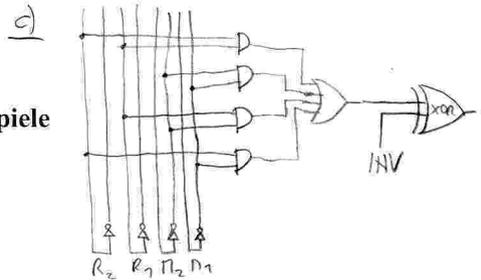
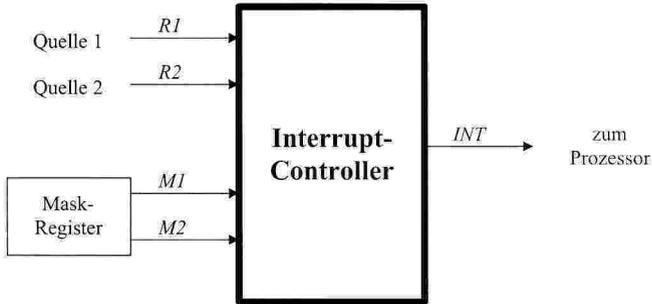


Rechenbeispiele



Beispiel 1

Die Abbildung zeigt einen einfachen Interrupt-Controller: Die von 2 Quellen kommenden Request-Signale  $R1$  und  $R2$  werden zu einem gemeinsamen Interrupt-Request  $INT$  zusammengefasst, das schließlich an den Prozessor geleitet wird. Für jede Quelle kann mittels eines Mask-Bits ( $M1, M2$ ) der zugehörige Request maskiert oder freigegeben werden. Alle Request-Signale sind LO aktiv, d.h.  $INT$  ist dann LO wenn zumindest einer der freigegebenen Requests LO ist. Ein Request ist freigegeben, wenn das zugehörige Mask-Bit HI ist.



- (a) Geben Sie Wahrheitstabelle und KV-Diagramm für die Funktion dieses Interrupt-Controllers an!
- (b) Entwerfen Sie eine Realisierung mittels LUT (Welche LUT benötigen Sie, wie ist die LUT zu programmieren, wie ist sie anzuschliessen?)
- (c) Entwerfen Sie eine Realisierung mittels Standard-PLD (3 p-Terms, programmierbarer Ausgangsinverter)  
Markieren Sie im gezeichneten Schaltbild die programmierten Verbindungen mit '0'.

(a)

$(n_2)$	$(n_1)$	$(m_2)$	$(m_1)$	$INT$
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$R = 0 = \text{AKTIV}$        $INT = 0$  WENN EIN  $R = 0$   
 $R$  IST FREI WENN  $M = 1$

$$INT = (R_1 \wedge R_2) \vee (\neg M_1 \wedge \neg M_2) \vee (R_2 \wedge \neg M_2)$$

(b)

$100\% = J = \text{STROM} / \text{QUERSCHNITT} \quad [A/cm^2]$

$J = 2,0,5 = 100\%$   
 HALBER QUERSCHNITT  $\Rightarrow$   
 DOBELTE STROMDICHTE  $J$

$J = \boxed{2,5} \cdot 0,4 = 100\%$   
 40% DES QUERSCHNITTS  $\Rightarrow$

**Beispiel 2**

Von einer Versorgungsleitung in einem Chip seien folgende Kennwerte bekannt: 2,5-FACHE STROMDICHTE

Querschnitt =  $10\mu m^2$ ; Material: Aluminium ( $E_{act} = 0,7eV$ );  $k = 8,6 \cdot 10^{-5} eV/K$

Bei Betrieb mit einem Strom von 2A und einer Junction-Temperatur  $T_j = 80^\circ C$  beträgt die MTTF dieser Leitung 10 Jahre.

Aufgrund eines Maskenfehlers bei der Fertigung beträgt der Querschnitt dieser Leitung jedoch nur  $4\mu m^2$ .

- (a) Welche MTTF ist zu erwarten?
- (b) Beim Burn-in wird der Chip 100 Stunden lang (bei unveränderter Versorgungsspannung) mit  $T_j = 140^\circ C$  betrieben. Welcher Betriebsdauer entspricht dies bei Normalbetrieb?
- (c) Ist der Test geeignet, den Defekt zu erkennen? Begründen Sie!

a)  $MTTF = \frac{A}{j^2} \cdot \exp\left[\frac{E}{k \cdot T}\right]$

MTTF IST PROPORTIONAL  $1/j^2$   
 40% QUERSCHNITT  $\Rightarrow$  2,5 FACHE STROMDICHTE  
 MTTF WIRD DANACH AUF  $1/2,5^2 = 16\%$  REDUZIENT  
 $10 \cdot 16\% = 1,6 \text{ JAHRE}$

b)  $\exp\left[\frac{0,7}{8,6 \cdot 10^{-5} \cdot (273+80)}\right] - \frac{0,7}{8,6 \cdot 10^{-5} \cdot (273+140)} =$

$= 28,5 = A_{FT}$   
 $A_{FT} = 1$  (UNVERÄNDERT)  
 $28,5 \cdot 100 = 2850 h$

**Beispiel 3**

Von einem bestimmten Server werden 1 Million Stück gefertigt. Jeder dieser Server ist mit einem DMA-Controller-Chip ausgerüstet. Ein solcher Controller Chip kostet 3€ und weist bei der Fertigung einen Defect Level von 5% auf. Die Kosten für die Reparatur des Servers aufgrund eines defekten DMA-Controllers betragen im Mittel 1000€.

- (a) Welchen finanziellen Schaden verursachen die Reparaturkosten für die nicht entdeckten Controller-Chips?
- (b) Durch einen Funktionstest aller mit dem Controller bestückten Platinen vor dem Einbau in den Server könnte man 70% der verbliebenen Defekte erkennen, für die sich die Reparaturkosten dann auf 200€ reduzieren. Ist die Anwendung eines solchen Tests wirtschaftlich sinnvoll, wenn dadurch Testkosten von 40€ je Platine anfallen?
- (c) Durch einen Built-in Self-Test kann die Defektrate des Chips von 5% auf 1% vermindert werden. Ist die Anwendung des BIST wirtschaftlich sinnvoll, wenn die zusätzlich benötigte Testlogik den Preis des Controllers auf 4€ erhöhet?

d) 1.000.000 STÜCK  
 DEFECT LEVEL: 5%

$1.000.000 \cdot 5\% = 50.000$   
 $50.000 \cdot 1000 \text{ €} = 50.000.000 \text{ €}$

b)  $50.000 \cdot 30\% = 15.000$

$15.000 \cdot 200 \text{ €} = 3.000.000 \text{ €}$

TESTKOSTEN:  $40 \text{ €} \cdot 1.000.000 = 40.000.000 \text{ €}$

$43.000.000 \text{ €} < 50.000.000 \text{ €}$   
 JA! SINNVOLL

c)  $1.000.000 \cdot 1\% = 10.000$

$10.000 \cdot 1000 \text{ €} = 10.000.000 \text{ €} + 4 \text{ €} \cdot 1.000.000 = 14.000.000 \text{ €} < 50.000.000 \text{ €}$   
 JA!

Beispiel 4

Als erste Aufgabe in einer neuen Firma bekommen Sie von Ihrem Chef ein Stück VHDL-Code. Es beschreibt angeblich eine State-Machine, die ein Spiel implementiert. Ihr Vorgänger hat den Code kurz vor seiner Entlassung geschrieben und Ihre Aufgabe besteht nun darin, die Funktion des Codes nachzuvollziehen.

```
architecture cryptic of game is
  signal a, b, k, p, x, y: std_logic;
  SYNC ONE: process (k, p)
    if k = '1' then
      x <= '0';
    else
      if p'event and p = '1' then
        x <= y;
      end if;
    end if;
  end process ONE;
```

SYNC

} RESET

BEI JEDER STEIGENDE

CLK-FLANKEN MINUT X DEN WERT VON Y AN

X ... EINGANG  
Y ... TENDONAL  
a ... TASTEN  
b ... AUSGANG  
k ... RESET  
p ... CLK

TOGGLE

```
TWO: process (a, x)
  if a = '0' then
    y <= x;
  else
    y <= NOT(x);
  end if;
end process TWO;
```

WENN a = '0' DANN BLEIBT Y AUF X  
SONST TOGGLEN

OUTPUT

```
THREE: process (a, x)
  if a = '1' then
    b <= '0';
  else
    b <= x;
  end if;
end process THREE;
end cryptic;
```

= KNOPE NICHT GEDRÜCKT  
WENN a = '0' DANN WIRD AUFWELCHEN ZUSTAND  
AUSGEFÜHRT. SONST WIRD b AUSGEFÜHRT

- Welches Signal entspricht dem Takt? Begründen Sie! p WEGEN if p'event and p = '1' then  
Ist die steigende oder die fallende Taktflanke die aktive? STEIGENDE
- Welches Signal entspricht dem Reset? k  
Handelt es sich um einen synchronen oder einen asynchronen Reset? ASYNCHRON  
Ist der Reset HI-aktiv oder LO-aktiv? Begründen Sie! HIGH AKTIV WEIL k = '1' AKTIVIERT WIRD
- Handelt es sich um eine State-Machine vom Moore-Type oder vom Mealy-Type?  
Begründen Sie! MEALY, WEIL EINGANG a (TASTEN) SICH SOFORT AUF  
Beschreiben Sie die Teilaufgaben der einzelnen Prozesse! AUSGANG AUSWIRKT,
- Beschreiben Sie die Funktion des Spieles:  
Welches Signal entspricht dem Eingang, welches dem Ausgang?  
Was passiert mit dem Zustand und dem Ausgang wenn der Eingang auf '1' geht?  
Was passiert beim Reset? X WIRD AUF 0 GEBREIT,