

ritus gereinigt. Wenn man danach die betroffene Platinen-Stelle mit Lötlack einsprüht, sind die blank liegenden Kupferbahnen gegen Umwelteinflüsse geschützt, und beim späteren Wiederaufbau der Schaltung fließt das Lötzinn besser.

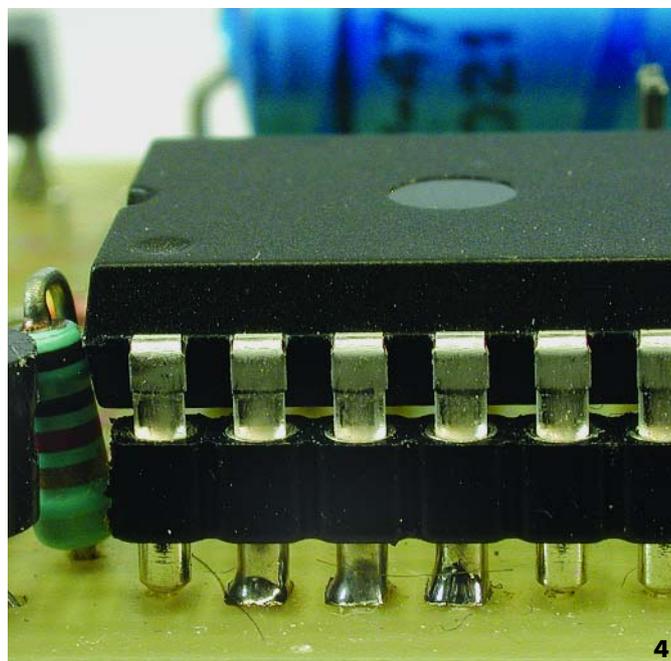
Die nächste Aktion besteht darin, die Platinen-Stelle und ihre Umgebung sorgfältig auf eventuelle Unterbrechungen der Leiterbahnen zu inspizieren. Die visuelle Methode (starke Lupe) und die messtechnische Methode (Ohmmeter) sollten kombiniert werden, damit keine Unterbrechung unentdeckt bleibt. Unterbrechungen werden am besten mit kurzen Kupferlackdraht-Abschnitten überbrückt. Wenn die Platine so weit wiederhergestellt ist, können die Bauelemente an ihre angestammten Plätze zurückkehren.

Sicher ist deutlich geworden, dass das Beseitigen von Batterie-Auslaufschäden eine recht zeitintensive Angelegenheit ist. Doch fachmännisch durchgeführt kann eine restaurierte Platine noch über viele Jahre ihren Dienst tun, es sei denn, auslaufende Batterien richten erneut Schaden an...

(040025-1)gd

### Doppelseitige Platinen durchkontaktieren

Das Anfertigen doppelseitiger Platinen ist nicht ganz einfach, denn die Transparent-Vorlagen beider Seiten müssen während der Belichtung exakt deckungsgleich auf den Platinen-Oberflächen aufliegen. Eine weitere schwierige Prozedur ist das Durchkontaktieren doppelseitiger Platinen an Stellen, an denen Verbindungen zwischen der Platinen-Oberseite und der Platinen-Unterseite geschaffen werden müssen. Professionelle Platinen-Hersteller wenden hierzu das Verfahren der Durchmetallisierung an. Die Platinen werden zuerst gebohrt, und anschließend wird in Löchern, durch die Verbindungen zwischen den Platinen-Seiten verlaufen sollen, dünne Kupferschichten aufgebracht. Der zweite Arbeitsschritt ist eine elektro-chemische Behandlung der Platine einschließlich der Löcher. Während dieses Vorgangs werden die Verbindungen zwischen der Oberseite und der Unterseite in ihrer definitiven Beschaffenheit hergestellt. Dazu werden spezielle Einrichtungen und Geräte benötigt, die nicht in jedem Elektronik-Labor vorhanden sind.



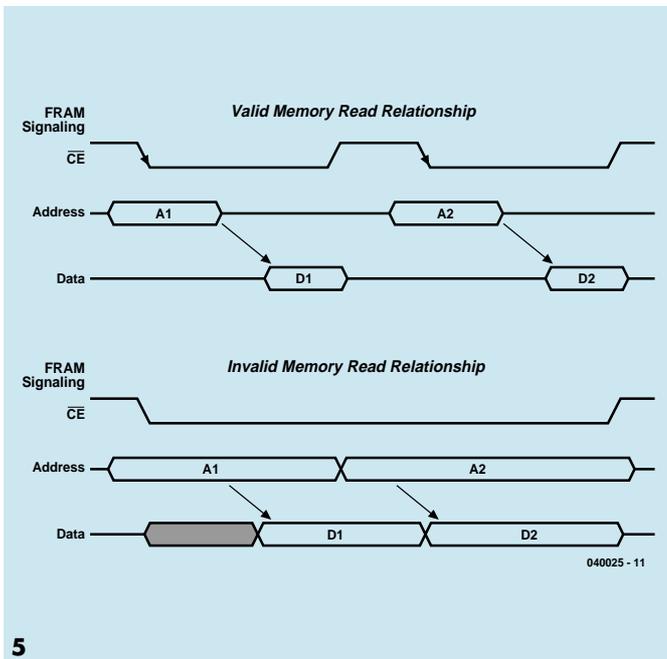
Glücklicherweise gibt es für die Durchkontaktierung Alternativen, die allerdings etwas mehr Handarbeit erfordern. Diese Methoden bewähren sich auch in den Fällen, in denen Schäden an doppelseitigen Platinen repariert werden müssen.

Das einfachste Verfahren besteht darin, die Anschlussdrähte der Bauelemente auf beiden Platinen-Seiten zu verlöten. Problemlos möglich ist dies bei vielen Bauelementen wie zum Beispiel bei Widerständen, Dioden und Transistoren. Andere Bauelemente wie stehende Elkos und ICs in Fassungen sind jedoch für diese Methode weniger geeignet, weil die Lötstellen auf den Bestückungsseiten der Platinen nicht oder nur schwer zugänglich sind.

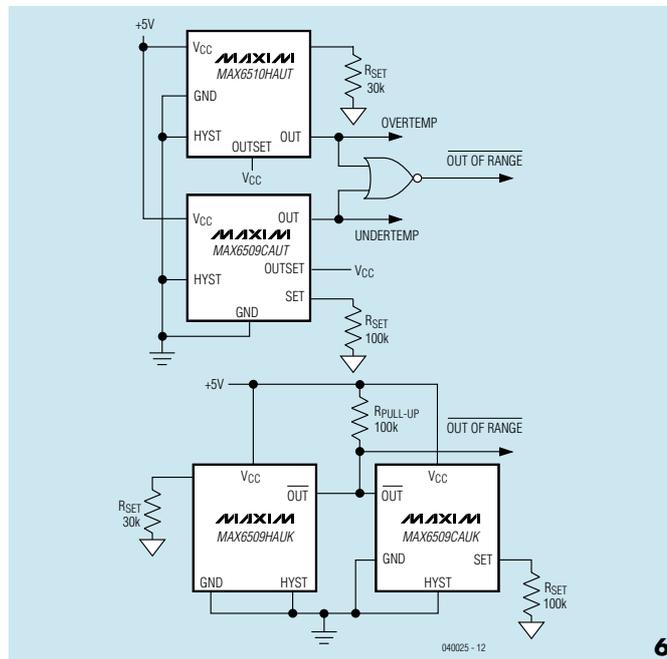
Ein anderes Verfahren ist die Durchkontaktierung mit Hilfe einzelner dünner Adern, aus denen eine so genannte Entlötlitze besteht. Eine einzelne Ader ist so dünn, dass sie nach Hindurchstecken durch das Platinen-Loch noch genügend Platz für den Anschlussdraht des Bauelements frei lässt (**Bild 3**). Die Litzenader wird auf der Bestückungsseite der Platine angelötet. Diese Lötstelle darf allerdings nicht zu hoch über die Platinen-Oberfläche ragen, und das Platinen-Loch darf nicht mit Lötzinn

voll laufen. Wenn alle Durchkontaktierungen hergestellt sind, können die Bauelemente mit ihren Anschlussdrähten in die Löcher gesteckt und auf der gegenüberliegenden Seite verlötet werden. Es ist durchaus nicht falsch, die Durchkontaktierungen mit zwei oder mehr Adern der Kupferlitze herzustellen. Dadurch wird die Gefahr gemindert, dass die Verbindung nicht zustande kommt, falls eine Ader beim Einführen des Bauelement-Anschlussdrahts reißt. Für die Durchkontaktierung an den Anschlüssen von DIL-IC-Fassungen gibt es noch eine weniger arbeitsintensive Methode. Im gut sortierten Elektronik-Fachhandel sind Kontaktleisten erhältlich, die aus den gleichen Pins wie die IC-Fassungen mit gedrehten Kontakten bestehen. Die Länge der in die Platinen-Löcher eingeführten Pins ist auf der Oberseite der Platine relativ groß. Dadurch können diese Pins bequem auf beiden Platinen-Seiten verlötet werden (**Bild 4**). Für die Montage von Bauelementen auf doppelseitigen Platinen sind diese Kontaktleisten den gebräuchlichen DIL-IC-Fassungen vorzuziehen, auch wenn sie vielleicht etwas teurer als Standard-DIL-Fassungen sind.

(040025-2)gd



5



6

## Alternative für batterie gepufferte RAMs

Auf vielen Mikrocontroller-Karten befinden sich statische RAMs, in denen Einstellungen, Parameter oder andere wichtige Werte abgelegt werden. Oft ist es nicht nur nützlich, sondern sogar notwendig, dass Speicherinhalte auch nach Abschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben. Aus diesem Grund wird meistens die Betriebsspannung der SRAMs von einer auf der Karte befindlichen Batterie oder von einem Akku gepuffert. Diese Methode des Daten-Erhalts ist zwar unkompliziert, aber leider nicht ideal. Die Batterie beansprucht relativ viel Platz auf der Karte, und außerdem muss ihr Zustand in regelmäßigen Abständen überprüft werden, wenn man vor unliebsamen Überraschungen sicher sein möchte. Neuere Controller-Karten verwenden für die nicht flüchtige Daten-Speicherung statt batteriegepufferter SRAMs entweder Flash-Speicher oder EEPROMs; diese Speicher-Typen kommen ohne Batterie-Pufferung aus. Die Batterie-Pufferung von SRAMs gehört der Vergangen-

heit an, wenn man diese flüchtigen Speicher gegen FRAMs austauscht, eine moderne Alternative, die noch nicht lange auf dem Markt ist. Die Ramtron International Corporation bietet zwei FRAM-Typen an, die sich für diesen Zweck ideal eignen; sie tragen die Typen-Bezeichnungen FM1608 und FM1808. Es handelt sich um nicht flüchtige, ferroelektrische RAMs, eine Technologie, die zwar schon länger bekannt ist, jedoch erst von diesem Hersteller zur Serienreife gebracht wurde. Die Grundlagen der FRAMs beschreibt Ramtron ausführlich auf seiner Website ([www.ramtron.com/aboutfram](http://www.ramtron.com/aboutfram)). Ramtron garantiert für die genannten Typen eine Lebensdauer von einer Milliarde Lese- und Schreibzyklen und einen Daten-Erhalt über einen Zeitraum von zehn Jahren!

Für die Praxis äußerst wichtig ist die Pin-Kompatibilität des FM1608 mit Standard-8-K-SRAMs (8 K · 8) und des FM1808 mit Standard-64-K-SRAMs (64 K · 8). Der Austausch von SRAMs gegen FRAMs ist dadurch ohne jeglichen Eingriff in die vorhandene Schaltung möglich. Beim Wechsel vom SRAM zum FRAM muss allerdings eine

Eigenschaft der FRAMs berücksichtigt werden: Das low-aktive Chip-Enable-Signal wird hier, wie im Diagramm dargestellt, zum Steuern des internen Adress-Auffangregisters verwendet. Das Chip-Enable-Signal darf erst auf Low gehen, nachdem die gültige Adresse auf den Adress-Bus gelegt wurde. Anderenfalls wird die Adresse vom FRAM nicht in das interne Adress-Auffangregister übernommen.

(040025-3)gd

## Temperaturschalter in SOT-Gehäusen

Maxim brachte unter den Typenbezeichnungen MAX6509 und MAX6510 zwei Temperaturschalter im Miniatur-Format auf den Markt, die mit Hilfe externer Widerstände auf Schalttemperaturen zwischen -40 °C und +125 °C eingestellt werden können. Die Toleranz der Schaltschwelle beträgt typisch ±0,5 °C und maximal ±4,7 °C. Über das Signal an dem mit HYST bezeichneten Pin ist eine Hysterese von 2 °C oder 10 °C wählbar. Der MAX6509 besitzt einen Open-Drain-Ausgang, und beim

MAX6510 kann man mit dem Signal am Pin OUTSET den Ausgang als aktiv High, aktiv Low oder als Open-Drain-Ausgang mit internem Pullup-Widerstand konfigurieren. Der Ausgang kann zum Beispiel einen Reset oder Interrupt eines Mikrocontroller-Systems auslösen, eine Betriebsspannung schalten oder eine externe Alarmschaltung aktivieren. Der Strom durch die Temperaturschalter-ICs muss allerdings so niedrig wie möglich gehalten werden, damit keine Temperaturverschiebung infolge von Verlustwärme-Entwicklung auftritt.

Bei der Auswahl der Temperaturschalter-ICs ist das Suffix hinter der Typenbezeichnung äußerst wichtig (erster Buchstabe, der auf die Zahl 6509 bzw. 6510 folgt). Der Ausgang eines H-Typs (Hot) schaltet ein, wenn bei steigender Temperatur die Schaltschwelle erreicht wird, er schaltet zurück, wenn die Temperatur unter die Schaltschwelle *minus* eingestellte Hysterese sinkt. Dagegen schaltet der Ausgang eines C-Typs (Cold) ein, wenn die Temperatur unter die Schaltschwelle sinkt, er schaltet zurück, wenn die Temperatur die Schaltschwelle *plus* eingestellte Hysterese übersteigt. Mit anderen Worten: Abhängig vom Typ des Temperaturschalters liegt

der Hysterese-Bereich unterhalb oder oberhalb der eingestellten Schaltschwelle.

Wenn man einen H-Typ und einen C-Typ miteinander kombiniert, kann man die Temperatur innerhalb einer Ober- und Untergrenze überwachen. In **Bild 6** sind zwei mögliche Konfigurationen dargestellt. Die Open-Drain-Ausgänge der beiden MAX6509 in der unteren Schaltung sind als Wired-OR mit gemeinsamem Pull-up-Widerstand geschaltet. Alle Temperaturschalter in den dargestellten Beispielen arbeiten mit einer Hysterese von 2 °C (Eingang HYST an Masse).

Der zur gewünschten Schalttemperatur gehörende Widerstandswert  $R_{set}$  kann an Hand der beiden Grafiken in **Bild 7** ermittelt werden, oder man berechnet ihn

mit Hilfe folgender Formeln:

Für Temperaturen zwischen

-40 °C und 0 °C gilt:

$$R_{set} = [(1,3258 \cdot 10^5) / (T+1,3)] - 310.1693 - [(5,7797 \cdot 10^6) / (T+1,3)^2]$$

Für Temperaturen zwischen 0 °C und +125 °C gilt:

$$R_{set} = [(8,3793 \cdot 10^4) / T] - 211,3569 + [(1,2989 \cdot 10^5) / T^2]$$

wobei T in Kelvin einzusetzen ist und sich  $R_{set}$  in kΩ ergibt.

Den Grafiken kann man entnehmen, dass in den Beispielen die Schaltschwellen bei 0 °C ( $R_{set} = 100 \text{ k}\Omega$ ) bzw. 65 °C ( $R_{set} = 30 \text{ k}\Omega$ ) liegen.

(040025-4)gd

