

Gleichstrom-Zähler

Akku-Monitor GZM 500

Von akku- und batteriebetriebenen Geräten erwartet man, dass sie einsatzbereit sind, wenn man sie benötigt. Welche Gewähr aber bietet der Akku-Handscheinwerfer, nicht schon nach einer Minute kraftlos abzuschalten, weil man wieder einmal das Laden vergessen hat? Oder wird der Schrauber-Akku noch genug Strom liefern, um ohne Pause arbeiten zu können, oder sollte er vorher nachgeladen werden? In der Praxis begegnet man immer wieder der Frage nach der Restkapazität – der GZM 500 beantwortet diese, merkt sich dazu auch noch, wann der Akku das letzte Mal geladen, die Batterie gewechselt wurde, und zeigt dazu auch die aktuelle Stromaufnahme des damit betriebenen Gerätes an.

Kompakt-Auskunftei

Mit einem Auto, das weder mit einer Tankuhr noch mit einem Kilometerzähler ausgestattet ist, würde niemand fahren wollen. Bei vielen mit Akku bzw. Batterien betriebenen Geräten stellt sich die Situation aber leider so oder ähnlich dar. Es ist bestenfalls eine Low-Bat-Anzeige vorhanden, die vermeldet, dass der Betrieb in Kürze wegen Unterspannung eingestellt wird. Ebenso fehlt die Information, wann die Batterien zum letzten Mal ersetzt bzw. der Akku das letzte Mal geladen wurde, sofern man sich diese Daten nicht merkt oder irgendwo notiert.

Wie in der Einleitung angesprochen, kann fehlendes Wissen über den Zustand von Batterie und Akku schon ab und an in die Malaise führen, plötzlich ohne Strom dazustehen. Eine elegante Lösung dieses Problems stellt unser kleines Gleichstrom-Zählermodul dar. Aufgrund der geringen Abmessungen und des weiten

überwachten Spannungs- und Strombereiches lässt es sich problemlos in vielerlei Geräte integrieren. Das kleine Display des Moduls gibt Auskunft, wie hoch die aktuelle Stromaufnahme ist, wann die letzte Aufladung erfolgte und wie viel Ladung bereits entnommen wurde bzw. wie groß die noch verfügbare Restladung ist. Im Abschnitt „Bedienung“ kommen wir noch detaillierter zu den verfügbaren Funktionen. Die eigene Stromaufnahme des Moduls ist dabei so gering, dass sie meist aufgrund der unvermeidbaren Selbstentladung der Spannungsquelle nicht ins Gewicht fällt. Durch einen Konfigurationsmodus und die Möglichkeit, das Gerät mit verschiedenen Strommess-Widerständen (Shunts) bestücken zu können, ist der kleine Zähler an sehr vielen Batterie- oder Akku-Konfigurationen einsetzbar, völlig unabhängig von deren Typ und Technologie. Beim Einsatz an Akkus bietet sich die direkte Anbringung des Zählermoduls am Akku an, natürlich kann auch der Einbau in das zu speisende Gerät erfolgen.

Daten

Spannung:	3,5–24 V
Stromaufnahme:	75 μ A (typisch, bei 5 V)
Shunt:	10 m Ω bis 9,999 Ω
Messbereichsendwert:	5,12 mA bis 5,12 A
Abmessungen:	53 x 20 x 11 mm

Bedienung

Nachdem man das Modul mit der Spannungsquelle verbunden hat und das Gerät einen Selbsttest durchlaufen hat, beginnt es, die Ladung aufzusummieren. Auf dem Display lassen sich die Werte für den aktuellen

Strom, die aufsummierte Ladung und die bisher verstrichene Zeit darstellen. Mit den Tasten „+“ bzw. „-“ kann zwischen den Anzeigen der drei Werte gewechselt werden, die sich anhand der eingeblendeten Maßeinheiten unterscheiden lassen. Bild 1 zeigt typische Displaydarstellungen für den aktuell entnommenen Strom (oberes Bild), die Ladung (mittleres Bild) und die Zeit (unteres Bild).

Es stehen zwei verschiedene Betriebsmodi zur Verfügung, der automatische und der manuelle. Im manuellen Modus werden die Werte für Ladung und Zeit von Hand über die Taste TA 3 zurückgesetzt. Damit dies nicht versehentlich erfolgt, ist die Taste etwas verdeckt zwischen den Schraubpunkten der Displayabdeckung angeordnet. Außerdem muss sie für mehrere Sekunden gedrückt gehalten werden. Ein Countdown auf dem Display zeigt an, wann die Rücksetzung erfolgt.

Im Automatikmodus erkennt das Modul, wann der Akku geladen wird. Kriterium hierfür ist, dass für mindestens 30 Sekunden ein positiver Strom fließt, der mindestens 1,5 % des Messbereichsendwertes entspricht. Fließt danach für mindesten 30 Sekunden kein positiver Strom, der mehr als 1,5 % des Messbereichsendwertes beträgt, so wird dies als

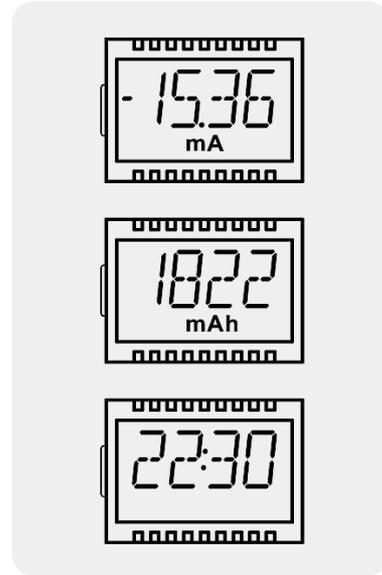


Bild 1: Die Anzeigen des GZM 500 im Betrieb, oben Stromfluss mit Polarität, darunter Ladungsmenge, ganz unten abgelaufene Zeit seit Rückstellung

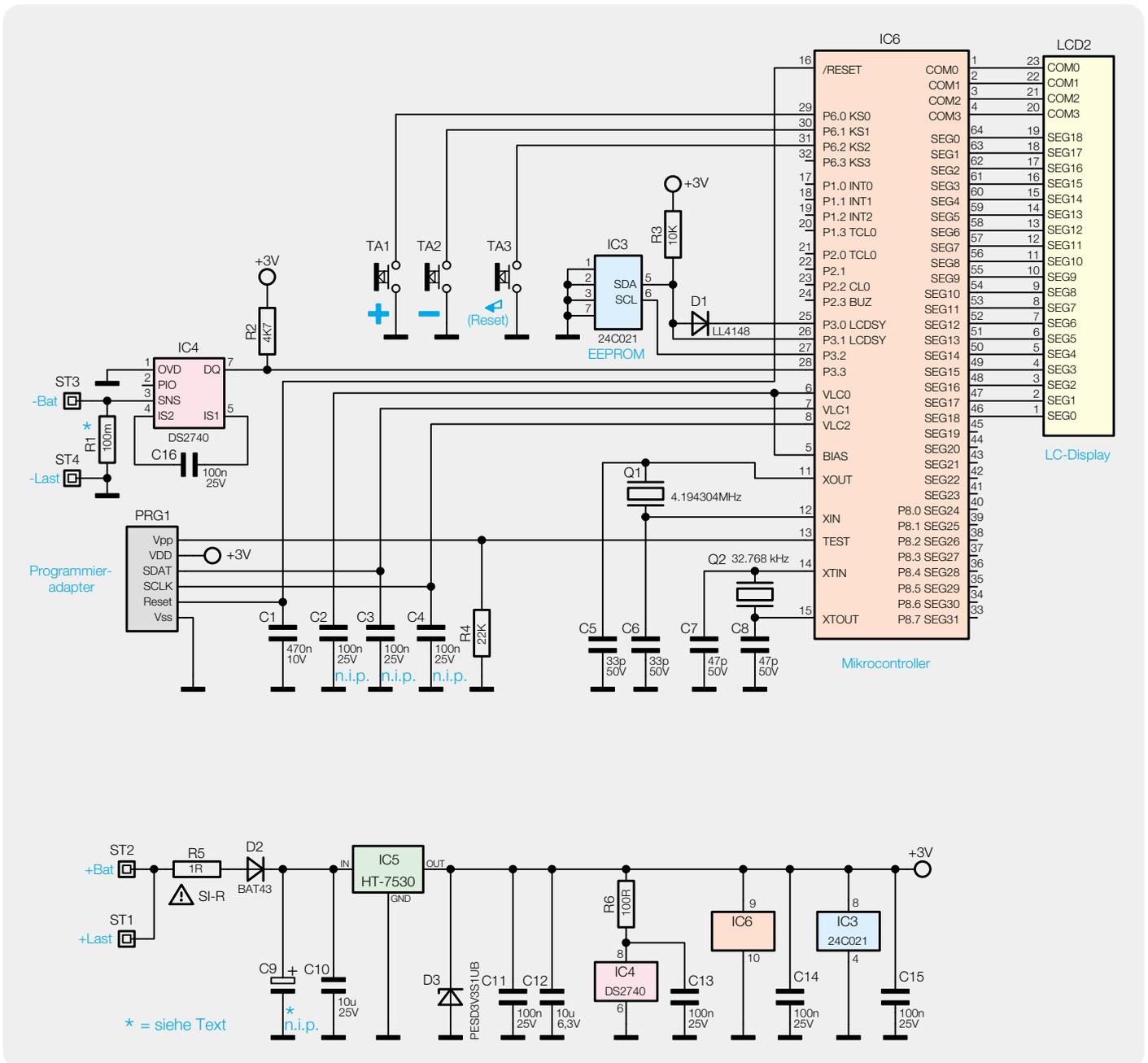


Bild 2: Das Schaltbild des GZM 500

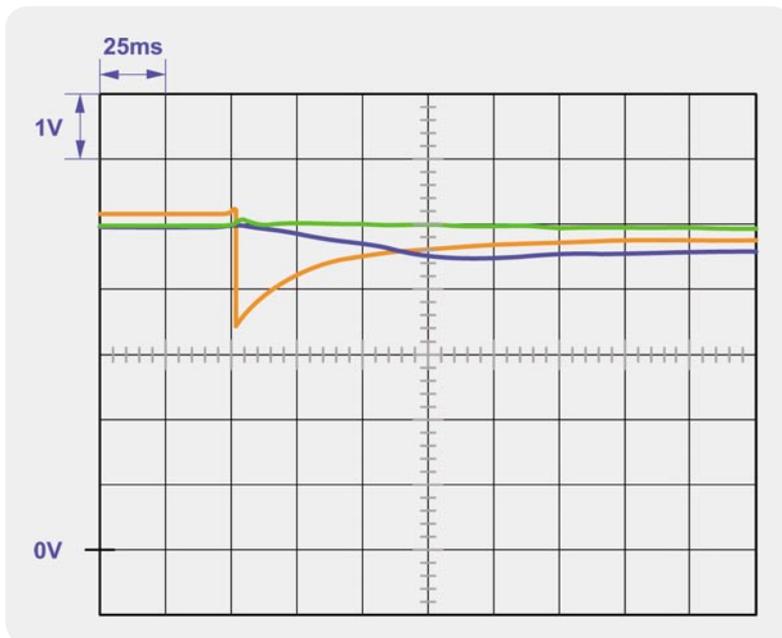


Bild 3: Beispiel für den Spannungsverlauf im Einschaltmoment eines Gerätes an IC 5. Orange: Verlauf der Akkuspannung; Blau: Verlauf an IC 5 nur mit C 10; Grün: Verlauf an IC 5 mit zusätzlichem Elektrolyt-Kondensator C 9 (100 μ F)

Ladeende interpretiert und die Werte für Zeit und Ladung zurückgesetzt. Die Zeit wird grundsätzlich immer auf null zurückgesetzt. Für die Ladung kann man im Konfigurationsmenü einen Rücksetzwert zwischen 0 mAh und 9999 mAh festlegen. Wählt man hier die Nennkapazität des Akkus, so reduziert sich der Wert beim Entladen und die Restladung lässt sich direkt ablesen. Es soll allerdings nicht verschwiegen werden, dass dieser Wert nur eine begrenzte Aussagekraft hat. Zahlreiche begleitende Faktoren wie beispielsweise die Selbstentladung oder thermische Einflüsse lassen sich kaum erfassen. Ladung und verstrichene Zeit seit dem letzten Ladevorgang liefern aber gute Anhaltspunkte dafür, wie lange der Verbraucher noch betrieben werden kann. Diese Aussage ist natürlich deutlich besser als eine einfache, sich nur an einer Spannungsschwelle orientierende Low-Bat-Anzeige. Aufgrund der steilen Entladekurve vieler

moderner Zellen verbleibt meist nur noch eine kurze Nutzungsdauer, nachdem die Anzeige aktiviert wurde. Bei unserem Zählermodul hingegen erhält man eine konkrete Aussage über die vorhandene Restkapazität.

Schaltungsbeschreibung

Herzstück der in Bild 2 gezeigten Schaltung ist der speziell für die Ladungsbilanz in batterie- bzw. akkuversorgten Geräten entwickelte integrierte Schaltkreis IC 4, dessen Funktion und Eigenschaften unter „Elektronikwissen“ näher beschrieben sind.

Der dem Stromfluss proportionale Spannungsabfall an Shunt R 1 wird IC 4 über Pin 3 zugeführt und intern mit einer Auflösung von 15 Bit plus Vorzeichen in einen Digitalwert gewandelt. R 1 ist dabei so angeordnet, dass auch der Eigenverbrauch des Moduls erfasst wird und in die Ladungsbilanz eingeht. C 16 bildet gemeinsam mit internen Widerständen von IC 4 einen Tiefpass zur Filterung der Signalform. Hierdurch können auch kurzzeitige Stromspitzen oberhalb des maximalen Stroms korrekt erfasst werden und führen zu keiner Verfälschung des Messwertes. Genauere Informationen hierzu findet man in der Application-Note [1]. Störungen auf der Versorgungsspannung werden durch den Tiefpass R 6, C 13 wirksam vom Wandler-IC ferngehalten.

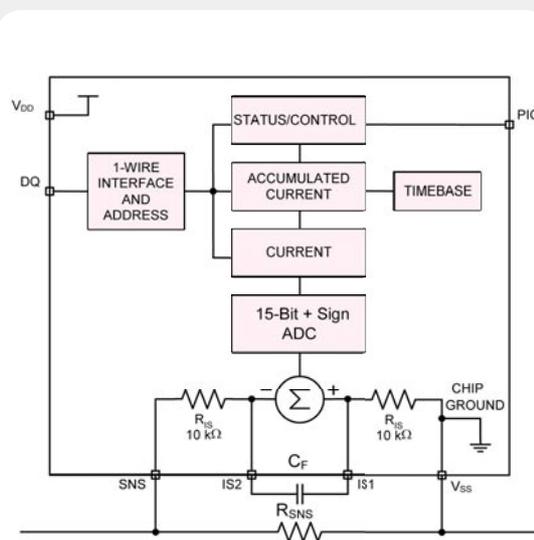
Das zentrale Element zur Verarbeitung der ermittelten Messwerte, für die Bedienung und die Anzeige ist der Mikrocontroller IC 6. Über Port 3.3 ist er mit dem Datenpin DQ von IC 4 verbunden. Dieser Anschluss wird im Ruhezustand über R 2 auf High-Pegel gehalten und kann sowohl von IC 6 als auch von IC 4 auf „low“ gezogen werden. Der Mikrocontroller agiert bei der Kommunikation als Bus-Master und greift sowohl schreibend als auch lesend auf den Slave IC 4 zu. Näheres zur interessanten 1-Wire-Kommunikation findet man im Datenblatt vom DS2740 [2] sowie in diversen Application-Notes von Maxim.

Präzisions-Ladungszähler

Der Präzisions-Ladungszähler DS2740 von Maxim erlaubt eine sehr genaue Stromflussmessung mit sehr geringem Aufwand. Die Strommessung erfolgt bidirektional mit einer Auflösung von 15 Bit. Die Aufsummierung der erfassten Ladungsmenge erfolgt in einem 16-Bit-Register.

Über einen 1-Draht-Bus (1-Wire®-Interface) ermöglicht das IC einem angeschlossenen Mikrocontroller das Lesen und Schreiben von Status- und Strom-Messdaten im Standard- oder Overdrive-Timing-Modus (OVD).

An einem Mikrocontroller können beliebig viele Ladungszähler betrieben werden, denn jeder Chip erhält bei der Produktion eine einmalige 64-Bit-Adresse. Mit einem extern anzuschließenden Shunt von 10 m Ω ist ein Stromfluss von bis zu $\pm 5,12$ A erfassbar. Der Ladungszähler nimmt im Aktiv-Zustand max. 65 μ A, im Stand-by-Zustand nur max. 1 μ A auf.



Blockschaltbild des DS2740

Die drei Bedientasten TA 1 bis TA 3 sind direkt mit Anschlüssen vom Port 6 des Mikrocontrollers verbunden. Die Portpins werden über interne Pull-up-Widerstände auf High-Pegel gehalten, bis einer der Taster betätigt wird. Die fallende Flanke löst einen Interrupt aus, der den Prozessor aus dem Ruhezustand (Idle-Mode) weckt und so eine schnelle Reaktion auf die Tastenbetätigung ermöglicht. IC 6 enthält keinen Flash-Speicher. Damit die Abgleichwerte und Konfigurationsdaten auch dann nicht verloren gehen, wenn das Modul längere Zeit von der Spannungsversorgung getrennt war, ist das EEPROM IC 3 notwendig. Es ist über die I²C-Datenleitung SDA und die Clock-Leitung SCL mit dem Controller verbunden. Die Datenleitung wird sowohl schreibend als auch lesend genutzt. Damit der Port nicht laufend zwischen Ausgangs- und Eingangsmodus umgeschaltet werden muss, sind hierfür zwei separate Ports vorgesehen. Die Diode D 1 gewährleistet die Entkopplung. R 3 hält SDA im Ruhezustand auf High-Pegel.

IC 6 verfügt über einen Treiber, der ein Display mit bis zu 128 Segmenten direkt ansteuern kann. Das hier verwendete Display ist deutlich kleiner, so dass ein Teil der Segmentleitungen ungenutzt bleibt. Die für den Displaytreiber in mehreren Stufen geteilte Versorgungsspannung ist an den Pins VLC 0, VLC 1 und VLC 2 herausgeführt und kann zusätzlich mit den Kondensatoren C 2 bis C 4 stabilisiert werden. Da das kleine Display des GZM 500 eine gegenüber größeren Displays vergleichsweise geringe Last darstellt, kann hierauf allerdings verzichtet werden; die Kondensatoren sind nicht bestückt.

Für die Taktung des Controllers sind zwei unabhängige Oszillatoren vorhanden. Der mit Q 2, C 7 und C 8

aufgebaute langsame Oszillator läuft permanent und bildet die Zeitbasis für die zyklischen Messungen und die Protokollierung der Entladedauer. Der mit Q 1, C 5 und C 6 aufgebaute schnelle Oszillator ist nur dann aktiv, wenn Messwerte von Wandler ausgelesen, umgerechnet und neu angezeigt werden müssen. In den Zeiträumen dazwischen ist dieser Oszillator abgeschaltet, was zu einer ganz wesentlichen Reduzierung der Stromaufnahme führt.

Die Versorgungsspannung der Schaltung wird über den Regler IC 5 auf 3 V stabilisiert. Er zeichnet sich durch eine sehr geringe eigene Stromaufnahme und einen weiten Eingangsspannungsbereich aus. Zu seinen weniger guten Eigenschaften zählt, dass er im Einschaltmoment zu Spannungsspitzen am Ausgang neigt. Diese werden durch die Begrenzungsdiode D 3 wirksam unterdrückt. C 10, C 11 und C 12 puffern die Versorgungsspannung und unterdrücken Störeinflüsse.

C 9 kann optional bestückt werden, falls die Spannung des Akkus bei Zuschalten der Last stark einbricht. Das GZM wird während dieses Einbruchs aus der im Kondensator gespeicherten Ladung weiterversorgt und so ein Reset und damit ein Verlust der aufsummierten Ladungs-Daten vermieden. D 2 verhindert dabei, dass C 9 über die Last entladen wird. Die Auswahl einer geeigneten Kapazität und Spannung für C 9 muss für die jeweilige Anwendung passend erfolgen. Bild 3 zeigt beispielhaft den Spannungsverlauf in einem über vier NiMH-Zellen versorgten Handscheinwerfer. Im orange dargestellten Verlauf der Akkuspannung ist im Einschaltmoment ein deutlicher Einbruch erkennbar. Die blaue und grüne Linie zeigen jeweils den Spannungsverlauf am Eingang von IC 5, wobei im Fall der blauen Linie lediglich C 10 zur Pufferung vorhanden war. Beim Verlauf der grünen Linie war zusätzlich noch für C 9 ein 100- μ F-Elektrolyt-Kondensator bestückt. Bei der Dimensionierung von C 9 ist zu berücksichtigen, dass die Kapazität für den ungünstigsten Fall ausgelegt werden muss. Dieser ist dann gegeben, wenn der Akku weitestgehend entladen ist und das Modul außerdem zufällig gerade zu dem Zeitpunkt, an dem gepuffert werden muss, einen neuen Messwert ermittelt, d. h. eine größere Eigenstromaufnahme hat.

Nachbau

Wie bei ELV-Bausätzen üblich, sind die meisten SMD-Bauteile bereits bestückt. Dies gilt natürlich auch für den als Chip direkt auf die Leiterplatte gebondeten Mikrocontroller. Die Leiterplatte ist allerdings nicht stückgeprüft, so dass vor den folgenden Schritten zunächst die vorhandene Bestückung visuell auf Lötfehler und falsch platzierte Komponenten geprüft werden sollte.

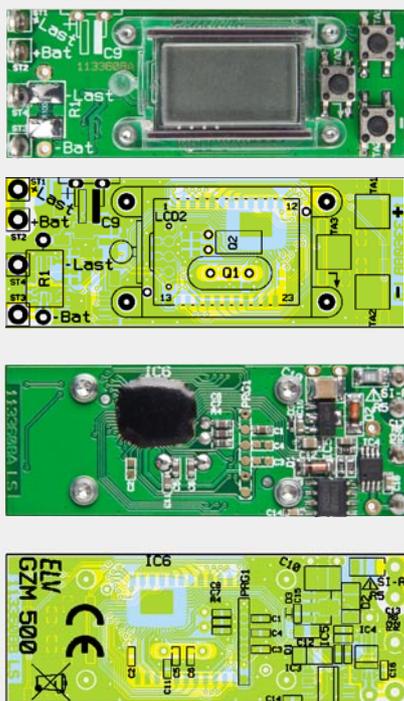
Einzige nicht vorbestückte SMD-Bauteile sind der Widerstand R 1 und die drei Taster TA 1 bis TA 3. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, einen für den Strommessbereich passenden Widerstand auszuwählen (siehe Abschnitt „Konfiguration“).

Für die Taster liegen zwei Varianten mit unterschiedlich langen Stößeln bei, die passend zur Einbausituation gewählt werden können.

Für die Montage der SMD-Komponenten ist zunächst ein Pad mit Lötzinn zu verzinnen. Dann wird das Bauteil korrekt positioniert und das verzinnte Pad erneut erwärmt, so dass sich das Bauteil in das Zinnbett senkt. Nachdem die Ausrichtung geprüft und ggf. korrigiert wurde, sind die restlichen Anschlüsse zu verlöten. Bei R 1 sollte aufgrund der hier fließenden Ströme und der abzuführenden Wärme eine der Größe der Pads angemessene, nicht zu geringe Menge Lötzinn verwendet werden.

Als bedrahtete Bauelemente folgen jetzt die beiden Quarze Q 1 und Q 2 und die 4 Lötstifte ST 1 bis ST 4. Grundsätzlich sind die Anschlussdrähte von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen in der Leiterplatte zu stecken und dann auf der Platinenunterseite zu verlöten sowie direkt über der Lötstelle mit einem Seitenschneider abzuschneiden. Die Platinenfotos sowie der Bestückungsdruck zeigen die korrekte Position und Einbaulage.

Beim Uhrenquarz Q 2 müssen die Anschlussbeine mit etwas Abstand zum Gehäuse um 90° abgewinkelt werden, da dieses Bauteil flach auf



Platinenfoto des fertig aufgebauten GZM 500 mit zugehörigen Bestückungsplänen, oben Platinenoberseite, unten Platinenunterseite



Bild 4: Das kopfüber in die Displayabdeckung eingelegte Display. Rechts ist deutlich die Anguss-Nase zu sehen, die die richtige Lage markiert.

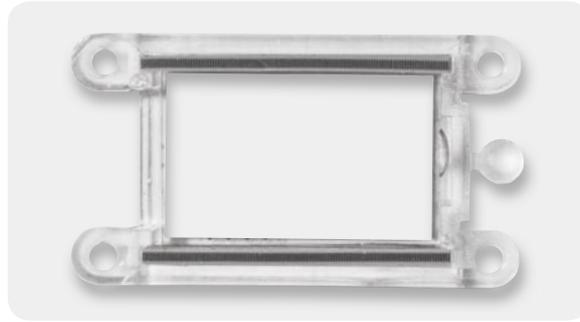


Bild 5: So erfolgt das Einlegen der Leitgummis in die zugehörigen Ausschnitte der Abdeckung.

der Leiterplatte aufliegend montiert wird, um unter dem Display Platz zu finden. Es empfiehlt sich, das Ende des Quarzgehäuses zusätzlich noch mit einem Tropfen Lack oder Klebstoff an der Platine zu fixieren, damit mechanische Schwingungen und Stöße die dünnen Anschlussdrähte nicht zu stark belasten. Das Gehäuse von Q 1 muss vollständig auf der Leiterplatte aufliegen.

Die Displaymontage ist in den Bildern 4 und 5 veranschaulicht. Nachdem die Schutzfolie vom Display

entfernt worden ist, wird es von innen in die Displaykappe eingelegt. Die korrekte Lage ist anhand des auf dem Foto erkennbaren Angusses ersichtlich. Dann sind die beiden Leitgummis, wie auf dem zweiten Foto dargestellt, in die seitlichen Führungsschlitze zu stecken. Abschließend kann die Leiterplatte aufgelegt und mit den 4 Schrauben der Größe 1,8 x 6 mm verschraubt werden. Hierzu ist ein Schraubendreher der Größe TORX® 6 notwendig. Damit ist die Bestückung bereits abgeschlossen. Vor dem endgültigen Gehäuseeinbau sollte noch einmal eine Überprüfung auf Löt- und Bestückungsfehler sowie nach der Konfiguration ein erster Funktionstest durchgeführt werden.

Widerstände:

0,1 Ω/1 %/SMD/1206	R1
100 Ω/SMD/0603	R6
4,7 kΩ/SMD/0603	R2
10 kΩ/SMD/0603	R3
22 kΩ/SMD/0603	R4
Sicherungswiderstand 1 Ω/SMD/1206	R5

Kondensatoren:

33 pF/SMD/0603	C5, C6
47 pF/SMD/0603	C7, C8
100 nF/SMD/0603	C11, C13–C16
470 nF/SMD/0603	C1
10 µF/25 V/SMD/1210	C10
10 µF/SMD/0805	C12

Halbleiter:

24C021/SMD	IC3
DS2740	IC4
HT7530/SMD	IC5
ELV101016	IC6
LL4148	D1
BAT43/SMD	D2
PESD3V3S1UB	D3

Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4	Q1
Quarz, 32,768 kHz	Q2
LC-Display	LCD2
Mini-Drucktaster, 1x ein, 0,9 mm Tastknopflänge	TA1–TA3
Mini-Drucktaster, 1x ein, 4,1 mm Tastknopflänge	TA1–TA3
Lötstifte mit Lötöse	ST1–ST4
2 Leitgummis	
1 Displayscheibe, transparent	
4 TORX-Kunststoffschrauben, 1,8 x 6 mm	

Konfiguration

Ein wesentlicher Bestandteil der Konfiguration ist die Auswahl eines geeigneten Wertes für den Shunt R 1. Abhängig vom Widerstand ergibt sich der Messbereichsendwert gemäß der Formel:

$$I_{\max} = \frac{51,2mV}{R_{\text{Shunt}}}$$

Aus dem konfigurierbaren Bereich zwischen 10 mΩ und 9,999 Ω ergeben sich Messbereichsendwerte von ±5,12 A bis ±5,12 mA.

Die Anschlussflächen auf der Platine sind so universell ausgeführt, dass sich hier bedrahtete ¼-Watt-Widerstände, zylindrische SMD-Widerstände (MELF) und auch diverse Bauformen von SMD-Chip-Widerständen auflöten lassen. Neben dem eigentlichen Widerstandswert muss auch unbedingt die maximale Verlustleistung beachtet werden.

Es ist notwendig, den Widerstandswert im Konfigurationsmenü einzugeben, damit die Firmware aus dem vom Wandler gemessenen Spannungsfall den fließenden Strom errechnen kann. Um in das Konfigurationsmenü zu gelangen, ist beim Zuschalten der Versorgungsspannung die Taste T 3 (Enter) gedrückt zu halten, bis „ABGL“ im Display erscheint. Jetzt ist der Widerstandswert mit den Tasten „+“ und „-“ einzugeben. Wird die Taste dabei länger gedrückt gehalten, so erfolgt ein schnelles Herauf- bzw. Herunterzählen des Wertes. Nachdem der Widerstand eingestellt und mit „Enter“ bestätigt wurde, gelangt man zum Konfigurationspunkt „QRES“. Hier ist mit „+“ und „-“ auszuwählen, ob die Rücksetzung von Zeit und Ladung automatisch bei erkanntem Ladeende („AUTO“) oder ausschließlich von Hand („MANU“) erfolgen soll. Nachdem auch diese Einstellung mit „Enter“ bestätigt wurde, springt das GZM 500 zum letzten Konfigurationspunkt „QDEF“. Hier kann in einem Bereich von 0 mAh bis 9999 mAh der Ladungswert eingestellt werden, der bei einer automatischen oder manuellen Rücksetzung als Ausgangspunkt der Ladungszählung übernommen wird.

Die Shunt-Widerstände haben meist eine geringe Toleranz, so dass sich bereits genaue Messergebnisse erzielen lassen, wenn nur der Nennwert bei der Konfiguration eingegeben wird. Der Anzeigefehler lässt sich weiter reduzieren, indem mit einem präzisen Strommessgerät (Multimeter) ein Abgleich durchgeführt wird. Hierzu ist ein Messaufbau gemäß Bild 7 zu erstellen. Der Lastwiderstand sollte so dimensioniert sein, dass



Bild 6: Beispiel für die Montage des GZM 500 an ein Akku-Pack

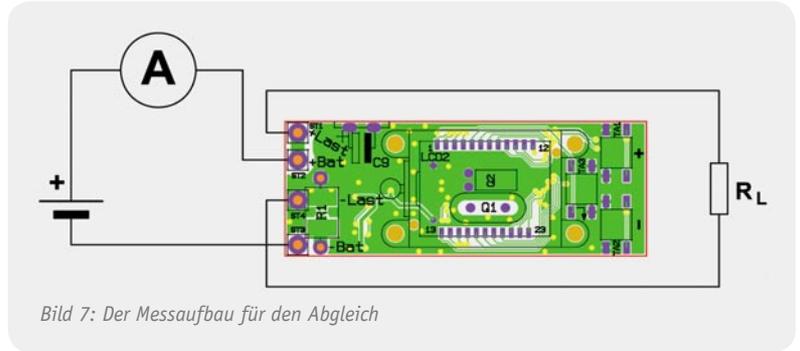


Bild 7: Der Messaufbau für den Abgleich

ein nicht zu geringer Strom fließt. Im Idealfall liegt dieser im oberen Drittel des Messbereiches. Der vom Multimeter angezeigte Strom ($I_{\text{Multimeter}}$) ist ebenso zu notieren wie der vom Gleichstrom-Zählermodul angezeigte (I_{GZM500}). Aus diesen beiden Messwerten und dem bisherigen Abgleichwert (R_{alt}) errechnet sich der neue Abgleichwert nach der Formel:

$$R_{\text{neu}} = \frac{I_{\text{GZM500}}}{I_{\text{Multimeter}}} \cdot R_{\text{alt}}$$

Abschließend ist dieser neu ermittelte Abgleichwert wie oben beschrieben einzugeben.

Montage und Einbau

Beim Einbau des Moduls sind die Grundsätze der elektromagnetischen Verträglichkeit und Gerätesicherheit zu beachten. Welche dies genau sind, hängt von den auf das Gerät anzuwendenden Normen ab. Einen Anhalt geben die folgenden Richtlinien: Die Leitungsverbindungen sind so kurz wie möglich auszuführen; sie müssen in jedem Fall kürzer als drei Meter sein. Auf eine einwandfreie Isolation der Leitungen gegeneinander ist zu achten. Außerdem ist eine Zugentlastung vorzusehen. Das Gehäuse sollte den Anforderungen einer Brandschutzumhüllung genügen. Bei Kunststoffgehäusen wird dies beispielsweise durch flammhemmend ausgerüstete Materialien erreicht.

Wird das Modul innerhalb eines Gerätes montiert, so ist auch hier auf eine hinreichende Fixierung und Isolation zu achten. Letztere ist auch notwendig, damit die Elektronik nicht durch elektrostatische Aufladung beschädigt wird. Theoretisch kann das Modul auch direkt an einem Akku-Pack montiert und mit dem äußeren (transparenten) Schrumpfschlauch fixiert werden, so wie in Bild 6 gezeigt. Da die Isolation der einzelnen Zellen selbst meist nur aus einem dünnen Schrumpfschlauch besteht, muss unter dem Modul unbedingt eine geeignete Isolation angebracht werden, die gleichzeitig einen mechanischen Schutz darstellt. Ein dickeres Schaumstoffklebeband könnte z. B. eine gute Wahl darstellen und wirksam verhindern, dass die Anschlüsse der Bauteile den Schrumpfschlauch durchscheuern und zu einem Kurzschluss mit dem Außenpol der Zelle führen.

Als weitere Option lässt sich das Modul auch von außen bedienbar an der Innenseite eines Gehäuses montieren. In diesem Fall sollten für TA 1 bis TA 3 die Taster mit den langen Stößeln bestückt werden.

Ihre Höhe entspricht etwa der Höhe der Displayabdeckung, so dass sie nicht aus dem Gehäuse herausstehen und eine versehentliche Betätigung unwahrscheinlich ist. Möchte man die Tasten trotzdem direkt mit dem Finger bedienen können, so empfiehlt es sich, die Gehäuselöcher auf der Außenseite mit einer Kegelsenkung zu versehen. Bild 8 zeigt die Maße für die Durchbrüche in solch einer Frontblende.

Im internen Schaltkreis des Gerätes sollte das Modul so eingefügt werden, dass die Aufladung des Akkumulators durch den Shunt des Moduls hindurch erfolgt, um das Laden registrieren zu können. Bild 9 zeigt als Beispiel die Integration des GZM 500 in einen Akku-Handscheinwerfer. **ELV**

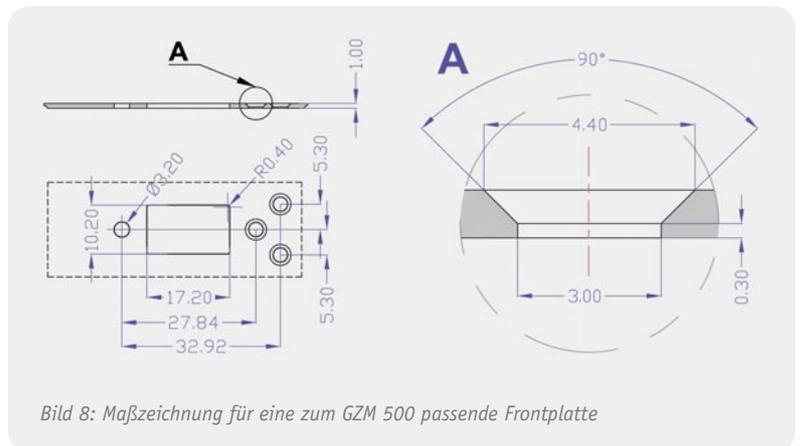


Bild 8: Maßzeichnung für eine zum GZM 500 passende Frontplatte

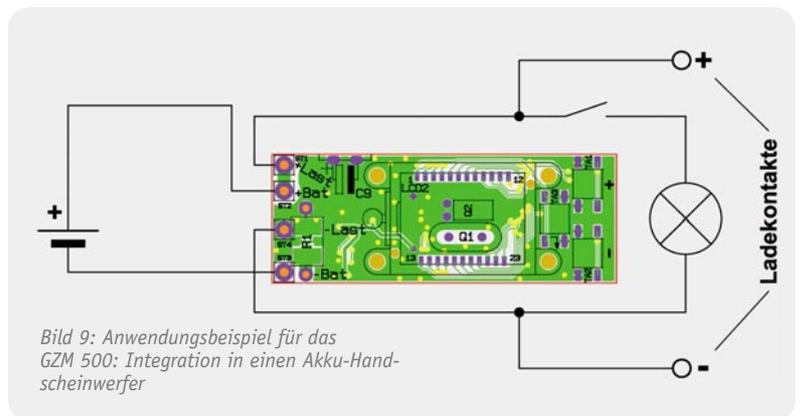


Bild 9: Anwendungsbeispiel für das GZM 500: Integration in einen Akku-Handscheinwerfer



[1] <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN1919.pdf>

[2] <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS2740.pdf>