Reparatur eines Tektronix TDS644A

Eine Serie von digitalen Tektronix-Speicheroszilloskopen aus den frühen 90er-Jahren sind günstig gebraucht zu erwerben. Wie viele Geräte aus dieser Zeit leiden sie an auslaufenden Elektrolytkondensatoren. Einerseits verlieren diese ihre Kapazität, andererseits kann das auslaufende Elektrolyt auf der Leiterplatte große Schäden hinterlassen. Während gerade letztere Fehler früher sehr aufwendig zu finden waren, sind heutzutage Schaltpläne für das Oszilloskop verfügbar, die die Fehlersuche deutlich vereinfachen.

Fehlerbild

Typischerweise melden sich Oszilloskope, die von diesem Fehler betroffen sind mit einem oder mehreren „FAIL“-Meldungen beim Power-On Self-Test. Beim hier vorliegenden Modell waren „Acquisition“ und „Attn/Acq Interface“ fehlerhaft markiert, wie dem Bild der eBay-Auktion zu entnehmen ist.



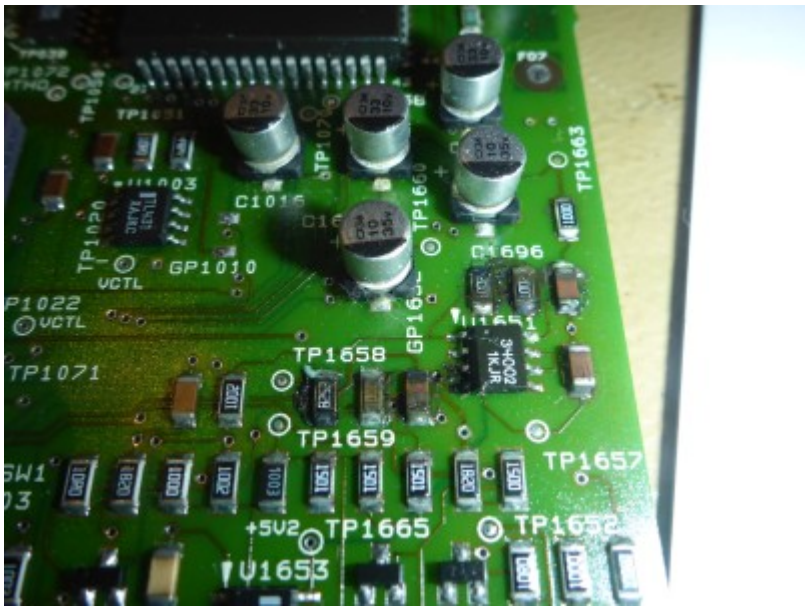
Inspektion

Nachdem kurz verifiziert wurde, dass das Oszilloskop den Transport überlebt hat, wurde es

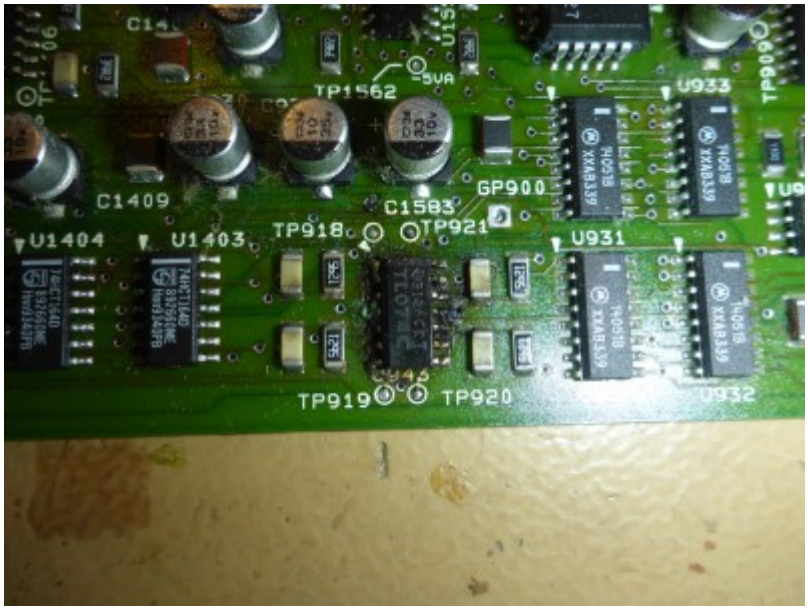
entsprechend des Servicehandbuches (erhältlich bei [1]) demontiert. Das gesamte Oszilloskop befand sich in sehr gutem Zustand und wurde unverbastelt vorgefunden. Die Undichtigkeit aller Elkos war jedoch auf der Leiterplatte durch in Elektrolyt getränkten Staub schnell sichtbar. Auf der Leiterplatte waren kaum Schäden sichtbar, nur an wenigen Stellen sah man, dass das Elektrolyt ganze Arbeit geleistet hatte.



CPU Board, man beachte die dunklen Flecken



Ausschnitt des Acquisition-Boards



Ein weiterer Ausschnitt des Acquisition-Boards

Reparatur

Die Reparatur gliedert sich in mehrere Schritte, die sorgfältig und in dieser Reihenfolge durchgeführt werden sollten.

Schritt 1: Entfernen aller Elkos, Reinigen der Lötstellen

Die Elkos von allen Leiterplatten (CPU-Board, Acquisition-Board, Frontpanel, RS232/Centronics-Interface) werden entfernt. Dies geschieht mechanisch, mit einer Spitzzange wird jeder Elko von oben gefasst und unter leichtem Druck hin- und hergedreht. Dabei brechen die Beine ab und der Elko kann entfernt werden.

Es werden insgesamt **57 Elkos mit 33 uF und 25 Elkos mit 10 uF Kapazität** entfernt, die ersetzt werden müssen.

Jede Lötstelle wird hinterher mit dem Lötkolben erwärmt, der SMD-Pin entfernt und die Lötstelle unter Zugabe von viel frischem Lötzinn wieder lötbar gemacht. Die vorher matten und schwer erhitzbaren Lötstellen sollten danach wieder glänzen.

Schritt 2: Leiterplattenreinigung

Es ist wichtig, nicht nur die Elkos zu ersetzen, sondern auch alle Reste von Elektrolyt von der Leiterplatte zu entfernen. Zurückbleibendes Elektrolyt bleibt agressiv und zerstört eventuell in Zukunft die Leiterplatte weiter. Die Leiterplattenreinigung wurde in der Spülmaschine (50°, mit normalem Spülmaschinentab, ohne Klarspüler, mit Salz) durchgeführt. Alle Labels auf Schaltkreisen haben diesen Prozess überlebt, Abkleben war nicht nötig. Hinterher ist es wichtig, die Leiterplatte gut zu trocken. Eine Reinigung mit Isopropanol oder Wasser mit Spülmittel ist ebenso möglich und kann zu gleichen Ergebnissen führen.


Leiterplattenreinigung in der Spülmaschine

Schritt 3: E-Test der Leiterplatte

Wer risikoreich lebt, kann diesen Schritt überspringen: Es sollte vor allem in den Regionen, die vor dem Reinigen als stark angegriffen identifiziert wurden geprüft werden, ob alle Leiterbahnen noch intakt sind, ob Schaltkreise beschädigt wurden oder Durchkontaktierungen defekt sind. Die Schaltpläne helfen hierbei enorm. Auch sollte geprüft werden, dass alle Elko-Pads noch niederohmige Verbindung zu ihren Versorgungsspannungsebenen und Masse haben. Eventuell gefundene Fehler sollten mit Drähten etc. repariert werden. Im vorliegenden Oszilloskop waren keine Auffälligkeiten vor dem Einsetzen der neuen Elkos zu finden.

Schritt 4: Einlöten der neuen Elkos

Die neuen Elkos sollten jetzt unter Beachtung der richtigen Kapazität und der richtigen Polarität eingelötet werden.

Schritt 5: Funktionstest

Es empfiehlt sich, vor dem vollständigen Zusammenbau einen Funktionstest durchzuführen. Falls der Selbsttest noch immer fehlschlägt, lohnt sich die Durchführung der SPC (Signal Path Compensation) im Menü in Verbindung mit einem anschließenden Neustart (Vorausgesetzt die SPC wird erfolgreich abgeschlossen). Falls der Fehler nicht behoben ist, geht es weiter zu Schritt 6.

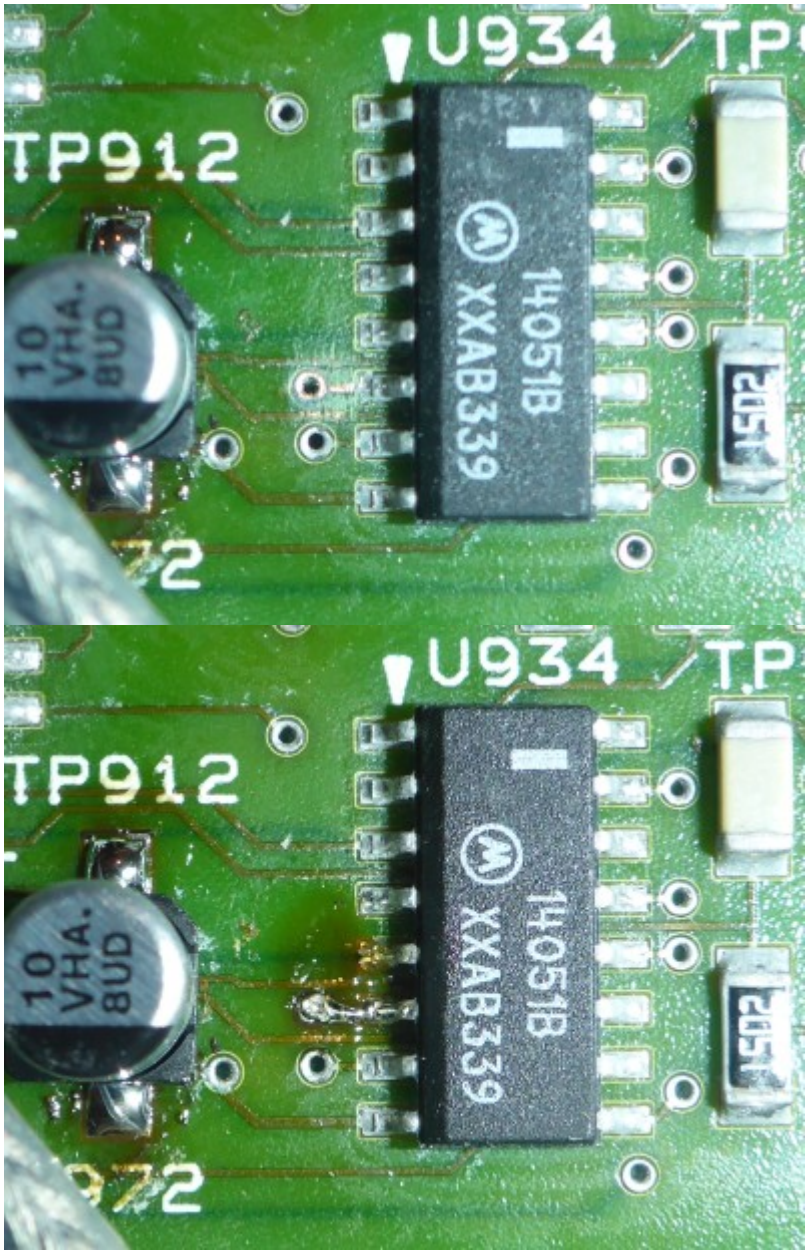
Schritt 6: Fehlersuche

Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind noch Fehler auf der Leiterplatte zu suchen. Über das Error Log lässt sich teilweise eingrenzen, wo der Fehler zu suchen ist - alternativ natürlich auch über nicht korrekt arbeitende Funktionen des Geräts.

Fehler 1

Beim ersteigerten Gerät meckerte der Selbsttest beispielsweise über zu geringe Reaktion auf die analoge Verstärkungseinstellung von Kanal 4. Auch schien das Eigenrauschen bei Kanal 4 nicht abhängig von der gewählten vertikalen Ablenkung zu sein und der Trace ließ sich nicht vertikal verschieben. Als Fehler stellt sich eine defekte (zerätzte) Leiterbahn heraus. Der Enable-Eingang eines Analog-Multiplexers war offen und sah dauerhaft Low-Pegel, sodass Offset- und Verstärkungsspannungen für Kanal 4 nicht durchgereicht wurden.

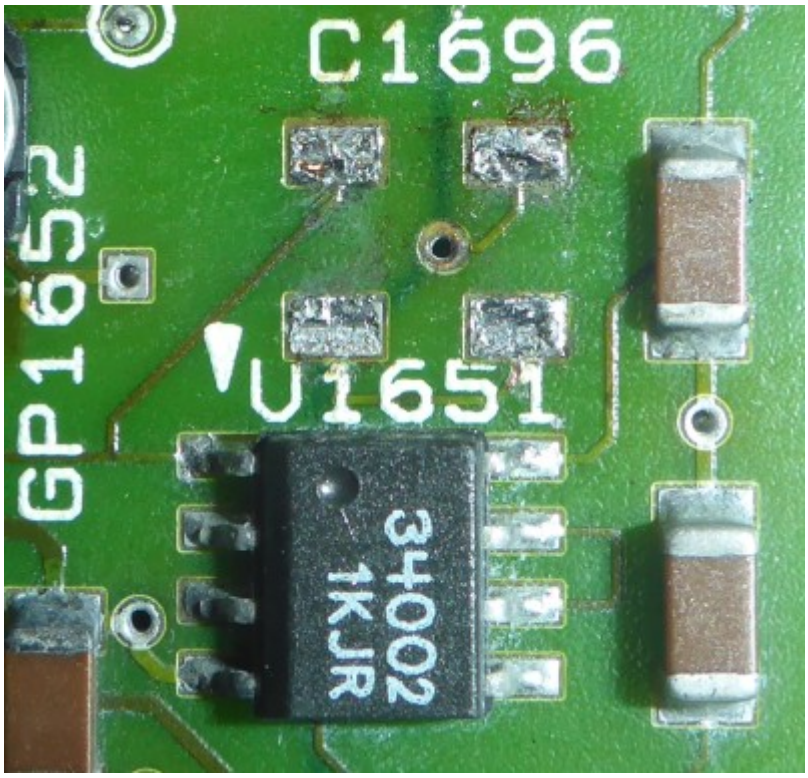
In den Bildern sieht man das betroffene Via vor und nach der Reparatur.



Fehler 2

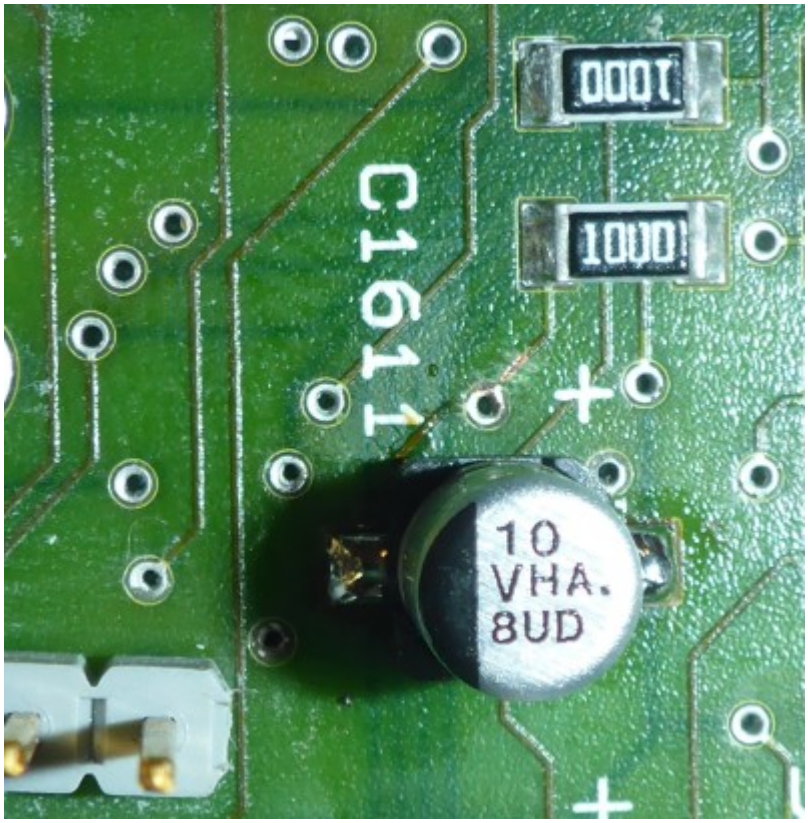
Alle folgenden Fehler trugen zum Nicht-Funktionieren des Time Interpolators bei, was das Tekscope mit einer Meldung a la „ctlConfidencDiag, 2.50e-9 ⇐ exp ⇐ 1.20e-8 - TI failed“ zum Ausdruck brachte.

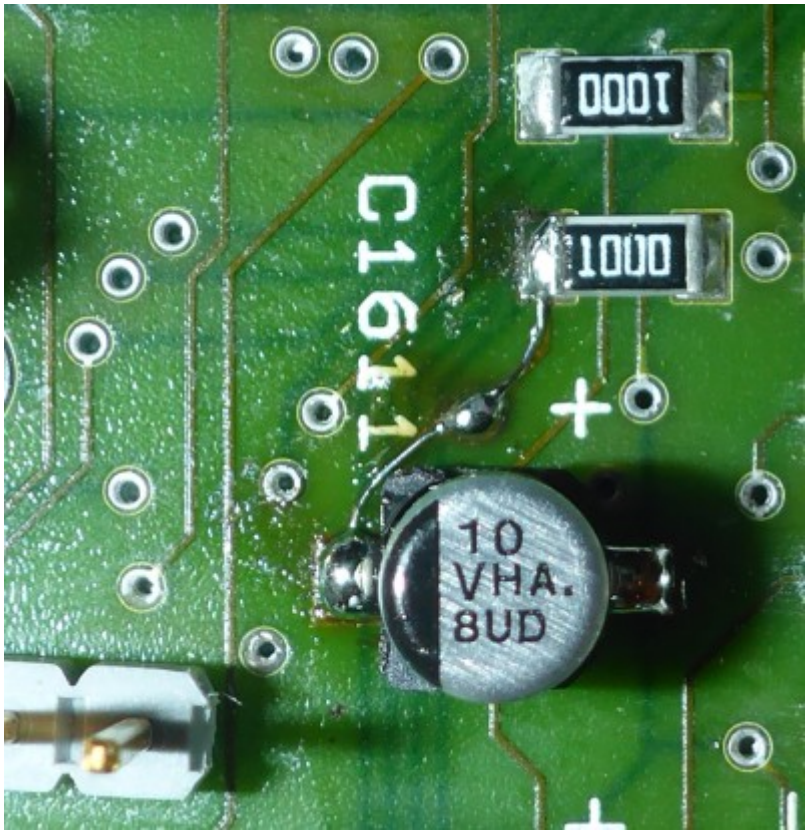
Hier ein nicht mehr verbundenes Via in der Umgebung von U1651, halb von einem Widerstand verdeckt.



Fehler 3

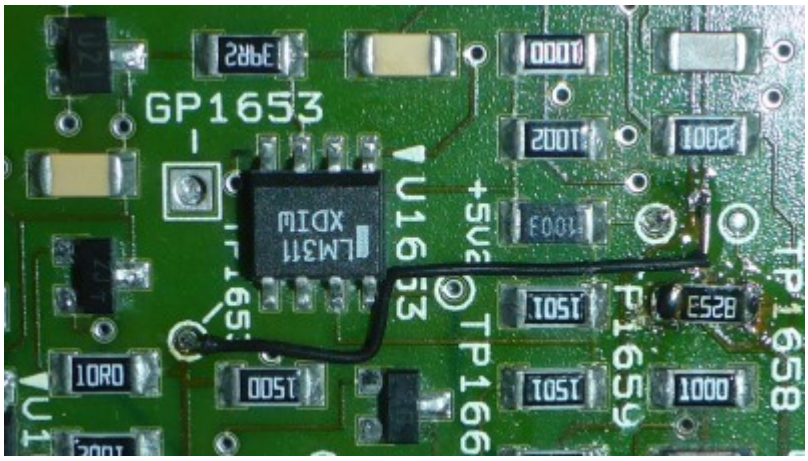
Noch ein kaputtes Via, diesmal zur Stromzufuhr von U1602 (negative 15V-Rail). Größenvergleich: Der zur Reparatur gezogene Leiter ist ein Einzeldraht aus Elektroniklitze.





Fehler 4

Der letzte Fehler war (wie die Erfahrung lehrt) der am schwersten zu findende. Auch hier war ein Via defekt, welches vollständig unter einem Widerstand versteckt war. Erschwerend hinzu kam, dass die Leiterbahn von dort aus unter einem Schaltkreis ohne von außen erreichbare Pins verschwindet, es ist eine der Steuerleitungen für den Time Interpolator. Da das Via komplett defekt war (von oben kein Kupfer mehr vorhanden), musste ein Draht gezogen werden, statt das Via einfach wieder an die Leiterbahn anzuschließen. Zum Glück war das Ziel auf einem Testpunkt in der Nähe verfügbar, sodass die Reparatur einfach war. Auf der rechten Seite ist der Draht direkt auf der von Lötstopplack befreiten Leiterbahn angelötet.



Zeitaufwand

Insgesamt war folgender Zeitaufwand für die Reparatur von Nöten:

Samstag, 5 h - Entfernung aller Kondensatoren, Leiterplattenreinigung Sonntag, 2-3 h - Elektrischer Test, Prüfen auf Fehler, Vorbereitung der Reparatur Montag, 4 h - Einbau der neuen Kondensatoren Dienstag, 4 h - Fehlersuche (Fehler 1 und 2 gefunden) Mittwoch, 4 h - Fehlersuche (Fehler 3 gefunden)

Ergebnis

Nach dem Finden aller elektrischen Fehler blieb nur noch ein „Calibration Init“-Fehler zurück, der durch erneute Ausführung der Signal Path Compensation (SPC) behoben werden konnte. Diese verlief nun auch erfolgreich, das Scope funktioniert wieder tadellos.



Donnerstag, 3 h - Fehlersuche (Fehler 4 gefunden)

Insgesamt ließ sich für 350€ und mit Aufwand von etwa 22 Stunden ein Scope mit 500 MHz Bandbreite und 2GS/s an 4 Kanälen wieder herrichten. So eine Aktion lohnt sich natürlich nicht kommerziell, wer aber für wenig Geld ein tolles Oszi haben möchte und bei der Reparatur noch eine Menge über Speicheroszilloskope lernen will, für den ist ein Tektronix-Scope eine gute Investition.

Disclaimer: Man liest im Internet auch von Leuten, die Scopes hatten, die nicht wieder zu beleben waren. Ein defektes Gerät ist immer eine Risiko-Anschaffung. Prinzipiell kann man (gerade durch die vorhandene Dokumentation) fast jeden Fehler finden, es kann aber durchaus passieren, dass sich die Leiterplatte in einem Zustand befindet, in der sie als nicht mehr reparabel eingestuft werden kann. Auch Defekte in Spezialschaltkreise können auftreten, dann steht man meist da und kauft noch ein zweites Scope, als Ersatzteilspender.

Auflistung der nötigen Elkos

Front Panel PCB:

- 6 x 33 uF

RS-232 / Centronix Interface PCB:

- 1 x 33 uF (der in der Ecke allein sitzende Elko)
- 4 x 10 uF

CPU PCB:

- 18 x 33 uF
- 1 x 10 uF (bei U2119)

Acquisition PCB:

- 32 x 33 uF (Cs 501, 502, 536, 580, 751, 836, 838, 843, 847, 871, 930, 932, 1005, 1109, 1110, 1016, 1047, 1052, 1409, 1410, 1411, 1412, 1532, 1583, 1584, 1603, 1631, 1649, 1681, 1693, 1715, ???)
- 20 x 10 uF (Cs 500, 504, 505, 590, 901, 908, 970, 972, 1208, 1401, 1501, 1507, 1512, 1611, 1641, 1646, 1648, 1691, 1696, 1697)

Gesamt:

- 57 x 33 uF
- 25 x 10 uF

Links

[1] http://w140.com/tekwiki/wiki/TDS644

From:
https://www.loetlabor-jena.de/ - **Lötlabor Jena**

Permanent link:
https://www.loetlabor-jena.de/doku.php?id=projekte:tds644a:start&rev=1508450514

Last update: **2017/10/19 22:01**