



6 Kanäle

Triggerart wählbar

Triggerquelle wählbar

Displaybild auf SD-Karte speicherbar

6-Kanal-Logic-Analyser – Logikpegel erfassen, anzeigen, speichern

Der Logic-Analyser ist bei der Arbeit an Digitalschaltungen ein unverzichtbares Messgerät, meist wird dazu heute ein PC als Verarbeitungs- und Anzeigegerät genutzt. Der kompakte LA6 kann bis zu 6 Kanäle autark, also ohne PC, loggen und die Pegelzustände auf einem Grafikdisplay darstellen. Dabei sind neben der Einstellung des Triggerpegels auch die Triggerquelle und die Triggerart einstellbar. Für Dokumentationszwecke ist das Speichern des Displayinhalts als Bilddatei auf einer microSD-Karte möglich.

Vielseitig und kompakt

PC-Logikanalysatoren bzw. in Digitaloszilloskope integrierte Analyser sind der Stand der Technik bei professionellen Arbeitsplatzausrüstungen und auch bei vielen Hobby-Elektronikern. Der Vorteil liegt auf der Hand: Auf einen Blick kann man mehrere Signale

parallel erfassen, darstellen, vergleichen. Dazu kommen unerschöpfliche Möglichkeiten, etwa die Datenerfassung auf verschiedenen Busarten. Doch eine solche Messtechnik hat auch ihren Preis, und längst nicht jeder benötigt die Funktionsvielfalt, sondern möchte einfach nur ganz normal einige Logikpegel erfassen, darstellen und auswerten können.

Genau dies kann der 6-Kanal-Logic-Analyser LA6. Er loggt als völlig autark arbeitendes Gerät bis zu 6 Kanäle und stellt die Pegelzustände auf einem beleuchtbaren Grafikdisplay mit 128 x 64 Pixeln dar. Neben der Einstellung des Triggerpegels sind auch die Triggerquelle (Kanal 1 bis 6) und die Triggerflanke (steigende bzw. fallende) einstellbar. Zur Bedienung stehen zwei Inkrementalgeber und 4 Tasten zur Verfügung. Ein Highlight des kompakten Gerätes ist sicher die Möglichkeit, das aktuell dargestellte Display-Bild als Bilddatei auf einer microSD-Karte zu speichern. So steht eine einfache Option zur Verfügung, Messdaten zu archivieren, in Dokumentationen einzubinden oder via Internet mit anderen auszutauschen, etwa zur Demonstration oder Fehlersuche in Schaltungen.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Netzteil. Aber auch mobiler Betrieb, etwa an einem mobilen LiPo-Akkupack mit entsprechender Ausgangsspannung, ist durchaus denkbar.

Schaltungsbeschreibung

Beginnen wir mit der Schaltungsbeschreibung des LA6, das Schaltbild

Technische Daten

Signaleingang:	8-polige Stiftleiste
Anzahl der Logik-Eingänge:	6
Triggermodus:	Auto, Normal, Single
Triggerflanke:	positiv, negativ
Triggerlevel:	0,1–4,8 V _{cc}
Datenspeicher:	microSD-Karte
Display:	Grafikdisplay 128 x 64 Pixel (hinterleuchtet)
Bedienelemente:	4 Taster, 2 Inkrementalgeber
Spannungsversorgung:	7,5 V _{cc}
Stromaufnahme:	max. 250 mA
Abm. (B x H x T):	140 x 60 x 26 mm

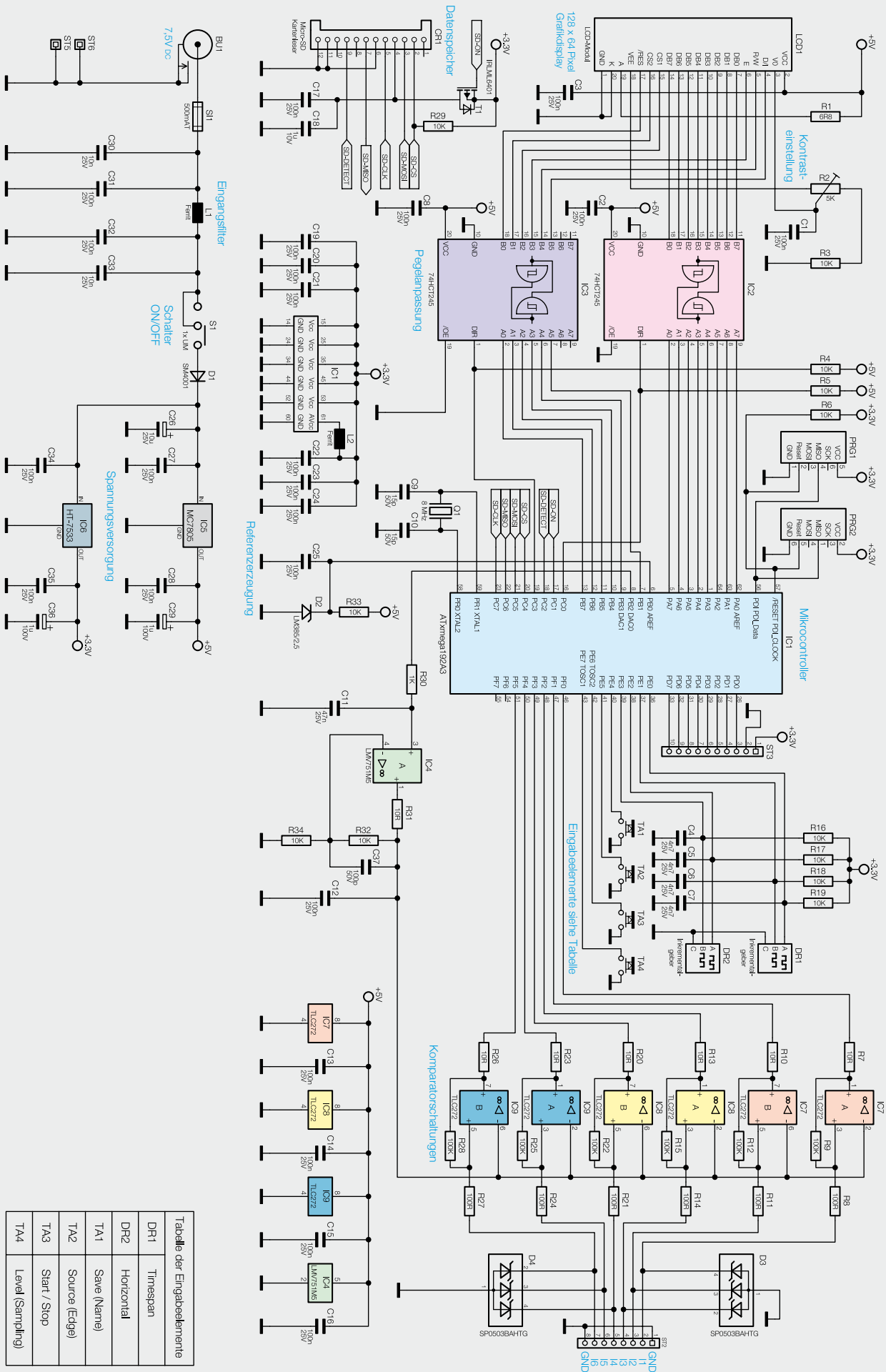


Bild 1: Das Schaltbild des LA6

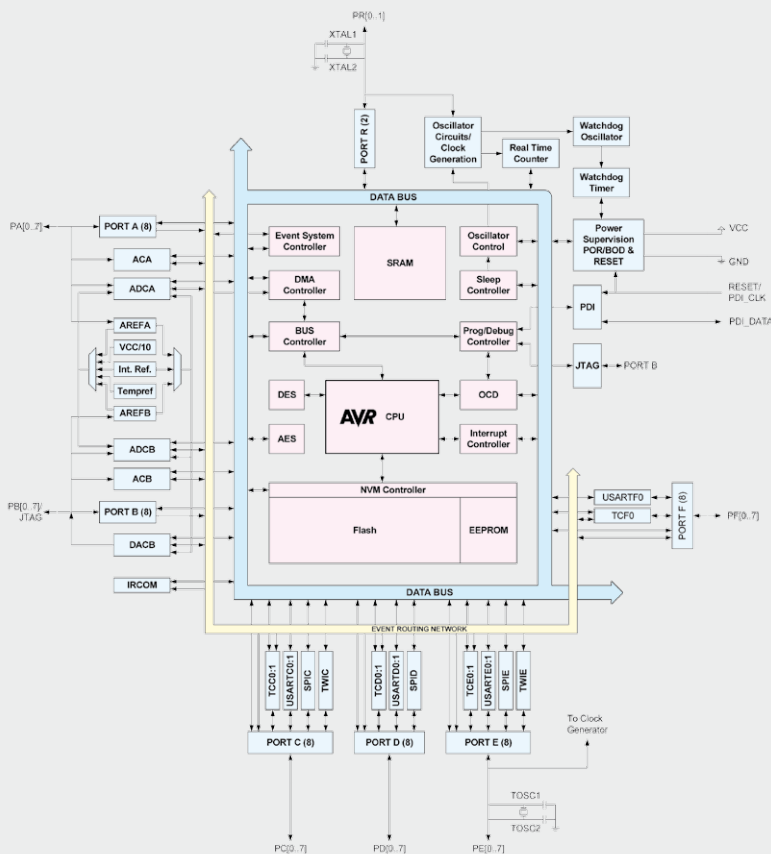


Bild 2: Blockschaltbild des ATxmega192A3

ist in Bild 1 zu sehen. Der LA6 wird über die DC-Power-Buchse BU1 über ein Netzteil versorgt. Mit dem Filter, bestehend aus den Kondensatoren C30 bis C33 und dem Ferrit L1, werden störende Spannungsanteile eliminiert, die beim Einsatz von modernen Schaltnetzteilen in die Schaltung gelangen könnten. Die interne Spannungsversorgung des LA6 besteht aus zwei klassischen Linearreglern IC5 und IC6, welche die benötigten Spannungen von 5 V und 3,3 V erzeugen. Die Kondensatoren C26 bis C29 und C34 bis C36 dienen zur Siebung und Glättung der Spannungen. Mit dem Schalter S1 kann die komplette Schaltung ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die Sicherung SI1 gewährleistet den Schutz der Schaltung bei einem Kurzschluss und die Diode D1 sorgt für einen Verpolungsschutz.

Das zentrale Bauelement des Logik-Analysators ist der Mikrocontroller IC1 vom Typ ATxmega192A3. Ein Blockschaltbild des 64-poligen Mikrocontrollers ist in Bild 2 zu sehen, man erkennt hier die mächtige Ausstattung der noch recht jungen ATxmega-Reihe. Eine Taktrate bis 32 MHz, 192 KB Flash-RAM, 16 KB SRAM, 2 KB EEPROM, ein umfangreiches, vom Prozessor unabhängiges Bus-Interface und ein 4-Kanal-DMA-Controller sind nur die wichtigsten Features dieser AVR-Reihe von Atmel. Der Controller wird hier mit einem 8-MHz-Quarz Q1 getaktet und vom Linearregler IC6 mit einer Spannung von 3,3 V versorgt. Um eventuelle Störungen in der Versorgungsspannung zu eliminieren, wurde neben den Kondensatoren C19 bis C24 auch der Chip-Ferrit L2 zur Blockung eingesetzt.

Am Port E (Pin 36 bis Pin 43) des Controllers sind die Taster TA1 bis TA4 sowie die beiden Inkrementalgeber DR1 und DR2 angeschlossen, mit denen die komplette Bedienung des LA6 erfolgt. An den zwei Inkrementalgebern befinden sich zusätzliche Pull-up-Widerstände (R16–R19) und Kondensatoren (C4–C7), die dort zu einer verbesserten Signalqualität führen. Zur Ausgabe verwendet der LA6 ein hinterleuchtetes Voll-Gratikdisplay (LCD1), welches über 128 x 64 Bildpunkte verfügt. Die Kontrasteinstellung erfolgt über das Potentiometer R2. Da das Display mit einer Spannungsversorgung von 5 V arbeitet und der Mikrocontroller mit 3,3 V, muss für die sichere Kommunikation zwischen den beiden Geräten

eine Pegelanpassung erfolgen. Aus diesem Grund befinden sich in den Daten- und Steuerleitungen zwei 8-Bit-Bus-Treiber vom Typ 74HCT245. Diese Bus-Treiber können Daten vom Mikrocontroller zum Display oder vom Display zum Mikrocontroller übertragen. Diese Umstellung erfolgt durch den Pegelzustand an Pin 1 der Bus-Treiber, der vom Mikrocontroller gesteuert wird. Ein Low-Pegel definiert die Seite zum Display als Eingang, ein High-Pegel definiert die Seite zum Controller als Eingang. Durch die zwei Pull-up-Widerstände R4 und R5 wird ein zuverlässiger Grundzustand schon beim Anlegen der Spannung ermöglicht.

Der Zugang zu den microSD-Karten wird über den Kartenleser CR1 ermöglicht. Dieses mechanische Bauteil nimmt die microSD-Karte auf und verbindet diese dann mit dem Mikrocontroller. Der ATxmega192A3 kann über die Datenleitung SD-DETECT (Pin 18 an IC1) erkennen, ob sich eine microSD-Karte im Kartenleser befindet. Die Datenkommunikation zwischen Mikrocontroller und microSD-Karte erfolgt über ein 4-Wire-SP-Interface. Die Steuerung der Spannungsversorgung für die microSD-Karte wird ebenfalls von Controller IC1 übernommen. Dazu wird ein entsprechender Pegel an den P-Kanal-MOSFET T1 vom Typ IRLML6401 gelegt. Ein Low-Pegel öffnet den MOSFET und die microSD-Karte wird mit Strom versorgt.

Kommen wir nun zur eigentlichen Erkennung der Eingangspegel. Die Signale der zu analysierenden Datenleitungen gelangen über die Stiftheiste ST2 und einen 100-Ω-Widerstand an die nicht invertierten Eingänge der sechs Operationsverstärker IC7A bis IC9B. Die Operationsverstärker sind als nicht invertierende Komparatoren mit Hysterese (Schmitt-Trigger) geschaltet, deren gemeinsamer, einstellbarer Referenzpegel an den invertierenden Eingängen anliegt.

Der einstellbare Referenzpegel wird durch den internen 12-Bit-D/A-Wandler des ATxmega192A3 erzeugt. Dazu benötigt der ATxmega192A3 einen festen und am besten hochgenauen Spannungsbezug am Pin 6 (AREF). Dieser wird durch die 2,5-V-Referenzspannungsdioden D2, den Widerstand R33 und den Kondensator C25 erzeugt. Mit diesen Voraussetzungen ist der Controller IC1 in der Lage, an Pin 8 (DAC0) eine Spannung im Bereich von 0 V bis 2,5 V mit einer Auflösung von 610 µV zu erzeugen. Diese Spannung gelangt über das Filter, bestehend aus R30 und C11, auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC4, der durch seine äußere Beschaltung eine Spannungsverdoppelung realisiert.

Durch die vorhandene Hysterese bei den nicht invertierenden Komparatoren (IC7 bis IC9) wird ein unnötiges Umschalten („Prellen“) am Komparatorausgang verhindert, das durch ein Eingangssignal mit überlagertem Wechselspannungsanteil entstehen könnte. Mehr zu dem Thema Komparator mit Hysterese ist im Kasten „Elektronikwissen“ zu finden. Die nun so aufbereiteten Datensignale gelangen dann von den einzelnen Komparatoren zum Port F des Mikrocontrollers IC1, wo diese abgetastet und ausgewertet werden.

So weit zu Funktion und Schaltungsbeschreibung des LA6. Im zweiten Teil des Artikels werden die Bedienung, der Nachbau und die Inbetriebnahme beschrieben.

Invertierender und nicht invertierender Komparator mit Hysterese (Schmitt-Trigger)

Ein Komparator ist eine elektrische Schaltung, welche einen Vergleich zwischen zwei Eingangsspannungen durchführt und am Ausgang zwei definierte Pegel („High“ bzw. „Low“) ausgibt, die Aufschluss über die Eingangsspannung mit dem höheren Spannungspotential geben.

Und hier liegt auch schon der grundlegende Nachteil eines einfachen Komparators. Jedes reale Signal besitzt einen Rauschanteil, in extremen Fällen sind sogar Störsignale überlagert. Befinden sich nun eine Referenzspannung und die zu vergleichende Eingangsspannung auf fast gleichem Potential, so wird der Ausgang, bedingt durch die Rausch- und Störanteile, anfangen, seinen Ausgangspegel ständig zu wechseln (Bild 3).

Dieses Problem entsteht dadurch, dass Ein- bzw. Ausschaltsschwelle direkt zusammenfallen. Würden sich die Schaltschwellen voneinander durch eine entsprechende Spannungsdifferenz unterscheiden, so wären auch die Umschaltunkte nicht mehr an der identischen Stelle. Dieser Abstand zwischen den Umschaltunkten wird Schalthysterese genannt und verhindert das ständige Wechseln des Ausgangspegels (Bild 4).

Die Erzeugung dieser Schalthysterese kann mit Hilfe einer Mitkopplung erreicht werden, indem ein Teil der Ausgangsspannung an den nicht invertierten Eingang des Operationsverstärkers zurückgeführt wird. Dazu werden lediglich zwei Widerstände benötigt. Eine solche Schaltung wird dann nach dem Erfinder Otto Schmitt als Schmitt-Trigger-Schaltung bezeichnet.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten des Schmitt-Triggers, den invertierenden und den nicht invertierenden Schmitt-Trigger. Dies wird durch die Wahl des Eingangs entschieden, an dem die Eingangsspannung angelegt wird.

Invertierender Schmitt-Trigger:

Beim invertierenden Schmitt-Trigger liegt das Eingangssignal am invertierenden Eingang des OPs. Über den Spannungsteiler R1 und R2 wird ein Teil des Ausgangssignals auf den nicht invertierenden Eingang zurückgeführt (Bild 5).

Nicht invertierender Schmitt-Trigger:

Beim nicht invertierenden Schmitt-Trigger liegt das Eingangssignal am nicht invertierenden Eingang des OPs. Auch hier wird über den Spannungsteiler R1 und R2 ein Teil des Ausgangssignals auf den nicht invertierenden Eingang zurückgeführt (Bild 6).

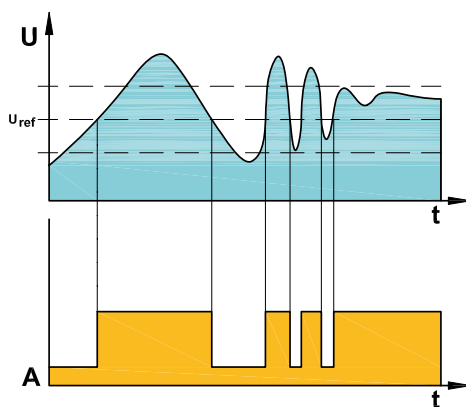


Bild 3: Ausgangssignal eines nicht invertierenden Komparators bei einem analogen Eingangssignal

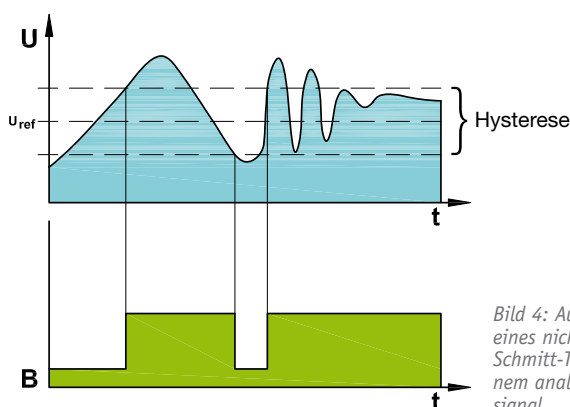


Bild 4: Ausgangssignal eines nicht invertierenden Schmitt-Triggers bei einem analogen Eingangssignal

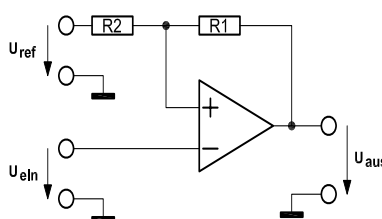


Bild 5: Grundschialtungen eines invertierenden Schmitt-Triggers

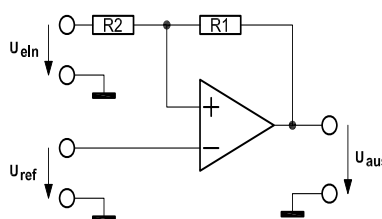


Bild 6: Grundschialtungen eines nicht invertierenden Schmitt-Triggers

Signale für die Übergabe an digitale Systeme sowie die Auffrischung digitaler Signale, die aufgrund von langen Kabellängen oder von Fehlanpassung verschliffen sind.

Quellen:

www.elektroniktutor.de/analog/kompar.html

http://de.wikipedia.org/wiki/Komparator_%28Analogtechnik%29