



Schallpegel-Messgerät SPM 100 Teil 2

Das SPM 100 verfügt über alle wichtigen Funktionen, die zur objektiven Beurteilung von Schallereignissen benötigt werden. Nachdem im „ELVjournal“ 5/2002 die Bedienung, die Funktion und die Schaltungstechnik beschrieben wurden, kommen wir nun zum praktischen Aufbau und zum Abgleich.

Nachbau

Nur mit Miniatur-Bauelementen für die Oberflächenmontage ist der kompakte Aufbau des Gerätes realisierbar. Die Verarbeitung von SMD-Komponenten setzt jedoch Lötterfahrung und eine besonders sorgfältige Arbeitsweise voraus. Des Weiteren ist ein Minimum an Spezialwerkzeugen für die Verarbeitung der zum Teil winzigen Bauteile Voraussetzung.

So sind ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze und eine gute Pinzette zum Fassen und Positionieren der kleinen Teile erforderlich. Außerdem sollten dünnes SMD-Lötzinn und Entlötauglitze nicht fehlen. Lötfehler sind ohne eine Lupenleuchte oder zumindest einer Lupe kaum zu erkennen. Aber auch das genaue Positionieren und Verlöten der winzigen Teile ist ohne entsprechende Hilfsmittel nicht gerade einfach.

Das einzige Bauelement an der Displayseite ist, abgesehen vom Display, der Single-Chip-Mikrocontroller IC1. Aufgrund der insgesamt 80 Anschlusspins und dem damit verbundenen geringen Pinabstand ist dieses Bauteil auch am schwierigsten zu verarbeiten. Ganz wichtig ist beim Mikrocontroller die Beachtung der korrekten Einbaulage. Es ist nahezu unmöglich, einen versehentlich mit falscher Polarität eingebauten Mikrocontroller wieder ohne Beschädigung von der Leiterplatte zu entfernen.

Zuerst wird an einer beliebigen Gehäuseecke ein Lötpad der Leiterplatte vorverzinnt und dann der Prozessor polaritätsrichtig exakt positioniert. Nach dem Verlöten dieses Anschlusspins wird sorgfältig überprüft, ob alle weiteren Anschlüsse exakt mittig auf den zugehörigen Löt pads aufliegen. Wenn dies der Fall ist, werden alle weiteren Anschlusspins verlötet.

Sollte dabei versehentlich Lötzinn zwi-

schen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist dieses überschüssige Lötzinn am einfachsten mit Entlötlitze abzusaugen.

An der Haupt-Bestückungsseite werden im nächsten Arbeitsschritt alle ICs in der gleichen Arbeitsweise wie der Prozessor aufgelötet. Die korrekte Polarität ist bei SMD-ICs daran zu erkennen, dass die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite leicht angeschrägt ist. Diese Gehäuseseite muss mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen. Überschüssiges Lötzinn ist auch hier am einfachsten mit Entlötlitze wieder zu entfernen.

Durch die Pinkonstruktion ist ein Verpolen bei den danach aufzulötenden SMD-Transistoren kaum möglich. Auch nach dem Auflöten dieser Bauteile bleibt die Beschriftung lesbar.

Weiter geht es dann mit den SMD-Widerständen, deren Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Die letzte Ziffer gibt grundsätzlich die Anzahl der Nullen an.

Vorsicht ist bei den SMD-Kondensatoren geboten. Diese Bauteile besitzen keinerlei Kennzeichnung und sind daher leicht zu verwechseln.

Die SMD-Dioden sind an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Damit sind dann alle SMD-Komponenten bestückt. Eine grundsätzliche Sichtkontrolle hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern ist bereits an dieser Stelle anzuraten. Die jetzt noch fehlenden bedrahteten Bauelemente sind wesentlich einfacher zu verarbeiten.

Nach dem Einlöten des Quarzes Q 1 und des Folien-Kondensators C 36 sind die Elektrolyt-Kondensatoren an der Reihe. Wichtig ist bei den üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elkos die korrekte Polarität. An der Displayseite werden danach alle überstehenden Drahtenden abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Das Metallgehäuse des Effektivwert-Gleichrichters IC7 ist durch eine kleine Metallfahne am unteren Gehäuserand gekennzeichnet. Diese Fahne muss mit der Kennzeichnung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Des Weiteren ist beim Einbau darauf zu achten, dass die Gehäuseunterseite ca. 1 mm Abstand zur Platinoberfläche aufweist.

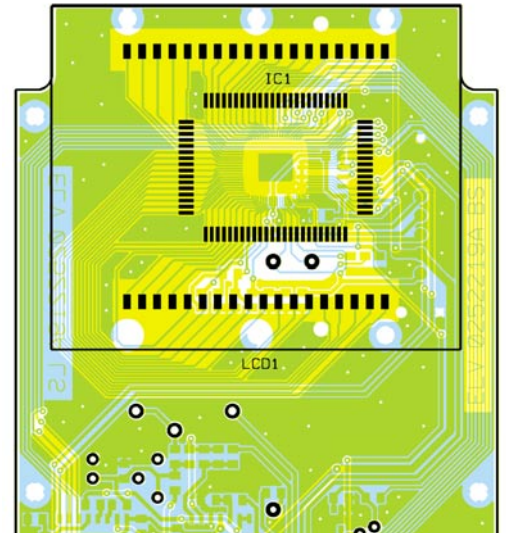
Nun werden der Temperatursensor und die beiden Abgleichtrimmer bestückt, die beim Lötvorgang nicht zu heiß werden dürfen. Die Klinkenbuchse BU 2 und die Western-Modular-Buchse BU 1 müssen vor dem Verlöten der Anschlusspins plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen.

Die Anschlussleitungen des 9-V-Batterieclips sind vor dem Verlöten zur Zugentlastung durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu fädeln, wie auf dem Platinfoto zu sehen ist.

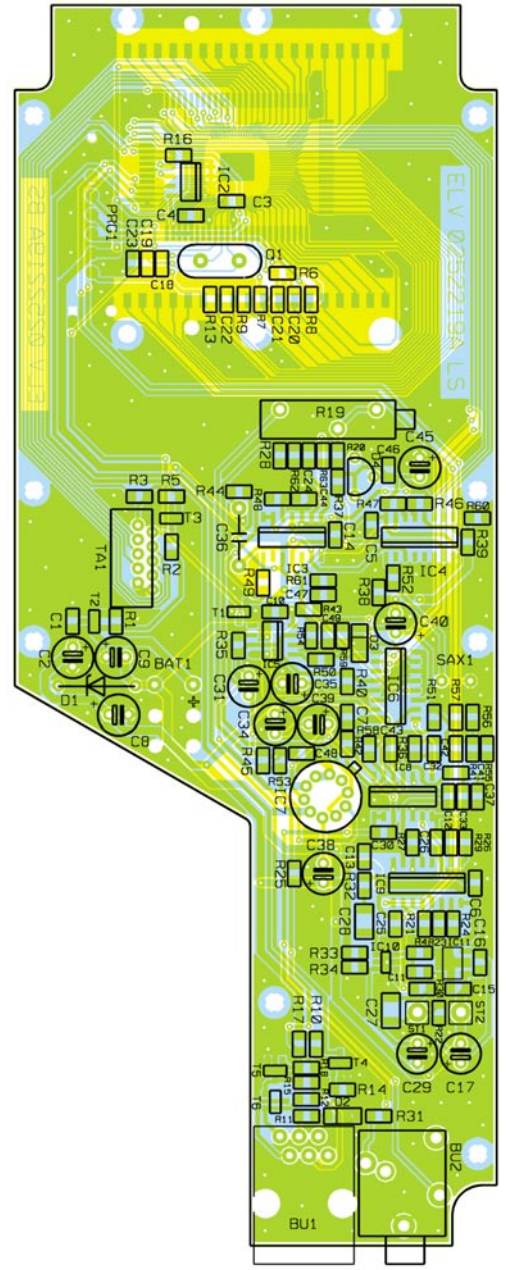
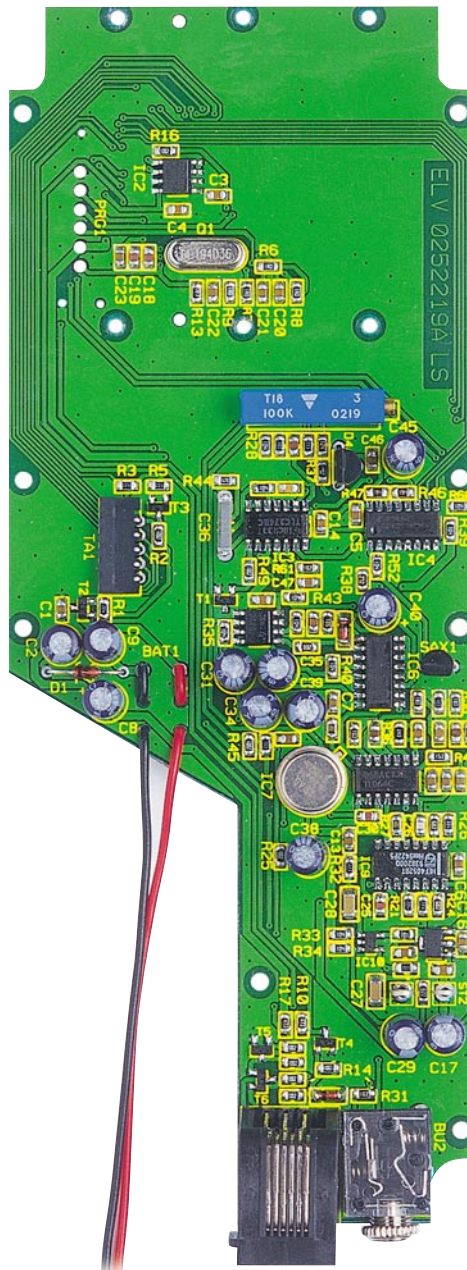
Nun wenden wir uns wieder der Prozessorseite der Leiterplatte zu, wo noch das Display zu montieren ist. Dazu wird das Display so in den Klarsicht-Halterahmen gelegt, dass die Glasverschweißung an der linken Displayseite in die zugehörige Aussparung des Rahmens ragt.

Als dann ist der Befestigungsrahmen von der rechten Seite aufzuschieben und mit zwei Leitgummistreifen zu bestücken.

Die Montage der zusammenge-



Ansicht der fertig bestückten Platine des SPM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben ein Teilausschnitt von der Displayseite, unten komplett von der Lötseite



Stückliste: Schallpegel-Messgerät SPM 100

Widerstände:

0Ω/SMD	R8
47Ω/SMD	R44
100Ω/SMD	R4
1kΩ/SMD	R31, R58, R61
2,7kΩ/SMD	R38
3,3kΩ/SMD	R50
4,7kΩ/SMD	R10, R17
6,8kΩ/SMD	R24, R29
8,2kΩ/SMD	R22
10kΩ/SMD	R2, R11, R12, R14-R16, R18, R25, R37, R45, R49, R53, R57, R62
15kΩ/SMD	R41
18kΩ/SMD	R51, R56
22kΩ/SMD	R3, R5, R13, R23, R30, R32, R63
24kΩ/SMD	R36
27kΩ/SMD	R37
47kΩ/SMD	R55
68kΩ/SMD	R27, R42
100kΩ/SMD	R28, R33-R35, R39, R40, R43, R48, R52, R54, R60
120kΩ/SMD	R20
180kΩ/SMD	R46, R47
220kΩ/SMD	R1, R21, R26
1MΩ/SMD	R59
Spindeltrimmer, 100kΩ	R19

Kondensatoren:

2,7pF/SMD	C26
10pF/SMD	C24, C25, C30
22pF/SMD	C18, C19
1nF/SMD	C32, C49
4,7nF/SMD	C41
10nF/SMD	C42, C47
33nF/SMD	C43
47nF/SMD	C44
100nF/SMD	C1, C3-C7, C10, C12-C16, C20-C22, C37, C46, C48
150nF/100V	C36
220nF/SMD	C33
470nF/SMD	C11, C23
1µF/SMD	C27, C28
1µF/100V	C31, C38
10µF/25V	C8, C17, C29, C34, C35, C39, C40, C45
100µF/16V	C2, C9

Halbleiter:

ELV02293	IC1
24C02/SMD	IC2
TLC274BCD/SMD	IC3
CD4051/SMD	IC4
CD4052/SMD	IC9
TL072/SMD	IC5
CD4053/SMD	IC6

AD636	IC7
TL064/SMD	IC8
LMV751/SMD	IC10
HT7150/SMD	IC11
BC848C	T1, T3-T5
BC858C	T2, T6
ZPD3,9V/0,4W	D1
LL4148	D2, D3
LM385-2,5V	D4

Sonstiges:

LC-Display	LCD1
Quarz, 4,194304MHz, HC49 U70/U4	Q1
Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965)	SAX1
Western-Modular-Buchse 6P6C, print	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU2
Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend	TA1
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Mikrofonkapsel, 1/4", ausgemessen	
1 Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt, mit Display-Rahmen	
15 cm abgesch. Leitung, 1 x 0,22 mm ²	

bauten Displayeinheit auf der Leiterplatte erfolgt mit sechs Knippingschrauben. Nach dem Verschrauben befindet sich der Mikrocontroller unter dem Display.

Nun ist die Folientastatur mit eingelegter Tastaturbeschriftung an die richtige Position auf die Gehäuseoberhalbshale zu kleben und an die zugehörige Buchse der Leiterplatte anzuschließen.

Acht Knippingschrauben dienen zur Montage der komplett fertiggestellten Leiterplattenkonstruktion mit Front- und Rückplatte in das Gehäuseoberteil. Nach Anschluss einer 9-V-Blockbatterie kann ein erster Funktionstest des Gerätes erfolgen. Bevor das Gehäuse komplett verschraubt wird, ist der recht einfach durchzuführende Abgleich des SPM 100 erforderlich.

Abgleich

Der Abgleich des Schallpegel-Messgerätes SPM 100 ist trotz der umfangreichen und recht empfindlichen analogen Baugruppen einfach durchzuführen und vollständig über die Software des Gerätes gesteuert.

Um in den Abgleich-Mode zu gelangen sind bei ausgeschaltetem Gerät die Tasten „Max-Hold“ und „Aurorange“ gedrückt zu halten und dann ist das Gerät bei gedrückten Tasten einzuschalten. Im Display erscheint die Anzeige „00.0 CAL“.

An Hardware-Abgleichpunkten ist in-

nerhalb des Gerätes nur ein einziger Trimmer vorhanden, der als erstes abzugleichen ist. Dazu sind zunächst IC 7 Pin 4 und Pin 2 über eine kurze Drahtbrücke miteinander zu verbinden. Mit Hilfe des Trimmers R19 wird dann am Ausgang von IC 5 B (Pin 7) exakt 0 V eingestellt. Damit ist der Hardware-Abgleich bereits vollständig erledigt.

Durch eine kurze Betätigung der „Up-Taste“ werden automatisch die Offset-Werte ermittelt und gespeichert, worauf im Display die Anzeige „130 dB“ erscheint.

Die Drahtverbindung zwischen IC 7 Pin 4 und Pin 2 (GND) wird wieder entfernt und am Mikrofon-Eingang (ST 1, ST 2) ein 1-kHz-Sinussignal mit 2 V (5,66 V_{ss}) Amplitude angelegt.

Nach einer erneuten kurzen Betätigung der „Up-Taste“ führt die Software automatisch den Skalenfaktor-Abgleich für beide Filterkurven durch.

Nun erscheint im Display die Anzeige „100 dB“. Die Signalspannung am Mikrofon-Eingang wird auf 61,81 mV (174,8 mV_{ss}) verringert und zum Abgleich des mittleren Messbereiches für beide Filterkurven erneut die „Up-Taste“ betätigt.

Im Display erscheint jetzt die Anzeige „70 dB“. Im empfindlichsten Messbereich ist am Mikrofon-Eingang eine Signalspannung von 1,91 mV (5,4 mV_{ss}), entsprechend 2 V -60,4 dB erforderlich. Zum Abgleich der Skalenfaktor-Werte für diesen Messbereich ist dann im Abgleich-Mode ein letztes Mal die „Up-Taste“ zu

betätigen, worauf das Gerät dann in den normalen Betriebs-Mode schaltet.

Die Abgleich-Parameter für die gesamte Hardware, mit Ausnahme des Mikrofons, sind nun ermittelt und abgespeichert.

Mit Hilfe eines Schall-Kalibrators sind die Daten des Mikrofons besonders einfach zu erfassen und abzuspeichern. Dazu werden im normalen Betriebsmode die Tasten „Up“ und „Down“ so lange gedrückt gehalten, bis im Display „94,0 CAL“ erscheint. Nun ist das Gerät in den Kalibrator zu setzen, also das Mikrofon mit einem Schallpegel von 94 dB zu beaufschlagen. Sollte der Kalibrator einen von 94 dB abweichenden Schallpegel erzeugen, so ist mit Hilfe der „Up“ und „Down“-Tasten dieser Wert einzustellen. Wenn der abgegebene Schallpegel und die Anzeige auf dem Display übereinstimmen, ist die Taste „Aurorange“ zum Abspeichern der Kalibrierdaten zu betätigen.

Da im Hobbybereich nur selten ein Schall-Kalibrator zur Verfügung steht, befindet sich in jedem Bausatz ein exakt ausgemessenes Mikrofon, dessen Kalibrierfaktor auf der Verpackung notiert ist. Zur Eingabe dieses Faktors ist dann im Kalibrier-Mode (Anzeige 94,0 CAL) die Taste „A/C“ zu betätigen. Im Display wird nun „94,0 DAT“ angezeigt und mit den „UP/Down“-Tasten der auf der Verpackung notierte Wert eingetragen. Die Beendigung des Kalibriermodos erfolgt auch hier mit der „Aurorange-Taste“.

ELV