Thermischer Leistungsmesser von Siemens: 60 Ohm

Das antike Gerät ersteigerte ich bei Ebay. Mir war bewusst, dass es defekt ist. Aber ich empfand es als eine willkommene Herausforderung, mich mit diesem Teil mal zu beschäftigen. Einen praktischen Nutzen hat es heute kaum noch, denn man kann für wenig Geld kleine HF-Leistungsmesser aus China beziehen. Allerdings geht der Frequenzbereich bis 8,5 GHz!

Schaltbild

Das habe ich im Netz nicht gefunden. Das Messgerät wird zwar in einem Museum gezeigt, der Betreiber hat aber leider auch keine Unterlagen. Nun denn…

Erste Versuche

Bei der Anlieferung war eine C3g aus der Fassung gefallen. Aber ansonsten war das Gerät bestens verpackt. Die Röhre ist noch OK. Nach dem Einschalten bewegte sich der Zeiger nicht. Ich machte eine Überprüfung mit den Augen. Und da war so eine kleine Glasröhre, die mir verdächtig vorkam. Im Inneren ein starker Drahtbügel und ganz unten ein zweiter. Dazwischen hätte sich ein dünner Glühdraht spannen können. Oder es handelt sich um eine Glimmröhre. Dafür fehlten aber die konstruktiven Merkmale. Also

auf Glühlampe gesetzt. Es könnte ja sein, dass dieser „Kaltleiter“ zur Stabilisierung eines Wienbrücken-Generators diente. Denn die minimalen Spannungsänderungen an der thermischen Widerstandsbrücke misst man vorzugsweise mit Wechselspannungsverstärkern. Die sind hinreichend „nullpunktstabil“. Und macht man ihn selektiv, dann muss man ja auch für die Frequenzstabilität der Brücken-Speisespannung sorgen. In der Schalterstellung Cal. Sollte doch ein Zeigerausschlag zu sehen sein, war er aber nicht.

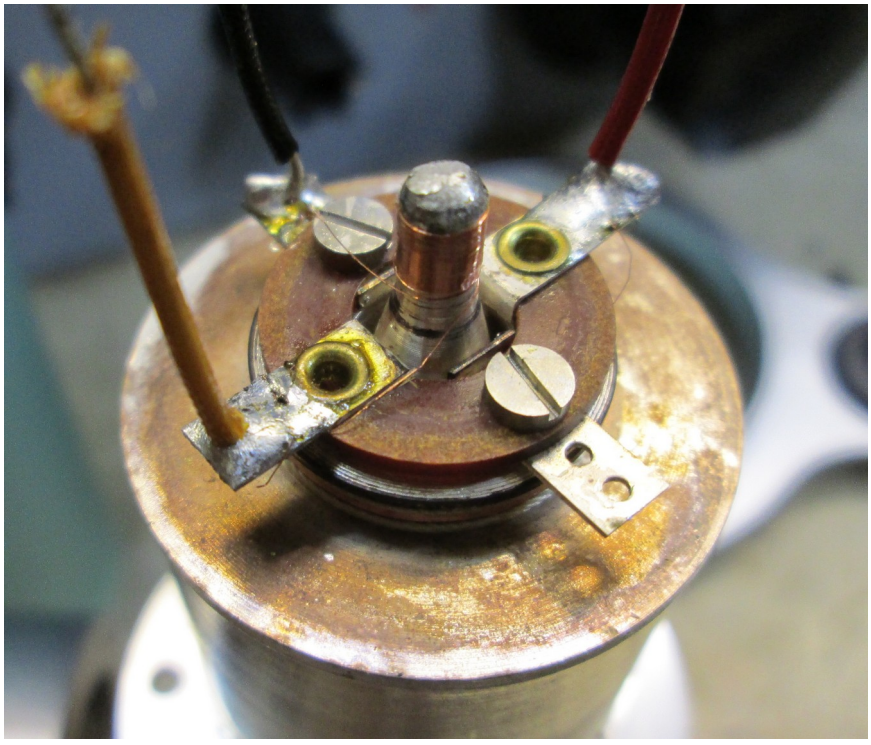
Ersatz

Diese Lampe wurde offenbar von einer niederohmigen Quelle gespeist, denn ich konnte einen Gleichstromwiderstand von 1,4 Ohm messen. Nach dem Auslöten war kein Durchgang. Also war

diese spezielle Lampe kaputt. Ich suchte nach einer passenden Glühbirne und nahm zunächst ganz vorsichtig mal eine mit 18V und 0,1 A. Der Zeiger bewegte sich! Leider zu wenig und dann versuchte ich es mit einer anderen für 6V/0,1. Und jetzt konnte ich das Gerät kalibrieren und auf Null einpegeln. Toll, ich war schon ziemlich optimistisch, jetzt mal eine kleine HF-Leistung messen zu können. Aber Denkste! Kein Ausschlag bei +7 dBm im Bereich 10mW.

Der Messkopf

War er vielleicht defekt? Ich zerlegte ihn und entdeckte einen interessanten Aufbau. Um einen von einer Metallhülse umgebenen Messwiderstand(hier 60 Ohm) war eine dünner CuL-Draht gewickelt. Eine zweite Wicklung mit dem gleichen Draht war unterhalb der Anschlussplatine. Also wurde der erste Draht erwärmt, während der zweite sich in einer Kammer aus dickem Messing befindet und stur auf Raumtemperatur bleibt. Die Drähte hatten gleiche ohmsche Widerstände: 5 Ohm. Das ist also der eigentlich recht einfache Aufbau dieser Messbrücke. Und dass man damit nicht unterhalb 1mW messen kann, war mir klar. Dafür wären die Teile thermisch zu träge und unempfindlich.



Beide Drähte hatten Durchgang und waren also nicht durchgebrannt. Der Eingangswiderstand hatte 60 Ohm! Der Fehler musste also innerhalb der Schaltung im Gerät zu suchen sein.

Schlussfolgerungen
Wenn das Eichen funktioniert, sollte auch die intern erzeugte Frequenz stimmen. Der Ersatz des Kaltleiters war also nicht die Ursache. Der Fehler muss also ganz vorn in der Schaltung sein, vor dem Signalverstärker.

Die Brücke
Sie ist offenbar niederohmig. Zunächst geht das Signal auf zwei präzise Drahtwiderstände von je 1 Ohm. Die Messspannung wird über einen Transformator eingespeist. Der hat vermutlich zwei symmetrische Wicklungen. Die Differenz der Brückenspannung wird an einer dritten Wicklung abgenommen und auf das Gitter der ersten Röhre gegeben. Zuvor aber durchläuft es den Abschwächer. Die Messfrequenz ist 170 Hz.

Wegen der unübersichtlichen Verdrahtung ist es sehr schwierig, hier die Schaltung lückenlos zu analysieren. Ich setzte immer noch auf ein Schaltbild, das mir Klarheit verschafft. Augenblicklich war ich ratlos, denn der Verstärker funktionierte. Das Instrument zeigte einen Ausschlag in der 10 mW-Einstellung. Und wenn ich das Gitter mit Masse verband, ging der Zeiger auf Null zurück. Die Versorgung mit der Messspannung wird von einem Transformator abgenommen. Offensichtlich ist der an eine Röhre gekoppelt. Die Gleichrichtung für das Instrument geschieht mit zwei Germaniumdioden.

Die Zuleitung vom Messkopf habe ich bis zum Gerät durchgeklingelt. Alles in Ordnung! Eine Unterbrechung im Bereich der Eingangsschaltung kann ich nicht erkennen. Aber

weshalb zeigt sich keine Reaktion, wenn ich eine ausreichende HF-Leistung auf den Kopf gebe?

Irrtümer

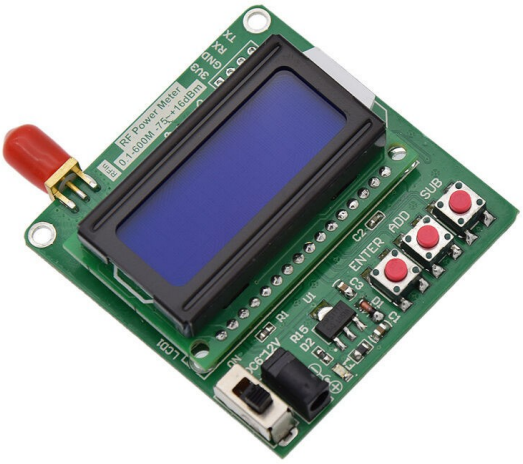
Ein Blick ins Gerät zeigte mir, dass die rote Zuleitung zum Tastkopf an Masse angeschlossen war. Zur Herstellungszeit des Gerätes hatte ja auch der Schutzleiter eine rote Farbe, heute ist er gelb/grün. Und ein weiterer Blick auf die Anschlussseite am Tastkopf offenbarte, dass da jemand den roten Draht mit der Signalführung verwechselt hatte. Rot ist aber Masse! Nach dem Umlöten war nun die Brücke wieder korrekt mit dem grauen und schwarzen Kabel verbunden. Allerdings musste ich hier nochmals beide Anschlüsse vertauschen. Erst danach bewegte sich der Zeiger bei Anlegen einer HF-Spannung in die richtige Richtung. Der Fehler war gefunden und behoben!

Geduld!

Man muss gehörig geduldig sein, wenn man mit einem Thermischen Leistungsmesser umgeht! Erst nach länger als einer Minute steht der Zeiger auf dem Messwert. Zum schnellen Abgleich ist dieses Gerät nur bedingt geeignet. Aber dafür ist es hoch genau. Schaltet man auf „Anzeigebeschleunigung“, dann ist ein deutliches Überschwingen zu beobachten. Das lässt vermuten, dass da ein Regelvorgang wirksam sein könnte. Im Normalbetrieb ist der Zeiger natürlich viel träger. Ob nun aber ein Kompensationsverfahren angewendet wird, kann ich ohne Schaltbild nicht nachprüfen. Dazu ist die reale Ausführung der Schaltung zu unübersichtlich.

Messungen

Ich habe dann mal mit 1 MHz eine Leistung von ca. 7 dBm, bezogen auf 50 Ohm angelegt. Das Gerät zeigte 7,8 dBm, bezogen auf 60 Ohm, an. Ein chinesischer Nachbau mit einem Adxxx zeigte 8,6 dBm. Es hat eine SMA-Buchse und bezieht sich auf 50 Ohm.



Bei 7,8 dBm(60Ohm) sind 0,6031 Veff wirksam. 8,6 dBm an 50 Ohm werden von 0,6018 Veff erzeugt. Mit diesen Unterschieden kann ich leben!

Fazit

Jetzt habe ich jetzt ein funktionsfähiges Messgerät mehr. Und kann damit bis 8,5 GHz messen!

DF8ZR; im Januar 2020