

5342A Microwave Frequency Counter



Der HP 5342A ist ein Mikrowellenfrequenzzähler für Signale bis 18GHz.

Er verfügt über zwei Eingänge. Ein "Niederfrequenzeingang" für Signale von 10Hz bis 500MHz (BNC Buchse, umschaltbar zwischen 50R und 1M Impedanz) sowie einen "richtigen" HF Eingang von 500MHz bis 18GHz mit einer Präzisions-N Buchse.

Das Signal von der BNC Buchse geht intern direkt zu einem schnellen ECL Zähler und wird dort wie in einem gewöhnlichen Zähler verarbeitet. Bei dem N-Eingang wird die Sache schon interessanter. Das Signal gelangt zunächst zu einem Sampler. Ein Sampler ist quasi ein Schalter, der nur für eine extrem kurze Zeitspanne geöffnet ist. Durch diese kurzen "Spitzen" entstehen sehr viele Harmonische. Jede dieser entstehenden Oberwellen setzt das Eingangssignal auf eine andere Frequenz um. Damit arbeitet der Sampler wie ein harmonischer Mixer. Am ZF Ausgang des Samplers erscheinen nun etliche Zwischenfrequenzen. Von den Harmonischen schafft es immer nur eine, das Eingangssignal in den Frequenzbereich des ZF Filters runterzumischen. Diese ZF wird vom gleichen Zähler gezählt, der sich auch um den direkten Eingang der BNC Buchse kümmert. Durch den Sampler entsteht nun ein mehrdeutiges Ergebnis, da erstmal nicht bekannt ist, welche Harmonische nun für das ZF Signal "verantwortlich" ist. Diese Mehrdeutigkeit wird aufgelöst, indem zusätzlich zum LO noch ein sogenannter Offsetoszillator mit 500kHz Abstand verwendet wird. Dieser ist phasenstarr mit der Frequenz des LO verriegelt und dieser wiederum ist ein Synthesizer der vom Mikroprozessor (übrigens ein Motorola 6800) gesteuert wird. Die Nummer der Harmonischen wird nun ermittelt, indem gemessen wird, um das wievielfache der 500kHz Differenz sich die ZF ändert wenn auf den Offsetoszillator umgeschaltet wird. Dafür verwendet der 5342A intern zwei unabhängige Zähler. Wenn der Sampler vom LO angesteuert wird, zählt der Zähler A und wenn der Offsetoszillator an der Reihe ist, der Zähler B. Dadurch wird einerseits die Frequenz der ZF gemessen und andererseits kann die Nummer der Harmonischen gemessen werden. Dieses Konzept funktioniert wunderbar für Signale, die keine FM Modulation besitzen. Ist die Modulation zu breit, kann dies zu einer Fehlberechnung der Harmonischen führen womit ein katastrophaler Messfehler entstehen würde. Um nun jeglichen Einfluss der FM Modulation zu vermeiden, wird als Umschaltsequenz zwischen LO und Offsetmessung eine Pseudorandomsequenz verwendet. Diese wird mit einem linear rückgekoppelten Schieberegister (LFSR) erzeugt.

Wer an einer ausführlicheren Abhandlung interessiert ist, dem sei das HP Journal vom Mai 1978 sowie das Service-Manual empfohlen. Beide gibt es im Netz, wenn man danach sucht.

Reparaturbericht

Der Zähler ist mein erstes Messgerät das ich in den USA bestellt hab. Trotz teilweise sehr hoher Versandkosten sowie Zoll sind solche Geräte dort teilweise um ein Vielfaches günstiger als Hierzulande. Die Preise in Deutschland/Österreich sind manchmal, man möge mir den Ausdruck verzeihen, absolut idiotisch und unverschämt. Teilweise sind sie so hoch, dass man für 30% mehr ein Vorführgerät oder sogar ein Neugerät aus aktueller Fertigung bekommt, welches viel mehr Funktionen und 35 Jahre weniger auf dem Buckel hat! Aber ich schweife ab....

Das mit dem Zoll verlief absolut reibungslos und ich hatte das Paket vor mir stehen. Die Verpackung war an und für sich sehr gut. Allerdings haben die Verpacker eine Kleinigkeit übersehen... Eine Kleinigkeit in Form des N Steckers. Dieser war doch etwas zu nahe an der Wand der Schachtel und während des Transports hat das Paket wohl einen Sturz mitgemacht (von diesem Szenario muss IMMER ausgegangen werden, die Kräfte die dabei entstehen können, sind sehr groß. Da ist jede Vorsicht angebracht!) Durch den Sturz wurde die N Buchse mitsamt dem Teil der Frontplatte nach innen gedrückt, auf dem die Buchse montiert ist.



Eingedellte Frontplatte

Ich hab erst mal den Schaden begutachtet und dann die Mutter mit einem Ringschlüssel entfernt. Sie ging sehr schwer runter weil ja alles verspannt war und ich befürchtete, durch diese Aktion die Frontplatte noch mehr zu ruinieren, aber die Mutter musste runter. Nach einer Umdrehung ging es dann, wie erwartet, leichter und ich konnte die Mutter runternehmen ohne dass die Frontplatte besonders beschädigt wurde. Beim Begutachten der Mutter konnte man sehen, dass die Gewindegänge der Mutter auf der Seite, wo die Buchse weiter in die Frontplatte reingedrückt war, regelrecht "herausgedroschen" wurden. Die Buchse selber wurde dabei allerdings nicht beschädigt, auch das Gewinde war nahezu sauber. Also konnte ich die originale Buchse weiterverwenden. Die Buchse ist mit einem Semi-Rigid Kabel mit dem Sampler verbunden. Als Ersatzmutter wurde einfach eine Standardmutter einer anderen N Buchse verwendet.

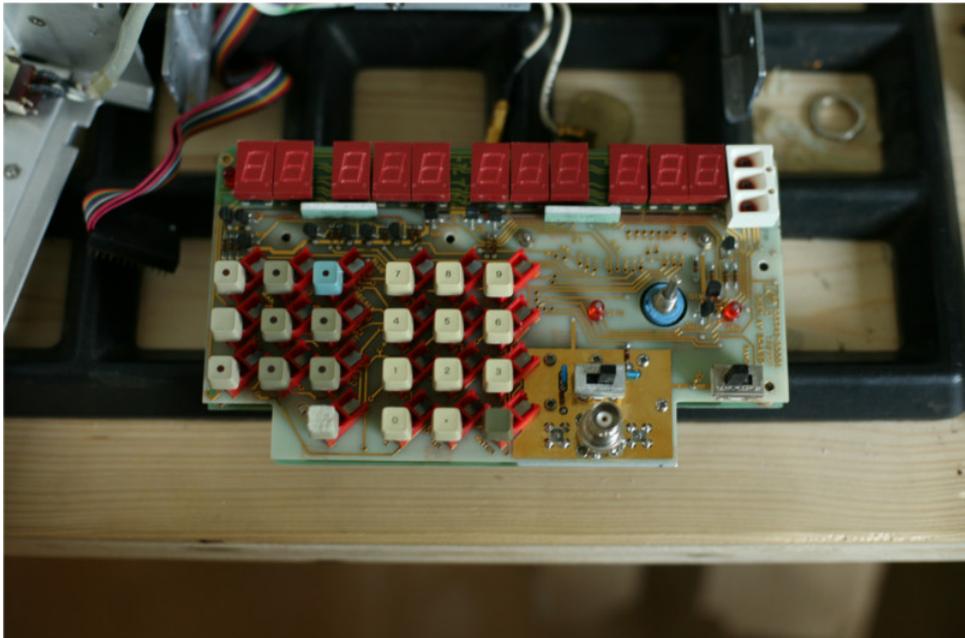


Frontplatte ohne Buchse

Als nächstes musste noch der Drehknopf für die Samplerate runter. Es war wieder das übliche Spiel mit dem zurechtgeschliffenen alten Inbusschlüssel. Bevor ich das nächste Ami-Gerät repariere, kaufe ich zölliges Werkzeug, ich verspreche es..... Anschließend konnten die Frontpanel-Elektronik, der Rahmen sowie die Frontplatte und der Träger selber voneinander getrennt werden. Die Front besteht aus zwei Platinen, einmal der Display/Tastaturplatine selber und der huckepack montierten Treiberplatine. Bei dieser Gelegenheit wurden die zwei Schieberhalter gleich mit Kontaktspray behandelt, man weiß ja nie.



Front zerlegt



Display und Tastaturplatine

Auf den nächsten zwei Bildern sieht man die verbogene Stelle auf der Trägerplatte und auf der Frontplatte selber.



Display und Tastaturplatine



Display und Tastaturplatine

Diese Abweichung von der Idealform wurde nun in einem hochkomplizierten und präzisen, technisch-physikalischen Verfahren unter Zuhilfenahme einer Holzplatte, eines Holzklotzes und eines Hammers behoben.

Der Zusammenbau verlief dann ohne besondere Vorkommnisse und damit war die ursprüngliche Schönheit des Zählers wieder hergestellt. Wenn man mal von den Rückständen der Aufkleber und kleineren Schrammen absieht.

Zum Abschluss, wie immer, noch ein paar Aufnahmen aus dem Innenleben. Der Aufbau des 5342A ist schon recht beeindruckend. Der zentrale Teil ist ein Druckguss-Chassis. Es hat an seiner Unterseite eine große Hauptplatine, welche die Verbindung zwischen den einzelnen Modulen herstellt. Jede Platine hat ihre eigene Kammer in dem Chassis. Die Kammern verfügen links und rechts über Führungsnuten für die Platinen und die Stecker sind mit Einsätzen indiziert, dass nicht die falsche Platine in den jeweiligen Schacht gesteckt werden kann. Die Konstruktion aus Guss in Verbindung mit dem aufgeschraubten Deckel und der großen Massefläche auf der Hauptplatine ermöglicht eine sehr hohe Schirmdämpfung zwischen den Modulen sowie ein hervorragendes EMV Verhalten.



Chassis mit Deckel

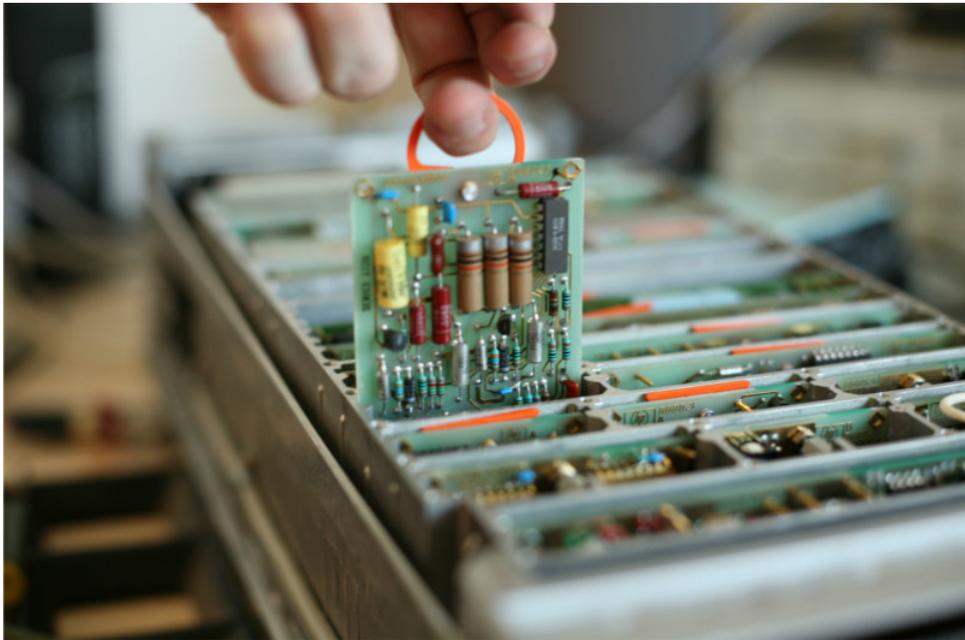


Deckel abgenommen

Ein weiteres Detail, welches ich typisch für den Entwicklungs-Zeitgeist dieser goldenen Ära finde, aus der der Zähler stammt, sind die integrierten Laschen zum Rausziehen der Platinen. Sie werden einfach um 180° nach oben gedreht und schon kann man die Platine ohne Ausziehwerkzeug entfernen.



Lasche nach oben drehen...



...und rausziehen

Noch eine Besonderheit für die damalige Zeit wartet im Netzteil auf uns. Es ist nämlich kein normales Linearnetzteil, sondern ein primär getaktetes Schaltnetzteil! Die Spannungsauswahl an der Rückseite ist übrigens auch pfiffig gemacht. Neben der Sicherung befindet sich eine kleine Platine die man in vier unterschiedlichen Orientierungen einsetzen kann, jede Variante entspricht einem anderen Spannungsbereich. Es ist immer der Bereich ausgewählt, den man durch eine Lücke im Kunststoff auf der Platine lesen kann.

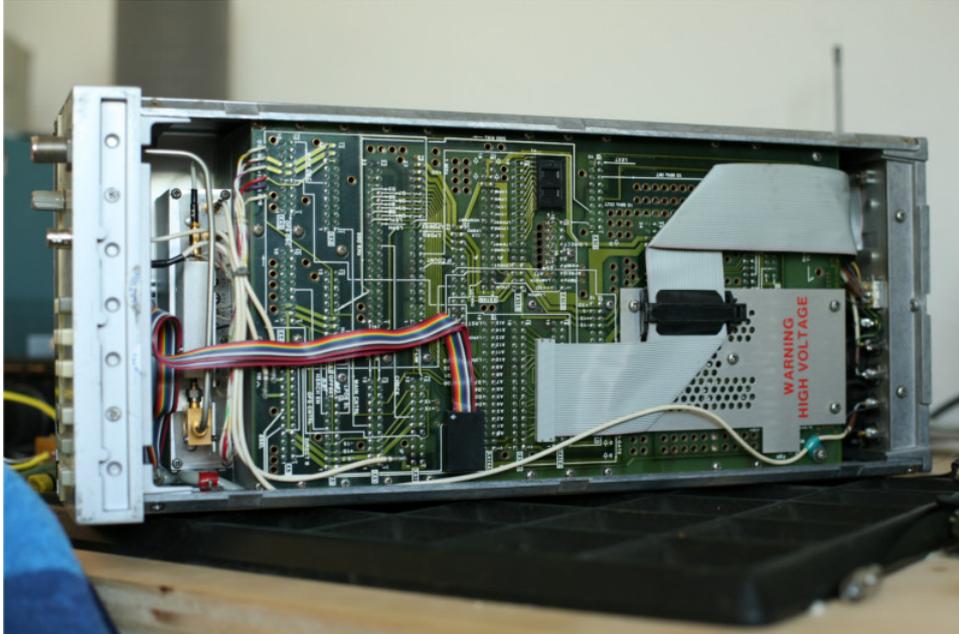
Auf diesem Bild sieht man den Sampler. Es ist das kleine goldene Kästchen in dem das Semi-Rigid Kabel verschwindet. Er bekommt die schmalen Impulse von dem silbernen Modul oberhalb. Das ist der Sampler-Driver. Dabei handelt es sich um einen Impulsformer der mit einer Step-Recovery-Diode arbeitet. Diese Diode erzeugt aus dem LO Signal extrem kurze Spitzen mit sehr kurzer Anstiegszeit. Dabei handelt es sich um Zeiten im Picosekunden-Bereich.



Sampler

Am Ende noch eine Aufnahme der Backplane. Sie hat mehrere Lagen, was in den 70ern noch nicht so weit verbreitet war. Tektronix und Hewlett-Packard haben bereits Ende der 60er bzw Anfang der 70er damit begonnen, Multilayerplatinen zu verwenden. Damals erfolgte das Layouten ausschließlich manuell mit Klebe- und

Rubbelsymbolen. Alles musste komplett von Hand gemacht und mehrfach geprüft werden. Vermutlich hätten heute die Wenigsten noch die Nerven dazu, sowas zu machen.



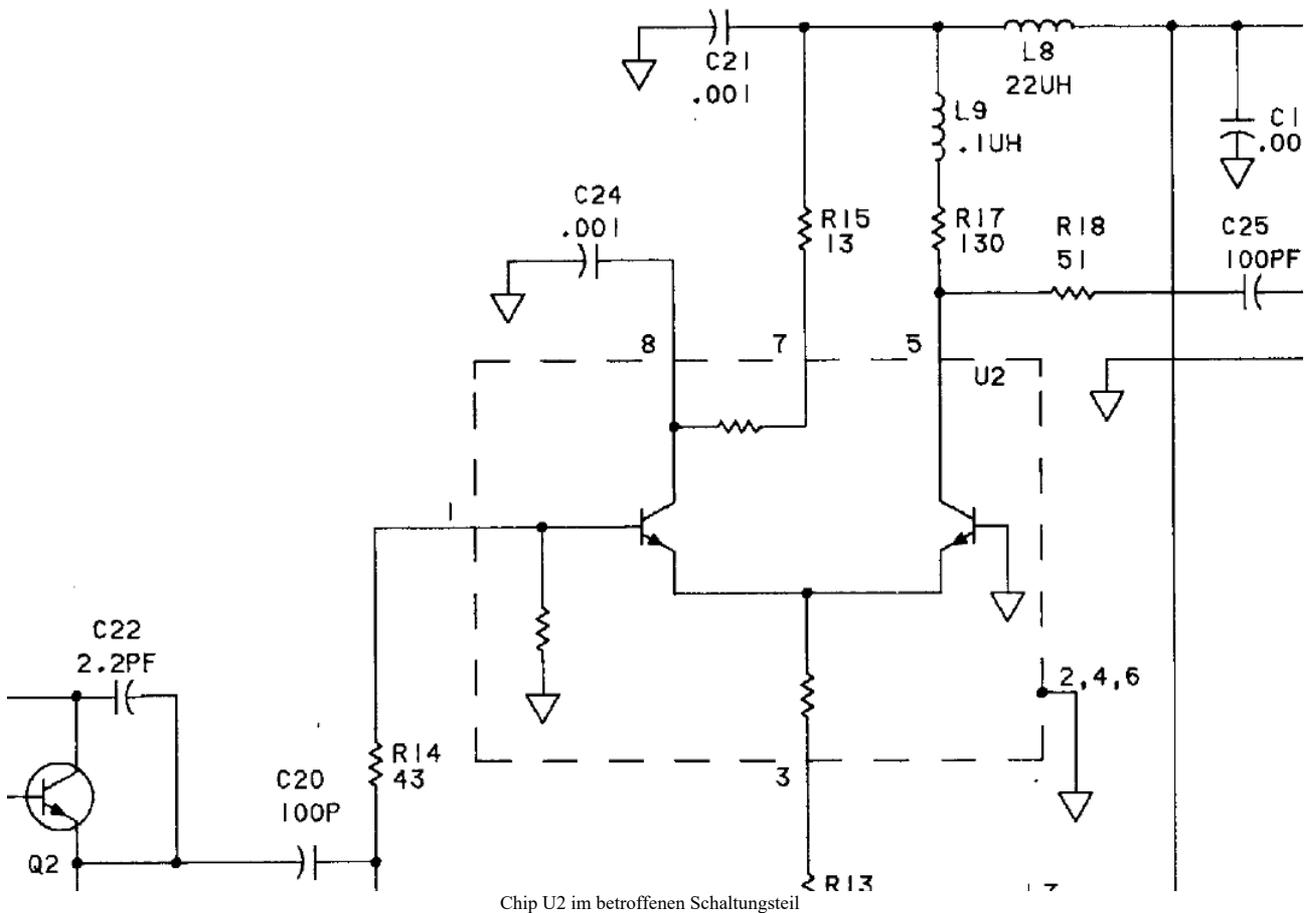
Backplane

In Absehbarer Zeit werde ich vermutlich die drei Masken-ROMs mit der Firmware sichern. Das ist relativ aufwändig weil die ICs fest eingelötet sind (damals waren die Sockel noch viel unzuverlässiger als heute) und ein Pinning haben, das vom allgemeinen Standard (27Cxxx) abweicht. Darum muss erst ein Adapter gebaut werden. Solche Aktionen mit Chips die man nirgends mehr bekommt mag ich gar nicht, aber ich denke, es ist besser wenn alles gesichert ist.

Nachtrag: Defekter Pufferverstärker

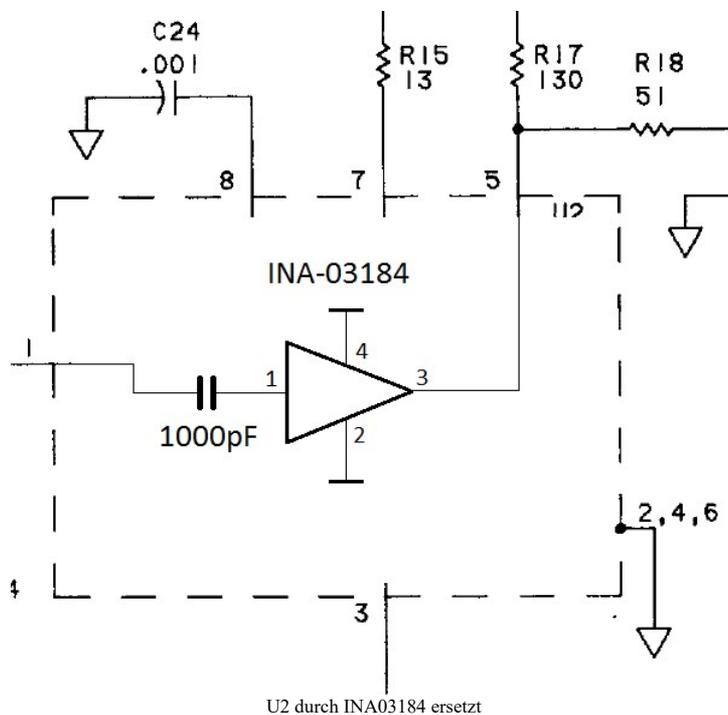
Eines Tages, ich wollte gerade einen YIG Oszillator vermessen, zeigte der Counter nur mehr Nullen an. Also prüfte ich erstmal den Ausgangspegel des Oszillators mit dem Leistungsmesser. Pegel war da, und zwar genug. Also war klar, dass der Counter was hatte. Als nächstes legte ich ihm ein Signal an die BNC Buchse an. Da kam dann eine Anzeige. Daraus konnte man ableiten, dass die Zählerschaltung zumindest mal ganz ist. Also musste der Fehler in dem Bereich liegen, wo die Mikrowellensignale gesampelt werden. Um einen Schaden am Sampler auszuschließen, hängte ich sein Ausgangssignal erstmal an den Spektrumanalyzer. Glücklicherweise war eine saubere ZF zu messen, denn ein Schaden im Sampler wäre praktisch nicht zu reparieren gewesen. Hätte mich aber auch sehr gewundert, denn bei meinen Mikrowellengeräten achte ich penibel darauf, dass kein zu großer Pegel angelegt wird.

Nun ging also die systematische Fehlersuche los. Ich prüfte als erstes mal vorsichtshalber die Betriebsspannungen und dann gleich die Signale der Lokaloszillatoren. Dabei stieß ich auch sofort auf den Fehler. Die zwei Oszillatoren haben je zwei oder drei Pufferverstärker am Ausgang. Bei einem der Oszillatoren war ein Verstärker kaputt. Es handelt sich dabei um einen ASIC von HP im DIL-8 Gehäuse. Eine kurze Recherche ergab, dass die ICs zwar noch verfügbar sind bei diversen ebay-Händlern, allerdings zu einem sehr professionellen Preis. Da hab ich dann mal kurz überlegt. Ich zahl doch keine 40 Euro für nen Chip, der maximal 550MHz verstärken muss. Das geht doch mit nem MMIC Verstärker, und der kostet nichtmal 2 Euro.



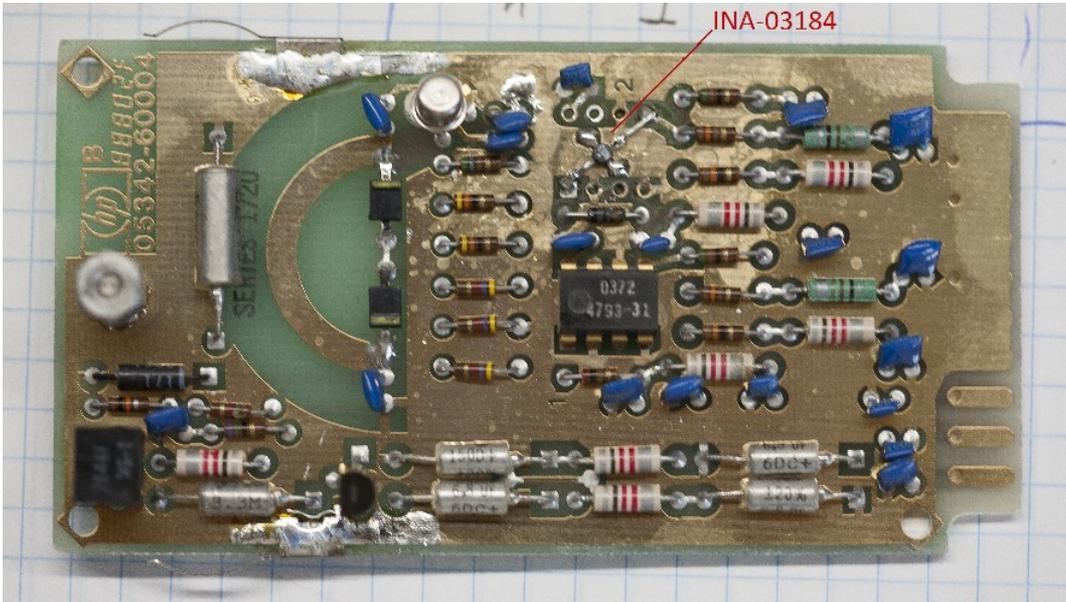
Chip U2 im betroffenen Schaltungsteil

Ich hab dann mal kurz den Biaswiderstand für den MMIC berechnet. Dabei kam lustigerweise heraus, dass man den vorhandenen R17 direkt weiterverwenden kann. Im Endeffekt sah die Schaltung dann so aus:



U2 durch INA03184 ersetzt

Der Umbau ließ sich dann sehr elegant durchführen und der Counter funktionierte auf Anhieb. Zu beachten ist das Layout des Schwingkreises mit einer als Leiterbahn ausgeführten Induktivität und den zwei Varaktoren.



Umbau auf der Platine A4

Salzburg, Juni 2016

73 de Chris, OE2BCL