QUÉ SE PUEDE APRENDER DESPUÉS DE SOMETER POR 96 HS DE NIEBLA SALINA A UN GRUPO DE ANTENAS O CÓMO MINIMIZAR LA INTERMODULACIÓN POR EFECTO DE LA CORROSIÓN

Autor/es: Lic. María del Carmen LEIRO (mleiro@citedef.gob.ar)*, Ing. Norberto DALMAS DI GIOVANNI (ndigiovanni@citedef.gob.ar)**

Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa
San Juan Bautista de LaSalle 4397 1603 Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina

* GECIEN
** Div. Antenas y Propagación, DEA, GETEC

RESUMEN

Las aplicaciones espaciales que se pueden observar en los últimos años, han tenido como actores principales a instituciones y empresas con años de experimentación en el tema específico y en las disciplinas asociadas.

Pero además, el área de las tecnologías espaciales es atractiva para otro espectro de seguidores tecnológicos, entre los que se encuentran instituciones educativas, estudiantes universitarios y hasta hobbistas, los cuales no tienen como soporte para su actividad un grupo de expertos en temas tales como tecnología de materiales y procesos de corrosión, pero que sí son entusiastas asistentes a eventos como el CATE

Durante las etapas del desarrollo de equipos, especialmente aquellos con bajos presupuestos, se ponen de manifiesto temas que no son del dominio de los desarrollistas y que, la mayoría de las veces, se resuelven por tradición oral o con los pocos elementos que se disponen.

Los proyectos en estas áreas del conocimiento, pasan por etapas de ensayos y pruebas, muchas de ellas con los sistemas prototipos a la intemperie en aquellos casos que las pruebas involucren los ensayos radioeléctricos. Cuando las pruebas son prolongadas, la corrosión aparece y una de las consecuencias más comunes es la intermodulación de tercer orden, que afecta tanto las señales a recibir como a las que un elemento con problemas de corrosión reirradia.

Por razones vinculadas a otro tipo de actividades del Laboratorio de Ensayos y Calibración de Antenas, se analizaron los deterioros observados sobre un grupo de antenas domésticas de bajo costo luego de la exposición durante 96 horas en una cámara de niebla salina,. Más allá de los resultados obtenidos en lo específico, se aprovechó la experiencia para tomar ejemplo de los efectos y realizar un trabajo para enseñar a “leer” las fotos de los elementos y así dejar constancia y aprender lo básico que debe ser tenido en cuenta al seleccionar los materiales para un sistema sometido a agresiones climáticas.

En el presente trabajo, que apunta principalmente a aquellos que se inician en estos temas, se detallan los componentes involucrados, se explican algunos de los fenómenos ocurridos y su influencia sobre el normal desenvolvimiento de los enlaces radioeléctricos.

1.- INTRODUCION

En la actualidad, todo sistema electrónico se caracteriza por una serie de parámetros de calidad que, en la mayoría de los casos, es una expresión de las "bondades" que el sistema tiene para el fin específico que fue concebido.

Sin embargo, muchas veces el desarrollista se encuentra con tener que abordar algunos inconvenientes que se escapan de las labores específicas y que tienen relación con disciplinas que están fuera del ámbito de su conocimiento.

Las aplicaciones que tienen relación con las tecnologías aeroespaciales, apuntan a escenarios de alta especialización, con profesionales y normas estrictas que darían el contexto adecuado para la resolución de cualquier inconveniente técnico a resolver.

Pero, estas mismas aplicaciones han cubierto un espacio de gran importancia en ámbitos universitarios, escuelas técnicas y hasta hobbistas, donde el fin que se persigue es la concreción de algún proyecto vinculado con el área espacial, aunque no se llegue específicamente al modelo de vuelo propiamente dicho.

Para estos casos, el centro del interés está situado sobre el elemento a diseñar y todo el entorno al mismo pasa a segundo plano. Esto significa que la elección de materiales, gabinetes, soportes, u otros componentes queda en un nivel de importancia muy por debajo de lo que sería en un proyecto serio en estas áreas de la técnica.

Además, en el ámbito universitario, muchas veces un proyecto pasa por las manos de varios alumnos, se integran actividades de varias materias y mientras tanto, maquetas, gabinetes o antenas, quedan olvidados en terrazas, laboratorios o techos, esperando a las próximas pruebas o a la nueva propuesta de proyectos académicos en el siguiente ciclo lectivo.

Y cuando esto ocurre, los sistemas no funcionan, las señales aparecen interferidas, se ven señales que no deberían estar y empiezan las incógnitas que no se pueden resolver.

Cuando se manejan señales de alta frecuencia y en el circuito a considerar existen componentes alineales (semiconductores), estos elementos pueden producir mezclas de las diferentes señales intervinientes y producir otras frecuencias como resultados de productos indeseables.

Las áreas que suelen intervenir en estos casos son las de comunicaciones, compatibilidad electromagnética o cualquiera otra que entienda en la calidad de las señales intervinientes.

El mayor inconveniente aparece cuando esas mezclas de señales están presentes aún cuando no hay componentes alineales o incluso cuando los sistemas están desconectados. Aquí es cuando se necesita a un observador entrenado en áreas del conocimiento diferente, como por ejemplo, los expertos en corrosión.

Cuando se diseña un sistema complejo, por ejemplo, un microsatélite, el proyecto se completa en función de las especificaciones de contexto y de las condiciones ambientales a cumplir. Este entorno fija una serie extensa de especificaciones que permiten que el diseñador de los diferentes subsistemas, determine las especificaciones de los componentes a seleccionar.

Cuando este mismo ejemplo se lleva a un ámbito educativo, quien diseña la electrónica de un subsistema, está pensando casi exclusivamente en eso y en la finalización del proyecto y aprobación de la materia. Realiza el prototipo, lo prueba y quedará hasta que otro alumno continúe con otro subsistema. El resultado es que la selección de materiales no obedece a ninguna norma ni criterio en especial.

La selección de componentes mecánicos (conectores, cables, tornillería, grampas, soportes, soldaduras, etc.) para la construcción de gabinetes, soportes o antenas, que estaría expuestos a condiciones ambientales diversas, es el primer paso para la elección de las fuentes de elementos alineales obtenidos por corrosión.

La utilización de materiales metálicos diversos, expuestos a variaciones de humedad y temperatura, da origen a corrientes superficiales que actúan de diferentes maneras según el caso. Cuando se desconocen las buenas prácticas, el resultado con el tiempo es la aparición de productos de corrosión en las uniones que, mayoritariamente, poseen comportamiento alineal, provocando la indeseada mezcla de señales. Es muy importante tener en cuenta que estos fenómenos aparecen tanto en señales conducidas como radiadas.

La distorsión de intermodulación (IMD) se produce cuando dos o más señales de diferentes frecuencias se combinan dentro de un sistema que exhibe un comportamiento no lineal, lo que resulta en la generación de señales adicionales, no deseadas [1]

Se puede decir que:

- La Distorsión de intermodulación es la diferencia de amplitud entre las señales que se mezclan y los productos de intermodulación (IMD)
- La distorsión de intermodulación se presenta como resultado de la existencia de elementos no lineales

  Se diferencias tres categorías de IMD
- En el receptor (cuando 2 ó mas señales se mezclan en los amplificadores del receptor)
- En el transmisor (cuando 2 ó mas señales se mezclan en los amplificadores del transmisor)
- IMD pasiva se presenta en cables, antenas, distribuidores (splitters), conectores, etc. .

PIM se genera en un circuito con más de una frecuencia, que se produce por una no linealidad. Para los usuarios de sistemas inalámbricos, PIM es una mala noticia porque indica una no linealidad en el sistema de antena/ alimentación de línea que produce señales NO DESEADAS fuera de las señales en la banda de interés.

Muchas veces, la mayoría de estos efectos no son fácilmente previstos en una inspección visual o cuando se hacen ensayos con señales de bajo nivel, como cuando se mide la impedancia de una antena. Pero, cuando los niveles de potencia se incrementan, el efecto se hace presente.

Debe tenerse en cuenta que el fenómeno de intermodulación también se genera sobre elementos que poseen características alineales (estructuras en mal estado de oxidación que generan reirradiaciones interferentes) y que estén en las cercanías de sistemas electrónicos, afectando su funcionamiento normal.

Si bien el análisis profundo de las interferencias por intermodulación está fuera del alcance del presente trabajo, el estudio de las causas indica, entre otras acciones correctivas / preventivas, que se eliminen las alinealidades para que sistemas de múltiples frecuencias puedan coexistir. Y, para poderlas eliminar, hay que saber encontrarlas.

Uno de los mecanismos que se utiliza es el ensayo por niebla salina según Norma ASTM B-117 que ofrece la posibilidad de hacer una comparación entre distintas aleaciones y/o distintos recubrimientos para un mismo sustrato y la detección de los puntos críticos en aspectos relacionados con la corrosión por contacto de diferentes metales.

2.- METODOLOGIA

El procedimiento del Ensayo de Niebla Salina consiste básicamente en el pulverizado de una solución salina sobre las muestras a ensayar.

Esto se hace en una cámara con temperatura controlada. El medio es una solución salina al %5 (NaCl). Las muestras a ensayar son introducidas a la cámara, luego la solución salina es pulverizada como una niebla muy delgada sobre las muestras. La temperatura en la cámara se mantiene en un nivel constante. Como el pulverizado es continuo, las muestras están húmedas constantemente, y por eso están sujetas a la corrosión constantemente. A través de los años, se han agregados nuevos cambios para estimular mejor las condiciones ambientales especiales, pero el proceso más común es el ensayo descrito en la norma ASTM B 117, Normas Prácticas para la Operación de Aparatos de Niebla Salina. [2]

Se colocan las muestras en los bastidores con un pequeño ángulo de inclinación entre 10° y 30° con respecto a la vertical. El agua con 5% NaCl es bombeada de un tanque a las toberas (boquillas) de pulverizado. La solución es mezclada con aire comprimido en las boquillas. El aire comprimido en las boquillas atomiza la solución en niebla. Los calentadores mantienen la temperatura de la cabina a 35 ºC. La duración de la ensayo puede ser desde 24 horas hasta 1000 horas o más para algunos materiales. En la cámara, las muestras son rotadas con cierta frecuencia para que sean expuestas uniformemente a la niebla salina.

La base del presente trabajo es la exposición a un ensayo de niebla salina a un grupo de antenas tipo conjunto de dipolos sobre

plano de tierra, diseñadas para ser utilizadas en sistemas de recepción en UHF domiciliarias.

El ensayo debía dar como resultado la detección de puntos críticos entre los diferentes materiales utilizados, y permitir a los fabricantes realizar las correcciones adecuadas para asegurar la durabilidad del producto.

En la filosofía de los diferentes actores, la Intermodulación y sus efectos no estaba dentro de las consideraciones a tener en cuenta para la evaluación de resultados, pero observas las antenas después de los ensayos, queda claro a ojos experimentados que se está frente a un problema que no es conveniente minimizar.

Las antenas están formadas por un reflector tipo reja, de hierro tratado superficialmente, ya sea con tratamiento electrolítico o pintura epoxi en polvo. El sistema radiante de los modelos ensayados puede ser de alambre de aluminio o alambre de hierro y los soportes aislantes, vinculan a las partes metálicas utilizando remaches o tornillos, según el caso considerado.

Al analizar los resultados, queda expuesto claramente cuál es la combinación de materiales que resulta más conveniente utilizar.

Se agrega en las muestras analizadas un ejemplo de una estructura de soporte que, por mala elección de los elementos constitutivos, presentó oxidación a los pocos días de instalada, lo que ocasionaría posiblemente fenómenos de reirradiación sobre los sistemas transreceptores ubicados en las cercanías.

3.- DESARROLLO

En la Tabla 1 se detallan los materiales empleados en la construcción de las diferentes antenas:

Antena	Material varillas	Material conectores	Material soportes
1	Aluminio	Hierro cadmiado	Hierro zincado
2	Aluminio	Hierro zincado	Hierro cadmiado
3	Hierro zincado	Hierro zincado	Hierro Pintado
4	Aluminio	s/n	Hierro Pintado

Tabla 1: Materiales empleados en la construcción antenas

En las Figuras 1 a 5 se observa el deterioro producido por el ensayo durante 96 hs en cámara de niebla salina sobre las distintas antenas.

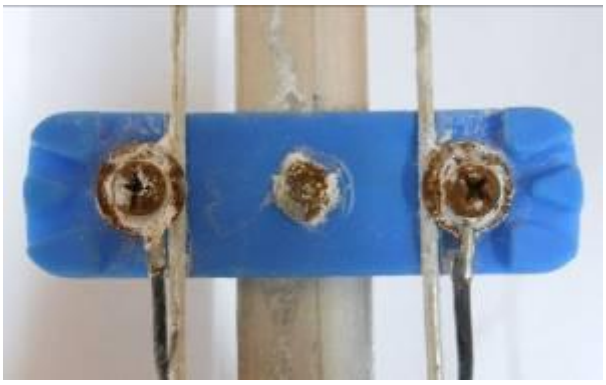
Figura 1: Detalle del deterioro de la antena 1

a) Varilla de aluminio sin atacar

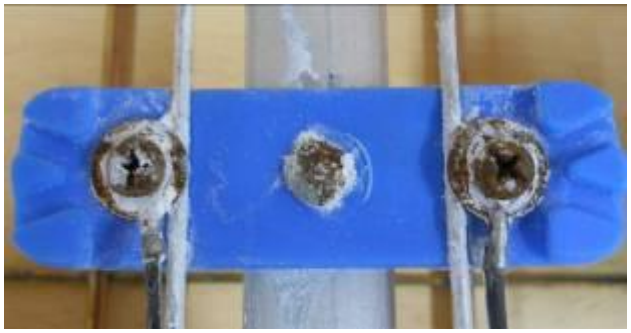
b) Soporte de hierro galvanizado atacado

c) Tornillo de sujeción atacado

Figura 2: Detalle del deterioro de la antena 2



a) Soporte de hierro anodizado sin atacar



b) Conectores y fijaciones de hierro galvanizado atacadas

c) Varillas de aluminio sin atacar

Figura 3: Detalles del deterioro de la antena 3

a) Detalle del soporte no atacado

b) Detalle de las varillas y uniones atacados

c) Detalle deterioro conector

Figura 4: Detalle del deterioro de los tornillos de sujeción de la antena 4

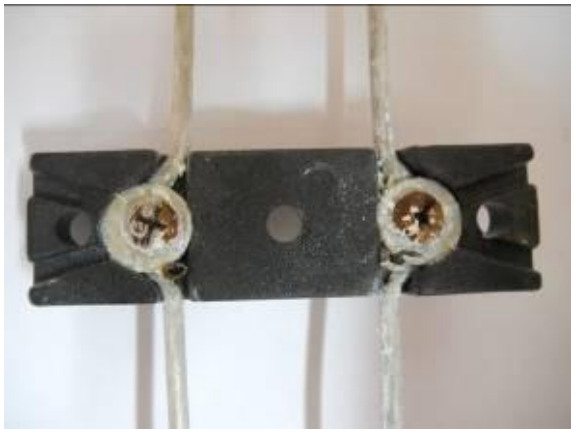
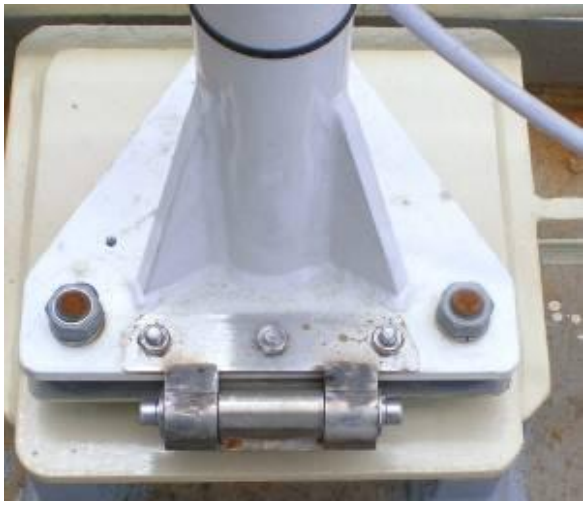


Figura 5: Detalle del deterioro de una estructura instalada cerca de antena



a) Tornillos atacados por humedad ambiental

b) Detalle del deterioro de la soldadura de la bisagra.

Observando el comportamiento de los distintos materiales y los diferentes recubrimientos se desprende que los soportes de hierro pintados después de su armado a los efectos de que estén protegidas todas las soldaduras, son las que presentan mejor comportamiento.

Además las varillas de aluminio se comportan mucho mejor que el hierro zincado, que es el que peor performance presenta en cualquiera de las partes.

CONCLUSIONES

En base a las distintas combinaciones de materiales utilizadas en las diferentes antenas, se puede concluir que aunque se utilicen soportes pintados y varillas de aluminio que presentan buena resistencia a la corrosión aunque su costo es mayor, se debe tener cuidado en la selección tanto de tornillos de sujeción como de conectores ya que serán los primero que presenten corrosión tal como se observa en la estructura de la Figura 5, donde a pesar de ser toda pintada para su instalación se utilizaron materiales que se deterioraron rápidamente.

El concepto de intermodulación por corrosión debe considerarse como una situación presente tanto en los sistemas propios como en las consecuencias de tener elementos corroídos en las cercanías de un dispositivo propio. Como dato adicional, esto tiene una gran relevancia en los sistemas de telefonía móvil celular, existiendo equipamiento específico para detectar estos efectos.

REFERENCIAS

[1] ANRITSU, (2014) Seminario sobre inermodulación de tercer orden, Escuela Superior Técnica del Ejército.

[2] CIFUENTES G., VARGAS C., SIMPSON J., ENRIQUEZ C. (2004) Ensayo de corrosión acelerada en cámara de niebla salina. Remetallica Año 24, Nro. 11, 11- 16