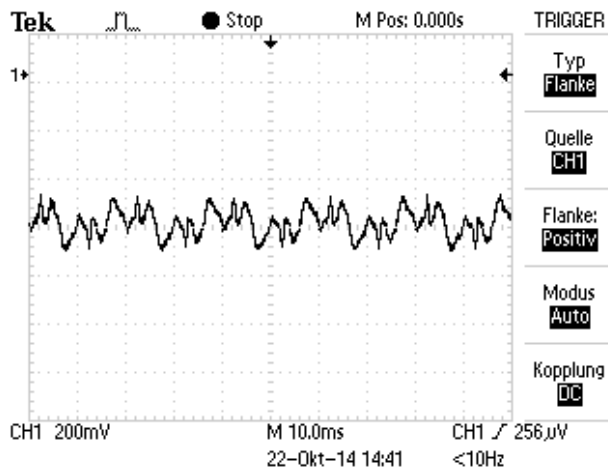
(a) Aufnahme des mit dem Mikrofon aufgenommenen Signals, ohne das R_3 parallel zu R_4 geschaltet ist



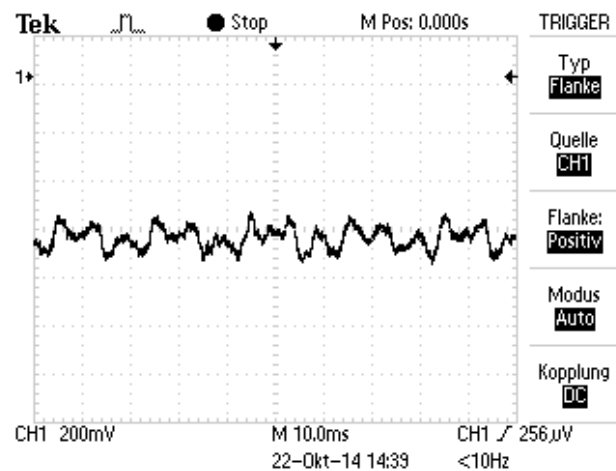
(b) Aufnahme des mit dem Mikrofon aufgenommenen Signals, mit R_3 parallel zu R_4 geschaltet

Abbildung 15: Kurven der durch Pfeifen erzeugten Signale

Betrachtet man die Störung, die dadurch verursacht wird, dass man das Mikrofon auf den Funktionsgenerator legt, so erhält man für R_3 nicht parallel zu R_4 die Kurve in Abbildung 19a. Für den Aufbau mit R_3 parallel zu R_4 ergibt sich die Kurve aus Abbildung 19b. Wieder ist zu erkennen, dass die Verschmierung der Kurve aus Abbildung 20b größer ist als in Abbildung 20a.



(a) Aufnahme der mit dem Mikrofon aufgenommenen Störung, ohne das R_3 parallel zu R_4 geschaltet ist



(b) Aufnahme der mit dem Mikrofon aufgenommenen Störung, mit R_3 parallel zu R_4 geschaltet

Abbildung 16: Kurve der Störung durch den Funktionsgenerator

4.4 Diskussion

Wie erwartet ergab sich bei der Verwendung von zwei Bananenkabeln im Gegensatz zu einem Bananenkabel nur eine leichte Verbesserung, da die Erdung von Funktionsgenerator und Oszilloskop jeweils nur einen geringen Gegenstrom zuließen (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 17). Da dies auch für die zwei verdrehten Bananenkabel gilt ließen sich bei der Verwendung auch keine Verbesserung beobachten, Abbildung 18. Beim Verwenden des Mikrofons als Signalquelle lies sich eine leichte Verbesserung feststellen, wenn R_3 nicht parallel zu R_4 geschaltet war, Abbildung 19 und Abbildung 20.

5 Signalübertragung über Koaxialkabel

5.1 Versuchsaufbau

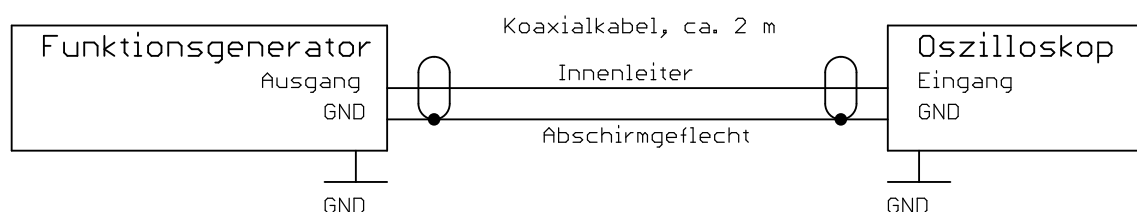


Abbildung 17: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit kurzem Koaxialkabel¹⁰

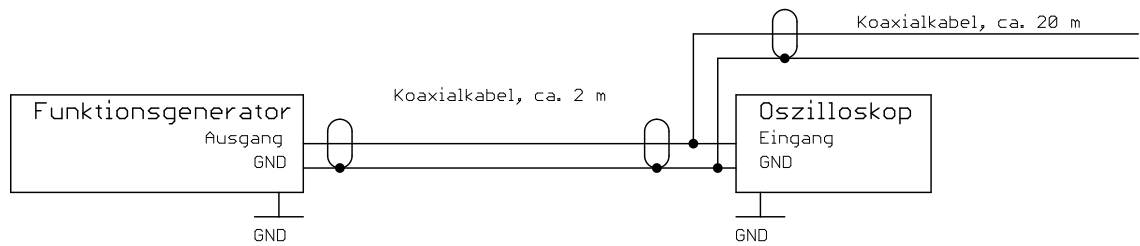


Abbildung 18: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit langem Koaxialkabel¹¹

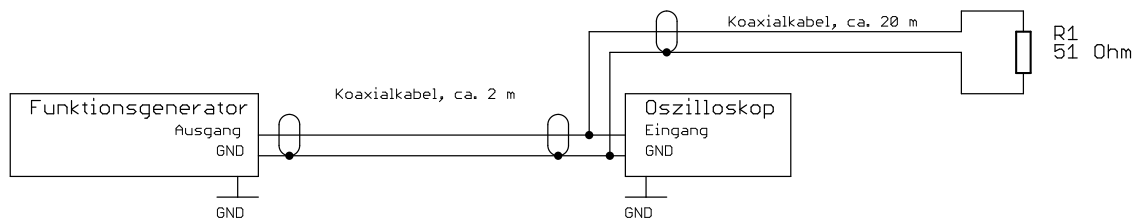


Abbildung 19: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit langem Koaxialkabel und Abschlusskabel¹²

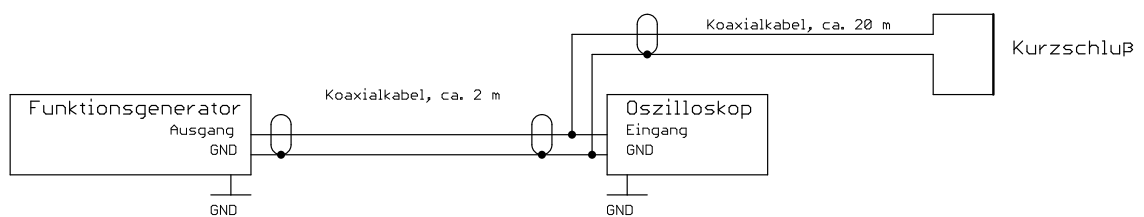


Abbildung 20: Schaltskizze einer Verbindung zwischen Funktionsgenerator und Oszilloskop, mit langem Koaxialkabel und Kurzschluss¹³

¹⁰Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 12 am 19.10.2014

¹¹Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 12 am 19.10.2014

¹²Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 12 am 19.10.2014

¹³Abbildung entnommen von http://www.atlas.uni-wuppertal.de/~kind/ep1_14.pdf Seite 13 am 19.10.2014

- 5.1.1 Kurzes Koaxialkabel ohne Abschlußwiderstand
- 5.1.2 Langes Koaxialkabel ohne Abschlußwiderstand
- 5.1.3 Langes Koaxialkabel mit Abschlußwiderstand
- 5.1.4 Langes Koaxialkabel mit Kurzschluß am Ende
- 5.1.5 Langes Koaxialkabel mit variablem Abschlußwiderstand

5.2 Versuchsdurchführung

5.3 Verwendete Formeln

5.4 Messergebnisse

5.5 Auswertung

5.6 Diskussion

6 Verdrillte Leitungen (Twisted Pair)

6.1 Versuchsaufbau

6.2 Versuchsdurchführung

6.3 Verwendete Formeln

6.4 Messergebnisse

6.5 Auswertung

6.6 Diskussion

7 Kabeleigenschaften

7.1 Versuchsaufbau

7.2 Versuchsdurchführung

7.3 Verwendete Formeln

7.4 Messergebnisse

7.5 Auswertung

7.6 Diskussion

8 Fazit