

Kippschalterkleingerät 15b

Kurzbeschreibung

Stand: 26. 10. 2015

Zweck

1. Bedien- und Anzeigegerät als Lehrmittel und Prüfhilfsmittel in der Digital- und Mikrocontrollertechnik. Es kann binäre Signale (Stimulus) ausgeben und Signale der jeweils zu prüfenden Einrichtung als Antwort darauf (Response) abfragen und darstellen. Zwei 8-Bit-Ports und zwei Kommunikationsschnittstellen (seriell, USB).
2. Universelle, frei programmierbare Mikrocontrollerplattform, die durch Programmierung und ggf. selektive Bestückung in vielfältiger Weise eingesetzt werden kann.

– Die folgende Beschreibung betrifft vor allem die Nutzung als universelle Mikrocontrollerplattform. –



Der Einsatz als Bedien- und Anzeigegerät (Stimulus / Response) erfordert entsprechende Programmierung sowie bestimmungsgemäße Bestückung der Platinen.

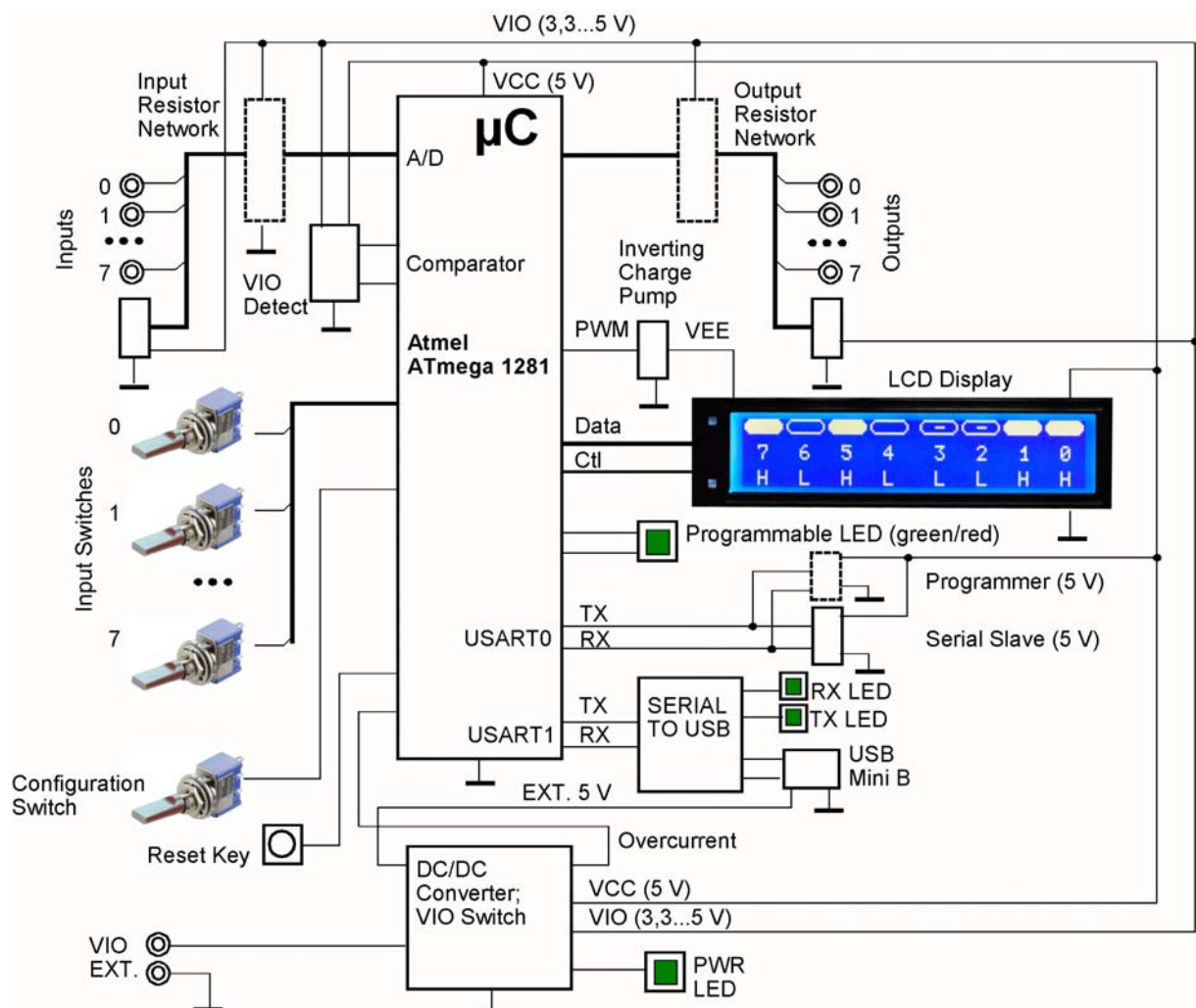
Ausstattungsmerkmale:

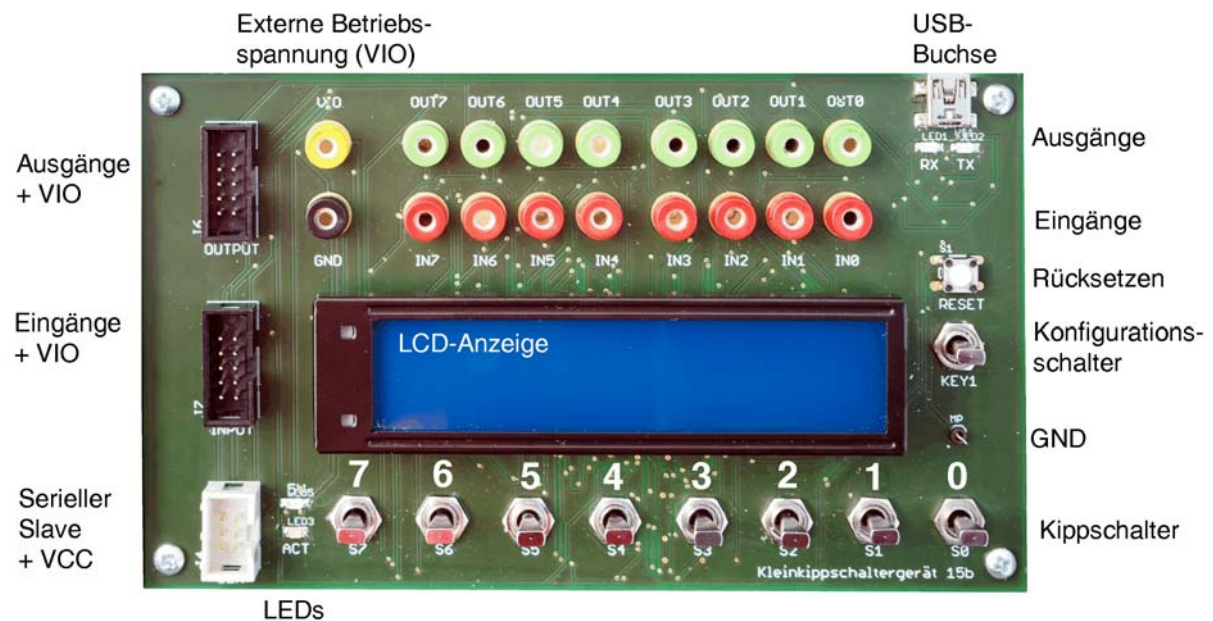
- Mikrocontroller Atmel ATmega1281 TQFP 64. Programmspeicher 128 kBytes, Datenspeicher (RAM) 8 kBytes, EEPROM 4 kBytes, Takt 8 MHz (intern), Betriebsspannung 5 V.
- Graphische LCD-Anzeige mit 180 • 32 Pixeln. EA DIP180B-5NLW mit drei Controllern PT6520, SED1520, AX6120 o. ä. 8-Bit-Busschnittstelle.
- Universeller 8-Bit-Port. Frei programmierbare Ein- und Ausgabe. Vorzugsnutzung: Ausgabeport. 8 Buchsen und eine 10polige Wannienstiftleiste.
- Universeller 8-Bit-Port. Frei programmierbare Ein- und Ausgabe. Eingabe auch über Analog-Digital-Wandlung. Vorzugsnutzung: Eingabeport. 8 Buchsen und eine 10polige Wannerstiftleiste.
- Eine serielle Schnittstelle mit USB-Wandler. USB-Anschluß Mini-B. Zugleich Betriebsspannungszuführung (wahlweise).

- Eine serielle Schnittstelle 5 V, 6polige Wannentiftleiste; als Slave angeschlossen.
- 8 Kippschalter mit Tast- und Raststellung. Betätigung programmseitig abfragbar.
- Konfigurationsschalter mit Tast- und Raststellung. Beide Stellungen programmseitig abfragbar.
- Eine programmierbare Zweifarben-LED. Weitere LEDs für Betriebsspannung und USB-Kommunikation.
- Umschalt- und Konfigurationsvorkehrungen für Betriebsspannung und E-A-Pegel.

Grundfunktionen der Bedienung und Anzeige (Stimulus/Response):

1. Lieferung von 8 Ausgangssignalen.
2. Einstellen der Ausgangssignale über Kippschalter.
3. Abfragen von 8 Eingangssignalen.
4. Visuelle Darstellung der Eingangssignalpegel.
5. Fernzugriff auf die Ein- und Ausgänge sowie Fernbedienung aller Funktionen über serielle Schnittstelle bzw. USB.
6. Zwei 8-Bit-Ports und zwei Kommunikationsschnittstellen (seriell, USB).
7. Frei programmierbare Plattform mit graphischer Anzeige, Kippschalterbedienung und Kommunikationsschnittstellen (seriell, USB).



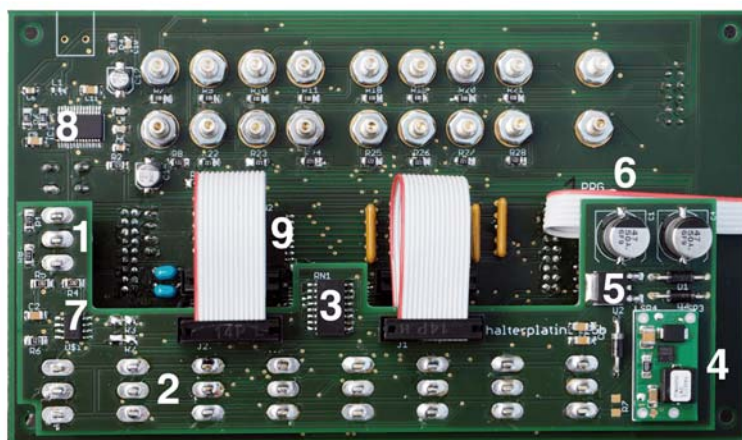


Aufbau

Alle Ein- und Ausgabereinrichtungen (Schalter, Buchsen, LCD-Anzeige usw.) sind direkt an den Mikrocontroller angeschlossen. Das Gerät kann somit durch Programmierung und ggf. selektive Bestückung für im Grunde beliebige Aufgaben eingesetzt werden.

Das Gerät besteht aus einer Zentralplatine mit Mikrocontroller, LCD-Anzeige, Buchsen usw. sowie aus einer darunter angeordneten Schalterplatine, die die Kippschalter und die Schaltmittel der Betriebsspannungsversorgung enthält. Die Kippschalter sind in der Schalterplatine verlötet und in der Zentralplatine verschraubt. Über diese Verschraubungen wird die Schalterplatine an der Zentralplatine befestigt. Beide Platinen sind über zwei 14polige Flachbandkabel (Rastermaß 2 mm) miteinander verbunden.

Ansicht von unten: Schalterplatine und Zentralplatine



- 1 - Konfigurationsschalter
- 2 - Eingabeschalter
- 3 - Pull-up-Widerstände
- 4 - Gleichspannungswandler 5 V
- 5 - Linearregler 3,3 V
- 6 - Programmierschluß mit Programmierkabel
- 7 - VIO-Umschalter
- 8 - Wandler Seriell-USB
- 9 - Mikrocontroller

Betriebsspannungen

Mit Rücksicht auf die LCD-Anzeige muß die interne Betriebsspannung (VCC) 5 V betragen.

Die Betriebsspannung der Ein- und Ausgänge (E-A-Betriebsspannung, VIO) muß der jeweiligen Anwendungsumgebung entsprechen. Maximalwert: 5 V. Der Minimalwert hängt von der Bestückung der Widerstandsnetzwerke und der Programmierung ab. Im normalen Einsatzfall als Bedien- und Anzeigegerät werden 3,3 V und 5 V unterstützt.

Betriebsspannungszuführung

Es gibt drei Möglichkeiten:

1. Über die externen Anschlüsse der E-A-Betriebsspannung (VIO). VIO kommt dann von außen. Die interne Betriebsspannung (VCC) wird von einem Gleichspannungswandler geliefert. Minimalwert VIO: 3,3 V (vorgegeben durch minimale Eingangsspannung des Gleichspannungswandlers).
2. Über den USB-Anschluß. Bereich 4,3 bis 5 V (vgl. USB-Standard). Jedes USB-Ladegerät kann als Spannungsquelle dienen. Die interne Betriebsspannung (VCC) wird vom Gleichspannungswandler geliefert.
3. Über den seriellen Slave- oder den Programmieranschluß. VCC = 5 V wird direkt eingespeist. Bereich 4,8 bis 5,2 V (wie TTL). Spannungswert bestimmt die Genauigkeit der Analog-Digital-Wandlung.

Die E-A-Betriebsspannung (VIO)

Sie kann von außen geliefert oder innen erzeugt werden. Innen gibt es zwei Quellen, die über einen FET-Schalter programmseitig ausgewählt werden können: VCC (5 V) und die Ausgangsspannung eines linearen Reglers. Normalbestückung: 3,3 V. Überlastungs- und Konfliktfälle können programmseitig erkannt werden.

Eingänge

Acht Eingangssignale sind auf Port F des Mikrocontrollers geführt, so daß der Analog-Digital-Wandler zur Pegelerkennung genutzt werden kann. Beschaltung mit Serienwiderstand (zu Schutzzwecken) und Spannungsteiler an VIO und Masse. Teilverhältnis bei Normalbestückung so, daß sich bei VIO = 3,3 V oder = 5 V und offenem Eingang ein Pegel im verbotenen Bereich der üblichen Logikpegelspezifikationen einstellt. Maximalpegel = 5 V.

Wandlung Analog-Digital

Der AD-Wandler bezieht sich auf eine Referenzspannung VREF = 5 V.

$$\begin{aligned} \text{Spannungswert bezogen auf Referenzspannung} &= (255 \cdot \text{Spannung in V}) : 5 \\ &= \text{Spannung in V} \cdot 51 \end{aligned}$$

Pegel bei offenem Eingang = VIO • Teilverhältnis (Nennwert: 0,3125):.

VIO	Pegel bei offenem Eingang (Nennwert)
3,3 V	1,03 V
5 V	1,56 V

Der Direktanschluß an den Analog-Digital-Wandler (ohne Pufferung) ist eine Sparlösung. Der Wandler erfordert eine vergleichsweise niederohmige Quelle. Quellenimpedanz nicht größer als 10 kOhm. Einzelheiten s. Mikrocontrollerdokumentation (Fa. Atmel). Die Eingangsspannungsteiler sind nicht umschaltbar. Damit können bei 5 V die Spezifikationen für TTL und CMOS nicht gleichermaßen erfüllt werden. Der Spannungsteiler wurde gemäß TTL-Spezifikation dimensioniert. Für diese Kompromißlösung sprechen zwei Erwägungen: (1) Die TTL-Spezifikation ist die anwendungspraktisch wichtigere. (2) In der Praxis liegt der Low-Pegel von CMOS-Ausgängen typischerweise nahe bei 0 V (Schaltverhalten Rail-to-Rail). Somit ist es gerechtfertigt, einen niedrigeren Schwellenwert für den CMOS-Low-Pegel anzusetzen, z. B. 1,2 V (das ist Sache der Programmierung).

Ausgänge

Acht Ausgangssignale werden von Port A des Mikrocontrollers geliefert. Beschaltung jeweils mit Widerstand nach VIO (Pull-up-Widerstand) und niederohmigem Serienwiderstand zur Flankenverschleifung (um allzu steile Flanken zu vermeiden). Soll VIO ungleich VCC unterstützt werden (wie vorstehend beschrieben), müssen die Ausgänge nach dem Open-Drain-Prinzip angesteuert werden. Dabei ergibt sich der Low-Pegel durch Treiben auf 0 und der High-Pegel durch Freigeben (Richtungssteuerung auf Eingabe) über den Pull-up-Widerstand.

Ausgangspegel:

- Low. Wird direkt vom Mikrocontroller getrieben. Pegel = 0 V zuzüglich Spannungsabfall $I_{LO} \cdot R_{DSon}$ des Ausgangstransistors (wenige hundert mV).
- High. Wird über Widerstand von der E-A-Betriebsspannung (VIO) geliefert. Pegel = VIO abzüglich Spannungsabfall über Pullup-Widerstand $I_{HI} \cdot R_{PU}$.

Ausgangsbelastung:

Gemäß den zulässigen Betriebsbedingungen des Mikrocontrollers. Jeder Aushang maximal 20 mA, der Port insgesamt nicht mehr als 100 mA. Damit Ausgangsstrom bei Low-Pegel maximal 12 mA. Pull-up-Widerstand bei 5 V nicht weniger als 470 Ohm.

Kippschalter

Die Kippschalter haben eine Taststellung und eine Raststellung. Die Schalterbetätigung wird programmseitig abgefragt und ausgewertet (einschließlich Entprellung usw.). Die Stellungen des Konfigurationsschalters können einzeln abgefragt werden (Tastfunktion, Rastfunktion), die der Eingabeschalter jeweils nur gemeinsam (nur Abfrage, ob betätigt oder nicht betätigt).

LEDs

Es ist eine programmseitig steuerbare Zweifarben-LED vorgesehen. Zudem gibt es eine Kontroll-LED für die interne Betriebsspannung (VCC) und zwei LEDs, die das Senden und Empfangen über den USB-Anschluß anzeigen (TX LED, RX LED).

LCD-Anzeige

Die LCD-Anzeige ist direkt mit dem Mikrocontroller verbunden (8-Bit-Datenbus, 6 Steuersignale). Die negative Kontrastspannung (VEE) wird über eine Ladungspumpe erzeugt, die von der Zähler-Zeitgeber-Einheit (Counter/Timer Unit) 1 des Mikrocontrollers angesteuert wird (PWM-Prinzip).

Schnittstellen

Beide serielle Schnittstellen des Mikrocontrollers werden ausgenutzt, eine über den USB-Wandler, die andere direkt. Der Direktanschluß ist als Slaveanschluß ausgeführt. (Das ist lediglich eine bestimmte Art und Belegung des zugehörigen Steckverbinders. Hierdurch kann das Gerät anderen Einrichtungen z. B. als kleines Bedienterminal direkt (über 1:1-Flachbandkabel) nachgeschaltet werden. Die Schnittstelle an sich kann vollkommen freizügig verwendet werden.)

Programmierung

Ein Programmieranschluß befindet sich auf der Unterseite der Zentralplatine. Art und Belegung wie bei Atmel-AVR-Hardware üblich (Starterkits, Programmer usw.). Programmierung und Nutzung der seriellen Slave-Schnittstelle schließen einander aus (wenn Programmer angesteckt, das Schnittstellenkabel abziehen und umgekehrt).

Das Prinzip der VIO-Überwachung

Hierzu wird der Komparator des Mikrocontrollers ausgenutzt. Die Prüfspannung VIODET wird mit der internen Referenzspannung (Bandgap Reference Voltage) und mit der externen Referenzspannung VIOREF verglichen. VIODET hängt von VIO ab.

- $VIODET = 3,6 \text{ V}$, wenn $VIO = 5 \text{ V}$.
- $VIODET = 1,9 \text{ V}$, wenn $VIO = 3,3 \text{ V}$.
- Bandgap Reference Voltage $V_{\text{Bandgap}} = 1,1 \text{ V}$.
- $VIOREF = 2,5 \text{ V}$.
- $AIN0 = \text{Referenzspannung } VIOREF = \text{Komparatoreingang } AIN0 (+)$
- $AIN1 = \text{Prüfspannung } VIODET = \text{Komparatoreingang } AIN1 (-)$

Vergleichsablauf:

1. Ist $VIODET < V_{\text{Bandgap}}$? – Wenn ja, dann kein VIO vorhanden.
2. Ist $VIODET < VIOREF$? – Wenn ja, sind es 3,3 V. Wenn nein, sind es 5 V.

VIO-Umschaltung

Wird von außen keine E-A-Betriebsspannung (VIO) zugeführt, so kann eine entsprechende Spannung intern aufgeschaltet werden (externe Speisung über den USB-Anschluß vorausgesetzt). Es sind zwei Pegel wählbar:

1. $5 \text{ V} = VCC$,
2. $3,3 \text{ V}$ (Linearregler).

Konflikterkennung

Typische Konflikte ergeben sich u. a. durch Verbinden mit einer externen Spannungsquelle oder durch Kurzschließen. Zur Erkennung solcher Betriebsfälle werden die Überstromsignalisierung des FET-Schalters und der Komparator im Mikrocontroller ausgenutzt. Ein Konfliktfall liegt dann vor, wenn ein VIO-Pegel erkannt wird, der höher oder niedriger ist als der intern eingestellte Pegel. Programmseitige Erkennung durch zyklisches Abfragen oder Unterbrechungsauslösung. Programmseitige Reaktion: Abschalten der internen Spannung.

Portübersicht**Port A – Ausgänge:**

7	6	5	4	3	2	1	0
OUT7	OUT6	OUT5	OUT4	OUT3	OUT2	OUT1	OUT0
TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS	TS

Ausgabe Open Drain. High: hochohmig; Pegel über Pullup-Widerstand. Low: Ausgabe Datenwert 0.

Port B:

7	6	5	4	3	2	1	0
LCD R/W#	VIO_3EN#	PWM	SWC_B#	SWC_A#	–	PB1	VIO_5EN#
OUT	OUT	OUT	IN	IN	IN	IN	OUT

SWC_B# = Raststellung; SWC_A# = Tastfunktion. PB1 = SCK (Programmer).

Port C – LCD-Bus:

7	6	5	4	3	2	1	0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O

Port D:

7	6	5	4	3	2	1	0
SW7#	SW6#	SW5#	SW4#	USB_RX	USB_TX	LCD_RST#	VIO_OC#
IN	IN	IN	IN	OUT	IN	OUT	IN

Port E:

7	6	5	4	3	2	1	0
LCD A0	E3	E2	E1	VIODET (AIN1)	VIOREF (AIN0)	PE1 = SLAVE TX	PE0 = SLAVE RX
OUT	OUT	OUT	OUT	IN	IN	OUT	IN

AIN1, AIN0: Komparatoreingänge. Digitaleingänge ausgeschaltet. PE1 = PDO, PE0 = PDI (Programmer).

Port F – Eingänge (zum ADC):

7	6	5	4	3	2	1	0
IN7	IN6	IN5	IN4	IN3	IN2	IN1	IN0
IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN

Port G:

5	4	3	2	1	0
LED_B	LED_A	SW3#	SW2#	SW1#	SW0#
OUT	OUT	IN	IN	IN	IN

Bestückungsvarianten (Vorschläge):

- a) Keine Schalterplatine.
Beschränkung auf 5 V. Keine lokalen Bedienmittel. Bedienung nur über serielle Schnittstelle (USB oder Slave). Einsatz als Anzeigeeinrichtung, Steuergerät, Datenlogger usw.
- b) Widerstandsbeschaltung der Ein- und Ausgänge weglassen. Serienwiderstände als Null-Ohm-Widerstände bestücken.
Beide 8-Bit-Ports können als frei programmierbare E-A-Ports genutzt werden.
- c) Die parallele Ein- und Ausgabe gar nicht verwenden.
Nutzung z. B. als kleines Terminal in Mikrocontrollersystemen (elementare Bedienung und Anzeige über die serielle Schnittstelle). Ggf. nur so viele Kippschalter bestücken wie zum Bedienen erforderlich.
- d) Die VIO-Umschaltung und -erkennung weglassen.
- e) Batteriespeisung.
Batterie oder Akku an den Gleichspannungswandler anschließen. Richtwerte 3,5 V (Li-Ion) bis 4,8 V (3 Primärelemente oder 4 Akkuzellen NiMH).