

Reparatur eines HP 3325A

Der HP 3325A ist ein Funktionsgenerator, der Sinus, Rechteck, Dreieck sowie Sägezahn ausgeben kann. Die Frequenz kann dabei sehr genau (bis zu 1 μ Hz) eingestellt werden. Die maximale Frequenz ist abhängig von der gewählten Kurvenform der Ausgangsspannung. Bei Sinus liefert der Generator max. 20 MHz, bei Dreieck noch 10 kHz. Insgesamt ist der 3325A also ein Gerät, welches man für viele Zwecke einsetzen kann und man nicht mehr missen möchte. Ähnliche Geräte stehen fast in jedem Labor.



Abbildung 1 Frontansicht, eigene Abb.

Mein 3325A fiel mir beim Besuch eines älteren Funkamateurs auf, welcher einige seiner Geräte verkaufen wollte. Dabei stand das gute Stück allerdings ganz vernachlässigt hinter älterer Messtechnik, aber Farbton und Stil von 80er-Jahre HP-Geräten erkennt man einfach, erst Recht vor der Kulisse der 60er-Jahre. Auf Nachfrage erklärte mir der OM, dass das Gerät ohnehin defekt sei, was mein Interesse natürlich nicht minderte. Beim kurzen Test zeigte sich, dass der Generator anläuft und erstmal keine Spur eines Fehlers zeigt. Beim Umschalten des Kurvenform zeigte sich ein Fehler: „A CAL FAIL“. Naja, wird wahrscheinlich nicht so viel sein und diese Geräte lassen sich ja so schön reparieren, was der geneigte Leser von amplifier.cd sicher bestätigen kann ;)

Zuhause angekommen wurde die neue Errungenschaft sogleich genauer inspiziert. Dabei fiel das bekannte Problem mit knacksenden Tastern auf und dass der Generator erfreulicherweise relativ sauber war. Auch fiel auf, dass es ja einen Selbsttest gibt, der noch nicht ausprobiert wurde. Also schnell anschalten und testen. Anfänglich leuchteten alle LEDs kurz auf, anschließend zeigte der Generator:

Test 1 pass

Test 2 fail

Test 3 fail

Das war immerhin ein Anhaltspunkt. Da der Generator schon lief, bot sich an, das Ausgangssignal zu überprüfen. Die Kurvenform und Frequenz passten perfekt, sowohl bei Sinus als auch den anderen Kurvenformen. Die Amplituden allerdings passten nur bei Sinus. Beim Umschalten auf Nicht-Sinus-Kurvenformen zeigte der Generator immer wieder die Meldung „A CAL FAIL“. Aufgrund der bisherigen Beobachtung lag die Vermutung nahe, dass die Amplitudenkalibrierung der anderen Kurvenformen irgendwie nicht richtig funktioniert.

Mit dieser konkreten Fehlerbeschreibung war es Zeit das Handbuch des Generators zu Rate zu ziehen. Bereits im User-Teil wird erklärt, dass der Selbsttest im Wesentlichen die Schaltung zur Einstellung der

Amplituden überprüft. Test 1 überprüft dabei den Sinus-Teil, Test 2 den Rechteck-Teil und Test 3 die Dreiecksspannung. Die anfängliche Vermutung war also scheinbar richtig. HP merkt an dieser Stelle im Handbuch übrigens auch an, dass bei Auftreten einer dieser Fehlermeldungen *qualifiziertes* Personal zu Rate zu ziehen ist. Aber qualifiziert sind wir ja...

Im Service-Teil war – wie bei namhaften Messtechnik-Herstellern durchaus üblich – ein Flussdiagramm zur Fehlersuche. Von dort aus wurde man auf „Service Group J“ verwiesen, welche die „Function Circuits“ beschreibt. Dort findet man den hilfreichen Hinweis bei Problemen mit der Einstellung der Amplitude erst die Ausgangsspannungen des DACs, dabei insbesondere den Testpunkt AMPL, zu überprüfen. Diese werden in „Service Group I“ beschrieben.

Dieser Teil beschreibt den DAC sowie die Sample & Hold-Stufen, welche sich im Schaltungsteil A14 befinden. Dieser stellt das Bindeglied zwischen dem Digitalteil und der analogen Signalverarbeitung dar und ist Teil des Regelkreises zur Einstellung der Amplitude des Nutzsignals, welcher im folgenden Auszug aus dem Manual dargestellt ist:

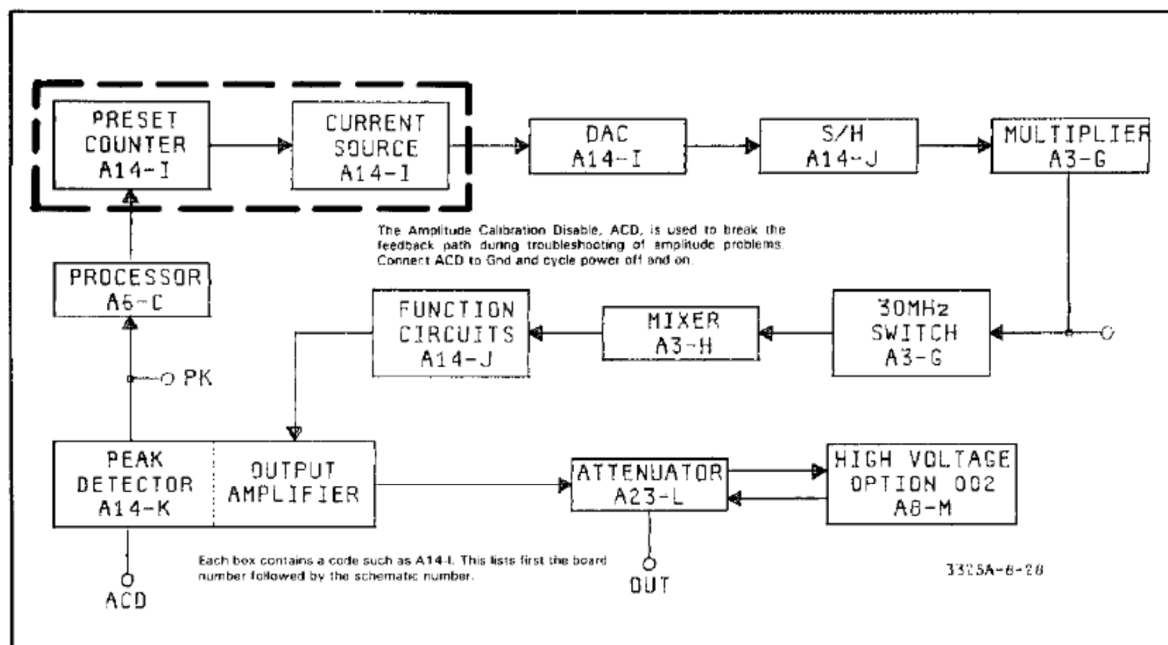


Figure 8-I-1. Sine Amplitude Control Path.

Abbildung 2 Blockschaltbild des Amplitudenregelkreises, entnommen aus dem Handbuch

Eine genaue Lokalisierung eines Fehlers ist durch die Rückkopplung nicht möglich, da der Regelkreis immer versucht Abweichungen auszuregulieren und so nicht ohne Weiteres Referenzwerte überprüft werden können. Allerdings wurde mit dem ACD-Testpunkt („Auto Calibration Disable“) die Möglichkeit gegeben, dieses Verhalten zu unterbinden und so die Startbedingungen des Regelkreises, also die Startwerte, welche vom DAC-Teil geliefert werden, zu kontrollieren. Dabei zeigte sich, nachdem der ACD-Punkt auf Masse gezogen wurde, dass ALLE Testpunkte komplett falsch lagen und teils erheblich vom Sollwert abwichen. Hier sind wir also auf der richtigen Fährte!

Die DAC-Stufe funktioniert folgendermaßen: Ein DAC (bestehend aus Stromquelle und Integrator) gibt sequentiell die vorgegebene Spannungen aus, welche dann über zwei Analogschalter zur entsprechenden Sample & Hold-Schaltung weitergeleitet werden, wo auch die Testpunkte liegen. Dadurch, dass alle Testpunkte daneben lagen, war ein Fehler in den voneinander unabhängigen S&H-Stufen unwahrscheinlich. Ein Fehler im komplexen DAC selbst hätte die Reparatur extrem komplizierter gemacht. Also erstmal optimistisch die Schalter überprüfen. Zunächst wurde kontrolliert,

ob das Sample/Hold Latch U25 die einzelnen Analogschalter wirklich aktivierte, also ob die Ansteuerung der Schalter funktionierte, was sie tat.

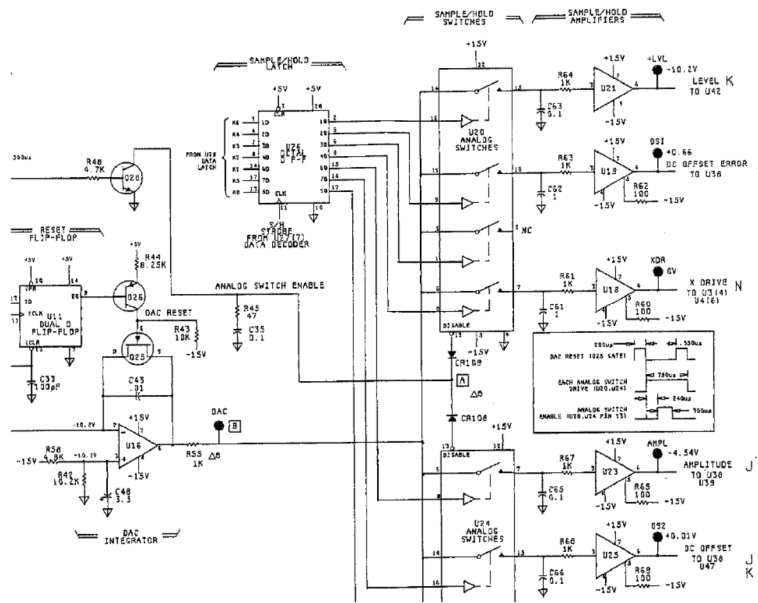


Abbildung 3 Ausschnitt aus dem Schaltbild, entnommen aus dem Handbuch

Bereits ganz zu Beginn dieses Kapitels ist ein Oszillogramm des Ausgangssignals des DACs, gemessen am DAC-Testpunkt, dargestellt, welches die korrekte Abfolge der einzelnen Werte zeigt. Also wurde auch dieses nachgemessen. Gerne hätte ich hier ein Bild eingefügt, leider wurde es allerdings im Speicher des verwendeten Scopes überschrieben.

Bei dieser Messung zeigte sich, dass der DAC zwar nacheinander unterschiedliche Werte ausgab, die Flanken allerdings aussahen wie die Sprungantwort eines RC-Glieds.

Und an dieser Stelle muss nun das Manual wirklich gelobt werden, es ist nicht nur sehr ausführlich und anschaulich. Nein, es gibt auch noch nützliche Hinweise bei einigen Fehlerbildern. So wurde bei Problemen in diesem Schaltungsteil empfohlen, R55, also den Widerstand am Ausgang des DACs zu den S/H-Stufen, einseitig auszulöten, um das Ausgangssignal des DACs unbelastet zu messen. Hinweise wie dieser zeigen, dass hier wirklich jemand mit viel Sachverstand beim Schreiben des Handbuchs mitgedacht hat. Das zeigt, dass es sich hier wirklich um ein Qualitätsprodukt handelte, das von echten Profis gebaut wurde!!!

Diesem Hinweis folgend wurde das Ausgangssignal des DACs im unbelasteten Fall gemessen und es entsprach exakt dem im Manual dargestellten Verlauf:

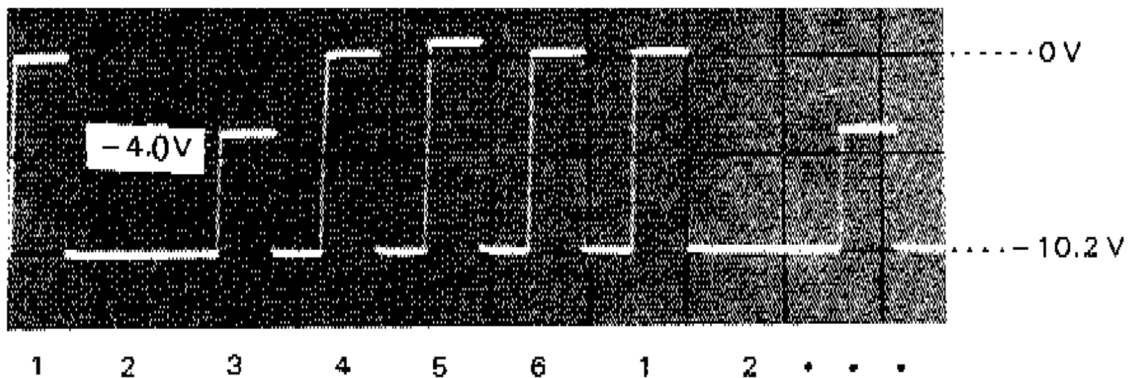


Abbildung 4 Zeitlicher Verlauf des DAC-Outputs gemessen am DAC-TP, Abb. entnommen aus dem Handbuch

Also mussten die Analogschalter U20 und U24 defekt sein. Ein Blick in die Übersichtstabelle ergab, dass die Übeltäter vom Typ LF1331 waren. Also gleich mal bei den bekannten Elektronik-Lieferanten nachschlagen undääähhh

Sollte das jetzt wirklich eine Reparatur werden, bei der es darum geht einen obsoleten Baustein zu ersetzen? Nein, um es kurz zu machen: Bei einem chinesischen Händler konnte über ein bekanntes Online-Auktionshaus Ersatz geordert werden, welcher auch wenige Wochen später eintraf.

Nach dem Austausch der beiden ICs war der Moment des Einschaltens gekommen und die Spannung groß. Wie bereits zuvor lief der Generator an ohne irgendwelche Fehler. Durch Drücken der Self-Test-Taste zeigte sich: Test 1 pass – Test 2 pass – Test 3 pass

Hurra, der Funktionsgenerator läuft und das inzwischen seit einigen Monaten ohne irgendwelche Probleme.

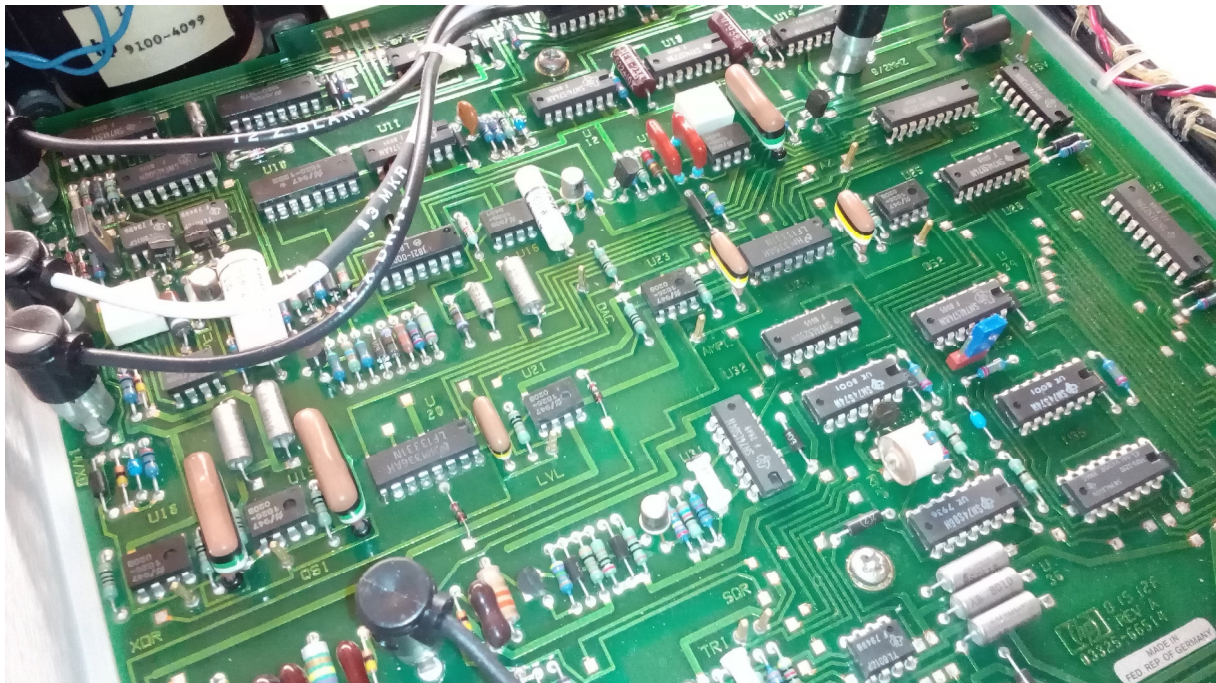


Abbildung 5 Blick auf die fehlerhafte Platine, U20 und U24 sind bereits getauscht