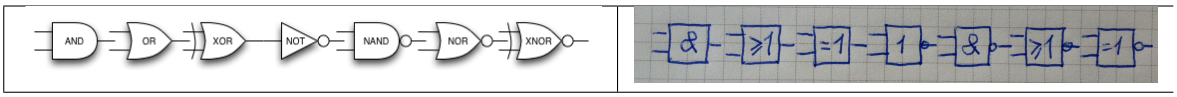
# Logische Verknüpfungen

Für N eingänge hat man $2^N$ Eingangskombinationen.
Elementare Logische Funktionen: NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR




# Zahlensysteme

| Dezimal | Binary | Hex |
|---|---|---|
| 0 | 0000 | 0 |
| 1 | 0001 | 1 |
| 2 | 0010 | 2 |
| 3 | 0011 | 3 |
| 4 | 0100 | 4 |
| 5 | 0101 | 5 |
| 6 | 0110 | 6 |
| 7 | 0111 | 7 |
| 8 | 1000 | 8 |
| 9 | 1001 | 9 |
| 10 | 1010 | A |
| 11 | 1011 | B |
| 12 | 1100 | C |
| 13 | 1101 | D |
| 14 | 1110 | E |
| 15 | 1111 | F |

LSB: Least Significant Bit - z.B.: $2^0$
Nibble: Gruppe von 4 Bit
Byte: Gruppe von 8 Bit (2Nibble)
Word: Gruppe von mehr als 8 Bit (Meisstens 16Bit)
DWord: Double Word: oft eine Gruppe von 32 Bit

Bsp: 1011 1100 0010 (BIN) = BC2 (HEX)
101 111 000 010 (BIN) = 5702 (OCTAL)

Divisionsmethode:
47 b10 = 101111 b2

| | |
|---|---|
| 47 : 2 = 23 r1 | LSB |
| 23 : 2 = 11 r1 | |
| 11 : 2 = 5 r1 | |
| 5 : 2 = 2 r1 | |
| 2 : 2 = 1 r0 | |
| 1 : 2 = 0 r1 | MSB |

# Schaltalgebra

| Funktion | mit NOR ausgedrückt: | mit NAND ausgedrückt: |
|---|---|---|
| NOT | $x \overline{\vee} x$ | !(X & X) |
| OR | $(x \overline{\vee} y) \overline{\vee} (x \overline{\vee} y)$ | !( !(X&X) & !(Y&Y) ) |
| AND | $(x \overline{\vee} x) \overline{\vee} (y \overline{\vee} y)$ | !( !(X & Y) & !(X & Y) ) |
| NOR | trivial | !( !( !(X&X) & !(Y&Y) ) & !( !(X&X) & !(Y&Y) ) ) |
| XOR | [(AnorA)nor(BnorB)]nor(AnorB) | !( !( X & !(X&Y) ) & !( Y & !(X&Y) ) ) |
| NAND | AND with NOT | trivial |

## Vereinfachungen

- Kommutativgesetze
  - A & B = B & A
  - A # B = B # A
- Assoziativgesetze
  - (A & B) & C = A & (B & C)
  - (A # B) # C = A # (B # C)
- Distributivgesetze
  - (A # B) & C = (A & C) # (B & C)
  - (A & B) # C = (A # C) & (B # C)
- Vereinfachungen
  - A # (A & B) = A
  - A & (A # B) = A
  - A # (!A & B) = A # B
  - A & (!A # B) = A & B

### Disjunktive Normalform

- OR Verknüpfung von AND Blöcken für K=1
- Jeder AND-Block ist ein MINTERM
- Die DNF K ist eine OR-Verknüpfung aller guten MINTERME (gut = Wahrheitstabelle 1)

Für die Darstellung mit NAND anstelle von OR:
Das DeMorgan Theorem anwenden: $K = !(!K)$ und dann weiter vereinfachen.

### Konjunktive Normalform

- AND Verknüpfung von OR Blöcken
- Herstellen durch DNF von K=0, dann DeMorgan Theorem anwenden
- Jeder OR-Block ist ein schlechter MAXTERM, der einer Zeile in der Wahrheitstabelle entspricht, negiert wenn in der Wahrheitstabelle =1, direkt falls WT=0.
- guter Maxterm ist negierter Block von schlechten Maxtermen

Multiplexer:

Art von Drehschalter, umschalten zwischen verschiedenen Eingängen

## Vorzeichenlose und Vorzeichenbehaftete Zahlen

| Typ | min | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unsigned | - | - | - | 0000 | 0001 | 0010 | 1111 (15) |
| One's Complement | 1000 (-7) | 1101 | 1110 | 0000, 1111 | 0001 | 0010 | 0111 (7) |
| Two's Complement | 1000 (-8) | 1110 | 1111 | 0000 | 0001 | 0010 | 0111 (7) |
| Sign Magnitude | 1111 (-7) | 1010 | 1001 | 0000, 1000 | 0001 | 0010 | 0111 (7) |

CF: Carry Flag: Übertrag beim Addieren
OF: Overflow Flag: Über oder Unterlaufen

### Addition und Subtraktion

| Operanden | | Addition | | | Subtraktion | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| op1 | op2 | op1+op2 | carry | overflow | op1-op2 | borrow | overflow |
| 6C | 97 | 03 | 1 | 0 | | | 1 |
| 76 | 33 | A9 | 1 | 1 | 43 | 0 | 0 |

Addition:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | **Carry** | **Overflow** | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **Carry** | **Overflow** |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 1xor1= 0 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | 0 | 0xor1= 1 |
| **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | | | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **1** | | |

Subtraktion:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | **C/Borrow** | **Overflow** | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **C/Borrow** | **Overflow** |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0xor1= 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0xor0= 0 |
| **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | | | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | | |

# Kombinatorische Schaltungen vs Sequenzielle Schaltungen

- Komb: Reine Schaltnetze, werden nur durch Input beeinflusst, Zeiteinfluss nur von int. Delays
- Seq: Haben "Speicher", Zustände werden auch von den vorhergehenden Inputs beeinflusst (Zustand des Speichers), Zeitlicher Ablauf spielt eine grosse Rolle

## D-Latch (transp. FF)

- D = Input
- C = Control (solange C=1, wird der Input durchgeschaltet)
- Q !Q = Outputs
- Rückkopplung ist gefährlich, gespeicherter Zustang zufällig

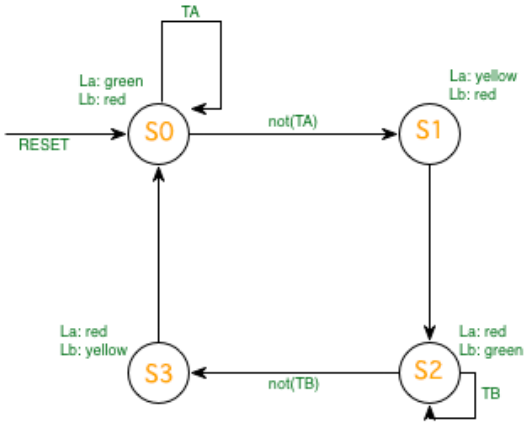
## D-Flip-Flop (nichttransp. FF)

- Pos/Neg Flanken gesteuert
- gleiche Funktionsweise wie D-Latch
- Rückkopplung halbiert den Takt
- Set 1 und Reset 0 Funktion -> Synchron mit Takt oder Asynchron sofort

## Bausteine

- Register: aus FF mit write-enable: zur Datenspeicherung
- asynchrone Schaltungen: D-FF ohne Clock, Staffelung, arbeiten so schnell wie möglich

# Finite State Machine




| Current State | CS Enc. | In TA | In TB | Next State |
|---|---|---|---|---|
| s0 | 00 | 0 | x | s1 |
| s0 | 00 | 1 | x | s0 |
| s1 | 01 | x | x | s2 |
| s2 | 10 | x | 0 | s3 |
| s2 | 10 | x | 1 | s2 |
| s3 | 11 | x | x | s0 |

| OutPut Table |
|---|
| -> Cur.S. to Output |

| -> State Encoding |
|---|

# C

## Typen und Print Ausgabe

| | | |
|---|---|---|
| char | 1B | $-128$ bis 127 |
| int | 4B | $-2^{31}$ bis $2^{31}$ |
| float | 4B | $-3.4 \times 10^{38}$ bis $3.4 \times 10^{38}$ |
| double | 8B | $-1.79 \times 10^{308}$ bis $1.79 \times 10^{308}$ |
| unsigned char | 1B | 0 bis 255 |
| unsigned int | 4B | 0 bis $2^{32} - 1$ |
| short (int) | 2B | $-32768$ bis 32767 |
| unsigned short (int) | 2B | 0 bis 65535 |
| long (int) | 8B | $-2^{63}$ bis $2^{63} - 1$ |
| unsigned long (int) | 8B | 0 bis $2^{64} - 1$ |
| long double | 12B | $-1.2 \times 10^{4932}$ bis $1.2 \times 10^{4932}$ |

| **Zahl** | **Interpretation** |
|---|---|
| 037 | oktal Zahl |
| 0x23 | hexdezimal Zahl |
| 3.215f | Float |
| 0 / other | false / true |
| stdin | Tastatur |
| stdout | Konsole |
| stderr | Konsole |
| | |
| | |
| | |

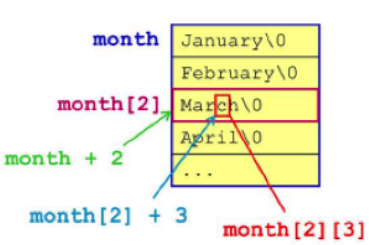
| **ph** | **interpret** |
|---|---|
| %d, %i | int |
| %u | unsigend int |
| %c | char |
| %s | char* (String bis \0) |
| %f | double, float |
| | |
| | |
| | |
| | |

## Funktionen

**Erlaubte Parameter**
- grundlegende Datentypen (Tabelle oben)
- Strukturen (struct)
- Arrays
- Pointer

**Erlaubte Rückgabewerttypen**
- grundlegende Datentypen (Tabelle oben)
- Strukturen (struct)
- Pointer

ACHTUNG: Arrays können nicht zurückgegeben werden, jedoch Pointer auf Datenbereiche mit Arrays (char*, char**)




## Pointer

| | |
|---|---|
| int *p | Pointer auf int Objekt |
| double *d[20] | d= Array von 20 Pointer auf double-Objekte |
| double (*d)[20] | d= Pointer auf ein double-Array mit 20 Objekten |
| char **ppc | Pointer auf einen Pointer vom Typ char |
| double *cdp | Pointer auf double, *cdp=5.0, cdp++ möglich |
| double *const cdp | Konstanter Pointer, *cdp=5.0 möglich |
| const double *cdp | Pointer auf Konstante, *cdp++ möglich |
| const double *const cdp | Konstanter Pointer auf Konstante, keine Aktion |

# Beispiel Code

:-)

| | |
|---|---|
| #include <stdio.h> | |
| #include <string.h> | /*Enthält: int strlen(const char s[]); welche die länge des Strings zurückgibt(ohne \0)*/ |
| int max(int a, int b); | |
| void otherFunction(void); | /*void soll geschrieben werden, damit Parameter checking durchgeführt wird*/ |
| int checkStatic(int a); | |
| #define MAX_LENGTH 1000 | /*Definieren einer Konstante*/ |
| typedef enum {Mo, Di...} Wochentage | /*Montag = 0, Dienstag = 1 etc*/ |
| typdef enum [false, true]} Bool; | |
| typedef struct { | |
| int x; | |
| int y; | |
| int z; | |
| } Point3D | |
| int min = 0; | /*Definition globale Variable */ |
| int main(void) { | |
| int i = 5, a=4, b=6, len; | |
| double d; | |
| extern int min; | /*Deklaration globale Variable */ |
| Bool flag = true; | |
| int data[100]; | /*Array Deklaration*/ |
| int a[5] = {4,7,12,77,2}; | /*Array Deklaration + Initialisierung*/ |
| int a[] = {4,7,12,77,2); | /*Alternative Array Deklaration + Initialisierung */ |
| const int c[] = {10,11,12,13,14}; | /*Konstante Array Deklaration, Werte können NICHT mehr verändert werden*/ |
| int a[2][3] = {{1,2,3},{4,5,6}}; | /*Array Deklaration mit 2 Dimensionen (2 Zeilen, 3 Spalten)*/ |
| char hello[] = „hello“; | /*Deklaration eines Strings (Array von Chars)(Grösse +1, da letzes Element: \0)*/ |
| char test[] = „test“; | |
| a[3] = 4; | /*Zugriff auf Array Element*/ |
| a[9] = 222; | /*Achtung! Es wird kein Fehler zur Laufzeit angezeigt!!*/ |
| len = strlen(hello); | /*len = 5 */ |
| strcat(hello, test); | /*test wird an hello angefügt: char hello[] = „hellotest“*/ |
| strcpy(char dest[], const char source[]); | /*Kopieren eines Strings (char*) */ |
| strcmp(const char s1[], const char s2[]); | /*Vergleicht zwei Strings, gibt zurück: <0, wenn s1 kl., >0 wenn s2 kl., 0 wenn gl.*/ |
| int j; | |
| int *jp; | |
| jp = &j; | /* Zuweisung der Adresse von j; jp zeigt jetzt auf j*/ |
| *jp = 3; | /* jp wird dereferenziert und dem Objekt wird 3 zugewiesen; j ist jetzt also 3*/ |
| void *vp; | /* Pointer von Typ void, dieser kann auf irgendetwas zeigen*/ |
| jp = NULL; | /* Pointer zeigt explizit „auf nichts“ */ |
| int h[3] = {2,4,6}; | |
| int *pa; | |
| pa = h; | /* Pointer zeigt nun auf den Array a, genauer auf das erste Element a[0]*/ |
| *pa = 7; | /* a[0] ist nun 7*/ |
| *(pa + 3) = 8; | /*a[3] ist nun 8 {pa+i → pa zeigt auf i-te Element) *(pa+3) ist äquiv. zu pa[3]*/ |
| *pa = 8; | /* a[0] ist nun 8*/ |
| pa++; | /* Pointer zeigt nun auf das nächste Element im Array*/ |
| char a[] = „hello, Winterthur“; | |
| char *pa = „hello, Switzerland“; | |
| [a = pa;] | /* Nicht möglich → Kompilierfehler*/ |
| pa = a; | /*OK, Pointer zeigt nun auf „hello, Winterthur“ */ |
| char* pmonth[12] = {„Jan“, „Feb“, . . . } | /*Pointer auf Array, Anstatt 2-Dimensionaler Array*/ |
| pmonth[1]; | /*Greift auf February zu*/ |
| *(pmonth[1]+3); | /*Greift auf das ‚r‘ in February zu*/ |
| pmonth[1][3]; | /*Greift ebenfalls auf das ‚r‘ in February zu*/ |
| Point3D pt = {2, 4, 6}; | |
| (void)printf(„A=(%d, %d, %d)\n“ ,pt.x,pt.y,pt.z); | |

| | |
|---|---|
| d = i/3; | /* d= 1.0 */ |
| d = (double) i/3; | /*d = 1.66667*/ |

| | |
|---|---|
| i = max(a,b); | /*i = b = 6*/ |
| ohterFunction(); | |
| Wochtage w1 = Mittwoch; | |
| (void)printf(„Hello World in C\n“); | |
| i=scanf(„%d%d%d“,&day,&month,&year); | |
| (void)printf(“%d”, day); | |

| | |
|---|---|
| for (i = 1; i<=max; i++) { | /*Deklaration int i = 1 geht in c nicht, i muss vorher schon deklariert werden */ |
| /*do something*/ | |
| } | |

| | |
|---|---|
| switch(n) { | |
| case 1: result = 1; | |
| break | |
| case 2: result = 2; | |
| break | |
| default: result =3; | |
| break | |
| } | |

| | |
|---|---|
| exit(0); | |
| } | |

| | |
|---|---|
| int max(int a, int b) { | |
| if(a<b) { | |
| return b; | |
| } | |
| return a; | |
| } | |

| | |
|---|---|
| void otherFunction(void) { | |
| extern int max; | /*Deklaration glob. Variable */ |
| int i = 8; | /*Entsteht kein Konflikt mit i aus main */ |
| otherFunction(void); | /* Rekursion, wie in Java*/ |
| } | |

| | |
|---|---|
| int checkStatic(int a) { | |
| static int max = 0; | /*Deklaration statischer Variable*/ |
| if (a > max) { | /* Statische Variable */ |
| max = a; | /* lokale Variable */ |
| } | |
| return max; | |
| } | |