



BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN II

ES3: Digitale Grundschaltungen

Studien- und Vorbereitungsaufgaben

Autor: Richard GRÜNERT

27.5.2020

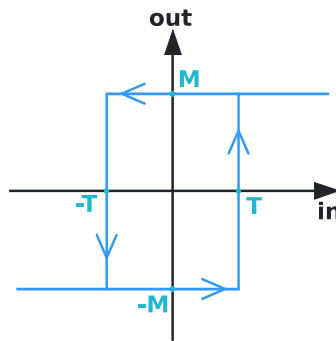


Abbildung 1: Vereinfachte Kennlinie eines (nichtinvertierenden) Schmitt-Triggers (Quelle: Wikipedia)

1 Schmitt-Trigger

Ein Schmitt-Trigger ist eine Art des Komparators, dessen Ein-Ausgangs-Kennlinie einer Hysterese unterliegt, welche durch zwei Schwellenwerte charakterisiert ist.

Gerät die (analoge) Eingangsspannung über den oberen Schwellwert T läuft die Ausgangsspannung des Triggers auf ihren maximalen positiven Wert M (Sättigung). In diesem Fall bewirkt die weitere Erhöhung der Eingangsspannung keine Veränderung der Ausgangsspannung. Erst wenn der Eingangsspannungswert auf den unteren Schwellwert $-T$ abfällt, ändert sich die Ausgangsspannung auf den maximal negativen Wert $-M$. Analog gilt hier, dass sich erst bei Überschreitung der oberen Schwelle die Ausgangsspannung wieder ändert.

Ein Schmitt-Trigger kann beispielsweise mithilfe eines positiv-rückgekoppelten Operationsverstärkers realisiert werden.

2 Monostabiler Multivibrator (Monoflop)

Ein monostabiler Multivibrator (auch monost. Kippstufe, Monoflop) generiert bei Triggerung einen Ausgangsimpuls definierter Länge.

Nachtriggerbare Monoflops haben die Eigenschaft, während des aktiven

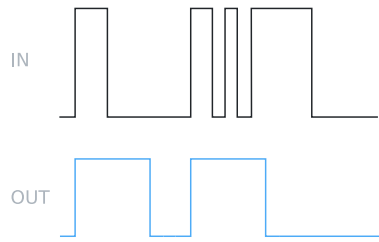


Abbildung 2: Beispielhafter Signalverlauf eines Monoflops

Ausgangszustandes durch ein erneutes Eingangssignal neugestartet zu werden, wodurch sich die Ausgangsimpulsdauer verlängert.

Monoflops können z.B. verwendet werden, um Tasterprellen zu unterdrücken, indem sie durch den ersten Prellimpuls ausgelöst werden und dann für eine bestimmte Zeit im aktiven Zustand bleiben, in welchem keine weiteren Prellimpulse eine Ausgangsänderung hervorrufen können.

3 Funktionsweise des Monoflops

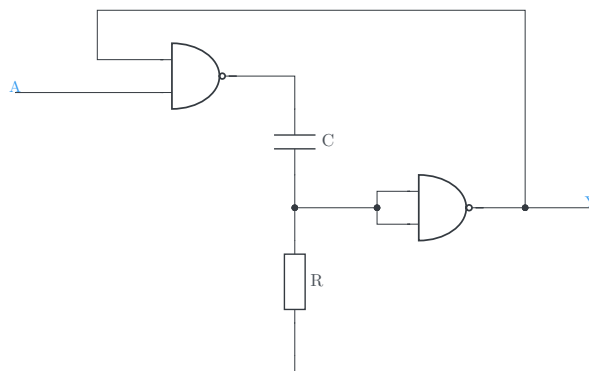


Abbildung 3: Monoflopschaltung mit zwei NAND-Gattern

Die Schaltung aus Abbildung 3 ist eine Monostabile Kippstufe mit zwei NAND-Gattern und einer RC-Kombination. Das zweite NAND-Gatter stellt durch die Verbindung beider Eingangsleitungen einen einfachen Invertierer dar.

Im Ruhezustand (stabiler Zustand) der Schaltung ist Eingang A HIGH

und der Ausgang des zweiten NAND-Gatters (Y) HIGH . Durch die Rückkopplung des Ausgangs Y wird der Ausgang des ersten NANDs LOW und es finden keine Pegeländerungen statt.

Findet nun ein HIGH \rightarrow LOW Übergang an A statt, wird der Ausgang des ersten NANDs HIGH , wodurch der Kondensator C geladen wird. Im Umschaltzeitpunkt des ersten Gatters liegt dessen volle Ausgangsspannung am Widerstand R an, da der Kondensator ungeladen ist und über ihn somit keine Spannung abfällt.

Die Spannung über dem Widerstand entspricht der Eingangsspannung des Inverters, wodurch die Ausgangsspannung zu LOW wechselt und der Kondensator weiter geladen wird.

Steigt die Spannung über dem Kondensator, so sinkt die Spannung über dem Widerstand. Ist der Kondensator ausreichend geladen, um die Spannung über dem Widerstand so verringert zu haben, dass die Eingangsschwelle des Inverters für die logische Zuordnung (z.B. 2 V) unterschritten wird, wechselt der Ausgang Y auf HIGH .

Ändert sich A nun wieder auf HIGH entlädt sich der Kondensator, da Y= HIGH und A= HIGH und somit der Ausgang des ersten NANDs LOW ist. Durch den Entladestrom des Kondensators ist der Spannungsabfall über dem Widerstand negativ in Bezug auf Masse, weshalb sich der Eingangspegel des Inverters (LOW) nicht ändert und Y HIGH bleibt.

Insgesamt ergibt sich also bei einem Eingangsimpuls ein Ausgangsimpuls, dessen Länge von der Kondensatorladezeit abhängt.

Für die korrekte Funktion der Schaltung muss darauf geachtet werden, dass die Länge des Eingangsimpulses deutlich länger ist als die des gewünschten Ausgangsimpulses, um zu gewährleisten, dass der sich Kondensator ausreichend lädt/entlädt. Bei zu frühem Wechsel des Eingangssignals auf LOW bzw. HIGH kann es daher vorkommen, dass sich die Ausgangsimpulszeit verändert.

Um die negative Eingangsspannung am Gattereingang zu vermeiden, kann eine Diode parallel zum Widerstand geschaltet werden. Weiterhin sollte zur Sicherstellung des Ruhezustandes Eingang A mit einem Pull-Up-Widerstand versehen werden. Die angepasste Schaltung ist in Abbildung 4 zu sehen.

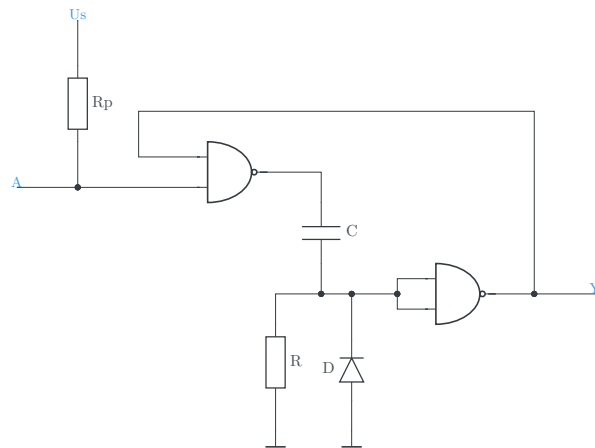


Abbildung 4: Angepasste Monoflopschaltung

4 Aufbau astabiler Multivibratoren

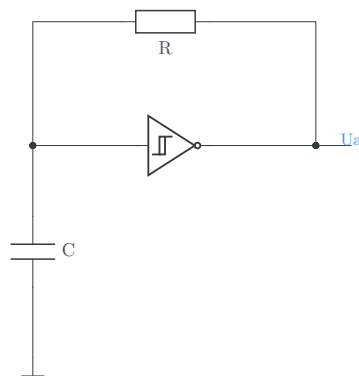


Abbildung 5: Multivibratorschaltung mit Schmitt-Trigger

Astabile Multivibratoren besitzen keinen stabilen Ausgangszustand, weshalb sie sich zur Taktgenerierung eignen. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel eines astabilen Multivibrators mit einem invertierenden Schmitt-Trigger und einer RC-Kombination. Da es keinen stabilen Zustand gibt, sollte man zur Analyse einen der Zustände an den Ausgängen der logischen Gatter annehmen, da diese nur 0 oder U_S sein können. Ist zum Beispiel der Ausgang des Triggers HIGH, lädt sich der Kondensator C über den Widerstand R auf (unter der Annahme, dass der Strom in/aus Gattereingänge/n vernachlässigbar ist). Erreicht die Spannung über dem Kondensator (gegen Masse) den oberen Ein-

gangsschwellwert des Schmitt-Triggers, dann schaltet der Triggerausgang auf LOW (invertierend). Der Kondensator entlädt sich nun über R bis die untere Trigger-Eingangsschwelle erreicht ist und der Ausgang wieder zu HIGH wird.

Abbildung 6 zeigt eine weitere Realisierungsmöglichkeit einer astabilen Multivibratorschaltung mit zwei Invertern.

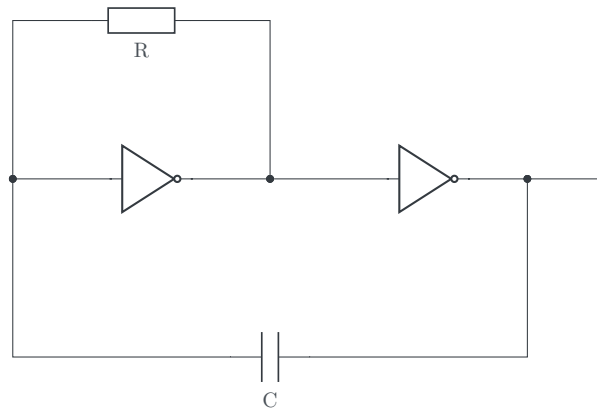


Abbildung 6: Weitere Möglichkeit einer astabilen Multivibratorschaltung

- 5 Mono- und astabile Multivibratoren mit dem NE555**
- 6 TTL-Definitionen**
- 7 Statischer und dynamischer Störabstand**
- 8 Lastfaktor bei Gatter-Zusammenschaltung**
- 9 Eingangskennlinie eines 7400-Gatters**
- 10 Open-Collector-Ausgang**
- 11 Schaltkreisfamilien und deren Eigenschaften**
- 12 Zusammenschaltung von Gattern unterschiedlicher Familie**