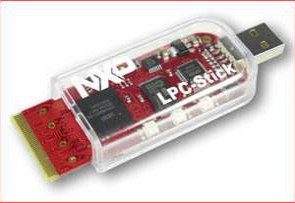


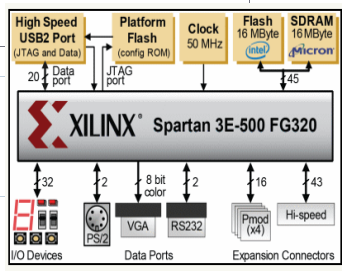
Informatik
HAW Hamburg



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Computer Engineering WS 2012

Digitale Systeme
ASM



Prof. Dr. B. Schwarz

Informatik
HAW Hamburg

Digitale Systeme

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

3. Architektursynthese

ASM-Diagramm für Multizyklus-Datenpfade

Prozessorelement für eine S-Kurvenapproximation

Gemeinsame Nutzung von Hardware Funktionseinheiten
(Ressource Sharing)

Gemeinsame Register- / Speicher-Nutzung
(Register Sharing)

VHDL-Modell des PE mit Fixed-Point Arithmetik im Q-Format

Datenpfad in Pipelinestruktur

Dynamische Systeme mit Rückführung

Multizyklusdatenpfad für ein Filter 1. Ordnung

Ergebnisübergabe an Folgezyklen



3.1 Entwurf digitaler Systeme mit ASM-Diagrammen (ASM = Algorithmic State Machine)

- ASMs dienen der Beschreibung von Zustandsautomaten auf einer höheren, algorithmischen Abstraktionsebene. Sie beschreiben die sequentiellen Operationen eines digitalen Systems, das einen Algorithmus implementiert. Ein Algorithmus ist eine gesteuerte Sequenz von Aktionen und/oder Berechnungsschritten mit zyklischer Aktualisierung der Eingangswerte.
- ASMs eignen sich insbesondere für Multizyklus-Datenpfade mit einer Sequenz von Rechenschritten, die jeweils bei Aktualisierung der Eingangsgrößen neu gestartet wird.
- Es wird also vorausgesetzt, dass gilt $\text{Datenrate} \ll f_{\text{clk}}$

3

CE - DS 3.1 ASM



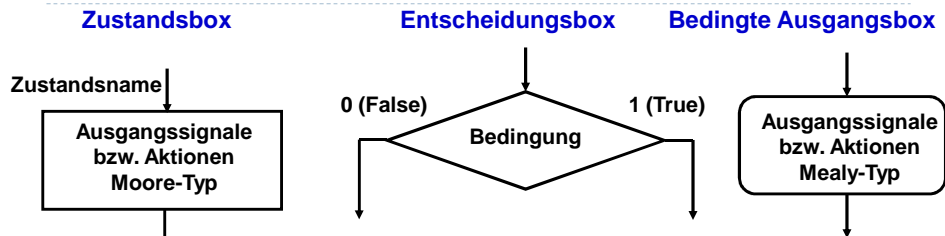
ASMs

- ASM Diagramme ähneln den Flussdiagrammen, die in den Anfängen der Computerprogrammierung genutzt wurden. Im Gegensatz zu den Flussdiagrammen beschreibt eine ASM ein zeitlich getriggertes Verhalten, da die Übergänge zwischen den Zuständen durch die Flanken eines Taktsignals ausgelöst werden.
- ASM-Diagramme werden mit drei Elementen aufgebaut.

4

CE - DS 3.1 ASM

Grafische ASM-Notation



Zustandsbox: Ein Rechteck kennzeichnet den Zustand eines digitalen Systems. Anders als bei einem Zustandskreis existiert nur ein Ausgangspfad. Innerhalb der Box werden die zugehörigen Aktionen bzw. **Moore-Ausgangssignale** angegeben. Die Ausgänge werden parallel aktualisiert, wenn der Zustand nach einer positiven Taktflanke erreicht wird.

Abkürzung für das Setzen des Signals Z = '1': **Z**

Gespeicherte mathematische Operationen: **COUNT ← COUNT+1**
MULT ← A*B

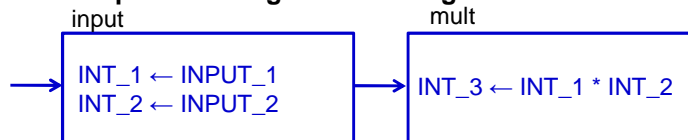
5

CE - DS 3.1 ASM

RTL-Notation

- Gemäß der RTL-Notation (RTN) bedeutet in diesem Zusammenhang die Zuweisung mit dem Pfeil \leftarrow , dass von einer FSM ein hier nicht dargestelltes Clock-Enable-Signal gesetzt wird, mit dem die Übernahme des Ergebnisses der Rechten-Seite in ein Register bei der nächsten positiven Taktflanke initiiert wird!

- Gespeicherte Signalzuweisungen:



Note that the content of the Moore state boxes describes the values which are available in the subsequent state:

The action which is described in a Moore state box goes effective after the next pos. clock edge.

6

CE - DS 3.1 ASM



Bedingte Verzweigungen – Mealy Ausgänge

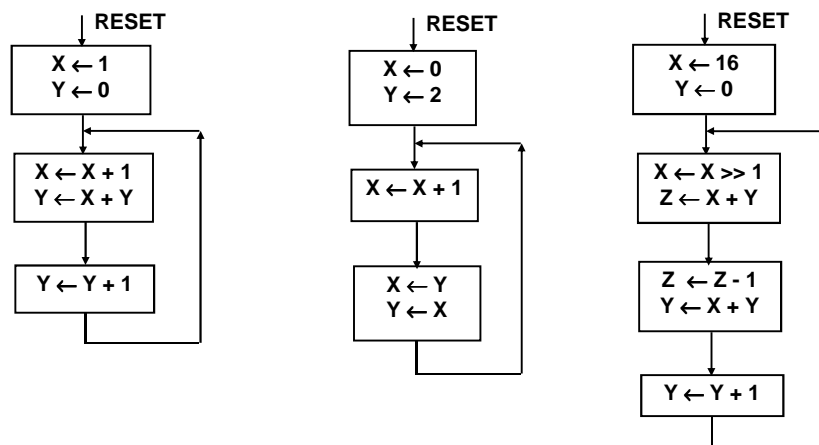
- **Entscheidungsbox:** Kennzeichnet die Bedingung für einen Zustandsübergang. Innerhalb der Box wird die zu testende Bedingung von Eingangssignalen angegeben. Z.B.:
 W bedeutet, dass das Eingangssignal W zu testen ist
 $W1 \vee W2$ $W1$ oder $W2$ müssen wahr sein
- **Bedingte Ausgangsbox:** Ein abgerundetes Rechteck beschreibt ein **Mealy-Ausgangssignal**. Bedingte Ausgangsboxen sind Ausgänge von Entscheidungsboxen, in denen die zu testenden Eingangssignale stehen. Der Ausgangspfad kann zu einer Zustandsbox oder zu einer weiteren Entscheidungsbox führen.

7

CE - DS 3.1 ASM



Beispiele zu ASM-Charts mit RTN

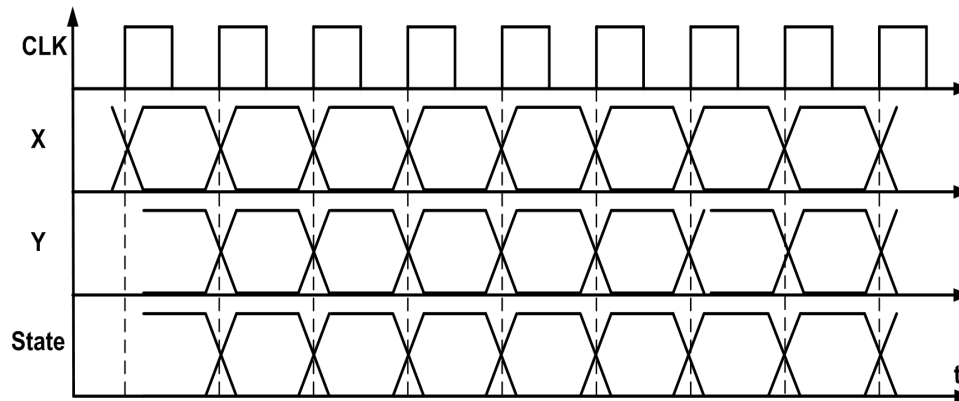


8

CE - DS 3.1 ASM



Timing Diagramm zur ASM-Chart



9

CE - DS 3.1 ASM



Behavioural description of an algorithm with an ASM-chart

- According to the following C-code of a factorial $n!$ calculation an ASM-chart has to be developed.
- With a push button signal **PB = 1** the algorithm will be started otherwise it is idling. A **READY** signal is asserted if the algorithm is idling and **READY** will be zero if the algorithm is running.
The signal assignment operations should be scheduled to different states.

```

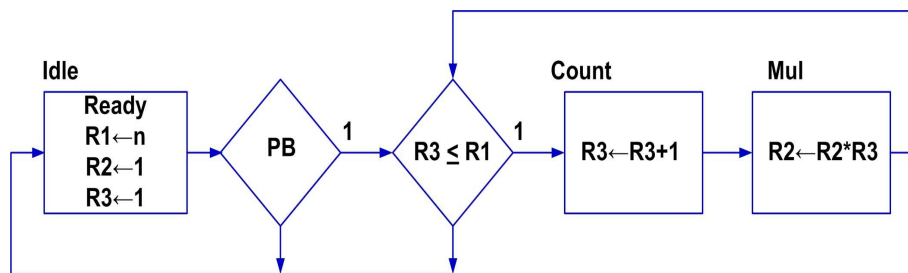
R1 = n;          /* input */
R2 = ? ;         /* result */
R3 = ? ;         /* counter */
while ( R3 < R1)
{
    R3 = R3 + 1;  /* order is important*/
    R2 = R2 * R3;
}

```

10

CE - DS 3.1 ASM

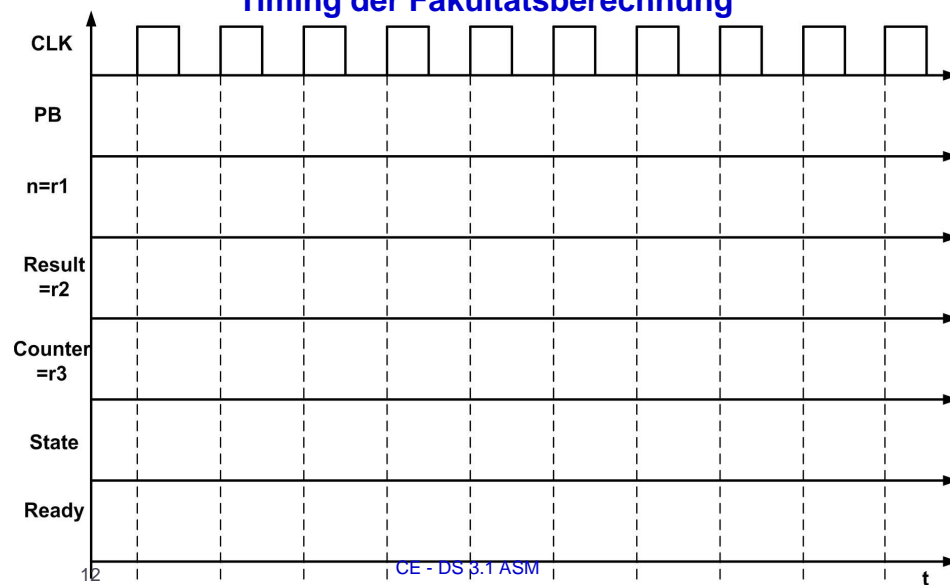
ASM Chart der Fakultätsberechnung



11

CE - DS 3.1 ASM

Timing der Fakultätsberechnung



12

CE - DS 3.1 ASM