



Sprungantwort und HVAC-Transformator Lab #2

227-0117-10L: MESS- & VERSUCHSTECHNIK

Name	Matrikelnummer	Beitrag

März 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Versuchsziel	3
2 Einführung	4
2.1 Untersuchung am HVAC Trafo	4
2.1.1 Messunsicherheit.....	4
2.2 Untersuchung am Sprungspannungsgenerator	5
2.2.1 Messunsicherheit.....	5
3 Messprotokoll	6
4 Ergebnisblatt.....	9
5 Diskussion	11

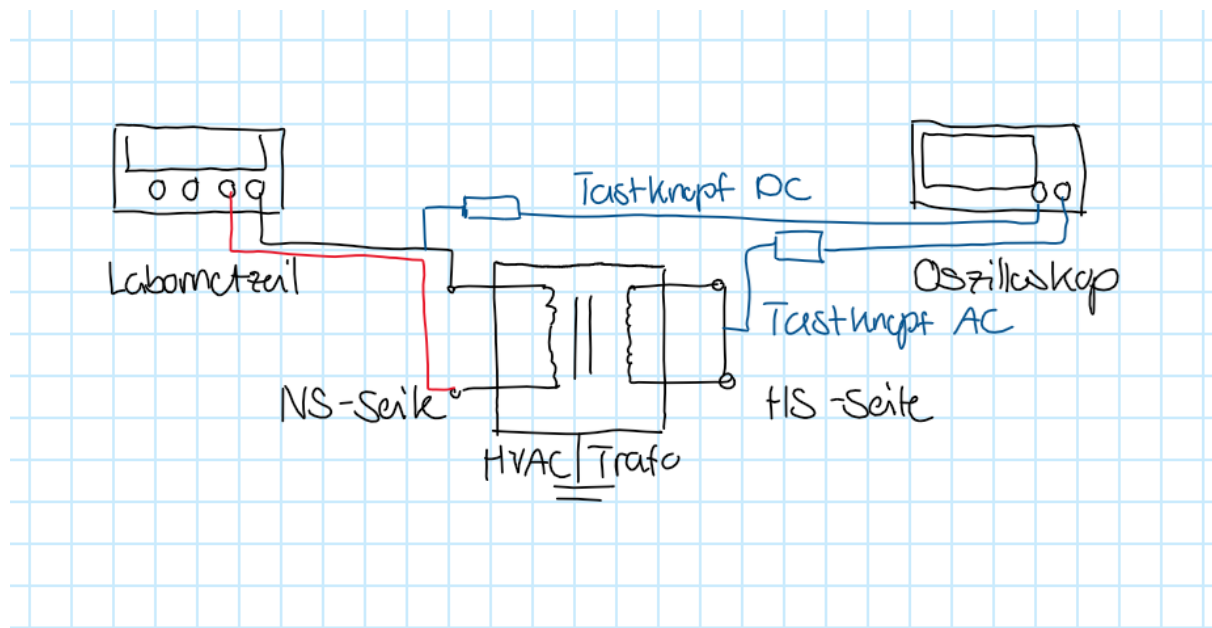
1 Versuchsziel

Die lastfreie Übertragungskurve eines DC-AC-Wandlers soll bei variierender Eingangs-DC-Spannung von 10 V bis 20 V bestimmt werden. Zusätzlich soll die maximale DC-Eingangsspannung gefunden werden, sodass die AC-Ausgangsspannung von 6 kV nicht überschritten wird und eine Messunsicherheitsbetrachtung durchgeführt werden. Im zweiten Teil wird die Sprungantwort eines Sprungspannungsgenerator ausgewertet. Insbesondere auch die Anstiegs-, Abfall- sowie Einschwingzeit. Die manuell erhaltene Abfallzeit soll, mit der vom Oszilloskop automatisch ausgewerteten Zeit, verglichen werden.

2 Einführung

2.1 Untersuchung am HVAC Trafo

Die erforderliche Spannung kann ein Labornetzteil zur Verfügung stellen. Dabei werden auf die Niederspannungswicklung die 10 V angelegt und anschliessend in Schritten auf die 20 V erhöht (zum Beispiel 1V Schritte). Die AC-Hochspannung wird dann mit einem Hochspannungs-Tastkopf (Teilverhältnis von 1000:1) bei der Hochspannungswicklung abgelesen. Wir interessieren uns dann für die Spitzenspannung. Für die Übertragungskurve werden dann diese Werte der jeweiligen Einspannung gegenübergestellt.



HVAC Trafo Versuchsaufbau

2.1.1 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit des Labornetzteils ist $\pm 0.03\%$ und $k=2$. Der Tastkopf hat eine Messunsicherheit von $\pm 6\%$ und $k=2$.

Die Messunsicherheit berechnet sich zu

$$\Delta U = \sqrt{s^2 + \Delta u_q^2 + \Delta u_{VG}^2 + \Delta u_{TK}^2}$$

mit s als Standardabweichung des Oszilloskops sowie

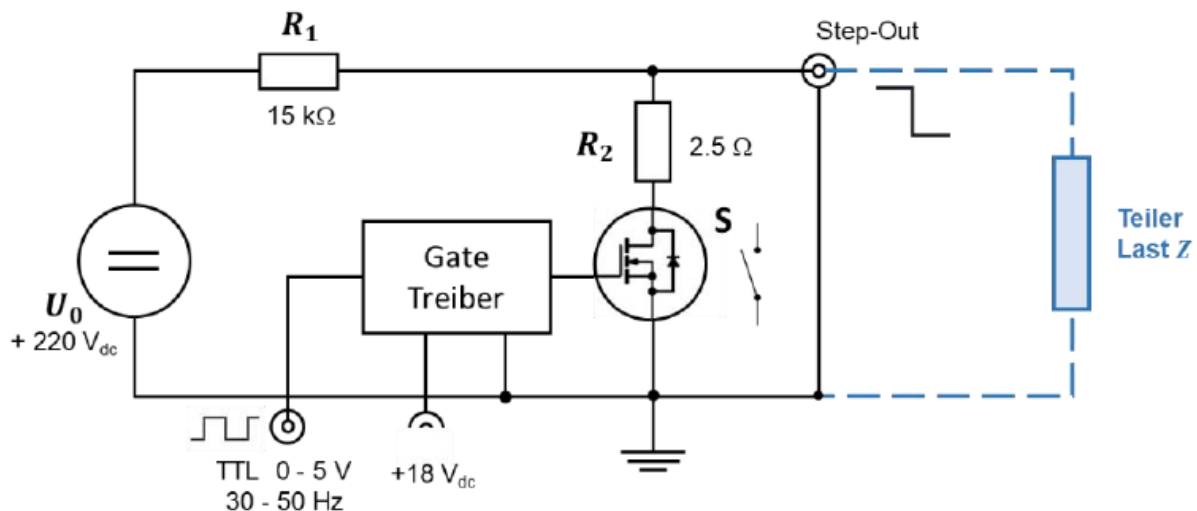
$$\Delta u_q = \frac{e_Q}{2\sqrt{3}} = \frac{\text{Messbereich}}{2\sqrt{3} \cdot N}$$

$$\Delta u_{VG} = 0.02 \cdot \text{Messbereich} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta u_{TK} = 0.03 \cdot \frac{1}{2} \cdot \text{Messwert} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

2.2 Untersuchung am Sprungspannungsgenerator

Durch geeignetes Schalten des Schalters S kann eine Sprungspannung erzeugt werden. Ist der Schalter S geöffnet steigt die Spannung an Z langsam an. Wird der Schalter S geschlossen springt die Spannung an Z auf 0. So kann eine Sprungantwort erzeugt werden.



ETH-Sprungspannungsgenerator

Damit die Sprungantwort gemessen werden kann, muss die Speisespannung von 220 V einer DC-Spannungsquelle angeschlossen werden. Weiter sind die zweite Speisespannung von 18 V durch ein Labornetzteil anzuschliessen sowie ein Triggersignal vom Signalgenerator. Dann kann die Ausgangsspannung mit einem 10:1 Tastkopf gemessen werden.

Das Oszilloskop liefert dann die Abfallzeit und durch die richtigen Einstellungen kann die Zeit ebenso abgelesen und verglichen werden.

2.2.1 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit des Labornetzteils ist wie oben $\pm 0.03\%$ und $k=2$. Der 10:1 Tastkopf hat eine Messunsicherheit von $\pm 3\%$ und $k=2$. Die DC-Spannungsquelle einen maximalen Rippel von 5%.

Die Messunsicherheit berechnet sich analog zum 1. Versuch

$$\Delta U = \sqrt{s^2 + \Delta u_q^2 + \Delta u_{VG}^2 + \Delta u_{TK}^2}$$

allerdings kommt noch die Unsicherheit vom Cursor hinzu die beim manuellen Ablesen entsteht

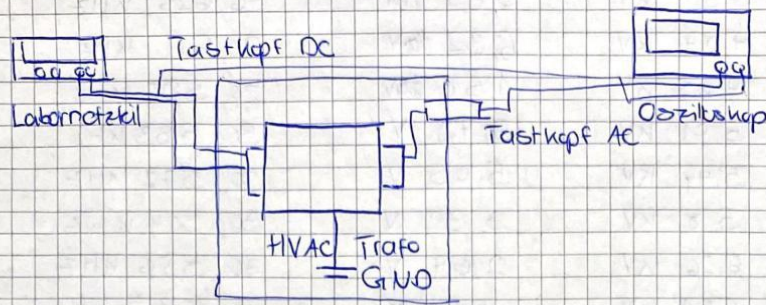
$$\Delta t_{\text{Cursor}} = 0.0016 \cdot t_{\text{Screen}}$$

3 Messprotokoll

Messprotokoll

17.03.2022

Aufbau



1. Versuch

- Labornetzteil: parallel einstellen
- Grund im Sicherheitskreis zur Verfügung stellen

Oszilloskop: Keysight MSO x 3014 T, 100 MHz, 4 Gb/sec

Einstellung: 5,0 V/div für DC
2,0 V/div für AC

MEAS - Funktion: automatische Auswertung

- ▷ Mittelwert der DC-Spannung vom Labornetzteil (Kanal 1)
- ▷ Spitze-Spitze Wert der AC-Spannung (Kanal 2)
- ▷ Frequenz der AC-Spannung

mit je 200 Zyklen

Pro angelegte Spannung:

- Foto (cablen) der DC-Spannung am Netzteil
- csv-File auf USB-Stick speichern; Start bei scope
- Foto der angelegten Messwerk & Kurven vom Oszilloskop

Eruiern der maximalen DC-Eingangsspannung für 5kV AC-

Ausgangsspannung: $\approx 15,4$ V gefunden \rightarrow Messwert bei Messergebnis ist Wert von

- Foto des Labornetzteils & des Oszilloskops
- csv-^{File} gespeichert
- ist scope11-File bei csv

csv-File

Messergebnis:

#	Input OC	Mittelwert AC	Standardabweichung	Frequenz
1	10,1 V	3,87 kV	3,69 kV	36,625 kHz
2	11 V	4,24 kV	6,32 kV	36,611 kHz
3	12 V	4,65 kV	1,58 kV	36,592 kHz
4	13 V	5,01 kV	5,79 ✓	36,583 kHz
5	14 V	5,44 kV	5,05 ✓	36,572 kHz
6	15 V	5,8 kV	3,32 ✓	36,564 kHz
7	16 V	6,26 kV	2,64 ✓	36,556 kHz
8	17 V	6,61 kV	4,51 ✓	36,545 kHz
9	18 V	7 kV	6,48 ✓	36,549 kHz
10	19 V	7,41 kV	4,68 ✓	36,537 kHz
11	20 V	7,81 kV	6,34 ✓	36,537 kHz

6 kV Grenzübergang bestimmen:

AC Output:	OC-Input	Frequenz
5,98 kV	15,101 V	36,626 kHz

Beobachtungen:

Zuerst haben ohne das korrekt eingestellte Tastverhältnis gemessen.

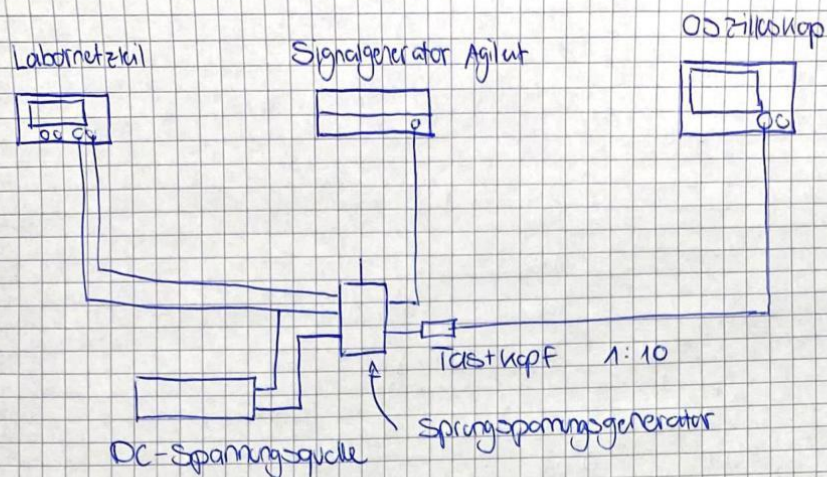
So sind leider die Messwerte noch mit 1000 zu dividieren.

Die Standardabweichung schwankt sehr stark, Frequenz bleibt ungefähr konstant & die Spannung steigt ungefähr linear an.

Dies ist wie erwartet.

Aufbau

17.03.2022



2. Versuch

- Labornetzteil: parallel einschliessen
- Signalgenerator einstellen: Duty cycle; 50%, Offset: 2.5V, Rechteck - Wellenform, Output: High Z - Termination, Amplitude 5V, Frequenz; 30 - 50 Hz
- 220 V vom DC-Spannungsquelle

Oszilloskop: analog zu Versuch 1

Einstellung: 50 V/div, ~~1000~~ ns/div

MEAS - Funktionen: automatische Auswertung

▷ Anstiegszeit: $5 \mu\text{s}$, im Mittel $5,28 \mu\text{s}$ mit 200 Zyklen▷ Abfallzeit: $< 4,8 \mu\text{s}$ → $3,8 \mu\text{s}$
(zu weit weg, zoomen)

Messung mit Cursor (manuell):

- Cursor bei 10% & 90% der Spannung setzen
- Zeit auslesen: $4,88 \mu\text{s}$ für Anstiegszeit

Oszilloskop neu einstellen für Abfallzeit:

50 V/div, 5,0 ns

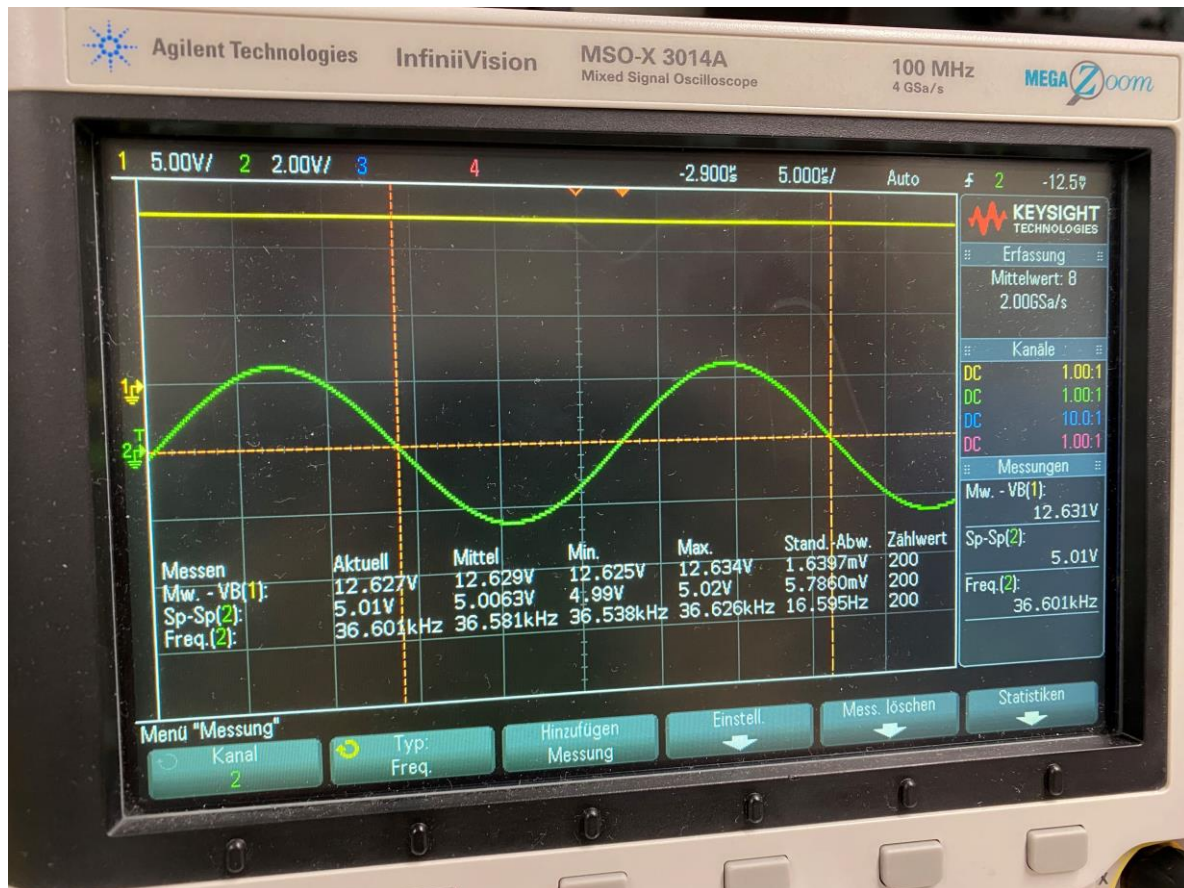
- Zeit auslesen: 3,0 ns Abfallzeit

Beobachtungen:

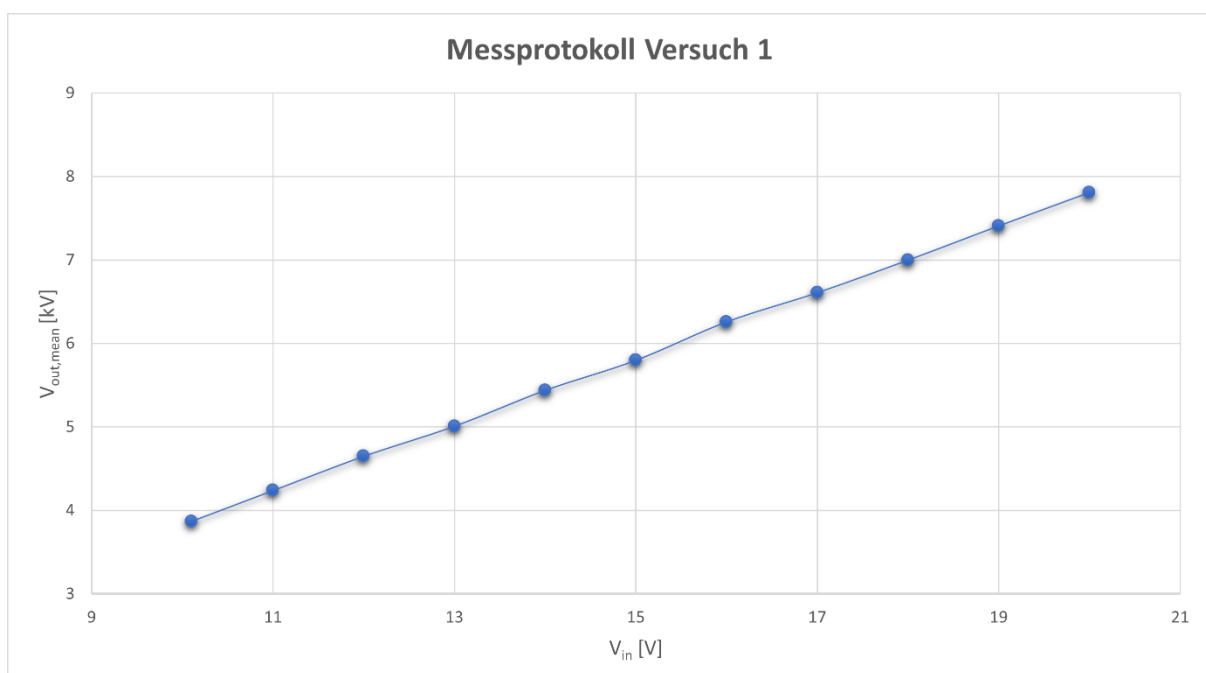
Die manuellen Messungen weichen etwas ab von den automatisch gemessenen. Allerdings hält sich die Abweichung im Rahmen.

4 Ergebnisblatt

Exemplarische Messung des 1. Teilversuches:



Die folgende Grafik zeigt den gemessenen Mittelwert der AC-Ausgangsspannung. Es ist ein ungefährer linearer Anstieg zu sehen. Das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsspannung ist in etwa konstant.



Für den zweiten Teil des Praktikums resultiert eine Anstiegszeit von 5,226 ns im Mittel bei 200 Zyklen. Für die Abfallzeit ergibt sich im Mittel 5,0 ns durch die automatische Auswertung. Die manuelle Messung ergibt eine ausgelesene Zeit von 3,0 ns.

5 Diskussion

Bei der AC Ausgangsspannung sollte für hohe Eingangsspannungen ein nicht mehr lineares Übertragungsverhältnis resultieren. Dies ist aus den gemessenen Werten jedoch nicht ersichtlich, daher müsste man allenfalls noch höher gehen als die 20 V Eingangsspannung.

Die Einschwingzeit konnte nicht ermittelt werden, da wäre allenfalls noch ein Ergebnis möglich. Die Abweichungen vom automatischen zum manuell gemessenen Wert belaufen sich auf 30%.