

Resistencia e impedancia

Para que una corriente eléctrica pueda circular entre dos puntos, entre ellos debe existir un conductor. Cuando la corriente es continua (valor constante y siempre de la misma polaridad), el único parámetro a considerar en el conductor es su *resistencia*, magnitud que mide la mayor o menor oposición al paso de la corriente.

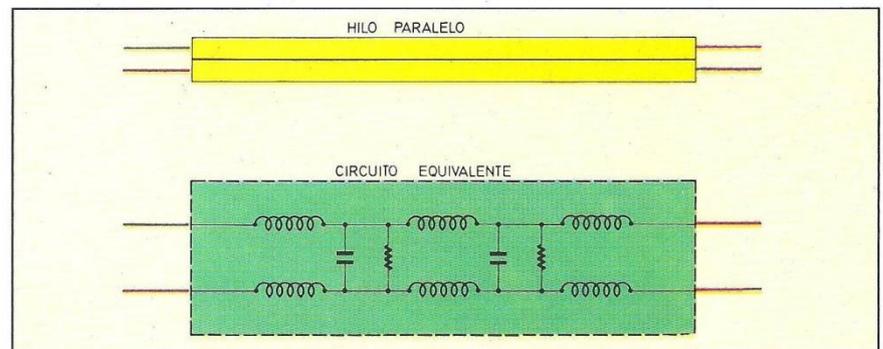
Cuando el valor de la intensidad de corriente varía con el tiempo, comienzan a entrar en juego dos nuevos parámetros: la capacidad y la inductancia de los conductores. El efecto de oposición al paso de la corriente varía según el conjunto de los tres parámetros y la velocidad de variación (frecuencia) de la corriente, llegándose a la noción de *impedancia*.

Incluso la línea de conducción más simple presenta su propia capacidad e inductancia (aunque no existan condensadores ni bobinas), además de la resistencia óhmica. Por ejemplo, un cable paralelo de los empleados para llevar la corriente de la red a los equipos está constituido por dos conductores eléctricos enfrentados y separados

por un dieléctrico. Por tanto, presentará una cierta capacidad. Un hilo conductor presenta, igualmente, un cierto valor de inductancia, valor que aumenta cuando el conductor se enrolla o se le hace adoptar determinadas formas geométricas. Por tanto, también el cable paralelo tendrá una cierta inductancia.

Constantes distribuidas

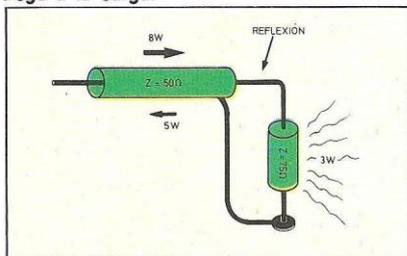
Los valores totales de resistencia, capacidad e inductancia de una línea dependen evidentemente de su longitud. Parece lógico pensar que cuanto más larga sea la línea, mayores serán tales valores. Se llega así **Hilo paralelo bifilar, y su equivalente.**



energía eléctrica que llega por la línea se refleja y vuelve hacia atrás, provocando una pérdida de transmisión adicional a la propia de la línea. Además, la energía reflejada por la carga vuelve hasta el origen de la línea, y debe ser absorbida por el propio circuito o componente que la generó, con lo que se le obliga a disipar mayor energía de la que quizá pueda aceptar.

La existencia de los dos flujos de energía en la línea, uno *hacia* la carga y otro *desde* la carga, da lugar a la creación de lo que se denomina una *onda estacionaria*. El parámetro que mide la cantidad relativa de energía que «vuelve» hacia el origen se llama *relación de onda estacionaria* (abreviado ROE, o SWR en terminología anglosajona).

Cuando el acoplamiento es perfecto **Cuando la ROE es mayor de 1, parte de la potencia vuelve hacia el origen y no se entrega a la carga.**



y toda la energía va hacia la carga, la ROE vale 1. Cuando parte de la energía es devuelta a la fuente, la ROE es mayor de la unidad. Valores de ROE hasta dos pueden ser aceptables en la práctica. Valores mayores de dos denotan un desacoplamiento excesivo, y es indicativo de que deben retocarse los elementos que intervienen en el montaje.

Longitud de las líneas

La velocidad con que se propaga la corriente a través de una línea tiene un valor próximo al de la luz (300.000 km/s). Esto hace que la fase de la onda que forma la corriente vaya variando a lo largo de la línea.

Este efecto es despreciable para bajas frecuencias, pues para que la fase de la onda de la red alterna

al concepto de *líneas de constantes distribuidas*, dado que sus parámetros no se encuentran «concentrados» en determinados puntos de la misma. Así, es corriente hablar de ohmios, faradios o henrios *por metro*.

Los parámetros de una línea determinada son fijos, y sólo dependen de su forma física y de los materiales con que se han construido. Esto hace que cada línea tenga su propia *impedancia característica*.

Cuando una línea se encuentra cargada con una impedancia igual a la característica, la transferencia de potencia de la línea a la carga es máxima. En cambio, si la impedancia de carga es distinta, parte de la

(50 Hz) varíe tan sólo 10° (valor muy pequeño) debería de recorrer más de 160 km de cable. En cambio, una señal de 15 MHz que recorra tan sólo 10 m de línea, tendrá al final de la misma una fase opuesta (180°) a la que, en ese mismo instante, tiene la onda en el origen de la línea.

Esto hace que se presenten efectos curiosos. Por ejemplo, si una línea tiene una longitud igual a una cuarta parte de la longitud de onda de la señal que por ella circula, y su extremo se deja abierto (impedancia infinita), la impedancia «vista» en el otro extremo es nula (cortocircuito). En cambio, si el mismo extremo se cortocircuita (impedancia nula), la equivalente en el extremo opuesto es infinita.

Cuando la línea tiene una longitud exactamente igual a una semilongitud de onda de la señal que transporta, la impedancia «vista» en un extremo es de igual valor que la conectada en el extremo opuesto, se *cual se la impedancia característica de la línea*.

La longitud de onda de una señal está relacionada con su frecuencia a través de:

$$\lambda \text{ (Lon. onda, metros)} = \frac{300}{f \text{ (Frec., MHz)}}$$

Algunas propiedades de las líneas.

