

Bau eines Messstellenumschalters bis 20GHz

Wilhelm, DL6DCA 28.04.2021



Frontansicht



Innenansicht

Einige aus unserem Ortsverband werden sich erinnern können, dass Benedikt und ich vor einigen Jahren einmal ein 70cm Relais aufgebaut und versuchsweise betrieben haben. Uns fehlte seinerzeit die dazu passende Antennenweiche, welche in den 19" Einschub passend eingebaut werden kann. Bei den Versuchen lag die vorhandene und maßlich größere Weiche immer daneben. Kürzlich konnte für sehr kleines Geld eine passende Weiche erworben werden, die natürlich für die Frequenzen des Relais neu abgeglichen werden musste.



Ansicht 70cm Relaisweiche Fa. Procom

Der Abgleich erfolgte diesmal nicht mit dem von uns geliebten NanoVNA sondern mit unserer Neuerwerbung. Es handelt sich um einen hp8753C Network-Analyser mit hp85046A S-Parameter Test Set, der von 300kHz bis 3GHz eingesetzt werden kann.



Ansicht hp8753C / hp85046A

Bei der Antennenweiche werden das Sender- und Empfangssignal über eine jeweils dreistufige Filtergruppe zum (gemeinsamen) Antennenanschluss geführt. Das bedeutet, dass bei dem Abgleich der Filtertöpfe wechselweise der RX bzw. TX Eingang des Filters mit dem Messgerät verbunden werden müssen.

Der Network-Analyser verfügt in unserem Fall über zwei Porteingänge, die geräteintern jeweils als Ein- oder Ausgang genutzt werden können. Kann man sich als wechselseitiger RX / TX Eingang vorstellen. Die Antennenweiche hat aber drei Anschlüsse, nämlich RX, TX und Antenne. Insbesondere der Abgleich der RX / TX Filtertöpfe direkt am Antennenanschluss

beeinflussen sich gegenseitig geringfügig, insbesondere bei der Optimierung des Eingangs-SWR. Das bedeutet, dass man ein Messkabel jeweils abwechselnd an RX bzw. TX anschließen muss und der nicht genutzte Eingang mit 50Ω abzuschließen ist. Einfach eine „Schrauberei“ ohne Ende.

Aber eben diese „Schrauberei“ hat es aber in sich. Wer sich einmal mit hochwertigen Messkabeln beschäftigt wird feststellen, dass seitens der Hersteller die Garantie für einen sicheren und messtechnisch einwandfreien Einsatz bei SMA-Steckern mit 500 und bei N-Steckern mit 1000 Steckzyklen angegeben wird. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Stecker mit einem entsprechenden Drehmoment angezogen und nicht mechanisch überlastet werden! Gleiches gilt übrigens auch für die Buchsen.



Drehmomentschlüssel für SMA-Stecker

Bei eben dieser „Schrauberei“ entstand der Wunsch dieses Umschaltproblem durch ein Relais zu vereinfachen, was auch bei anderen Mess- / Abgleichvorgängen noch eingesetzt werden kann. Bei einem befreundeten Surplus Händler wurden wir fündig und konnten ein gebrauchtes, aber gut erhaltenes, Relais erwerben, was je nach Schaltzustand den nicht benötigten Port mit 50Ω systemgerecht abschließt. Es handelt sich um ein Relais der Firma Agilent, N1810TL, terminated bypass, DC – 20GHz. Wenngleich der Vektor Analyser nur bis 3GHz geht, so ist man doch für die Zukunft gerüstet.



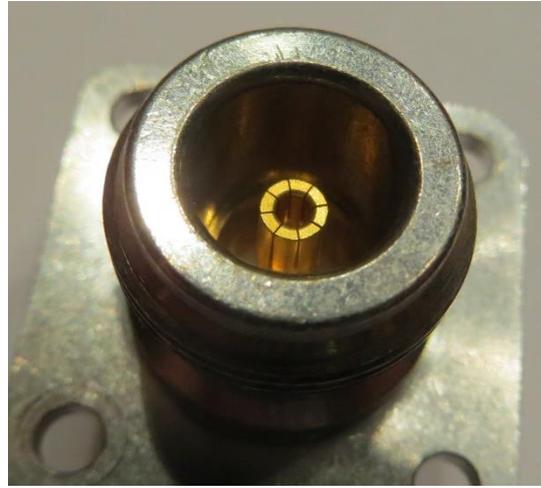
Bistabiles HF-Relais der Firma Agilent

Im Fundus befanden sich auch noch drei hochwertige Suhner N-SMA Flanschbuchsen, die sicher bis 18GHz eingesetzt werden können; darüber funktionieren sie auch noch, aber nicht mehr spezifiziert. Auf dem Foto erkennt man die Hochwertigkeit in Form des geachtelten Innenteils der Buchse. Um dieses hochpräzise Teil nicht zu strapazieren, darf man grundsätz-

lich nie das Innenteil von Stecker / Buchse drehen, sondern nach dem Einstecken nur die Überwurfmutter / Verschraubung anziehen!



Detailansicht N-SMA Flanschbuchse

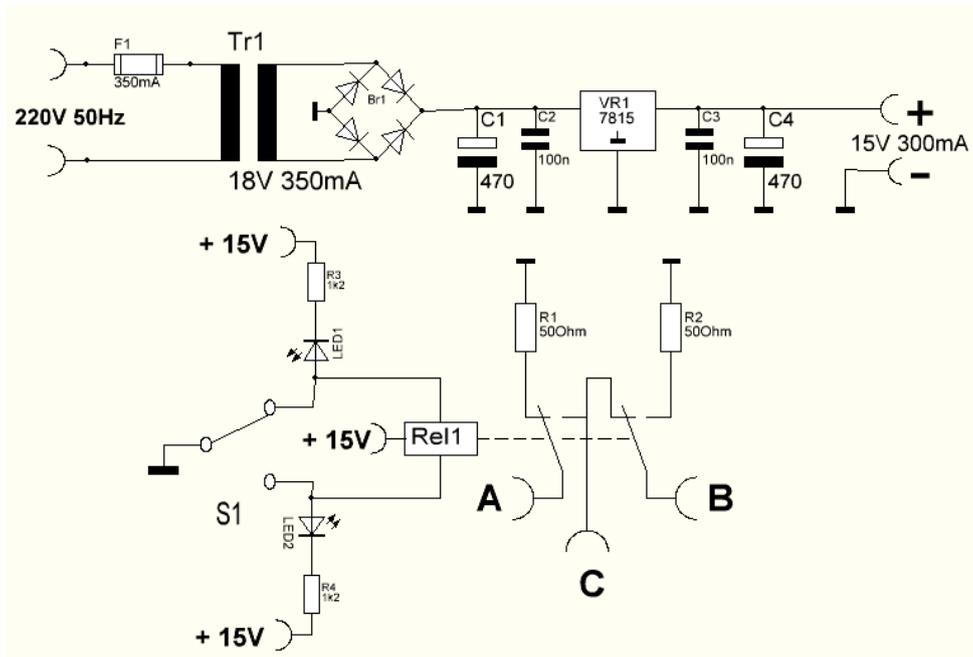


geachtelter Buchsenstift

Auf dem Foto des Inneren des Gehäuses sieht man die mit starren Semi-Rigid ausgeführten Verbindungen zwischen Buchse und Relais. Diese Kabel mit SMA-Steckern sind ebenfalls bis 18GHz einsetzbar und haben exakt die gleichen mechanischen Längen. Letzteres ist wichtig, da der Network-Analyser ja die Phasenlage der Signale auswertet. Wenn man sich vor Augen führt, dass 18GHz einer Wellenlänge von ca. 1,666cm entspricht und auf dieser Länge ein Sinussignal eine 360° Phasendrehung macht, bedeutet dies, dass bereits eine Abweichung von 0.46mm eine Abweichung von 1° in der Phase bedeutet. Bei 3GHz ist es natürlich nicht so extrem ausgeprägt, aber warum Abweichungen nicht minimieren.

Im Gegensatz zum NanoVNA verfügt der hp-VNA über die Möglichkeit insgesamt 4 Kalibrierungen speichern zu können. Diese sind dann durch einfachen Tastendruck abrufbar. Hierdurch besteht die Möglichkeit die o.g. Abweichungen durch Kalibration zu eliminieren; man muss aber je nach Messung an die richtige Einstellung denken, was wiederum eine mögliche Fehlerquelle / Bedienungsfehler darstellt.

Zur Ansteuerung des Relais wurde ein einfaches Netzteil mit Linearregler 7815 aufgebaut. Das Relais arbeitet als bistabiles Relais, benötigt also nur einen kurzen Stromimpuls (35mS) und schaltet danach selbsttätig ab. Der Statuszustand wird mit Leuchtdioden angezeigt.



Natürlich wurde nach Abschluss des Aufbaus eine Kontrollmessung durchgeführt. Hier bringt es nichts die einzelnen Messungen durch Foto bzw. Bildschirm-Scan zu zeigen. Die nachfolgende Auflistung ist schon aufschlussreicher. Insgesamt hat sich ein gutes Gesamtbild ergeben; sowohl hinsichtlich der Anpassung (RL / VSWR) als auch der zusätzlichen Durchgangsdämpfung. Die dargestellte Messung betrifft nur den Messstellenumschalter. Bei der eigentlichen Messung von z.B. Relaisweichen wird natürlich der Umschalter in die Kalibrierung mit einbezogen und die Einflüsse eliminiert, sodass nur das zu messende Teil als Ergebnis angezeigt wird.



Messstellenumschalter

C zu A				
	500MHz	1GHz	2GHz	3GHz
S11 RL	-30,59	-35,66	-23,58	-30,50
S11 VSWR	1,06	1,03	1,14	1,06
S22 RL	-30,69	-32,32	-23,26	-29,68
S22 VSWR	1,06	1,04	1,14	1,06
S21	-0,21	-0,27	-0,33	-0,04
S12	-0,22	-0,24	-0,26	-0,02

C zu B				
	500MHz	1GHz	2GHz	3GHz
S11 RL	-31,82	-31,89	-24,62	-29,46
S11 VSWR	1,05	1,05	1,12	1,07
S22 RL	-31,64	-28,2	-24,2	-28,59
S22 VSWR	1,05	1,08	1,13	1,08
S21	-0,21	-0,32	-0,26	-0,04
S12	-0,21	-0,21	-0,28	-0,05

Port A zu int. Abschluss				
	500MHz	1GHz	2GHz	3GHz
S11 RL	-40,81	-48,21	-33,02	-39,73
S11 VSWR	1,01	1,01	1,04	1,02

Port B zu int. Abschluss				
	500MHz	1GHz	2GHz	3GHz
S11 RL	-40,91	-45,4	-36,01	-45,1
S11 VSWR	1,02	1,01	1,03	1,01

Isolation Port A zu B				
	500MHz	1GHz	2GHz	3GHz
S21	-72,72	-69,75	-70,84	-74,28

Messung 25.04.2021 DL6DCA

Ein abschließendes Wort noch zu den Kosten. Da insgesamt gebrauchte Teile eingesetzt wurden und das Gehäuse aus dem Schrott-Container gefischt wurde, kamen unter 100,-€ zusammen. Wenn man alles neu kaufen würde, müsste man locker über 1000,-€ investieren. Es lohnt sich also immer die Augen offen zu halten wenn man über Flohmärkte geht oder Gehäuse aus dem Schrott-Container um Mitnahme betteln.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen.

Kontakt bitte per Mail dl6dca@darf.de oder Ortsfrequenz 144,575 MHz.

vy 73 de Wilhelm, DL6DCA