

Ein weiteres ESR-Meßgerät

Helmut Stadelmeyer

Heutzutage gibt es kaum ein netzbetriebenes elektronisches Gerät, das nicht über ein externes oder eingebautes Schaltnetzteil versorgt wird - die alten, stromfressenden Netzteile mit dem schweren Transformator gehören der Vergangenheit an. Das hat für uns eine Reihe von Vorteilen, aber auch einen Nachteil: So ein modernes Netzteil funktioniert in aller Regel nur eine beschränkte Zeit. Der Schwachpunkt sind die eingebauten Elektrolytkondensatoren zur Glättung der Ausgangsspannung.

Nachstehend wird die Anfertigung eines sehr praktischen Meßgerätes zur Prüfung dieser Kondensatoren beschrieben.

Warum Elektrolytkondensatoren (=Elko) in Schaltnetzteilen kaputtgehen, ist bei WIKIPEDIA [1] gut verständlich beschrieben. Der Fehler tritt nicht schlagartig auf, sondern schleichend - beispielsweise braucht der Fernseher immer länger, bis er sich einschalten läßt, oder der Rechner will hin und wieder nicht starten. Achtet man auf solche Kleinigkeiten und weiß, was da im Inneren vor sich geht, dann sind die Aussichten gut, mit einer geringfügigen Reparatur billig davonzukommen. Wartet man zu lang, dann gehen wegen der abnormalen Betriebsbedingungen wahrscheinlich auch andere Bauteile kaputt und eine Reparatur wird umständlich oder gar unwirtschaftlich.

Denkt man über die Geschichte mit den kurzlebigen Elkos in einer ruhigen Stunde genauer nach, dann drängt sich rasch der Verdacht auf, daß hier nicht Zufall, Pech oder schlichtweg eine technische Unmöglichkeit im Spiel sind, sondern ein von den Geräteherstellern durchaus gewollter Vorgang [2]: Viele moderne Geräte überdauern gerade einmal etwas mehr als die Garantiezeit und Billigangebote sind von dieser „Seuche“ ganz besonders betroffen. Auf diese hinterlistige Weise soll der Umsatz angehoben und der Gewinn gesteigert werden.

Als Konsument bleibt uns die Möglichkeit, nie wieder ein Fabrikat eines solchen Herstellers zu kaufen und künftig ganz gezielt nur Geräte auszuwählen, in denen hochwertige Bauteile eingesetzt sind. Welche Fabrikate das sind, erfährt man durch Nachfrage in der Werkstatt eines seriösen Reparaturbetriebes. Hersteller, die schlechte Teile verwenden, kann man indirekt bestrafen, indem man das defekte Gerät repariert, anstatt es durch ein neues zu ersetzen - sie machen dann weniger Umsatz.

Zur raschen Prüfung, ob sich ein Elko für ein Schaltnetzteil eignet, ist das beschriebene Gerät ideal, in den meisten Fällen kann man sich zum Prüfen auch noch das Auslöten des Bauteils ersparen. Angezeigt wird im Display der gemessene Wert in Ohm. Eine direkte GUT/SCHLECHT-Anzeige ist bei Elkos nicht möglich, weil der ESR-Sollwert von ihrer Art und der Baugröße abhängt.

Damit der Meßwert beurteilt werden kann, haben sich Erwin, OE5VLL und Peter, OE5PLN große Mühe gemacht und aussagekräftige Tabellen erstellt, die sehr umfangreiche Serienmessungen an nahezu allen möglichen Elkos zur Grundlage haben. Mehr dazu ist bei [3] zu finden. Erwin stellt derzeit Bausätze für ein solches Gerät zusammen, das ein anderes Gehäuse, damit eine andere Leiterplatte und auch andere Bauteile hat als das hier beschriebene.

Wer anstatt des Bausatzes vorhandene Teile verwenden will, seinem Gerät ein farbiges Gehäuse spendieren möchte und das Herstellen einer Leiterplatte im Griff hat, kann den hier beschriebenen Vorschlag nachbauen. Diese Leiterplatte ist für den Einbau in dasselbe Gehäuse vorgesehen, wie es auch beim Transistortester [4] verwendet worden ist. Mittlerweile gibt es ganz ähnliche, ebenfalls passende Gehäuse desselben Herstellers bei [5] auch in anderen Farben als schwarz. Wie üblich sind die Unterlagen zur Herstellung der Leiterplattenvorlage Teil des Beitrages.



Abb. 1: Betriebsbereites Gerät

ESR-Meßgerät

Grün: 528360-62 [Teilenummer: 2515GN]

Transparent: 528373-62 [Teilenummer: 2515KL]

Grau: 520993-62 [Teilenummer: 2515 GR]

Schwarz: 520985-62 [Teilenummer: 2515 SW]

Bei Erwin [7] sind folgende Spezialteile zu bekommen: Programmierter Prozessor U3, das Display A1 und die Bandkabelbuchse X1 (solange der Vorrat reicht).

XT1 ist ein 8-MHz-Resonator mit drei Anschlüssen, RV1 und RV2 sind Einstellregler von BOURNS, Type 3266 oder gleichwertige; deren Einstellung muß sehr feinfühlig möglich sein. Für RV3 genügt ein normaler Einstellregler mit 270 Grad Drehwinkel. Zur Herstellung der einseitigen Leiterplatte ist auch Hartpapier-Basismaterial brauchbar.

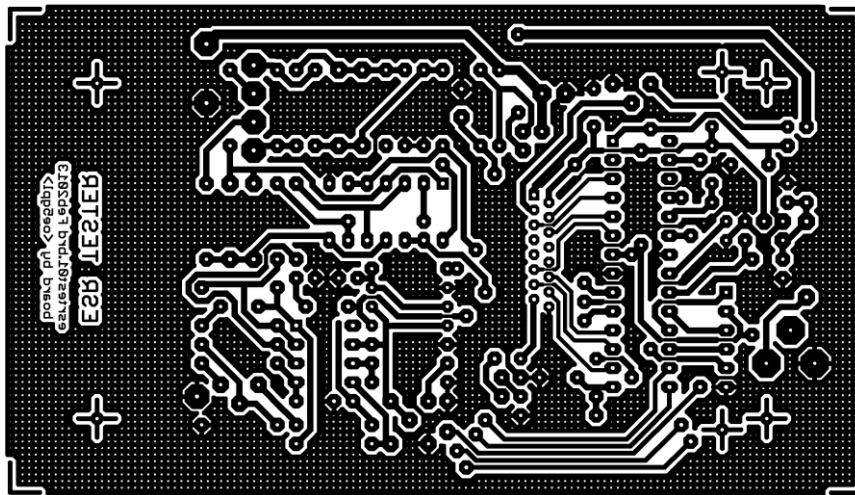


Abb. 4: Leiterplatten-Layout (nicht ganz natürliche Größe)

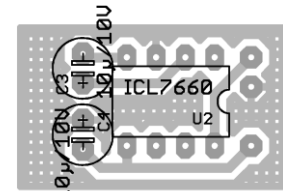


Abb. 5: Spannungskonverter

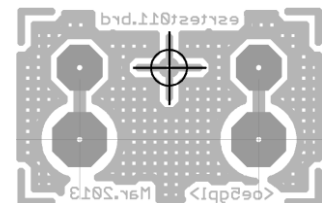


Abb. 6: Steckvorrichtung für den Kabelanschluß

Zusammenbau

Wegen der gedrängten Bauteilanordnung ist auf der Leiterplatte eine Anzahl von Brücken notwendig, die in Abb. 3 durch dicke Linien dargestellt sind. Durchgehende Linien gelten für die Oberseite, unterbrochene für die Unterseite. Der Konverter für die negative Versorgungsspannung des Operationsverstärkers U5 hat auf der Leiterplatte keinen Platz mehr, er ist auf einer Miniplatine (Abb. 5) oberhalb von U5 zu montieren. Festgehalten wird er durch drei Drähte, wie sie von den Widerständen übrig bleiben, sein anderes Ende liegt auf den beiden tropfenförmigen Tantalelkos. Abb.8 zeigt, wie das gemacht ist. Es ist ratsam, für U2 bis U5 Steckfassungen zu verwenden - eine allfällige Fehlersuche wird dadurch erleichtert.

Der Taster SW1 ist an die beiden Lötäugen zwischen R2 und R8 mit Litzendrähten anzuschließen, der Taster SW2 an jene direkt oberhalb von RV2. In die vier Befestigungsdomen der unteren Gehäuseschale sind 2,5-mm-Gewinde zu schneiden.

Der Ausschnitt für das Display ist im Bohrplan so angegeben, daß beim Einstechen an einer der angegebenen Koordinaten mit einem 4-mm-Fräser die Blende des Displays rundherum 2 mm sichtbar bleibt. Macht man den Ausschnitt mit der Laubsäge, ist die Maßänderung zu berücksichtigen. Das Display wird von zwei 14,5 mm langen Stücken Rundaluminium mit 4 mm Durchmesser gehalten, die an beiden Enden ein 2,5-mm-Gewindeloch haben und mit der Leiterplatte verschraubt werden (Abb. 9).

Der Anschluß des Prüflings an das Meßgerät erfolgt über zwei zweiadrige Kabel mit etwa 30 cm Länge, die beim Mustergerät an einem Ende eine Krokodilklemme und am anderen Ende zwei 2-mm-Stecker haben. Deren Stifte halten in passenden Buchsen, die im Oberteil des Gehäuses festgeschraubt sind. Das macht eine Kabelreparatur ohne Ausbau der Leiterplatte möglich. Die Verbindung von den Buchsen zur Leiterplatte erfolgt wieder mit Litzendrähten.

Wer die zusammengehörenden Stifte gemeinsam stecken will, kann die Stecker auf kleinen Leiterplatten montieren (Abb. 6). Auch wenn man sich sehr viel Mühe gibt, wird der Abstand der Stifte anfangs nicht genau mit dem Abstand der Buchsen übereinstimmen und die Steckverbindung ist deshalb schwierig. Die Stifte sind aus diesem Grund mit 2,5-mm-Schrauben durch die Platine hindurch befestigt. So hat man die Möglichkeit, die Löcher in der Platine erforderlichenfalls mit einer Nadelfeile nachzuarbeiten und die Schrauben im eingesteckten Zustand passend festzuziehen. Wer keine passenden 2-mm-Stek

ESR-Meßgerät

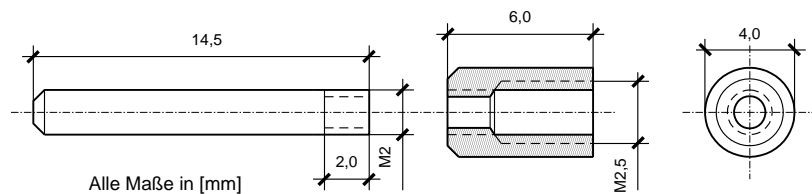


Abb. 7: Selbstgemachte Steckerstifte

ker aufreibt, kann sie, wie in Abb. 7 gezeigt, aus Rundmessing (Messingschweißdraht) auch selbst anfertigen. Bekommt man 2-mm-Schrauben, dann genügt im dicken Teil ein durchgängiges 2-mm-Gewinde.

Beide Kabel können selbstverständlich auch durch Löcher in der oberen Gehäuseschale gefädelt und direkt auf der Leiterplatte festgelötet werden. Schön ist das nicht, die Lötungen sind aber groß genug. Damit die Batterie nicht klappert, soll man in diesem Bereich zwei kurze Stücke Fensterdichtungsband auf die Leiterplatte kleben. TP7 ist ein langer Löt Nagel, der den Platz für die Batterie begrenzt und als Massepunkt beim Messen dient.

Eine Tabelle mit ESR-Sollwerten hat auf der Gehäuse-Unterseite Platz, sie wird zum Schutz mit Klar-sicht-Klebefolie überdeckt.

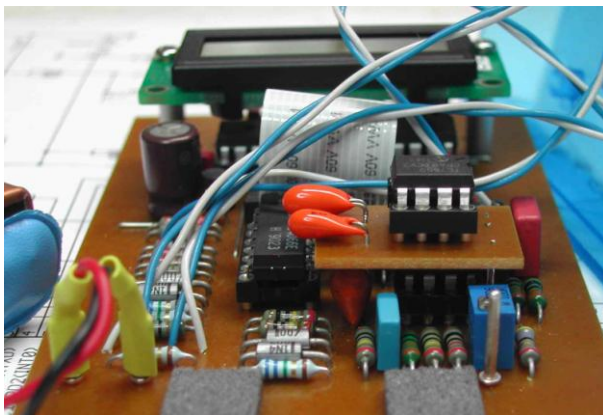


Abb. 8: Bestückte Leiterplatte von der Batterieseite

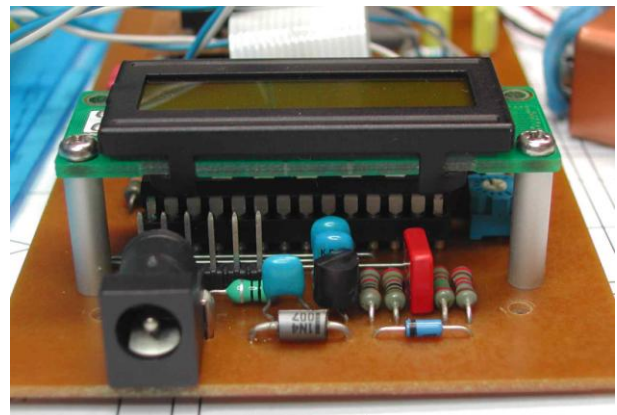


Abb. 9: Bestückte Leiterplatte von der Displayseite

Inbetriebnahme

Wird zur Speisung ein 12-V-Netzgerät verwendet, dann ist die Anzeige wegen des der Gleichspannung überlagerten Restbrumms deutlich unruhiger als bei Batteriebetrieb, es sei denn, man nimmt ein sehr gutes. Zum Abgleich empfiehlt sich daher der Batteriebetrieb.

Der an U5-1 mit RV1 einzustellende Offset von +1,7 mV ist zum leichteren Justieren der Null-Anzeige notwendig. Weil der 10-Bit AD-Wandler zu 0 V hin nicht ganz linear ist, uns aber gerade kleine Widerstandswerte besonders interessieren, hat Erwin den Punkt, bei dem 0 Ohm angezeigt wird, nicht auf 0, sondern auf den Wert 20 der 1024 möglichen Werte gelegt - ein programmierter Offset sozusagen. Weil sich die Einstellungen von RV1 und RV2 gegenseitig beeinflussen, ist der Abgleich mehrmals nacheinander durchzuführen ([3], Seite 9 sinngemäß).

Eine Hintergrundbeleuchtung bei der Anzeige ist eine schöne Sache, sie kostet der Batterie aber Lebensdauer. Es ist deshalb keine schlechte Idee, R32 so zu bemessen, daß das Ablesen des Displays bei schlechtem Licht gerade noch möglich ist; im Dunkeln wird man ohnehin nicht messen. Der dazu notwendige Strom beträgt bei modernen Displays etwa 5 mA.

Bedienung des Gerätes

Der vom Gerät angezeigte Wert ändert sich, wenn sich die Versorgungsspannung ändert - das ist bei Batteriebetrieb der Fall, wenn die Batterie entladen wird. Ein gelegentlicher Nullabgleich durch Drücken der CAL-Taste bei kurzgeschlossenen Meßleitungen vermeidet eine Fehlanzeige. Mit dem LP2950-5,0 als U1 kann die Batterie ohne Genauigkeitsverlust bis zu 6 V verwendet werden.

Alle notwendigen Informationen sind bei [3] zu finden, unter anderem auch weitere Angaben zur Beurteilung der Meßergebnisse. Bei einem einzelnen Elko ist das leicht, sind mehrere parallel geschaltet, was gelegentlich der Fall ist, wird man sicherheitshalber alle bis auf einen auslöten, die Bauteile einzeln messen und erst dann beurteilen.

ESR-Meßgerät

Unterlagen

Die zum Nachbau erforderlichen Unterlagen (übersichtlicher Schaltplan, Bestückungsplan, Bohrplan, Maßblatt des Gehäuses und eine Tabelle der ESR-Sollwerte als *.pdf-Datei, Leiterplatten-Layout und ein Vergleichsmaßstab zum Überprüfen der Maßhaltigkeit des Druckers als POSTSCRIPT-Datei) sind in der gepackten Datei ‚esrtest01.zip‘ enthalten. Die Datei ist von [8] herunterzuladen. Wie man mit der *.ps-Datei verfährt, ist ebendort im Verzeichnis TECHNIK/WERKSTATT/TIPPS unter „Entwerfen von Leiterplatten“ nachzulesen.

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] Wikipedia, Lebensdauer und Brauchbarkeitsdauer von Elkos:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Aluminium-Elektrolytkondensator>
- [2] Wikipedia, Geplante Obsoleszenz: <http://de.wikipedia.org/wiki/Obsoleszenz>
- [3] OAFV-HomePage, ESR-Meßgerät Variante 1:
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/messen/sonstiges/>
- [4] OAFV-HomePage, Transistortester im neuen Gewand:
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/messen/sonstiges/>
- [5] CONRAD Elektronik, Gehäuse von STRAPUBOX:
<http://www.conrad.at/ce/de/product/528347/Strapubox-Universal-Gehaeuse-Kunststoff-L-x-B-x-H-124-x-72-x-30-mm-Rot>
- [6] Flemming, Jensen, ELEKTOR 9/2005: C-Multimeter, Vielseitiges Kapazitätsmeßgerät, Seiten 32 - 37
- [7] Hackl, Erwin, OE5VLL, Mail an: erwin.hackl-ät-pc-club.at
- [8] OAFV-HomePage, ESR-Meßgerät Variante 2:
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/technik/messen/sonstiges/>