

introducción

Una de las aplicaciones de un analizador de red vectorial (VNA) es la medición de líneas de transmisión coaxial de 75 Ω . En este artículo, analizaremos la realización de estas mediciones utilizando el tipo más común de VNA, que tienen puertos de prueba de 50 Ω , junto con almohadillas de pérdida mínima (MLP) de 50 Ω a 75 Ω , es decir, atenuadores de adaptación de impedancia con pérdida de inserción de 5.7 dB. Como VNA de 50 Ω , sugerimos usar los VNA fabricados por Copper Mountain Technologies como TR1300, S5045, S5065 y S5085, pero cualquier analizador vectorial de redes de 50ohm puede utilizado con este método. El uso de un MLP (almohadillas de pérdida mínima) afecta la precisión de las mediciones al cambiar el error de calibración y, dependiendo de la ubicación del atenuador en el circuito de medición, afecta la estabilidad de las mediciones relacionadas con la flexión del cable de prueba.

Para evaluar el impacto de MLP en la precisión de las mediciones, nos referiremos al método de comparación de calibración [1,2]. También compararemos los errores adicionales con los errores típicos de los VNA con líneas coaxiales de 75 Ω después de la calibración SOLT más utilizada y asequible (utilizando los estándares SHORT, OPEN, LOAD y THRU). Para evaluar los errores que dependen de la ubicación del atenuador en el circuito de medición, es posible utilizar los resultados de mediciones prácticas.

Al evaluar el error de calibración adicional causado por el MLP, utilizaremos una serie de esquemas de calibración para un sistema de medición basado en los VNA de Copper Mountain Technologies y aplicaremos el método de comparación de calibración. Realicemos calibraciones del sistema de medición con los MLP como se muestra en la Figura 1.

La calibración TRLM es una de las calibraciones más precisas en la industria actual. Se realiza utilizando los siguientes estándares: THRU, REFLECT, LINE y MATCH. Esta técnica de calibración es reconocida como la calibración de referencia en todo el mundo, y un sistema de medición calibrado TRLM logra los parámetros efectivos de directividad superiores a 50 dB y la fuente coincide mucho mejor que -50 dB [3].

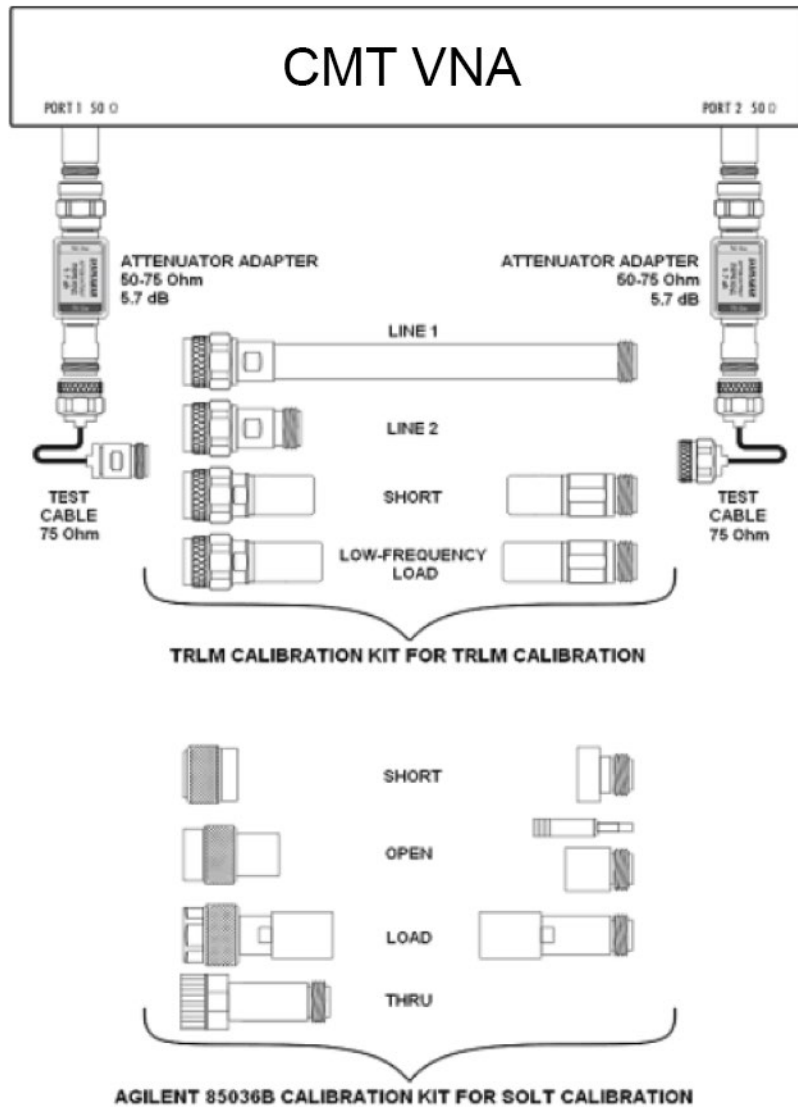


Figura 1

La calibración SOLT es la técnica de calibración más utilizada y asequible. En nuestro ejemplo, utilizamos un kit de calibración Agilent 85036B de alta calidad, que proporciona al sistema de medición calibrado los siguientes parámetros efectivos: directividad no inferior a 46 dB en frecuencias de hasta 2 GHz, directividad no inferior a 40 dB en frecuencias de hasta 3 GHz, la fuente no coincide con más de -36 dB, y el seguimiento de reflexión no más de 0.03 dB.

Para evaluar el sistema de medición de la Figura 1, compararemos dos calibraciones TRLM sucesivas. Los resultados de la Figura 2 confirman que el sistema de medición propuesto permite comparar dos calibraciones con los siguientes parámetros efectivos: la directividad al menos 73 dB, la fuente coincide con al menos 65 dB y el seguimiento de la reflexión es inferior a 0,003 dB. Esta medición demuestra que

la calidad de la calibración TRLM realizada en los VNA de CMT depende prácticamente de la calidad de los estándares de calibración LINE y SHORT.

Al comparar las calibraciones TRLM y SOLT, podemos ver que el uso de un MLP perjudicó de manera insignificante los parámetros de calibración SOLT en comparación con los parámetros reclamados por el fabricante del kit de calibración. Por ejemplo, la directividad efectiva medida del sistema de medición dado es mejor que 46 dB a la frecuencia de 2.8 GHz, y por lo tanto cumple con las especificaciones del fabricante del kit de calibración, es decir, mejor que 41.2 dB. Por lo tanto, los errores adicionales introducidos en el sistema de medición debido al uso de MLP son comparables al rango de error de calibración cuando se usa un kit de calibración SOLT disponible en el mercado.

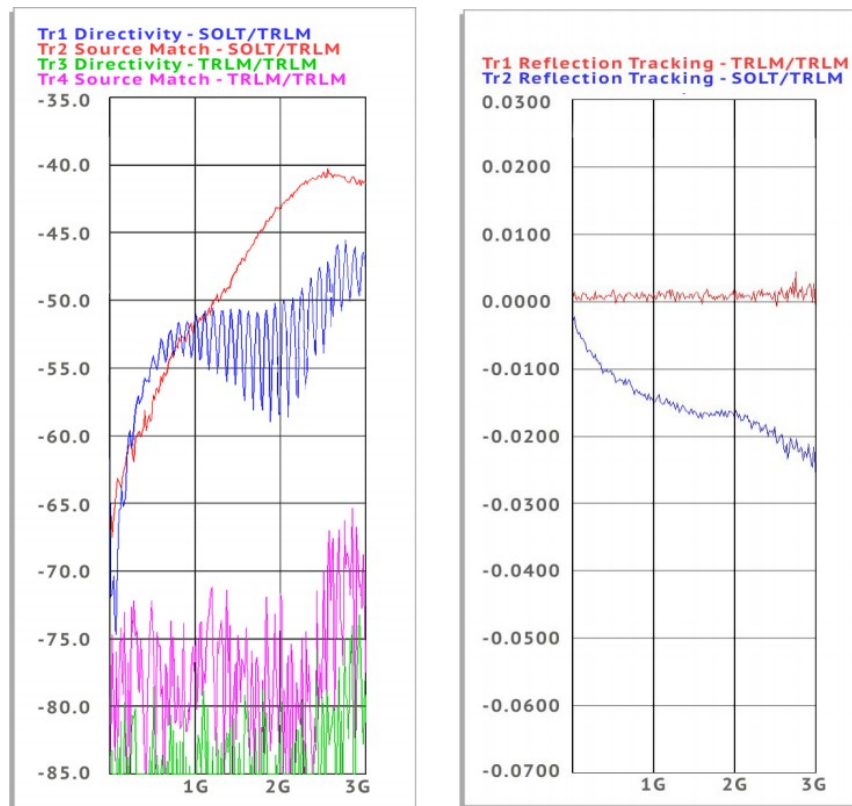


Figura 2

En consecuencia, el uso de MLP en un sistema de medición tiene un bajo impacto en los errores de medición. Eso permite recomendar el uso de VNA TR1300, S5045, S5065 u otros VNA de 50Ω de rango dinámico suficiente (más de 120 dB) y estabilidad de medición con un MLP de alta calidad para realizar la mayoría de las mediciones RF de VNA en líneas de transmisión de 75Ω.

Es importante analizar dos formas posibles de conectar MLP en el circuito de medición (Figura 3).



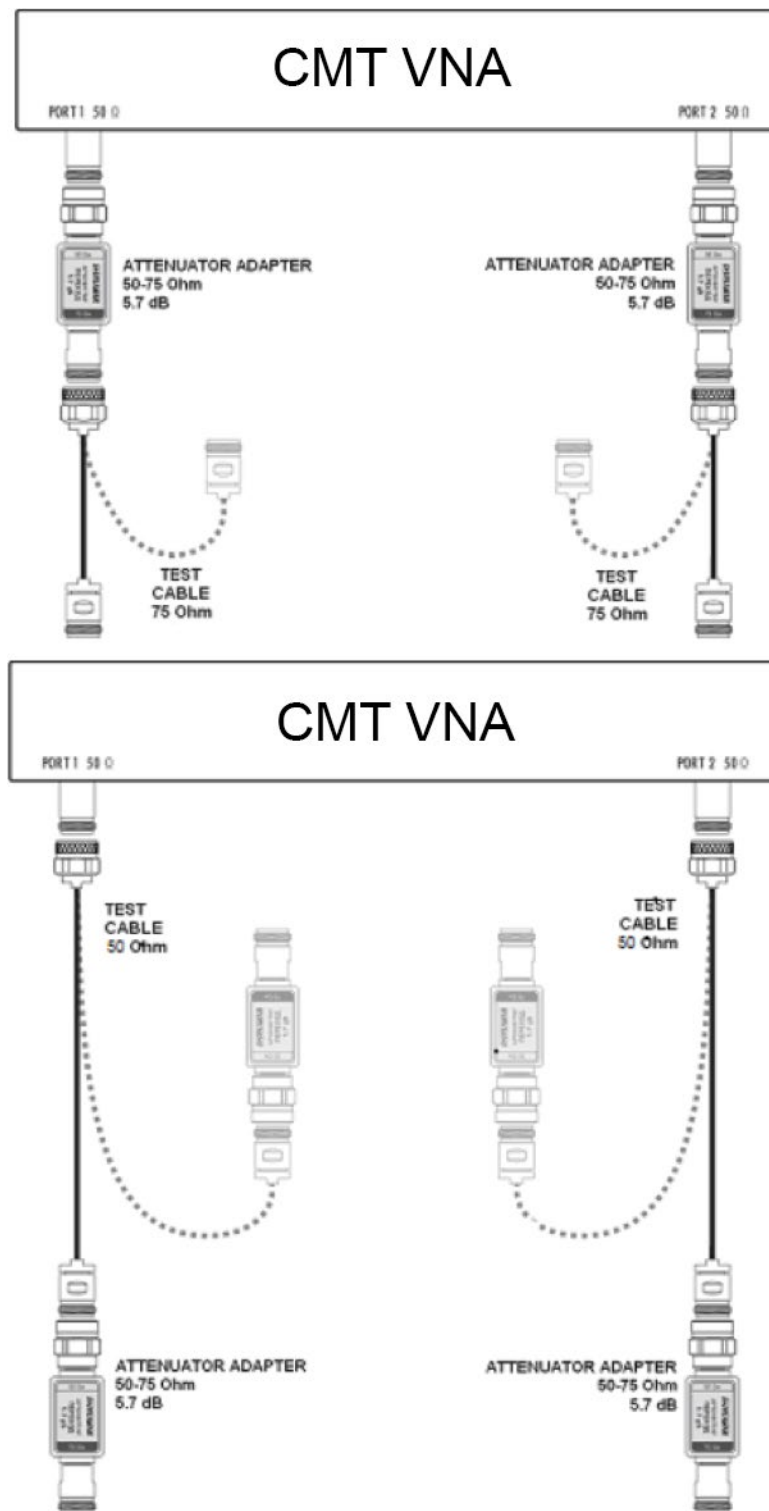


Figura 3

Los MLP se pueden conectar a los puertos VNA o al final de los cables de prueba. La segunda variante permite usar cables de prueba de 50Ω ampliamente disponibles que superan los cables de prueba de 75Ω en todos los parámetros. Aunque parece que el circuito de medición con un cable de prueba de 50Ω de alta calidad tiene ventajas obvias, dicho circuito está en una gran desventaja debido a la alta sensibilidad a la flexión del cable de prueba. La Figura 4 muestra $|S_{11}|$ parámetro del estándar CARGA que se mide después de la calibración y la posterior flexión del cable de prueba utilizando el cable de 75Ω más barato y simple y un cable de 50Ω varias veces más costoso y estable. La flexión del cable de 75Ω mantiene el $|S_{11}|$ valor de la CARGA a aproximadamente -50 dB, mientras que la flexión de un cable de 50Ω de mayor calidad da como resultado la degradación del $|S_{11}|$ hasta -30 dB. Tales $|S_{11}|$ el cambio en realidad da como resultado un deterioro de la directividad efectiva del sistema de medición a 30 dB y, por lo tanto, aumenta el error de medición a un valor inaceptable. Por ejemplo, la medida de $|S_{11}|$ igual a -16 dB tendrá un error de 2.1 dB en comparación con el posible error de 0.35 dB; y la medida de $|S_{21}|$ igual a -3 dB tendrá un error de 0.16 dB en comparación con el posible error de 0.08 dB.

La conexión de MLP a los puertos de prueba de VNA y el uso de los cables de prueba de 75Ω permiten minimizar el impacto del circuito de medición en la precisión de la medición.

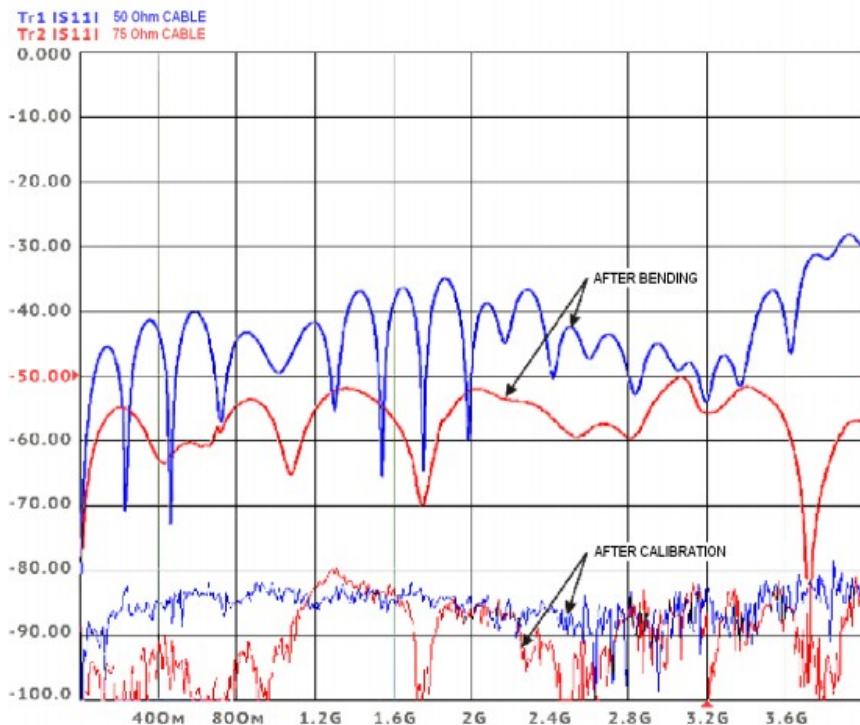


Figura 4

Al utilizar analizadores de redes vectoriales de CMT con puertos de prueba de 50Ω, MLP de 5,7 dB conectado a los puertos de prueba de VNA, y realizar la calibración SOLT con un kit de calibración de alta calidad, podemos esperar que el error de medición dependa solo de la calidad del kit de calibración, manteniendo el impacto del adaptador de 50Ω a 75Ω al mínimo.



Referencias:

1. Dylan Williams, Arkadiusz Lewandowski, Denis LeGolvan, and Ron Ginley “Electronic Vector-Network-Analyzer Verification”, IEEE Microwave Magazine, October 2009.
2. D. F. Williams, R. B. Marks, and A. Davidson, “Comparison of onwafercalibrations,” Automat. RF Tech. Group Conf. Dig., vol. 38, pp.68–81, Dec. 1991.
3. Doug Rytting, “Advances in Microwave Error Correction Techniques”, Hewlett Packard, RF & Microwave Measurement Symposium and exhibition, 1987.