

Praktikum: "Mechatronische Komponenten – Sensoren/Aktoren"

Versuch 1: Relais

Semester:

4

Gruppe:

2

Teilnehmer (Name, Vorname):

Peschka, Noah

Debray, Leonard

Jacobs, Christopher

Versuch durchgeführt am:

20.05.26

Testat für Durchführung:

Testat für Befragung:

Testat für Ausarbeitung:

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einführung | 4 |
| 2 | Versuchsaufgaben | 4 |
| 2.1 | Versuchsvorbereitung | 4 |
| 2.2 | Kennzeichnende Eigenschaften eines mechanischen Relais | 4 |
| 2.2.1 | Spulenwiderstand, Strom und Leistungsaufnahme | 4 |
| 2.2.2 | Spannungen | 5 |
| 2.2.3 | Reale Spule | 5 |
| 2.3 | Untersuchungen im Steuerkreis eines mechanischen Relais | 5 |
| 2.3.1 | Diskussion der Messergebnisse | 6 |
| 2.3.2 | Erläuterung des Gegenstroms | 6 |
| 2.4 | Untersuchungen zum Zeitverhalten eines mechanischen Relais | 6 |
| 2.4.1 | Ansprechzeit, Rückfallzeit und Prellzeit | 7 |
| 2.4.2 | Erläuterung durch mathematische Beschreibung | 7 |
| 2.5 | Untersuchungen zum Zeitverhalten eines Phototransistors (Elektronisches Relais) | 8 |
| 2.5.1 | Fehlen der Freilaufdiode | 8 |
| 2.5.2 | Vergleich mit 2.4 | 8 |
| 2.5.3 | Ansteuerverlustleistung | 8 |
| 3 | Ausarbeitung | 8 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Klappankerrelais | 4 |
| 2 | Elektrisches Schaltbild eines Relais | 4 |
| 3 | Schaltverhalten mechanischer Schalter mit Freilaufdiode. | 5 |
| 4 | Schaltverhalten mechanischer Schalter ohne Freilaufdiode. | 5 |
| 5 | Schaltverhalten Quecksilber-Schalter mit Freilaufdiode. | 6 |
| 6 | Schaltverhalten des mechanischen Relais. | 6 |
| 7 | Schaltverhalten des mechanischen Relais mit Vorwiderstand. | 7 |
| 8 | Schaltverhalten des Phototransistors | 8 |

1 Einführung

2 Versuchsaufgaben

2.1 Versuchsvorbereitung

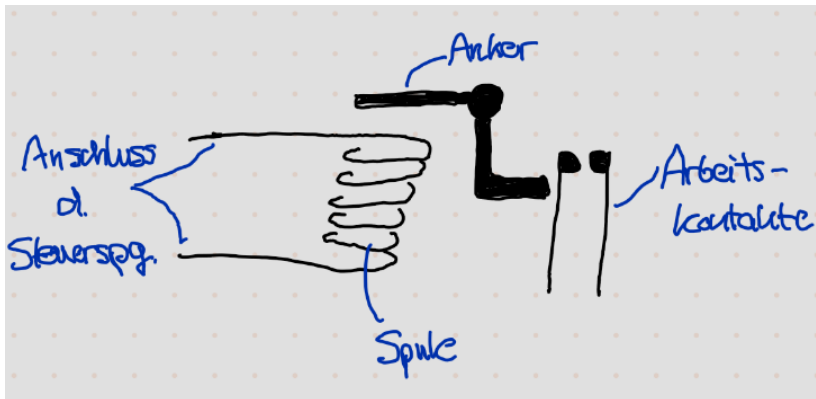


Abbildung 1: Klappankerrelais

Elektrisches Schaltbild eines Relais Man erkennt anhand der Abbildung 2, dass der Spulenstrom der Spulenspannung unmittelbar folgt.

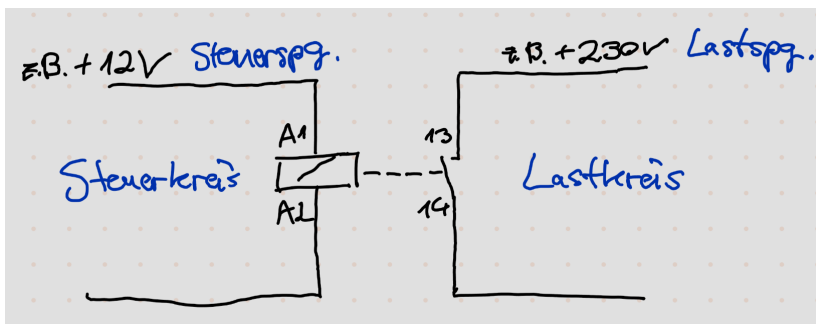


Abbildung 2: Elektrisches Schaltbild eines Relais

2.2 Kennzeichnende Eigenschaften eines mechanischen Relais

2.2.1 Spulenwiderstand, Strom und Leistungsaufnahme

Spulenwiderstand $1a = 46 \Omega$

Spulenwiderstand $1b = 45 \Omega$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{45 \Omega} = 266 \text{ mA} \quad (1)$$

$$P_{mech} = U \cdot I = 12V \cdot 266 \text{ mA} = 3,2 \text{ W} \quad (2)$$

2.2.2 Spannungen

Ansprechspannung: 6,2V
 Durchzugsspannung: 6,6V
 Abfallspannung: 2,8V

2.2.3 Reale Spule

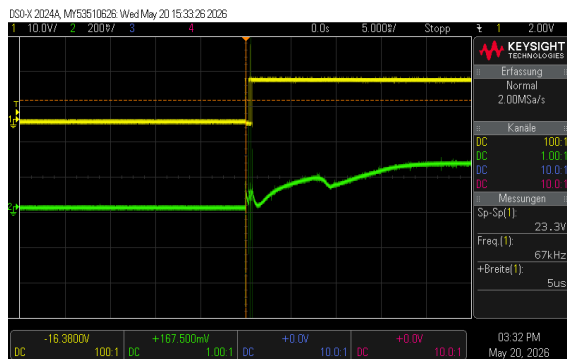
R_{Cu} = Widerstand des Kupferdrahtes

R_{Fe} = Eisenverluste beim Ummagnetisieren

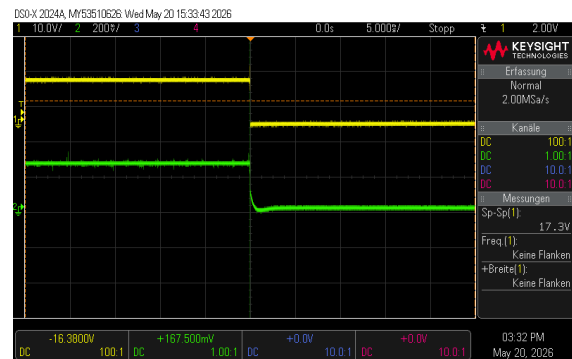
Bei der Messung des Widerstandes misst man die Reihenschaltung aus dem R_{Cu} und dem frequenzabhängigen R_{Fe} .

L_{σ} = Streuinduktivität

2.3 Untersuchungen im Steuerkreis eines mechanischen Relais



(a) Einschaltvorgang

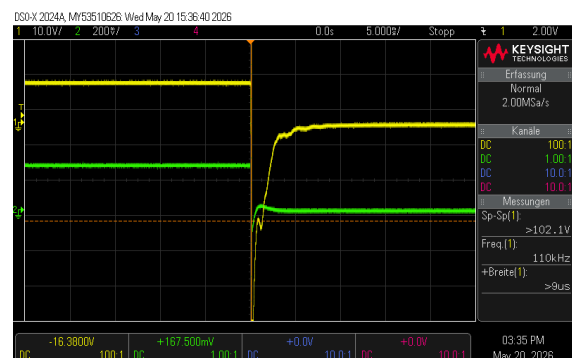


(b) Ausschaltvorgang

Abbildung 3: Schaltverhalten mechanischer Schalter mit Freilaufdiode.



(a) Einschaltvorgang



(b) Ausschaltvorgang

Abbildung 4: Schaltverhalten mechanischer Schalter ohne Freilaufdiode.

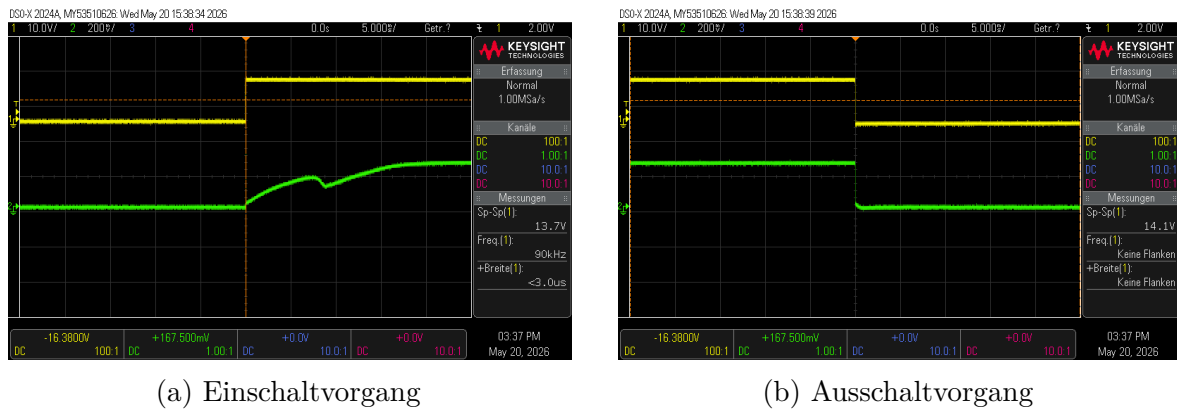


Abbildung 5: Schaltverhalten Quecksilber-Schalter mit Freilaufdiode.

2.3.1 Diskussion der Messergebnisse

Der kurzzeitige Einbruch des Stromanstiegs in allen Einschaltvorgängen ergibt sich aus dem Zeitpunkt, in dem der Anker und das Joch sich berühren. In diesem Moment erhöht sich plötzlich die Induktivität der Spule (siehe Abschnitt 2.2.3), was zu einer Gegeninduktion in der Anstiegskurve führt. Durch das geänderte L steigt auch die Kurve nach dem Einbruch langsamer als vorher.

Der Ausschaltvorgang läuft mit Diode nahezu identisch, allerdings wird ohne Diode ein Gegenstrom induziert, der die Kennlinie zum Schaltzeitpunkt nach unten zieht.

2.3.2 Erläuterung des Gegenstroms

Der Gegenstrom resultiert aus der im B-Feld des Jochs gespeicherten magnetischen Energie, die in der Spule eine Gegenspannung induziert. Diese wird in Messung 1 und 3 durch die Diode verhindert.

2.4 Untersuchungen zum Zeitverhalten eines mechanischen Relais

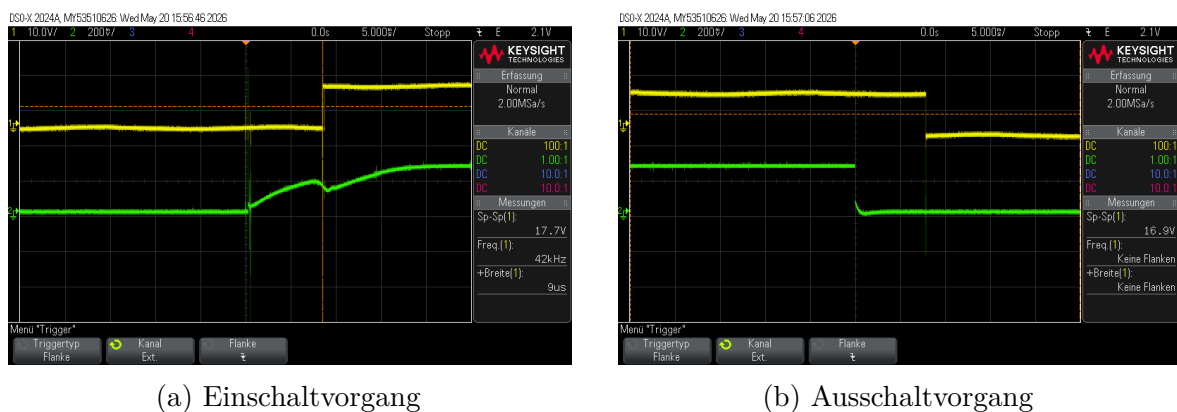


Abbildung 6: Schaltverhalten des mechanischen Relais.

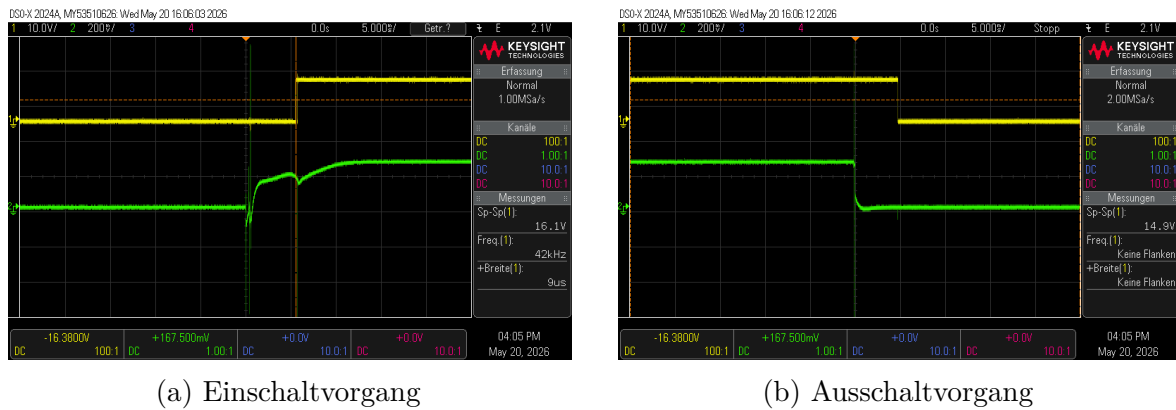


Abbildung 7: Schaltverhalten des mechanischen Relais mit Vorwiderstand.

2.4.1 Ansprechzeit, Rückfallzeit und Prellzeit

Ohne Widerstand:

Ansprechzeit: 8ms
 Rückfallzeit: 7,5ms
 Prellzeit: 0,2ms

Mit Widerstand:

Ansprechzeit: 5,5ms
 Rückfallzeit: 4,8ms
 Prellzeit: 0,2ms

Mit Widerstand verkürzen sich sowohl die Ansprechzeit als auch die Rückfallzeit. Die Prellzeit ist mechanisch bedingt und vom Widerstand unabhängig.

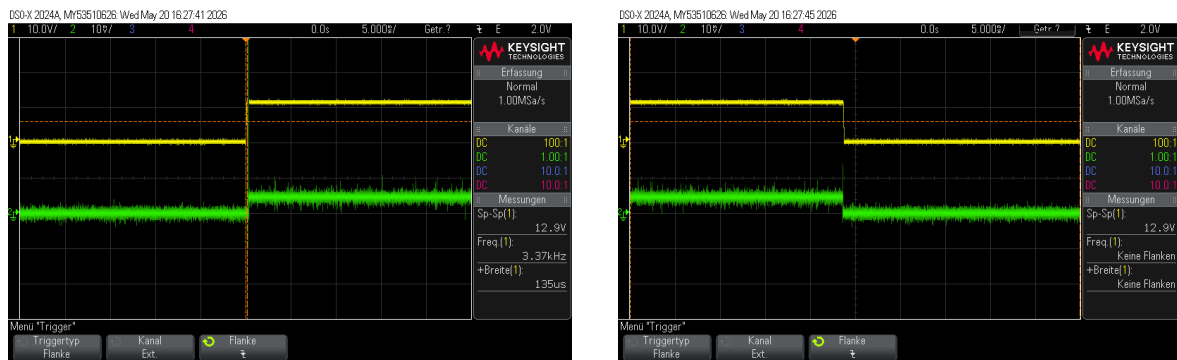
2.4.2 Erläuterung durch mathematische Beschreibung

Der Stromverlauf im Einschaltvorgang lässt sich beschreiben durch:

$$i = \frac{U}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{U}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{L/R}}\right) \quad (3)$$

Die Vorschaltung eines Widerstandes führt zu einem erhöhten R im Exponenten der e-Funktion. Ein höheres R führt zu einem größeren Exponenten, also einer schneller steigenden Ansprechkurve. Dies korreliert mit der verkürzten Ansprechzeit.

2.5 Untersuchungen zum Zeitverhalten eines Phototransistors (Elektronisches Relais)



(a) Einschaltvorgang

(b) Ausschaltvorgang

Abbildung 8: Schaltverhalten des Phototransistors

2.5.1 Fehlen der Freilaufdiode

Da es hier keine Induktivitäten gibt, kommt es nicht zum Gegenstrom. Somit wird die Diode nicht mehr benötigt.

2.5.2 Vergleich mit 2.4

Die Ansprech- und Abfallzeiten gehen gegen 0. Außerdem gibt es kein Prellen der mechanischen Komponenten.

2.5.3 Ansteuerverlustleistung

$$P_{elek} = U \cdot I = 12V \cdot 5mA = 60mW \quad (4)$$

Die Verlustleistung ist mit 60 mW deutlich kleiner als die 3,2 W aus Gleichung (2).

3 Ausarbeitung