

Tektronix 1240 Logic Analyzer

Ein Reparaturbericht.

Mai 2022



Bernd Längerich, 13.06.2022 v146

Inhaltsverzeichnis

Tektronix 1240 Logic Analyzer.....	1
Einleitung.....	4
Umfang der Schenkung.....	4
Erste Sichtung und Prüfung.....	4
Allgemeine Anmerkungen zur Arbeitsweise.....	5
Demontage und Reinigung.....	5
Auffälligkeiten.....	6
Genereller Aufbau.....	7
Fotos.....	7
Systematische Fehlersuche.....	11
Netzteil.....	12
Netzteilmessungen.....	14
Scopebilder der AC-Ripple-Messungen.....	14
A06 CRT Driver Board.....	17
Testaufbau MC1391P.....	19
MC1391P auslöten und Kontrolle.....	20
Mögliche weitere Defekte und ihre Auswirkungen.....	21
RAM PACK 12RS02.....	23
Pods P6460.....	24
Prozessorboard A09.....	26
Zusammenfassung.....	26
Danksagung und Haftungsbeschränkung.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unsynchronisiertes Bildschirmbild.....	5
Abbildung 2: Angeschmutzte Tastatur mit klebrigen Tasten.....	6
Abbildung 3: Eingedellte Ecke.....	7
Abbildung 4: Prozessor Board A09.....	8
Abbildung 5: I/O Processor Board A10.....	8
Abbildung 6: Display Board A11.....	9
Abbildung 7: 16ch Acquisition Board A16.....	9
Abbildung 8: 8ch Acquisition Board A15.....	10
Abbildung 9: Trigger Board A14.....	10
Abbildung 10: Power Supply A07.....	11
Abbildung 11: Temporär stabiles Bild, sogar der Tektronix-Schriftzug ist schief.....	11
Abbildung 12: Spannungsanzeige im Netzteil.....	12
Abbildung 13: Ausbeute offensichtlich defekter Bauteile im Netzteil.....	13
Abbildung 14: Ersatz durch Kemet MKP Y2.....	13
Abbildung 15: Glimmlampe zur Anzeige der Spannung.....	14
Abbildung 16: +13V 100mV/DIV.....	15
Abbildung 17: +12V 100mV/DIV.....	15
Abbildung 18: +5V 100mV/DIV.....	15
Abbildung 19: +3V 100mV/DIV.....	16
Abbildung 20: -5V 100mV/DIV.....	16
Abbildung 21: -12V 100mV/DIV.....	16
Abbildung 22: Schaltplanauszug der Horizontalablenkung.....	17
Abbildung 23: Messung Pin 7 Oszillator.....	18
Abbildung 24: Messung Pin 4 Sägezahneingang.....	18
Abbildung 25: Testaufbau Horizontal-PLL LM1391.....	19
Abbildung 26: Ausgangssignal LM1391 Testaufbau.....	19
Abbildung 27: Die Anodenkappe klebte an der Röhre.....	20
Abbildung 28: Fassung für den Ablenk-IC.....	21
Abbildung 29: Kondensator C521 (schwarz, rechts) mit Pluspol an Masse.....	22
Abbildung 30: 12RS02 64K RAMPAK mit 3440-Zelle.....	23
Abbildung 31: Abgebrochenes Beinchen.....	23
Abbildung 32: Zellenersatz im Speichermodul.....	24
Abbildung 33: Schmorstelle im Deckel.....	24
Abbildung 34: Veraschter Widerstand.....	25
Abbildung 35: Schaltplan der Pods.....	25
Abbildung 36: Ersatz der Stützzelle durch eine CR2032 im Halter.....	26

Einleitung

Ein Bekannter, Sebastian S., bot das Gerät als defekt an. Der beschriebene Fehler war "Kein lesbares Bild, Synchronisationsprobleme". Pods und Manual sollten dabei sein. Ich sagte zu.

Das Titelbild zeigt das Gerät wie es auf TekWiki gezeigt wird.

Über weitere Bekannte ließ ich es abholen und zwischenlagern, da mir der Weg für eine kurzfristige Abholung zu weit war (etwa 500km einfache Strecke).

Das Gerät besass noch den Kunststoffdeckel und das Zubehör war in einer Tasche dabei.

Seriennummer ist B091884.

Umfang der Schenkung

Bereits bei der Abholung bemerkte ich zu meiner Freude, daß der Kunststoffdeckel vorhanden und in Ordnung war, ein Teil welches sehr oft bei älteren Geräten entweder verloren geht oder stark beschädigt ist. In der Tasche entdeckte ich dann etliches Zubehör:

Anzahl	Tek-Nummer	Artikel
1		1230 LA Anleitung (Kopie)
1	070-4340-00	1240 LA Operator Manual
1	070-4641-00	1240 LA Kurzbedienungsanleitung
1	070-4641-00	1240 LA Reference Guide
2	070-4641-01	1240/1241 LA Reference Guide
2	P6460	Data Acquisition Probe
3	012-0747-00	Standard 10 Wire Probe Connector
1	103-0209-00	GPIB Adapter
1	012-0556-00	Diagnostic Test Lead
16		Alligator Clip
6		Ground Clip
15		Mini Clip
1	12RS02	64K RAM PACK

Erste Sichtung und Prüfung

Mutig am RCD (10mA) angeschlossen zeigte sich der Fehler der fehlenden Horizontalsynchronisation auch sogleich. Zusätzlich wurde nach kurzer Zeit der RCD ausgelöst, was auf Isolationsprobleme schliessen lässt.

Nach dem Bootvorgang blieben alle LEDs in der Tastenleiste links eingeschaltet, Drehen am Drehknopf ergab Piepser, offenbar tut sich Eingabeseitig etwas. Das änderte sich als ich das seitlich eingesteckte RAM PACK entfernte, nun war immer nur eine Taste beleuchtet und man konnte über die Tasten auch umschalten. Bild war weiterhin unsynchronisiert.



Abbildung 1: Unsynchronisiertes Bildschirmbild

Allgemeine Anmerkungen zur Arbeitsweise

Jeder hat seine eigene Arbeitsweise und hier kann ich nur für mich sprechen. Ich kann im allgemeinen Dinge, die ich auseinandergenommen habe, auch wieder zusammensetzen. Bei Sachen die für mich neu sind oder bei Arbeiten die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken, mache ich mir Fotos um die Schritte zu dokumentieren. Ein Bild kann so auch nachträglich dazu dienen festzustellen, wo denn das abgerissene Drähtchen eigentlich hingehört.

Sauberkeit ist auch ein Thema. Ich reinige im allgemeinen alle Geräte gründlich bevor ich mich an Reparaturen mache. So bekomme ich nur einmal schmutzige Finger und ich kann auf Fotos auch mehr erkennen als nur eine dicke Staubschicht.

Demontage und Reinigung

Äußerlich war der LA angeschmutzt, sodaß eine gründliche Reinigung nötig war. So ein Gerät hat eine ordentliche Wärmeabgabe und der Lüfter fördert üblicherweise kräftig Staub ins Gerät. Also wurde das Gerät zunächst demontiert, um eine Reinigung durchführen zu können. Das Servicemanual beschreibt ausführlich welche Schrauben wo abzuschrauben sind um an die Komponenten zu kommen. Das ist hilfreich, denn sonst schraubt man ggf. falsche Dinge auseinander. Im Falle des 1240 betrifft dies die Frontbaugruppe. Wenn man "mutig" die Schrauben am Metall rundherum abschraubt, hat man alsbald den Rahmen mit der Bildröhre in der Hand. Richtig ist, zunächst nur das Kunststoffteil abzuschrauben, gehalten mit den Schrauben der Tastatur

und mit Rastnasen an der anderen Seite.

1. Die Kunststoffteile und die Metallteile des Gehäuses werden gewaschen.
2. Die Platinen werden mit einem Staubpinsel bearbeitet und mit Druckluft abgepusht.
3. Der Lüfter wurde ausgebaut und mit Putztuch und Druckluft gesäubert.
4. Der Kartenkäfig wurde ausgeblasen.
5. Bildröhrenansteuerung und Netzteil wurden zunächst nur ausgeblasen.
6. Die Tasten waren schwergängig und kamen nur zäh wieder zurück, sodaß ich die Tastatur ausgebaut habe, den Drehencoder abgebaut und die Tastatur gewaschen und im Ultraschallbad gereinigt habe. Danach liefen alle Tasten leicht und mit Druckpunkt.

Nach der Reinigung werden alle Teile sorgfältig getrocknet. Viele Bilder im Bericht sind vor der Reinigung entstanden, es ist also Staub zu sehen.



Abbildung 2: Angeschmutzte Tastatur mit klebrigen Tasten

Auffälligkeiten

Das Gerät wurde augenscheinlich fallengelassen oder zumindest recht hart abgestellt, eine hintere Ecke ist eingedrückt. Sowohl der Mantel als auch das Lüfterchassis sind beschädigt. Diese Eindellungen konnten mittels Kunststoffhammer gemindert werden.



Abbildung 3: Eingedellte Ecke

Das Netzteil hat eine Kippschaltung mit Glimmlampe und RC-Glied, welches hohe Spannung am Zwischenkreiskondensator anzeigen soll. Die Glimmlampe leuchtete nicht.

Das Auslösen des RCD (10mA) zeigt mangelnde Isolation an. Da der Fehler intermittierend auftritt sind auch Überschläge denkbar. Hier sind meist die Y-Kondensatoren auffällig, da der Kunststoffverguß nach langer Zeit rissig wird.

Ein eingestecktes RAM PACK lässt das Gerät nicht ins Hauptmenü booten. Ursache ist eine Lithium-Jodid-Batterie im Speichermodul, die fast leer ist. Eine gleichartige Batterie ist auf der Prozessorkarte, die ebenfalls (fast) leer sein dürfte. Ersatz durch einen CR2032-Halter ist möglich, Bauteile müssen bestellt werden.

Genereller Aufbau

Der Logic Analyzer besteht aus einem Grundgerät mit Netzteil A07, CRT-Ansteuerung A06, Bildröhre mit Soft Keys A01..A04, Tastatur A05 und einem Kartenkäfig mit Lüfter.

Im Kartenkäfig sind in meinem Gerät folgende Karten enthalten:

1. Prozessor Board A09
2. I/O Processor Board A10
3. Display Board A11
4. frei
5. 16 channel Acquisition Board A16
6. 16 channel Acquisition Board A16
7. 8 channel Acquisition Board A15
8. Trigger Board A14

Fotos

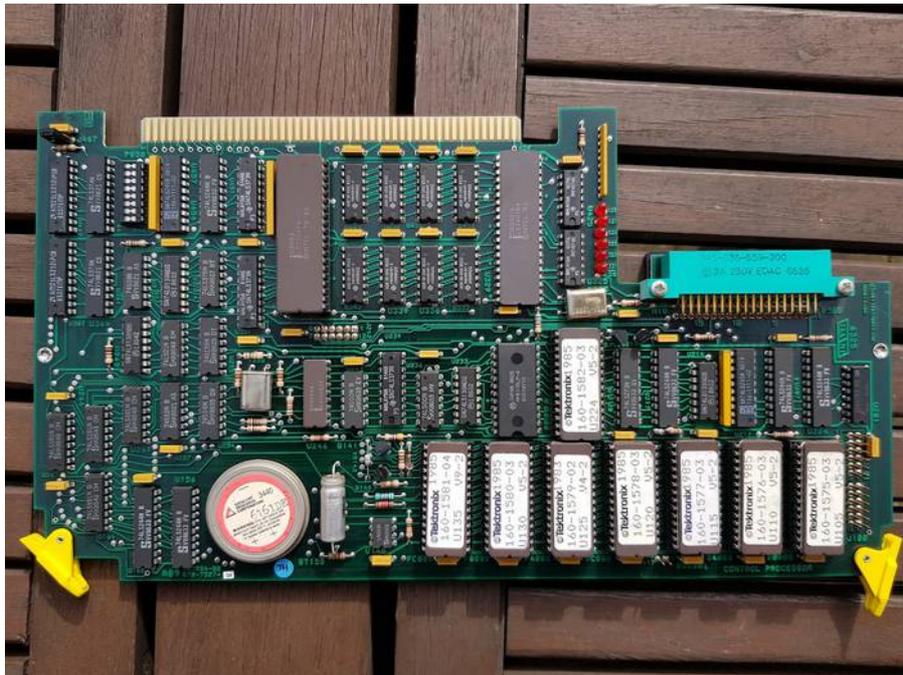


Abbildung 4: Prozessor Board A09



Abbildung 5: I/O Processor Board A10

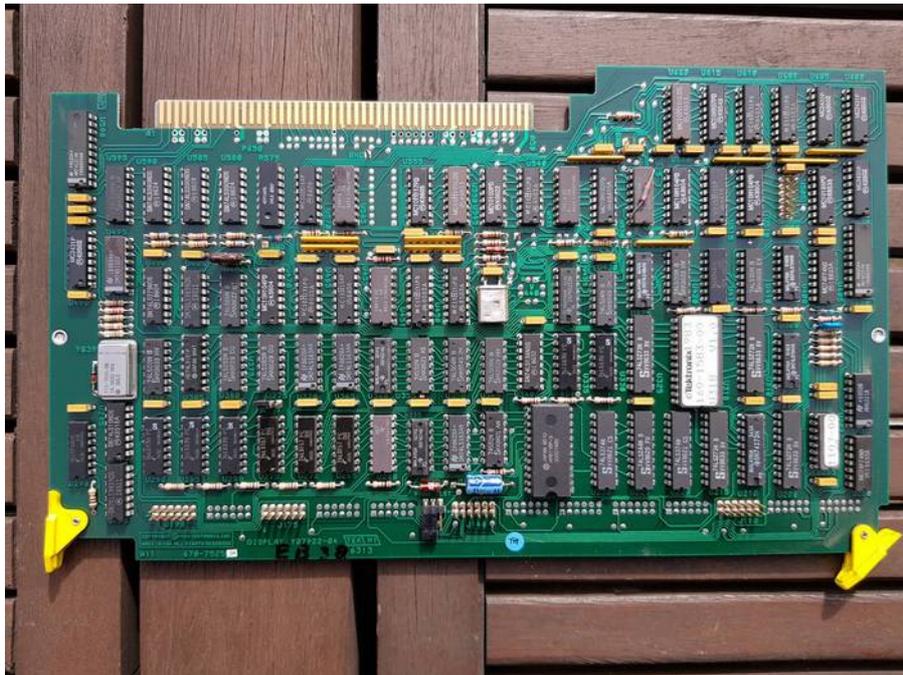


Abbildung 6: Display Board A11

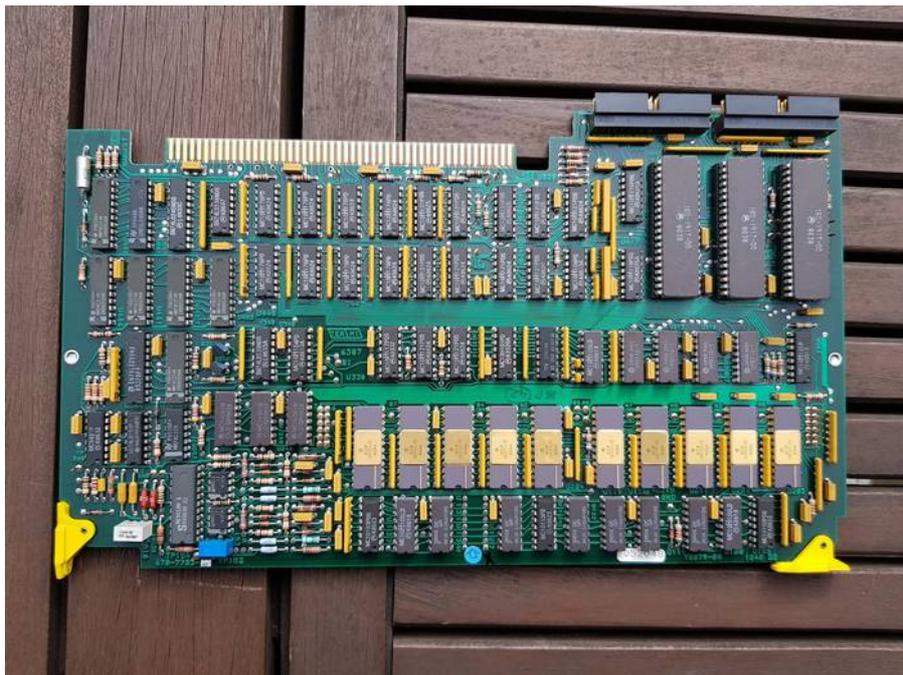


Abbildung 7: 16ch Acquisition Board A16



Abbildung 8: 8ch Acquisition Board A15

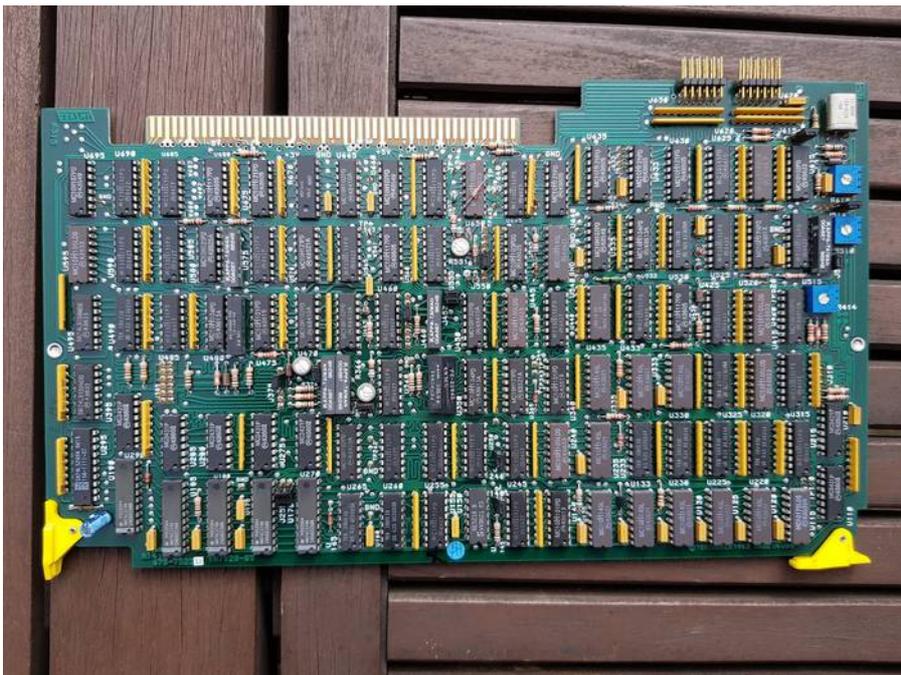


Abbildung 9: Trigger Board A14

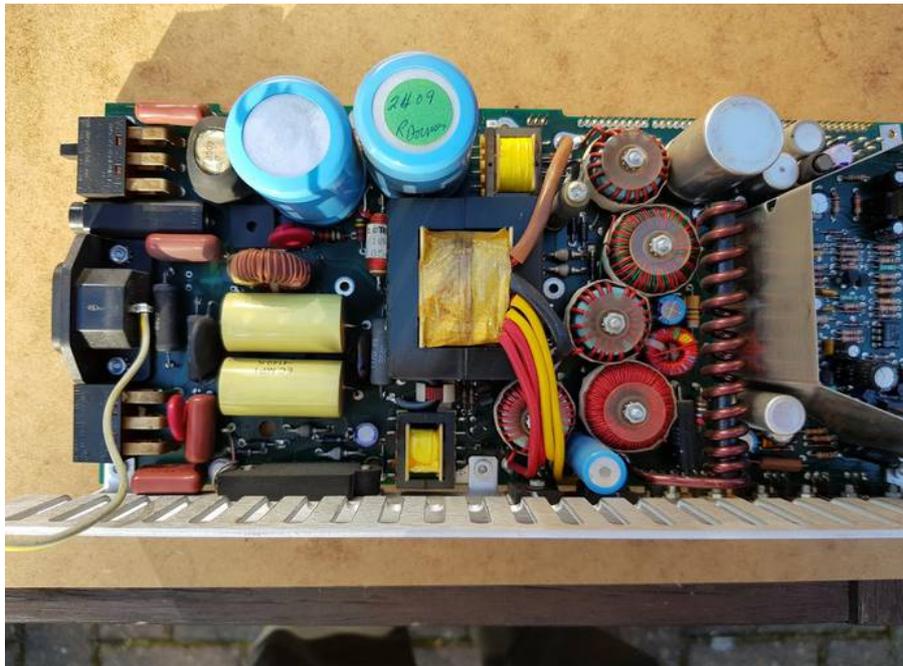


Abbildung 10: Power Supply A07

Systematische Fehlersuche

Zunächst wurde versucht durch Einstellung der horizontalen Synchronisation das Bild zu stabilisieren. Dies geschieht auch, aber die Einstellung ist extrem feinfühlig, der Fangbereich minimalst und das resultierende Bild zittert. Weiterhin ist die Einstellung temperaturabhängig, so ist nach kurzer Abkühlphase bereits wieder keine Synchronisation zu erreichen.

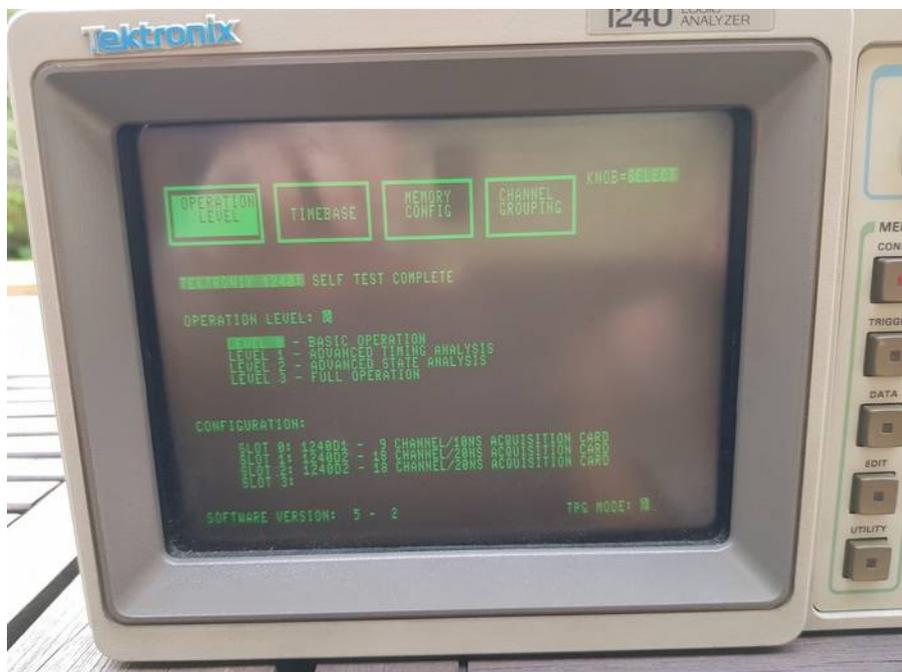


Abbildung 11: Temporär stabiles Bild, sogar der Tektronix-Schriftzug ist schief

Daher ist die Ansteuerbaugruppe A06 sowie die Displaybaugruppe A11 verdächtig. Aus dem

Schaltplan ergibt sich, daß A11 ein digitales Signal getrennt nach HSYNC, VSYNC und VIDEO bereitstellt. Weiterhin wird ein kombiniertes CSYNC bereitgestellt, welches mit VIDEO gemischt ein Kompositensignal an der Rückseite für einen externen Monitor ausgibt.

Das HSYNC-Signal sieht auf dem Scope gut aus, es ist kein größerer Jitter festzustellen. Das CVIDEO konnte ich mangels geeignetem Monitor zunächst nicht prüfen.

Die Versorgungsspannung +55V, die aus der Horizontalablenkung ausgeleitet wird, ist ohne größere Einbrüche.

Auf der CRT-Ansteuerbaugruppe A06 wird die Horizontalablenkung mittels Schaltkreis MC1391 synchronisiert. Dieses IC umfasst eine Spannungsreferenz, einen spannungsgesteuerten Oszillator zur Erzeugung des Ansteuerimpulses, einen Phasendiskriminator der den Sägezahn der Horizontalablenkung mit dem HSYNC-Signal vergleicht und daraus eine Regelabweichung bereitstellt, die am TIMING-Anschluß den Oszillator nachstimmt. Die Spannung an diesem Anschluß wird mehrfach gesiebt, um sowohl Änderungen der Referenzspannung als auch Sprünge in der Regelabweichung zu glätten. Kapazitätsverlust dieser Kondensatoren können solche Effekte hervorrufen. Auch die erzeugte +55V wird, über eine Z-Diode gemindert, zur Verstimmung des Oszillators bei Überspannung genutzt. Auch hier können Spikes auf der Spannung die Regelung negativ beeinflussen.

Insgesamt sollten vor Aufnahme größerer Arbeiten die Versorgungsspannungen kontrolliert werden, Tektronix gibt auch Werte für den zulässigen Ripple an.

Netzteil

Das Netzteil ist ein Schaltnetzteil, primär getaktet. Die Netzspannung wird gleichgerichtet, im Falle von 230V-Betrieb direkt, im Falle von 115V-Betrieb als Spannungsverdoppelung. Der Zwischenkreiselko ist demnach als zwei seriell geschaltete Kondensatoren 1000 μ F ausgeführt. An diesen Kondensatoren liegt über 10M eine Glimmlampe, die mit 100nF zusammen eine Kippstufe bildet. Spannungen am Zwischenkreis werden demnach als Dauerleuchten oder Blinken angezeigt.

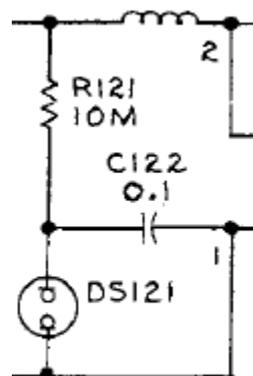


Abbildung 12:
Spannungsanzeige
im Netzteil

Das Netzteil lässt sich mittels etlicher Schrauben als Baugruppe aus dem Gerät entfernen, dabei ist zu beachten die Mu-Metallabschirmung der Bildröhre nicht zu biegen. Ausserdem ist die Steckverbindung des Einschaltkontaktes an unzugänglicher Stelle zu entfernen.

Die Glimmlampe war schwarz, der Widerstand hatte deutlich über 10M, sodaß beide gewechselt wurden.

Der negative Pol des Zwischenkreises ist über 2 Y-Kondensatoren mit Gerätemasse und damit dem

Schutzleiter verbunden. Beide Y-Kondensatoren (10nF, RM15) waren rissig und die berüchtigten Rifa-Stinkbomben. Zunächst habe ich sie entfernt, Ersatz mußte bestellt werden. Die anderen Kondensatoren sehen gut aus, die Elkos haben gemessen gute Kapazität und sind ESR-technisch einwandfrei.

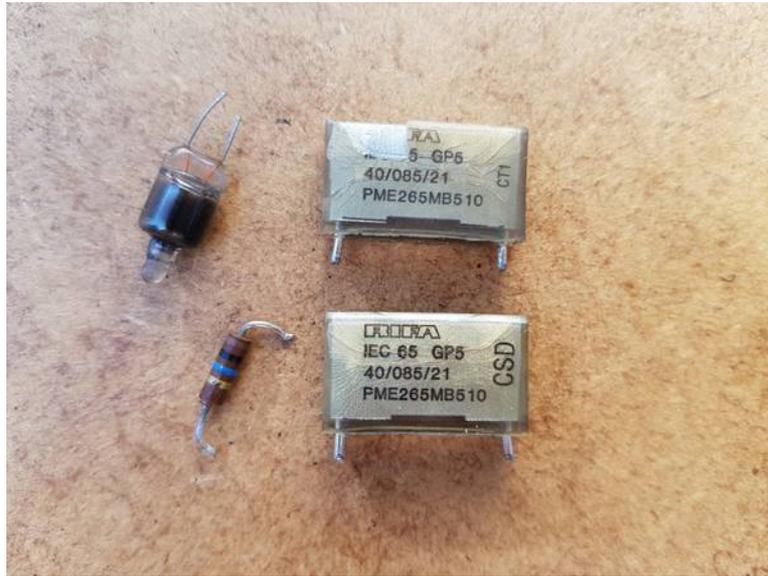


Abbildung 13: Ausbeute offensichtlich defekter Bauteile im Netzteil

Nach Ersatz der rissigen Rifas gegen Kemet MKP Y2 wurde das Netzteil wieder eingebaut. Es arbeitet einwandfrei, an der horz. Synchronisation hat sich natürlich nichts getan. Aber auch nach längerer Betriebszeit zeigt sich der RCD unbeeindruckt, die Leckströme sind daher beseitigt.

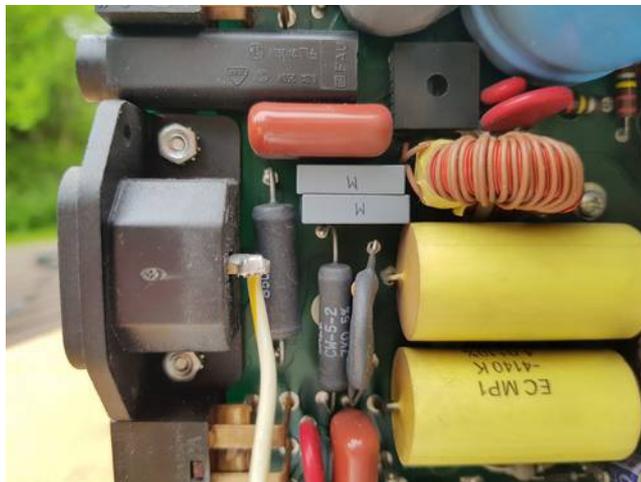


Abbildung 14: Ersatz durch Kemet MKP Y2

Die Glimmlampe zeigt jetzt einwandfrei anstehende Spannung am Zwischenkreis durch reges Blinken an. Es war gar nicht so einfach mit dem Smartphone das Leuchten ins Bild zu bekommen:



Abbildung 15: Glimmlampe zur Anzeige der Spannung

Netzteilmessungen

Das Servicemanual beschreibt sehr genau, welche Spannungen mit welchen Toleranzen und wieviel Ripple sie aufweisen dürfen. Die Meßpunkte sind am Kartenkäfig herausgeführt.

Um Probleme mit der Spannungsversorgung auszuschließen habe ich alle Spannungen per DVM und Scope kontrolliert.

Spannung	Meßpunkt	Sollwert	Istwert
+13V	A8J658-1	+12,1..+12,9V 0,5Vp-p max.	12,26V 200mVp-p
+12V	A8J658-2	+11,4..+12,6V 1Vp-p max.	12,00V 10mVp-p
+5V	A8J658-3	+4,85..+5,15V 100mVp-p max.	4,94V 10mVp-p
+3V	A8J658-4	-1,9V..-2,1V (ref +5V) 100mVp-p max.	2,94V (-2,00V ref +5V) 10mVp-p
-5V	A8J658-5	-4,75..-5,25V 200mVp-p max.	-4,92V <10mVp-p
-12V	A8J658-6	-11,4..-12,6V 1Vp-p max.	-12,16V <10mVp-p

Scopebilder der AC-Ripple-Messungen

Laut Servicemanual mit den folgenden Einstellungen gemessen:
100mV/Div, 5ms/Div, AC, 20MHz Bandbreitenbegrenzung

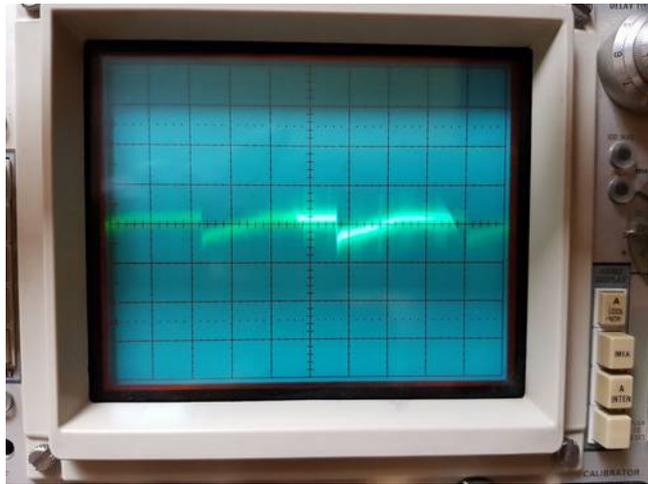


Abbildung 16: +13V 100mV/DIV

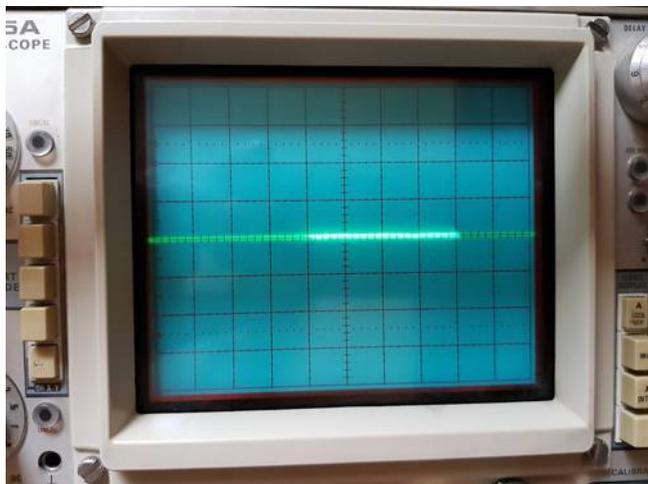


Abbildung 17: +12V 100mV/DIV

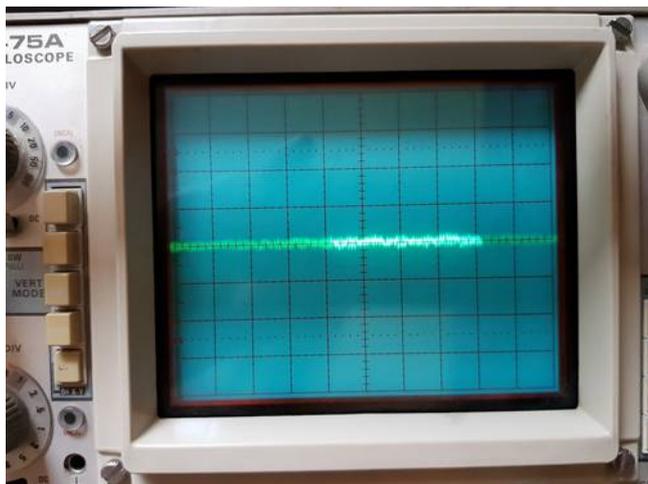


Abbildung 18: +5V 100mV/DIV

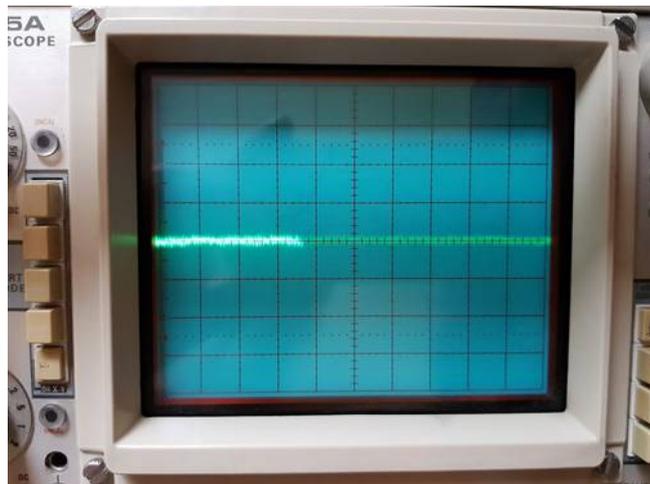


Abbildung 19: +3V 100mV/DIV

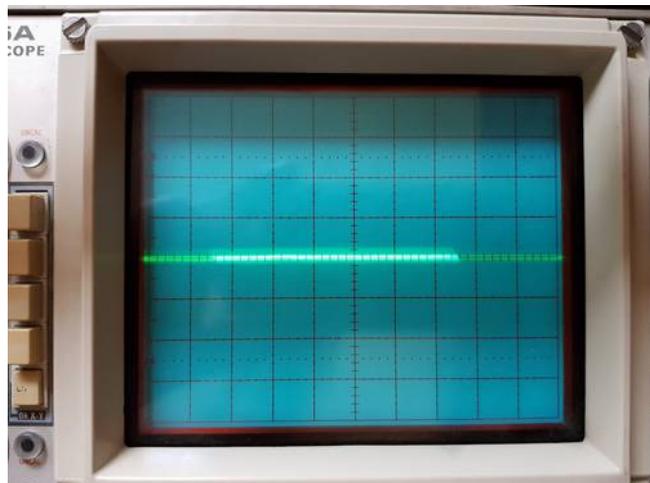


Abbildung 20: -5V 100mV/DIV

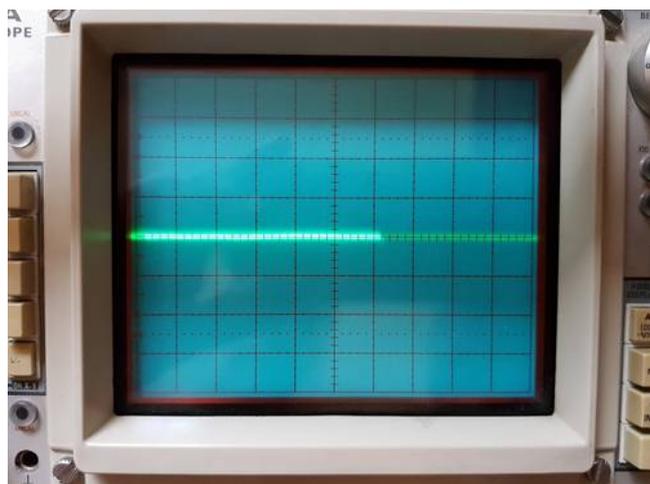


Abbildung 21: -12V 100mV/DIV

A06 CRT Driver Board

Das Board trägt außer der Ansteuerung der Bildröhre noch weitere Funktionen: Anschluß des Erweiterungsmoduls, Externe Triggeranschlüsse und Erzeugung des Composit-Videosignales für den externen Anschluß. Um eine Fehlfunktion der Baugruppe A11 Display Board auszuschließen oder zu bestätigen wurde zunächst das Compositvideosignal untersucht. Auf dem Scope war nichts auffälliges zu beobachten, insbesondere kein Jitter, und ein angeschlossener TV-Monitor zeigte ein einwandfreies Bild, wenn auch leicht verschoben, was ich auf die falsche "Fernsehnorm" zurückführe. Daher konnte ich davon ausgehen daß der Fehler auf der Baugruppe A06 zu suchen ist.

Die Horizontalablenkung zeigte die folgenden Fehler:

- Kein Bildfang, keine Synchronisation
- Einstellung der horizontalen Synchronisation ist möglich, aber der Oszillator läuft frei, das Bild bleibt also nicht stabil

Die Horizontalablenkung arbeitet mit einem Motorola MC1391P im DIP8-Gehäuse. Dieser Baustein enthält einen Shuntregler zur Spannungsversorgung, einen spannungsgesteuerten Oszillator mit variabler Frequenz und Tastverhältnis, einen Phasenvergleichler und einen Ausgangstreiber in Open-Collector-Ausführung.

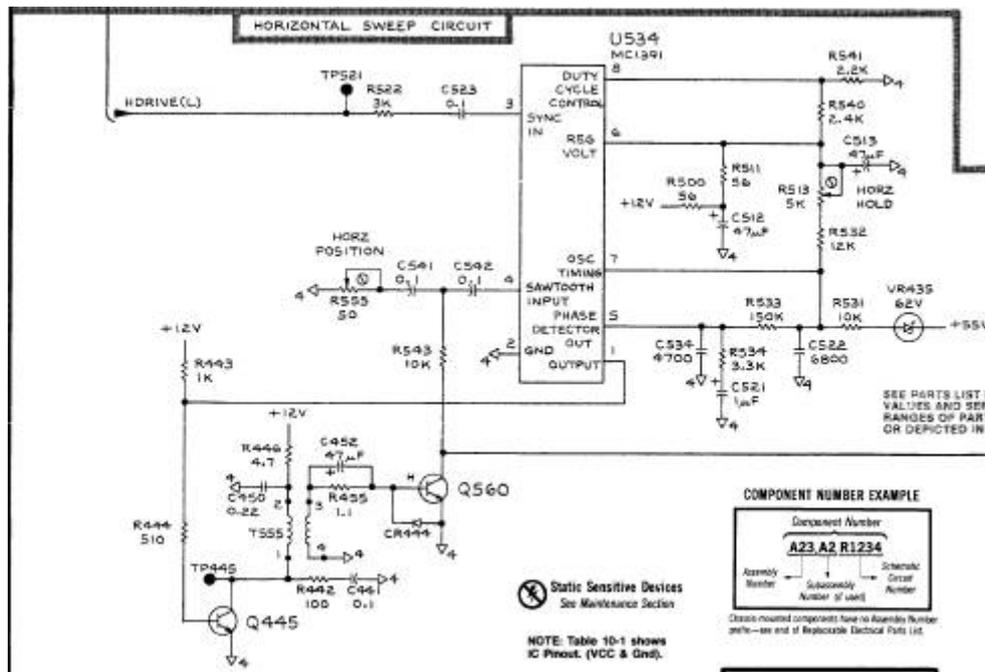


Abbildung 22: Schaltplanauszug der Horizontalablenkung

Die geregelte Spannung wird zur Steuerung des Tastverhältnisses und der Frequenz des Oszillators genutzt, Störungen an dieser Stelle können also das Ausgangssignal verfälschen. Der Oszillator arbeitet mit einem externen RC-Glied ähnlich wie der bekannte Timerbaustein NE555.

Der Einsteller für die Horizontalsynchronisation verändert den Widerstand des RC-Gliedes und damit die Ausgangsfrequenz. Aus der Fehlerbeobachtung lässt sich bereits einiges herausarbeiten:

Der Oszillator funktioniert, da sich die korrekte Frequenz problemlos einstellen lässt, sind hier auch keine Bauteildefekte zu erwarten. R513-R532 und C522 bilden den RC-Kreis der die Ablenkfrequenz bestimmt.

Messungen an Pin 6 des Shutregler zeigen keine Auffälligkeiten, die Spannung ist mit 9V stabilisiert und geseibt, es sind keine Auffälligkeiten in Hinblick auf Ripple zu erkennen.

Das Servicemanual zeigt verschiedene Oszilloskopbilder zum Vergleich.

Pin 7 zeigt das Sägezahnsignal wie es zu erwarten ist. Der Unterschied zum Servicemanual ist hier, daß es nicht stabil synchron zum HDRIVE-Signal ist.

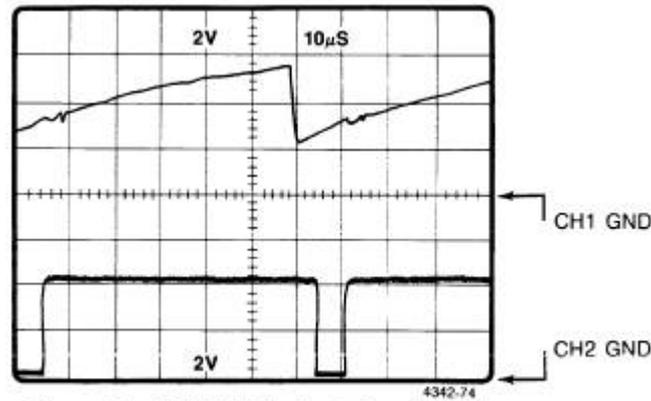


Figure 8-5. A06U534-7 horizontal oscillator;
A06TP521 HDRIVE(L).

Abbildung 23: Messung Pin 7 Oszillator

Pin 3 erhält das HDRIVE-Signal, auch hier zeigt das Scopebild das zu erwartende Signal. Es ist weitgehend identisch zum Meßpunkt A06TP521.

Pin 4 erhält das Ablenssignal, es wird in der Schaltung direkt vom Ablenssignal des Ausgangstransistors abgeleitet. Es ist identisch zum Servicemanual, nur unsynchron.

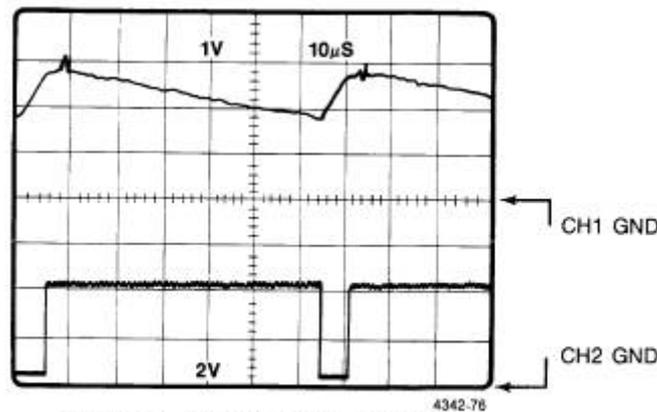


Figure 8-7. A06U534-4 sawtooth input;
A06TP521 HDRIVE(L).

Abbildung 24: Messung Pin 4 Sägezahneingang

An Pin 5 erscheint das Ausgangssignal des Phasenkomparators. Es sollte eine veränderliche Gleichspannung sein, der die Schwelle an Pin 7 beeinflusst und damit die Frequenz des Oszillators. Die Messung zeigt eine Gleichspannung, Änderungen sind keine zu erkennen. Das Ausgangssignal wird über C534 und R534-C521 tiefpassgefiltert und über R533 als Steuersignal an Pin 7 eingespeist. Über VR435 und R531 kann eine Notabschaltung bei zu hoher Ausgangsspannung des Ablenktrafos erfolgen.

Aus den vorangegangenen Messungen und Beobachtungen liegt der Schluß nahe, daß der Baustein MC1391P defekt ist. Der Phasenkomparator scheint nicht zu arbeiten. Alternativ könnten doch noch

andere Bauteildefekte für den Fehler verantwortlich sein. Da aber für eine weitergehende Reparatur die Baugruppe ausgebaut werden muß inkl. Entladung der Anodenspannung, werde ich zunächst Ersatzteile bestellen. Statt MC1391P von Motorola kann auch LM1391N von National eingesetzt werden.

Um das ganze besser labormässig zu untersuchen, wird der entsprechende Schaltungsteil separat aufgebaut.

Testaufbau MC1391P

Den Schaltungsteil der Horizontalablenkung habe ich mit Ausnahme der Ablenttransistoren etc. auf einer Lochrasterplatte nachgebaut. Sägezahn Eingang und HDRIVE habe ich auf Anschlüsse gelegt, die Phasenlage (Horizontalposition) weggelassen. Den Rest nach Tektronix-Schaltplan.

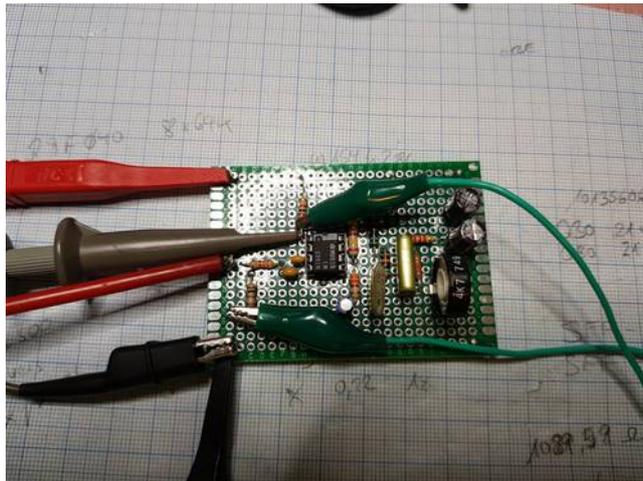


Abbildung 25: Testaufbau Horizontal-PLL LM1391

Freilaufend arbeitet der LM1391 einwandfrei und liefert je nach Stellung des Trimmers etwa zwischen 13 und 21kHz. Mit der grünen Krokoklemme habe ich dann das Ausgangssignal wieder auf den Sägezahn Eingang gegeben und am HDRIVE-Eingang einen Funktionsgenerator angeschlossen.

Houston: Wir haben Synchronisation!

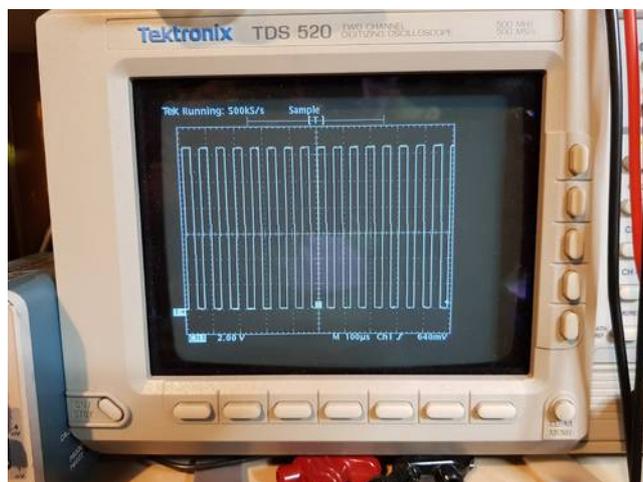


Abbildung 26: Ausgangssignal LM1391 Testaufbau

Wenn der Funktionsgenerator gewobbelt wird, zieht das Ausgangssignal des LM1391 mit. Die Ausgangsspannung des Phasenkomprators ist proportional der Frequenzabweichung zum freilaufenden Betrieb. Standbilder hier geben dies nicht adäquat wieder, ein Link zu einem Kurzvideo: <https://photos.app.goo.gl/Y8MgLcX39dFydEUG7>

Damit ist zunächst klar, daß der Testaufbau funktioniert und auch die gelieferten LM1391N korrekt arbeiten. Als nächstes muß also der MC1391P aus dem CRT driver board ausgelötet werden.

MC1391P auslöten und Kontrolle

Das CRT drive board ist fest im Gerät angeschlossen. Ein Flachbandkabel verbindet den Kartenkäfig mit der Platine. Masse der Anodenspannung wird u.A. durch die Schraubverbindung hergestellt. Die Masseverbindung des Flachbandkabels ist nur für die Versorgungsspannung gedacht. Daher muß für Arbeiten an der Platine die Bildröhre entladen werden (das Servicemanual gibt den Hinweis wie dies gefahrlos bewerkstelligt wird) damit der Anodenclips entfernt werden kann. Die Anodenkappe sass sehr fest am Röhrenkolben und musste vorsichtig abgehoben werden. Danach kann die Platine aus dem Rahmen entfernt und das Flachbandkabel von den Steckerstiften auf der Platine abgesteckt werden.

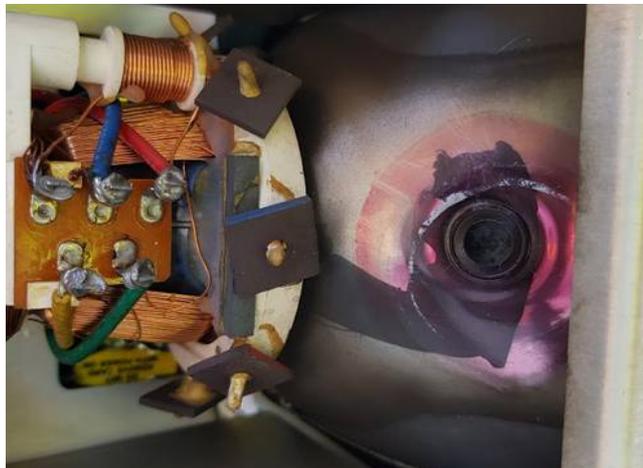


Abbildung 27: Die Anodenkappe klebte an der Röhre

Nach Säuberung der Platine ging es dem MC1391P an die Beine. Mit der Entlötstation war der Käfer schnell ausgelötet. An seine Stelle wurde eine Fassung eingesetzt in der der neue LM1391 Platz nahm.

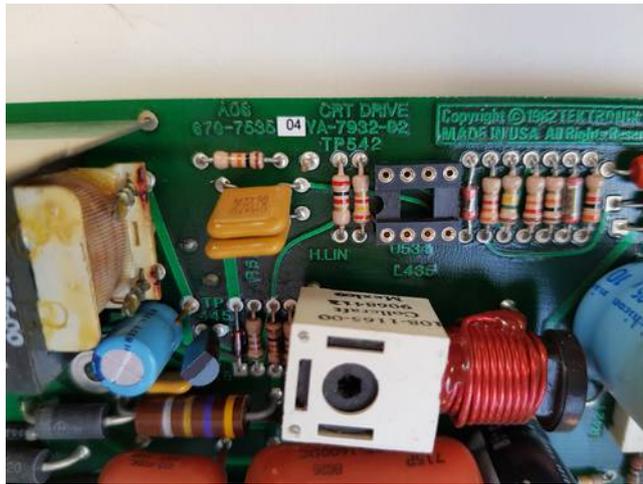


Abbildung 28: Fassung für den Ablenk-IC

Kontrolle des ausgelöteten MC1391P ergab zunächst korrekte Funktion im Testaufbau, allerdings war der Fangbereich kleiner und die Pegelabhängigkeit größer als beim neuen LM1391. Insgesamt zeigte der Motorola-Baustein eine etwas schlechtere Performance.

Alle Bauteile in der Umgebung des Bausteines U534 wurden untersucht und für unuffällig befunden, alle Werte waren im Rahmen der Toleranz .

Das wieder eingesetzte Board A06 funktionierte allerdings auch mit dem neuen LM1391 nicht besser, sodaß der Fehler noch an anderer Stelle liegen muß. Gegenüber Abbildung 24 liegt der DC-Pegel etwas niedriger. Allerdings wird dieser DC-Pegel eigentlich durch nichts als den Schaltkreis selber bestimmt, sodaß hier (hoffentlich) nicht weitergesucht werden muß. Das Ablenksignal an TP452 zeigt deutliche Unterschwingung unter Massepotential. Hier könnte die Diode CR452 defekt sein, äußerlich sieht sie unbeschädigt aus. Warum mir das in der ersten Messung nicht aufgefallen ist bleibt mir unklar, allerdings ist die Messung anspruchsvoll, da der Zeilentrafo sehr deutlich in den Tastkopf einstreut. Insgesamt werde ich alle Bauteile in der Gegend prüfen müssen.

Mögliche weitere Defekte und ihre Auswirkungen

Da die bisherigen Untersuchungen noch keinen Erfolg beschert haben, habe ich weitere mögliche Bauteildefekte in Erwägung gezogen und ihre Auswirkungen untersucht:

1. CR452 Rücklaufimpuls geht unter Nulllinie, damit ist die Ladung C 541 über R543 und die Amplitude des Sägezahnsignales an Pin 4 evtl. zu gering. Die Ladung erfolgt über den Strom, dieser ist abhängig von der Spannung an TP452. Die Impulse gehen auf etwa 150V hoch und laden damit C541 schnell auf, die Entladung erfolgt dann langsam weil die Spannungsdifferenz zu Masse gering ist. Negative Spikes entladen jedoch den Kondensator schnell wieder.
2. R543 Siehe 1., bei hochohmigem Widerstand sinkt die Amplitude.
3. C521, C522, C534 Begrenzung der Spannung des Phasenkomparators durch Leckstrom, damit keine oder nur geringe Regeleigenschaft. Ausserdem wird durch Belastung der Ausgangsspannung auch die Schwelle des Sägezahneinganges beeinflusst.

Mir erscheinen insbesondere 1. und 3. mit den Meßwerten übereinzustimmen.

Bei 1. bin ich mir unsicher ob es nicht ein Meßartefakt ist, ich werde zur Sicherheit erneut sorgfältig versuchen das Oszillogramm zu erstellen.

Bei 3. hatte ich die Kondensatoren geprüft und für unauffällig befunden. Ich hatte die Kondensatoren im Gerät geprüft. Das Meßgerät misst mit sehr geringen Spannungen. Eine weitere Prüfung ist vermutlich nur durch Auslöten der Bauteile möglich, zumindest der Elko C521 kann dann auch gleich gewechselt werden (so ich den Wert im Sortiment habe, allerdings sind die 35V die Tektronix hier vorgesehen hat auch gut überdimensioniert). C522 ist für die korrekte Ablenkfrequenz zuständig und diese liess sich ja problemlos einstellen, also dürfte hier kein Fehler zu finden sein (der Regler für die horizontale Synchronisation verändert ja den Gleichspannungspegel an dieser Stelle).

Also habe ich erneut die Baugruppe A06 ausgebaut. Inzwischen kenne ich ohnehin fast alle Schrauben beim Namen. Danach habe ich den LM1391N entfernt und erneut den fraglichen Kondensator gemessen. Das Meßgerät (Peak Atlas ESR70) misst den Kondensator mit $1,05\mu\text{F}$ und einem ESR von 5Ω . Das ist nicht berauschen gut, aber angesichts der ohnehin in Serie vorhandenen $3,3\text{k}\Omega$ belanglos. Aber bei der Untersuchung der Stelle mache ich eine interessant Entdeckung.

Laut Schaltplan sitzt der Kondensator C521 über den Widerstand R534 an Pin 5 des LM1391N. Das andere Bein liegt an Masse. Es gibt zwar keinen Bestückungsdruck aber aus der Anordnung lässt sich erkennen, daß der Kondensator verpolt eingelötet wurde, der Pluspol ist an Masse! Das ist offenbar bereits bei der Produktion passiert, denn die Lötstelle ist unangetastet. So wurde der arme Bursche offenbar die ganze Zeit verpolt betrieben. Auf dem Bild sehr gut zu sehen, da der rote Kondensator darüber C522 ist und diese nur einen gemeinsamen Massepunkt haben.



Abbildung 29: Kondensator C521 (schwarz, rechts) mit Pluspol an Masse

Am Labornetzgerät über $3,3\text{k}\Omega$ an 5V zeigt sich, daß die Spannung kaum über 2,4V am Kondensator steigt. Der Leckstrom ist dazu zu hoch. Das Phänomen tritt auf, egal wie gepolt (er war ja längere Zeit verpolt betrieben). Also fliegt der definitiv heraus. Ersetzt habe ich ihn durch einen Tantal $1\mu\text{F}$ 35V, der am ESR70 einen ESR von $2,2\Omega$ aufweist.

Messungen an der kompletten Baugruppe mit 12V über 110Ω an Pin 6 eingespeist zeigen, daß die Spannungen an Pin 5 nun etwa 4V beträgt, an Pin 3 und 4 nun etwa 2,2V, was sich mit dem Servicemanual deckt. Damit ist ein weiterer Fehler gefunden und beseitigt.

CR452 ist statisch gemessen einwandfrei. Da auch vorher ein sauberes Bild mit Ausnahme der Horizontalsynchronisation geschrieben wurde, lasse ich die Diode im Board unbelasse es dabei.

Nach dem Zusammenbau zeigt sich nach Abgleich an Trimmer R513 erstmals ein größerer Fangbereich der Synchronisation. Auch steht das Bild ruhig ohne zu zittern. Voller Erfolg nun auch hier!

Weiterhin untersuche ich erneut das Signal an TP452 und finde diesmal nichts auffälliges. Allerdings bekomme ich durch leichtes verändern der Position des Tastkopfes erneut Unterschwingungen durch Einstrahlung vom Ablenktrafo, also Entwarnung was die Diode CR452 betrifft.

Nach Abgleich von R513 auf die Mitte des Fangbereiches schraube ich die Baugruppe wieder

komplett an.

RAM PACK 12RS02

Das 64K-Modul begrüßte mich mit der Meldung, es sei nicht initialisiert. Auch später kam diese Meldung erneut, sodaß der Datenerhalt nicht gegeben war. Öffnen zeigte, daß es mit 8 Standard 6264-Bausteinen bestückt ist und eine Lithium-Jodid-Zelle trägt.



Abbildung 30: 12RS02 64K RAMPACK mit 3440-Zelle

An den Anschlußpins gemessen waren noch 0.6V vorhanden, sodaß ich davon ausging daß die Batterie leer ist. Ersatz ist durch eine CR2032 im Halter möglich, der Abstand zweier Anschlußpins ist mit etwa 21mm fast exakt dem eines normalen Halters einer CR2032-zelle. Die geringere Kapazität sollte nicht problematisch sein, zumal sich die Zelle einfach wechseln lässt.

Nach Auslöten der Zelle zeigte sich, daß das positive Anschlußbeinchen gar keinen Kontakt mehr hatte. Die gemessene Spannung war demnach nur noch Restladung im Kondensator.

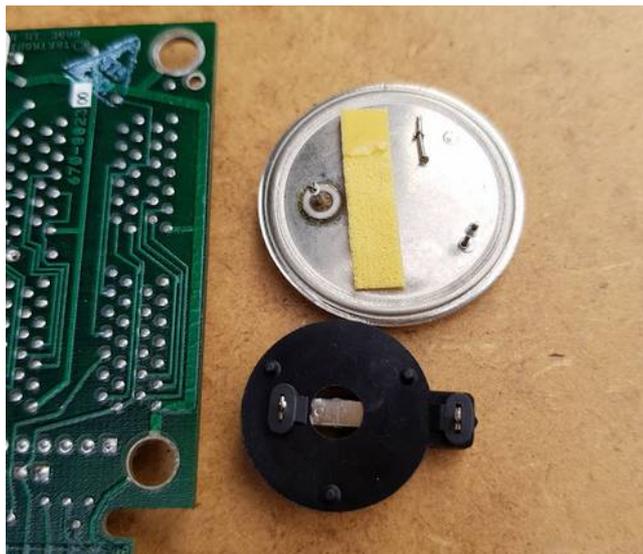


Abbildung 31: Abgebrochenes Beinchen

Tatsächlich hatte die Zelle noch etwa 1,5V, war aber bereits an der Unterseite gewölbt und hat dabei vermutlich den Kontakt verloren. Die Kontakte der neuen Zellenhalterung etwas zusammengebogen und die Abstandspins abgeknipst passt der Halter direkt an die Stelle der Originalzelle.



Abbildung 32: Zellenersatz im Speichermodul

Pods P6460

Äußerlich sehen die beiden Pods gut aus. Aus reiner Neugier habe ich die Pods aufgeschraubt. Dabei fiel mir gleich eine Schmorstelle im Deckel des einen auf.

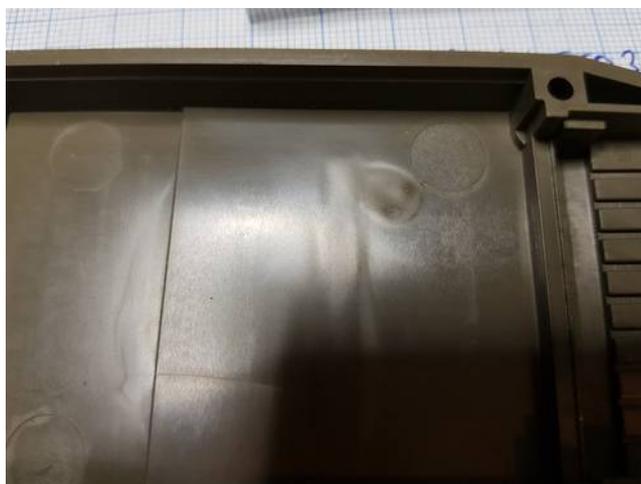


Abbildung 33: Schmorstelle im Deckel

Die Platinenbestückung zeigt auch die Rauchquelle, ein weiß veraschter Widerstand. Dieser brückt Users-GND mit Geräte-GND, im Schaltbild ist es R106.

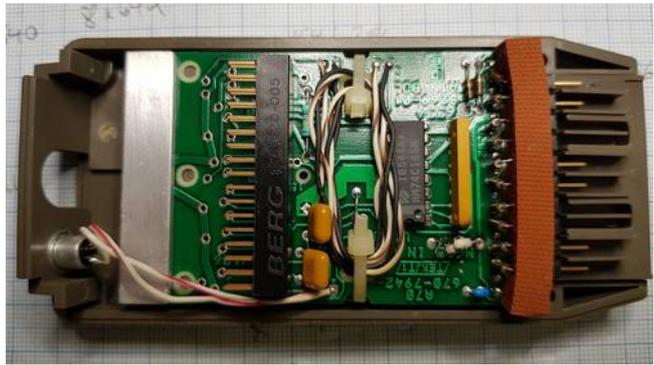


Abbildung 34: Veraschter Widerstand

Bei geerdeten Geräten fließt ggf. ein größerer Strom durch den armen Widerling R106, wenn die Masseklemme mal an die Versorgungsspannung des zu untersuchenden Gerätes geklemmt wird. Ersatz des Widerstandes durch einen neuen mit 10Ω.

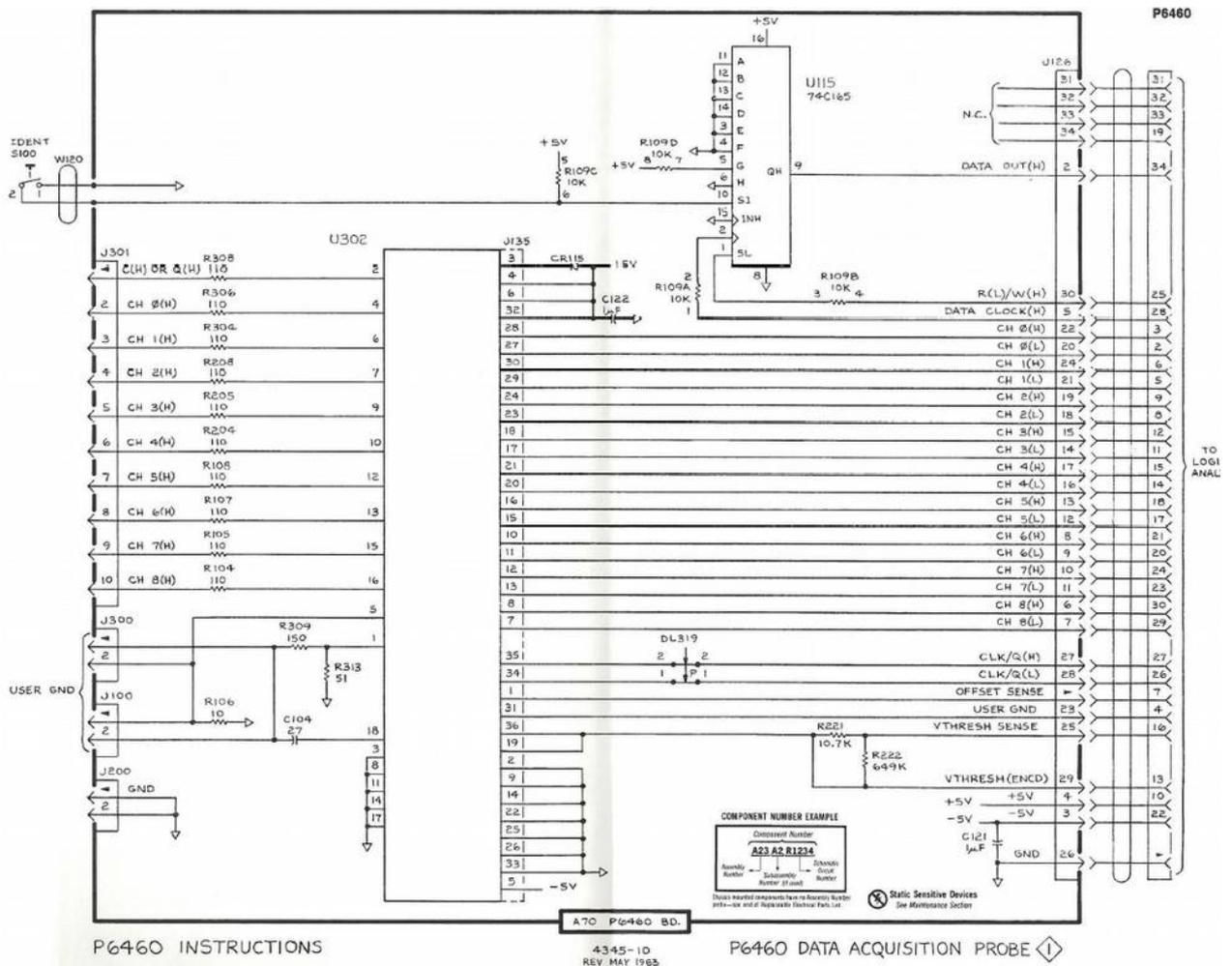


Abbildung 35: Schaltplan der Pods

Eine Messung der Eingangsimpedanz laut Servicemanual war unauffällig, auf Grund der relativ hohen Spannungstoleranz der Pods gehe ich derzeit nicht von einem Defekt aus.

Prozessorboard A09

Auch das Prozessorboard weist eine Lithium-Jodid-Zelle zum Datenerhalt auf. Die Zelle hat gemessen eine Spannung von 2,8V. Da die Zellen auch zum Auslaufen neigen, habe ich sie ebenfalls durch einen Halter für eine CR2032 ersetzt.

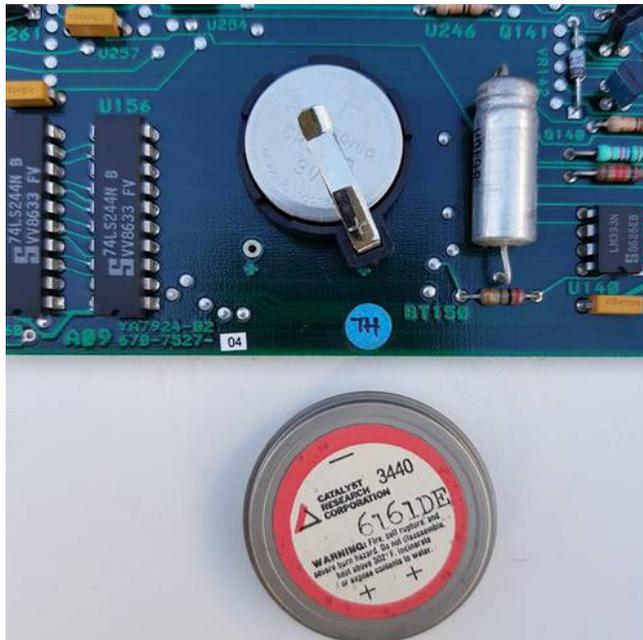


Abbildung 36: Ersatz der Stützzelle durch eine CR2032 im Halter

Die geringere Kapazität wird durch einfacherem Wechsel wettgemacht.

Zusammenfassung

Die Reparatur hielt einige Überraschungen bereit. Schien der Fall zu Beginn klar, zeigte sich, daß einfache Bauteilmessungen in die falsche Richtung weisen können, ein Kondensator der den korrekten Kapazitätswert aufweist und erst nach Beaufschlagung durch Vorspannung zu einer Art Z-Kondensator wird lässt sich nicht ohne weiteres messen, insbesondere nicht im Gerät.

Der Reparaturbericht endet hier, auch wenn meine Arbeit am 1240 noch nicht fertig ist. So habe ich vor, das GPIB-Modul nachzubauen und auch einige der ROM-PACKs. Weiterhin sind zu wenige Pods dabei um das Gerät voll zu nutzen. Das Servicemanual für die P6462 zeigt TTL-Pods ohne Spezial-ICs von Tektronix, hier überlege ich ebenfalls diese nachzubauen. Passende ECL-Gatter habe ich bereits besorgt.

Danksagung und Haftungsbeschränkung

An dieser Stelle gilt mein Dank meiner Frau, die den verrückten Bastler im Hause seit Jahrzehnten duldet und immer gewähren lässt. Auch die Musikwiedergabe entspricht nicht immer ihren Wünschen. Geräte die sich überall im Haus verteilen und mit denen sie nichts anfangen kann verzücken sie nicht unbedingt.

Dieser Bericht unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Keine unerlaubte Vervielfältigung, Aufführung, Weitergabe, Druck. Eine kommerzielle Nutzung ist ohne meine Zustimmung unzulässig.

Alle Darstellungen und Berichte sowie Meßwerte etc. erfolgen nach bestem Wissen ohne Gewähr und Garantie für Korrektheit und Anwendbarkeit auf bestimmte Einsatzzwecke. Meine Beschreibung stellt keine detaillierte Anleitung zur Selbstreparatur dar, sie dient lediglich der Veranschaulichung meines Vorgehens. Insbesondere können wichtige Informationen fehlen oder fehlerhaft sein.

Arbeiten an Geräten erfolgen stets auf eigene Gefahr. Von elektrischen Geräten, insbesondere von Netzspannung, kann eine erhebliche Gefahr ausgehen.

Alle genannten Markennamen sind durch ihre Inhaber rechtlich geschützt. Ihre Nennung zeigt weder eine besondere Eignung oder Nichteignung für einen bestimmten Zweck, in aller Regel ist es einfach das Produkt welches ich im Hause habe oder eingesetzt habe.