



Technische Dokumentation

für die Elektronikbaugruppe

Modulare Kleinststeuerung MKS

Version 1.12

Dateiname: BA16-MKS.ZIP Ausgabe 01.12.2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Beschreibung der Baugruppe	3
2 Stromlaufplan	3
2.1 Basisplatine	3
2.2 Prozessorplatine	4
2.3 Zusatzplatine, vorne	5
2.4 Zusatzplatine, hinten	6
3 Leiterplatten, Schaltungsaufbau und technische Daten	6
4 Steuersoftware und Programmierung	6
5 Belegung der Steckverbinder	7
5.1 Steckverbinder X1 für Erweiterung 1	7
5.2 Steckverbinder X2 für Erweiterung 2	8
5.3 Steckverbinder X3 für Erweiterung 3	9
5.4 Steckverbinderbelegung für das Programmierkabel	9
6 Erweiterung durch Zusatzmodule	10
7 Hinweise zum PC-Anschluß	10
8 Allgemeines	11
8.1 Literaturverzeichnis	11
8.2 Dateienverzeichnis	11
8.3 Elektronische Bauelemente	12
8.4 Hinweise zu den Nutzungsrechten	12
8.5 Technische Hinweise	13
8.5.1 Ausdrucken der Dateien	13
8.5.2 Anfertigung von Leiterplatten	13
8.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen	13
8.5.4 Bauelementeauswahl	14

1 Beschreibung der Baugruppe

Wenn ein Alarmsystem aufgebaut, eine Antenne oder Solaranlage betrieben, eine Aquariumsteuerung optimiert, oder allgemein gesagt, eine Anlage automatisch betrieben werden soll, ist zunächst die Frage zu beantworten, ob und welches Automatisierungsgerät eingesetzt werden könnte. Die in diesem Beitrag vorgestellte modular aufgebaute und den individuellen Wünschen schnell anpaßbare Kleinststeuerung, basierend auf einem Atmel-Mikrocontroller (AVR), könnte eine Antwort auf diese Frage sein. Sie braucht sich sicherlich nicht hinter den größeren Brüdern und Schwestern dieser Familie zu verstecken und bietet konzeptionell und preislich einige Vorteile.

In einer aktuellen Marktübersicht der Zeitschrift „SPS Magazin“ [6] wird ein Überblick über die zur Zeit verfügbaren Kleinststeuerungen (SPS) gegeben. Sie arbeiten alle nach dem Grundprinzip Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe. Mit steigenden Bedeutung des Feldbusses und dem Ethernet im industriellen Einsatz nahmen auch diese Komponenten Einfluß auf den Ausstattungsgrad und den Einsatzmöglichkeiten (Kommunikation untereinander bzw. zu einer zentralen Steuerung). Die Preise der Steuerungen (zur Zeit ca. 190 Produkte), die zwischen 79,00 EUR und 1.716,00 EUR angegeben werden, kommen daher für kleine Steuerungsaufgaben im privaten Bereich nur selten in Betracht. Hinzu kommt, daß es sich bei den Kleinststeuerungen, die sich im unteren Preissegment befinden, häufig um Basismodule handelt, die über eine begrenzte Anzahl von Ein- bzw. Ausgangskanälen verfügen. Unterschätzen sollte man auch nicht die Kosten für die Entwicklungswerkzeuge und einer eventuellen erforderlichen Reparatur, zusätzlicher Programmspeicher oder Programmiergeräten, die sich beim Hobbyelektroniker kaum rentieren.

Für die Realisierung des Projektes „Modulare Kleinststeuerung MKS“ wurde zunächst recherchiert, welches Gehäusesystem die Baugruppe aufnehmen soll. Entschieden wurde sich für ein Leergehäusesystem, welches in verschiedenen Baugrößen bei den Elektronik-Versandhäusern angeboten wird und für die Montage auf Hutschienen angepaßt ist. Ein preisgünstiger Anbieter ist zum Beispiel der Elektronikversand Reichelt [4]. Für die Verschaltung der Baugruppen, Sensoren und Relais kann auf die rüttelsicheren und wartungsfreien Durchgangsklemmen (CAGE-CLAMP) der Fa. WAGO zurückgegriffen werden [5], die sich automatisch den Leiterquerschnitten anpassen, ein Selbstlockern verhindern und sich auf einer Hutschiene komfortabel anreihen lassen. Von diesem Hersteller gibt es auch eine große Anzahl von Relais und Zusatzmodulen, wovon der Privatkunde aber kaum profitiert, da häufig nur in Verpackungseinheiten geliefert werden kann. Blicke nur noch der Einsatz im Außenbereich zu betrachten, wo man sicherlich bei der Fa. Rittal [6] das passende Gehäuse aus Plastik, lackiertem Stahlblech oder Edelstahl findet.

Die MKS ist modular aufgebaut und kann daher für jeden Anwendungsfall optimal konfiguriert werden. Auf einem Bild ist der Prototyp einer MKS (hier auf Lochrasterplatten realisiert) mit folgenden Modulen dargestellt:

- Basisplatine mit der Stromversorgung und dem Steckverbindersystem
- Prozessorplatine mit einem ATMEL ATmega16 und dem LCD-Display
- vordere Zusatzplatine mit den Bedienelementen, Anzeige-LED und einem digitalen Eingangsport mit 8 Kanälen sowie deren Statusanzeigen
- hintere Zusatzplatine mit zwei digitalen Ausgangsports (16 Kanäle) und deren Statusanzeigen

2 Stromlaufplan

2.1 Basisplatine

Die Basisplatine mit ihren Abmessungen (100 x 86 mm²) ist so dimensioniert, daß sie direkt in das Hutschienegehäuse (Größe 6) mit 35 Anschlußklemmen eingebaut werden kann.

Über die Schraub-Anschlußklemme X4 (Pin 1- 2) wird die Baugruppe an eine Spannungsquelle angeschlossen. Dabei kann es sich um eine Wechsel- oder Gleichspannungsquelle handeln, die über die Pins 3- 4 die Versorgung weiterer Baugruppen ermöglicht. Die Pins 5- 8 der Klemme X4 sind nicht belegt und können individuell verschaltet werden. Auf Pin 9 der Klemme X4 liegt das Massepotential der Systemspannung (P5 V).

Nach der Greatz-Brücke, die neben der Gleichrichtung auch als Verpolschutz dient, arbeitet ein Festspannungsregler (IC1), der die stabilisierte Systemspannung bereitstellt. Es kommt hier ein Schaltkreis mit einem maximalen Strom von 2 A zum Einsatz. Damit ist die Spannungsversorgung für das Grundsystem mehr als gebührend dimensioniert und bietet ausreichende Reserven für interne oder externe Zusatzbaugruppen. Eine Leistungs-Z-Diode (VD1) löst im Fehlerfall „Überspannung“ die Sicherung F1 aus.

Weiterhin befindet sich auf der Basisleiterplatte mit dem IC2 (74HCT244) ein Triggerschaltkreis, mit dem die Programmierschnittstelle zu einem PC realisiert ist. Aufbau und Funktion ist ausführlich in [3] erläutert. Für die Programmierung, auf die später etwas ausführlicher eingegangen wird, benötigt man nur noch das Programmierkabel für den Anschluß an die parallele Schnittstelle, das in kurzer Zeit selbst gefertigt werden kann.

Über die Leiterplatten-Steckverbinder (Buchsen) X1- 3 wird die Verbindung zu den einzelnen Modulen realisiert:

X1: Zusatzplatine, vorne

X2: Prozessorplatine

X3: Zusatzplatine, hinten

Für den Aufbau eines Minimalsystems ist der Aufbau der Basis- und Prozessorplatine erforderlich. Durch die Verwendung von Brücken können die I/O-Kanäle des Mikrocontrollers (MC) direkt auf die Klemmen X5 Pin 10- 17 bzw. Klemme X6 Pin 19- 34 gelegt werden. Mit dieser Konfiguration ist ein Mikrocontrollersystem entstanden, welches man u. a. auch als Experimentierboard verwenden kann.

Sollen auch die Bedien- und Anzeigeelemente für das RESET-Signal und der LCD-Hintergrundbeleuchtung zum Einsatz kommen, kann man die vordere Zusatzplatine einsetzen, auf der diese Elemente integriert sind.

2.2 Prozessorplatine

Bedingt durch das modulare Konzept dieser Kleinststeuerung ist es möglich, auch die Prozessorplatine nach individuellen Anforderungen aufzubauen. Sie besitzt die Abmessungen 100 x 34 mm² und paßt sich damit optimal der Form des verwendeten Hutschienengehäuses an. Die hier vorgestellte Version basiert auf dem MC ATmega16 mit 40 poligen DIL-Gehäuse, einer maximalen Taktfrequenz von 16 MHz, einem Programmspeicher von 16 kByte, einem EEPROM mit 1 kByte Speichergröße und 32 frei konfigurierbaren I/O-Kanälen [2]. Sollte die Speichergröße nicht ausreichen, kann der MC auch durch den pinkompatiblen Atmega32 (32 kByte/ 2 kByte) ausgetauscht werden.

Da die Funktionalität der MC sehr umfangreich sind, mußten einige Festlegungen getroffen werden, zum Beispiel die, welche Ports als digitale Eingänge bzw. Ausgänge (I/O-Ports) betrieben werden sollen.

Die Verbindung zur Basisplatine erfolgt über eine zweireihige gewinkelte Stifteleiste (X1). Diese wird über den Steckverbinder X2 der Basisplatine verbunden. Möchte man sich die Option verschiedener Taktfrequenzen für den MC offen halten, können die frequenzbestimmenden Bauelemente (C101, C102, Q101) auf einem kleinen Steckverbinder (X2) montiert werden und sind dann jederzeit austauschbar.

Die 32 I/O-Kanäle des MCs sind in die Ports PA, PB, PC und PD aufgeteilt. Eine serielle Kommunikation über die RS232 kann am einfachsten über die Kanäle 0 (RXD) und 1 (TXD) von Port C erfolgen. Daher wurde hier durch den IC 2 (MAX232) die Möglichkeit eines PC-Anschlusses über ein Nullmodemkabel geschaffen. Es ist jedoch zu beachten, daß bei Nutzung dieser Schnittstelle IC2 bestückt werden muß und die benutzten Kanäle für die Signale RXD/ TXD als digitale Ein- oder Ausgänge nicht mehr zur Verfügung stehen. Für die fehlerfreie Generierung von Standardbaudraten sollten Quarze mit „krummen“ Frequenzen verwendet werden [1].

Über drei Kanäle von Port B (MISO, MOSI, SCK) und dem Reset-Eingang kann der MC seriell programmiert werden (Flashspeicher, Fuse- und Lookbits). Da zur Programmierung auf diese Art keine zusätzliche Hardware erforderlich ist, kann der MC in der Schaltung verbleiben (in-vivo-Programmierung).

Die Signale werden über einen Triggerschaltkreis geführt, der sich auf der Basisplatine befindet. Es gibt zwar die Möglichkeit, während des Programmiervorganges die multifunktional verwendeten I/O-Kanäle durch zusätzliche Hardware inaktiv zu schalten (saubere Trennung zur angeschlossenen Peripherie!), bei dem hier vorgestellten Konzept wurde darauf jedoch verzichtet und statt dessen das Leiterplattenlayout so entworfen, daß eine LCD-Anzeige parallel angeschlossen werden kann. Die Signalleitungen zur Programmierung und die Anschlüsse des Anzeigemoduls wurden so verschaltet, daß der Programmiervorgang keine ungewollten Funktionen auslösen kann, z. B. einen gefährlicher Motoranlauf durch die gleichzeitige Nutzung von Kanal PB7 für das SCK-Signal und als digitaler Ausgangskanal für eine Motorsteuerung. Der Kontrast der LCD-Anzeige wird mit dem Einstellregler R2 festgelegt. Hat man sich für eine LCD-Anzeige mit Hintergrundbeleuchtung entschieden, kann diese über zwei Varianten geschaltet werden. Für eine Dauerbeleuchtung wäre auf der Stifteleiste X5 ein Jumper von Pin 1 zu Pin 2 zu stecken oder ein Schalter einzubauen. Die Größe des Widerstandes R4 bestimmt dann den Strom für die Beleuchtung und damit deren Helligkeit. Eine andere Möglichkeit ergibt sich, wenn mit einem Jumper die Pins 2 und 3 gebrückt werden. Mit dem auf der vorderen Zusatzplatine angebrachten Taster (und einigen Zeilen Programmcode) kann man dann die LCD-Hintergrundbeleuchtung je nach Bedarf schalten (VT1) oder macht sie vollkommen unabhängig von einer Handbedienung. Vorausgesetzt, der MC hat noch einen unbenutzten Timer, kann über eine Pulsweitensteuerung die Helligkeit von 0 bis zum Maximalwert gesteuert werden. In den Programmbeispielen zu dieser Dokumentation, die als Quellcode vorhanden sind, gibt es dazu ein Exempel.

Die Anschlüsse für die LCD-Anzeige sind so gelegt, daß die Anzeige mittig im Gehäuse eingesetzt werden kann. Verwendet man für den Anschluß zur Basisplatine die langen Pins einer zweireihigen abgewinkelten Stifteleiste, können bauliche Toleranzen ausgeglichen werden. Mit dem Einsatz einer Frontplatte für die LCD-Anzeige und einer Beschriftung verleiht man dem Ganzen ein ansprechendes Design. Auf alle Fälle sollte man eine Schablone verwenden, falls man sich für den Einbau einer Anzeige entschließt. Alle erforderlichen Maße können vom Anbieter [4] oder direkt vom Hersteller als Datei abgerufen werden. Optional kann man aber auch ganz auf eine Anzeige verzichten, da diese für die Funktion nicht zwingend erforderlich ist und es ein wenig Geschick erfordert, den erforderlichen Durchbruch im Gehäuse herzustellen. Man hätte dann auch Platz gewonnen, um zum Beispiel den D-Sub-Steckverbinder zur Programmierung und/ oder dem seriellen Datenverkehr mit einem PC frontal auf dem Gehäuse unterzubringen. Mit einen zusätzlichen D-Sub-Steckverbinder könnte man die LCD-Anzeige auch abgesetzt von der Steuerung betreiben, wenn zum Beispiel ein Klemmenkasten für die Steuerung zur Anwendung kommen soll oder die Anzeige nur zur Inbetriebnahme erforderlich ist. Allerdings sollte in diesem Fall auf ein abgeschirmtes Kabel nicht verzichtet werden.

Am Schluß wäre noch zu erwähnen, daß der MC auch für die Verarbeitung analoger Werte (nur über Port A) verwendbar ist. Die Versorgungsspannung wird über ein zusätzliches Filter (L1, C3) dem Eingang AVCC des MCs zugeführt. Mit dem Kondensator C2 an Pin 32 des MCs (AREF) arbeitet dieser mit seiner internen Referenzspannung. Dies muß man in der Software bei Verwendung der analogen Kanäle beachten. Die in diesem Beitrag vorgestellte hintere Zusatzplatine muß entsprechend modifiziert werden, um die Kanäle als analoge Eingänge betreiben zu können. Im einfachsten Fall kann es sich um Drahtbrücken handeln, mit denen die Anschlußklemmen direkt mit den Eingängen des MCs verbunden werden. In diesem Fall sollte auf eine andere Art und Weise sichergestellt werden, daß die Grenzwerte des eingesetzten MCs nicht überschritten werden. Günstiger wäre in jedem Fall eine spezielle Zusatzplatine, die zum Beispiel Spannungsteiler oder Schutzelemente aufnehmen könnte.

Modifiziert man die Prozessorplatine, kann auch eine externe Referenzspannung verwendet werden.

2.3 Zusatzplatine, vorne

Auf diesem Modul, das über den Steckverbinder X1 mit der Basisplatine verbunden wird, befinden sich ein Taster, mit dem per Hand ein Reset für den MC ausgelöst werden kann. Er ist so angeordnet, daß er bündig mit dem Gehäuse abschließt und daher nicht versehentlich bedient werden kann. Mit dem zweiten Taster, auf dessen Funktion schon näher im Punkt 2.2 eingegangen wurde, kann die LCD-Hintergrundbeleuchtung geschaltet werden.

Weiterhin sind auf dem Modul zwei LEDs angeordnet. Die eine zeigt das Vorhandensein der Betriebsspannung an, die andere ein anliegendes Reset-Signal.

Bei der hier vorgestellten Zusatzplatine werden 8 Kanäle des MCs (Port D) als digitale Eingänge definiert. Möchte man an dieser Stelle digitale Ausgangskanäle bereitstellen, ist das Layout der Platine entsprechend zu ändern. Bei diesem Schaltungsvorschlag sind alle acht Eingänge gleichartig aufgebaut. Ein von außen anliegendes positives Signal gelang über einen Widerstand (1 k) und einer LED an einen Transistor. Der Signalzustand wird damit optisch angezeigt. Der Transistor schaltet den jeweiligen Eingangskanal vom MC auf Masse. Da sich an dieser Stelle kein Widerstand nach P5 V befindet, muß der interne Widerstand des MCs aktiv geschaltet werden, damit diese Eingangsschaltung funktioniert. Eine Veranschaulichung dazu findet sich wieder bei den Quellcodebeispielen. Bei dieser einfachen Eingangsbeschaltung muß man nur darauf achten, daß die Kennwerte der eingesetzten Bauelemente nicht überschritten werden. Denkbar wäre an dieser Stelle auch die Verwendung von Optokopplern oder zusätzlicher Schutzdioden.

Bei der Bestückung dieses Moduls ist darauf zu achten, daß alle LEDs, die von außen als sichtbare Anzeigen dienen sollen, abgewinkelt auf die Leiterplatte gelötet werden. Eventuell auftretende Toleranzen zwischen dem Gehäuse und den LEDs sind bis zu einem gewissen Grad unkritisch, da man diese mit den relativ langen Anschlüssen der LEDs ausgleichen kann. Da das Gehäuse ohne Bohrungen für die LEDs geliefert wird, müssen diese entsprechend den Maßen aus dem Datenblatt [4] gefertigt werden.

Wie schon bei der Prozessorplatine erwähnt, soll dieser Schaltungsvorschlag als Anregung für eigene Anpassungen dienen. Es ist jedoch, bedingt durch die Form des vorgeschlagenen Gehäuses, immer darauf zu achten, daß die Bauelemente der vorderen und hinteren Zusatzplatine die Bauhöhe von 8 mm nicht überschreiten.

2.4 Zusatzplatine, hinten

Diese Zusatzplatine wird über den Steckverbinder X1 mit der Basisplatine (X3) verbunden. Wie auch auf der vorderen Zusatzplatine sind Systemspannung und –masse auf den Steckverbinder geführt. Ob sie Verwendung finden, hängt von der realisierten Schaltung ab.

Mit der hier vorgestellte Variante werden die Kanäle der Ports A und C als digitale Ausgangsstufen (ohne Potentialtrennung und Transistoren mit offenen Kollektor) verwendet. Werden die LEDs, die mit der Basis des Transistors in Reihe liegen, gewinkelt auf die Platine gelötet, hat man eine von außen sichtbare Statusanzeige der Ausgänge. Für den Ausgangstransistor können beliebige NPN-Transistoren verwendet werden, zur Leistungserhöhung eventuell auch Darlingtontypen. Wahlweise ist es je Port auch möglich, Schutzdioden zuzuschalten, was bei Anschluß induktiver Verbraucher sinnvoll ist.

Benötigt man anstatt der in diesem Beispiel realisierten 8 digitalen Eingänge (vordere Zusatzplatine) 16 Kanäle, so kann die hintere Zusatzplatine auch so modifiziert werden, daß ein Port als Eingang, der andere weiterhin als Ausgang betrieben wird. Auch einen gemischten Betrieb kann durch den MC realisiert werden. Im Programm für den MC bedeutet dies eine minimale Änderung der Port-Konfigurationen.

3 Leiterplatten, Schaltungsaufbau und technische Daten

Wie das Bild des Prototyps zeigt, ist der Aufbau der Kleinststeuerung auch mit Lochrasterplatten (2,54 mm) möglich. Die LEDs für die Statusanzeigen der Kanäle können dann zwar nicht so genau positioniert werden, damit sie exakt zu den Bohrungen im Gehäuse passen, aber nachdem das Gehäuse geschlossen ist, sieht man davon nichts mehr.

Falls man nicht in der Lage ist, Leiterplatten selbst herzustellen, reduziert dieser Aufbau gegenüber dem mit industriell hergestellten Leiterplatten die Kosten erheblich. Auf der anderen Seite erhöht sich natürlich der Aufwand für die Verschaltung.

Hat man sich erst einmal für einen Aufbau der MKS entschieden, sollten zu diesen Dingen einige Überlegungen gemacht werden. Es ist ja auch durchaus möglich, für die Basis- und Prozessorplatine geätzte Leiterplatten zu verwenden und die Zusatzplatinen per freier Verdrahtung herzustellen, um sie ggf. schneller anpassen zu können.

Verwendet man als Gehäuse das vorgeschlagene Hutschienengehäuse und setzt eine LCD-Anzeige ein, ergeben sich folgende technischen Parameter für die MKS:

- Abmessungen LxBxH [mm] ... : 105 x 90 x 71
- Gewicht [g] : 320
- Stromaufnahme [mA] : < 45
- Verlustleistung [W] : < 0,6

Der Wert für die Stromaufnahme ist ein Richtwert; er wurde am Prototypen bei einer Eingangsspannung von P12 V und einem verwendeten Quarz von 8,0 MHz gemessen. Weiterhin kam eine schwache LCD-Hintergrundbeleuchtung (Pulsweitenmodulation 10%) zur Anwendung und die digitalen Ausgänge wurden nicht aktiv geschaltet.

4 Steuersoftware und Programmierung

Zur Erstellung der Software gibt es die verschiedensten Möglichkeiten, da mittlerweile für die AVR's Entwicklungstools für C, Basic, Assembler und anderen Programmiersprachen unter Windows oder Linux verfügbar sind.

Für jemanden, dem die Programmiersprache C geläufig ist, sollte sich zum Beispiel einmal WinAVR ansehen.

Etwas einfacher läuft es mit BASCOM, dessen Testversion zwar nur maximal 2 kByte Programmcode zuläßt, für einfache Steuerungsabläufe ist diese Größe sicherlich ausreichend. Mit BASCOM ist es zum Beispiel auch möglich, vor dem Compilieren des in einem Basicdialekt verfaßten Quellcodes eine bestimmte LCD-Anzeige auszuwählen. Ein Beispiel für den geringen Aufwand zur Programmierung kann dem beiliegenden Quelltext entnommen werden. An dieser Stelle soll erwähnt werden, daß sich bei BASCOM in den Quelltext auch Programmteile in Assemblercode einbinden lassen.

Genannt werden soll auch die Möglichkeit der Programmierung in Assembler. Vielleicht kann damit Quellcode erzeugt werden, der in Bezug auf die Codelänge eine optimalere Lösung darstellt, als bei Verwendung einer Hochsprache. Jedoch sollte man den Aufwand für die Erstellung des Quelltextes nicht unterschätzen.

Hat man seinen Quellcode geschrieben, kann es ans Testen gehen. Einerseits bieten Simulatoren die Möglichkeit, dies ohne den Aufbau einer Testschaltung durchzuführen. Andererseits gibt es bei den Simulatoren auch einige kritische Dinge, wo sie einfach überfordert sind und eine Anbindung an die reale Umgebung unerlässlich ist, als Beispiele soll hier der Timer- und Interruptbetrieb genannt werden. Laut Datenblatt ist zwar die Anzahl der möglichen Programmierzyklen eines MCs begrenzt, aber ob man jemals im Hobbybereich die angegebenen Grenzen überschreitet, kann bezweifelt werden.

Da zur Zeit beim Autor (noch) keine Erfahrungen der Programmierung mit C oder Assembler vorhanden sind, können hier auch keine Erkenntnisse zur Programmierung der AVR's mit den dazugehörigen Entwicklungstools vermittelt werden. Informationen dazu finden sich sicherlich in den einzelnen Programmbeschreibungen und dem Internet [8]. Die weiteren Hinweise beziehen sich daher alle auf den Einsatz von BASCOM.

Leider gibt es für BASCOM in der momentanen Version keine deutsche Bedienoberfläche. Mit ein wenig Ergeiz lernt man aber schnell, das Programm zu bedienen, da dem Entwicklungstool eine umfangreiche Hilfefunktion beigelegt ist. Neben den Menüs für die Einstellung verschiedener LCD-Anzeigen, Prozessortypen und anderen Dingen muß man sich auch für eine interne oder externe Software zum Brennen der MC entscheiden. Fast jede Software erfordert einen speziellen Adapter. Man muß sich also schon überlegen, auf welche Art und Weise man seine Steuerung programmieren möchte. Ebenso ist jeder besserer Eprombrenner in der Lage, AVR's zu beschreiben.

An dieser Stelle soll kurz die Brennsoftware TwinAvr vorgestellt werden. Dabei handelt es sich um ein Freewareprogramm [1], was seit einiger Zeit auch in der Lage ist, die AVR's der MEGA-Serie beschreiben zu können. Mit einigen Einstellungen ist es unter BASCOM direkt verfügbar. Für TwinAvr gibt es ganz einfache Schaltungen, die für das Brennen der MC ohne zusätzlicher Stromversorgung auskommen, aber auch Lösungen, die etwas mehr Aufwand erfordern. In der MKS, die für die Programmierung unter TwinAvr konzipiert ist, wurde der Schaltkreis IC2 (74HCT244) zur Signalformung eingesetzt, über dessen freie Treiber die zwei LEDs zur Anzeige von Betriebsspannung und Reset-Signal gesteuert werden. Das Layout der Basisleiterplatte wurde so gestaltet, daß die Kopplung an einen PC (parallele Schnittstelle) über zwei Wege erfolgen kann.

Die komfortablere Möglichkeit besteht darin, über die Buchsenleiste X8 der Basisplatte einen 9 poligen D-Sub-Steckverbinder anzuschließen, der an das Gehäuse der MKS montiert wird. Möchte man ein neues Programm aufspielen, ist dieser über das Programmierkabel mit der parallele Schnittstelle eines PCs zu verbinden und aus BASCOM heraus kann direkt der Befehl zum Programmieren gegeben werden, wenn TwinAvr als externes Brennprogramm ausgewählt ist.

Das Programmierkabel ist am schnellsten zu fertigen, wenn man von einer 25-poligen Verbindungsleitung (Stecker-Stecker) einen Steckverbinder abschneidet, sich die erforderlichen 5 Signale (6 Adern parallel für den Masseanschluß) herausucht und an eine 5-polige D-Sub-Buchse mit Gehäuse nach dem angegebenen Anschlußschema verdrahtet.

Möchte man sich den Aufwand für die Steckermontage am Gehäuse sparen, kann das Programmierkabel auch mit einer Stifteleiste versehen werden. Zum Programmieren ist dann allerdings jedesmal das Gehäuse der MKS zu öffnen.

5 Belegung der Steckverbinder

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß sich die im Folgenden aufgelisteten Nummern der Pins und deren Funktion/ Signalname auf die Steckverbinder (Buchsen) der Basisplatte beziehen. Die Funktion (Signalname) ist natürlich auf den Zusatzkarten die gleiche, durch den gewinkelten Aufbau und der gespiegelten Anordnung muß man jedoch darauf achten, daß sich die Pin-Nummern unterscheiden.

5.1 Steckverbinder X1 für Erweiterung 1

Der Steckverbinder X1 ist für den Anschluß der vorderen Zusatzplatte vorgesehen.

Pin	Pegel	Funktion
01-02	AC/DC	Eingangsspannung, Anschluß X4.1
03-04	AC/DC	Eingangsspannung, Anschluß X4.2
05-08	DC	P5V (Betriebsspannung des Systems)

10	P5V	HGB (Port PB0; Steuerung der LCD-Hintergrundbeleuchtung)
12	P5V	/Reset (Resetauslösung per Taster der vorderen Z.-Platine)
14	P5V	LED-Ub (Anzeige-LED für die Betriebsspannung)
16	P5V	LED-/Reset (Anzeige-LED für das RESET-Signal)
39	-	externer Anschluß X5.10 (führt an Port PD0)
40	P5V	Port PD0 des MCs
43	-	externer Anschluß X5.11 (führt an Port PD1)
44	P5V	Port PD1 des MCs
47	-	externer Anschluß X5.12 (führt an Port PD2)
48	P5V	Port PD2 des MCs
51	-	externer Anschluß X5.13 (führt an Port PD3)
52	P5V	Port PD3 des MCs
55	-	externer Anschluß X5.14 (führt an Port PD4)
56	P5V	Port PD4 des MCs
59	-	externer Anschluß X5.15 (führt an Port PD5)
60	P5V	Port PD5 des MCs
63	-	externer Anschluß X5.16 (führt an Port PD6)
64	P5V	Port PD6 des MCs
67	-	externer Anschluß X5.17 (führt an Port PD7)
68	P5V	Port PD7 des MCs
69-72	DC	Masse (Betriebsspannung des Systems)

5.2 Steckverbinder X2 für Erweiterung 2

Der Steckverbinder X2 ist für den Anschluß der Prozessorplatine vorgesehen.

Pin	Pegel	Funktion
01-04	DC	P5V (Betriebsspannung des Systems)
30	P5V	Port PA0 des MCs
31	P5V	Port PB0 des MCs (HGB der LCD-Hintergrundbeleuchtung)
32	P5V	Port PA1 des MCs
34	P5V	Port PA2 des MCs
36	P5V	Port PA3 des MCs
38	P5V	Port PA4 des MCs
39	P5V	Port PB5 des MCs (Programmierung, Signal MOSI)
40	P5V	Port PA5 des MCs
41	P5V	Port PB6 des MCs (Programmierung, Signal MISO)
42	P5V	Port PA6 des MCs
43	P5V	Port PB7 des MCs (Programmierung, Signal SCK)
44	P5V	Port PA7 des MCs
45	P5V	/Reset-Eingang des MCs
47-48	DC	P5V (Betriebsspannung des Systems für den MC)
49-50	DC	Masse (Betriebsspannung des Systems für den MC)
52	P5V	Port PC7 des MCs
54	P5V	Port PC6 des MCs
55	P5V	Port PD7 des MCs
56	P5V	Port PC5 des MCs
57	P5V	Port PD6 des MCs
58	P5V	Port PC4 des MCs
59	P5V	Port PD5 des MCs
60	P5V	Port PC3 des MCs
61	P5V	Port PD4 des MCs
62	P5V	Port PC2 des MCs
63	P5V	Port PD3 des MCs
64	P5V	Port PC1 des MCs
65	P5V	Port PD2 des MCs
66	P5V	Port PC0 des MCs
67	P5V	Port PD1 des MCs
68	P5V	Port PD0 des MCs
69-72	DC	Masse (Betriebsspannung des Systems)

5.3 Steckverbinder X3 für Erweiterung 3

Der Steckverbinder X3 ist für den Anschluß der hinteren Zusatzplatine vorgesehen.

Pin	Pegel	Funktion
01-04	DC	P5V (Betriebsspannung des Systems)
07	P5V	Port PA0 des MCs
08	-	externer Anschluß X5.18 (führt an Port PA0)
11	P5V	Port PA1 des MCs
12	-	externer Anschluß X5.19 (führt an Port PA1)
15	P5V	Port PA2 des MCs
16	-	externer Anschluß X5.20 (führt an Port PA2)
19	P5V	Port PA3 des MCs
20	-	externer Anschluß X5.21 (führt an Port PA3)
23	P5V	Port PA4 des MCs
24	-	externer Anschluß X5.22 (führt an Port PA4)
27	P5V	Port PA5 des MCs
28	-	externer Anschluß X5.23 (führt an Port PA5)
31	P5V	Port PA6 des MCs
32	-	externer Anschluß X5.24 (führt an Port PA6)
35	P5V	Port PA7 des MCs
36	-	externer Anschluß X5.25 (führt an Port PA7)
39	P5V	Port PC0 des MCs
40	-	externer Anschluß X5.26 (führt an Port PC0)
43	P5V	Port PC1 des MCs
44	-	externer Anschluß X5.27 (führt an Port PC1)
47	P5V	Port PC2 des MCs
48	-	externer Anschluß X5.28 (führt an Port PC2)
51	P5V	Port PC3 des MCs
52	-	externer Anschluß X5.29 (führt an Port PC3)
55	P5V	Port PC4 des MCs
56	-	externer Anschluß X5.30 (führt an Port PC4)
59	P5V	Port PC5 des MCs
60	-	externer Anschluß X5.31 (führt an Port PC5)
63	P5V	Port PC6 des MCs
64	-	externer Anschluß X5.32 (führt an Port PC6)
67	P5V	Port PC7 des MCs
68	-	externer Anschluß X5.33 (führt an Port PC7)
69-72	DC	Masse (Betriebsspannung des Systems)

5.4 Steckverbinderbelegung für das Programmierkabel

Signal	Farbe	D-Sub-Buchse 9-polig Anschluß MKS	D-Sub-Stecker 25-polig Anschluß PC über LPT1
SCK	rt	1	2
/Reset	or	2	3
MOSI	vio	3	9
MISO	ws	4	11
Masse	gn-ws	5	20
Masse	gn-sw	5	21
Masse	bl-gr	5	22
Masse	vio-ws	5	23
Masse	gr-sw	5	24
Masse	sw-ws	5	25

6 Erweiterung durch Zusatzmodule

Sofern die Anschlußbedingungen der Kleinststeuerung, die sich weitestgehend aus der Konfiguration der Zusatzplatinen ergeben, eingehalten werden, gibt es keinerlei Einschränkungen für den Anschluß von Zusatzmodulen.

Wird ein passender Transformator zur Stromversorgung in ein Hutschienengehäuse untergebracht (Wärmeentwicklung beachten), wobei natürlich die VDE-Vorschriften einzuhalten sind, ergibt sich ein einheitliches Design. Ebenso ist es denkbar, das in [3] vorgestellte DCF-Zeitnormal (Empfangsbedingungen prüfen) oder das Multifunktionsrelais MFR für die Kleinststeuerung zu verwenden.

Sollen analoge Werte eingelesen werden (Temperatur, Druck, o. ä.), sind die analogen Kanäle des MCs zu verwenden oder vorher entsprechend zu wandeln.

Weiterhin wäre es denkbar, über Optokoppler TRIACs für das Schalten von 230V-Verbrauchern zu verwenden.

7 Hinweise zum PC-Anschluß

Bei sachgerechter Ausführung und Prüfung der Baugruppe vor Anschluß an die parallele Schnittstelle eines PCs gibt es keine Probleme.

Zu vermeiden ist der gleichzeitige Anschluß anderer Geräte an der gleichen Schnittstelle (z. B. ZIP-Laufwerk).

Ein Ausbilder meinte einmal: „Eine Schaltung, die auf Anhieb funktioniert, ist fehlerbehaftet!“ Nun, dies stimmt selbstverständlich in vielen Fällen nicht. Man ist aber trotzdem gut beraten, gewisse Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen.

Hat man einmal Gefallen an der Programmierung der kleinen MC gefunden, wird dies sicherlich nicht die letzte Schaltung sein, die damit aufgebaut wird. In diesem Fall lohnt sich auf alle Fälle die Anschaffung einer zusätzlichen Schnittstellenkarte (paralleles Interface), die in einen Slot des PCs kommt. Sollte man dann mal ein falsches Netzteil anschließen oder mit dem Werkzeug abrutschen und einen Kurzschluß erzeugen, ist eventuell die Schnittstellenkarte defekt, aber auf keinen Fall der auf dem Board kaum austauschbare Chip-satz.

8 Allgemeines

8.1 Literaturverzeichnis

- [1] Walter, R.: Thema MC (AVR, Aufbau und Programmierung mit TwinAvr)
<http://www.rowalt.de>
 bzw. Beitragsreihe im Funkamateurl 2002/ 2003
- [2] (ohne): Datenblatt von Atmel f#r den Atmega16
<http://www.atmel.com>
 ATMEL 8-bit with 16K Bytes In-System Programmable Flash
- [3] Bauer, I.: Funkuhr- modular aufgebaut
 siehe Homepage „Amatronik“
 bzw. Funkamateurl 12/2004, Seite 1238
- [4] Fa. Reichelt: <http://www.reichelt.de>
- [5] Fa. Wago: <http://www.wago.de>
- [6] Fa. Rittal: <http://www.rittal.de>
- [7] SPS Magazin Zeitschrift f#r Automatisierungstechnik
<http://www.sps-magazin.de>
 Heft Januar/ Februar 2005, Seite 56
- [8] Infos zu MCs: <http://www.mikrocontroller.net>

8.2 Dateienverzeichnis

Im Verzeichnis haben die Abk#rzungen folgende Bedeutung:

- MKS (B-) : Basisplatine
- MKS (P16-) : Prozessorplatine P16 (f#r ATMEL-AVR ATmega16 oder ATmega32)
- MKS (V01-) : Zusatzplatine, vorne V01 (Version 01: HGB, Reset, 8x digitaler Eingang)
- MKS (H01-) : Zusatzplatine, hinten H01 (Version 01: 16x digitaler Ausgang)
- MKS (-SWx) : Programmbeispiele

F#r das Arbeiten mit der Dokumentation kann der kostenfreie Adobe Reader verwendet werden, da alle Dateien im *.pdf Format ver#ffentlicht sind:

Dateien der Dokumentation

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 01. MKS (001 Kurzinformation).pdf | Vorstellung der Elektronikbaugruppe |
| 02. MKS (101 #bersichtsplan).pdf | |
| 03. MKS (102 Dokumentation).pdf | ge#ffnete Dokumentation |
| 04. MKS (103 B-Stromlaufplan).pdf | |
| 05. MKS (104 B-St#ckliste).pdf | |
| 06. MKS (105 B-LP-L#tseite).pdf | Leiterplatte LS |
| 07. MKS (106 B-LP-Best#ckungsseite).pdf | Leiterplatte BS |
| 08. MKS (107 B-Best#ckungsplan).pdf | |

09. MKS (203 P16-Stromlaufplan).pdf	
10. MKS (204 P16-Stückliste).pdf	
11. MKS (205 P16-LP-Lötseite).pdf	Leiterplatte LS
12. MKS (206 P16-LP-Bestückungsseite).pdf	Leiterplatte BS
13. MKS (207 P16-Bestückungsplan).pdf	
14. MKS (303 V01-Stromlaufplan).pdf	
15. MKS (304 V01-Stückliste).pdf	
16. MKS (305 V01-LP-Lötseite).pdf	Leiterplatte LS
17. MKS (306 V01-LP-Bestückungsseite).pdf	Leiterplatte BS
18. MKS (307 V01-Bestückungsplan).pdf	
19. MKS (403 H01-Stromlaufplan).pdf	
20. MKS (404 H01-Stückliste).pdf	
21. MKS (405 H01-LP-Lötseite).pdf	Leiterplatte LS
22. MKS (406 H01-LP-Bestückungsseite).pdf	Leiterplatte BS
23. MKS (407 H01-Bestückungsplan).pdf	

Programmbeispiele (Quelltext)

24. MKS-SW01	MKS-Digitale Ausgabe V1.0.bas	Ansteuerung digitaler Kanäle
25. MKS-SW02	MKS-LCD-Anzeige V1.0.bas	Ansteuerung einer LCD-Anzeige

8.3 Elektronische Bauelemente

Für Elektronikamateure, die in Ihrer Nähe keinen Fachhandel für elektronische Bauteile haben oder denen die Bestellung, zum Beispiel beim Elektronikversand Reichelt (<http://www.reichelt.de>), für ein oder zwei Fehlteilen zu aufwendig sein sollte, können wir (nur innerhalb von Deutschland) eventuell Hilfe bei der Beschaffung anbieten.

Das Angebot an Leiterplatten ist abhängig von der Nachfrage und der jeweiligen Baugruppe. Die Leiterplatten sind ein- oder zweiseitig, gebohrt und verzinkt, aber nicht durchkontaktiert.

8.4 Hinweise zu den Nutzungsrechten

Die Bauanleitungen (einschließlich eventueller Software) darf unter den folgenden Bedingungen frei kopiert oder weitergegeben werden:

- es darf kein Preis für die Dokumentation (*.zip) erhoben werden, außer einer angemessenen Kopiergebühr
- für einen kommerziellen Vertrieb der Baugruppen ist das Einverständnis der Autoren erforderlich
- die Verwendung von Teilen der Dokumentation in eigenen Publikationen ist erlaubt, sofern ein eindeutiger Hinweis auf die Quelle erfolgt
- eine eventuell der Baugruppe beigelegte Software kann als Shareware konzipiert sein; dann ist sie zeitlich nicht limitiert, besitzt jedoch nur in der registrierten Version ihren vollen Funktionsumfang

Die Registrierung der Software ermöglicht Ihnen, Hinweise über die neueste (eventuell fehlerbehebene) Version zu erhalten. Wir haben uns bemüht, fehlerfrei zu programmieren. Die Erfahrung mit vielen Programmen zeigt aber, daß Software der „Version 1.0“ selten fehlerfrei funktioniert.

Hardwarefehler sind auf Grund der Anfertigung von Mustergeräten weitestgehend ausgeschlossen; Maßabweichungen bei der Bestückung können durch verschiedene Bauformen der Bauelemente auftreten.

Sollten Sie glauben, einen Fehler gefunden zu haben, senden Sie uns bitte per E-Mail folgendes zu:

- eine kurze, aber präzise Beschreibung für die Reproduzierbarkeit des Fehlers
- eine Beschreibung der eingesetzten Hard- und Software

Ohne diese Informationen ist eine Bearbeitung nicht möglich.

Einige Programme laufen unter Visual Basic (VB) der Versionen 4/ 5. Die jeweilige *.exe funktioniert daher nur unter Windows, wenn VB oder ein zusätzliches Softwarepaket mit den erforderlichen Dateien installiert ist.

Anwender, die darüber nicht verfügen, können sich eine Übersicht über die Funktionalität des Programms verschaffen. Das zusammengestellte Material beschreibt in Kurzform die Software.

Da die entsprechenden Installationsroutinen für Anwender ohne VB recht groß sind (ca. 1 ... 5 MB), macht eine Verteilung über Online-Dienste kaum einen Sinn. In diesem Fall sollte per E-Mail unter Angabe des Elektronikmoduls ein Informationsblatt angefordert werden.

In der Zukunft entstehende Programme werden mit der Programmiersprache PROFAN entwickelt, der Grund dafür hat mehrere Ursachen. Weitere Informationen zu PROFAN unter <http://www.msgroup.de>.

Für Baugruppen, in denen Mikrocontroller (AVR von Atmel) eingesetzt werden, dient als Programmiersprache BASCOM (Basicdialekt). BASCOM ist bis zu einer Programmgröße von 2 kByte ohne Einschränkungen verwendbar und unserer Meinung nach recht schnell zu beherrschen.

8.5 Technische Hinweise

8.5.1 Ausdrucken der Dateien

Der Ausdruck der Dateien sollte mit dem Adobe Reader keine Probleme bereiten.

Es besteht auch die Möglichkeit, alle PDF-Dateien in einer Datei zu vereinigen und diese an den Drucker zu schicken. Dafür kann z. B. das Tool „pdftk“ (<http://www.accesspdf.com/pdftk>) zur Anwendung kommen, wenn es im Dateienverzeichnis wie folgt aufgerufen wird: pdftk *.pdf cat output Druckdatei.pdf.

Im Gegensatz zu den Frontplattenbeschriftungen, die im Maßstab 1:1 vorliegen, sind die Leiterplattenzeichnungen der ersten Baugruppen im Maßstab 2:1 erstellt, was bei der Fertigung beachtet werden muß.

Für Leiterplatten jüngerer Datums wurde die Demoversion von TARGET (deutschsprachig) als Layouter verwendet. Nähere Informationen dazu auf der Homepage <http://www.ibfriedrich.com>.

8.5.2 Anfertigung von Leiterplatten

Bei der Erstellung des Layouts der Leiterplatten wurde auf eine einfache Leitungsführung geachtet, so daß auch manuell gezeichnete Leiterplatten kaum Probleme bereiten.

Eventuell ist bei Einzelstücken auch der Einsatz von Lochrasterplatten in Erwägung zu ziehen.

8.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen

Sofern bei einer Baugruppe ein größeres Gehäuse verwendet wurde, handelt es sich um ein Kunststoff-Halbschalen-Gehäuse, was zum Beispiel über den CONRAD-Elektronikversand bezogen werden kann.

Diese Gehäuseform hat den Vorteil, daß mit geringem Aufwand eine ansprechende Frontplatte gestaltet werden kann. Die den jeweiligen Baugruppen beigefügten Datei „* (Frontplatte).pdf“ beinhaltet jeweils einen Vorschlag. Sie können auf entsprechenden Papier (nicht zu dickes verwenden) ausgedruckt und unter Verwendung eines Klebestiftes auf die Frontplatte geklebt werden. Nach dem Trocknen kann noch eine selbstklebende Transparentfolie aufgeklebt werden. Mit einer Rasierklinge lassen sich jetzt überstehende Papier- und Folienreste schnell entfernen. Entsprechend den Konturen kann nun gekörnt und vorhandene Ausschnitte mit einer Laubsäge angefertigt werden. Nach Montage der Bedienelemente und der Verdrahtung mit der Leiterplatte kann die Montage des Gehäuses durchgeführt werden.

Stecker- oder Hutschienegehäuse können vom gleichen Anbieter, Reichelt-Elektronik oder direkt vom Hersteller (BOPLA) bezogen werden.

8.5.4 Bauelementeauswahl

Bauelemente ohne besonderen Hinweis sind als Vorschläge zu verstehen. An diesen Stellen können natürlich Typen verschiedener Hersteller zum Einsatz kommen, sofern sich ihre elektrischen Parameter gleichen.

Weitergehende Erläuterungen und Hinweise zum Aufbau elektronischer Schaltungen werden als bekannt vorausgesetzt bzw. können aus entsprechenden Literaturquellen bezogen werden.

Anfragen, egal zu welcher Problematik, beantworten wir gerne per E-Mail.

Viel Spaß beim Aufbau und Einsatz der Baugruppe wünscht Ihnen das

Amatronik Entwicklungsteam