



# Versuchsprotokoll zu DT3

Untersuchung von Flip-Flop-Arten

durchgeführt von  
**2016507006** Olbrich, Marie  
**2016506999** Hoffmann, Manuel  
im SS17 am 18.04.2017

Betreut durch: M.Sc. Kruse  
Dozent: M.Sc. Richthofer

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorbereitende Aufgaben	1
1.1	SR-Flip-Flop . . . . .	1
1.2	E-Flip-Flop . . . . .	3
1.3	D-Flip-Flop . . . . .	4
1.4	T-Flip-Flop . . . . .	6
1.5	JK-Flip-Flop . . . . .	6
2	Kritische Schlussbetrachtung	8
2.1	Olbrich, Marie . . . . .	8
2.2	Hoffmann, Manuel . . . . .	9
3	Literaturverzeichnis	10



# 1 Vorbereitende Aufgaben

## 1.1 SR-Flip-Flop

S	R	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	0	0	Speichern
0	0	1	1	Speichern
0	1	0	0	Rücksetzen
0	1	1	0	Rücksetzen
1	0	0	1	Setzen
1	0	1	1	Setzen
1	1	0	-	Verboten
1	1	1	-	Verboten

Tabelle 1.1: Wahrheitstabelle SR-Flip-Flop

S	R	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	$Q_n$	Speichern
0	1	0	Rücksetzen
1	0	1	Setzen
1	1	-	Verboten

Tabelle 1.2: Komprimierte Wahrheitstabelle SR-Flip-Flop

$Q_n \backslash SR$	00	01	11	10
	0	1	1	1
0				1
1	1			1

Tabelle 1.3: KV-Diagramm SR-Flip-Flop

Charakteristische Gleichung des SR-Flip-Flops als konjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (\bar{S} \vee R) \wedge (R \vee \bar{Q}_n) \quad (1.1)$$

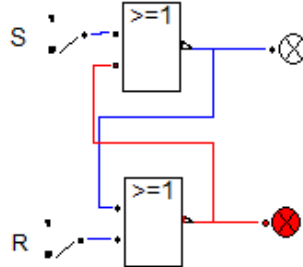


Abbildung 1.1: Realisierung in NOR-Technik

Charakteristische Gleichung des SR-Flip-Flops als disjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (S \wedge \bar{R}) \vee (\bar{R} \wedge Q_n) \quad (1.2)$$

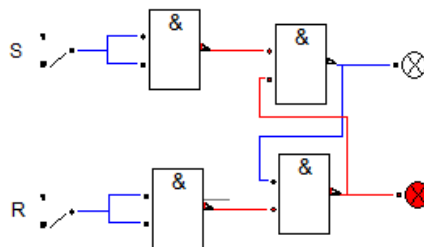


Abbildung 1.2: Realisierung in NAND-Technik

## Arbeitsweise

Liegt an beiden Eingängen (S und R) eine null an tritt der Speicherfall ein, das heißt der Zustand bleibt. Liegt an S eine null und an R eine eins an, schaltet der Flip-Flop unabhängig von dem vorherigen Zustand auf null (Rücksetzen). Liegt an S eine eins und an R eine null an, schaltet der Flip-Flop auf eins (Setzen). Dass an beiden Eingängen eine eins anliegt ist der verbotene Fall.

## 1.2 E-Flip-Flop

E1	E2	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	0	0	Speichern
0	0	1	1	Speichern
0	1	0	0	Rücksetzen
0	1	1	0	Rücksetzen
1	0	0	1	Setzen
1	0	1	1	Setzen
1	1	0	0	Speichern
1	1	1	1	Speichern

Tabelle 1.4: Wahrheitstabelle E-Flip-Flop

$Q_n \backslash E1E2$	00	01	11	10
0				1
1	1		1	1

Tabelle 1.5: KV-Diagramm E-Flip-Flop

Charakteristische Gleichung des E-Flip-Flops als konjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (\overline{E1} \vee E2) \wedge (\overline{E1} \vee \overline{Q_n}) \wedge (E2 \vee \overline{Q_n}) \quad (1.3)$$

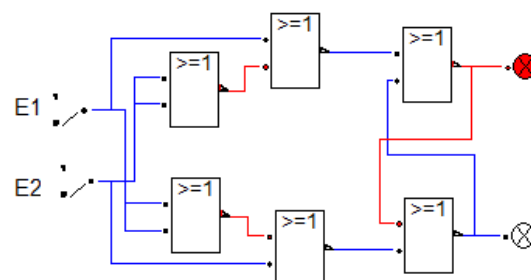


Abbildung 1.3: Realisierung in NOR-Technik

Charakteristische Gleichung des E-Flip-Flops als disjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (E1 \wedge \overline{E2}) \vee (E1 \wedge Q_n) \vee (\overline{E2} \wedge Q_n) \quad (1.4)$$

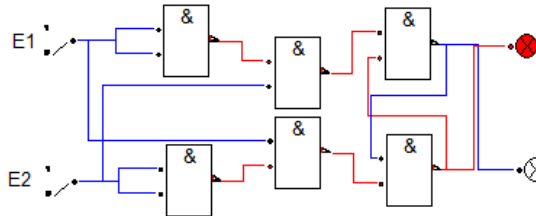


Abbildung 1.4: Realisierung in NAND-Technik

### Arbeitsweise

Der E-Flip-Flop ist ein erweiterter SR-Flip-Flop. Der einzige Unterschied ist, dass es den verbotenen Fall nicht gibt. Liegt an beiden Eingängen eine eins an, speichert der E-Flip-Flop.

## 1.3 D-Flip-Flop

D	C	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	0	0	Speichern
0	0	1	1	Speichern
0	1	0	0	Rücksetzen
0	1	1	0	Rücksetzen
1	0	0	0	Speichern
1	0	1	1	Speichern
1	1	0	1	Setzen
1	1	1	1	Setzen

Tabelle 1.6: Wahrheitstabelle D-Flip-Flop

DC \ $Q_n$	00	01	11	10
0			1	
1	1		1	1

Tabelle 1.7: KV-Diagramm D-Flip-Flop

Charakteristische Gleichung des D-Flip-Flops als konjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (\overline{D} \vee \overline{Q_n}) \wedge (\overline{D} \vee \overline{C}) \wedge (C \vee \overline{Q_n}) \quad (1.5)$$

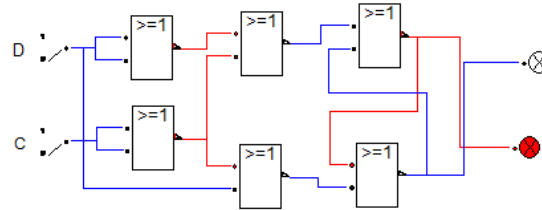


Abbildung 1.5: Realisierung in NOR-Technik

Charakteristische Gleichung des D-Flip-Flops als disjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (D \wedge Q_n) \vee (D \wedge C) \vee (\overline{C} \wedge Q_n) \quad (1.6)$$

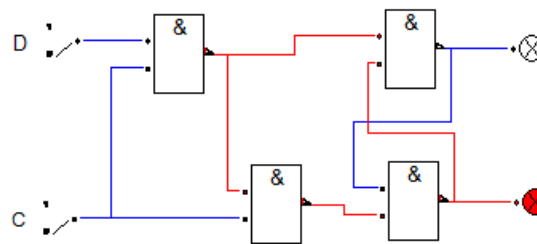


Abbildung 1.6: Realisierung in NAND-Technik

## Arbeitsweise

Der D-Flip-Flop ist ein taktzustandsgesteuerter Flip-Flop. Das heißt, dass am Takt eine eins anliegen muss, damit der Flip-Flop setzt oder rücksetzt. Liegt am Takt Eingang C eine null an wird gespeichert. Liegt an C eine eins und an D eine null an, tritt der Rücksetzen Fall ein. Es wird also auf null geschaltet. Liegt an C und D eine eins an, wird der Flip-Flop gesetzt, also schaltet er auf eins.

## 1.4 T-Flip-Flop

T	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	0	Speichern
0	1	1	Speichern
1	0	1	Umschalten
1	1	0	Umschalten

Tabelle 1.8: Wahrheitstabelle T-Flip-Flop

$Q_n \backslash T$	0	1
0		1
1	1	

Tabelle 1.9: KV-Diagramm T-Flip-Flop

Charakteristische Gleichung des T-Flip-Flops als konjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (T \vee \overline{Q_n}) \wedge (\overline{T} \vee Q_n) \quad (1.7)$$

Charakteristische Gleichung des T-Flip-Flops als disjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (\overline{T} \wedge Q_n) \vee (T \wedge \overline{Q_n}) \quad (1.8)$$

## 1.5 JK-Flip-Flop

J	K	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	0	0	save
0	0	1	1	save
0	1	0	0	kill
0	1	1	0	kill
1	0	0	1	jump
1	0	1	1	jump
1	1	0	0	toggle
1	1	1	1	toggle

Tabelle 1.10: Wahrheitstabelle JK-Flip-Flop





J	K	$Q_{n+1}$	Bemerkung
0	0	$Q_n$	save
0	1	0	kill
1	0	1	jump
1	1	$\overline{Q_n}$	toggle

Tabelle 1.11: Komprimierte Wahrheitstabelle JK-Flip-Flop

JK $Q_n$	JK			
	00	01	11	10
0			1	1
1	1			1

Tabelle 1.12: KV-Diagramm JK-Flip-Flop

Charakteristische Gleichung des JK-Flip-Flops als konjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (\overline{J} \vee Q_n) \wedge (\overline{J} \vee K) \wedge (K \vee \overline{Q_n}) \quad (1.9)$$

Charakteristische Gleichung des JK-Flip-Flops als disjunktive Normalform:

$$Q_{n+1} := (J \wedge \overline{Q_n}) \vee (J \wedge \overline{K}) \vee (\overline{K} \wedge Q_n) \quad (1.10)$$

## 2 Kritische Schlussbetrachtung

### 2.1 Olbrich, Marie

In Versuch DT3 wurden verschiedene Flip-Flop-Arten (SR-Flip-Flop, E-Flip-Flop, D-Flip-Flop) untersucht. Dabei sollten Unterschiede zwischen den Flip-Flops festgestellt werden.

In der Vorbereitung wurden dazu zunächst Wahrheitstabellen und KV-Diagramme der Flip-Flops ausgefüllt um die konjunktive und disjunktive Normalform zu bilden. Um die disjunktive Normalform zu erhalten, wurden die Einsen im KV-Diagramm zusammengefasst. Um auf die konjunktive Normalform zu kommen, wurde die disjunktive Normalform negiert. Eine Alternative um die konjunktive Normalform zu bilden ist, die Nullen im KV-Diagramm zusammenzufassen. Mit Hilfe der konjunktiven Normalform wurde die Schaltung in NOR-Technik und mit der disjunktiven Normalform die Schaltung in NAND-Technik entwickelt. Dabei ist aufgefallen, dass die Schaltungen der E- und D-Flip-Flops Erweiterungen des SR-Flip-Flops sind.

Bei der Versuchsdurchführung wurden mit Hilfe eines HPS-Boards, wie in Abbildung 2.1 zu sehen, ICs und Laborleitungen die verschiedenen Schaltungen aufgebaut und auf ihre Funktion getestet. Dabei musste die Pin Belegung der ICs beachtet werden.

Alle in der Versuchsanleitung beschriebenen Aufgaben konnten ohne größere Probleme in der gegebenen Zeit durchgeführt werden.

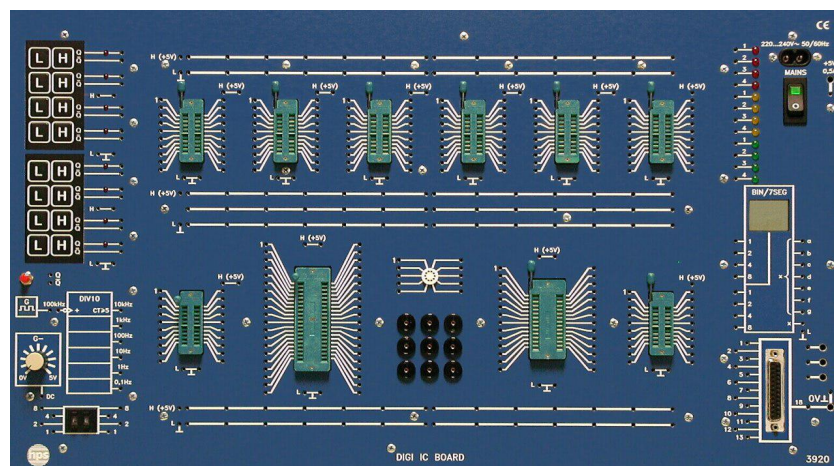


Abbildung 2.1: HPS-Board



## 2.2 Hoffmann, Manuel

Die zugrunde liegenden vorbereitenden Aufgaben beginnen damit, dass zu erst die Wahrheitstabellen der einzelnen Flip-Flop typen erarbeitet werden.

Im zweiten Schritt sind die KV-Diagramme und daraus resultierend die konjunktive sowie die disjunktive Normalform der Schaltgleichung der FF's zu erstellen. Die disjunktive Normalform wird gebildet indem man die "1" Einträge aus den KV-Diagrammen zusammenfasst. Die konjunktive Normalform bildet man indem man die "0" Einträge der KV-Diagramme zusammenfasst, alternativ ist es möglich die disjunktive Normalform, unter beachtung der Schaltalgebraischen regeln, zu negieren.

Abschließend sind, aus den KV-Diagrammen und aus der konjunktiven sowie disjunktiven Normalform, schaltungen mit NOR- und NAND-Bausteinen zu den einzelnen Flip-Flops zu erstellen.

Bei dem Laborversuch selbst werden, unter zuhilfenahme eines HPS-Boards sowie IC's und Laborleitungen, die Schaltungen nachgebaut und einer Abnahme in form eines Funktionstest unterzogen.

Alle gestellten Aufgaben wurden in der gegebenen Zeit erfolgreich bearbeitet. Das einzige Problem das auftrat ergab sich durch eine Fehlinterpretation der Aufgabenstellung zu der theoretischen erstellung der Schaltungen. Es wurden nicht wie vorgesehen Schaltungen mit einem Ausgang "Q" erstellt sondern wie Technisch und in der gängigen Literatur üblich mit zwei Ausgängen "Q" und "nicht-Q".

### 3 Literaturverzeichnis

Klaus Beuth: Digitaltechnik, Vogel, 13. Auflage, 2006