

Como integrante del Directorio de Radioclub Manquehue, recibí la misión de redactar un artículo técnico para ser leído en el Boletín de Federachi en el día de hoy.

Desgraciadamente, no tengo nada novedoso que ofrecer a mis colegas radioaficionados. Ya la gran mayoría de ellos se comunican por "packet"; han integrado sus sistemas VHF y HF por intermedio del computador; navegan alegremente en aguas de "Internet" y reciben sus mensajes por "fax" o por "correo electrónico"... Entonces se me ocurrió referirme a algunos temas básicos de las telecomunicaciones, con algunos comentarios que relacionan estas materias con experiencias comunes, permitiendo comprender mejor su significado, ya que comprender un fenómeno consiste en asociarlo al conocimiento de algo que, por lo simple y elemental, se da por conocido. Entonces, se dice: "ya lo comprendí" y queda tranquilo, intelectualmente.

ACOPLAMIENTO DE IMPEDANCIAS

"Para transferir la energía de un sistema a otro, en forma eficiente, es necesario que ambos tengan la misma impedancia". Pongamos un ejemplo mecánico simple: Una bola de billar choca frontalmente a otra que se encuentra detenida. Si ambas son del mismo tamaño y peso, el resultado del choque será que la bola que impacta queda detenida y la chocada se desplaza en la misma dirección y con la misma velocidad que la bola incidente. En este caso, ambas tenían la misma "impedancia" (masa de inercia) y ha habido una transferencia total de energía entre los dos sistemas. Se habrá producido un acoplamiento perfecto de impedancias. Ahora, si la masa de la bola incidente es mayor que la que se encuentra detenida, después del choque ambas continuarán desplazándose en la misma dirección, pero con diferentes velocidades (¿reactancia capacitiva?). No habrá una transferencia total de energía, ya que la bola incidente continuará teniendo energía cinética. Si, al revés, la incidente tiene menor masa que la que se encuentra detenida, después del choque continuará moviéndose, pero en dirección contraria; mientras la impactada habrá recibido parte de la energía solamente. (¿reactancia inductiva?). Nuevamente no ha habido transferencia total de la energía, porque ambos cuerpos tenían diferente impedancia.

Si el sistema consiste ahora en varias bolas de la misma masa y estacionadas en una misma línea recta, al ser golpeada la primera por una bola incidente, golpea a la siguiente y, ésta, a la que sigue, produciéndose un desplazamiento perfecto de la energía. En este caso, estamos en presencia de una línea de transmisión.

LINEAS DE TRANSMISION

Para el tratamiento matemático de las líneas de transmisión radioeléctricas, se suponen unidades infinitamente pequeñas, compuestas por un circuito serie-paralelo de parámetros capacitivos, inductivos y resistivos. Estos circuitos elementales tendrán una impedancia eléctrica de entrada igual a la de salida y, al ser todos exactamente iguales, con la misma impedancia, la energía de una señal radioeléctrica se propagará por la línea, sin pérdidas y sin reflexiones. Este tratamiento permite escribir las ecuaciones del circuito elemental y

luego, integrando matemáticamente para todo el largo de la línea, se obtienen las ecuaciones de la línea de transmisión con sus parámetros de impedancia, velocidad de transmisión, pérdidas, etc. y permite conocer el comportamiento de la línea para cualquier longitud. La línea de transmisión tiene las siguientes propiedades:

- 1) Si los extremos de la línea terminan con una impedancia igual a la línea (impedancia característica), entonces la impedancia de la línea es la misma en cada punto y es *independiente de la frecuencia de la señal*.
- 2) La velocidad de transmisión de la señal en la línea depende de las características constructivas (coaxial, paralelo, tipo de dieléctrico, separación de los conductores, etc.).
- 3) Las pérdidas (atenuación de la señal), dependen de las características constructivas *y de la frecuencia de la señal*.

Si la línea termina con una impedancia distinta a la característica, producen los siguientes fenómenos:

- 1) Una parte, o la totalidad de la señal, regresa a la fuente (generalmente produciendo daños en los circuitos de salida del equipo). La interferencia de la onda reflejada con la onda incidente genera una *onda estacionaria* a lo largo de la línea, la cual se puede medir con un medidor de onda estacionaria SWR (ROE).
- 2) La impedancia en cada punto a lo largo de la línea, varía con diferentes valores de reactancias inductivas, capacitivas y resistivas que se repiten a lo largo de la onda estacionaria generada.
- 3) El comportamiento de la línea de transmisión con ondas estacionarias se puede determinar con ayuda de la Carta De Smith, o, actualmente, con un computador programado para estos cálculos.

Lo interesante de la línea de transmisión en régimen de onda estacionaria, es que pueden aprovecharse las distintas impedancias que presenta para acoplar, perfectamente, una fuente con una carga que tenga distinta impedancia. En este caso, estamos aprovechando la línea de transmisión como *transformador de impedancias*.

También podemos hacer una representación física de la adaptación de impedancias. Imaginemos un avión que no puede directamente emprender el vuelo, porque *la impedancia en tierra es diferente a la impedancia en el aire*. Para ello necesita un adaptador de impedancias y eso lo logra con *la pista de aterrizaje*, la cual se comporta como un transformador de impedancias.

Si una línea de transmisión se corta a una longitud igual a $1/4$ de la longitud de onda que se va a utilizar, y si un extremo se cortocircuita, haciendo su impedancia igual a cero, entonces el otro extremo ofrece una impedancia prácticamente infinita, con un ancho de banda muy estrecho, por lo cual puede utilizarse como filtro pasa-banda. Si, por lo contrario, se deja abierto un extremo, el otro aparece prácticamente cortocircuitado, pudiéndose utilizar como filtro rechaza-banda.

Por último, una receta muy práctica para adaptar una fuente con impedancia de 50 ohms (salida de un equipo a dos cargas con impedancias también de 50 ohms cada una (antenas para instalar en stack). Se cortan dos trozos de cable coaxial RG11 en una longitud igual a $1/4$ de la longitud de la onda que se va a emplear y se conectan a las antenas mediante

conector coaxial. Ambas quedarán bien acopladas a 50 ohms. Los extremos libres de las líneas van a presentar, en cambio, una impedancia de 100 ohms cada una. Si se conectan en paralelo mediante un conector "T" coaxial, volverán a presentar una impedancia de 50 ohms para ser acopladas a la salida del equipo. Hay más, mucho más, pero espero que este repaso de conceptos hayan sido de utilidad para los colegas que atienden este boletín.
CE3ECO.