

EFFECTO DEL AJUSTE A CERO Y CONEXIÓN EN LA CALIBRACIÓN DE UN PUENTE RLC

José Angel Moreno Hernández, Aleph Hain Pacheco Estrada
Centro Nacional de Metrología
Carretera a los Cues km 4.5, El Marqués Querétaro, México.
Tel. +52 442 211 05 00 (3423), jmoreno@cenam.mx

Resumen: La correcta realización del ajuste a cero de un puente RLC es esencial para asegurar la trazabilidad de las mediciones que se realizan con este instrumento. Este artículo presenta el análisis de este ajuste, realizado para dar soporte a un ensayo de aptitud llevado a cabo en el año 2015, con la participación de 13 laboratorios acreditados que realizan servicios de calibración directamente a la industria en México. El análisis aborda dos aspectos relacionados con la colocación de las terminales de conexión al realizar el ajuste a cero y al realizar la calibración de un puente RLC en el punto de 1 nF.

1. INTRODUCCIÓN

Durante el año de 2015, el Laboratorio de Impedancia del CENAM fue el responsable de la realización de un ensayo de aptitud para la Calibración de Multímetros y Puentes RLC en la Magnitud de Capacitancia en el que participaron 13 laboratorios acreditados que proporcionan servicios de calibración de equipos de medición industrial en México. Para ello, se empleó como patrón viajero un puente RLC que fue calibrado en 4 puntos distintos, entre ellos el valor de 1 nF a una frecuencia de 1 kHz, el cual es uno de los puntos críticos del ensayo. El puente dispone de cables de conexión coaxiales con terminación Banana, como los mostrados en la figura 1, los cuales pueden configurarse a 2 terminales, que es la configuración que se requiere para la calibración de Multímetros en los laboratorios acreditados.



Fig. 1. Cables coaxiales con terminación Banana.

La calibración de un puente RLC a 2 terminales para valores menores a 10 nF tiene la dificultad de que el ajuste a cero del puente depende fuertemente de la colocación de los conectores del cable, pues la posición que estos guarden determinará el valor de la "capacitancia cero". Así mismo, los cambios de colocación al conectar los cables al patrón de

referencia también tienen una fuerte influencia en las mediciones.

2. EFECTO DEL AJUSTE A CERO DEL PUENTE RLC

El ajuste a cero de un puente RLC se realiza colocando las terminales del puente en circuito abierto para medir su capacitancia, y en corto circuito para medir su resistencia e inductancia. Estas mediciones son almacenadas en la memoria interna del puente para compensar las mediciones subsiguientes de manera automática [1].

Al colocar las terminales en circuito abierto, se forma una capacitancia distribuida a todo lo largo de los conectores, que dependerá de la separación existente entre ellos, de manera parecida a la conformación de un capacitor de placas paralelas, cuyo dieléctrico se compone del plástico aislante de los conectores y del aire circundante.

Para evitar errores en la realización del circuito abierto, la distancia de separación de los conectores debe ser idealmente la misma que la que existe entre las terminales del patrón de referencia a ser medido. En este caso, se usó un capacitor cuyas terminales tipo banana están distanciadas nominalmente 19 mm (3/4") entre sus centros geométricos. Para lograr esta condición, se construyeron dos separadores hechos de plástico acrílico, dispuestos como se muestra en la figura 2, los cuales propician una separación de 9 mm entre los conectores del cable del puente RLC, colocándolos de tal modo que se busque no alterar demasiado la constante dieléctrica que circunda las terminales.

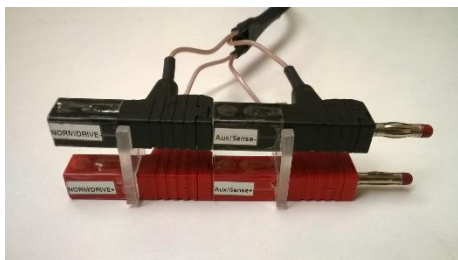


Fig. 2. Circuito abierto con separadores plásticos.

Distintos experimentos demostraron que cuando las terminales son colocadas como se muestra en la figura 3, la capacitancia de las terminales llega a ser hasta 1.7 pF más grande que la capacitancia de las terminales colocadas como en la figura 2, lo cual representa 0.17 % del valor nominal de 1 nF, lo cual rebasa la especificación de 0.1 % del instrumento [1].



Fig. 3. Circuito abierto con terminales juntas.

Para validar el método de calibración del error del puente RLC se realizaron dos calibraciones adicionales empleando cables coaxiales configurados a 3 terminales con terminación BNC y utilizando un adaptador de dos terminales tipo AH-TTA1 [3].

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 4, donde se puede apreciar que los tres métodos de conexión logran resultados equivalentes.

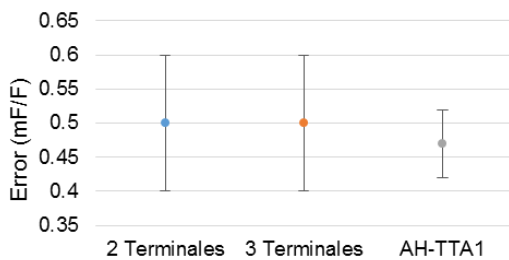


Fig. 4. Resultados de validación.

3. EFECTO DE CONEXIÓN DEL PUENTE RLC

Un efecto adicional radica en el posicionamiento de los conectores del puente RLC, relativo a su eje de conexión. Como se muestra en la figura 5, al girar los conectores aproximadamente 45° cada uno, se produce un incremento de capacitancia derivado de un cambio en la constante dieléctrica del ambiente que circunda las terminales, pues el espacio que originalmente estaba ocupado por aire se ocupa ahora por el aislante de los conectores. Experimentalmente se encontró que la lectura del puente tiene cambios de hasta 0.2 pF, lo cual incide principalmente en los resultados de aquellos laboratorios que realizan calibraciones de puentes RLC.



Fig. 5. Colocación de conectores.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se muestra que la correcta realización del ajuste a cero y la colocación de las terminales de un puente RLC inciden directamente en su calibración, provocando errores que pueden superar las especificaciones del instrumento bajo calibración. Solo evitando estos errores es posible asegurar la trazabilidad, y consecuentemente la confiabilidad de las calibraciones que se realizan para la industria.

REFERENCIAS

- [1] M. Honda, "The Impedance Measurement Handbook", Yokogawa-Hewlett-Packard LTD, 1989.
- [2] Phillips, "Programmable Automatic RCL Meter", Germany, 1995.
- [3] Andeen-Hagerling, "Two-terminal to Three-terminal Adapter", USA, <http://www.andeen-hagerling.com/TTA1%20Brochure.pdf>.