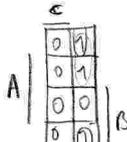


LSB		MSB		F	
A	B	C	($\neg A \vee \neg B$)	$\neg C$	$\neg C$
0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0



$$F = (\overline{B_1 C}) \vee (\overline{A_1 C}) = \overline{C} \wedge (\overline{A} \vee \overline{B})$$

Rechenbeispiele

Philipp Metzler - phil@goli.at
Goli.at - www.goli.at

Beispiel 1

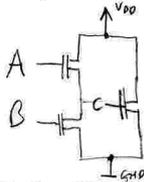
$$Y = (A \wedge B) \vee C$$

Die folgende Funktion ist in Hardware zu realisieren:

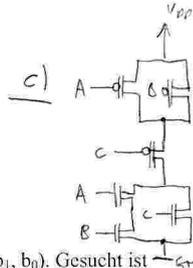
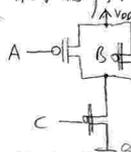
$$Y = (\neg A \vee \neg B) \wedge \neg C$$

- (a) Geben Sie die Wahrheitstabelle und das KV-Diagramm für diese Funktion an!
- (b) Wenn Sie die Wahl zwischen einer Realisierung als AOI oder als OAI haben, was würden Sie bevorzugen? Begründen Sie! *AOI DA INVERSION AN SCHLUSSENDEN NICHT INVERTIERENDES EINERLEBES*
- (c) Entwerfen Sie zunächst den n-Stack für Ihre bevorzugte Lösung!
- (d) Entwerfen Sie weiters den dazugehörigen p-Stack!
- (e) Stellen Sie die Realisierung der Gesamtlösung mittels FETs dar (Schaltbild)!

c) n-STACK:



d) $(\neg A \vee \neg B) \wedge \neg C$



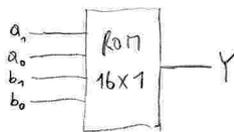
Beispiel 2

Gegeben sind zwei Variable A und B mit 2 Bit Wortbreite, d.h. $A = (a_1, a_0)$, $B = (b_1, b_0)$. Gesucht ist die Realisierung einer Funktion, die genau dann „1“ ausgibt, wenn $A > B$. A und B sind binär codierte positive Integer-Werte, es gilt also $(0,0) < (0,1) < (1,0) < (1,1)$.

- (a) Skizzieren Sie, wie Sie diese Funktion mittels eines ROM implementieren würden:
Wie viele Adressleitungen benötigen Sie?
Welche Signale schließen sie daran an?
Welche Speichergröße benötigen Sie?
Geben Sie zu jeder ROM-Adresse den zugehörigen Speicherinhalt an!
- (b) Skizzieren Sie, wie Sie diese Funktion mittels einer PAL-Struktur implementieren würden:
Wie viele p-Terms benötigen Sie? *3 p-TERME*
Kennzeichnen Sie in Ihrer Skizze alle Verbindungen die programmiert werden müssen mit "0"

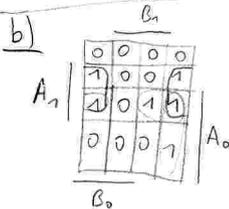
d)

(LSB)		(MSB)		Y (= A > B)
A ₁	A ₀	B ₁	B ₀	
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
0	1	1	0	0
1	1	1	0	1
0	0	0	1	0
1	0	0	1	1
0	1	0	1	1
1	1	0	1	1
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	0

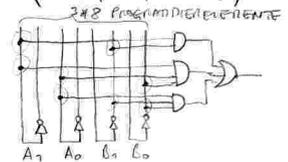


$$2^4 = 16$$

4 ADRESSLEITUNGEN



$$(A_1 \wedge \neg B_1) \vee (A_1 \wedge A_0 \wedge \neg B_0) \vee (A_0 \wedge \neg B_1 \wedge \neg B_0)$$



3 p-TERME

Beispiel 3

An einem Chip messen Sie bei einer Versorgungsspannung von $V_{DD}=3,3V$ einen mittleren Strom von 3A. Im Datenblatt finden Sie für das Gehäuse folgende Angabe:

$\theta_{JC} = 2K/W$

$\theta_{JA} = 5K/W$ für Betrieb ohne Kühlkörper.

- (a) Welche Temperatur T_J erreicht der Die im Betrieb bei $T_{AMB}=25^\circ C$?
- (b) Angenommen Sie erhöhen für einen Burn-in dieses Chips die Versorgungsspannung auf $V_{DD} = 4,0V$. Welche Temperatur T_J erreicht der Die nun?
(Nehmen Sie an, die Verlustleistung sei durch Ladeströme dominiert)
- (c) Bestimmen Sie Temperature Acceleration Factor AF_T und Voltage Acceleration Factor AF_V für den Betrieb bei $V_{DD} = 4,0V$ und $T_{AMB} = 25^\circ C$ gegenüber einem Normalbetrieb bei $V_{DD} = 3,3V$ und $T_{AMB} = 25^\circ C$!

$k = 8,6 \cdot 10^{-5} eV/K$; $E_{act} = 0,7eV$; $\gamma = 3,2V^{-1}$

- (d) Angenommen, Sie wollen erreichen, dass der Chip beim Burn-in innerhalb von 24 Stunden um 1 Jahr altert (als Normalbetrieb gilt wieder $T_{AMB} = 25^\circ C$; $V_{DD} = 3,3V$). Welchen Acceleration Factor AF benötigen Sie insgesamt?

Welcher Temperature Acceleration Factor AF_T ist nun erforderlich (V_{DD} ist weiterhin 4,0V)?

Bei welcher Die-Temperatur T_J und welcher Umgebungstemperatur T_{AMB} muss man den Chip dafür betreiben? Ist das technisch machbar?

a) $T_{junction} = T_{ambient} + P \cdot \theta_{JA}$
 $T_J = 25^\circ C + 9,9W \cdot 5K/W =$
 $= \underline{\underline{74,5^\circ C}}$

$\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{CA}$
 $5K/W = 2K/W + \theta_{CA} \Rightarrow \theta_{CA} = 3K/W$

$P = \text{VERBRUCHUNGSSPANNUNG} \cdot \text{MITTL. STROMWERT} =$
 $3,3V \cdot 3A = \underline{\underline{9,9W}}$

b) $P_{CAPE} = f \cdot C \cdot V_{DD}^2$
 $K \cdot U^2$

$P(3,3V) = K \cdot 3,3^2 = 100\%$

$P(4V) = K \cdot 4^2 = ?\% \Rightarrow \frac{100}{3,3^2} \cdot 4^2 = \underline{\underline{146,9237833\%}}$

$T_J = 25^\circ C + (9,9W \cdot 146,924\%) \cdot 5K/W = \underline{\underline{97,727^\circ C}}$

c) $\exp\left(\frac{E_{ACT}}{k \cdot T_{NORMAL}} - \frac{E_{ACT}}{k \cdot T_{STRESS}}\right) = AF_T =$

$= \exp\left[\frac{0,7eV}{8,6 \cdot 10^{-5} eV/K \cdot (74,5 + 273)} - \frac{0,7eV}{8,6 \cdot 10^{-5} eV/K \cdot (97,727 + 273)}\right] = \underline{\underline{4,338527407}} \text{ (1)}$

$AF_V = \exp[\gamma \cdot (U_{STRESS} - U_{NORMAL})] = \exp[3,2V^{-1} \cdot (4V - 3V)] = \underline{\underline{24,5325302}} \text{ (2)}$

$AF = 4,338527407 \cdot 24,5325302 = \underline{\underline{95,25497588}} \text{ (3)}$

3) d)

$$24h \cdot AF = 1 \text{ JAHRE}$$

$$AF = AF_T \cdot AF_V$$

$$\text{Normalbedingungen} \begin{cases} T_{\text{Amb}} = 25^\circ\text{C} \\ V_{\text{DD}} = 3,3\text{V} \end{cases}$$

$$365 = AF_T \cdot 24 \cdot 532 \cdot 530 \cdot 2$$

$$\Rightarrow AF_T = 14,878 \cdot 204 \cdot 45$$

$$24h \cdot AF = 8,760h \quad | : 24h$$

$$AF = 365$$

$$AF_T = \exp \left[\frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV/K} \cdot (74,5 + 273)\text{K}} - \frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV/K} \cdot (X + 273)\text{K}} \right] = \underline{\underline{14,878 \cdot 204 \cdot 45}}$$

$$\frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV/K} \cdot 347,5^\circ\text{K}} - \frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV/K} \cdot (X + 273)\text{K}} = \ln(14,878 \cdot 204 \cdot 45) = 2,699 \cdot 897 \cdot 354$$

$$\Rightarrow \frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV/K} \cdot 347,5^\circ\text{K}} - 2,699 \cdot 897 \cdot 354 = \frac{0,7\text{eV}}{8,6 \cdot 10^{-5}\text{eV} \cdot (X + 273)^\circ\text{K}}$$

$$0,001782197 = \frac{0,7\text{eV}}{(X + 273)^\circ\text{K}} \Rightarrow (X + 273)^\circ\text{K} = \frac{0,7\text{eV}}{0,001782197} =$$

$$X = 392,2735686 - 273^\circ\text{C} = \underline{\underline{119,7735686^\circ\text{C}}} = T_{\text{JUNCTION}}$$

$$T_J = 119,7735686^\circ\text{C} = T_{\text{Amb}} + (9,9\text{W} \cdot 146,924\%) \cdot 5\text{K/W}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{T_{\text{Amb}} = 47,04678857^\circ\text{C}}}$$

COMMERCIAL: $0^\circ\text{C} \dots 70^\circ\text{C}$ (AMBIENT)

INDUSTRIAL: $-40^\circ\text{C} \dots 85^\circ\text{C}$ (AMBIENT)

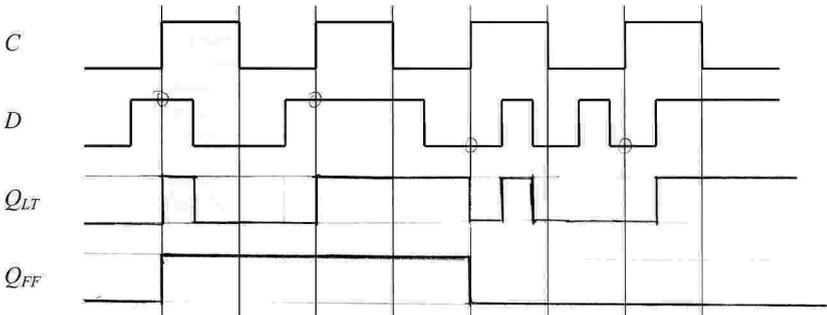
MILITARY: $-55^\circ\text{C} \dots 125^\circ\text{C}$ (CASE)

VOM T_{Amb} HER JA ABER T_J IST BEI INDUSTRIAL USE MAX 70°C

\Rightarrow EHER NICHT SO TOLL ...

Beispiel 4

Gegeben sind die in Abbildung 1 dargestellten Signalverläufe für ein Datensignal D und ein Clock-Signal bzw. Enable-Signal C .



- (a) Tragen Sie in die Zeile Q_{LT} das zugehörige Ausgangssignal Q eines D-Latch ein! („0“ = „Hold“)
- (b) Tragen Sie in die Zeile Q_{FF} das zugehörige Ausgangssignal Q eines D-Flip-Flop ein! (steigende Flanke ist aktiv)
- (c) Beschreibt der folgende VHDL-Code ein D-Flip-Flop, ein D-Latch oder keines von beiden? Begründen Sie!

```
Architecture BEISPIEL_3 of PRÜFUNG is
begin
signal CLK, DATA, NEXT, OUT : std_logic;
```

```
    CAPTURE: process (CLK)
    begin
```

```
        if CLK'event and CLK = '1' then
```

```
            OUT <= NEXT;
```

```
        else
```

```
            NEXT <= OUT;
```

```
        end if;
```

```
    end process CAPTURE;
```

```
    NEXT <= DATA;
```

```
end BEISPIEL_3;
```

KEINES VON BEIDEN

} ANNEHME WÄRE FLIP-FLOP

←

←

PARALLEL - WAS GEWINKT?

- (d) Wenn Sie den „else“-Zweig (mit Pfeilen markiert) weglassen – was beschreibt der Code dann?

• KLASSISCHES FLIP-FLOP

FÜR UNTER: if SEL = '0' then Y <= A;