

## Boonton 72B, Capacitance Meter

Da stand seit längerer Zeit so ein Messinstrument in meiner Sammlung, das ich noch nie verwendete. Nach dem Einschalten zeigte sich ein merkwürdiges Fehlverhalten:

In nur zwei Messbereichen war der Zeigerausschlag positiv, in den anderen schlug der Zeiger heftig nach links aus und ließ sich mit dem Kompensationsregler nicht auf den Nullpunkt bringen.



Einen Schaltplan hatte ich nicht. So suchte ich im Netz. Fand aber nur ein PDF, das als „BOONTON 72B Instruction“ bezeichnet wurde. Tatsächlich handelt es sich wohl um eine Universalbeschreibung, die neben einem spartanisch gehaltenen Schaltplan auch noch Hinweise für das „Troubleshooting“ aufweist. Jedenfalls werden darin viele Einzelheiten, Bauteile, die auf der „Prozessorplatine“ vorhanden sind, nicht abgebildet. Machte auch nichts, denn jetzt konnte ich wenigstens die Wirkungsweise studieren.

Zunächst vermutete ich, dass der Quarzoszillator nicht korrekt schwingt. Denn ein direktes Messen am Quarz ist nicht möglich. Wegen der hochohmigen Schaltung bricht die Oszillatorspannung an einem Tastkopf sofort zusammen. Man muss also indirekt über den nachfolgenden Transistorverstärker die Schwingungen nachweisen. Tatsächlich waren die auch zu sehen, wenn man in die vermutlich noch funktionierenden zwei Bereiche schaltete. In den anderen waren keine Schwingungen nachzuweisen. Der Quarz kam also als Fehlerursache nicht infrage. Ein versuchsweise eingesetzter Quarz zeigte dieselben Fehlfunktionen.

Nun vermutete ich die Ursache in der Oszillatorschaltung selbst zu finden. Ich maß also alle im Schaltbild gezeigten Spulen auf ihren Innenwiderstand durch. Es hätte ja sein können, dass das merkwürdige Schwingungsverhalten auf einen Windungschluss beruhte. Denn auf den ersten Blick war nicht zu erkennen, dass die eigentlich nur von außen zugängliche Messwicklung tatsächlich einen extrem geringen Innenwiderstand hat. Denn sie ist als versilberter Messingblock ausgeführt. Die Resonanzspule mit ihrer Rückkopplungswicklung sitzt zentral in diesem Block. Die im Schaltbild dargestellten gegenphasig wirkenden zwei Wicklungen sind in Wirklichkeit nur „Halbwicklungen“, die durch die Hälften des massiv gestalteten Messingblocks gebildet werden. Ein

„Innenwiderstand“ war nur schwerlich messbar. Aber das alles entdeckte ich erst, nachdem ich die abgeschirmte Box am Messeingang näher untersuchte. Da die Bezeichnungen der verschiedenen Regler im Schaltbild auf der Platine nicht gedruckt sind, musste ich zur Identifizierung mühsam alle Einzelheiten in Augenschein nehmen. Der Oszillatortransistor ist ein FET. Ich konnte anfangs nicht verstehen, wie der in Reihe zum Gate liegende Quarz es ermöglicht, dem Gate eine Sperrspannung zu geben. Daher fügte ich einen 1M ein, der das Gate an Masse legte. War sinnlos, da sich nach sorgfältiger Schaltungsaufnahme herausstellte, dass da tatsächlich bereits ein 4,7 k vorhanden war. Er wurde im Schaltbild einfach nicht gezeigt. Und so ging es durch die ganze komplexe Schaltung hindurch. Schließlich setzte ich mich mit verschränkten Armen vor das Gerät und grübelte:

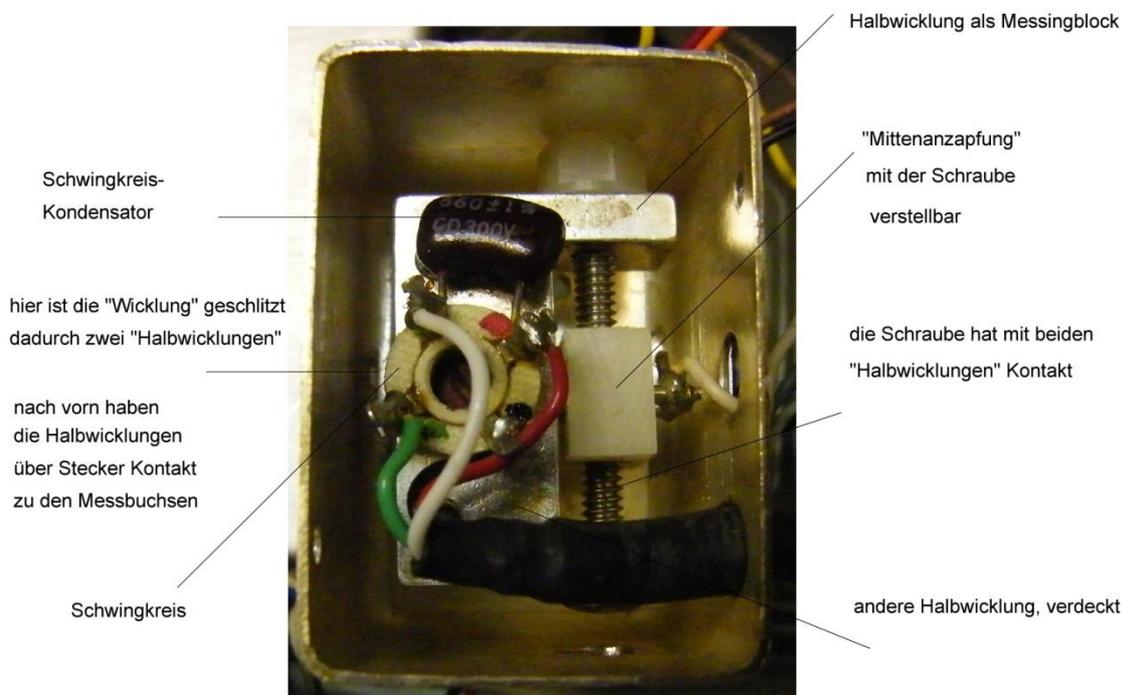
Wie kann man dieses schöne Messgerät durch Fehlbedienung zerstören?

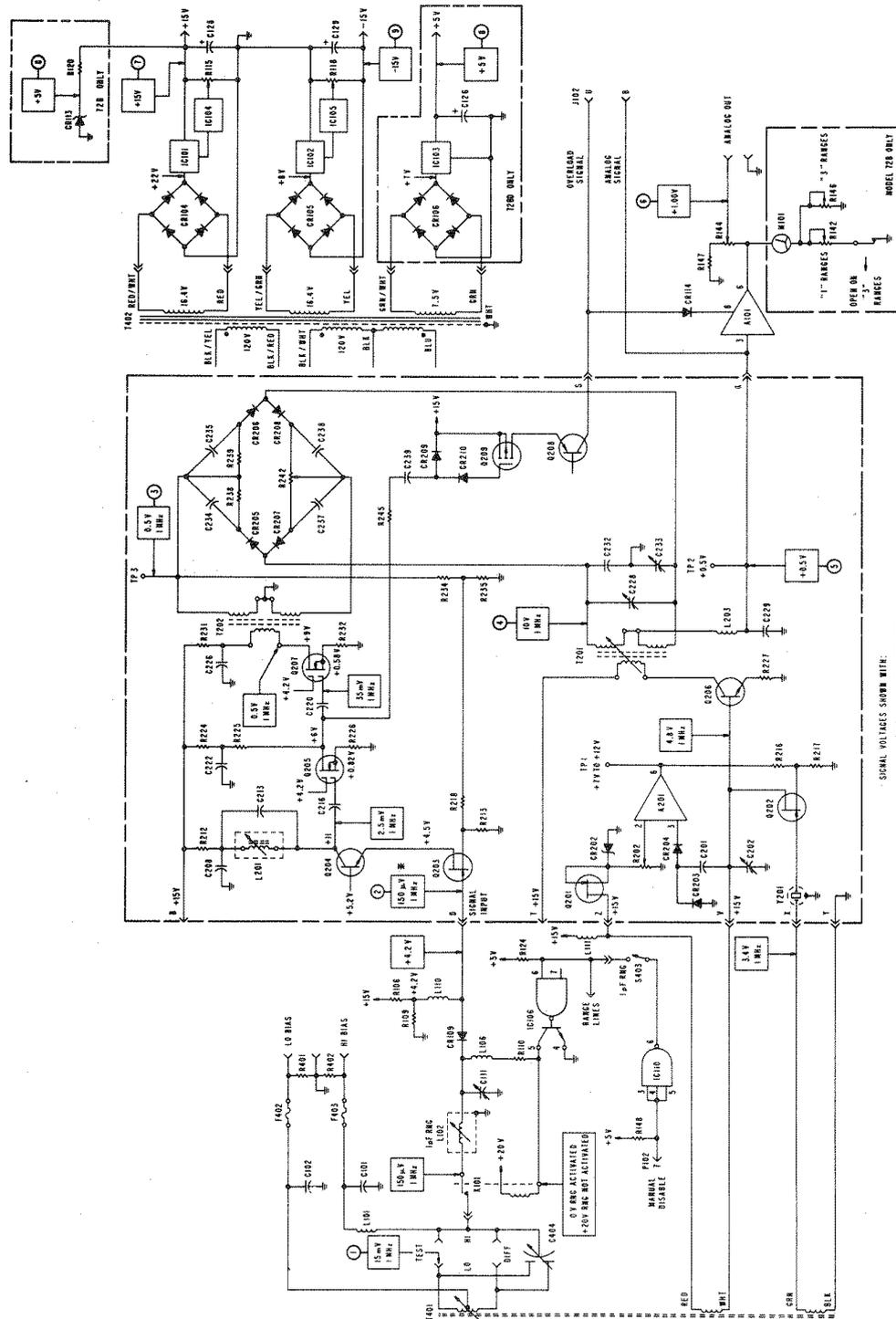
Das war die Schlüsselfrage zum späteren Erfolg. An der Rückseite sind Buchsen. Man kann eine Biasspannung bis 600 V zuführen. Auch praktisch, wenn man z.B. den Kapazitätsverlauf von C-Dioden messen möchte. Aber es waren noch zwei weitere Telefonbuchsen daneben angeordnet. Hier ist die Ausgangsspannung des Instrumentenverstärkers verfügbar. Während die Bias-Buchsen über zwei Feinsicherungen geschützt sind, fehlt da jegliche Blockierung gegen Fremdspannung. Wäre auch zwecklos, denn so schnell kann keine Sicherung auslösen, wie ein Halbleiter stirbt. Der Instrumentenverstärker ist ein LM301. Sein Ausgang wird direkt auf die Buchsen geführt. Man kann hier einen Plotter oder anderen Schreiber anschließen. Die Verstärkung dieses OPs ist fest auf 2 eingestellt. Ebenfalls aus dem Schaltbild nicht erkennbar. Aber die drumherum angeordneten Widerstände lassen diesen Schluss zu. Später fand ich auch einen Hinweis in der Beschreibung. Was passiert, wenn jemand an diesen Ausgang versehentlich eine Fremdspannung anlegt, weil er vielleicht die Buchsen verwechselt? Der OP konnte Schaden nehmen! Also kramte ich in der Bastelkiste, fand aber keinen LM301 in der DIL8-Bauform. LF357 waren jedoch vorhanden. Die hatten allerdings keinen Kompensationseingang am Pin 8. Für einen Versuch nicht relevant, denn hier war dieser Pin mit NC(Not Connected) für den LF357 angegeben. Über diesen Eingang des ICs konnte der „Ersatz-OP“ nicht zerstört werden. Er wird übrigens dazu verwendet, den LM301 auf Null-Volt zu schalten, wenn durch die falsche Wahl eines Messbereiches das Anzeigeelement erheblich übersteuert werden würde.

Das Auswechseln des OPs war wegen der baulichen Enge nicht einfach. Es gelang mir nur mit einer Spitzzange den „Achtbeiner“ korrekt in die Fassung zu bringen. Zuvor unterbrach ich noch die Zuführung der Messspannung, die von der großen Platine kommt. Die Platine muss eingesetzt werden, wenn man die Funktion des Instrumentenverstärkers kontrollieren will. Denn sie steuert zusätzlich ein Relais, das die Bereich 1 und 3 schaltet. Mit einer 9V-Blockbatterie und einem Spannungsteiler hatte ich eine Messspannungsquelle aufgebaut und konnte die Eingangsspannung somit im Bereich von 0 ... 0,5V regeln. Nach dem Austausch des OPs zeigte sich ein korrektes Verhalten. Zugleich stellte ich die Regler für die Anzeige so ein, dass sich bei bei 1V ein Vollausschlag des Zeigers ergab. Damit war die Kalibrierung des Anzeigeverstärkers

durchgeführt und ich konnte sicher sein, dass der immer noch vorhandenen Fehler nicht in diesem Bereich zu suchen war. Und so stellte sich auch heraus, dass jetzt nach dem Überbrücken der zuvor getrennten Leiterbahn eine ordentliche Funktion des Gerätes zu beobachten war. Lediglich die Regelung für das Konstanthalten der Messspannung war noch einzustellen. Der Oszillatorfet wird über einen Gleichrichter und Verstärker über die der Steilheit der Kennlinie geregelt. Jemand hatte wohl verzweifelt versucht, den Fehler dadurch zu beheben, dass er diese Regelung total herunter gestellt hatte. Nachdem ich den zuständigen Feintrimmer auf den richtigen Wert drehte, ergab sich in allen Messbereichen eine stabile Anzeige des Nullpunktes und außerdem waren jetzt in allen Messbereichen die 1MHz-Schwingungen aktiv. An den C-Trimmern für die Einstellung der Phasenlage schraubte ich nicht, denn ich hatte ja nichts verstellt. Lediglich eine geringfügige Korrektur der Ausgangsregler für die Bereiche 1 und 3 musste ich nachträglich machen, damit die Anzeige mit dem Wert von zwei vorhandenen „Eichkondensatoren“ übereinstimmte. Einige Tage später traf der bestellte LM301 ein. Ohne weitere Änderungen des Verhaltens tat es jetzt wieder dieser OP, der vom Entwickler vorgesehen wurde. Das Gerät war erfolgreich repariert. Ich legte mich zufrieden zurück und sinnierte über den kommenden Einsatz. Einige unbekannte C-Dioden liegen noch rum. Die könnte man doch mal untersuchen.

DF8ZR, September 2011

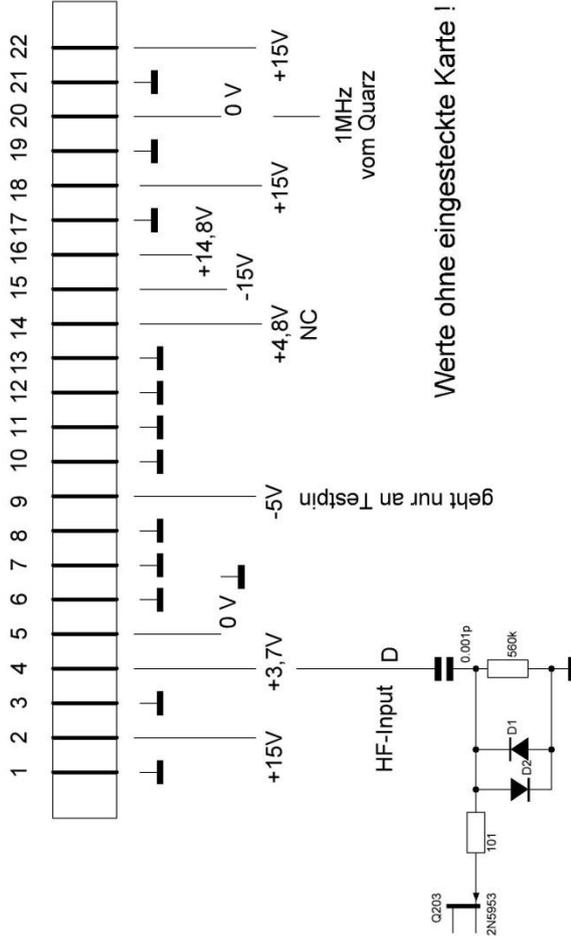




SIGNAL VOLTAGES SHOWN WITH:  
 1-μF TEST ON 1.3 OR 2-μF RANGE.  
 10-μF TEST ON 10.30 OR 20-μF RANGE.  
 100-μF TEST ON 100.0, 500.0 OR 2000-μF RANGE.  
 \* TEST POINT 2 TEST 100-μF ON 10.30-μF RANGE.

Figure 6-2.  
 Troubleshooting Schematic Diagram  
 (E830715B)

## Boonton Capacitance Meter 72B



## Instrument einstellen

Zunächst die Verbindung von der Steckeinheit trennen. Dazu wurde die Leiterbahn unterbrochen.

Dann genau 0,5 V an den Eingang des OP LM301 legen. Dazu einen isolierten Draht anlöten.

Mit den Reglern 144 die Ausgangsspannung „Analog OUT“ auf genau 1 V einstellen. Danach die Regler 146 und 142 für die Bereiche 3 und 1 so einstellen, dass 1V Vollausschlag bzw. 1 V auf der 3V-Skala angezeigt werden. Damit ist die „Kalibrierung“ der Instrumentenschaltung erreicht.

Abschließend die Leiterbahn wieder mit dem Blankdraht überbrücken!

## Quarztrimmer

An den Emitter des Q204 = 2N2219 einen Draht anlöten und den Oszillografen anschließen. An die Eingangsbuchsen einen 100p anschließen. Mit dem C-Trimmer 202 die max. erreichbare Amplitude einstellen. Den Draht wieder entfernen.

## Schwingkreis an den Buchsen

Zwischen den Anschlüssen WHT und RED ist ein Schwingkreiskondensator 560p geschaltet. Der Schwingkreis befindet sich in der abgeschirmten Box hinter dem Messeingang. Die dritte Wicklung mit der Mittenanzapfung ist als massiver, versilberter Messingblock ausgeführt. Der „Innenwiderstand“ ist deshalb nahezu Null. Mit einer von der rechten Seite aus zugänglichen Schraube kann man die Mittenanzapfung dieser „Wicklung“ verschieben. Dadurch wird die Ausgangsspannung angepasst. Es ist je eine halbe Wicklung elektrisch wirksam. Diese „Ausgangswicklung“ hat einen extrem niedrigen Innenwiderstand. So kann man auch Kapazitäten sehr geringer Güte (um 1) noch hinreichend mit HF-Strom versorgen und messen. Die Schwingkreisspule und Rückkopplungsspule befinden sich auf dem Wickelkörper innerhalb des verschiebbaren Messingblocks. Sie induzieren in diese Halbwicklungen den schwebenden HF-Strom. Nach der Test-Anweisung sollen außen 15 mV an einem 100p-C messbar sein.