

**How to measure on SOL calibration kits
and how to design your own SOL calibration kit for the VNWA**

**Wie werden SOL Kalibrier-Kits gemessen
und wie entwerfen Sie Ihre eigenen SOL Kalibrier-Kit für den VNWA**

Im folgenden werden einige Mess- Tricks für den VNWA beschrieben werden, um besser beurteilen und verstehen zu können, den Aspekt von Short-, Open- und Load- Kalibrierstandards.
Es beginnt alles mit den TX- und RX-Ports auf dem VNWA.



Wenn Sie einen männlichen Kalibrierung SOL-Kit als Kalibrierstandard haben, haben Sie wahrscheinlich viele Male eine Kalibrierung durchgeführt, in dem Sie die SOL-Standards direkt am TX-Port angeschlossen haben und für die Calibration-Kit-Einstellung in der Software, die "ideal Calibration standards" ausgewählt haben, weil Sie es nicht besser wußten.



Diese Adapter verkauft Fairway Microwave Teilenummer SC2165, SC2135 and ST1813
Lesen Sie später über diese Teile von Rosenberger.

Für die Thru-Kalibrierung verwendeten Sie wahrscheinlich einen SMA-Stecker auf SMA-Stecker-Anschlußkabel, um den TX- und RX-Port des VNWA zu verbinden, nur um "etwas zu tun".



Hier fangen wir an !!!

Aber dieses Setup ist nicht besonders praktisch im wirklichen Leben, außer das Device-Under- Test (DUT), ist ein passives Bauteil, wie ein anderer SMA Male Load oder eine Antenne, die am Speisekabelende einen SMA-Stecker hat. Die Thru- Kalibrierung ist in der Tat nutzlos für einen DUT (z.B. ein Filter) und sollte in der Mitte des Testkabels eingefügt werden.

Der nächster Schritt war vermutlich, ein Paar SMA-SMA- Male- Prüfkabel gleicher Länge hinzuzufügen und Ihren männlichen SMA- Kalibrierstandard, den Sie hatten , zusammen mit einem kleinen Thru-Adapter (ein gerader SMA Buchse - Buchse Adapter) zu verwenden.



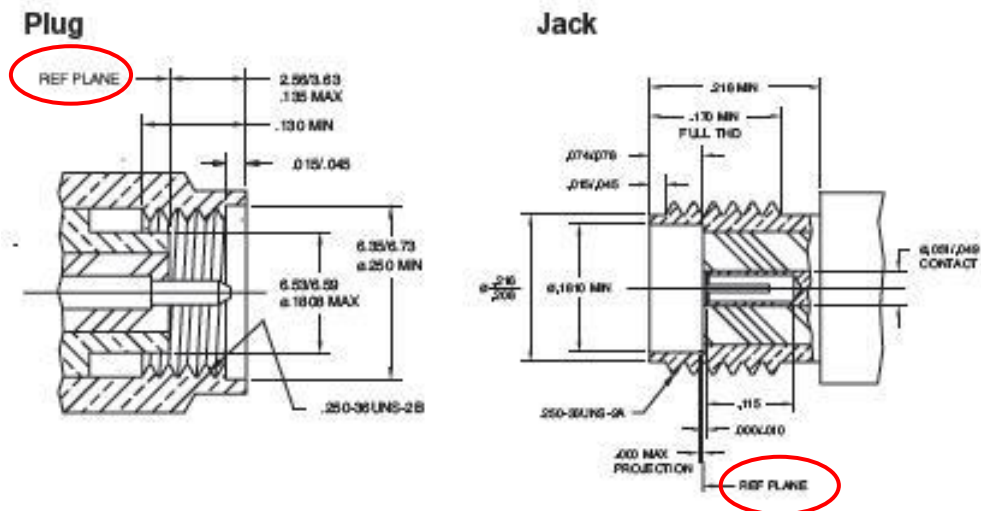
Der Thru Adapter von Fairview Microwave Teilenummer SM 4951

Und jetzt beginnt das Problem, etwas über die Referenzebenen für die Kalibrierung der Reflexion und für die Thru Kalibrierung und dieses Dokument zu verstehen. Es ist dazu da, Ihnen diese Maß an Verständnis zu bringen und für die Nutzung der wundervolle Software des VNWA von Tom Baier DG8SAQ konzipiert.

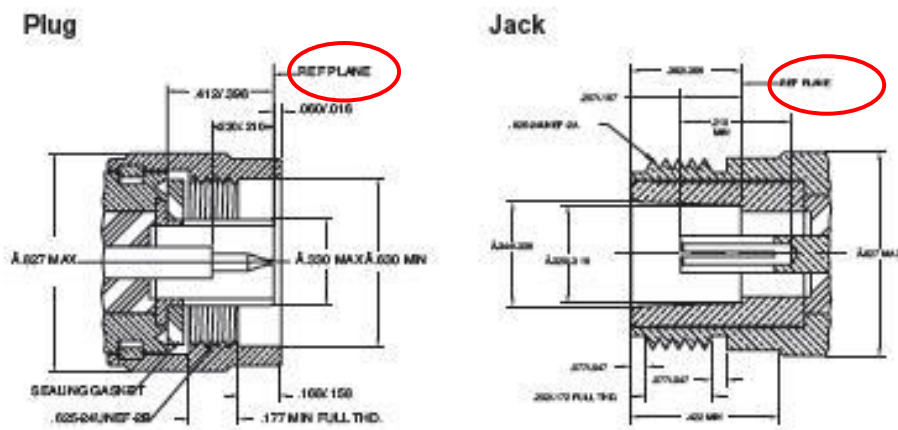
Allgemeine Hinweise zu diesem Dokument und die damit verbundenen Berechnungen und Messungen:

- Alle Kalibrierungen und Scans werden mit **200 Datenpunkten und 100mS pro**
- **Datenpunkt** gemacht, wenn nicht anders vermerkt. Für die Kalibrierung ist es
- normalerweise ratsam, so lange wie möglich Zeit pro Datenpunkt (was max.100mS ist)
- zu verwenden und den Prozess beschleunigen mit diesen vielen Messungen, mit einer
- niedrigen Anzahl von Datenpunkten, die nicht die Genauigkeit beeinträchtigen.
- Der Schwerpunkt liegt auf einen Frequenzbereich bis 500 MHz, wo die Genauigkeit und
- Zuverlässigkeit für die VNWAs optimal ist. Alle Sweeps bis zu 1300MHz sind nur
- informativ. Wenn Ihr Fokus auf einem höheren Frequenzbereich liegt, dann wählen Sie
- ein Band und wiederholen die Messungen, wie in diesem Dokument gezeigt, wie die
- optimalen Werte abgeleitet werden. Das VNWA-Kalibrierungs-Setup erlaubt keine
- höhere Ordnung der Parameter, wie bei den kommerziellen VNAs, wie die C-Faktoren
- etc. für die Kalibrier-Sets.
- Es sollten immer möglichst wenige Adapter und Kabel verwenden, wie möglich, für
- diese SOL-Kalibrierung und setzen Sie die Kalibrierungsdelay, sowie die Bezugsebene
- für die drei Kalibrierungen auf die gleiche Kalibrierungsebene, z.B. auf die interne ref.
- Ebene eines SMA-Stecker oder Buchse im TX-Pfad, und verwenden Sie das Kalibrier-
- Kit Ihres Vertrauens. Das bedeutet in meinem Fall das Rosenberger CAL-Kit (siehe die
- Beschreibung ein paar Seiten später, wenn Sie warten können), sowie definierten Offset-
- Längen, die Sie kennen. Warum werde ich später demonstrieren.

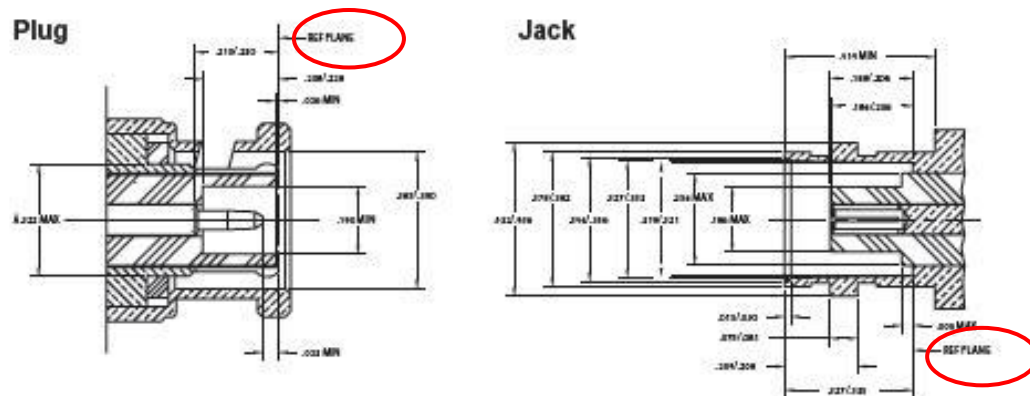
Wo ist die Referenzebene in den Verbindern:



Für den SMA-Verbinder sehen Sie deutlich die Referenzebene als runde innere Kontaktfläche.



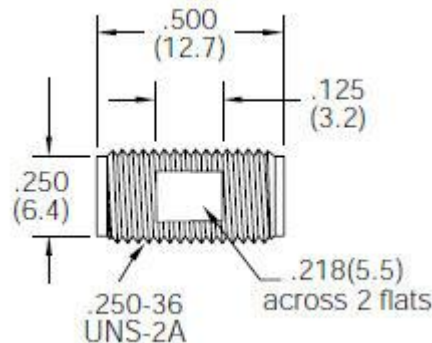
Für die N-Typen ist die Referenzebene die Zylinderspitze an dem männlichen Verbinder, der gegen die Kante im weiblichen Anschlußzylinder drückt.



Die Kalibrierungsebene des BNC-Verbinders ist genauso wie bei der N-Type.

Im folgenden werden wir sehen, wie der VNWA kalibriert wird, um die Kalibrierungs-Bezugsebene identisch mit der internen Referenz Ebene der SMA Stecker, am Ende des Tests Kabels, einzusetzen, das kann ganz praktisch sein bei der Messung am Prüfling, wie einem 450MHz Filter, im Metallgehäuse, mit angeflanschem Stecker am Gehäuse. Wir werden sehen, wie wir die Bezugsebene verschieben, zu der Innenseite eines solchen Verbinders, alternativ den VMWA kalibrieren, um auf der Innenseite des Verbinders zu messen.

Aber zuerst müssen wir lernen, wie wir die Delays bei den SMA-Anschlüsse und Thru Adapter / Barrels, ohne elektrische Messungen dieser Delay, berechnen können.

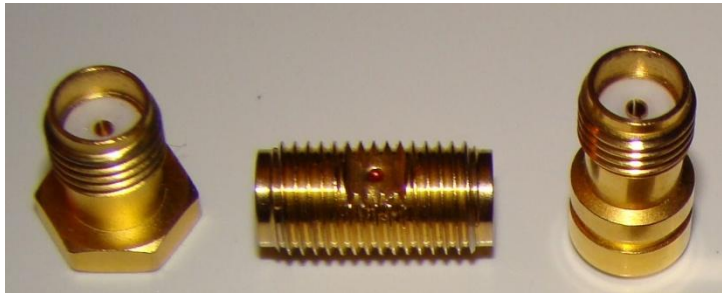


Wenn ein SMA-Stecker auf diesem Adapter angebracht ist, ist seine interne Bezugsebene verbunden mit einem Erdungsring von ähnlichem Durchmesser, wodurch eine perfekte koaxialen Struktur entsteht. Dieses Eindringen ist 2 mm von der äußeren Kante, an beiden Seiten. Der Tefloneinsatz und der Mittelleiter haben dann eine Gesamtlänge von 12,7mm minus 2x2mm = 8,7mm. Der Verkürzungsfaktor von Teflon ist 0,69 für einen solchen Adapter, so dass wir das Delay für den 12,7 mm Adapter berechnen können, wenn für Kalibrierungszwecke verwendet. Radiowellen laufen 300,000 km pro Sekunde oder **0,3 mm pro Pikosekunden (ps)** oder ein **1mm für 3.33333 ps** im Freifeld, aber **in Teflonteilen 0.207mm pro Pikosekunden oder $3.33333/0.69 = 4,83$ ps pro mm**. Das gesamte Delay für den Thru-Adapter ist somit $4.83 \times 8.7 = 42.03\text{ps}$ oder kurz **42 ps**.

Beachten Sie, dass bei einer Reflexion die Wellen sowohl vorwärts als auch rückwärts laufen, so dass die Zahlen für den **Ein-Weg-Lauf**, zu verdoppeln sind. **0,15 mm pro ps für Ein-Weg-Lauf oder 6,6666 ... ps für 1mm im Freifeld**. In Teflon sind die Zahlen **0,1035 mm pro ps für Ein-Weg-Lauf oder 9,66184 ps für 1mm Weg**. Die Laufzeit für die gesamten 12,7mm über Adapter 84,06ps oder kurz **84 ps**. Wir werden auf dieses Modell mehrmals zurückkehren.

Allerdings, wenn Sie den Thru-Adapter verwenden, am Ende des Testskabels als OPEN-Adapters, gibt es ein kleines Problem. Bei der Kalibrierung der Open Situation haben wir eine geringfügige Verlängerung der Länge, aufgrund der Strahlung aus dem offenen, mittleren Stift des Thru-Adapters, das erhöht das Delay. Es ist sogar noch schlimmer, wenn Sie eine Open-Endkappe verwenden, während der Open- Kalibrierung, wird Kapazität hinzugefügt durch den mittleren Stift, wodurch das Delay erhöht wird.

Rosenberger hat einige nette weibliche Kalibrierungs- SMA-Stecker, die von der Firma Heuermann HF-Technik GmbH als SOLT-Kit für 30 EU verkauft werden, bestehend aus einem weiblichen SMA-Load, weiblichen SMA-Short und einem 12,7 mm Thru-Adapter, wie oben beschrieben, die zu handeln sind, sowohl als Open-Standard und Thru-Kalibrierung und mit Kalibrierung der Bezugsebene in der Mitte des Adapters (sofern die TX-und RX-Prüfkabel genau gleich lang sind, wenn eine 1 Port Kalibrierung benutzt wird. Während bei einer zwei Port-Kalibrierung Unterschiede vermieden werden). Dieses Kit ist voll spezifiziert, zu einem Grad, wo wir ziemlich genau die Parameter, von Interesse, ableiten können, für die Kalibrierung mit einem männlichen SMA Kalibrier-Kit.



Sie finden die Daten von diesem Cal-Kit im folgenden Link:

<http://www.hhft.de> Die Heuermann HF-Technik GmbH

Klicken Sie auf COMPETENCES und dann auf SMA –Cal-Kit, wo alle schönen Daten gefunden werden !!!
Auf dieser Seite sind alle Delays des Cal-Kits beschrieben und von besonderem Interesse ist die Referenz-ebene, beide für Reflektion und Transmission sind gleich = die Mitte des Thru- Adapters, gemeint SOLT Kalibrierung ist voll unter Kontrolle und alle Verschiebungen zu anderen ref. Ebenen sind sehr einfach und akkurat.

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32K15R-001E3> Link zu SMA female 50 ohm Load 0.5W
 Bestellnummer: 32K15R-001E3

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32Z114-000L5> Link zu SMA Short Adapter
 Bestellnummer: 32Z114-000L5

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32K101-K00L5> Link zu SMA Thru Adapter für Open und Through
 Kalibrierung. Bestellnummer: 32K101-K00L5

Diese Teile könnten auf der Rosenberger Homepage schwer zu finden sein, aber folgender Link führt zum richtigen Seite, unter der Section RF Coaxial Products / Site solution Components, Accessories & Tools, Spring lade Pins. Und wähle SMA http://www.rosenberger.de/ok/html/zubehoer_e.php#bottom
 Unterhalb der Beschreibung dieses Cal Kit - down under – sind die schnellen Links zu interessanten Teile.

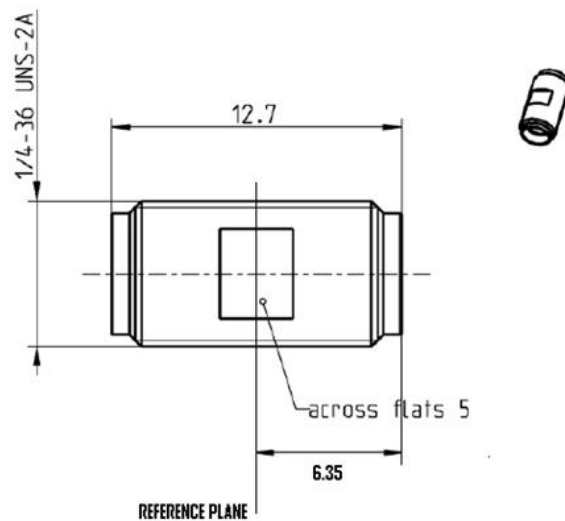
Die erste wichtige Informationen für die Rosenberger Cal - Kit von Heurmann (was offenbar ist verantwortlich für die Messung der Offset-Längen) sind die Thru-Adapter Daten

Open (weibl.) (benutzt als ein Thru als auch ein Open-Standard)

- a. *Offset lenght: 7 mm (with end capacity)*
- b. $|S_{ii}| \leq -32 \text{ dB to } 4 \text{ GHz}; |S_{ii}| \leq -21 \text{ dB to } 12 \text{ GHz}$

Open (weibl.):

- Offset Länge: 7 mm (Die Referenzebene für den Open-Standard liegt in der Mitte der Thru-Verbindung)
- C-Koeffizienten: alle = 0 F / Hz
- L-Coefficients: all = 0 H / Hz



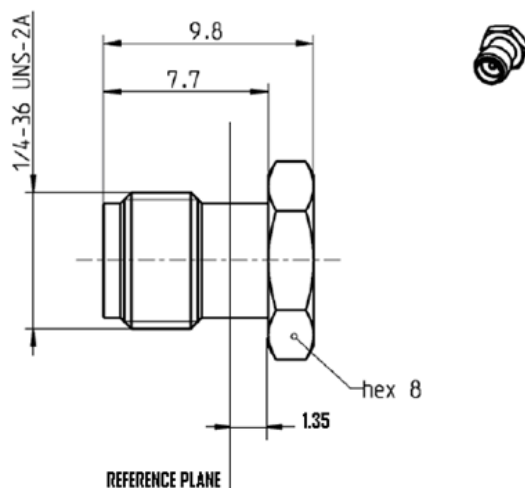
Das elektrische Einweg-Offset ist 7 mm, **entsprechend einem Einweg-Delay von 23,33 ps**. Wir haben bereits mit der inneren physikalischen Länge von 8.7mm gerechnet, damit den halben Weg von 4.35mm und dies ist eine elektrische Länge von $4.35\text{mm}/0.69 = 6,3\text{ mm}$, was einem **Delay von 21 ps** entspricht. Der Strahlungsbetrag von der End-Kapazität ist hier **0.7mm**, entsprechend einem **Delay von 2,33 ps oder 4.67 ps wenn verwendet in Verbindung mit den Einstellungen unter CAL Kit Parameter**. Das Delay, dass für die **Kalibrierung der Mitte verwendet werden soll** ist $(21 + 2,33) \times 2\text{ ps} = 46.67\text{ps}$.

Wenn wir das gesamte elektrische Offset berechnen wollen, zusammen mit dem Thru-Adapter in einem SMA-Stecker (zu der internen Referenzebene), ist die gesamte elektrische Länge $8.7\text{mm}/0.69 + 0,7\text{mm} = 13.308\text{mm}$, entsprechend einem Delay von 44,36 ps oder **88,72ps in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter**. **Denken Sie daran, dass die S21-Kalibrierungs- Ebene immer noch das Zentrum des Thru-Adapters ist.**

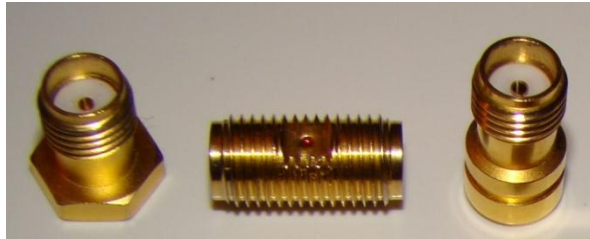
Aber lassen Sie uns sehen, was wir sonst noch an Informationen ableiten können .

Short (female)

- a. Offset length 1.96 mm b. $|S_{11}| \geq 0.97$ to 4 GHz; $|S_{11}| \geq -0.95$ to 12 GHz
 c. $\text{Ang}(S_{11}) = 180^\circ \pm 0.5^\circ$ to 4 GHz; $\text{Ang}(S_{11}) = 180^\circ \pm 1.5^\circ$ to 12 GHz



Die elektrische Offset-Länge ist **1.96mm - entsprechend 6,5333 ps oder 13.07ps, wenn es benutzt wird in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter** - und die physikalische Länge ist 1,96 mm X 0,69 = 1,35 mm, so wie der Abstand zu der Bezugsebene auf der Zeichnung (entsprechend der angenommenen Geschwindigkeit Faktor für die Teflon!) gezeigt ist. Wenn wir das Offset zur Bezugsebene des passenden SMA Stecker berechnen wollen, dann subtrahieren wir einfach 2mm von dem 7,7 mm aus der Zeichnung und dividieren durch 0,69 , um die elektrische Länge von = **8,26 mm zu finden, entsprechend 27,54 ps oder 55,07 ps, wenn verwendet in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter.** **Bedenken Sie, dass die S21-Kalibrierungs- Ebene, immer noch das Zentrum des Thru-**



Adapters ist.

Weitere Rosenberger Links.

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32S301-K00L5.pdf>

T-Adaptor Female-Male-Female

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32K301-K00L5.pdf>

T-Adaptor Female-Female-Female

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32S15R-0.5E3.pdf>

Load 50 ohm Male 0.5W 12GHz

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32S17R-0.5e3.pdf>

Load 50 ohm Male 0.5W 18GHz

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32S17b-1.0e3.pdf>

Load 50 ohm Male 1W 18GHz

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32Z111-000L5.pdf>

Shorting Cap Plug

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32Z112-000F.pdf>

Protection Cap Plug

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32S103-S00L5.pdf>

Adaptor Male-Male

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/>

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32AS102-K03S3.pdf>

3dB Attenuator

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32AS102-K06S3.pdf>

6dB Attenuator

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32AS102-K10S3.pdf>

10dB Attenuator

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32AS102-K20S3.pdf>

20dB Attenuator

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32AS102-K30S3.pdf>

30dB Attenuator

<http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32K621-K00E3.pdf>

Adaptor Female- Female 22.2mm

http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32w100-016_DB.pdf

Torque Wrench

http://www.rosenberger.de/ok/html/db/32W100-000_DB.pdf

Tool Set

Einige wenige Worte über die Kalibrierung des LOAD.

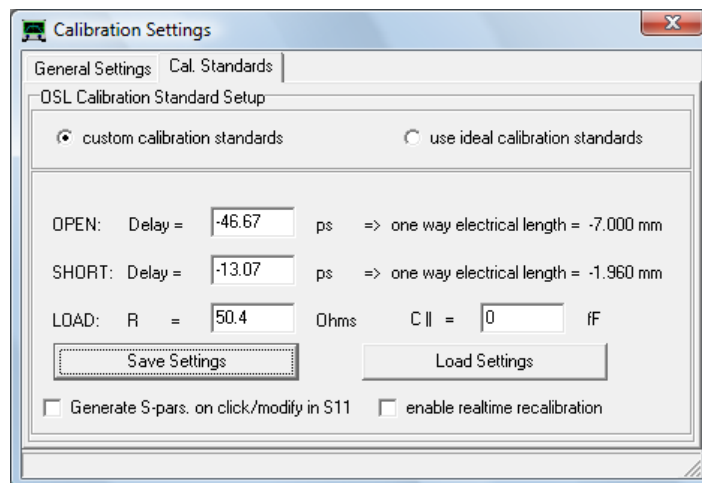
Sie sollten es präzise messen. Sie muss durch eine 4-Punkt-Kelvin-Messung durchgeführt werden. Verwenden Sie eine Reihenschaltung aus den Widerständen 820 Ohm, 100 Ohm-Widerstände 0,1% und das SOL-Load. Speisen Sie die Reihenschaltung mit einer einstellbaren Spannung von 10 V und regulieren Sie sie, bis die Spannung über den 100 Ohm Widerstand - **und messen Sie direkt an den Anschlüssen dieses Widerstands** - 1.000 V beträgt. Jetzt kann die Spannung über dem Load z.B. 0,504 Volt sein und der Widerstand muss 50,4 Ohm betragen. Verwenden Sie diesen Wert in den Einstellungen für das Kalibrier-Kit



Die bisherige Sammlung der kommerziellen Komponenten. Ein SMA Male-Male-Adapter ist hinzugefügt Von Fairview Microwave Teile Nr. SM4961 (siehe später über Rosenberger Teile)

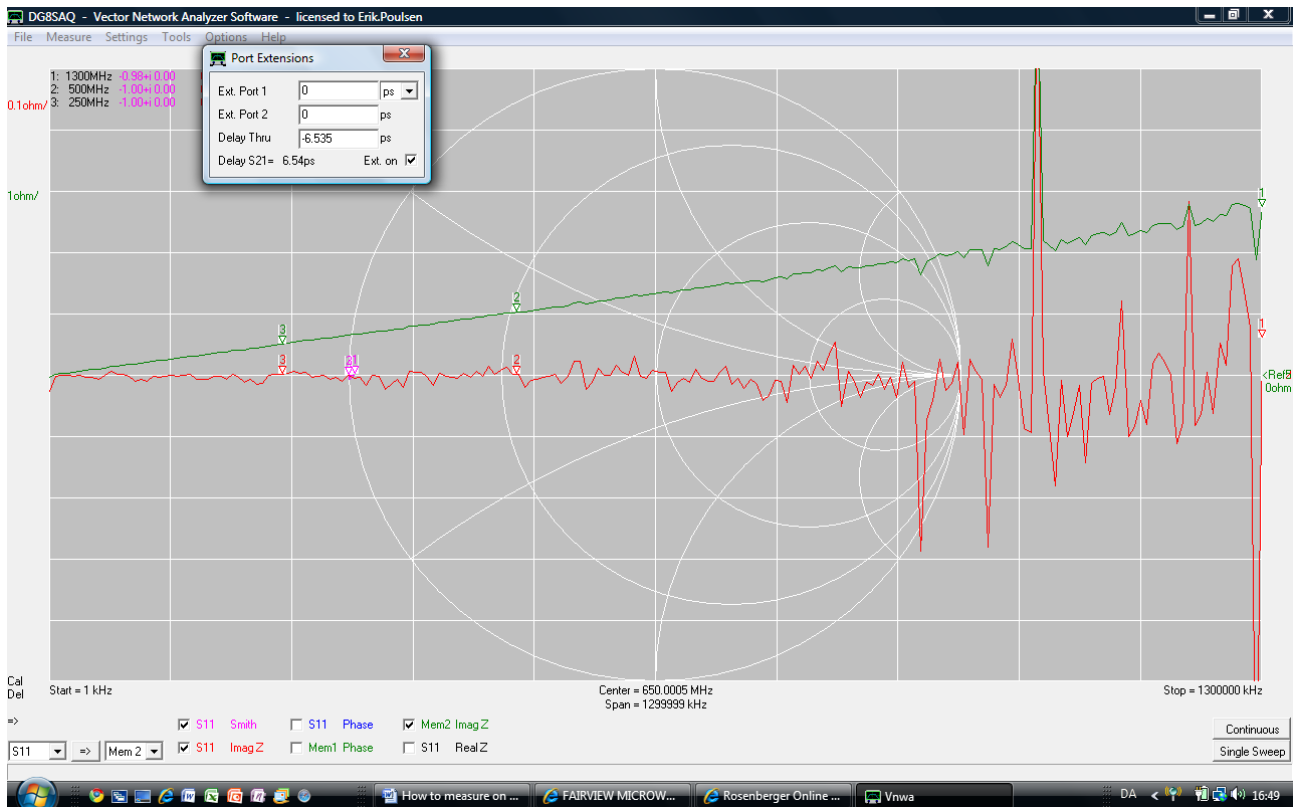
Und jetzt einige Messungen

Nun führen wir eine SOL (T) Kalibrierung durch, mit dem Rosenberger Cal Kit direkt an der Buchse des VNWA Behäuses. Zu diesem Zweck müssen wir den SMA Stecker-auf-Stecker-Adapter verwenden. Der Zweck dieses Tests ist zweifach, zunächst ermitteln wir die Kalibrierungs-Delays beim SMA Female-Female Adapter, er ist 46,67 ps (mit der Endkapazität) und zweitens, um das zusätzliche Delay in einem SMA-Stecker, durch die Übertragung vom Mittelstift, zu messen, testen wir, wenn sie im Open-Zustand



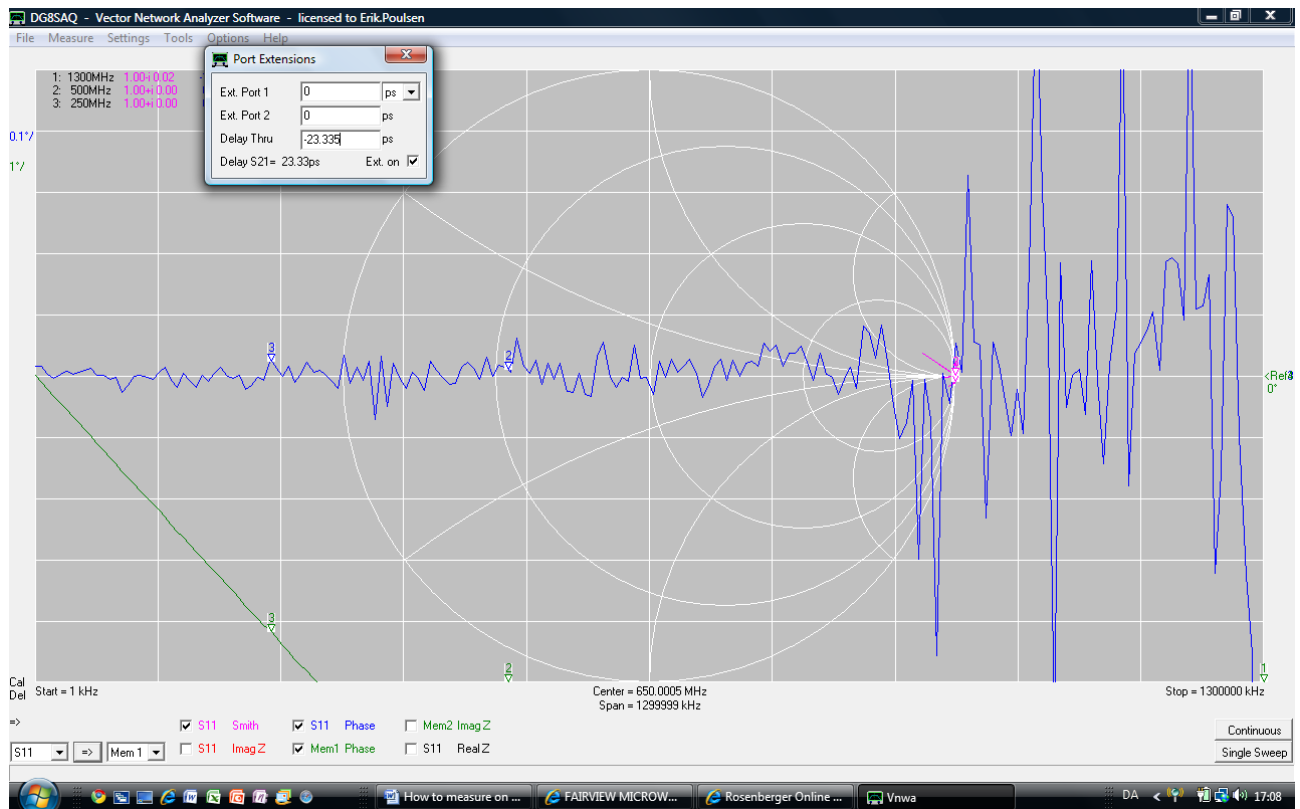
Dies sind die Einstellungen für das Rosenberger Cal Kit bei der Durchführung einer Kalibrierung auf die Mitte des Thru-Adapters.

Nach der Kalibrierung benutzen wir den Rosenberger Short-Adapter und starten einen Sweep



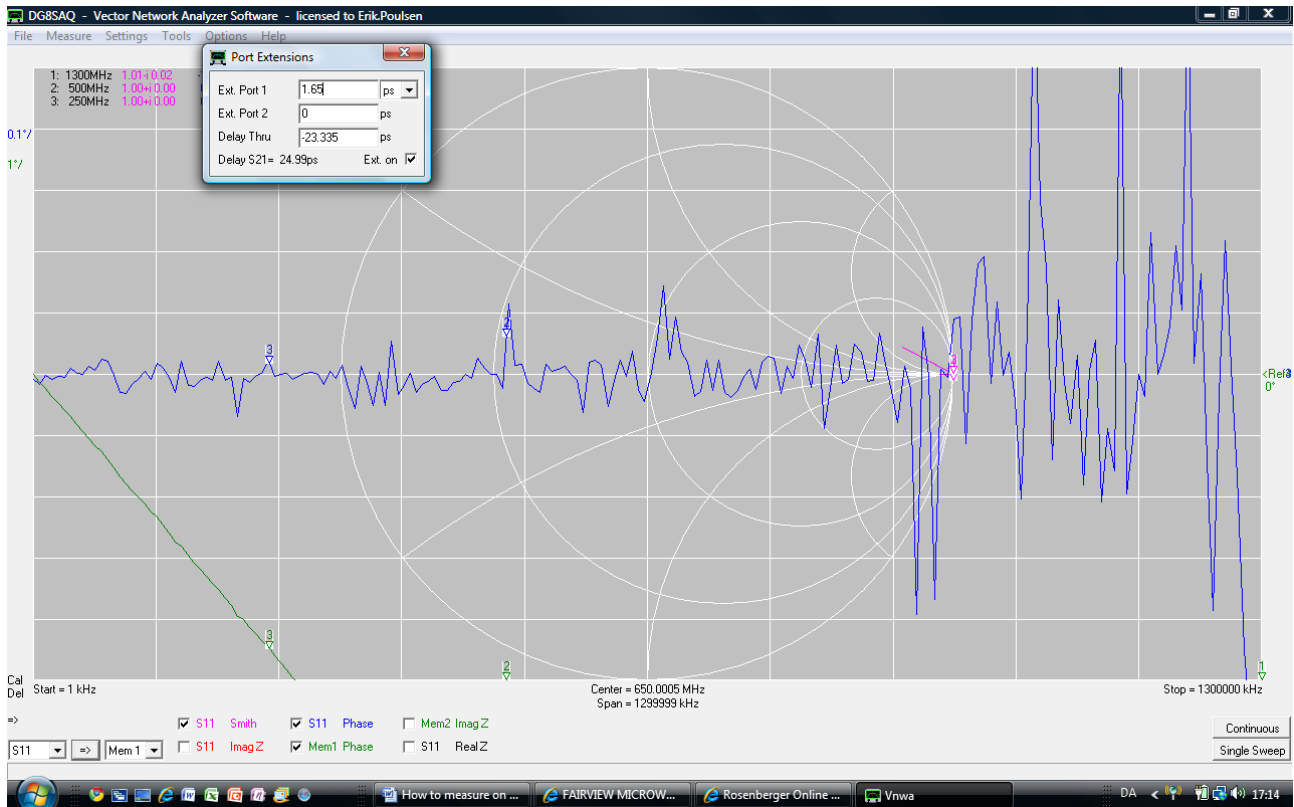
Die Display-Einstellungen sind **S11 Imag Z** mit **ref 0 Ohm** und einer Auflösung von **0,1 Ohm / div**, Mitte an Position 5. Das Trace ist eine gerade grüne Linie (gespeichert in MEM2 als Imag Z und 1 Ohm pro div Auflösung) und mit Hilfe der Measure / Port Extension-funktion, mit der **Einstellung für S21, Delay Thru von -6,535 ps** (die Hälfte des eingegebenen Delays des Short in der Cal -Einstellung), erhalten wir die Messung, justiert auf **0 Imag Z** - eine horizontale Linie - und haben damit die Messung verschoben, weg von der Kalibrierungsebene in der Mitte des Thru-Adapters, an die Position des Short. Da wir es mit Reflexion zu tun haben, mussten wir das S21 Delay mit 2 multiplizieren, um 13,07 ps bekommen. Wir haben auf diese Weise die Qualität der Kalibrierung überprüft und die Qualität des VNWA Konzepts bewiesen. Allerdings müssen Sie sofort messen, weil die Kalibrierung wie die Temperatur driftet, im Laufe der Zeit.

Als nächstes montieren wir den Thru-Adapter erneut. Die Anzeige-Einstellungen werden geändert auf S11 Phase, 0,1 Grad / Division Auflösung und Referenz 0 Grad bei Position 5 der Teilung (in halber Höhe). MEM1 wird auf Phase gesetzt und mit 1 Degree / Division. Nun führen wir einen Sweep durch.



Jetzt ist die Messungen eine gerade, nach unten gerichtete, grüne Linie, die nach MEM1 gespeichert wurde und durch Aufrufen von Port Extension , mit S21 Thru Delay von -23,335 ps, gleich der Hälfte der angegebenen Offset Länge des Adapters von 7mm, beobachten wir ,dass die gespeicherten Messungen sich zu einer horizontale Linie aufrichten. Wieder nur eine Überprüfung der Kalibrierung, aber Wow!

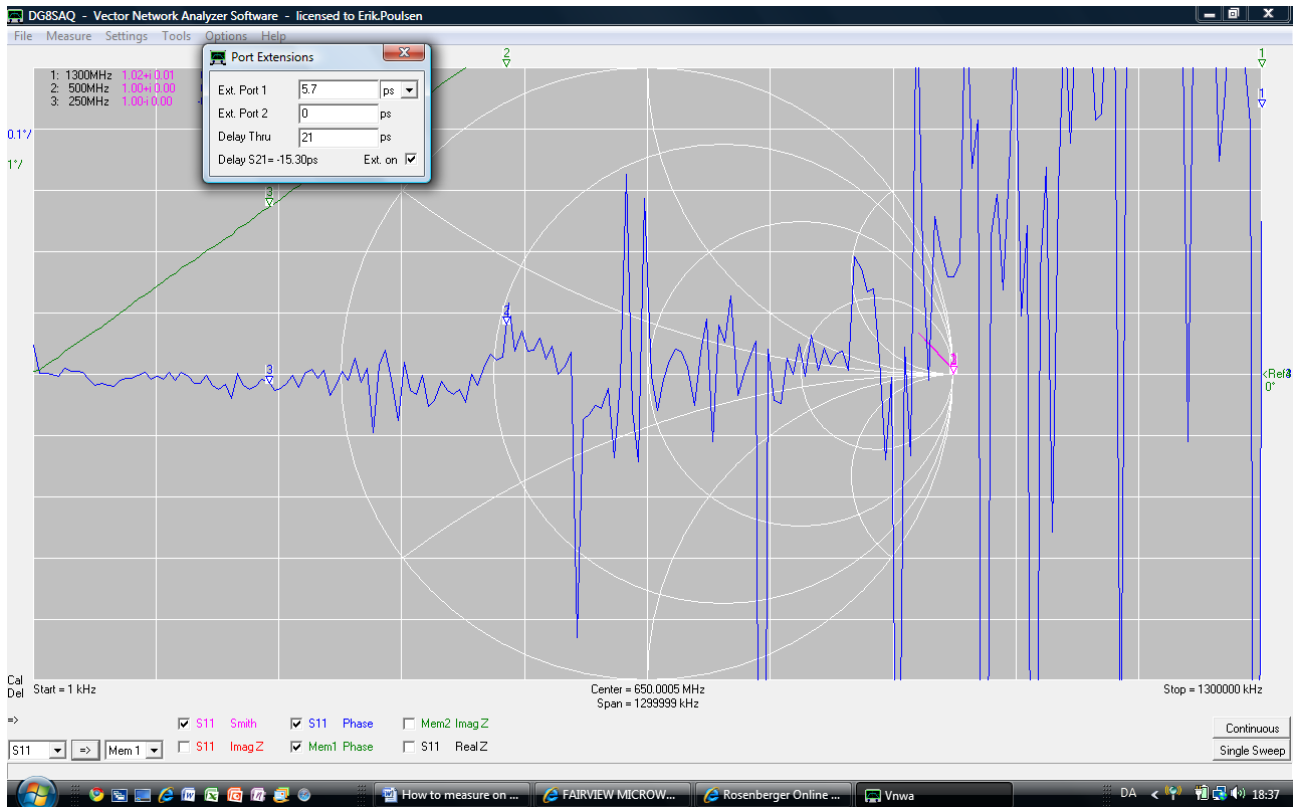
Nun wollen wir sehen, wie die Open-Male-Endkappe die Open-Kalibrierung beeinflusst.



Die grüne Linie (MEM2) ist der neue Durchlauf, gespeichert in MEM1, mit einer Auflösung von 1 Grad / Teilung. Die blaue Linie ist der Sweep, der in die Horizontale verschoben wurde (0 Phase und 0.1degree Auflösung), durch das zusätzliche Delay, eingegeben in Extension Port 1 (nur bequem, um das ursprüngliche Delay in Delay -Thru zu erhalten). Ein 1/100 Grad ist leicht auf der blauen Kurve zu beobachten. Beachten Sie auch, dass das gesamte S21 Delay, zu 24,99 ps, berechnet wird, weil ein **positives Extension Port 1**, einem **negativen S21 Delay Thru** entspricht. Damit ist der Einfluss der Endkappe auf den montierten Thru-Adapter, gleich 1,65 ps oder $1,65 \times 0,3 = 0,495 \text{ mm}$ oder 3.3ps, wenn sie in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter verwendet wird. Bedenken Sie, dass das Delay mit 2 multipliziert werden mußte, da wir eine Reflexion messen, die vorwärts und rückwärts läuft und dass die Kapazität / Strahlung in freier Luft ist. Bitte beachten Sie, dass das Delay bis zu 800MHz gültig ist.

Ich würde niemals eine SMA-Endkappe verwenden, da es logisch erscheint, dass der Einfluss einer zusätzlichen Kapazität am Ende des Thru-Adapters, während der Open-Kalibrierung, vermieden werden sollte, da es keinen Sinn macht, das Hinzufügen, eines weiteren Delays, zu berücksichtigen. Aber ich könnte falsch liegen, wenn keine Endkappe des Thru, andere und unerwünschte Frequenzabhängigkeiten hervorruft, als wenn die Endkappe montiert ist.

Jetzt entfernen wir den Thru-Adapter und starten einen neuen Sweep.



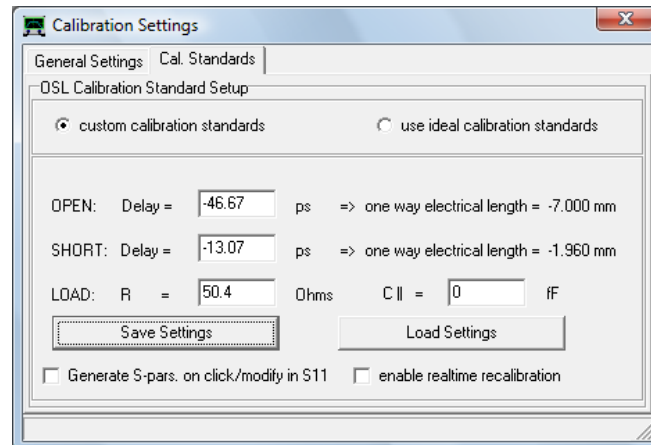
Jetzt sind die Messungen in MEM1 gespeichert (mit 1 Grad Auflösung) und ein S21 Thru Delay von +21 ps (erinnere dich an den Teil "entfernt" ist ohne Endkappe Einfluss) wird zusätzlich, zu den +5,7 ps, eingetragen, im Ext. Port 1 (die in S21 Thru -5,7 ps ergibt) und bringt die Phase auf 0 Grad. Das + Zeichen für S21 Thru zeigen an, dass wir die Messung auf die andere Seite (in Richtung WNA) der Bezugsebene für die Kalibrierung (das Zentrum des Einweg-Adapter),bewegt haben, aber nicht durch 21 ps, gleich der Hälfte der Länge des Adapters von 8,7 mm ($8.7/0.69=12,6$ mm elektrische Länge), aber 15.3ps, die von dem Strahlungsbeitrag des SMA-Stecker-Mittelstift verursacht wird. Diese Mittelstift-Strahlung hat ein Delay von 5,7 ps, das wir jetzt nutzen können, um es in die Kalibrierungs-Settings einzugeben, wenn wir kalibrieren zu einer Bezugsebene, gleich der internen Referenzebene des SMA-Male-Verbinders und erinnern wir uns, dass wir mit 2 multiplizieren müssen, so müssen wir in der CAL Kit Settings für Open **-11,4 ps** eingeben.

Aber wir müssen uns auch daran erinnern, wenn wir das female Short für die besagte Kalibrierung benutzen, das Short Delay sollte -55,07 ps betragen, wie vorausberechnet. **Bitte beachten Sie, dass die Thru Kalibrierung immer noch die Mitte des Thru-Adapters ist, aber es ist nur eine Frage der Verwendung der Port-Extensions Thru S21 Delay-Funktion den Wert von -21 ps zu benutzen, welcher die Hälfte des Thru-Adapter-Delays ist.**

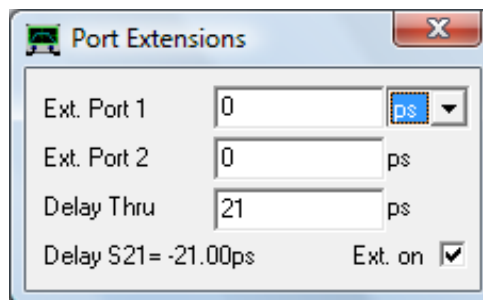
Zusammenfassung von all den vielen Tests:

Die bisherigen Berechnungen und Messungen wurde ausgeführt, um Verständnis für die Delays in den verschiedenen Teilen für die Kalibrierung, zu gewinnen, die in ihrer Einfachheit zu folgenden Schlussfolgerungen gebracht werden können.

Bei Verwendung der Rosenberger Cal-Kits, müssen wir nur noch die Einstellung der Kalibrierung, wie folgt, eingeben:



Dies zwingt die Kalibrierungsebene für S11, S21, im Zentrum des Thru-Adapters zu sein.



Durch die Verwendung von Port-Extension und Eingabe von 21 ps im Delay Thru Feld, wird die Bezugsebene in die interne Referenz-Ebene des männl. Adapter verschoben. Der Delay-Thru Eintrag sollte immer, während der Messung sein, wo S11 und S21 eine gemeinsame Bezugsebene haben, nach dieser Methode.

Wenn Sie die Referenzebene vorwärts bewegen möchten, z.B. bis zum Ende des Thru-Adapters, verwenden sie **-21 ps** statt **+ 21ps** im Delay Thru-Setting. Beim Verschieben der Bezugsebene zu allen anderen Positionen, ist es ratsam, den Ext. Port 1 anzupassen und das Delay Thru auf 21ps zu belassen. Bei der Anwendung von 2-Port-Messungen, verwenden Sie für S12 und S22 Messungen Ext. Port-Settings, weil Sie die Referenzebene wählen können, für reverse Messungen, unabhängig von den vorderen Messung, z. B. wenn der Prüfling verschiedene Steckerlängen hat, für den Eingang und Ausgang und wenn Sie zu Beginn der Leiterbahnen messen möchten.

Nur eine letzte Bemerkung:

Wenn Sie einen männl.Short-Adapters am Ende eines Thru-Adapters montieren und führen einen Sweep von Imag Z aus und verwenden die Ext. Port-Settings, um es an die 0-Ohm-Linie (horizontale Linie) anzupassen, sehen wir ein Delay für den männl. Short bis 2 ps oder ein Offset von 0,6 mm. Das ist unwahrscheinlich und zeigt nur die Annahmen des berechneten Delays von 42 ps des Thru Adapters, kann ein wenig falsch sein,

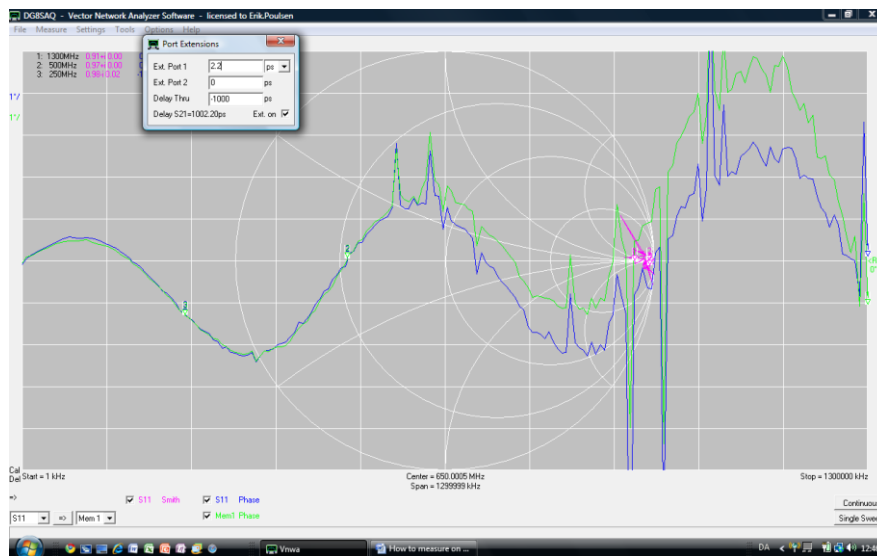
aufgrund, entweder ungenauer Messung an dem Adapter oder die Dielektrizitätskoeffiziente ist etwas anders. Oder weil wir mit Fehlern händeln, die ohne praktische Auswirkungen auf die Messungen im wirklichen Leben sind.

Das kompettiert alles, was notwendig ist, zu wissen, gehen Sie vor und kalibrieren Sie in irgendeiner Weise, verschieben Sie die Referenzebene, wohin Sie auch wollen, und mit jeder Art von SOL (T) Kit, vorausgesetzt, Sie vertrauen den Informationen, die angegeben sind, auf dem Open-End-Kapazitäts-Betrag für das Thru von **0,7 mm**, entsprechend einem **Delay von 2,33 ps oder 4,67 ps, wenn sie in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter**, also ergeben eine totale Delay für die gesamte Länge des **88,72 ps, wenn sie in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter verwendet** werden, und für die offene Strahlung / Kapazität Betrag des Mittelpins eines männlichen SMA-Steckers, eine Delay von **5.7ps oder 11,4 ps, wenn sie in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter verwendet werden.** (wiederholte Tests zeigte sich ein Delay von 5.4ps)

Wie sieht es mit den Messleitungen aus?

Weil die Thru Kalibrierung für 1-Port-Messungen, immer seine Bezugsebene am Ende des Thru-Adapters hat, (sofern nichts für die Open und Short in den Einstellungen der Kalibrierung eingetragen ist und später finde die zusätzliche Leitungslänge zwischen dem Ende des Thru-Adapters und dem RX-Anschluss, während der Thru-Kalibrierung, es muss geachtet werden auf Unterschiede zwischen der Länge der TX- und RX-Test Kabellänge. Da jedoch für eine 1-Port-Kalibrierung "nur" eine 6 Term- Kalibrierung erfolgt und für perfekte Messungen -, mindestens oberhalb 900 MHz - machen ein T-Check-Test mit unterschiedlichen Kabellängen) ist es ratsam, dass die TX- und RX-Kabel elektrisch gleich lang sind.

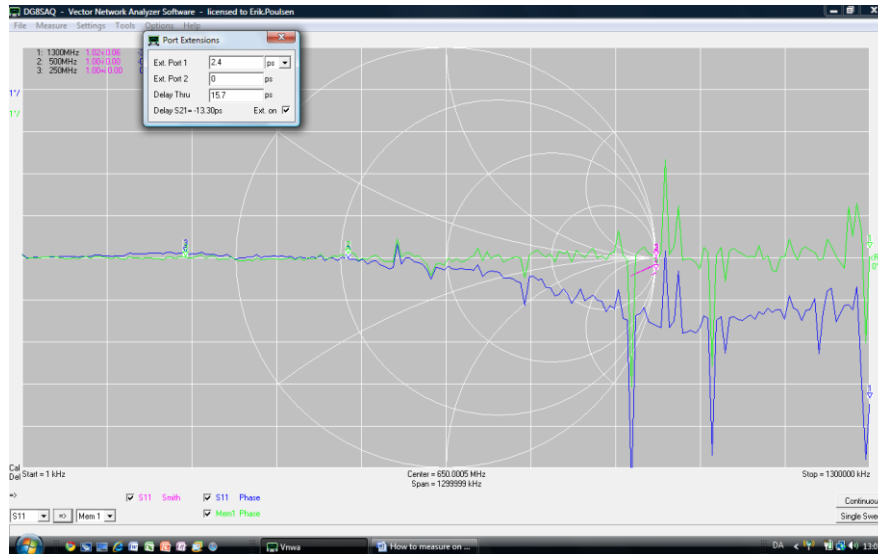
Das ist leicht durch eine Messung der Reflexion getestet und Durchführung einer Port-Extension S21 Delay justierung, für eines der Kabel, bis die Phase 0 ist, speichern Sie es in MEM1 und führen Sie einen neuen Sweep mit dem zweiten Kabel durch.



Das Ergebnis ist -2.2 ps oder 0.66mm Kabellängenunterschied und Delay für den Unterschied adjusted durch Ext Port1.

Das Delay Thru -1000ps ist für das Kabel 1 und für das Kabel 2 Delay alignment ist Ext. Port1 benutzt. Bedenke, ein positive Port1- Extension korrespondiert mit einem negativen S21 delay.

Die gleiche Messung wiederholt nach einer vollen Kalibrierung, durchgeführt mit dem SMA Female Test kit am Ende von den Testkabeln, jedes 21cm lang.



Das Ergebnis dieser Zeit 2.4ps korrespondierend zu einer elektrischen Längendifferenz von 0.7mm oder mechanisch $0.7 \times 0.69 = 0.5\text{mm}$. Dass ist eine sehr gute Anpassung.

Eine Schlussfolgerung so weit ist, dass es ganz gut ist, das Rosenberger Cal Kit zu haben und von einem praktischen Standpunkt aus gesehen, ist es das einzige Kalibrier-Kit, das die Kalibrierungsebene bietet, am den selben Ort, sowohl für Reflexion und Thru. Es ist ganz einfach, die Referenzebene für Reflexion und Thru-Messungen auf eine beliebige Position zu bewegen, durch den Einsatz von Ext. Port1 delays. Wenn die Bezugsebene als Standard für das Ende der Messleitungen sein sollte, dann sind die Daten für Port Extension S21 Delay 21 ps (versetzt um die halbe Länge des Thru-Adapters) und bewegt die Bezugsebene durch Eingabe Ext. Port 1 Delays für 1 Port Kalibrierungen und auch Ext. Port 2 für 2-Port-Kalibrierung (mit einem Test-Set).

Diese Daten sind in einer Tabelle für das Rosenberger Cal-Kit zusammengefasst, wie folgt:

Calibration Plane	Short	Open (Thru adaptor)	Open (Thru adaptor with endcap)	Alternative Open (SMA male Pin on Testlead)	S21 Thru Port Extension
Center of Thru	-13.07 ps	-46.67 ps	-49.67 ps	+30.6 ps	0 ps
SMA Male Cal Plane	-55.07 ps	-88.72 ps	-92.02 ps	-11.4 ps	-21 ps

Die nächste gute Frage ist, können wir uns ein ähnliche gutes Kalibrierungs- Kit machen?

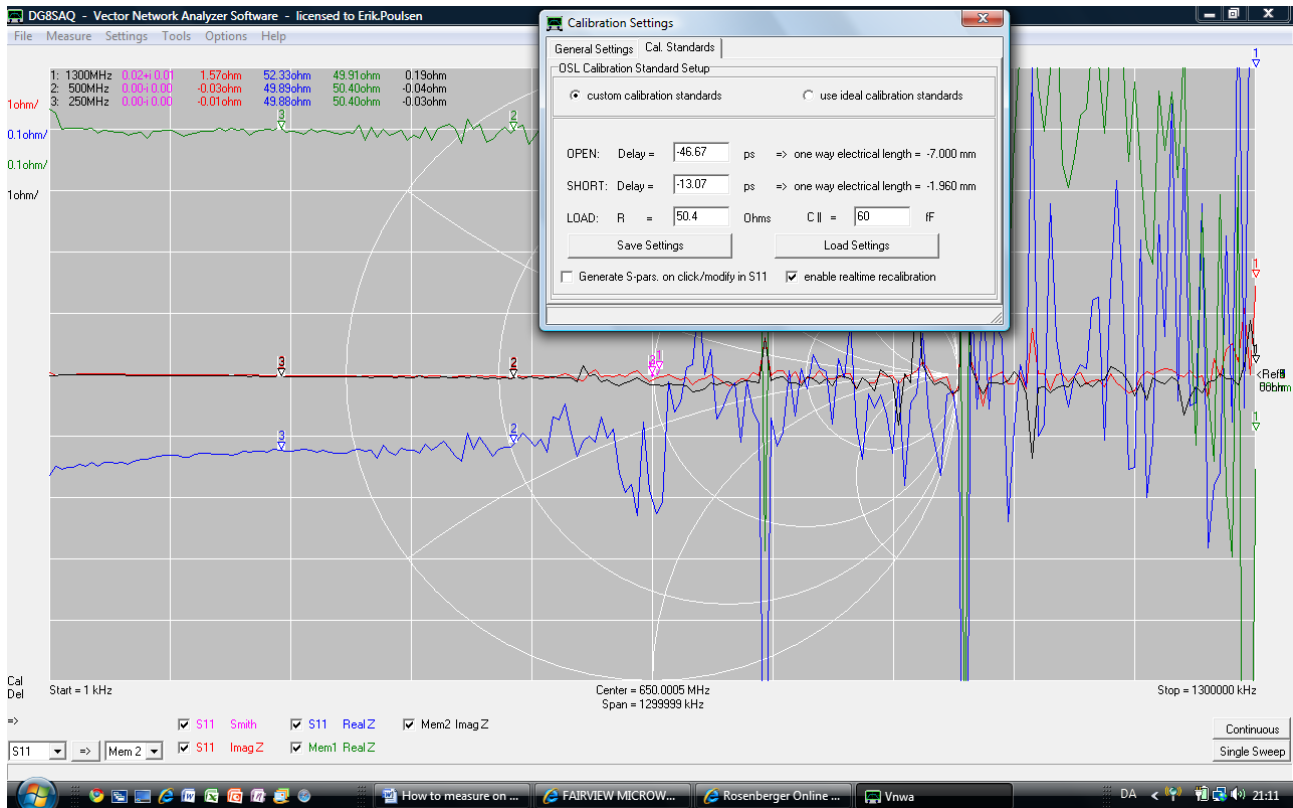
Die gute Antwort ist ja und unten ist, gegenübergestellt, der Rosenberger Cal Kit und ein SMA Cal-Kit, gemacht aus einer SMA-Einbaubuchse oder Panel Thru Adapter.



Eine durchaus übliche SMA Einbaubuchse mit Flanschanschluss, rechts dargestellt. Es hat einen vorne nach hinten Abstand von 9,5 mm und das Bild zeigt ihn als Short-Adapter, auf dem eine 0,2 mm verzinnnte Scheibe mit der Rückseite und Mittelstift verlötet ist. Der Abstand von der Vorderseite zur internen Referenz- Ebene ist 2.0mm.

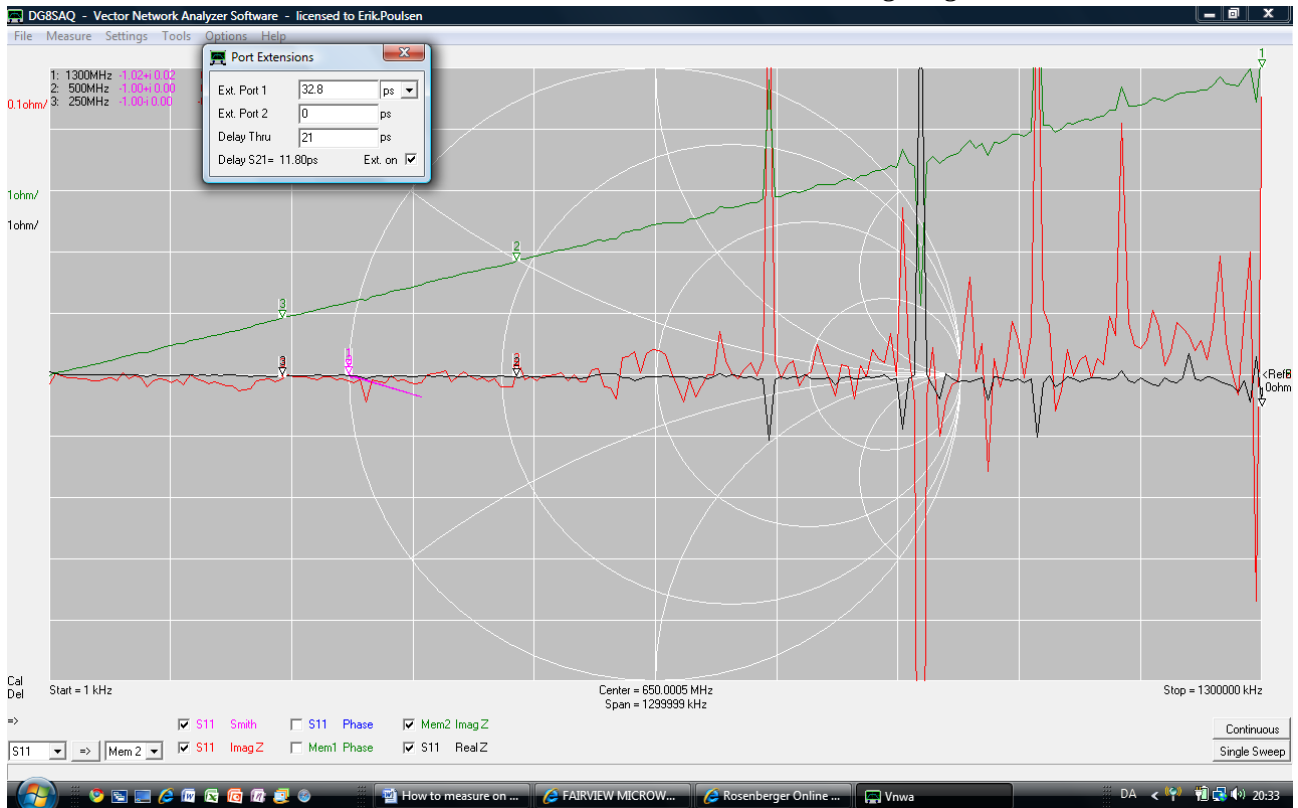
Einige langen SMA Thru-Adapter wurde auf eine Länge von 9,5 mm gefräst, unter Erhaltung des Mittelstifts und wurden verwendet für die Herstellung von Load, Open und Short. Allerdings ist es ziemlich schwierig an den Enden zu löten, weil der Adapter aus Stahl ist, so würde der bevorzugte Adapter die SMA Einbaubuchse Flansch Typ sein, aber in den späteren Testergebnissen sind Unterschiede zu sehen . Das Load besteht aus zwei 1% 100 Ohm 0805 SMD Widerständen in Parallelschaltung und die 4-Punkt "Kelvin" Messung beträgt 49,9 Ohm.

Lassen Sie uns einige vergleichende Messungen machen:



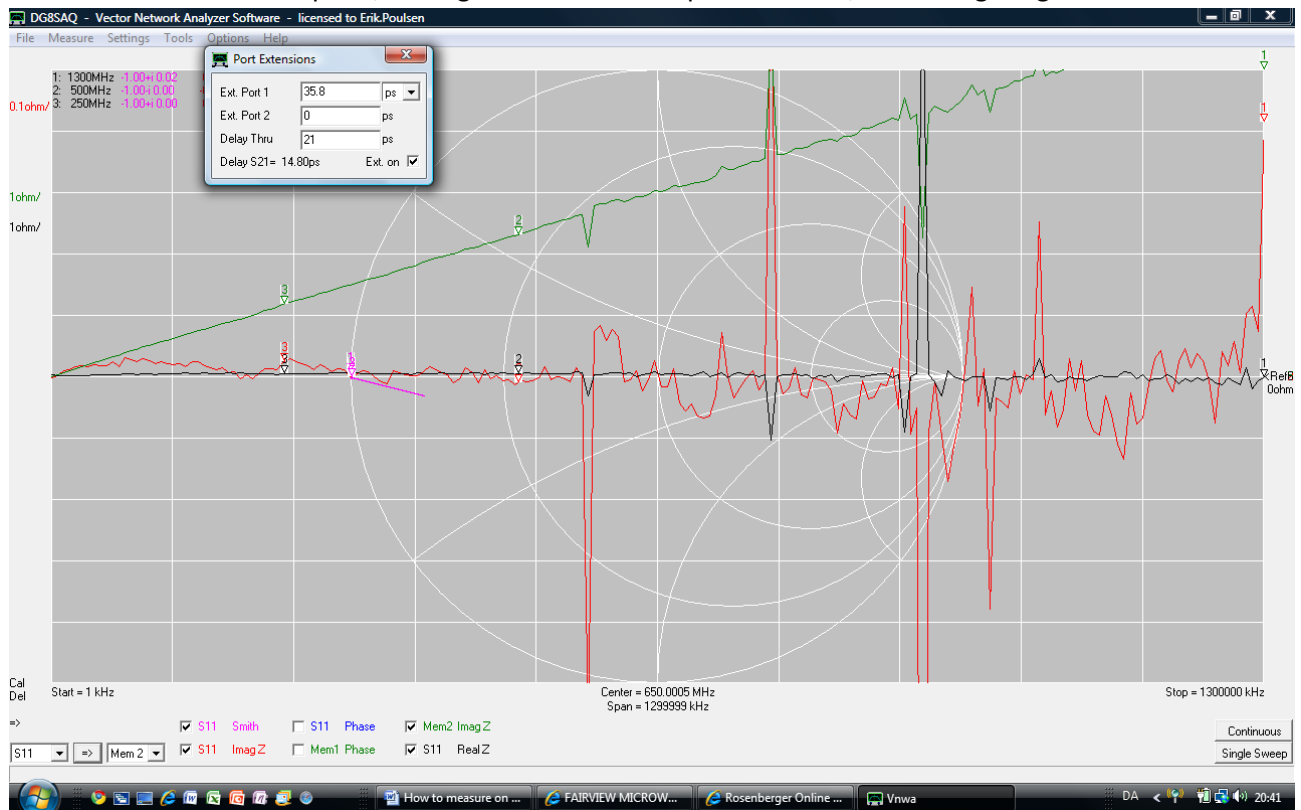
Auf diesem Plot ist **die grüne Linie der Rosenberg weiblich SMA Load** in MEM1 als Real Z (0,1 ohm Auflösung / Teilung und Ref 50 Ohm bei der 5. Teilung) und die schwarzen Linie, gespeichert ist Imag Z (1 Ohm Auflösung und ref 0 Ohm) in MEM2 . Der Realteil ist angenommen als 50,4 Ohm, auch so kalibriert, und der Imag Z = 0 . **Die blaue Linie ist der 9,5 mm lange, selbstgemachte Load** in Real Z und die rote Linie ist Imag Z. Mit einer 4-Punkt-DC-Messung wurde der Real Z als 49.9 Ohm gemessen und bei 250MHz 49,88 Ohm und 49,89 Ohm bei 500MHz. Aber um bei Real Z auf eine "horizontale" Kalibrierungslinie zu kommen, muss für das Load , im Kalibrierungs Setting , 60 fF hinzugefügt werden. Dies ist einfach getestet durch Anklicken von "enabling the Real time Recalibration", "Aktivieren der Echtzeit Rekalibrierung" . Abgesehen davon, ist das Load sehr akzeptabel, für die meisten Benutzer von VNWA, als Standard. Die Imag Z Linie ist so flach wie beim Master-Load, mit einer Abweichung von 0,1 Ohm über 500MHz. Diese Abweichung könnte sogar vom VMWA und dem Messrauschen über 500 MHz, verursacht werden. Die einzige kleine Abweichung ist, das der Real Z von 49,85 auf 49,9 Ohm steigt, im Bereich von 1 KHz bis 500 MHz und diese Tendenz wächst auf bis zu 1300 MHz.

Test des 9.5 mm Short basierend auf den Flanscheinbaubuchse, wie unten gezeigt:



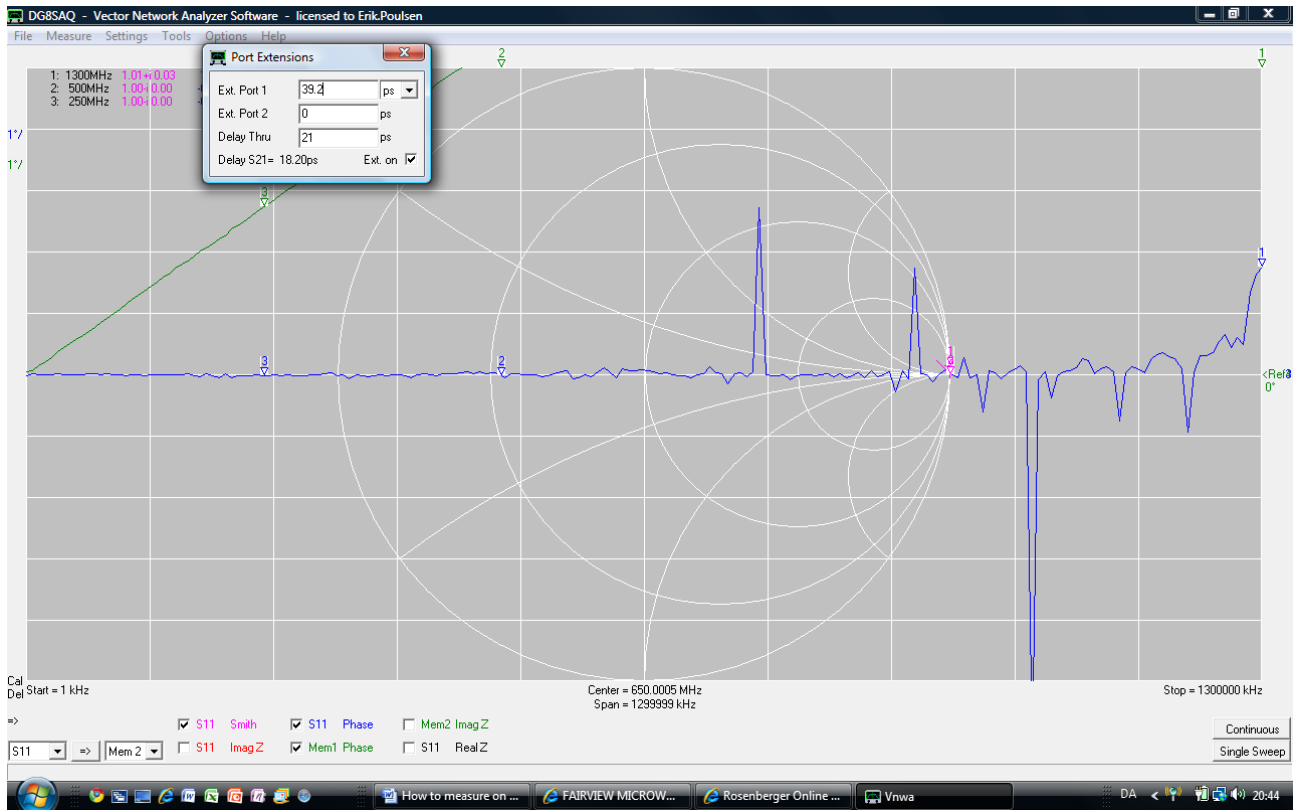
Durch die Einstellung des Port-Extension S21 Thru Delay auf +21 ps (dadurch wird die Kalibrierung Ebene auf die internen Bezugsebene des Male SMA-Stecker gebracht) wird das Imag Z mit einer Auflösung von 0.1ohm /Teilung, auf die 0 Ohm-Linie gebracht, durch Anpassung des ext. Port 1 Delay und fast flach bis 1300MHz. **Das Delay von 32,8 ps entspricht einer physikalische Länge von $32.8/4.83 = 6,8$ mm**. Die Abmessung des Adapters beträgt 9,5 mm, minus 2 mm von dem Ende des Adapters, zu seiner Referenzebene = 7,5 mm. Die Differenz von 0,7 mm kommt lediglich durch die interne Struktur des Teflon, wie der nächsten Test zeigt, ergibt sich eine bessere Korrelation zwischen Berechnung und Messung. Die Ebenheit sowohl für den Real Z und Imag Z ist perfekt bis zu 650MHz.

Test des Short- Test –Adapters, durchgeführt wie beim Open und Load, ist unten gezeigt:



Die S21 Verzögerung ist auf 21 ps gesetzt, um die Referenzebene auf die interne Referenzebene des SMA-Steckers zu verschieben und das Ext. Port1 Delay misst somit den eigenen Short. Das gemessene Delay von 35,8 ps, gleich einer Länge von 7,41 mm (sollte 7,5 mm ergeben, so dass der Unterschied nur 0,1 mm ist) und die Ebenheit der Linie von Real Z und Z Imag ist OK.

Das Testergebnis, von dem selbst gemachten 9.5mm Open, ist unten gezeigt:



Das Port-Extension für das S21 Delay ist eingestellt auf 21 ps, wie erläutert, auch für die anderen Tests und zur Abstimmung der S11 Phase auf 0 Grad. Das Ext. Port1 Delay ist auf 39,2 ps gesetzt, entsprechend einer Länge von 8.11mm. Die zusätzliche relative Länge von 7,5 mm (die eigentlich 9.2mm - 2mm = 7.4mm für den eigentlichen Adapter ist) ist 0,71 mm. Dies ist eine ziemlich gute Anpassung, weil der Endkappeneffekt für die Rosenberger Thru Adapter mit 0,7 mm berechnet wurde. Die Ebenheit des Plots ist auch OK.

Allgemeine Schlussfolgerung über die selbstgemachten Short, Open und Load:

Wenn es so gemacht wurde, wie beschrieben, müssen die Einstellungen in Reference Settings - wenn Sie wollen, dass die Referenzebene, die male SMA Adapter Auflagefläche / Ref. Plane ist - sein :

Für den Load beträgt der Widerstand, bei DC gemessen und eine 4-Punkt-Messung, 49,9 Ohm mit Zusatz von einer Kapazität von **60 fF**.

Für das Delay des Short es soll **-72,5 ps** (7.5mm bei Teflon) sein und :

für Open zusätzliche -4,67 ps (das sind zusätzliche 0,7 mm) = **76.67 ps**

sonst **0 ps** für den Short, **-4,67 ps** für die Open, wenn die Bezugsebene direkt hinter dem Flansch des Adapters sein soll, für z.B. einen Filter, in dem Fall, eines angeflanschten SMA Verbinder mit 9.5mm Länge. Schließlich, wenn Sie einen "kalibrierten" Short und Open haben, wie das Rosenberger Cal - Set, können Sie noch besser messen, die genaueren Delays, für die selbstgebauten Adapter - wie diese beschrieben.

Wie wäre es mit einem Kalibrier-Set für N-Norm-Verbinder?

Im unteren Bild ist ein Kalibrier-Set zu sehen, das ich von einigen neuen Flanschadapter, via E-Bay "für kleines Geld" gekauft, gemacht habe (Amphenol Connex P / N 172260-10) und auf eine "Schaft" Länge von 5mm gefräst, wie dargestellt.

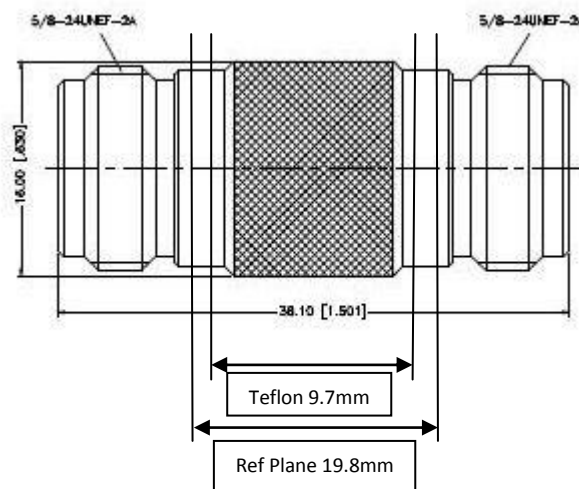


Ich habe auch einen Short, der keinen Teflon-Innenteil hat, so dass die elektrische Länge nur die interne "Röhre" ist, von der Bezugsebene bis zur Kurzschlussplatte von 11,5 mm, mit nur Luft-Dielektrikum. Dies sollte ein ziemlich genaues Short sein, mit einem Einweg-Delay von 38,33 ps oder 76,66 ps, wenn es in Verbindung mit der Einstellung unter CAL-Kit-Parameter verwendet wird. Es wird als N 38.33ps Short bezeichnet werden.

Ein Thru-Adapter ist ebenfalls erforderlich, wobei ich eine Amphenol P / N 172123, weiblich – weiblich gekauft habe, max 11 GHz Rückflussdämpfung 33dB @ 1-2 GHz, 28dB @ 2-3 GHz.

Einen männliche N-Typ –Load von Radial wurde ebenfalls gekauft P / N R404240000 50 Ohm 1Wmax 12.4GHz SWR <1,05 (32.4dB Rückflussdämpfung) DC bis 4GHz zu können, um die selbstgemachten Versionen zu testen. (zu sehen auf dem rechten Bild)

Berechnete Parameter für die Thru-Adapter:



Die elektrische Länge des Teflon Abschnitts ist $9.7\text{mm} / 0.69 = 14.06\text{mm}$ oder eine Verzögerung von 46,87 ps

Die elektrische Länge des Luft-Dielektrikum Abschnitt ist $19,8 \text{ mm} - 9,7 \text{ mm} = 10,1 \text{ mm}$ entspricht einem Delay von $10,1/0,3 \text{ ps} = 33,67 \text{ ps}$. Alles zusammen einem Delay, zwischen den beiden internen Bezugsebenen, von **80,54 ps, wenn sie in Verbindung mit Port Extensions Thru Delay** verwendet werden, um die Bezugsebene für S11 und S21 an den N-Stecker zu verschieben, während der Messung. Wenn verbunden mit dem **N 38.33ps Short**, mit einem Delay von **38,33 ps**, das gesamte Delay beträgt **199,4 ps**.

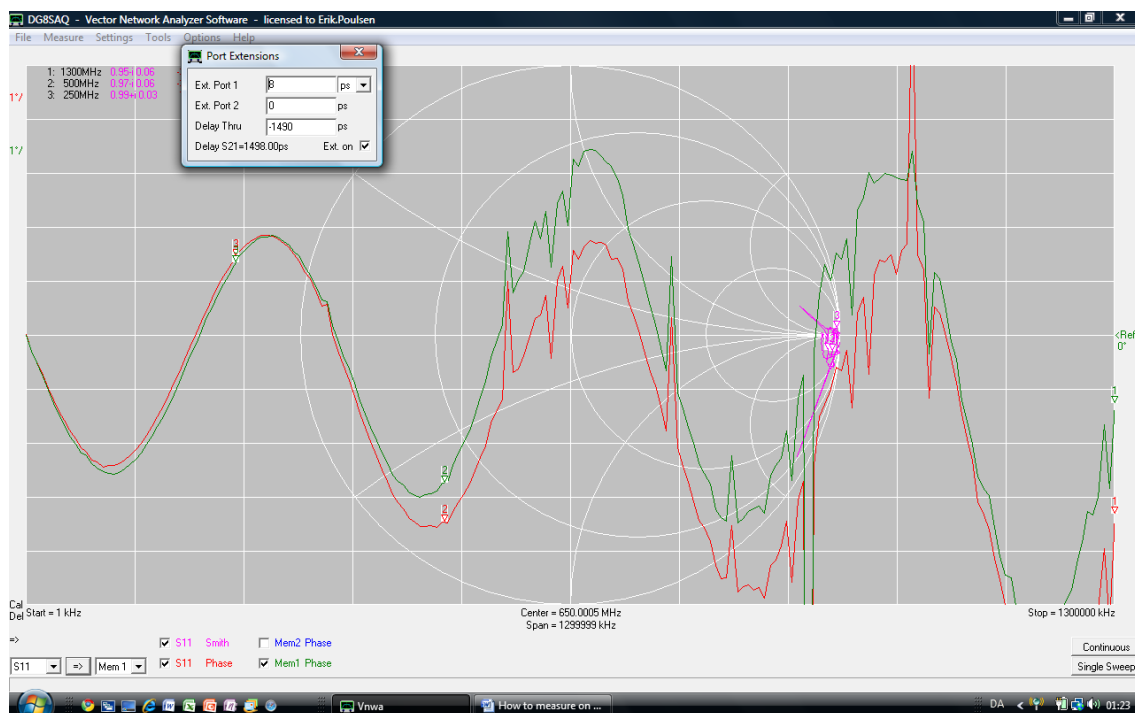
Selbst gemachte Prüfkabel.

Ich habe zwei identische Messleitungen gemacht, SMA-Stecker an N-Norm Stecker mit RG142 50 Ohm Teflon-Kabel.

Zu diesem Zweck fand ich einige "amateur freundlich" SMA Stecker Tyco Electronics P / N 1-1478921-0



Test von den SMA / N-Type Male- Male Test-Kabeln.



Das erste Kabel markiert mit TX, hat ein Open Delay von dem Female SMA zum VNWA-Gehäuse von 1490ps und der Scan ist in MEM1 gespeichert. Das zweite Kabel hat ein weiteres Delay von 8 ps, gemeint es ist $8 \times 0,207 \text{ ps} = 1,65 \text{ mm}$ länger. Wie ersichtlich ist es schwierig, sie auf zu "Deckung" zu bringen und genaue Werte zu erhalten, wenn ein Kabel oder einige Umsetzungs-Adapter beteiligt sind, aufgrund von stehenden Wellen.

Bevor wir in der Lage sind, eine Kalibrierung zu tun, müssen wir die Delays für die Open und Short-Adapter berechnen.

Wenn wir den N 38.33ps Short nehmen, mit einem 38,33 ps Delay, das wir zuvor berechnet haben, nur mit dem Innenrohr mit Luftdielektrikum, haben wir, wie gesagt, ein Delay als von 38,33ps oder 76,66 ps , wenn es in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter verwendet wird.

Wenn wir das Short 5 mm versetzen, hinter die Rückseite des Verbinders, haben wir weitere 4,7 + 5 mm mit Teflon vor dem Short. Das gibt $9.7/0.207 \text{ ps} = 46.86\text{ps}$ Delay hinzugefügt zu den 38,33 ps ergibt insgesamt 85.19 ps **oder 170,38 ps, wenn sie in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter verwendet wird.**

Der Open-Adapter, mit gleicher Länge, hat das gleiche Delay, **plus Endkappe Strahlung noch unbekannt.**

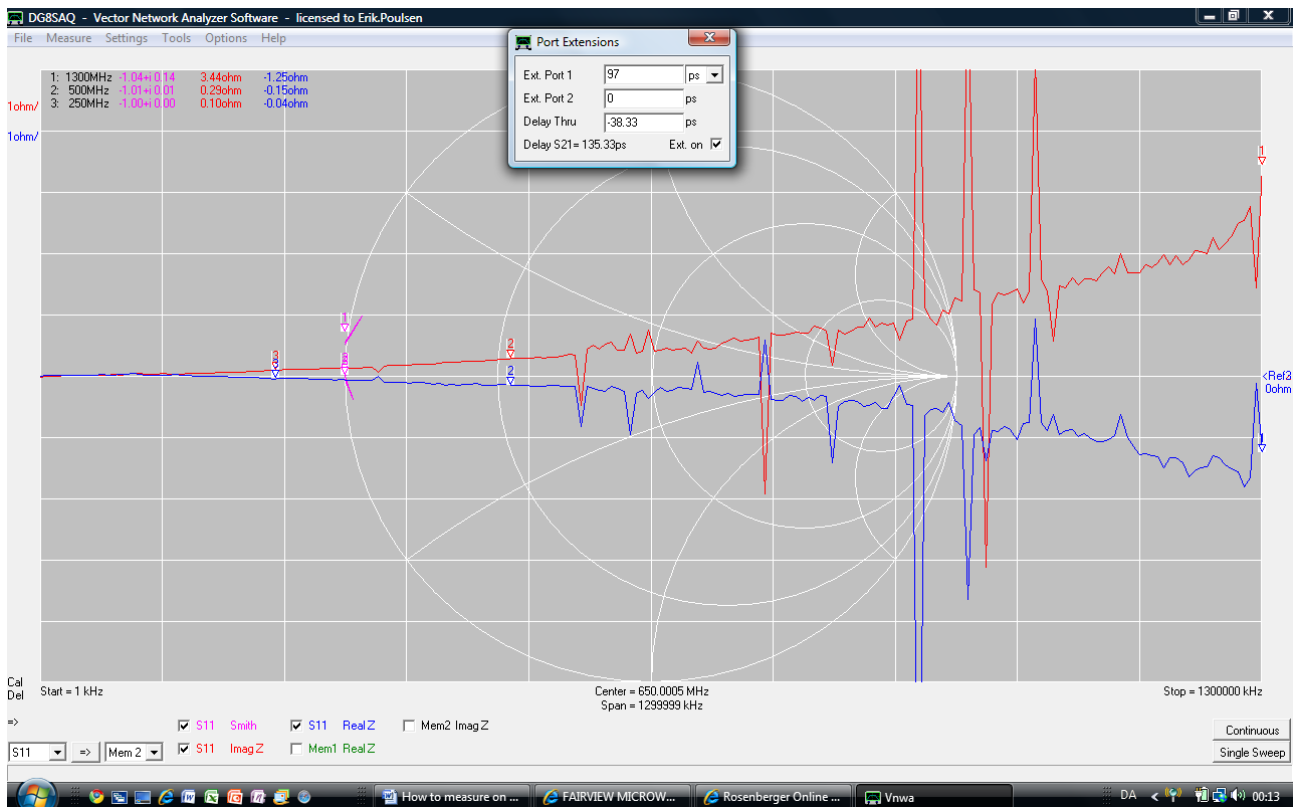
Das Finden der Delays, verursacht durch die Mittelstift -Strahlung des "5 mm" männlichen N-Norm-Open- Adapters .

Eine Kalibrierung am Ende eines SMA-Stecker-Stecker-Adapters, montiert auf die SMA-Buchse des VNWA -Gehäuses, kann durchgeführt werden, mit dem Rosenberger Cal-Kit.

Um die interne Kalibrierungs- Ebene eines weiteren angeschlossenen SMA weiblich zu N-Norm weiblich Adapters zu bestimmen, wird der zuverlässige **N 38.33ps Short** - nur mit einem inneren Rohr mit Luft-Dielektrikum, das eine Delay von 38,33 ps hat - an diesem letzteren Adapters, verbunden.

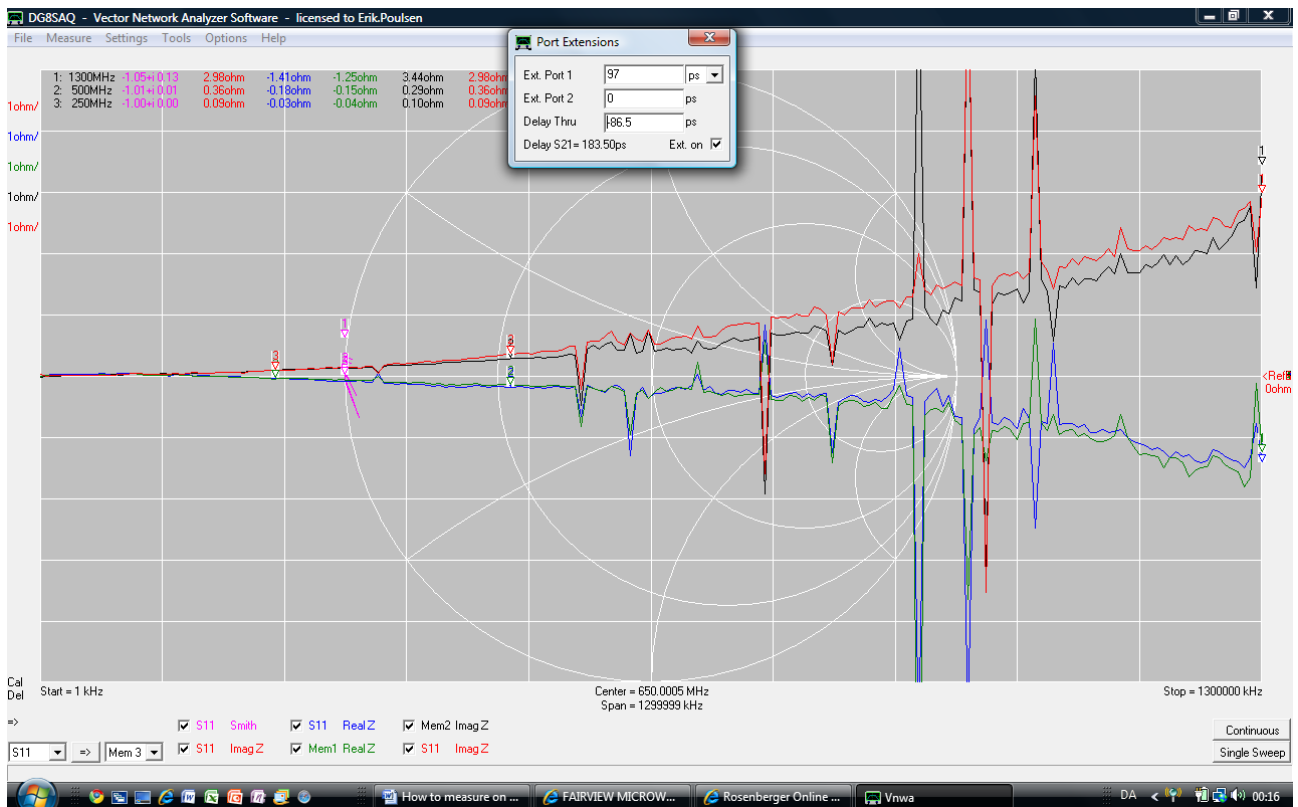


Durch Setzen des Port-Extension Thru Delays von -38,33 ps, können wir das S21 Delay anpassen, so dass das $\text{Imag } Z$ 0 Grad beträgt und damit die Position der N 38.33ps Short Kurzschlußebene durch Einstellen des Extern. Port1 Delay auf $\text{Imag } Z = 0$, ist.



Bei der Beobachtung der Frequenzen unterhalb 50MHz, liegt $\text{Imag } Z$ auf Null und das Ergebnis hat ein Ext. Port 1 Delay von 97 ps - das ist die Summe der beiden Adapter. Wir werten diese als "unbedeutende" Abweichung. Kümmern Sie sich nicht darum, dass die Kurven "nach oben biegen", es hat keine Auswirkungen.

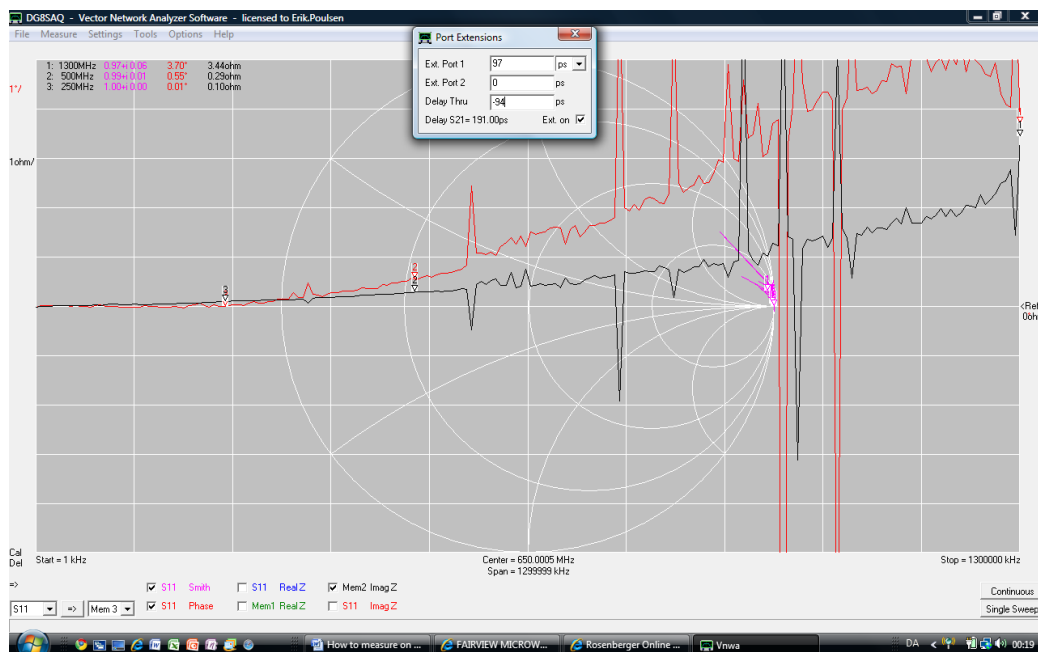
Nachfolgender N-Norm Short mit 5 mm "Schaft" wird auf den Adapter montiert und die Phase wird wieder auf 0 $\text{Imag } Z$ gestellt, durch Anpassung des Port Extension Thru Delays.



Das Delay wird nun definiert als 86,5 ps oder **173 ps, wenn es in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter** steht, gleich des Delays des Short . Die Berechnung hatten wir früher durchgeführt, wie erwähnt, 85,19 ps, welches eine Differenz von 0,9 mm ist, entsprechend 1.31ps in Teflon. Wenn die Berechnung 85,19 ps richtig ist, kommt die Zugabe von 1,31 ps Delay zustande, aufgrund mangelhaften Grounds und in der Kalibrierungs- Einstellungen des 86.5ps x 2 = 173 ps sollte für den Open "5mm" Adapter verwendet werden.

Das Delay von 85,19 ps ist auch das Delay des Open N-Norm- Adapters, mit Ausnahme des Endes Kapazitätseffekts.

Durch die Montage der Open N-Norm "5mm"-Adapters und einstellen der Phase auf 0 Grad, finden wir die End-Kapazität / Strahlung Figur.



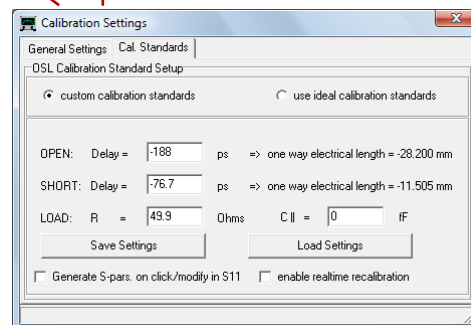
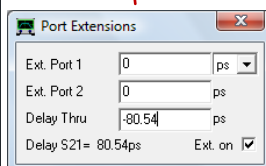
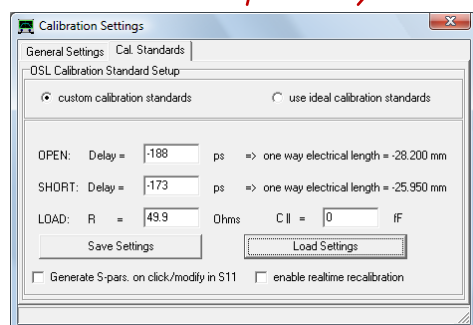
Das Delay, nachdem die Phase auf 0 Grad gesetzt ist (bei Frequenzen unter 50MHz), ist jetzt -94 ps, einer Differenz von $94\text{ps} - 85,19\text{ps} = \mathbf{8,81\text{ ps}}$ entspricht 2,64 mm in der Luft und das ist auch der Einfluss der Open Standard Endkappe. Für die Kalibrierungs- Einstellung beträgt dies **17.62ps**. Das berechnete Open ist dann $-(85,19 + 8,81)\text{ps} = \mathbf{94\text{ ps}}$ oder **188 ps, wenn in Verbindung mit der Einstellung unter CAL Kit Parameter** verwendet.

Jetzt kennen wir genug Daten, um eine Kalibrierung mit Referenz-Ebene am Ende des Thru-Adapters durchzuführen und anschließendes Verschieben an den N-Norm-Stecker-Adapter am Ende des Test-Kabels.

Calibration settings:

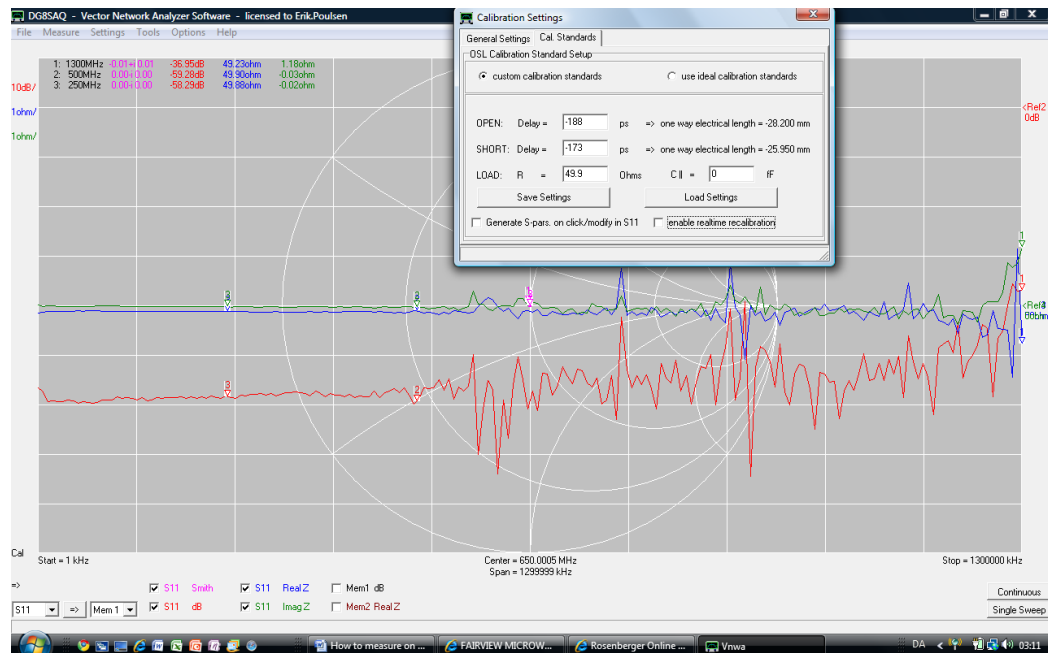
Reference Plane	Open 5.5 mm Shaft	Short 5.5 mm Shaft	"N 38.33ps Short" Delay	Female Female adaptor as Open
Female N	-188 ps	-173 ps	-76.66 ps	-29.6 ps
Move to Male N (Port Extensions Thru delay)	80.54 ps	80.54 ps	80.54 ps	80.54 ps

Der weibliche Adapter wird benutzt als Open, Delay von -23.53 ps jetzt noch nicht gefunden. Siehe später

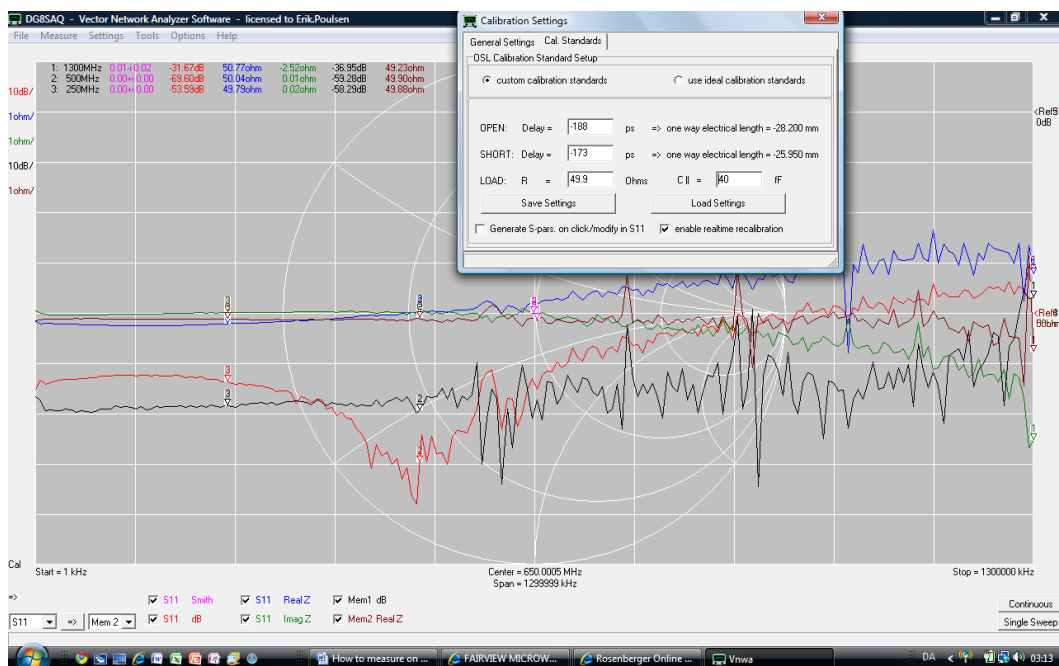


Test des handelsüblichen Load:

Durch die Verwendung der oberen Kalibrierungsparameter, können wir nun eine Kalibrierung durchführen, mit einem handelsüblichen Load, in Gebrauch.



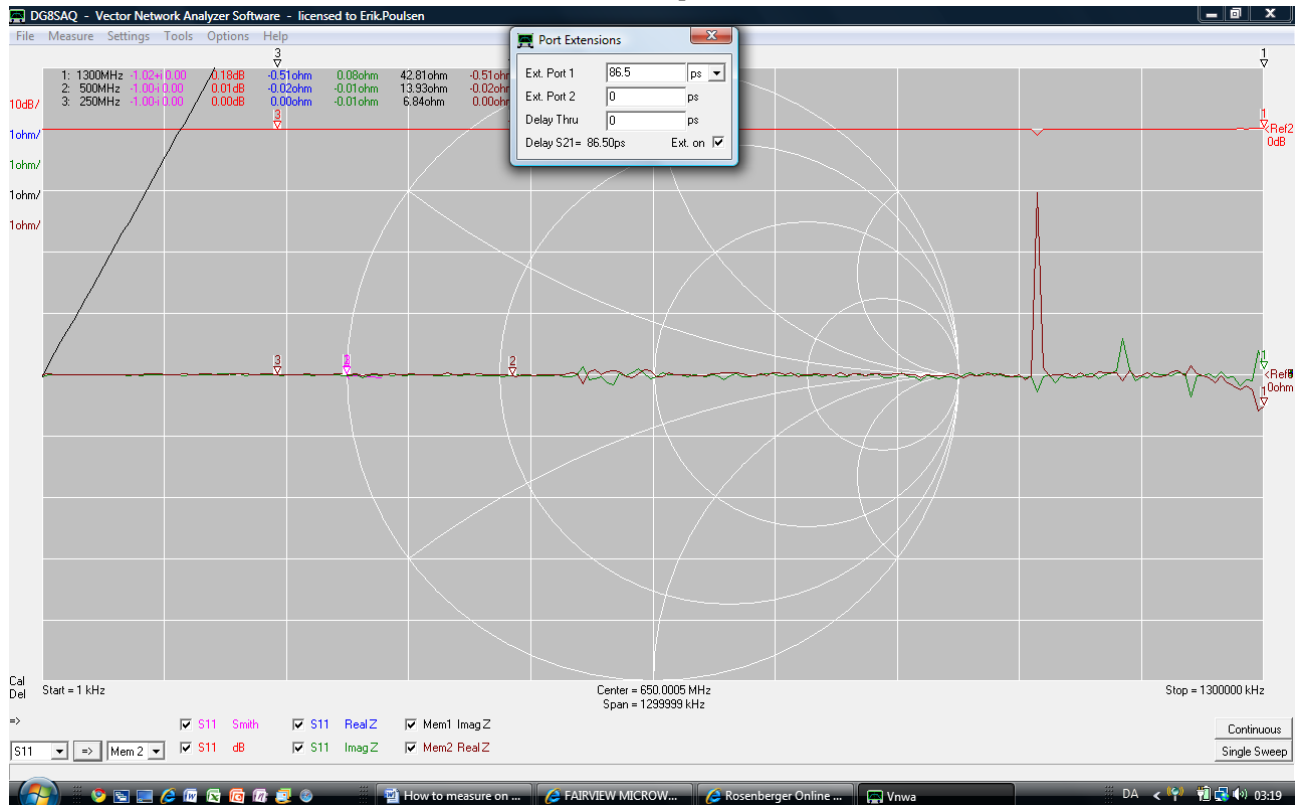
Alle Bedingungen sind in Ordnung und jetzt ist die Zeit für die Messung des selbstgemachten Load.



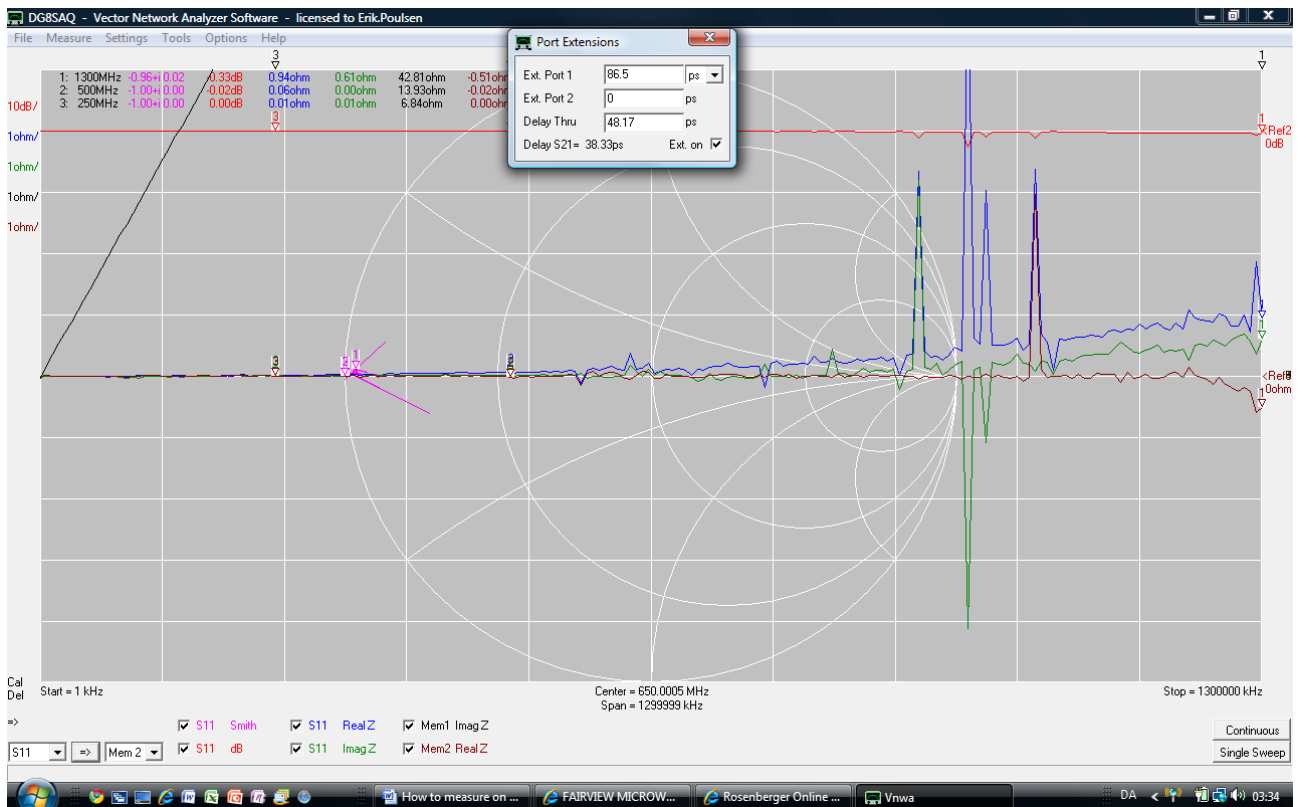
Der gleiche Trend zeigte sich in den Kurven, wie bei dem selbstgemachten SMA Load, dass ein Zusatz von etwas Kapazität erforderlich sein könnte, bei der Kalibrierungs- Einstellung. Auch zu bemerken ist die veränderte Skalen- Einstellung, um die Kurven besser ablesen zu können, wie den Reflexionskoeffizient mit 0dB bei Teilung 9.

Durch die dynamische Funktion "enable real time recalibration" wurde 40 fF hinzugefügt durch Anpassung der **Img Z auf 0 Ohm**, bei Frequenzen unterhalb von 650 MHz. Auch bei diesem selbstgemachten Load (blaue Kurve) gibt es etwas Transformation des Real Z, aufgrund der inhärenten Konstruktion. **In MEM1 ist der kommerzielle Load- Reflexionskoeffizient gespeichert**, aber immer noch der selbstgemachte hat einen Level von mehr als 50dB, bei Frequenzen unterhalb von 600 MHz. **MEM2 speichert den Real Z**. Img Z für den kommerzielle Load ist vollkommen flach (siehe vorheriges Bild).

Ersetzen Sie den "5 mm Short" durch den N-Norm 38.33ps Short



Durch den Lauf eines Scan des "5 mm" Short-Adapters und einstellen des Ext. Port 1 Delays auf 86,5 ps (das gemessene Delay), sind die ImagZ genau auf der 0 Ohm-Linie.

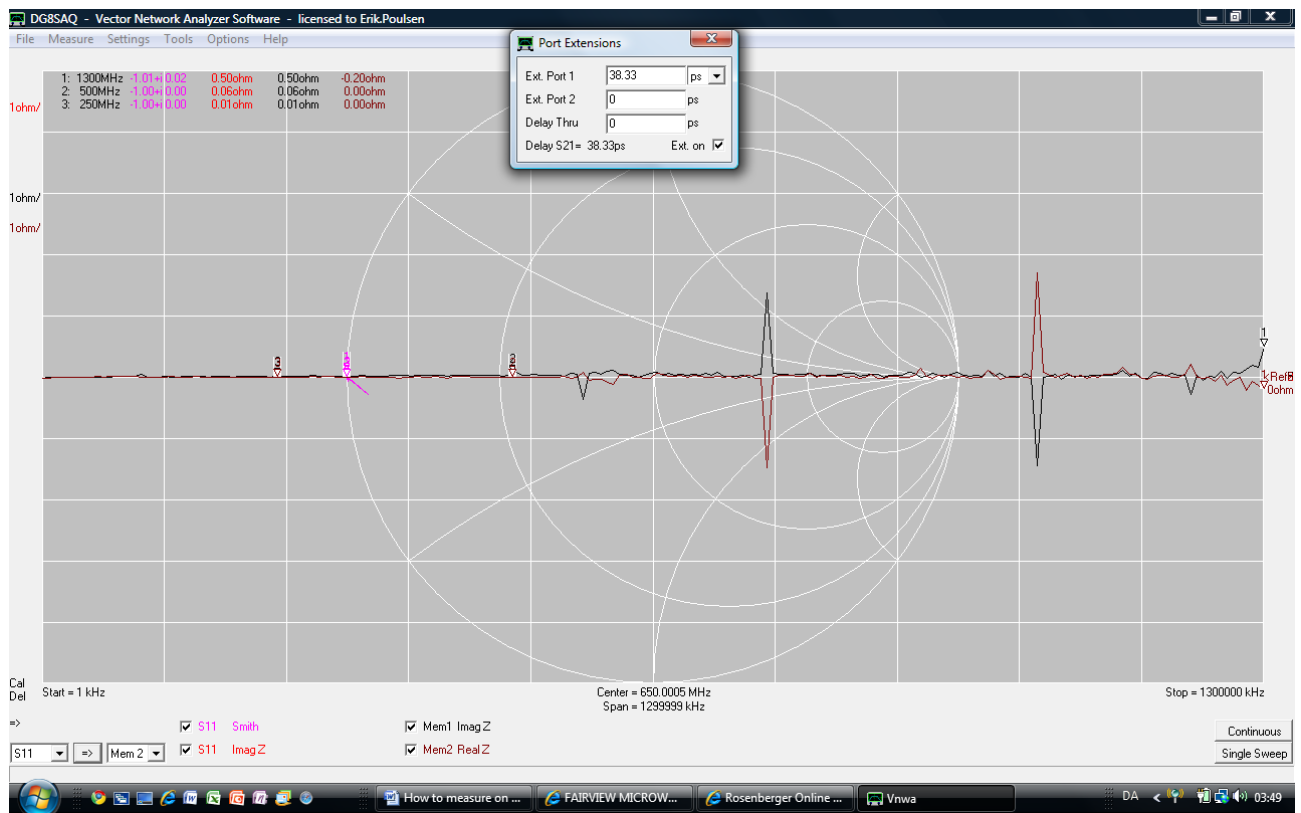


Durch das Ersetzen des "5 mm" Short-Adapters mit dem "N-Norm 38.33ps Short, dann eine S21 Delay Thru Anpassung auf 48,15, bringt das Img Z auf die 0 Ohm-Linie und summiert auf, zu einem Total S21 Delay von 38,33 ps, was genau der berechneten Wert ist.

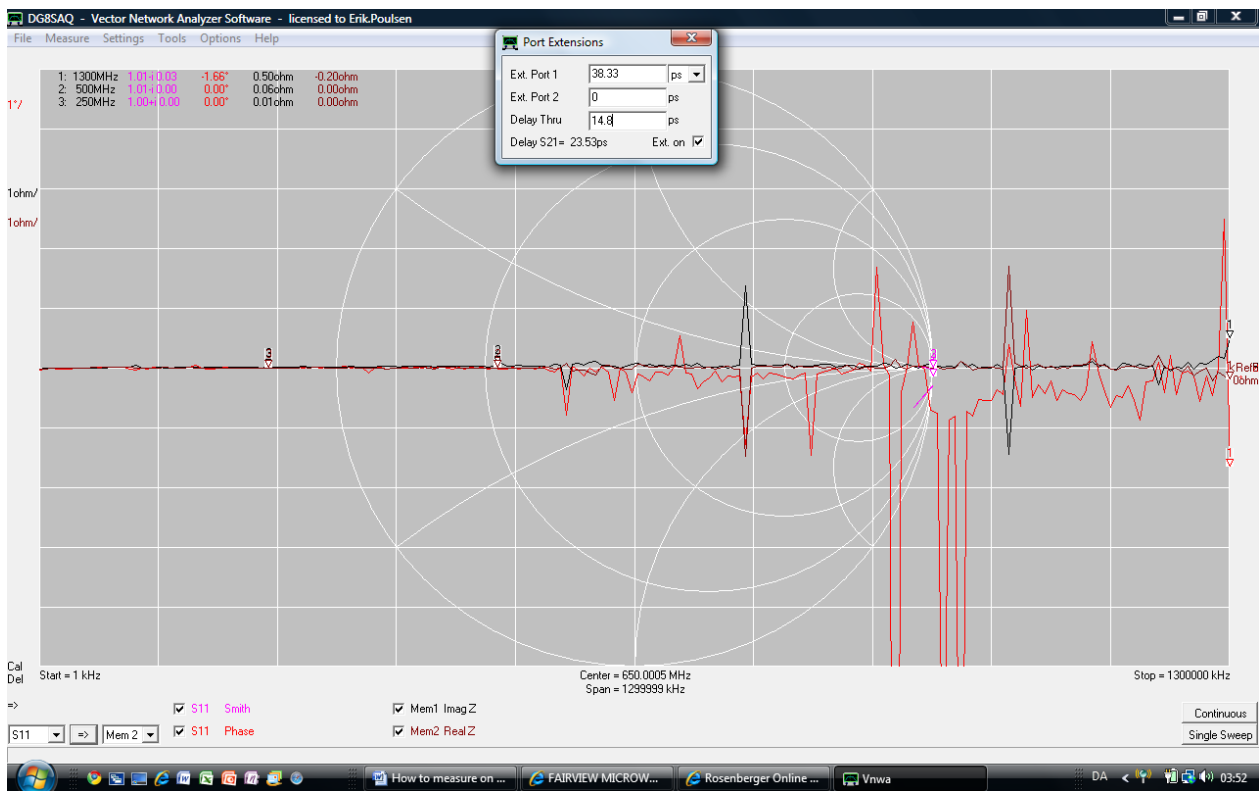
Das Ergebnis zeigt, Kalibrierung und Messung ist korrekt, und dass der "5mm" Short-Adapter "und der" optimale "Short-Adapter, sehr gut sind, da Real Z und Imag Z gerade sind, bis mindestens 700MHz .. Es wird angenommen, dass der "Short Short" mit 38,33 ps Delay, der genaueste ist (die wenigsten Parameter weisen Auswirkungen aus, auf das berechnete Delay und somit die Genauigkeit) und es wird tatsächlich der "5.5mm" Short bevorzugt.

Eine neue Einstellung der Kalibrierung ist natürlich erforderlich.

Durch das Entfernen des N 38.33ps Short Short, können wir das Mittelstift-Strahlungs-Delay berechnen.



Ein Sweep des N 38.33ps Short mit 38,33 ps Delay und Einstellung des Ext. Port1 mit 38,33 ps, bringt das ImagZ auf die 0 Ohm-Linie und die Bezugsebene auf die interne Referenz ebene des weiblichen Adapters.



Das Entfernen des Short und Durchführung eines neuen Sweep, mit S11 als Phase gemessen, bringt die gemessene Phase auf die 0°-Linie, für eine S21 Thru Einstellung von 14,8 ps. Dies ist die N-Adapter weibl. Strahlungs- Auswirkung, wenn im offenen Zustand, und kann für die Open-Kalibrierung, anstelle des Open-Adapters, verwendet werden. Die Kalibrierung Einstellungen gelten dann $2 \times 14.8 \text{ ps} = 29,6 \text{ ps}$ für Open.

Zusammenfassung:

Bis hier, dieses Dokument war sehr lehrreich in seiner Struktur und gibt dem Leser die Möglichkeit zu verstehen, wie die Delays zu berechnen sind, - auf Basis der mechanischen Details - die für die Kalibrierung des VNWA benötigt werden. Das Dokument berührt auch den Aspekt des Verschiebens der Bezugsebene in jeder Richtung, um die Notwendigkeit einer tatsächlichen Messung anzupassen.

Um all diese vielen verwendeten Definition zusammenzufassen, verteilt "in dem ganzen Dokument", ein noch praktisches Dokument wird gemacht, dass diese wichtigen Daten zusammenfasst, für die tägliche Nutzung der verschiedenen Kalibrierstandards - die in diesem Dokument verwendet und entwickelt wurden - in einer Form, wo das Bild eines einzelnen Kits verknüpft wird mit einem Bildschirmausdruck / Bild der Kalibrierungs- Einstellungen in der VNWA Software, für dieses spezielle Kalibrierungs-Kit und eine kurze Notiz, warum.

Was ich gelernt habe bei der Erstellung dieses Dokuments ist, dass die wichtigsten Kalibrierteile, das Short und das Load sind. Das Open kann in den meisten Fällen der Verbinder sein, mit dem Short und Open, in ihrem Open-Zustand, verbunden sind und ist sehr einfach zu messen. Man kann davon ausgehen, daß es gleichwertig ist, gegenüber einem selbstgemachten Open und völlig ausreichend für den allgemeinen Amateurgebrauch.

Dokumentenfreigaben am 8. August 2010 als Revision 1 (Update einer unveröffentlichten Version)

Kurt Poulsen / OZ7OU

Alle Rechte vorbehalten.

Deutsche Übersetzung: DG3OK Manfred Zillmer, 24.03.2013