

# **GPET Versuch 10 — Zuse und Lilienfeld – ganz diskret**

**Gruppe: Dienstag14**

Tim Luchterhand, Paul Nykiel  
tim.luchterhand@uni-ulm.de, paul.nykiel@uni-ulm.de

14. Juni 2017

## 5.1 Relais-Inverter mit Widerstand

Im ersten Teil des Versuchs soll das 12V-Relais untersucht werden. Achten Sie beim Anschließen der Eingangsspannung an die Spule des Relais immer auf die richtige Polarität. Diese ist zwar prinzipiell bei einem Relais irrelevant, allerdings wurde hier eine Diode parallel zur Spule verlötet um induktionsbedingte Spannungsspitzen bei den Schaltvorgängen kurzzuschließen. Um nun nicht die Eingangsspannung selbst kurzzuschließen, muss unbedingt auf entsprechende Polarität geachtet werden.

### 5.1.1 Stromverbrauch des Relais

Das Relais wird zunächst mit konstanter Versorgungsspannung betrieben, dabei soll der Stromverbrauch gemessen werden.

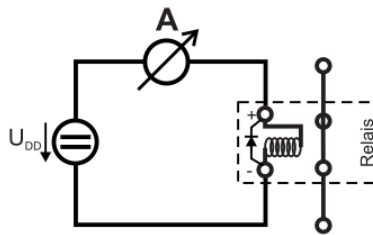


Abbildung 5.1: Aufbau: Relais mit konstanter Versorgung

1. Arbeiten Sie mit der konstanten Gleichspannung  $U_{DD} = +10\text{V}$ . Begrenzen Sie den Strom auf 100mA.
2. Bauen Sie die Schaltung aus Abbildung 5.1 bestehend aus dem Relais und dem Multimeter zur Strommessung auf.
3. Wie viel Strom fließt durch die Spule des Relais?

### 5.1.2 Dynamik des Relais

Um die Tauglichkeit des Relais als Schalter für die Digitaltechnik zu untersuchen, wird im Folgenden ein Inverter nach Abbildung 5.2 aufgebaut. Das dynamische Verhalten des Bauelements soll unter Verwendung eines Testsignals untersucht werden.

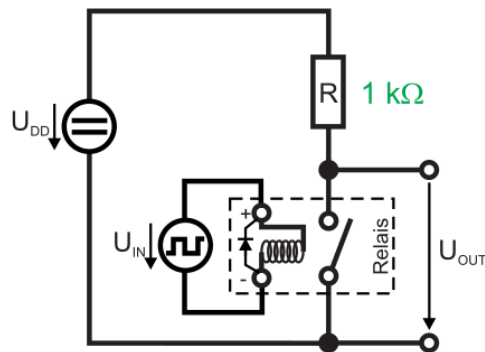


Abbildung 5.2: Aufbau: Relais mit Pull-Up-Widerstand

1. Verwenden Sie eine Gleichspannung von +10V als Versorgung  $U_{DD}$ . Begrenzen Sie den Strom auf 100mA.
2. Zur Generierung des Testsignals  $U_{IN}$  soll der externe Funktionsgenerator verwendet werden. Erzeugen Sie ein Rechtecksignal mit den Potentialgrenzen 0V und +10V bei einer Frequenz von 10Hz. Messen Sie mit dem Oszilloskop auf Kanal 1 zunächst das Testsignal und prüfen Sie dessen Richtigkeit. Schließen Sie das Relais zu diesem Zeitpunkt noch nicht an und stellen Sie vor Allem sicher, dass das untere Limit von 0V nicht unterschritten wird.
3. Bauen Sie die Inverterschaltung aus Abbildung 5.2 auf. Verwenden Sie den 1 kOhm Widerstand als Pull-Up.
4. Messen Sie mit dem Oszilloskop auf Kanal 2 den Schaltungsausgang  $U_{OUT}$ . Untersuchen Sie die Reaktionszeit des Relais (nicht die Anstiegs- & Abfallzeit!). Fügen Sie entsprechende Screenshots vom Oszilloskop in Ihr Protokoll mit ein.
  - **Wie lange dauert es, bis ausgangsseitig stabil +10V anliegen, wenn der Schaltungseingang auf niedriges Potential gefallen ist?**
  - **Wie lange dauert es, bis ausgangsseitig stabil 0V anliegen, wenn der Schaltungseingang auf hohes Potential gestiegen ist?**
  - **Ermitteln Sie, basierend auf diesen Messungen, die zu erwartende maximale Frequenz mit der das Relais gerade noch arbeiten kann.**
  - **Verifizieren Sie den berechneten Wert in der Praxis. Bei welcher Frequenz kann das Relais gerade noch arbeiten?**

## 5.2 nMOS-Inverter mit Widerstand

Es wird nun an Stelle des elektromechanischen Bauelements der rein elektrisch arbeitende Transistor verwendet. Dabei soll die theoretisch besprochene Problematik

der Widerstandsdimensionierung anhand eines Inverters praktisch verdeutlicht werden. Der Inverter wird dabei auf Stromverbrauch, Ausgangsspanne und Schaltgeschwindigkeit untersucht.

### 5.2.1 Stromverbrauch und Ausgangsspanne des nMOS-Inverters

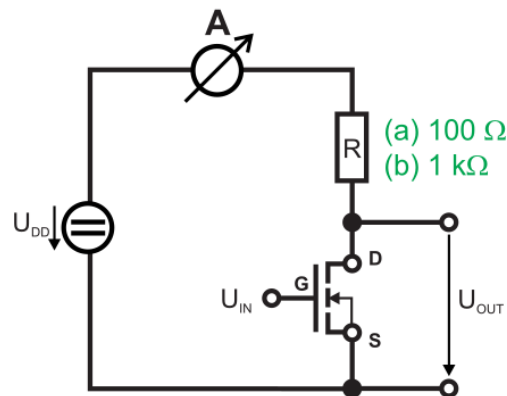


Abbildung 5.3: Aufbau: nMOS-Inverter mit Widerstand, konstante Eingangsspannung

1. Verwenden Sie jetzt eine Gleichspannung von +5V als Versorgungsspannung  $U_{DD}$ . Stellen Sie die Spannung mit Hilfe eines Multimeters möglichst genau ein. Entfernen Sie danach das Multimeter wieder. Begrenzen Sie den Strom auf 100mA.
2. Bauen Sie die Schaltung aus Abbildung 5.3 mit einem n-Kanal MOSFET auf. Verwenden Sie zunächst 100 Ohm als Pull-Up.
3. Legen Sie den Schaltungseingang  $U_{IN}$  auf das feste Potential  $GND$ . **Messen Sie die Ausgangsspannung  $U_{OUT}$  in diesem Zustand. Messen Sie außerdem den Strom, der dabei verbraucht wird.**
4. Verbinden Sie  $U_{IN}$  nun mit der Versorgungsspannung. **Messen Sie erneut die Ausgangsspannung  $U_{OUT}$  und den Stromverbrauch des Inverters.**
5. Tauschen Sie den Widerstand  $R$  aus. Verwenden Sie jetzt den 1 kOhm - Widerstand und wiederholen Sie die Messungen aus den vorigen beiden Schritten. Beachten Sie, welche Werte sich ändern.

### 5.2.2 Dynamik des nMOS-Inverters

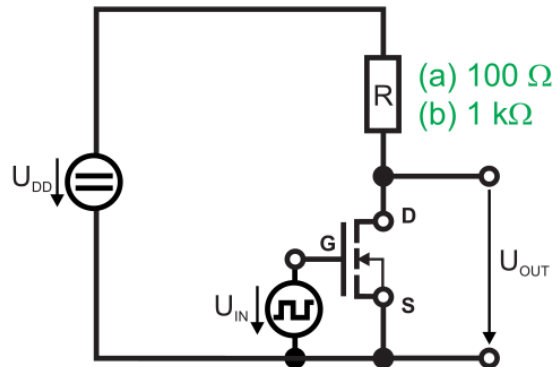


Abbildung 5.4: Aufbau: nMOS-Inverter mit Widerstand, Dynamikuntersuchung

1. Arbeiten Sie weiterhin mit der Gleichspannung von +5V als Versorgungsspannung  $U_{DD}$ . Begrenzen Sie den Strom auf 100mA.