

Microcontroller

Selbststudium Semesterwoche 1

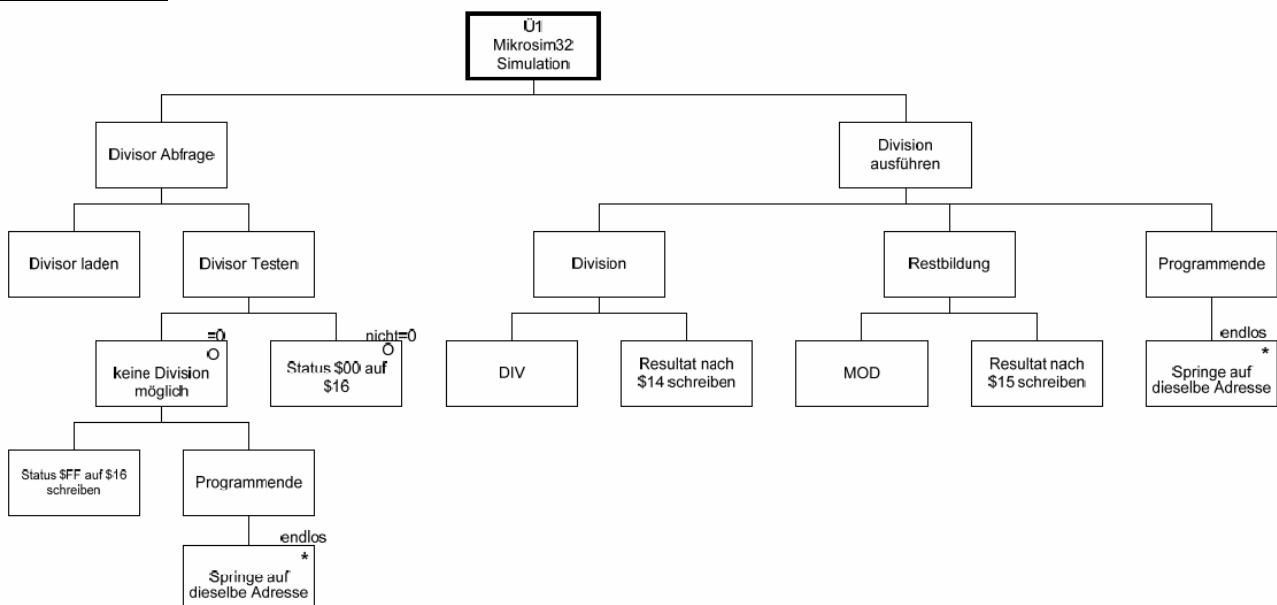
Aufgabe

Mithilfe des Mikrosim32-Simulators soll eine 8 Bit Division ausgeführt werden. Dazu muss der Mikrocode (mikrocode.mcs) modifiziert werden und da sentsprechende Programm geschrieben werden.

Spezifikationen:

- Input: Dividend-Adresse = 12h
- Input: Divisor-Adresse = 13h
- Output: Quotient-Adresse = 14h
- Output: Rest-Adresse = 15h
- Eine Division durch 0 ist nicht zulässig.
- Output: Flag-Adresse = 16h (falls Divisor = 0, dann 16h=FFh, sonst 16h = 00h).

Struktogramm:



Mikrocode:

Zuerst müssen die CPU Funktionen für MOD und DIV implementiert werden:

CASE 3: MOD

```

SA 1
ALU (MOD)
TO
TA
SP 0
  
```

CASE 4: DIV

```

SA 1
ALU (DIV)
TO
TA
SP 0
  
```

Programm Code:

```
00 LDA 13
01 JNZ 05
02 LDA 11 // Status $FF schreiben
03 STA 16
04 JMP 04 // Endlos-Schleife, falls Divisor=0
05 LDA 10 // Status 0 schreiben
06 STA 16
07 LDA 12
08 DIV 13
09 STA 14 // Quotient schreiben
0A LDA 12
0B MOD 13
0C STA 15 // Rest schreiben
0D JMP 0D // Endlos-Schleife
0E 00000000
0F 00000000
10 00000000 // Statuswert $00
11 11111111 // Statuswert $FF
12 00000000 // Dividend
13 00000000 // Divisor
14 00000000 // Quotient
15 00000000 // Rest
16 11111111 // Status
```

Kontrollfragen

1. Worin besteht der Begriffsunterschied zwischen Mikroprozessor, Mikrocontroller und "Single Chip Computer"?
2. Was ist in der Mikrocomputertechnik eine Operation, was ein Operand?
3. Wie verläuft die Abarbeitung eines Befehls in den Grundzügen?
4. Welche drei Hauptteile machen die Von Neumann Architektur aus?
5. Zählen Sie Komponenten eines Computersystems auf, welche Sie bis jetzt kennen gelernt haben.
6. Welche Bussysteme können bei Mikrocontrollern unterschieden werden?
7. Welche Busse kennen Sie? Welche der Busse sind in der Regel bidirektional?
8. Was versteht man unter dem "Registerblock" eines Mikrocontrollers?
9. Bestehen Beziehungen zwischen der Adressierung von Speicherplätzen und Peripheriegeräten?
10. Wieso legt man Programme nicht auf RAMs sondern in ROMs ab?
11. Welche ROM Arten kennen Sie, kurze Erläuterung?
12. Wo und wieso braucht es einen Refresh-Zyklus?
13. Wieviele Bit Speicherplätze in Hex hat ein 32k x 8 Eprom? Wieviele Adressleitungen werden benötigt? Wie lautet die höchste Adresse in Hex?
14. Welche Signale kennen Sie bei Speichern nebst den Adress- und Datensignalen?
15. Welche Hauptunterschiede bestehen zwischen statischen und dynamischen RAMs?
16. Erklären Sie Zugriffs- und Zykluszeit.
17. Erklären Sie Setup-, Hold-, Delay- und Transistion-Time.
18. Welche Gruppen von Steuersignalen lassen sich bilden?
19. Was ist im MemoryMap ersichtlich und wozu ist es gut?
20. Welche Probleme treten bei der Speicheradressierung auf?

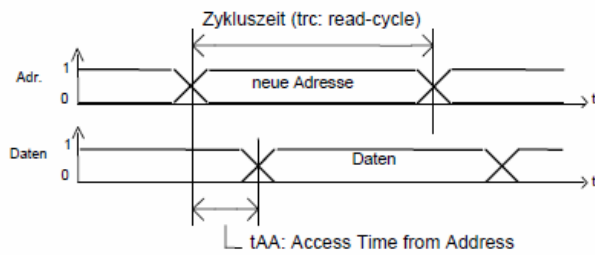
Antworten

1. Ein Mikroprozessor enthält elementare Funktionen einer CPU vereint auf einem einzigen Chip (Integrated Circuit, kurz IC). Im Vergleich dazu bezeichnet man als Microcontroller, welcher neben einer CPU auch noch Peripheriefunktionen (Ein-/Ausgänge) bereitstellt. Ein Single-Chip-Computer wäre wohl der treffende Ausdruck für manche Microcontroller: Sämtliche bereitgestellten Funktionen werden durch einen einzigen Chip bereitgestellt.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Mikroprozessor>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>
2. Ein Operand ist eine Einheit mit welcher eine Operation durchgeführt werden kann. Der folgende arithmetische Ausdruck soll dies verdeutlichen:
 $2 + 3 = 5$
 Das "+" Symbol führt die Operation "Addition" mit den beiden Operanden "2" und "3" durch.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Operand>
3. Grundsätzlich läuft die Abarbeitung eines Befehls in drei Schritten ab:
 1. Befehl aus dem Programmspeicher holen (fetch).
 2. Befehl dekodieren (Operation erkennen; decode).
 3. Durchführung des Befehls (execute).
4. CPU, Speicher, I/O sowie die Busse (Datenbus, Adressbus, Steuerbus).
5. Prozessor, Speicherbausteine, North-/Southbridge, Slots für Erweiterungskarten (PCI, PCI-X, AGP), diverse Peripherie-Controller (USB, RS232, PS/2, Audio, Netzwerk), Flash ROM für BIOS, Peripherie-Anschlüsse (P-ATA, S-ATA, Floppy), diverse andere I/O Ports (Power, Standby, Reset, LED's).
6. Parallele Busse: ISA, ATA, PCI, SCSI.
 Serielle Busse: PCI-Express, Serial-ATA, SAS.
7. Ein Datenbus überträgt Daten zwischen Computerbestandteilen. Ein Bus kann mehrere Peripheriegeräte über den gleichen Satz von Leitungen miteinander verbinden. Im Gegensatz zum Adressbus oder Steuerbus ist der Datenbus bidirektional, d.h. es kann festgelegt werden, in welche Richtung die Daten "fliessen" sollen (Read/Write).
<http://de.wikipedia.org/wiki/Bussysteme#Datenbus>

Ein Adressbus ist im Gegensatz zum Datenbus ein Bus, der nur Speicheradressen überträgt. Die Busbreite (=Anzahl der Verbindungsleitungen) bestimmt, wie viel Speicher direkt adressiert werden kann. Wenn ein Adressbus n Adressleitungen hat, können 2^n Speicherstellen direkt adressiert werden. (Beispiel: Bei einem 32-Bit-System können also $2^{32} = 4'294'967'296$ Byte = 4 GB adressiert werden). Der Adressbus ist unidirektional, sofern er nicht im DMA-Modus betrieben wird.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Bussysteme#Adressbus>

Der Steuerbus dient zur Steuerung von Prozessor-internen Abläufen wie Read-/Write-Steuerung (Flussrichtung auf dem Datenbus), Interrupt-Steuerung, Buszugriffssteuerung, Taktung, Reset- und Statusleitungen. Der Steuerbus ist auch dazu verantwortlich, dass der Program Counter nach dem Ausführen eines Befehls erhöht wird.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Bussysteme#Steuerbus> .28Kontrollbus.29
8. Als Registersatz (auch "Registerblock", engl. "Register Set") bezeichnet man die Menge aller Register eines Mikroprozessors. Die Speichergrösse von Register ist enorm gering. Der Grund dafür liegt in der Adressierungsproblematik: Sobald grosse Mengen Speicher verwaltet werden müssen, bedarf es einem Adressdecoder, welcher den Zugriff auf die einzelnen Speicherzellen regelt. Dabei würde man sehr viel Rechenzeit verlieren. Register zeichnen sich folglich als sehr schneller Zwischenspeicher für Daten und CPU-internen Befehlen/Konfigurationen.
 Der Aufbau eines CPU-Registers ist herstellerabhängig und kann im entsprechenden Datenblatt erkundigt werden.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Registersatz>
[http://de.wikipedia.org/wiki/Register_\(Computer\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Register_(Computer))

9. Beim Memory Mapped I/O werden die Register des Peripheriegerätes auf Speicherzellen innerhalb des gewöhnlichen Adressraumes abgebildet und vom Prozessor auch als solche angesteuert. Beim Isolated I/O verwendet man hingegen einen isolierten Adressraum, der wesentlich kleiner ist und separat vom Hauptspeicher-Adressraum angesteuert wird. MMIO erlaubt eine wesentlich elegantere Durchführung von I/O-Operationen. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass Speicheradressen für die Adressierung von I/O-Ports verbraucht werden. Die Speicherstellen können nicht doppelt belegt werden...
http://de.wikipedia.org/wiki/Isolated_I/O
http://de.wikipedia.org/wiki/Memory_Mapped_I/O
10. Ein RAM verliert den gespeicherten Inhalt, wenn die Spannung entfernt wird. Ein ROM hingegen enthält fest eingetragene Informationen, welche selbst bei kompletter Stromlosigkeit erhalten bleiben. Programme müssen zwingend im ROM (oder in einem andere persistenten Speicher) abgelegt werden, ansonsten müsste ein Microcontroller bei jedem Start neu programmiert werden.
11. ROM → Read Only Memory → nur zum Fertigungszeitpunkt programmierbar, sehr preisgünstig.
 PROM → Programmable Read Only Memory → einmalig programmierbar.
 EPROM → Erasable Programmable Read Only Memory → löscherbar mit UV-Licht.
 EEPROM → Electrically Erasable Programmable Read Only Memory → elektrisch löscherbar.
 EAROM → Electrically Alterable Read Only Memory → elektrisch umprogrammierbar.
 REPROM → Reprogrammable Read Only Memory → vergleichbar mit EPROM, löscherbar mit UV-Licht.
 PEROM → In-System Programmable and Erasable Read Only Memory → Vergleichbar mit EEPROM. Löschalgorithmen sind bereits auf dem Chip vorhanden.
12. Dynamische RAM (DRAM) speichern Informationen als elektrische Ladung in einem Kondensator. Eine Refresh-Logik ist dafür zuständig, dass die Ladung der einzelnen Kondensatoren regelmässig erneuert wird. Die Kondensatoren würden ansonsten ihre Ladung – und somit die gespeicherten Bits – innerhalb kurzer Zeit verlieren.
13. → Anz. Bit-Speicherplätze = $32 * 2^{10} * 8 = 262'144_{\text{dez}} = 04'00'00_{\text{hex}}$
 → Anz. Adressen = $32 * 2^{10} = 32'768_{\text{dez}}$
(jede dieser Adressen kann 8 Bit speichern)
 → Anz. Adressleitungen = $\text{solve}(2^n = 32'768, n) \rightarrow \log_2(32'768) = n = 15 \text{ Bit}$
(weil pro 8 Bit Adressraum eine einzige Adresse benötigt wird)
 → Höchste Speicheradresse = $(2^n) - 1 = 0x03FFFF$ (da die Indexierung bei 0 und nicht bei 1 beginnt).
 Hinweis: $1K = 2^{10} = 1024 \text{ Bit}$
 $1k = 10^3 = 1000 \text{ Bit}$
- | Bit Index | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | | | | 0 | | | | 0 | | | | 0 | | | | | | | |
14. Steuersignale. Einige Beispiele:
 → RESET zum Zurücksetzen des Program Counters
 → INT zum anfordern einer Unterbrechungsaufforderung (Interrupt).
 → IO/M (I/O-Memory) zum Unterbrechen zwischen I/O- und Speicherzugriff.
15. Statisches RAM (SRAM) speichert Informationen in einzelnen Flip-Flops. Ein Flip-Flop setzt sich aus mehreren Transistoren zusammen, ist deshalb ziemlich teuer aber auch viel schneller als dynamisches RAM. Beim DRAM kommen Kondensatoren zur Speicherung von Informationen zum Einsatz. Das beschreiben von DRAM dauert länger als SRAM. Insbesondere darum, weil beim Setzen eines Bits von 1 auf 0 auf die Entladung des Kondensators "gewartet" werden muss.
16. Neben der Grösse zählen auch Zugriffszeit und Zykluszeit zu den grundlegenden Charakteren eines Speichers. Als Zugriffszeit versteht man die Verzögerungszeit, welche zwischen dem Auslesen der Speicherzelle und dem Eintreffen der darin abgelegten Informationen verstreicht. Dasselbe gilt für die Schreibverzögerung. Die Zykluszeit kennzeichnet die Zeitspanne zwischen dem Beginn zweier zyklisch wiederkehrenden Vorgängen (z.B. die Zeit, in welcher eine Adresse noch auf dem Adressbus liegt).



- 17. Setup-Time: Gibt an, wie lange vor einem kritischen Ereignis ein Signal schon bereit sein muss, damit es korrekt interpretiert werden kann.
Hold-Time: Gibt an, wie lange nach einem kritischen Ereignis ein Signal noch anliegen soll, damit es sicher richtig interpretiert wird.
Delay-Time: Die Zeit, bis ein Signal nach dem Ereignis mit einem Flankenwechsel auf "EIN" bzw. "1" reagiert.
Transition-Time: Gibt die Zeit für einen Zustandswechsel (0 zu 1 oder umgekehrt) an.

18. RD, WR, IORQ, MREQ.

19. Eine Memory Map dient als Übersicht über die verschiedenen Arten von Speicher, welche ein Microcontroller bereitstellt.

Ein Beispiel:

| Adresse (Hex) | Speicher |
|---------------|--------------------|
| 0000 | internes RAM |
| 00FF | |
| 1000 | interne Register |
| 103F | |
| 2000 | externes RAM |
| 3FFF | |
| 4000 | externes EPROM |
| 5FFF | externes EEPROM |
| 6000 | |
| 7FFF | |
| E000 | internes ROM |
| FFBF | Interrupt Vektoren |
| FFC0 | |
| FFFF | |

20. Nicht alle Adressen können durchgängig verwendet werden, da nicht an allen Adressen tatsächlich Speicherbausteine vorhanden sind.