

Die Mikrocontroller der ST6-Familie von ST sind in Elektor schon oft verwendet worden. Der Vorteil dieser Controller war bisher die Vielseitigkeit in der Anwendung dank der reichhaltigen Auswahl an flexibel einsetzbarer Peripherie auf dem Chip. Je nach Anwendung war die relativ niedrige Arbeitsgeschwindigkeit aber nicht immer optimal. Das soll jetzt mit der ST-7-Familie anders werden - bei nochmals erweiterten I/O-Möglichkeiten.

ST7-Controller

Schneller, flexibler und mit mehr Möglichkeiten



Mikrocontroller-Anwendungen sind vor allem in der Automobil- und in der Telekommunikationsindustrie weiter auf dem Vormarsch. Aber auch bei PC-Komponenten wie bei Monitoren werden Mikrocontroller in sehr großen Stückzahlen eingesetzt. In diesem Bereich haben konnten sich die neuen ST-7-Controller dank ihrer höheren Rechenleistung bereits gut etablieren. Für die mobile Telekommunikation ist auch der geringe Leistungsbedarf von Vorteil, während für die Automobilindustrie ein integriertes CAN-Bus-Interface von Bedeutung ist. Weitere Marktsegmente werden mit einem SCI-Interface (serial communications interface) angesprochen. Eine neue programmierbare Interrupt-Struktur eröffnet die Möglichkeit, Prioritäten für die verschiedenen Interrupts flexibel zu konfigurieren.

ST-7-Controller sind in sechs verschiedenen Gehäusebauformen (darunter auch SMD) erhältlich, die je nach Ausführung 28, 32, 42, 44, 56 oder 64 Anschlüsse aufweisen. Neben der unterschiedlichen Ausstattung im I/O-Bereich unterscheiden sich die einzelnen Mitglieder der ST-7-Familie auch in der Speicherausstattung, wobei wie üblich bei den einzelnen Typen unterschiedliche Optionen gewählt werden können. Speziell für den industriellen Bereich mit großen Stückzahlen stehen auch ROM-Versionen zur Verfügung, während mit OTP-Ausführungen Anwendungen in Kleinstückzahlen abgedeckt werden. Einige ST-7-Versionen verfügen auch über einen integrierten EEPROM-Speicher. Insgesamt umfaßt die ST-7-Familie derzeit an die 30 Mitglieder. Dabei sind folgende I/O-Funktionen verfügbar:

- ✓ 16-bit-Timer
- ✓ Watchdog-Timer
- ✓ A/D-Wandler
- ✓ D/A-Wandler
- ✓ Asynchrones Interface
- ✓ SPI
- ✓ I²C-Interface
- ✓ USB
- ✓ CAN

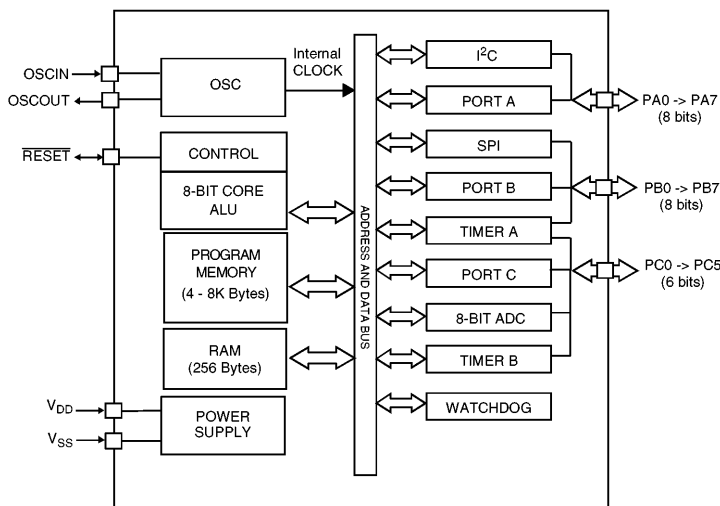
Familienchronik

ST-Microelectronics hat die ST-Controllerproduktlinien in vier Gruppen für verschiedene Anwendungsbereiche unterteilt.

Die bekannten ST6-Typen sind stromsparende, aber relativ langsame 8-bit-Controller mit 1,2 bis 8 KByte ROM und einer Reihe von I/O-Funktionen. Sie finden in Consumer-Applikationen ebenso Anwendung wie für einfachere Steuerungsaufgaben im industriellen Bereich.

Die neueren ST-7-Controller sind ebenfalls 8-bit-Prozessoren, die einen Industrie-Standard-Befehlssatz (ähnlich der Motorola HC-Familie) verwenden und über 256 Byte bis 3 KByte RAM, 4 bis 40 KByte ROM und erweiterte I/O-Funktionen verfügen. Die Rechenleistung erlaubt Anwendungen im Automotive-Bereich und Consumer-Bereich, wie beispielsweise für Fernbedienungen oder RDS-Dekoder.

Für höhere Anforderungen an die Geschwindigkeit und den Datendurchsatz ist die ST9-Familie geeignet, die bei 8 bit breitem Bus eine 16-bit-CPU mit einer Befehlszeit von 250 ns besitzt. Der Prozessor unterstützt mehrere Adressierungsarten und verfügt über DMA, ein leistungsfähiges Interrupt-System und



992029 - 11

Bild 1. Der ST7 ist ein leistungsfähiger Mikrocontroller, der sich durch die vielseitigen I/O-Möglichkeiten der verschiedenen Controller-Versionen auszeichnet.

viele I/O-Funktionen. Die ROM-Größe beträgt zwischen 16 und 128 KByte, die minimale RAM-Ausstattung ist wiederum 256 Byte. Größter Abnehmer für ST9-Controller ist die Automobilindustrie. Der leistungsfähigste Vertreter der ST-Reihe ist der ST10-Controller, der neben der 16-bit-CPU auch einen 16 bit breiten Bus hat und für einen Befehl nur 100 ns braucht. Die Speicherausstattung beinhaltet neben 10 KByte RAM auch 72 KByte Flash-Speicher, auch die I/O-Ausstattung kann sich sehen lassen. Der Controller kann auch in sehr anspruchsvollen Anwendungen wie in Energiemanagement- und Airbag-Systemen eingesetzt werden.

Struktur

Der ST7-Controller verfügt über eine klassische Von-Neumann-Architektur, bei der alle Systemkomponenten wie Speicher, Timer und I/O im gleichen Adreßbereich zu finden sind. Intern verfügt der 8-bit-Prozessor über sechs Register (A, X, Y, PC, SP und CC). Dazu kommt noch ein 16-bit-Programmmähler (PC) und ein ebenso großer Stack-pointer (SP). Der Geschwindigkeitsunterschied zum ST6 ergibt sich vor allem dadurch, daß der ST6 intern über keinen parallelen Bus verfügt, sondern seriell arbeitet. Der ST7-Befehlssatz umfaßt 63 Befehle mit 17 verschiedenen Adressierungsarten. Es gibt einige sehr leistungsfähige Befehle, wie 8 bit breite Multiplikation, Bitmanipulationen und verschiedenen Bit/Byteumsetzungen und Sprungbefehle. Die Peripherie wird über verschiedene Interrupts und Register gesteuert (siehe

Bild 1).

Da der Adreßbus 16 bit breit ist, beträgt der maximale Adreßbereich 64 K, was für die dem ST7 zugedachten Anwendungen mehr als ausreicht. Ein Block von 256 Bytes (0000...00FF_H) ist für eine "page 0" reserviert, so daß der Speicherbereich in zwei Abschnitte aufgeteilt ist. Dieser reservierte Bereich kann mit einer 8-bit-Adresse erreicht werden, der restliche Speicherbereich ist hingegen nur in einem 16-bit-Adreßmodus zugänglich. Alle I/O-Ports sind in Page 0 zu finden, für diese Funktionen ist der

Speicherblock von 0000_H bis 0080_H reserviert (siehe Bild 2).

Der Prozessor arbeitet mit einer Taktfrequenz von 16 MHz. Softwaremäßig kann der Prozessor in die Zustände WAIT, SLOW und HALT gesetzt werden, um den Stromverbrauch erheblich zu reduzieren.

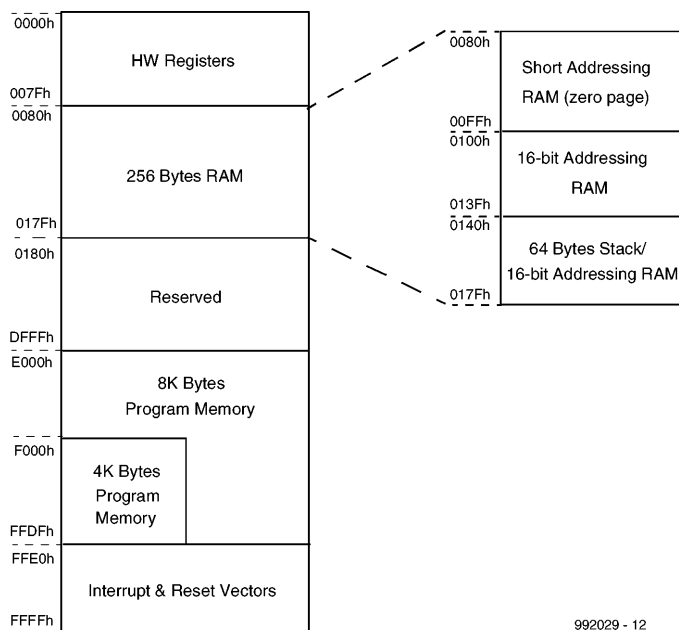
Register-Verwendung

Wie bereits erwähnt, verwendet der ST7 sechs Register.

Der Akkumulator (A) ist das bekannteste Register des Prozessors, das für logische und mathematische Operationen verwendet wird. Wenn ein Befehl nur aus zwei Operanden besteht und dabei zwei Operatoren verwendet werden, kann der Befehl nur ausgeführt werden, wenn einer der beiden Operatoren im Akku steht.

Befehle, die nur einen Operanden benötigen, wie zum Beispiel Inkrement, Dekrement, Komplement, Vergleich und so weiter können sich direkt auf den Akku oder einen Speicherplatz beziehen.

Im Condition Code Register (CC) werden Bits (Flags) gespeichert die mehr oder weniger unabhängig voneinander funktionieren. Ist das Ergebnis einer Addition zum Beispiel Null, dann wird das Z-Flag gesetzt, bei jedem anderen Ergebnis wird es zurückgesetzt. Ist das Ergebnis einer Operation negativ, dann wird das N-Flag gesetzt, bei jedem anderen Ergebnis wird es ebenfalls zurückgesetzt. Das CC-Register spei-



992029 - 12

Bild 2. Wie zu erwarten, hat ein 8-bit-Prozessor 64KByte Adreßraum, dessen Aufteilung hier zu sehen ist.

chert die Flags nach der Ausführung eines Befehls. Sie können danach für einen bedingten Sprungbefehl verwendet werden.

Das CC-Register enthält die folgenden Flags:

- C-Flag, symbolisiert den Carry
- Z-Flag, gesetzt, wenn das Ergebnis 0 ist
- N-Flag, gesetzt, wenn das Ergebnis negativ ist
- I-Flag, wird für die Freigabe aller Interrupts verwendet
- H-Flag, für Half Carry, wird verwendet, um ein Carry-bit zwischen zwei Nibbles weiterzugeben.

Die Index-Register (X und Y) werden bei Operationen zur Speicherung von Adressen verwendet. Sie bilden eine Ergänzung des Akkus, der die zur Operation gehörenden Daten speichert.

Der Program Counter (PC) ist das Register das die Abarbeitung eines Programms steuert. Der Program Counter enthält die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls. Der Inhalt dieses 16-bit-Zählers kann durch Befehle (wie bedingte Sprungbefehle) modifiziert werden.

Als letztes ist der Stack Pointer zu erwähnen, der bei der Stackverarbeitung eine Schlüsselrolle einnimmt. Für diesen Speicher ist ein Speicherblock von 0140_H bis 017F_H reserviert.

In **Bild 3** ist die Architektur des CPU-Kerns dargestellt.

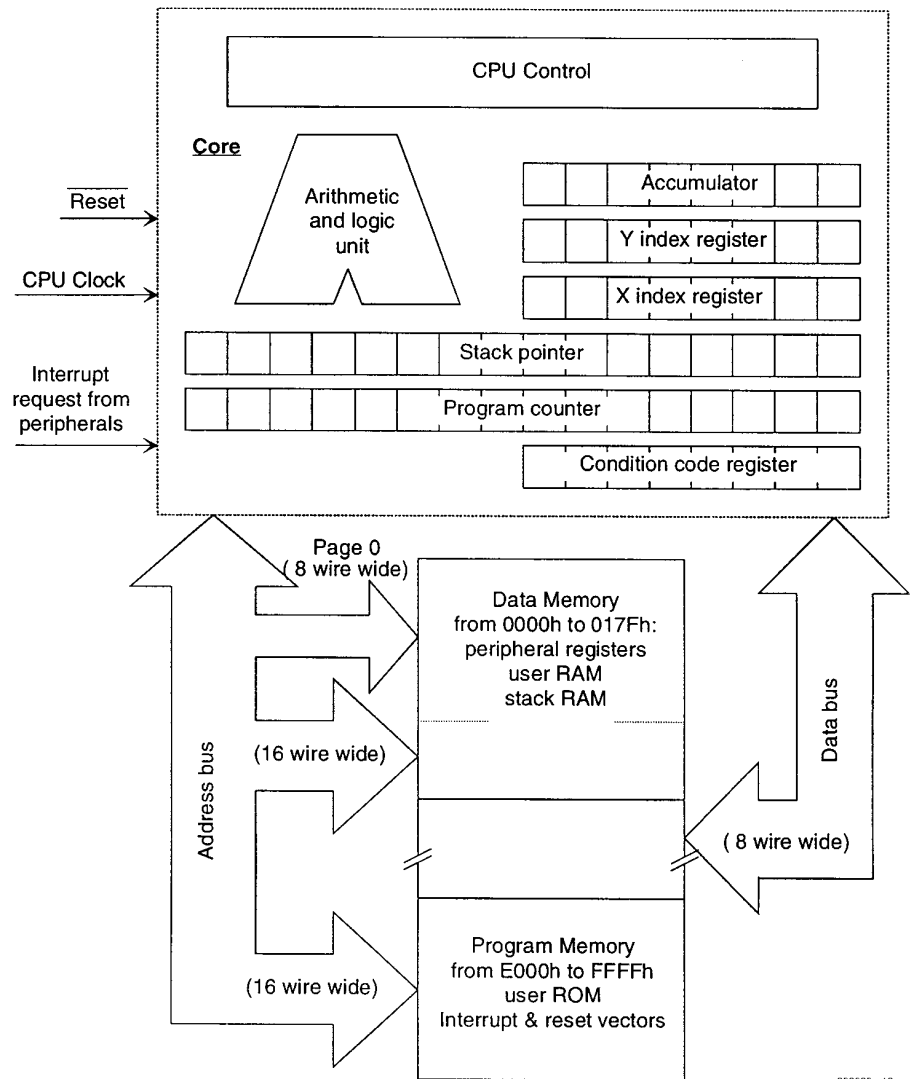


Bild 3. Die Architektur der CPU des Mikrocontrollers mit dem zugehörigen Daten- und Programmspeicher.

Integrierte I/O-Funktionen

Die nachfolgende Übersicht beschreibt die je nach ST7-Version verfügbaren I/O-Funktionen:

Parallele I/O

Die bidirektionalen I/O-Leitungen sind in Achtergruppen angeordnet. Die Anzahl verfügbarer I/O-Leitungen hängt vom gewählten Gehäuse ab. Die I/O-Leitungen können auch durch mehrere I/O-Funktionen gemeinsam verwendet werden und haben eine Mehrfachfunktion, die durch die Software definiert wird. Es können Daten ausgegeben oder eingelesen werden. Mit Hilfe der Register Data Direction und Option können die Eigenschaften eines jeden I/O-Pins festgelegt werden.

16-bit Timer

Der Timer enthält einen freilaufenden 16-bit-Zähler mit eingebautem Prescaler. Jeder Timer hat zwei Eingänge für Synchronisationszwecke und zwei Ausgänge. Mit den Timern können Impulse gemessen oder auch ausge-

geben werden.

Ein Timer-Overflow oder andere timerbezogene Ereignisse werden im Statusregister festgehalten und können optional einen Interrupt auslösen.

Watchdog-Timer

Der eingebaute Watchdog-Timer enthält ein nachladbares 7-bit-Register, das einen Reset des Prozessors auslöst sobald ein voreingestellter Wert erreicht wird. Bei normaler Verwendung muß die Software mit einer bestimmten Wiederholungsrate den Zähler nachladen, so daß die Resetbedingung nicht erreicht wird. Hängt sich das Programm auf, so wird der Zähler nicht mehr nachgeladen und löst nach Ablauf der Wartezeit einen Reset aus. Ein Software-Reset reicht normalerweise aus, um das festgelaufene Programm zu unterbrechen und erneut zu starten. Der "Software-Watchdog" wird durch die Software aktiviert, der Hardware-

Watchdog ist durch die Hardware permanent aktiviert.

A/D-Umsetzer

Der eingebaute A/D-Umsetzer verfügt über acht analoge Eingänge. Der analoge Wert wird in ein 8-bit-Datenwort umgesetzt. Der Konverter arbeitet nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation. Die analoge Eingangsspannung darf nicht höher sein als die Betriebsspannung des ST7-Controllers, da diese als Referenzspannung verwendet wird.

D/A-Umsetzer

Der integrierte D/A-Umsetzer erzeugt mit 10 bit Auflösung ein pulsbreitenmoduliertes Signal mit einem durch die Software einstellbaren Tastverhältnis. Ein externer RC-Tiefpaß integriert das PWM-Signal zu einer analogen Ausgangsspannung. Einige ST7-Versionen verfügen über einen 12-bit-D/A-Wandler.

Asynchrone serielle Kommunikation

Das SCI-Interface (serial communication interface) liefert dem Anwender eine flexible serielle Vollduplex-Verbindung. Durch einen integrierten doppelten Baudratengenerator steht eine Vielzahl von Baudraten zur Verfügung. Sender und Empfänger arbeiten unabhängig voneinander und können auf verschiedene Datenraten eingestellt werden.

Serial Peripheral Interface (SPI)

Dabei handelt es sich um ein ideales synchrones Interface zur Verbindung eines Masters mit einem Slave. Es werden Systeme mit einem oder mit mehreren Masters unterstützt. Das Interface kann auch für die Kommunikation mit I/O-Chips oder auch mit anderen Prozessoren verwendet werden. Effiziente Register und Interrupts erlauben eine kontrollierte Verarbeitung in der Software ebenso wie ein durch den Anwender definiertes Protokoll.

USB-Interface

Mit diesem standardisierten Interface können Peripheriegeräte wie Monitore, Tastaturen, Scanner, Multimediageräte und dergleichen mehr mit PCs verbunden werden. Ein wesentlicher Vorteil ist unter anderem, daß die Verbindungen im eingeschalteten Zustand gesteckt werden können ("hot pluggable"). Der im ST7 implementierte USB-Anschluß eignet sich für die langsame USB-Variante. Die Daten werden mittels DMA verarbeitet. Die USB-Funktion verfügt über eine integrierte 3,3-V-Versorgung und einen Transceiver. Die Befehle "Suspend" und "Resume" werden durch den Prozessor unterstützt.

I²C-Interface

Der I²C-Bus verbindet Komponenten mit einer Daten- und einer Taktleitung und ermöglicht die synchrone serielle Kommunikation zwischen diesen Bausteinen und dem Controller. Das I²C-Interface des ST7 unterstützt sowohl den Multimaster- als auch den Slave-Modus und eignet sich für Geschwindigkeiten (Signalfrequenzen) bis 400 kHz. Ein zugehöriges Register erfaßt Standardkonditionen wie "bus busy" und "slave

address recognized" ebenso wie Fehlerbedingungen und löst gegebenenfalls einen Interrupt aus. Das Interface unterstützt 7-bit- und 10-bit-Adressierung.

CAN-Bus-Interface

Ein Interface für das CAN-Protokoll (Controller Area Network) trägt der Entwicklung in der (europäischen) Automobilindustrie und im industriellen Bereich Rechnung, wo dieser als sehr störfest geltende Bus zum Standard geworden ist. Das integrierte CAN-Interface unterstützt die CAN-Spezifikation "2.0 active" und "2.0B passive". Das Interface enthält drei 10-bit-Sende-Empfangs-Puffer und zwei 12 bit breite "Message-acceptance-Filter". Die Interface-Baudrate kann bis maximal 1 Mbit/s programmiert werden.

How to start

Es sind verschiedene Entwicklungssysteme verfügbar, die Palette reicht vom einfachen Starterkit bis C-Compiler mit Debugging-Tools. Ein einfaches Starter-

kit besteht aus einer Experimentierplatine mit Dokumentation und einfacher Entwicklungssoftware. Die schon für den ST6 verfügbare Entwicklungsumgebung "Realizer" von Actum ermöglicht auch beim ST7 die Programmierung mit Hilfe grafischer Symbole. Bei dem einfachen Starterkit befindet sich die Dokumentation größtenteils auf einer CD-ROM, die auch die Software enthält. Hardware und Software erlauben die Realisierung nicht allzu komplexer Anwendungen.

Wer sich nach dem Lesen dieses Beitrags noch weiter mit den ST7-Controllern beschäftigen möchte, der findet im Internet bei

<http://www.st.com>

umfassende Informationen über die verschiedenen Controller, die verfügbaren Entwicklungssysteme und natürlich Applikationsberichte, Datenblätter und auch einiges an Software zum Download.

(992029e)

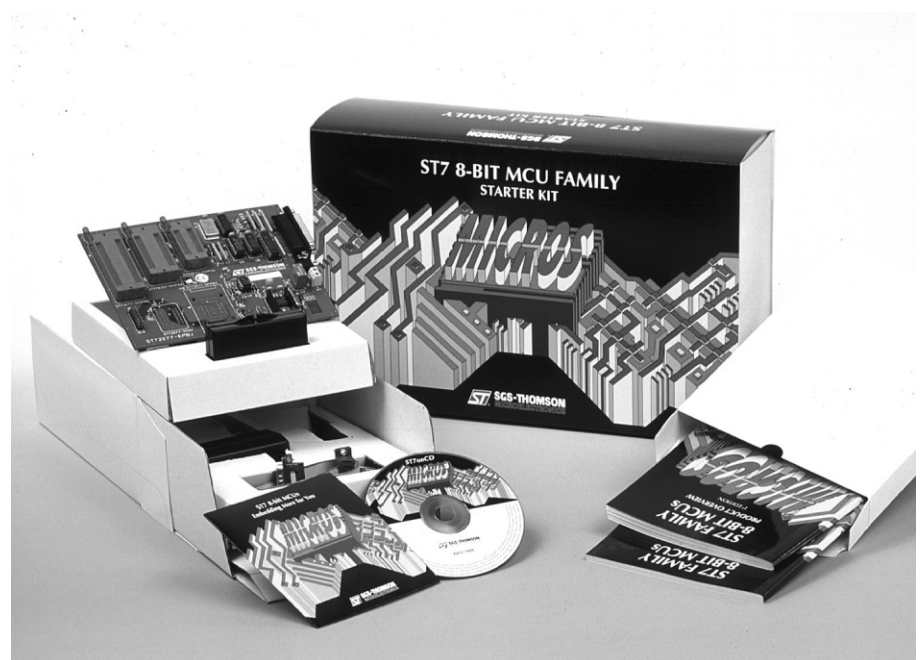


Bild 4. Das ST7 Development Kit von ST Microelectronics ist gut geeignet, um sich in die Programmierung und Anwendung einzuarbeiten.

Anzeige