

Aufbauanleitung

8Kanal Zündboxen zu PyroIgnitionControl

Die Zündboxen haben pro Box "nur" 8 Kanäle, da ich es klein halten wollte. Mehr Kanäle hätten einen größeren Prozessor und eine größere Platine oder SMD bedeutet. SMD Bauteile sind für viele Leute aber nicht nachbausicher.

Das Ganze entspricht somit dem KISS-Prinzip (Keep It Stupid & Simple). Mit den von der Software unterstützten 30 Zündverteilern könnte man theoretisch immer noch 240 Kanäle abbilden.

Es handelt sich hier um Projektunterlagen und NICHT um einen fertigen Bausatz. Ich kann auch weder Platinen noch vorprogrammierte ICs dafür liefern. Schaltplan und Layout sind mit Eagle in der freien Hobby-Version erstellt, diese schließt eine kommerzielle Nutzung aus!

Das Nachbauen ist also Personen mit entsprechenden Fähigkeiten und Mitteln vorbehalten. Nachbau und Betrieb erfolgt komplett auf eigene Gefahr. Ich übernehme keine Haftung für Fehlfunktionen, Fehler im Layout oder der Software.

Alles wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt und erfüllt seinen Zweck für mich.

Für den Nachbau und Betrieb wird neben den Bauteilen und etwas Löterfahrung benötigt:

- Die Möglichkeit Platinen (einseitig) herzustellen und zu bohren. Fertigung wäre möglich, wird sich aber vermutlich aufgrund der Kosten nicht lohnen.
- Ein Programmierer für Atmel Atmega-Prozessoren.
- Adapter von USB oder RS232 auf RS485. Je nachdem was der zugehörige Rechner unterstützt.

Man kann alle benötigten Bauteile für die Platine bei Reichelt Elektronik beziehen. Eine fertige Liste gibt es (Stand: Dezember 2016) hier: <https://www.reichelt.de/my/1288866> Nicht enthalten sind:

- Gehäuse
- Anschlussklemmen für die Zünder. Hier kann man billige Lautsprecherklemmen verwenden, Polklemmen oder die dafür gemachten Pyroclips.
- Platine (!)
- Stecker und Kabel für Busleitung
- Teile für zentrale Versorgung.

Die Software für den AVR ist zusammen mit Layout, Bestückungsplan, Schaltplan und Materialliste in der .zip-Datei enthalten.

Hinweise zum Aufbau

Das Layout enthält eine einfache Konstantstromquelle. Diese liefert 5mA und soll der Widerstandsmessung einzelner Zündkreise dienen. Aktuell ist die Funktion aber noch nicht implementiert.

Derzeit dient die KSQ nur der Versorgung der Durchgangs-Kontroll-LEDs.

Braucht man diese nicht, kann man folgende Bauteile weglassen:

R4, R29, R30

D1, D2, IC3

Anstelle von D2 wird dann eine Drahtbrücke eingesetzt.

Ich habe hier auf die (relativ teuren) Federklemmen gesetzt um Wackelkontakte zu vermeiden. Aus genau dem gleichen Grund sind die ICs ohne Sockel fest eingelötet. Natürlich kann man sich das auch sparen und die Anschlusskabel einfach fest anlöten. Schraubklemmen würde ich hier nicht empfehlen.

Die Adresse der Zündbox wird über das 4er Mäuseklavier (DIP-Schalter) festgelegt. Die Codierung erfolgt Binär +1, d.h. wenn alle Schalter aus sind hat die Box nicht Adresse 0 sondern die 1. Alle 4 Schalter an entspricht somit Adresse 16.

Um Drahtbrücken zu vermeiden ist der DIP-Schalter nur 4polig ausgeführt. Um die Adressen von 17-30 auch nutzen zu können, muss man Pin 6 am Atmel auf Masse ziehen. Das kann man dauerhaft mit einem Tropfen Lötzinn zwischen Pin und Massefläche machen, oder indem man einen 5pfach DIP-Schalter mit einer Drahtbrücke mit dem Pin verbindet. Im Layout sind entsprechende Bohrungen vorgesehen.

Der AVR muss nach dem Aufbau noch programmiert werden. Wie das geht setze ich als bekannt voraus.

Ferner müssen die Fusebits wie folgt gesetzt werden:

BODLEVEL 4V0

BODEN Ja (0)

SUT_CKSEL EXTMEDFXTALRES_16KCK_64MS

Das entspricht:

High: 0xD9

Low: 0x3D

Der ISP-Anschluss ist als MicroMatch-Verbinder ausgeführt. Dieser ist pinkompatibel zum Standard 6pin-ISP-Pfostenstecker. Man kann einfach einen passenden Stecker mit auf das Flachbandkabel des Programmers pressen. Pin 1 befindet sich auf dem Layout rechts.

Achtet auch auf die Leiterbahn zum Reset-Pin. Die ist ziemlich eng zwischen den Pins des IC durchgeführt. Bei der Platinenerstellung in der heimischen Hexenküche kann es hier schnell zu Brücken kommen.

Die eingesetzten MosFETs müssen Logic-Level-Typen sein. Zwar leiten auch normale Typen schon bei 5V Gatespannung. Das reicht für die Durchgangskontroll-LED, aber nicht zum Zünden!

Bei der Zündung wird der jeweilige Kanal für ca. 2 Sekunden gegen Masse geschaltet. Man kann einen Kanal auch mehrfach hintereinander auslösen. Die Zeit beginnt bei jeder

Auslösung von neuem, bei genügend häufiger Auslösung bleibt der Kanal dann dauerhaft eingeschaltet.

Hinweis: In dieser Zeit fallen bei einem Kurzschluss auf Zünderseite an R2 um die 35W Verlustleistung an. Der dort eingesetzte 5W-Typ macht das auf Dauer nicht mit!

Für ein Relais oder eine kleine LED kann man sowas hingegen durchaus benutzen.

Stromversorgung

Die Boxen sind für 12V ausgelegt, alle Spannungsregler und Kondensatoren in der Liste halten aber mindestens ca. 30V aus. Man kann also durchaus mit 24V aus 2 Bleiakkus in Reihe arbeiten.

R2 dient als Strombegrenzungswiderstand. Hier fließt ein Strom nur beim Laden des Elkos im Zündkreis oder bei der Zündung selbst. Bei 12V ergeben sich hier ca. 3-4A. Der Wert muss ggf. der Umgebung angepasst werden.

Die jeweils benachbarten Anschlüsse an Klemmblock X1 sind identisch belegt. So kann man den Bus und Versorgungsspannungen unproblematisch zur nächsten Box durchschleifen.

Die Belegung (Pin 1 ist links unten!) lautet:

9,10: Zünd+
7,8: GND
5,6: Schaltungs+
3,4: RS485 A
1,2: RS485 B

X3:
1,2: Zünd+

X4-X7:
1: Kanal 1,3,5,7 (innenliegender Pin)
2: Kanal 2,4,6,8 (zum Rand liegender Pin)

Die Boxen sind für eine zentrale Spannungsversorgung über das Buskabel vorgesehen. Alle Funktionen, sowie die Konstantstromquelle zur Zündkreisprüfung laufen über Schaltungs+. Zünd+ wird nur für die Zünder verwendet.

Man kann alternativ auch Ortsbatterien in den Boxen einsetzen, dann muss man sich aber Gedanken um die Steuerung der Zündspannung machen.

Bislang gibt es für die Spannungsversorgung KEINEN Verpolschutz.

In meinem eigenen Setup wird das durch die Buskabel und zentrale Versorgung aus einem Batteriekoffer sichergestellt.

Achtung: An Zünd+ befindet sich ein Kondensator um möglichst viel der Zündenergie nicht schlagartig über die Zuleitung heranzuführen zu müssen (Spannungsfall). Dieser wird in der jetzigen Schaltung an Abschaltung von Zünd+ NICHT (!) entladen.

Ohne Spannungsversorgung können zwar auch die MosFETs nicht durchschalten.

Es empfiehlt sich aber dennoch Zünd+ beim Entschärfen über einen Widerstand auf in der Steuereinheit auf Masse zu ziehen.

Die Zünder sind massegeschaltet da einfach und billig. Das bedeutet dass bei aktivierter Zündspannung eben diese gegen Masse anliegt. Metallische Stecker und Gehäuseteile sollte man daher isoliert von der Platine befestigen, sodass man hier kein (Masse)Potential verschleppt.

Natürlich hat man gefälligst trotzdem die Zündspannung vor Betreten des Abbrenners abzuschalten. Das gebietet eigentlich der Selbsterhaltungstrieb.

Bus-Leitung

Hier müsst ihr euch selbst etwas aussuchen.

Ich habe 5polige XLR-Stecker und Ölflex Classic 5x0,75qmm benutzt. Letzteres gibt es in der Bucht als 50m Ring für überschaubares Geld. Die Leitung hat sich aber als grenzwertig in der Verarbeitung in den einfachen XLR Steckverbindern erwiesen. Pollin hatte zeitweise 10m Abschnitte Steuerleitung mit 2x1qmm und 4x0,2qmm im Angebot. Sowas wäre ideal, ist aber aktuell nicht verfügbar.

Der Umsetzer vom PC sollte noch ein Bias-Netzwerk enthalten um den Bus passiv auf Ruhepegel zu bringen. An der letzten Box sollte ein Abschlusswiderstand den Bus terminieren. Idealerweise baut man den einfach in einen XLR-Stecker ein, dann ist man flexibel. Auf dem Schreibtisch kann es auch ohne Bias-Netzwerk und Terminator gehen, für den Einsatz empfiehlt es sich aber der Norm zu folgen zumal der Mehraufwand sehr überschaubar ist.

Die Busleitung sollte für größere Entfernungen eigentlich verdreht sein. Meine ist es nicht, mit der geringen Datenrate (9600bps) geht es aber dennoch problemlos. Auch hier muss man ausprobieren was geht.

Gehäuse / Stecker

Aus Kostengründen habe ich auf Kunststoffgehäuse zurückgegriffen.

Metall wäre robuster, das Gehäuse kostet dann aber mehr als der Inhalt.

Verwendet wurde: Hit-Box 1003, grau; Conrad-Bestellnummer: 520888; 7,89€

Sollte die Dose also wirklich mal mit einem fehlgeleiteten PTG kollidieren gibt's einfach eine Neue.

Aus dem gleichen Grund benutze ich die einfachen 5poligen XLR-Typen. Man kann sicherlich mit dem Zündstrom mehrerer Boxen gleichzeitig die Spezifikation ausreizen oder überschreiten. Das muss man hier abwägen. Im Normalfall fließt der Zündstrom impulsartig und bei korrekter Auslösung der Zünder braucht ein Zünder zum Auslösen etwa so lang wie ein Datenpaket (~8ms) auf dem Bus.

Stecker von Neutrik oder ein anderes System a la Buccaneer wären sicherlich besser, aber deutlich teurer. Theoretisch kann man auch D-Sub, DIN-Stecker oder sonstwas her nehmen. Mir war ein System mit Verriegelung wichtig.

Einspeisung

Das System ist auf eine zentrale Strom- und Datenversorgung ausgelegt.

Die Zündboxen funktionieren also allein nicht, sondern es wird ein Umsetzer der PC-Schnittstelle auf RS485 und eine Stromversorgung benötigt.

Der USB ist hierfür eher nicht geeignet, für den Zündstrom fehlt ihm doch sowohl Spannung als auch der mögliche Strom.

Für meinen Aufbau habe ich daher einen kleinen Outdoot-Koffer benutzt und in diesem einen Blei-Gel-Akku sowie den Umsetzer und Scharfschaltung untergebracht. Hier muss der Nachbauende sich selbst etwas überlegen.

Protokoll

Das Protokoll wurde durch den Entwickler der Zündsoftware „PyrolgnitionControl“ definiert. Auch wenn diese mittlerweile unterschiedliche Anlagentypen unterstützt, arbeiten die Boxen hier mit dem Ursprungprotokoll.

Der PC sendet bei einer Zündung folgendes Datenpaket:

1: 0xff	Startbyte
2: 0x00-0xff	Adresse der Zündbox
3: 0x00-0xff	Kanal der Zündbox
4: Checksum	CRC8 über Bytes 2+3

In der Software gibt es die Einschränkung auf Moduladressen 1-30 und Zündkanal 1-99 (pro Modul).

Es handelt sich im Standard um ein unidirektionales Protokoll, d.h. die Software sendet bei einer Zündung ein Datenpaket. Es erfolgt keine Rückmeldung zum PC. Eine Scharfschaltung der Module erfolgt ebenfalls nicht über die Software sondern ggf. in Hardware.

Stückliste

Bauteil	Wert	
C1	330µ	Elko RM5, d=13
C10	100µ	Elko RM5, d=10,5
C13	47µ	Elko RM2.5, d=7
C11,C12	100n	Kerko RM2.5
C20,C21, C24,C30	100n	Kerko RM5
C22,C23	32p	Kerko RM2.5
R1	10k	
R2	3R3; 7W	Zementwiderstand, Strombegrenzung
R51-R58	330R	
R61-R68	4k7	
R71-R78	4k7	
D2	Drahtbrücke	
LED1-LED8		beliebige Low Current LED 3mm.
Q1-Q8	IRLZ34N	LogicLevel-MosFET, TO220
IC1	ATmega8	Mikrocontroller Atmel, Urversion reicht
IC2	7805	Linearregler TO220
IC4	MAX487CPA	RS485 HalbDuplex Treiberbaustein, 250kbps, Slew-Rate-Limited, DIP-8
Q9	7,3728Mhz	Baudratenquartz HC49
X1	MicroMatch 6pin	Micromatch Steckverbinder, 6polig.
X2	WAGO 250-210	ISP Anschluss für AVR, Belegung nach AVR AppNote Federklemmen für Printmontage, 10fach, max 1.5qmm, RM3.5, Pins um 5mm versetzt
X3-X7	WAGO 250-202	Wie X2, 2polig
SW1	4fach DIP-Schalter	optional: 5pol mit Drahtbrücke

Optional für die Möglichkeit der Widerstandsmessung oder Durchgangskontrolle:

R3	1K2, 0.6W	Metallschichtwiderstand 1%
R4	249R, 0.6W	Metallschichtwiderstand 1%
R29	3k	Metallschichtwiderstand 1%, Spannungsteiler
	Wert für 12V; ggf. anpassen	
R30	12k	Metallschichtwiderstand 1%, Spannungsteiler
	Wert für 12V; ggf. anpassen	
D1	1N4148	
D2	MUR1520	Leistungsdiode, 2pol TO220 Gehäuse
IC3	LM317LZ	LM317 in TO92, I _{max} 100mA

Quellen:

Vorstellung Zündanlage PyroControl

<http://www.feuerwerk-forum.de/showthread.php?t=24096>

Softwaredownload vom Originalserver:

<http://software.fx-firingsystem.de/>