

μ P unter der Haube

Elektronisches Zündsystem mit dem MC6805S2

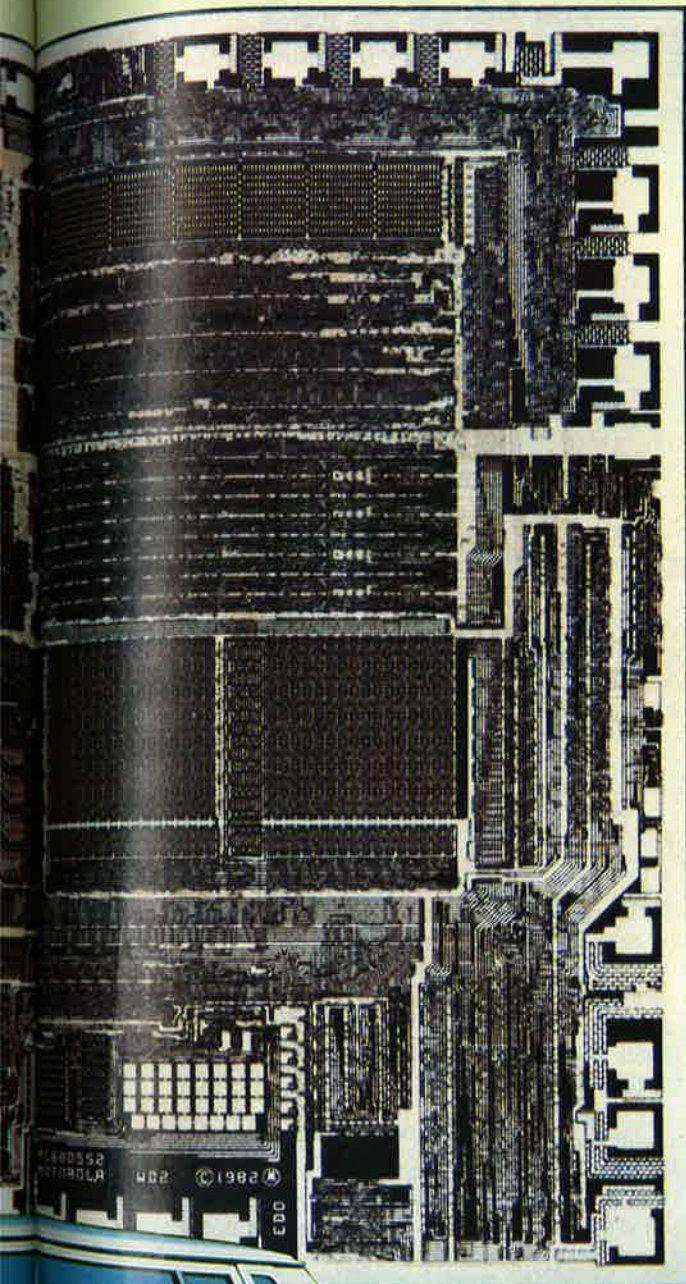
Steigende Kraftstoffpreise und wachsendes Umweltbewußtsein sowie die jüngsten Bestrebungen des Gesetzgebers haben das Kundeninteresse mehr und mehr auf die Sparsamkeit der Automobile gelenkt. Um die Kraftfahrzeuge wirtschaftlicher zu machen, eignen sich besonders elektronische Motorsteuerungen.

Komplette Motorsteuerungen für Benzineinspritzung und Zündung sind naturgemäß recht komplex und deshalb teuer. Die Folge ist, daß zumeist nur Wagen der höheren Preisklassen mit derartigen Systemen bestückt sind, da hier die Mehrkosten weniger ins Gewicht fallen. Die Kosten für das Gesamtsystem lassen sich verringern, wenn ein elektronisch gesteuertes Zündsystem in Verbindung mit einem Vergaser eingesetzt wird, der ebenfalls über einige elektronische Einrich-

* Herr Lowndes ist Senior Systems Engineer der Motorola Semiconductor Products Sector in Milton Keynes (England).

MIKE LOWNDES*





tungen verfügt. Ein Beispiel hierfür ist der Austin Maestro, der bewiesen hat, wie sich auch in der Mittelklasse auf kostengünstige Weise wirtschaftliche Motoren bauen lassen. Für Kleinwagen wären jedoch auch die Kosten für dieses System immer noch zu teuer. Unter der Voraussetzung eines erschwinglichen Preises würde sich hier die alleinige Verwendung einer elektronischen Zündung als praktikabel anbieten.

Elektronik auch für Kleinwagen

Einchip-Mikrocomputer (MCU) werden bereits seit einiger Zeit mit gutem Erfolg für die Steuerung elektronischer Zündsysteme eingesetzt. Weit besser als auf mechanischem Wege lassen sich mit ihnen spezielle Kennfelder programmieren, die im Speicher der MCU abgelegt werden. Die Synchronisation und die Steuerung von Echtzeit-Abläufen erfolgen mit Zähler/Zeitgebern und unter Verwendung von Interrupts.

Als schwierig erwies es sich stets, aus dem umfangreichen Angebot die richtige MCU auszuwählen; einige hatten von den Zeitgebern her die besseren Eigenschaften, waren dafür aber auf externe A/D-Wandler angewiesen. Andere MCU mit integrierten A/D-Konvertern besaßen weniger leistungsfähige Timer. Eine Watchdog-Schaltung ist außerdem in einem Zündsystem unentbehrlich, da die Zündung einen für den sicheren Betrieb des Fahrzeugs entscheidenden Funktionsblock darstellt. Jedoch enthalten die meisten MCU keine solche Einrichtung. Da die Kosten ganz offensichtlich mit zunehmender Integration abnehmen, müßte die ideale MCU also möglichst viele der erforderlichen Eigenschaften on-chip besitzen.

Der MC6805S2 und seine Eigenschaften

Ein solches Bauelement ist der Mikrocomputer

MC6805S2, das jüngste Mitglied der MCU-Familie M6805. Dieses Standardprodukt wendet sich einerseits an ein großes Anwenderspektrum, ist aber dennoch sehr applikationsorientiert. So bietet es dem Anwender die zahlreichen integrierten Eigenschaften, die gewöhnlich nur bei kundenspezifischen Schaltungen üblich sind. Im Vergleich zum MC6805P2 als Grundversion der Produktfamilie zeichnet sich der MC6805S2 durch zahlreiche Erweiterungen aus: neben generell ausgebauten Zeitgebern und einem Watchdog-Timer sind ein Vierkanal-A/D-Wandler, erweiterte Interrupt-Einrichtungen, eine serielle Peripherieschnittstelle und ein auf 1480 Byte vergrößerter ROM-Bereich vorhanden. Aus Kosten- und Platzgründen besitzt die MCU ein Gehäuse mit lediglich 28 Anschlüssen. Eine in Kürze lieferbare EPROM-Version wird die direkte Emulation auf Chipebene ermöglichen, was gerade bei Anwendungen in der Automobilindustrie von Bedeutung ist. Gerade hier ist man nämlich auf die praktische Erprobung von Systemen angewiesen.

Der MC6805S2 basiert auf dem CPU-Kern M6805 in HMOS-Technik, weshalb völlige Software-Kompatibilität zu sämtlichen Mitgliedern der M6805-Serie besteht. Der Befehlssatz ist byte-effektiv und erlaubt die Manipulation von Bit an den Ports, den Steuerregistern und im RAM. Der Zugriff auf Datentabellen ist durch die indizierte Adressierung einfach.

Der MC6805S2 in einem Zündsystem

Einer der Hauptgründe für die Entwicklung des MC6805S2 war das Bestreben, präzise Zündsysteme so kosteneffektiv wie möglich zu machen. Deshalb wurde ein reales System gebaut, das im Motorola Automotive Applications Laboratory in Milton Keynes, untersucht wurde. Ziel der Entwick-

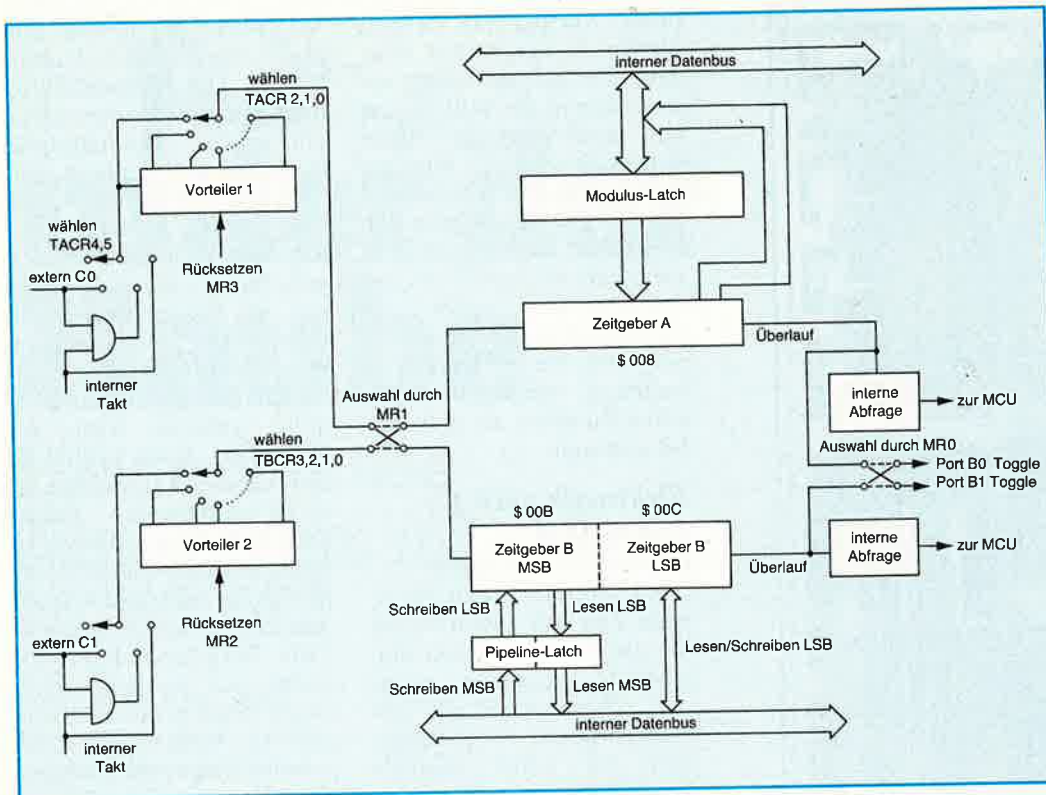


Bild 1: Die Zeitgeber des MC6805S2

lungsarbeiten war eine vollkommen software-orientierte Steuerung des Zündzeitpunkts bei minimalem Hardware-Aufwand außerhalb der MCU. Bild 2 zeigt das Schaltbild. Auf der Kurbelwelle sitzt eine Scheibe mit zwei Zähnen, die dem oberen Totpunkt der Kolben entsprechen (bei einem Vierzylindermotor). Diese Zähne werden von einem Sensor abgetastet, das resultierende Signal von einer Hälfte eines Doppelkomparators verarbeitet und dem Interrupteingang der MCU zugeführt. Als Maß für die Belastung des Motors wird der Unterdruck im Ansaugstutzen herangezogen. Dieser wird von einem Halbleiter-Drucksensormodul MPX80MD erfaßt, das an einen der A/D-Wandlereingänge der MCU liegt. Über einen Potentialteiler dient ein weiterer A/D-Wandler zur Überwachung der Batteriespannung. Die beiden verbleibenden Kanäle können, sofern dies gewünscht wird, zur Erfassung der Ansaugluft-Temperatur und des Kühlwassers herangezogen

werden, oder beispielsweise für einen Klopfsensor. Über zwei Puffertransistoren und eine Hochspannungsdarlington-Ausgangsstufe wird die Zündspule von Port B1 aus angesteuert. Der Strom durch die Spule wird mit einem Emitterwiderstand erfaßt, dessen Signal man der anderen Hälfte des bereits erwähnten Doppelkomparators zuleitet. Auf diesem Weg verfügt die MCU über Informationen darüber, wie sich der Strom durch die Spule relativ zu einem vorgegebenen Sollwert verhält. Ohne externe Hardware läßt sich dieser Strom also von der MCU aus steuern.

Messen der Drehzahl

Die beiden Zähne der Kurbelwellen-Scheibe liefern der MCU über die entsprechenden Hilfsschaltungen nach einer Kurbelwellendrehung von jeweils 180° ein Interruptsignal. Durch Erfassen der Zeitdauer zwischen zwei Interrupts und Division mit einer Konstanten ergibt sich ein Maß für die Drehzahl des Motors. Diese wiederum

dient als eine von zwei Koordinaten zum Zugriff auf das Zünd-Kennfeld. Die Drehperiode selbst wird zur Berechnung der Ein- und Ausschaltpunkte der Zündspule eingesetzt, so daß die Genauigkeit der Zeitmessung direkten Einfluß auf die letztliche Genauigkeit der Zündzeitpunkt-Steuerung hat. In der gegenwärtigen Ausführung des Systems wird der 16-bit-Timer von der internen Busfrequenz angesteuert, wobei das Vorteiler-Verhältnis 8 beträgt. Die Zeitdauer wird demnach mit einer Genauigkeit von 8 µs erfaßt. Ohne einen Überlauf des Timers kann eine maximale Periodendauer von 524.288 µs gemessen werden, was einer Motordrehzahl von 57/min gleichkommt. Der 16-bit-Timer wird mit jedem Interrupt gelesen und zurückgesetzt. Bei Drehzahlen unter 57/min wird somit das Unterlauf-Flag gesetzt, was dem Hauptprogramm anzeigt, daß keine Zündfunken zu erzeugen sind. (Soll eine geringere Minimaldrehzahl berücksichtigt werden, so kann das Vortei-

ler-Verhältnis bei kleinen Motordrehzahlen erhöht werden.)

Die Genauigkeit des Zündzeitpunkts wird von einem weiteren Faktor beeinflusst. Zum einen wird die Zeitdauer stets mit einer Ungenauigkeit von 1 Bit erfaßt, was in diesem Fall 8 µs entspricht. Zusätzlich jedoch besteht eine geringe, aber unterschiedliche Verzögerung zwischen der Abtastung des Zahns und dem Eintritt in die Interruptroutine. Der Grund hierfür liegt darin, daß ein zur Zeit des Interrupts ausgeführter Befehl zu Ende geführt werden muß. Da die max. Ausführungszeit für die Befehle des MC6805S2 10 µs beträgt, errechnet sich die gesamte Zeitabweichung bei der Zeitfassung zu 18 µs oder ±1 LSB (niederwertigstes Bit). Die Stellung der Kurbelwelle wird demnach bei 7500/min mit einer Genauigkeit von ±0,4° erfaßt. Der Winkelfehler nimmt allerdings linear mit der Drehzahl ab.

Berechnen des Zündzeitpunkts

Nachdem die Motordrehzahl durch Verrechnung der Zeitdauer mit einer Konstanten feststeht, erfaßt der A/D-Wandler den Unterdruck im Ansaugkrümmer, der die zweite Koordinate des Zündkennfelds darstellt. Da jeder Wert im Bereich zwischen 0 und 255 (dezimal) liegen kann, erhielte man eine Tabelle mit 65536 Werten, wenn man jede mögliche Kombination berücksichtigen wollte. Da dies den Adressierungsbereich der MCU bei weitem übersteigt, werden lediglich die vier höherwertigen Bit eines jeden Wertes verwendet, mit denen auf eine Tabelle mit 16 x 16 Elementen zugegriffen wird. Decken sich die tatsächlich errechneten Werte nicht mit den Tabellen-Koordinaten, wird ein Interpolationsverfahren eingesetzt.

Die Werte in der Tabelle geben die Frühzündung in