

PUENTES DE CORRIENTE ALTERNA

Objeto

Medir capacidad e inductancia aplicado el método del puente, además ver las otras aplicaciones que permite el método.

Introducción

Considerando un puente con elementos genéricos como el de la figura, en donde:

Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 impedancias

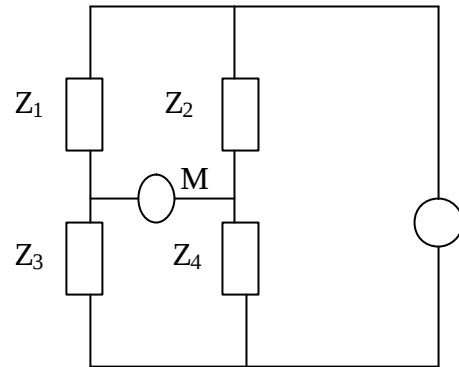
M instrumento que me indica el equilibrio del puente

En el equilibrio se plantean las siguientes ecuaciones:

$$|Z_1| \cdot |Z_4| = |Z_2| \cdot |Z_3|$$

$$\phi_1 + \phi_4 = \phi_2 + \phi_3$$

Ecuaciones que indican el equilibrio de modulo y fase



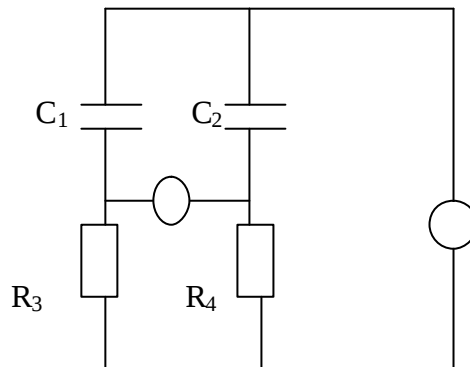
Se dan diversas combinaciones de elementos resistivos y reactivos dando lugar a los diversos tipos de puentes que se conocen comercialmente como:

Puente de Sauty: es un puente para medir capacidad en función de capacidad, considera capacidades ideales (sin perdidas). Considerando el esquema del puente:

$$Z_1 = C_1 \quad Z_2 = C_2$$

$$Z_3 = R_3 \quad Z_4 = R_4$$

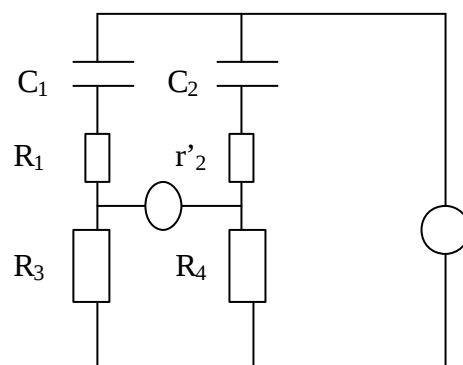
$$C_1 = C_2 \cdot R_3 / R_4$$



Puente de Wien: usa el mismo esquema que el anterior pero el capacitor incógnita (por ejemplo C_1) es un capacitor imperfecto con perdidas por lo que para poder equilibrar el puente hay que agregar una resistencia variable a la otra rama capacitiva.

$$Z_1 = R_1 + C_1 \quad Z_2 = r'_2 + C_2$$

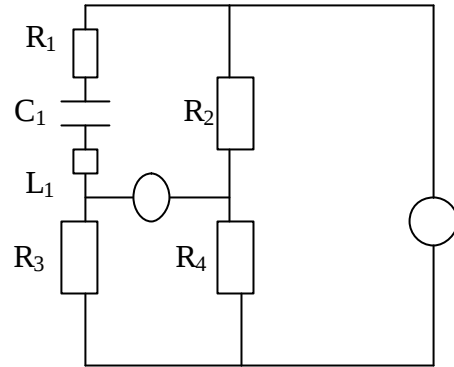
$$Z_3 = R_3 \quad Z_4 = R_4$$



Puente de Resonancia: es una forma derivada del puente de resistencias. Tiene todos los elementos reactivos en una rama y se ajustan por resonancia serie. Este puente puede usarse para: medir frecuencia en función de inductancia y capacidad; capacidad en función de frecuencia e inductancia variable; inductancia en función de frecuencia y capacidad variable.

$$Z_1 = R_1 + C_1 + L_1 \quad Z_2 = R_2$$

$$Z_3 = R_3 \quad Z_4 = R_4$$

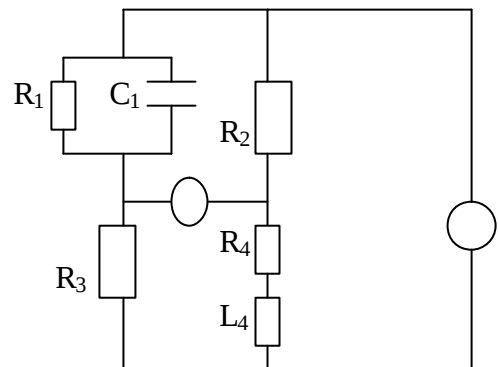


Puente de Maxwell: compara una inductancia con una capacidad. Este puente es muy adecuado para medir inductancia en función de la capacidad, dado que los capacitores ordinarios están mucho mas cerca de ser patrones de reactancia sin perdidas, que los inductores. Además la ecuación de equilibrio del puente de Maxwell para la componente inductiva es independiente de las perdidas asociadas con la inductancia y también de la frecuencia con que se mide.

Este puente es conveniente para la medición de inductancias de cualquier magnitud, siempre que el Q de la misma no sea muy elevado a la frecuencia de medición.

$$Z_1 = 1/R_1 + C_1 \quad Z_2 = R_2$$

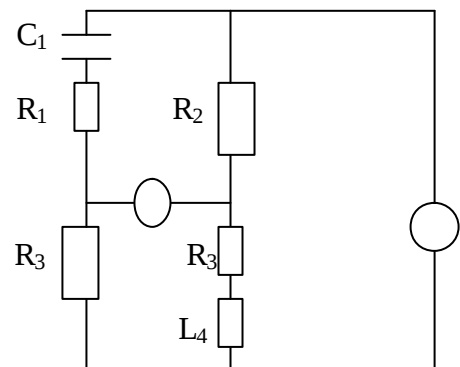
$$Z_3 = R_3 \quad Z_4 = R_4 + L_4$$



Puente de Hay: Compara inductancia con capacidad. Difiere del puente de Maxwell en que la resistencia asociada al capacitor patrón esta en serie. Un inconveniente de este puente es que el equilibrio reactivo depende de las perdidas (o del Q) de la inductancia y de la frecuencia, a menos que el Q sea absolutamente independiente de la frecuencia.

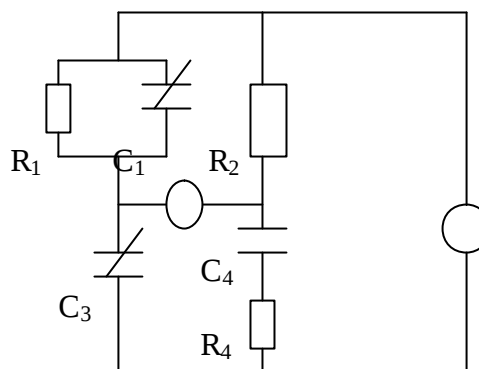
$$Z_1 = R_1 + C_1 \quad Z_2 = R_2$$

$$Z_3 = R_3 \quad Z_4 = R_4 + L_4$$



Puente de Schering: Se usa mucho para medir capacidad y el factor de potencia de los capacitores. Se lo puede considerar como una modificación del puente de relación de resistencias en la que la resistencia de pérdida R_4 del capacitor que se ensaya C_4 se equilibra por el capacitor variable C_3 mas bien que con el patrón de capacidad C_1 . El Q del capacitor en ensayo queda determinado por la frecuencia y el valor de la capacidad C_3 que se necesita para lograr el equilibrio. En consecuencia para una frecuencia dada ella escala del C_3 puede calibrarse en valores de $D = 1/Q$ del capacitor ensayado. La precisión con que se mide D es muy buena aun cuando la magnitud sea pequeña.

$$\begin{aligned} Z_1 &= 1/R_1 + C_1 & Z_2 &= R_2 \\ Z_3 &= C_3 & Z_4 &= R_4 + C_4 \end{aligned}$$



Blindaje y puesta a tierra de los puentes

En el análisis del punto anterior se idealizaron los puentes, pues se despreciaron los efectos de las capacidades dispersas o parásitas, que siempre se hallan presentes. En general estas capacidades son de magnitud incierta y dependen del ajuste del puente, la posición del cuerpo del operador etc.. Si no se controlan, o se toman en cuenta pueden introducir errores importantes en la medición. Para solucionar esta situación se utiliza el blindaje y puesta a tierra de los puentes.

El efecto del blindaje y la puesta a tierra es principalmente el de definir las capacidades parásitas, localizarlas de manera de poder conocer y tener en cuenta su contribución al circuito.

Una forma de poner el puente a masa o tierra es: conectando un de los bornes de alimentación (Negativo) a tierra y se blindar poniendo el puente en una caja. También se puede blindar las conexiones con el oscilador.

Instrumentos para medir el equilibrio del puente

Para indicar el equilibrio del puente se puede utilizar diversos instrumentos de medida, tales como, voltímetros con alta impedancia de entrada, como el volt. electrónico o el osciloscopio.

De todos el mas apropiado es el osciloscopio por tener mayor sensibilidad lo que permite discriminar en forma más eficiente el punto de equilibrio.

Procedimiento

De acuerdo al formato para la presentación de trabajos prácticos, se armaran distintas configuraciones de puentes para medir:

- capacidades en función de capacidades
- inductancias en función de inductancias
- inductancias en función de capacidades
- capacidades en función de inductancias

teniendo en cuenta la configuración mas adecuada y las precauciones para minimizar los errores.