



Technische Dokumentation

für die Elektronikbaugruppe

Funkuhrmodul FUM

Version 1.05

Dateiname: BA14-FUM.ZIP Ausgabe 01.05.2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Beschreibung der Baugruppe	3
2 Stromlaufplan	4
3 Leiterplatte und Schaltungsaufbau	5
4 Software und Programmierung	5
5 Allgemeines	6
5.1 Literaturverzeichnis	6
5.2 Dateienverzeichnis	6
5.3 Elektronische Bauelemente	6
5.4 Hinweise zu den Nutzungsrechten	6
5.5 Technische Hinweise	7
5.5.1 Ausdrucken der Dateien	7
5.5.2 Anfertigung von Leiterplatten	7
5.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen	7
5.5.4 Bauelementeauswahl	8

1 Beschreibung der Baugruppe

Überall dort, wo eine genaue Uhrzeit gewünscht wird, sei es, um ein selbst entwickeltes Gerät zeitgesteuert betreiben zu können oder selbst komfortabel zeitabhängige Prozesse programmieren zu können, ist diese mikrocontrollergestützte Funkuhr konzipiert. Mit diesem Modul ist jetzt nicht mehr erforderlich, auf vorgeschaltete und nicht in die eigene Anwendung einbindbare Zeitschaltuhren zurückzugreifen.

Für die Realisierung des Projektes "Empfang, Dekodierung und Anzeige von Uhrzeit und Datum" mußte zunächst recherchiert werden, welcher Aufwand betrieben werden muß, um kostengünstig und nachbausicher zum anvisierten Ergebnis zu gelangen. Das Ergebnis dieser Recherche wird im folgenden beschrieben.

Ein Funksignal, welches die Zeitinformation in kodierter Form enthält, muß empfangen und so aufbereitet werden, das es mit geringen Aufwand dekodiert werden kann. Für den deutschsprachigen Raum sollte das Zeitzeichensignal des DCF-77-Senders, der sich in Mainflingen, ca. 25 km südöstlich von Frankfurt am Main befindet und auf Langwelle sendet, die erste Wahl sein. Außerdem gibt es bei den Elektronik-Versandhäusern ELV und Conrad abgegliche DCF-Empfangsmodule mit 77,5-kHz-Antenne für einen Preis, bei dem über einen Selbstbau nicht nachgedacht werden sollte. Falls dazu dennoch Interesse besteht, können der Dokumentation [1] entsprechende Informationen entnommen werden.

Das DCF-Empfangsmodul arbeitet in einem weiten Spannungsbereich und liefert an einem Ausgang das demodulierte DCF-Signal, an seinem zweiten das invertierte. Die Ausgangstransistoren sind entgegen der dem Autor vorliegenden Beschreibung [2] nach Auskunft des Herstellers mit 100 mA belastbar. An dieser Stelle sei über die Funktion nur soviel bemerkt, daß die Absenkung des Trägersignals des Senders innerhalb einer Minute einem exakten Schema gehorcht und diese Signalfolgen an den Ausgängen zur weiteren Verarbeitung verwendet werden können. Die Trägerfrequenz wird im Sekundentakt auf 25% ihrer Amplitude abgesenkt. Je nach dem, ob diese Absenkung dieser sogenannten Sekundenmarken für nominal 100 ms oder 200 ms erfolgt, handelt es sich um ein Null-Bit oder einem Eins-Bit. Da in jeder Minute 59 Sekundenmarken (Zeitletogram) gesendet werden, können Uhrzeit, Datum und Kalendertag ermittelt werden. Um einen definierten Anfangszustand zu erreichen, wird mit einem "Synchronsignal" gearbeitet. Die 59. Sekundenmarke wird nicht übertragen und mit der darauf folgenden Absenkung beginnt eine neue Minute bzw. der Übertragungsbeginn eines neuen Zeitletogramms.

Kommen wir nun zur Erläuterung der Dekodierung des Zeitzeichensignals. Seit Einführung des Zeitzeichensenders DCF77 gibt es für die Sichtbarmachung der im Zeitletogram enthaltenen Daten eine Vielzahl von Schaltungsbeispielen. Bei der Suche nach einer kompakten und vielseitig anwendbaren Lösung wurde eine mikrocontrollergesteuerte Schaltung favorisiert. Diejenigen Hobbyelektroniker, die bis jetzt noch keine Erfahrungen mit Mikrocontrollern gemacht haben, sollten sich dadurch auf keinen Fall von einem Nachbau abschrecken lassen.

Die Schaltung wurde in einzelne Baugruppen gegliedert, um eine optimale Anpassung an die individuellen Erfordernisse zu gewährleisten (siehe bitte Übersichtsplan):

1. Antennenmodul ATM

- DCF-Empfänger, der wahlweise in einem Gehäuse mit IP 40 untergebracht werden kann (z. B. bei Montage außer Haus)
- optionale Integration von Zusatzfunktionen (z. B. Messung von Außentemperatur, Luftfeuchte oder Windgeschwindigkeit)

2. Funkuhrmodul FUM

- Spannungsversorgung über eine 2-polige Steckerleiste, mit Feinsicherung und Leistungs-Z-Diode abgesichert gegen Falschpolung und Überspannung
- freiprogrammierbare Steuerung (Atmel-Mikrocontroller AT90S4433 oder dessen pinkompatiblen Nachfolger Atmega8), die auch als kleines Entwicklungsboard für die Umsetzung eigener Ideen verwendet werden kann
- aufsteckbares LCD-Display, dessen Kontrast über ein Potentiometer einstellbar ist und dessen Hintergrundbeleuchtung über einen Jumper oder Schalter aktiviert werden kann
- Nutzungsmöglichkeit der freien I/O-Ports über Buchsenleisten

3. Programmiermodul PRM (Daten bitte der speziellen Bauanleitung entnehmen)

- Interface zur Programmierung (PC-Kopplung über LPT), welches im Zusammenhang mit der Brennsoftware WinAVR [3] auch für andere MCs der AVR-Serie verwendet werden kann

2 Stromlaufplan

Zum besseren Funktionsverständnis der Baugruppe „Funkuhrmodul“ (FUM) dient der Stromlaufplan.

- Programmierung des MCs

Durch die Integration eines Mikrocontrollers (MC) in die Schaltung ist zunächst dessen Programmierung erforderlich. Auf weitergehenden Erläuterungen zu den Grundlagen des Einsatzes eines MCs möchte der Autor an dieser Stelle nicht eingehen und verweist auf die unter [3] und [5] gegebenen Informationen.

Ein spezieller Brenner ist dafür nicht unbedingt erforderlich. Um eine Programmierung selbst durchführen zu können, ist zunächst der Aufbau des Funkuhrmoduls FUM und eines Programmiermoduls (z. B. PRM; siehe entsprechende Bauanleitung) erforderlich. Dabei soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß das Interface PRM für den Anschluß an das FUM optimiert ist.

Nach Verbindung beider Module über die Programmierschnittstelle (8-adriges flexibles Flachbandkabel) und dem Anschluß des PRMs über die parallele Schnittstelle mit einem PC kann der MC programmiert werden. Anzumerken sei noch, daß das Programmiermodul PRM seine Betriebsspannung über das Modul FUM erhält, dieses daher mit einer Spannungsquelle von DC 5 V verbunden sein muß. Eine Verpolungssicherheit ergibt sich daraus, daß zwei Leitungen der 8-adrigen Programmierschnittstelle nicht angeschlossen sind. Die grüne LED (VD2) signalisiert die Betriebsbereitschaft, die rote LED (VD1) ein anliegendes Reset-Signal vom PC, welches durch die Programmiersoftware generiert wird. Unter Verwendung der Programmiersoftware WinAVR [3], die dessen Programmierer kostenlos zur Verfügung stellt, ist der MC in wenigen Augenblicken programmiert. Als Alternative kann gleich ein programmierter MC in die Schaltung eingesetzt werden.

Außerdem soll noch darauf hingewiesen werden, daß nach Veröffentlichung dieses Beitrages es sicherlich kaum noch möglich sein wird, den Atmel-MC AT90S4433 zu beziehen, da er den Status eines Auslaufotyps bekommen hat. Der Nachfolger (ATmega8) ist pinkompatibel, hat gleiches Preisniveau und verfügt über einen größeren Flashspeicher zur Aufnahme des Programms. Damit hat man mehr Programmspeicher für eigene Zusatzfunktionen zur Verfügung (z. B. Aquarium-, Beleuchtungs- oder Rolladensteuerung, wochentagabhängiger Wecker oder Schaltuhr).

Bei der Programmierung des Atmega8 muß man jedoch gegenüber dem Vorgänger AT90S4433 zusätzlich darauf achten, daß die FUSE-Bits für die Frequenzeinstellung (CKSEL 3...0: 1111) verändert werden müssen, da die Grundeinstellung im Lieferzustand nicht den Erfordernissen der Schaltung (Quarzbetrieb) entspricht [4]. Wer sich für WinAVR [3] als Programmiersoftware entscheidet und mit den Einstellungen der FUSE-Bits nichts anfangen weiß und auch mit der Dokumentation zum Prozessor, die man im Internet auf der Seite des Herstellers (ATMEL) findet, nicht weiterkommt, kann sich gerne per Email an den Autor wenden.

Achtung!

Bevor man bei einem FUSE- oder LOOK-Bit eine Auswahl trifft, sollte man genau wissen, was man tut, weil zum Beispiel bei der Einstellung auf ein externes RC-Glied für die Frequenzeinstellung der MC in der angegebenen Schaltung nicht mehr funktioniert, da an dieser Stelle ein Quarz für die Frequenzeinstellung relevant ist.

Die Software für das „Funkuhrmodul FUM“ ist Freeware und jeweils als Intel-Hexdatei für beide MC dieser Bauanleitung beigelegt.

Für den Schaltungsvorschlag der PC-Kopplung über einen Treiberschaltkreis mit Triggerverhalten (PRM: IC1) gibt es die verschiedensten Quellen. Er garantiert eine exakte Signalförmigkeit. Der Autor hat sich hier bewußt für den Mehraufwand entschieden, obwohl auch eine direkte Kopplung möglich gewesen wäre.

- Betrieb der Funkuhr

Zur Schaltung gibt es eigentlich nicht viel zu sagen. Als Stromversorgung verwendet man entweder eine stabilisierte Gleichspannung von 5 V oder einen Akkupack (4 Stück * 1,2 V = 4,8 V); die Stromaufnahme ohne eingeschalteter Hintergrundbeleuchtung beträgt ca. 20 mA. Der Schutz der Schaltung bei Verpolung oder Überspannung wird durch die Z-Diode VD1 und der Feinsicherung F1 gewährleistet. Durch die Spannungsstabilisierung mit dem Widerstand R3 und der Z-Diode VD2 wird eine konstante Spannung von 3 V für die Kontrasteinstellung der LCD-Anzeige bereitgestellt. Der Kontrast kann mit dem Einstellregler R2 den individuellen Erfordernissen angepaßt werden. Wünscht man sich eine Hintergrundbeleuchtung, kann mit einem Jumper oder Schalter die Klemme X4 überbrückt werden; durch Einsatz eines zusätzlichen Widerstandes könnte die Helligkeit verringert werden. R1 dient der Strombegrenzung für die Hintergrundbeleuchtung und sollte nur für eine stärkere Hintergrundbeleuchtung reduziert werden, wenn man die genauen Daten des eingesetzten LCD-Moduls kennt. Wie oben bei der Einstellung der FUSE-Bits bereits erwähnt, arbeitet der MC in dieser Schaltung mit einer Quarzfrequenz von 8 MHz. Prinzipiell können auch andere Quarze verwendet werden. Da das Programm aber für diese Taktfrequenz ausgelegt ist, müßten verschiedene Einstellungen im Quellcode verändert und das Programm neu

compiliert werden. Ist die LCD-Anzeige aufgesteckt und der DCF-Empfänger angeschlossen erfolgt nach dem Einschalten der Stromversorgung im MC ein Einschaltreset. Die intern programmierte Uhr beginnt zu laufen, was auch auf dem Display verfolgt werden kann. Ist der DCF-Empfänger richtig angeschlossen, blinkt am Ende der ersten Zeile ein "-". Spätestens nach einer Minute wird bei ausreichender Empfangsqualität an dieser Stelle ein kleines Antennensymbol dargestellt. Dies bedeutet, daß die interne Uhr sich in Bezug auf die Sekunden schon mit der ausgestrahlten Funkzeit synchronisiert hat. Normalerweise könnte jetzt auch schon die vollständige Uhrzeit und das Datum angezeigt werden, da ja das komplette Zeitsignal innerhalb einer Minute übertragen wird. Um aber sicherzugehen, daß es keinen Übertragungsfehler gegeben hat, werden zunächst drei Zeitprotokolle empfangen und geprüft, ob diese "in Reihe" liegen. Erst wenn das der Fall ist, wird die Uhrzeit zur Anzeige gebracht. Die Anzeige des Datums erfolgt schon nach der Übertragung des ersten Zeitprotokolls.

3 Leiterplatte und Schaltungsaufbau

Um die Leiterplatte für das FUM bewußt klein zu halten, wurde das Interface zur Programmierung des AVR's nicht integriert. Es läßt sich aber auch auf das Modul FUM montieren, da es die gleichen Abmessungen der Leiterplatte (36 x 94) besitzt.

Das für die DCF-Antenne verwendete Gehäuse hat übrigens die Abmessungen von LxBxH: 52 x 50 x 37.

Bedingt durch diesen modularen Aufbau und der zusätzlichen Herausführung von I/O-Ports des AVR's kann die Baugruppe FUM auch als einfaches Experimentierboard für die AVR's AT90S4433 bzw. ATmega8 verwendet werden.

Die Verbindung der LCD-Anzeige mit der restlichen Schaltung erfolgt über Drahtbrücken. Die Anschlußpunkte sind so ausgelegt, daß sowohl ein direktes Einlöten als auch die Verwendung eines kleinen Steckverbinders möglich ist.

Für den Anschluß der DCF-Antenne (ATM) sollte man für die Minimalversion (ohne zusätzliche Sensoren) und in Abhängigkeit von der räumlichen Trennung eine 3-adrige geschirmte Leitung verwenden.

Bei der Bestückung der Leiterplatten sollten die allgemeinen und als bekannt vorausgesetzten Richtlinien zur Anwendung kommen.

Die Verwendung einer Schaltkreisfassung für den MC sollte überlegt werden. Bei nichtdurchkontaktierten Leiterplatten sind diese vor einer weiteren Bestückung einzulöten.

4 Software und Programmierung

Wer ein Programm für das FUM nicht selber schreiben möchte oder vermag, kann die beigelegte Software einsetzen (Achtung, Mikrokontrollertyp beachten!).

Die erforderlichen Schritte sind der Beschreibung zum Programmiermodul PRM [6] zu entnehmen.

Zum Schluß noch folgende Hinweise:

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

Die Schaltung wurde als Funktionsmuster aufgebaut, mehrmals über die parallele Schnittstelle programmiert und ist seit einiger Zeit im Dauerbetrieb eingesetzt.

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

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 Chipsatz.

5 Allgemeines

5.1 Literaturverzeichnis

- | | |
|------------------------|--|
| [1] Informationsblatt: | Ideen in Electronic
Aufbau des DCF-77-Signals
Best.-Nr.: 19 0683
Conrad Electronic 1994 |
| [2] Datenblatt: | Anschlußbelegung DCF-Empfänger BN 641138
Conrad Electronic, Katalog 2004 |
| [3] Roland Walter | http://www.rowalt.de
- Hinweise für Einsteiger bei der MC-Anwendung
- Brennersoftware WinAVR
- Schaltungsbeispiele |
| [4] Hersteller ATMEL | http://www.atmel.com
- Datenblätter der Mikrocontroller |
| [5] MC-Programmierung | http://www.mcselec.com
- BASIC-Entwicklungsumgebung (2 kByte in der freien Version)
- Simulations- und Brennerbetrieb möglich |
| [6] Ingolf Bauer | http://hardware.freepage.de/amatronik/index.htm
- Bauanleitung zum Programmiermodul PRM |

5.2 Dateienverzeichnis

Für das Arbeiten mit der Dokumentation kann der kostenfreie Adobe Reader verwendet werden, da alle Dateien im *.pdf Format veröffentlicht sind:

Dateien der Dokumentation

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 01. FUM (01 Kurzinformation).pdf | Ansicht der Elektronikbaugruppe |
| 02. FUM (02 Dokumentation).pdf | Dokumentation (geöffnet) |
| 03. FUM (03 Übersichtsplan).pdf | Funktionsprinzip |
| 04. FUM (04 Stromlaufplan).pdf | Schaltplan |
| 05. FUM (05 Stückliste).pdf | Bauelementeübersicht |
| 06. FUM (06 LP-Lötseite).pdf | Leiterbild Leiterseite der Leiterplatte |
| 07. FUM (07 LP-Bestückungsseite).pdf | Leiterbild Bestückungsseite der Leiterplatte |
| 08. FUM (08 Bestückungsplan).pdf | Bestückung |

5.3 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 verzinnt, aber nicht durchkontaktiert.

5.4 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 selten keine Probleme aufzeigt.

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 Email 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 Funktionalität der 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 Email 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.

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.

5.5 Technische Hinweise

5.5.1 Ausdrucken der Dateien

Der Ausdruck der Dateien sollte keine Probleme bereiten.

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

Für Leiterplatten jüngerer Datums wurde TARGET als Layouter verwendet. Nähere Informationen dazu auf der Homepage.

5.5.2 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.

5.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen

Sofern bei einer Baugruppe ein größeres Gehäuse verwendet wurde, handelt es sich um ein Kunststoff-Halb-schalen-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 beigelegte 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.

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

5.5.4 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 Email.

Viel Spaß beim Aufbau und Einsatz der Baugruppe wünscht Ihnen das

Amatronik Entwicklungsteam