

AfuTUB-Kurs

Technik Klasse A 14: Digitaltechnik

DK0TU
Amateurfunkgruppe der TU Berlin

<https://dk0tu.de>

WiSe 2017/18 – SoSe 2018



This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU, Stand: Thu Nov 30 18:24:14 2017 +0100

Transistor als
Schalter

NOT

AND

NAND

OR

NOR

XOR

Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

Zahlensysteme

Dual

Hexadezimal

Referenzen

Digitaltechnik

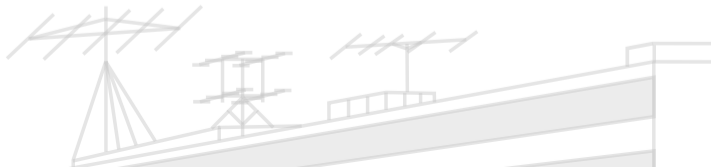
Die Digitaltechnik kennt nur zwei Zustände:

0 LOW

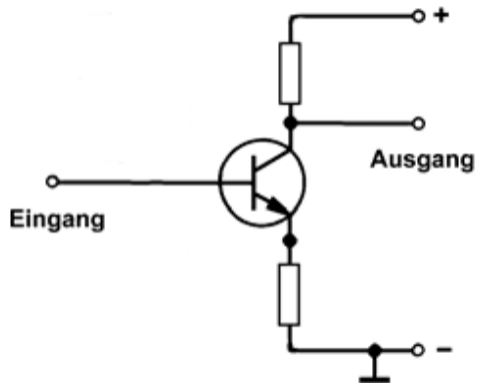
1 HIGH

Zwischenwerte, wie in der Analogtechnik, sind nicht vorhanden.

In der Realität ist es eine Definitionssache, ab welcher Spannung ein Signal als LOW oder HIGH angesehen wird.



Transistor als Schalter



TD401 (von BNetzA ⚡)

Transistor als Schalter

NOT
AND
NAND
OR
NOR
XOR
Fragen

Zeitablaufdiagramme

Logikschaltungen

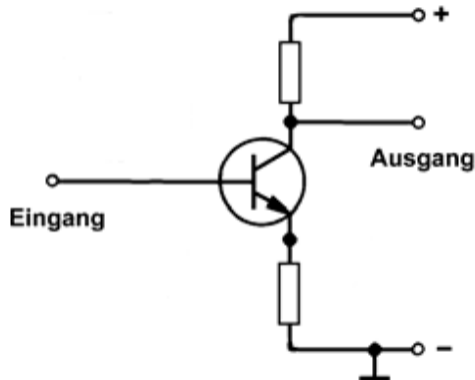
Pegelanpassung

Zahlensysteme

Dual
Hexadezimal

Referenzen

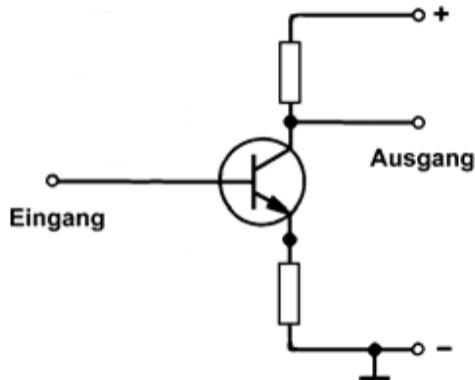
Transistor als Schalter



- Transistor in Emitterschaltung
- Liegt am Eingang keine Spannung an, ist die Ausgangsspannung maximal
- Liegt am Eingang eine hohe Spannung an, wird die Ausgangsspannung minimal
- → **Inverter**

TD401 (von BNetzA ⚡)

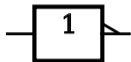
Transistor als Schalter



- Transistor in Emitterschaltung
- Liegt am Eingang keine Spannung an, ist die Ausgangsspannung maximal
- Liegt am Eingang eine hohe Spannung an, wird die Ausgangsspannung minimal
- → **Inverter**
- Es gibt in der Prüfung nur zwei Transistor-Logik-Schaltungen
- Zuerst ein Blick auf die Logikgatter

TD401 (von BNetzA ⚡)

NOT



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©)



Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©)

Wahrheitstabelle

INPUT	OUTPUT
A	NOT A
0	1
1	0

AND



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©©)



Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©©)

Wahrheitstabelle

INPUT		OUTPUT
A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NAND



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©)

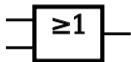


Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©)

Wahrheitstabelle

INPUT		OUTPUT
A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

OR



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©)

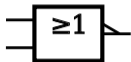


Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©)

Wahrheitstabelle

INPUT		OUTPUT
A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©©)

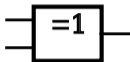


Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©©)

Wahrheitstabelle

INPUT		OUTPUT
A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR



Schaltsymbol IEC (von jjbeard ↗ ©©)



Schaltsymbol DIN (von jjbeard ↗ ©©)



Schaltsymbol ANSI (von jjbeard ↗ ©©)

Wahrheitstabelle

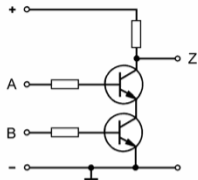
INPUT		OUTPUT
A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

TC703	Wie heißen die Grundbausteine in der Digitaltechnik
A	(+)-Gatter (UND), (-)-Gatter (OR), NICHT-(+)-Gatter (NUND), NICHT-(-)-Gatter (NODER).
B	UND-Gatter (UNG), ODER-Gatter (ORG), NICHT-UND-Gatter (NUNG), NICHT-ODER-Gatter (NORG).
C	UND-Glied (UND), ODER-Glied (ODER), NICHT-UND-Glied (NUND), NICHT-ODER-Glied (NODER).
D	UND-Glied (AND), ODER-Glied (OR), NICHT-UND-Glied (NAND), NICHT-ODER-Glied (NOR).

TC703	Wie heißen die Grundbausteine in der Digitaltechnik
A	(+)-Gatter (UND), (-)-Gatter (OR), NICHT-(+)-Gatter (NUND), NICHT-(-)-Gatter (NODER).
B	UND-Gatter (UNG), ODER-Gatter (ORG), NICHT-UND-Gatter (NUNG), NICHT-ODER-Gatter (NORG).
C	UND-Glied (UND), ODER-Glied (ODER), NICHT-UND-Glied (NUND), NICHT-ODER-Glied (NODER).
D ✓	UND-Glied (AND), ODER-Glied (OR), NICHT-UND-Glied (NAND), NICHT-ODER-Glied (NOR).

TC705

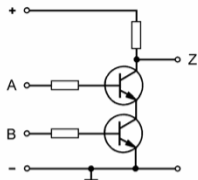
Welche logische Grundschaltung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



A	Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
B	Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn keiner der beiden Eingänge A oder B mit der Betriebsspannung verbunden ist. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.
C	Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
D	Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential.

TC705

Welche logische Grundschaltung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



- | | |
|-----|---|
| A | Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung. |
| B | Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn keiner der beiden Eingänge A oder B mit der Betriebsspannung verbunden ist. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential. |
| C ✓ | Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung. |
| D | Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential. |

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Transistor als
Schalter

NOT

AND

NAND

OR

NOR

XOR

Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

Zahlensysteme

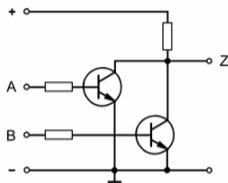
Dual

Hexadezimal

Referenzen

TC706

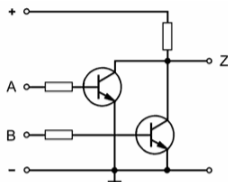
Welche logische Grundschaltung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



- | | |
|---|---|
| A | Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn beide Eingänge A und B Nullpotential führen bzw. offen sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential. |
| B | Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung. |
| C | Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Nullpotential. |
| D | Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Betriebsspannung. |

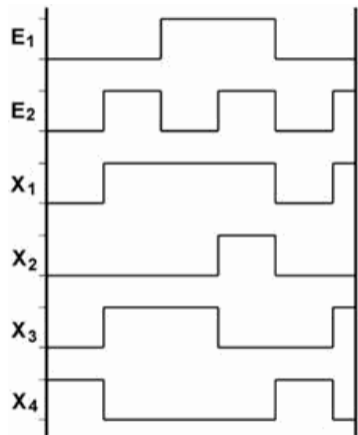
TC706

Welche logische Grundschaltung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



- | | |
|-----|---|
| A ✓ | Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn beide Eingänge A und B Nullpotential führen bzw. offen sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotential. |
| B | Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung. |
| C | Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebsspannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Nullpotential. |
| D | Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotential, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Betriebsspannung. |

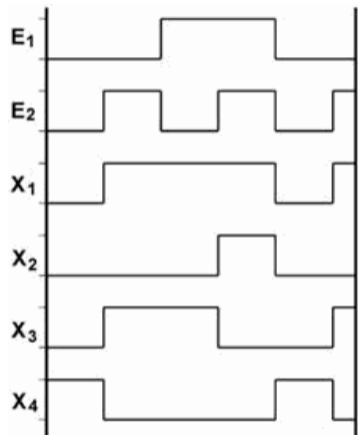
Zeitablaufdiagramme



TC707–TC709 (von BNetzA ⚡)

- zur Überprüfung digitaler Schaltungen
- an die Eingänge werden wechselnde Signale angelegt
- die Beobachtung des Ausgangs mit einem Speicheroszilloskop ergibt Rückschlüsse auf die verwendete Schaltung

Zeitablaufdiagramme



TC707–TC709 (von BNetzA ⌘)

- zur Überprüfung digitaler Schaltungen
- an die Eingänge werden wechselnde Signale angelegt
- die Beobachtung des Ausgangs mit einem Speicheroszilloskop ergibt Rückschlüsse auf die verwendete Schaltung

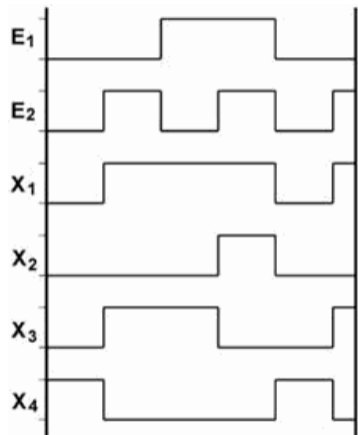
X₁ →

X₂ →

X₃ →

X₄ →

Zeitablaufdiagramme



TC707–TC709 (von BNetzA ⌘)

- zur Überprüfung digitaler Schaltungen
- an die Eingänge werden wechselnde Signale angelegt
- die Beobachtung des Ausgangs mit einem Speicheroszilloskop ergibt Rückschlüsse auf die verwendete Schaltung

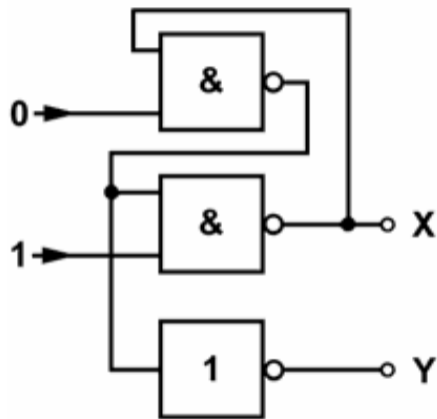
$x_1 \rightarrow \text{OR}$

$x_2 \rightarrow \text{AND}$

$x_3 \rightarrow \text{XOR}$

$x_4 \rightarrow \text{NOR}$

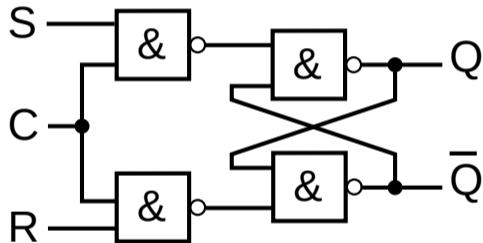
Logikschaltungen



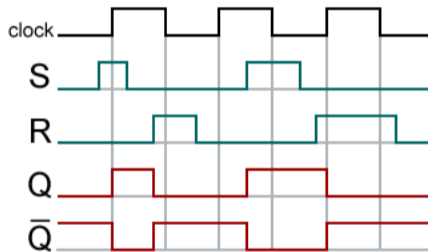
TC704 (von BNetzA ↗)

- Zusammenschaltung mehrerer Logikgatter
- Komplexe Aufgaben können bewältigt werden
- “Programmieren in Hardware”
- Beispiele sind Schaltungen für Rechenoperationen, Flipflops oder Multiplexer
- Daraus lassen sich wiederum Datenspeicher, Zähler oder ganze Mikroprozessoren aufbauen
- *Beispiel:* ↗ Lorenz Hanewinkel über die Konstruktion der Z22

Beispiel: R-S-Flipflop



Logik-Schaltung eines getakteten RS-Flipflops aus vier NAND-Gattern (von Tgaertner ©
©©)

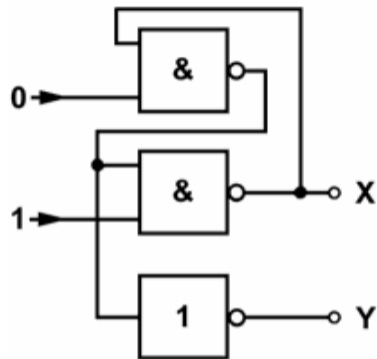


Impulsdiagramm (SR-Latch) (von Markus

Bernet © (f) ©)

TC704

Welche der Aussagen trifft für diese Schaltung zu?

A $X=1$ und $Y=0$ B $X=0$ und $Y=0$ C $X=1$ und $Y=1$ D $X=0$ und $Y=1$

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Transistor als
Schalter

NOT
AND
NAND
OR
NOR
XOR
Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

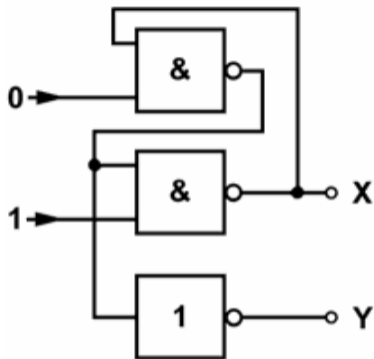
Zahlensysteme

Dual
Hexadezimal

Referenzen

TC704

Welche der Aussagen trifft für diese Schaltung zu?

A $X=1$ und $Y=0$ B ✓ $X=0$ und $Y=0$ C $X=1$ und $Y=1$ D $X=0$ und $Y=1$

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Transistor als
Schalter

NOT
AND
NAND
OR
NOR
XOR
Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

Zahlensysteme

Dual
Hexadezimal

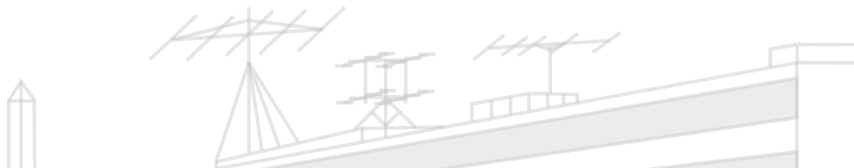
Referenzen

Pegelanpassung

- nicht alle ICs oder Schaltungen liefern 0 und +5V
- durch entsprechende Pegelwandler können die Pegel normiert werden
- *wird in der Prüfung nicht gefragt, aber nützliches Wissen, wenn der 5V-Ausgang des Arduino den 3,3V-GPIO am Raspberry Pi brät. . .*

TC710	In welchem Versorgungsspannungsbereich können CMOS-ICs betrieben werden?
A	+3V bis +15V
B	+2,5V bis +5,5V
C	$\pm 2,5V$ bis $\pm 5,5V$
D	$\pm 5V$

TC710	In welchem Versorgungsspannungsbereich können CMOS-ICs betrieben werden?
A ✓	+3V bis +15V
B	+2,5V bis +5,5V
C	±2,5V bis ±5,5V
D	±5V



Dualzahlen

“There are only 10 types of people in the world:
those who understand binary, and those who don't.”

— Mathematical joke

Dualzahlen

Binär	Potenz	Dezimal	Binär	Potenz	Dezimal
0	0	0	0	0	0
1	2^0	1	1	2^0	1
10	2^1	2	10	2^1	2
11	$2^1 + 2^0$	3	100	2^2	4
100	2^2	4	1000	2^3	8
101	$2^2 + 2^0$	5	10000	2^4	16
110	$2^2 + 2^1$	6	100000	2^5	32
111	$2^2 + 2^1 + 2^0$	7	1000000	2^6	64
			10000000	2^7	128
			100000000	2^8	256
			1000000000	2^9	512
			10000000000	2^{10}	1024

Transistor als
Schalter

NOT

AND

NAND

OR

NOR

XOR

Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

Zahlensysteme

Dual

Hexadezimal

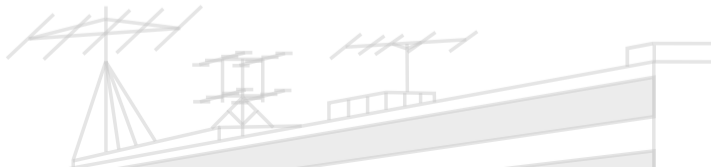
Referenzen

TC722	Welche dezimalen Werte haben die Stellen der Dualzahl 11111 von links nach rechts?
A	1, 2, 4, 8, 16, 32
B	32, 16, 8, 4, 2, 1
C	65536, 256, 16, 4, 2, 1
D	100000, 10000, 1000, 100, 10, 1

TC722	Welche dezimalen Werte haben die Stellen der Dualzahl 11111 von links nach rechts?
A	1, 2, 4, 8, 16, 32
B ✓	32, 16, 8, 4, 2, 1
C	65536, 256, 16, 4, 2, 1
D	100000, 10000, 1000, 100, 10, 1

TC720	Berechnen Sie den dezimalen Wert der 8-Bit-Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet
A	78.
B	142.
C	156.
D	248.

TC720	Berechnen Sie den dezimalen Wert der 8-Bit-Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet
A	78.
B ✓	142.
C	156.
D	248.



Hexadezimalzahlen

Hexadezimal	Dezimal
0	0
1	1
2	2
⋮	⋮
9	9
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

Hexadezimal	Dezimal
10	16
11	17
⋮	⋮
1F	31
20	32
21	33
⋮	⋮
FE	254
FF	255

Transistor als
Schalter

NOT

AND

NAND

OR

NOR

XOR

Fragen

Zeitablauf-
diagramme

Logikschaltungen

Pegelanpassung

Zahlensysteme

Dual

Hexadezimal

Referenzen

TC721	Wie lautet der dezimale Wert der zweistelligen Hexadezimalzahl 1A? Die Dezimalzahl lautet
A	16.
B	11.
C	26.
D	160.

TC721	Wie lautet der dezimale Wert der zweistelligen Hexadezimalzahl 1A? Die Dezimalzahl lautet
A	16.
B	11.
C ✓	26.
D	160.

Referenzen/Links

- [1] DARC Online-Lehrgang Lektion A14:
<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-ta/a14/>
- [2] Wikimedia:
Logic Gates Unified Symbols, Public Domain
- [3] Wikipedia - Die freie Enzyklopädie:
Flipflop
- [4] Fragenkatalog Bundesnetzagentur Technik Klasse A:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Amateurfunk/Fragenkatalog/TechnikFragenkatalogKlasseAf252rId9014pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3