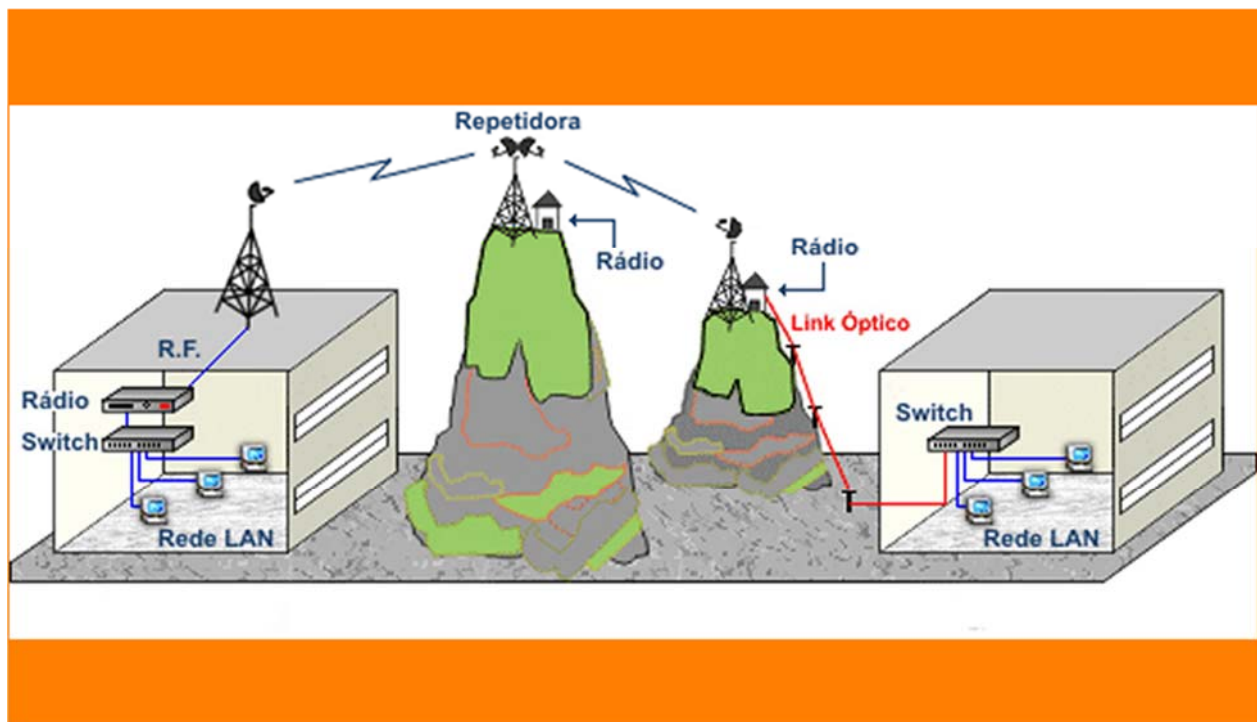


## *Intermodulación Pasiva*

### *Descripción del Sistema*



## Contenido

<i>Intermodulación Pasiva</i> .....	1
Información del Documento .....	3
1. Introducción .....	4
2. Expresión Matemática .....	4
3. Consideraciones a tener en cuenta .....	5
4. Causas de la Intermodulación Pasiva.....	5
5. Conclusión .....	7

## Información del Documento

Esta sección explica las convenciones , abreviaturas y estado de revisión del presente documento.

Iconos utilizados

Icono	Descripción

Convenciones

Convención	Descripción

Historial de Revisiones

Edición / Versión	Fecha	Descripción
<b>Ed 1 / V 00</b>	05-2000	Primera Edición

## 1. Introducción

La intermodulación tal como aparece en los componentes pasivos de los sistemas de comunicación, se examina desde un punto de vista físico y matemático. ¿Qué es la intermodulación pasiva? Es la respuesta no lineal cuando dos o más señales de frecuencias distintas se encuentran con discontinuidades y/o diferentes materiales en su línea de transmisión.

Ante las discontinuidades y los contactos entre distintos materiales, de la línea de transmisión las señales se comportan como si entraran en un mezclador, generando nuevas señales cuyas frecuencias son una combinación matemática de las señales que se propagan por la línea de transmisión.

## 2. Expresión Matemática

Cuando la relación entre tensión y corriente (o, por el contrario, entre los campos eléctricos y magnéticos de una onda que se propaga) no es completamente lineal, se generarán frecuencias armónicas y combinaciones lineales de ellas. Consideremos un componente con una relación tensión-corriente dada por:

$$V = a_0 + a_1 I + a_2 I^2 + a_3 I^3 + \dots \quad [1]$$

Y la corriente, tiene la siguiente expresión:

$$I(t) = I_1 \cos \omega_1 t + I_2 \cos \omega_2 t \quad [2]$$

Donde  $\omega_1 = 2\pi F_1$  y F es la frecuencia en Hz, Concentrándonos en el tercer orden, tenemos:

$$V(t) = \dots + a_3 \left[ \frac{1}{4} I_1^3 \cos 3\omega_1 t + \frac{3}{4} I_1^3 \cos \omega_1 t + \frac{1}{4} I_2^3 \cos 3\omega_2 t + \frac{3}{4} I_2^3 \cos \omega_2 t + \frac{1}{4} I_1^2 I_2 \cos (2\omega_1 - \omega_2)t + \frac{1}{2} I_1^2 I_2 \cos (2\omega_1 + \omega_2)t + \frac{1}{4} I_1 I_2^2 \cos (2\omega_2 - \omega_1)t + \frac{1}{2} I_1 I_2^2 \cos (2\omega_2 + \omega_1)t \right] \quad [3]$$

En esta expresión vemos los armónicos  $3\omega_1$  y  $3\omega_2$ , así como las sumas y diferencias ( $2\omega_1 \pm \omega_2$ ) y ( $2\omega_2 \pm \omega_1$ ). En general, para la expansión completa de la serie, todos los armónicos más altos, así como sus sumas y diferencias, es decir, frecuencias de la forma:

$$\pm m \omega_1 \pm \omega_2$$

aparecerán, donde  $m$  y  $n$  son enteros positivos. Estas frecuencias se denominan productos de intermodulación de orden  $(m + n)$ .

### 3. Consideraciones a tener en cuenta

Las señales espurias debidas al término de tercer orden son productos de intermodulación de orden tres. La ecuación (3) también demuestra que, para amplitudes iguales de  $I_1$  e  $I_2$ , la potencia de la señal de intermodulación de tercer orden aumentará, al menos teóricamente, con la tercera potencia de la intensidad de la señal transmitida. Debido a la convergencia de la serie en la ecuación (1), los coeficientes de los términos disminuyen con el orden creciente, y los productos de intermodulación de orden superior a tres se omiten comúnmente del análisis.

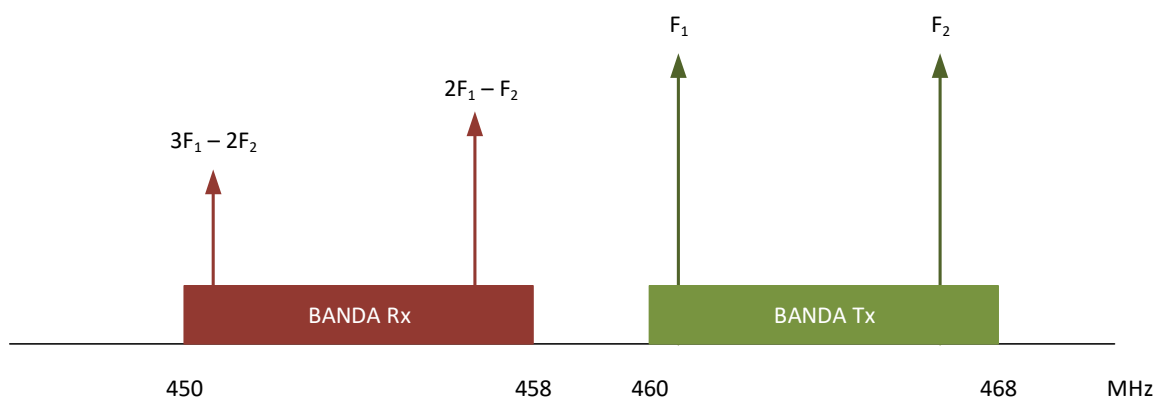


Figura 1. Problema de Intermodulación en UHF

Tal y como vemos en la Figura 1 los productos de intermodulación de tercer y quinto orden caen dentro de la banda de Rx con lo cual interferirán con las señales de uplink de los usuarios de la red, produciendo una mala calidad en la comunicación o incluso no pudiendo comunicar.

Inicialmente podemos eliminar este problema haciendo que  $F_1$  y  $F_2$  estén más próximas entre sí, de este modo los productos de intermodulación caerían en el espacio de guarda entre la banda de Tx y la banda de Rx.

### 4. Causas de la Intermodulación Pasiva

Las no linealidades en componentes pasivos se pueden dividir en dos grupos de acuerdo con el mecanismo físico que las causa:

### Propiedades Físicas de los Materiales

- Materiales Ferromagnéticos
- Dieléctricos no lineales
- Variaciones térmicas en la conductividad
- Contacto entre materiales distintos

### No Linealidades de Contacto

- Propiedades de la superficie de contacto
- Efecto túnel a través del dieléctrico
- Baja presión de contacto
- Microarcs

Una causa común de intermodulación en los conectores es el uso de níquel debajo de la capa de oro, o la selección de una aleación de berilio-cobre que contiene pequeñas cantidades de cobalto. Tanto el cobalto como el níquel son materiales ferromagnéticos e introducen una no linealidad severa en la característica del componente. Se ha atribuido un aumento en los niveles de intermodulación de hasta 40 dB por el uso de níquel.

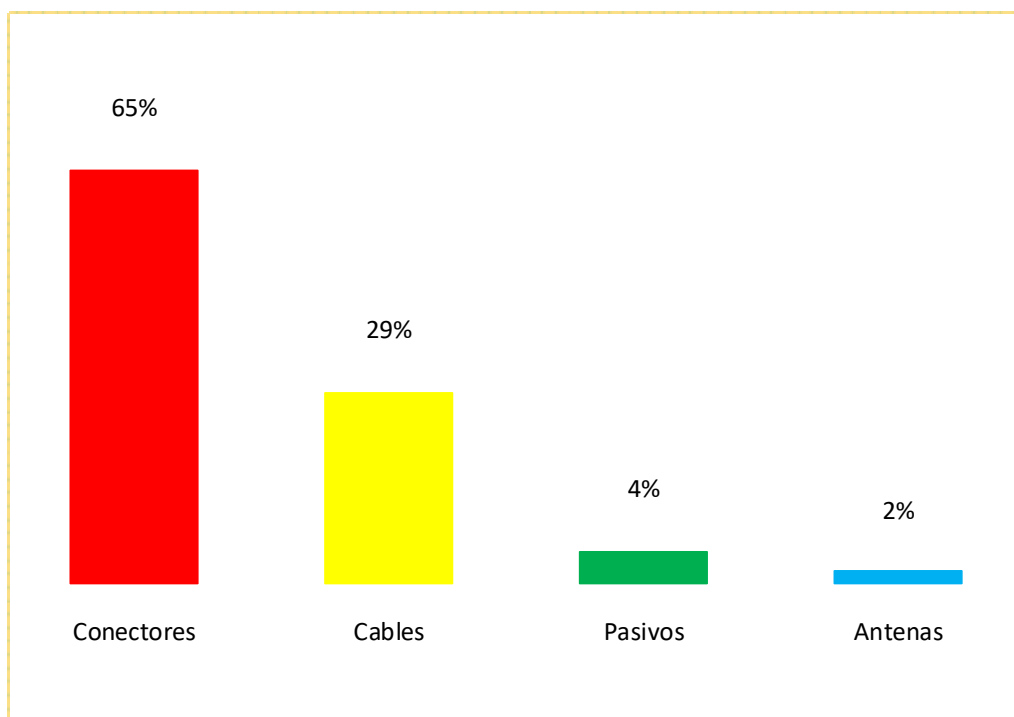


Figura 2. Porcentaje de Intermodulación Pasiva.

## 5. Conclusión

La intermodulación tiene el potencial de perturbar el funcionamiento de los sistemas de comunicación dúplex. Sus causas son difíciles de controlar y las mediciones son difíciles y están sujetas a grandes variaciones. Es necesario un diseño y construcción cuidadosos por parte de personal especializado.