

DIF U₁₀₀ci@

Revista de Difusión Científica

Vol. 1, No.3, enero-abril 2008

ISSN 2007-3585

Difusión

**Autenticidad de
Productos
Mediante la Holografía**

M. Araiza et al.

Difusión

**La visión futurista de
Arthur C. Clarke
enlaces extraterrestres**

E. García et al.

Difusión

**Comunicaciones por
rebote lunar
tierra-luna-tierra**

G. Miramontes et al.

Por la divulgación de la ciencia y la tecnología

ISSN 2007-3585



PRODUCCIÓN
Universidad Autónoma de Zacatecas

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Gerardo Miramontes de León

D.R. de la Presente Edición

Gerardo Miramontes de León
Universidad Autónoma de Zacatecas
López Velarde 801, Centro
98000 Zacatecas, Zac. México

ISSN 2007-3585

DIFU100ci@ (léase difuciencia) Vol. 1, No.3, enero-abril 2008, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas", Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. C.P. 98000. www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm. correo-e:gmiram@ieee.org. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102. Responsable de la última actualización Gerardo Miramontes de León, López Velarde 801, Zona Centro, Zacatecas, Zac. C.P. 98000. Fecha de última modificación 30 de mayo de 2012.

HECHO EN MÉXICO
MADE IN MEXICO

DIRECTORIO

M. en C. Francisco Javier Domínguez Garay Rector
I. Q. Armando Silva Cháirez Secretario General
M. en C. Jesús Octavio Enriquez Rivera Secretario Académico
M. en A Emilio Morales Vera Secretario Administrativo
Dra. Isabel Terán Elizondo Coord. Investigación y Posgrado
Dr. Luis Alejandro Aguilera Galaviz Coord. de Investigación
Dr. Diego Miramontes de León Coord. de Posgrado

CONSEJO EDITORIAL

Leonardo Acho Zuppa, U Politècnica de Catalunya, España
Miguel Andrés, U. de Valencia, España
Pedro Andrés, U. de Valencia, España
Luis Tupak Aguilar, CITEDIPN, México
David H. Covarrubias Rosales, CICESE, México
Ernesto García Domínguez, U. Autónoma de Zacatecas
Luis García Santander
U. de Concepción, Chile
Geminiano D. Martínez Ponce, CIO, México
Lyle E. McBride, CSU, Chico USA
Oscar Montiel, CITEDIPN, México
Arturo Moreno Báez, U. Autónoma de Zacatecas
Claudia Sifuentes Gallardo, U. Autónoma de Zacatecas

Contenido

Vol. 1, No. 3, enero-abril 2008

EDITORIAL

Recordando a Arthur 34

Siendo éste un medio de difusión (divulgación) de ciencia y tecnología, recordamos a un gran divulgador. Arthur C. Clarke (1917-2008) autor de obras de divulgación científica y de ciencia ficción, como 2001: Una odisea del espacio, El centinela y muchas otras.

DIFUSIÓN

Autenticidad de Productos Mediante la Holografía 35

por Ma. Araiza et al. pp. 35 – 39

Actualmente, la copia ilegal de documentos o falsificación de productos representa grandes pérdidas en todos los ámbitos, ya sea industria disquera, de software, productos industriales, bancos o gobierno. Se invierten grandes cantidades en investigación para generar candados o nuevos dispositivos contra la falsificación y piratería. Los dispositivos óptico-holográficos tienen las características adecuadas para evitar estos delitos, siendo muy atractiva su implementación en medios publicitarios, comerciales, en instituciones gubernamentales, bancos, etc.

Comunicación por rebote lunar 40

por G. Miramontes et al. pp. 40 – 44

Se describe una forma de comunicación en la cual se emplea la superficie lunar como medio reflector de la onda electromagnética. Este modo de comunicación es conocido en el ambiente de los aficionados a las comunicaciones como rebote lunar, o también EME, por sus siglas en Inglés (*earth-moon-earth*). Aunque parece algo relativamente simple, hay algunos detalles muy interesantes y que deben tomarse en cuenta si se desea tener una experiencia exitosa. El objetivo de este artículo es mostrar algunos parámetros de diseño desde el punto de vista de la propagación de la onda, sin incluir el cálculo y orientación de la antena hacia la luna, que es otra parte también muy interesante.

La visión futurista de Arthur C. Clarke (1917-2008)

45

por G. Miramontes y E. García pp. 45 – 46

Hace más de 60 años que se propuso una comunicación global que utilizara satélites artificiales. Hoy en día, sobre todo para las generaciones de los años 1990 y posteriores, no parece nada fuera de lo común. Sin embargo, si observamos la fecha en que se hizo tal propuesta, nos damos cuenta que se adelantó en más 20 años a la posibilidad de que un ser humano pisara la luna (de 1945 a 1969). El artículo hace un muy modesto homenaje a este genio en razón a su fallecimiento en marzo pasado. En este artículo se introduce de manera breve la visión futurista de Arthur C. Clarke, para mostrar en un segundo artículo, algunos cálculos para un enlace tierra-luna-tierra.

Recordando a Arthur

PARA la generación de los años 1960, el ver la película de “2001: Odisea en el Espacio” fue una experiencia extraña, puesto que dejaba, o deja, muchas preguntas. Arthur C. Clarke fue un visionario, quien pudo sentar las bases de las comunicaciones vía satélite, casi tal cual las conocemos actualmente. En su obra *Extraterrestrial Relays*, publicada en octubre de 1945, vislumbra un arreglo de satélites artificiales que permitirían la comunicación global. Un detalle destacable en la obra de Sir. Clarke fue la predicción muy acertada de la distancia a la que debían colocarse los satélites geoestacionarios. Muchos sistemas de comunicación mundiales emplean satélites geoestacionarios. Nos hemos acostumbrado tanto a los desarrollos tecnológicos que ya no nos impresionan, pero resulta útil, de vez en cuando revisar el pasado para darle la atención o el reconocimiento debido. Así pues en este número se presentan tres artículos, el primero describe la aplicación de las técnicas holográficas en la detección de la autenticidad de productos. Los siguientes dos artículos se incluyen en memoria a Sir. Arthur C. Clarke (1917-2008) dado su reciente fallecimiento. El tercer artículo incluye algunos cálculos de diseño para un enlace tierra-luna-tierra. Es justo mencionar que este tipo de enlace fue sugerido también por Clarke como una forma de demostrar el paso de las ondas de radio a través de la ionósfera, para reforzar la propuesta de los “enlaces extraterrestres”.

© abril 2008 G. Miramontes

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Col Centro Zacatecas, Zac. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación.

EDITOR EN JEFE

Gerardo Miramontes de León
U. Autónoma de Zacatecas

CONSEJO EDITORIAL

[Leonardo Acho Zuppa](#)

U Politècnica de Catalunya
España

[Miguel Andrés](#)

U. de Valencia, España

[Pedro Andrés](#)

U. de Valencia, España

[Luis Tupak Aguilar](#)

CITEDI-IPN, México

[David H. Covarrubias Rosales](#)

CICESE, México

[Ernesto García Domínguez](#)

U. Autónoma de Zacatecas

[Mireya Sara García Vázquez](#)

CITEDI-IPN, México

[Luis García Santander](#)

U. de Concepción, Chile

[Geminiano D. Martínez Ponce](#)

CIO, México

[Lyle E. McBride](#)

CSU, Chico USA

[Oscar Montiel](#)

CITEDI-IPN, México

[Claudia Sifuentes Gallardo](#)

U. Autónoma de Zacatecas

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Se permite la reproducción total o parcial de los contenidos siempre y cuando se cite la fuente, y en los términos de la Ley Federal de Derechos de Autor y, en su caso, de los tratados internacionales aplicables.

Autenticidad de Productos Mediante la Holografía

Ma. Araiza E., C. Sifuentes G., G. Miramontes de L. y J. I. de la Rosa V.

Authenticity of products using holography

Recibido: enero 12, 2008

Aceptado: marzo 17, 2008

Palabras clave: autenticidad; holografía; piratería

Abstract:

Currently, illegal copying of documents or counterfeit products represents major losses in all areas, whether recording industry, software, industrial products, banks or government. They invest large amounts in research to generate new locks or devices to prevent counterfeiting and piracy. Holographic optical devices, have the right characteristics to prevent these crimes and is very attractive implementation in advertising, commercial, governmental institutions, banks, etc.

Keywords: authenticity; holography; piracy



A holografía es una ciencia que surge aproximadamente 20 años antes que el láser pero no es sino hasta 1960 con la aparición de este último que se desarrolla la holografía, viéndosele un futuro prometedor [1, 2], en diferentes áreas. La holografía es una ciencia que mediante el uso de un láser graba en un dispositivo fotosensible toda la información proveniente de un frente de onda para posteriormente ser recuperada. En general la forma de almacenar la información en estos dispositivos ópticos consiste en grabar la interferencia de dos frentes de onda de la misma frecuencia que coinciden en un mismo punto y al mismo tiempo, éstas se ven afectadas por las intensidades de las ondas individuales y la diferencia de fase entre ellas. Para recuperar la información de una de ellas se toma la otra como referencia, de tal modo que si no se utiliza una de las ondas empleadas en el grabado, la otra no podrá ser recuperada. El dispositivo óptico que se obtiene se conoce como holograma, el

cual es capaz de codificar, almacenar y recuperar grandes cantidades de información [3, 4].

La fabricación de un holograma consta de dos etapas: una conocida como grabado y la otra como reconstrucción [4], para lo cual se requiere del espacio adecuado, equipo especial y conocimiento científico para obtener buenos resultados en la fabricación de los dispositivos holográficos. Primeramente, la obtención del equipo ya presenta en gran medida una dificultad para falsificar un holograma, ya que es muy caro. Como segundo obstáculo, el conocimiento para llevarlo a cabo, ya que existen diferentes tipos de hologramas que se fabrican de diferente forma requiriendo de un conocimiento especial. Otra característica de los hologramas es que no pueden ser reproducidos arbitrariamente en forma masiva. Un punto importante es que al fabricar un holograma la información queda codificada y para recuperarla se requiere saber la clave y tener el equipo para decodificar la información. Todo lo anterior hace que la holografía sea una ciencia muy atractiva que garantiza la autenticidad del producto o documento que contenga un holograma. Un holograma proporciona además una sensación agradable a la vista, logrando que el elemento que contenga el holograma sea más valorado. [5]

CARACTERÍSTICAS DE LOS HOLOGRAMAS.

Para fines de los 60's empiezan a aparecer los primeros hologramas fuera de los laboratorios [5]. Ante la aparición de los hologramas dentro del contexto de seguridad de productos y servicios, y debido a que en el mercado existen grupos que se especializan en imitar y falsificar los productos emitidos por empresas e industrias establecidas, el mecanismo garantía-evasión se activa automáticamente con los hologramas.

El mecanismo garantía-evasión se activa automáticamente con los hologramas.

Esto es, los hologramas además de ser atractivos son apreciados por brindar seguridad a los productos que lo portan, de tal forma que un holograma por sí mismo garantiza su venta y evade a los grupos falsificadores, dando protección al gobierno, bancos, empresarios y consumidores. Los comerciantes, industriales ven protegida sus marcas y los consumidores están seguros de que obtienen aquello por lo cual pagaron: un producto de calidad [9]. Además, las instituciones de gobierno y bancos ven protegidos sus documentos y tarjetas oficiales. Las razones por las que a nivel comercial son utilizados los hologramas son [5]-[9]:

- **El impacto:** Los hologramas atrapan la vista y serán significativamente más observados que otros medios.
- **El valor agregado que tiene por adelantado:** La gente es impresionable por los hologramas y es muy probable que atrapen la atención de clientes y asociados.
- **La retención:** La gente tiende a conservar los hologramas, por ser un artículo llamativo o bien para hacer constar ante las demás personas que su adquisición pertenece a una marca reconocida
- **La seguridad:** Los hologramas son virtualmente imposibles de duplicar y de producir por criminales promedio. Se han agregado rasgos particulares a sus hologramas tales como: secuencias, texto oculto y otros.
- **Venta por sí mismos:** Los productos holográficos constituyen un único mercado por sí solos, vendiéndose al por menor.

TIPO DE HOLOGRAMAS COMO ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PUBLICIDAD

Hoy en día, la función de los hologramas va más allá de simplemente emplearlos en la publicidad de artículos de consumo, ya que existen diferentes exigencias en la sociedad

desarrollándose a nivel comercial diferentes tipos de hologramas con aplicaciones publicitarias y de protección contra la copia ilegal: [6, 8]

- **Holograma matriz de puntos.** El holograma matriz de puntos permite implementar un ilimitado control de haz láser computarizado de puntos grabados en un holograma. Este holograma es el resultado del diseño de muchos pequeñísimos puntos comprimidos; donde por separado cada punto es una rejilla de difracción. Ver Fig. 1.



Figura 1. Holograma matriz de puntos [8].

- **Holograma 2D /3D** El holograma 2D / 3D está hecho de múltiples capas bidimensionales con imágenes holográficas colocadas una detrás de otra. Tiene una buena profundidad.
- **Holograma de color real** El holograma de color real posee calidad fotográfica. Si los falsificadores no pueden obtener la fotografía original, no pueden duplicar el holograma muy parecido a la fotografía original. Es una buena forma de alcanzar una presentación infalsificable.
- **Holograma 2D** El holograma 2D está hecho de dos imágenes bidimensionales. Las imágenes son asignadas en colores y posiciones distintas en una capa. Sólo tiene una capa de profundidad visual en la imagen del holograma.
- **Holograma flip-flop.** El Holograma flip-flop puede mostrar dos imágenes desde dos líneas de vista distintas. Cuando la línea de vista cambia horizontalmente (de derecha a izquierda) o verticalmente (de ar-

riba hacia abajo), distintas imágenes se pueden apreciar a través del holograma.

- **Revelación de texto oculto y texto puntual oculto en holograma.** Este es una imagen o texto encriptado, invisible a los ojos y detectable por un lector láser. El texto o imagen oculto, puede ser visto también con un apuntador láser. Texto en pequeños puntos puede ser revelado cuando la película codificadora se ilumina.
- **Micro texto o imagen en un holograma.** Éste es difícil de ser apreciado por el ojo. Es inspeccionado visualmente con un amplificador.
- **Holograma combinado.** El holograma combinado crea un impacto por sus extraordinarios efectos visuales y por sus características de seguridad. Normalmente combina los hologramas 2D / 3D y matriz de puntos, y la profundidad de los hologramas 2D / 3D con texto oculto.
- **Holograma tipo etiqueta transparente y holograma de calcomanía transparente de pantalla móvil.** El holograma tipo etiqueta transparente se ve como una etiqueta holográfica, éste previene ser fotocopiado evitando las falsificaciones de membretes de documentos.
- **Holograma adherible sensible a la presión.** Es un holograma tipo calcomanía que al intentar retirarse se daña, por lo que no puede ser retirado sin ser destruido. No puede reutilizarse. Ver Fig. 2

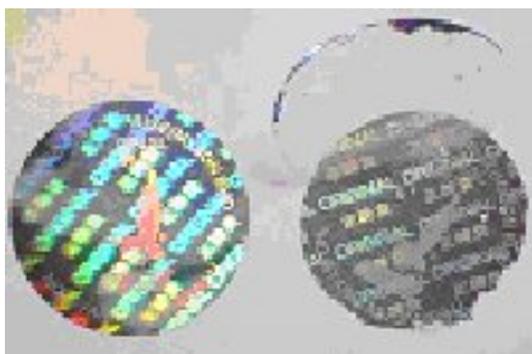


Figura 2. Holograma adherible sensible a la presión [8].

- **Holograma de libre contorno.** Este holograma libera una capa de aluminio que contiene una imagen o

texto cuando es removido, ya que se compone por capas en las que están incluidas el texto o la imagen por separado. La información contenida en el holograma queda plasmada sobre la superficie en la que estuvo adherido al ser removido. Ver Fig. 3.



Figura 3. Holograma de libre contorno [8].

- **Holograma adhesivo no alterable a la presión.** Distinto al holograma adherible de libre contorno, en éste la imagen no será dañada cuando sea desprendido de la superficie en la que fue pegada, como papel, vidrio o plástico. No es reutilizable. Ver Fig. 4.



Figura 4. Holograma adhesivo no alterable a la presión [8].

- **Números de serie sobre un holograma.** Estos se agregan como un rasgo de seguridad en el holograma. Generalmente son usados para mejorar el manejo de las capacidades anti-falsificación, puesto que las características reflejantes evitan que la información pueda ser impresa o fotocopiada.
- **Hologramas en revestimiento y laminado de credenciales de identificación.** Ofrece un nivel de protección a credenciales de identificación, insignias, licencias, etc.; previendo alteraciones a la información del documento. Combate la duplicación y copiado de la credencial. Por ejemplo este tipo de hologramas son utilizados sobre tarjetas de créditos con el fin de proteger y garantizar la autenticidad que debe tener un documento de este tipo [10]. Con este ejemplo se observa la utilidad del holograma en el contexto de la seguridad, identificación y como medio anti-falsificación. Los hologramas laminados también son utilizados como marca de seguridad en credenciales de identificación personal.
- Individualmente son comercializados en tarjetas de felicitaciones, timbres postales coleccionables, etiquetas, empaques, muestras, etc.
- Los hologramas presentan una excelente forma para exhibir los productos o logotipo de una compañía para promocionar su imagen en el mercado, siendo utilizados en exhibiciones, ferias, áreas de recepción.
- También son utilizados como material de promoción, formando parte de llaveros, pisapapeles, calendarios, adhesivos, en portadas de discos, libros, etc.
- En embalajes, la colocación de un holograma en la parte externa de una caja o un estuche, facilita la identificación del interior, añadiendo además un incentivo para su venta o prestigio.
- En regalos de empresa deben formar parte de los presupuestos destinados a publicidad y promoción. Un regalo siempre se agradece y lo más importante, se recuerda.

Debe notarse que para que un holograma pueda ser idéntico a otro, se deben tener las condiciones iniciales y originales que se vieron involucradas en el proceso de fabricación.

Para que un holograma pueda ser idéntico a otro, se deben tener las condiciones iniciales y originales que se vieron involucradas en el proceso de fabricación.

Aplicaciones de los hologramas

Actualmente, es posible ver algún holograma en productos y documentos empleándolos con diferentes fines, de acuerdo al producto que lo porte [8, 9]:

- En seguridad comercial y gubernamental, la holografía ha llegado a formar parte integral de sus programas, usándose en documentos oficiales, tarjetas de identificación, tarjetas de crédito, cheques, cheques de viajero, dinero (billetes), etc.

CONCLUSIONES

Por lo anterior, se concluye que un holograma es un elemento muy útil y atractivo y seguro. Con su empleo se da solución a una situación bipartita: publicitar productos e insumos y defender su originalidad. Sin duda alguna, los hologramas han rebasado no sólo sus propias expectativas sino que también rebasan a las de cualquier entorno en el que se vean involucrados. Los hologramas no sólo ofrecen propaganda, sino también novedad, creatividad, originalidad y hasta seguridad.[10]

Pero además de todo lo anterior se puede decir que los hologramas se promueven como un nuevo medio físico de comunicación, que, aunque carezca de transmisores y elementos electrónicos, es posible acuñar en ellos: códigos, series

numéricas y demás formatos criptográficos, para trasladarlos o darlos a conocer. Puede hacerse la siguiente semejanza: La publicidad para el holograma ha sido el medio de transmisión y el propio holograma ha fungido como el código o paquete de información a transmitir. [5]-[9]

El trabajo que se presenta es un trabajo de investigación documental.

Bibliografía

- [1] D. Gabor, “A New Microscopic Principle”, Nature 161 (1948) 777; Proc. Roy Soc. A197 (1949) 454; The Proc. Of the Phys. Soc. B64 (1951) 449.
- [2] G. L. Rogers, “ Gabor Diffraction Microscopy: The Hologram as a Generalized Zone Plate”, Nature, 166, 237 (1950).
- [3] Javier L. Collazo, Diccionario de Términos Enciclopédicos de términos técnicos Inglés-Español Español-Inglés en tres volúmenes, v.1, (Mc Graw Hill, México, 1980), pp. 540.
- [4] J. W. Goodman, “ Introduction to Fourier Optics ”, 2nda. Ed. (McGraw-Hill, New York, 1996) 198-254.
- [5] *History of Holography*. <http://www.holophile.com/html/history.htm>
- [6] J. N. Robles Gallegos, Tesis de licenciatura para obtener el grado de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, con el título: ” La holografía aplicada en las comunicaciones”, Universidad Autónoma de Zacatecas (2006).
- [7] *Historia de la Holografía*, <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/optica.htm>
- [8] *Hologramas para Publicidad*, http://www.hlhologram.com/why_hologram.htm
- [9] *Hologramas y Publicidad*, <http://www.securityhologram.com/es/about.php>
- [10] R. V. Renesse, “Aestron encyclopedia of Printed Security”, Reading, Tomo Institute of Applied Physics and Aestron Design, (1993).

Acerca del autor o autores

Ma. Araiza E., C. Sifuentes G., G. Miramontes de L. y J. I. de la Rosa V. son investigadores del Laboratorio de Procesamiento Digital de Señales, Fac. de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac.-98068 Tel: +(492)9239407, ext 1518. Correo-e: araizama@uaz.edu.mx

Comunicación por rebote lunar

Gerardo Miramontes de León, Ernesto García Domínguez, Claudia Sifuentes Gallardo

Moon bounce communications

Recibido: abril 12, 2008

Aceptado: abril 27, 2008

Palabras clave: Rebote lunar; comunicación EME; radio aficionados

Abstract:

We describe a form of communication in which the lunar surface is used as a means of electromagnetic wave reflector. This mode of communication is known in the Hams community as moonbounce communications, or EME also, for its acronym in English (earth-moon-earth). Although it seems relatively simple, there are some very interesting details that should be considered if you want to have a successful experience. The aim of this paper is to show some design parameters from the point of view of wave propagation, not including the calculation and orientation of the antenna to the moon, which is another very interesting issue.

Keywords: Moon bounce; EME communications; amateur radio

REBOTE lunar es una forma muy interesante de radio comunicación. En la comunidad de radioaficionados es mejor conocido como EME (Earth-Moon-Earth) o tierra-luna-tierra, lo cual se lee como eco-mike-eco. Actualmente, gracias a los avances en la electrónica de radiofrecuencia (RF) se ha despertado el interés por experimentar con este tipo de comunicación. Sin embargo, aunque es importante tener una gran dosis de ánimo y de watts en el transmisor, es conveniente tener, además, algunas nociones de qué factores intervienen en un enlace EME como para asegurarse un cierto grado de éxito.

En una comunicación EME, se envía una señal de radio hacia la luna y ésta actúa como reflector, regresando la señal a la tierra. El concepto es simple pero tiene un primer grado

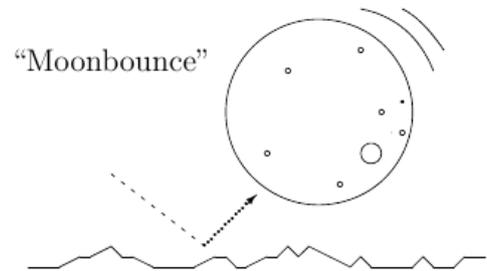


Figura 1. Rebote lunar en cometas.

de dificultad si consideramos la larga trayectoria que debe seguir la señal, primero para llegar a la luna y después para regresar a la tierra.

La primera demostración de un enlace EME se hizo en 1950 por la fuerza armada de los Estados Unidos empleando 400 MW de potencia radiada efectiva. El primer contacto entre radioaficionados ocurrió en 1953 entre las estaciones W4AO y W3GKP. Las condiciones en ese entonces eran más difíciles que las actuales para transmisiones en las bandas VHF y UHF, ya que se tenía una restricción en la potencia máxima que se podía emplear. Con el límite de 1500 W y la disponibilidad de dispositivos semiconductores de bajo ruido se ha aumentado la posibilidad de éxito con estaciones relativamente modestas.

Cabe esperar que el tipo de comunicación no corresponda a “fonía” sino a otros modos como RTTY, CW (telegrafía) y otros, modos digitales. Esto se debe a que las señales que se tienen que trabajar serán muy pequeñas, casi inmersas en ruido.

Para su recepción se emplean programas de cómputo capaces de detectar y decodificar estas señales que de otro modo sería muy difícil, a menos que se trate de un radioaficionado muy experimentado y con un excelente oído.

Se pueden realizar básicamente dos tipos de experimentos, en uno de ellos participa una sola estación enviando y recibiendo ella misma la señal que envió; a esto se le llama ECO (lunar). Un segundo experimento es el establecimiento de un contacto con otra estación, a esto se le llama QSO.

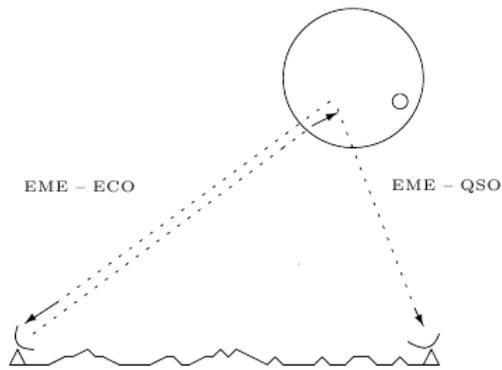


Figura 2. Enlace por EME y por eco lunar.

¿Qué se requiere para intentar un comunicado EME?

Para asegurar un cierto grado de éxito, o al menos aumentar las probabilidades de éste, se deben cubrir los siguientes requisitos de operación:

- Una potencia de salida tan cercana como sea posible a la potencia máxima permitida legalmente.
- Un arreglo de antenas suficientemente grande en comparación con las antenas empleadas para satélites OSCAR.
- Una posición exacta del azimuth y elevación.
- Una línea de transmisión (cableado) con pérdida mínima.
- Un sistema con muy bajo factor de ruido, colocando el preamplificador preferentemente en el arreglo de antenas.

Como se dijo antes son muchos los factores que afectan la comunicación EME. Para comenzar, se debe elegir la frecuencia de trabajo. Como se sabe la pérdida de la señal por la distancia es diferente a diferentes frecuencias, siendo mayor entre más alta es la frecuencia. Esto no representa una regla de diseño, es decir, no necesariamente es mejor trabajar a bajas frecuencias. Por ejemplo, trabajar EME en la banda de 6 metros (50 MHz) exige antenas de tamaño considerable, entre otros muchos requerimientos.

En este artículo se harán algunos cálculos aproximados de los requerimientos mínimos que se deben tener en la

estación para poder realizar un contacto por EME, para 144 MHz.

Cabe aclarar que los cálculos que se hacen son muy optimistas, lo que resulta contrario a los cálculos que serían recomendables ya que siempre se debe aplicar el peor de los casos. Sin embargo, por simplicidad se prefiere hacerlo así para mostrar que se requiere de un esfuerzo y cuidado especial en el diseño de la estación. Recientemente se han anunciado comunicados por EME con potencias muy bajas, del orden de unos cuantos cientos de watts en la banda de 2 metros (144 MHz).

Pérdida en el espacio libre

La pérdida en el espacio libre, o pérdida básica de transmisión (PBT) es la relación entre la potencia recibida a la potencia transmitida, bajo condiciones isotrópicas y está dada por

$$PBT = \frac{P_r}{P_t} = \frac{4\pi D^2}{\lambda^2} \quad (1)$$

donde

P_r es la potencia recibida.

P_t es la potencia transmitida.

D es la distancia entre el transmisor y el receptor.

$\lambda = C/f$, donde C es la velocidad de la luz (3×10^8 m/s) y f es la frecuencia de la señal.

Por condiciones isotrópicas se entiende que en el enlace no se toman en cuenta las pérdidas por el medio y las pérdidas por error de polarización, y que las ganancias de las antenas, tanto de la antena de transmisión como la de recepción son unitarias.

La distancia de la tierra a la luna es de 353 mil Km (perigeo) a 410 mil Km (apo-geo) aproximadamente. Como la señal de radio debe cubrir la distancia en dos sentidos, ida y regreso, la distancia total en el enlace será el doble. La pérdida total de la señal por recorrer esta distancia a una frecuencia de 145 MHz, empleando la (1) es de 200 dB aproximadamente. Esta pérdida supone condiciones ideales, así que un número más práctico es aquel que incluye las pérdidas de absorción por el medio.

El manual de la ARRL [1] se indica que a 144 MHz la pérdida básica de transmisión para EME es de 251.5 dB a 253.5 dB, lo cual representa una atenuación considerable.

Requerimientos en la antena y el amplificador

La pérdida causada por la trayectoria de la señal exige que se tenga una gran potencia de transmisión, un receptor de bajo ruido, y un arreglo de antenas con un alto desempeño. Un parámetro muy importante en el diseño de la estación es la temperatura de ruido de la antena y del amplificador.

Recuérdese que cuando se trata de recibir una señal muy débil, ésta puede ser fácilmente ocultada por el ruido causado por el mismo sistema receptor (antena + amplificador). Se recomienda que el arreglo de antenas tenga una ganancia de al menos 20 dBi. Con esa ganancia deberá tenerse capacidad de escuchar su propio eco. En la banda de 144 MHz es común usar un arreglo de antenas Yagi con 12, 16 o más elementos para conseguir esa ganancia.

El amplificador también es una fuente importante de ruido. Quizá el lector recuerde aquellos amplificadores de bajo ruido (LNA) que fueron muy empleados durante la década de los años 1980 para comunicaciones por satélites geoestacionarios. Las especificaciones del amplificador incluía su ganancia, de alrededor de 50 dB, y su temperatura de ruido desde 75 K hasta 120 K (grados Kelvin). El LNA que se muestra en la fotografía muestra en la su placa de datos una ganancia típica de 48 dB y ruido de 75 K. Sin estos amplificadores la recepción era prácticamente imposible.



Figura 3. Amplificador de bajo ruido.

Cuando se tienen todos los componentes del sistema, la contribución de ruido se mide por el factor de ruido (noise figure) y generalmente se expresa en dB. El factor de ruido (FR) es la razón de la relación señal a ruido a la entrada del sistema $(S/N)_i$ y la relación señal a ruido a la salida $(S/N)_o$ [2], es decir

$$FR = \frac{(S/N)_i}{(S/N)_o} \quad (2)$$

donde (S/N) es la relación entre la potencia de la señal a la potencia de ruido. Como puede verse de la (2), si el sistema no contribuye con ruido, que sería el caso ideal, la el FR sería igual a 1, (0 dB). Se espera que la $(S/N)_o$ siempre sea menor a la $(S/N)_i$ ya que el sistema siempre introduce ruido.

La relación entre el FR y la temperatura de ruido está dada por

$$FR = 1 + \frac{T_s}{T_o}, \quad (3)$$

donde T_s es la temperatura de ruido del sistema y $T_o = 290K$. Para el caso EME es igualmente importante que haya una muy baja contribución de ruido en el sistema receptor. Se pueden tener arreglos de antenas de alto desempeño con temperaturas de ruido cercanas a los 30 K. Por su parte el amplificador también debe ser de bajo ruido. Por ejemplo, con el transistor 2SC2498 que se especifica como un transistor bipolar de bajo ruido para VHF/UHF se puede construir un preamplificador con un factor de ruido de 1 dB [3]. Es común encontrar preamplificadores para VHF/UHF con factores de ruido entre los 2 y 3 dB.

Actualmente se pueden encontrar transistores FET a base de GaAs (Arseniuro de Galio), conocidos como GaAsFET (del tipo que se emplean en los LNAs) con baja temperatura de ruido, así que estos transistores se deben manejar con mucha precaución ya que son muy sensibles a las descargas electrostáticas.

Cálculos del sistema

Para tener una recepción aceptable, para BLU (SSB), se debe alcanzar una S/N final de unos 3 dB, por lo menos. La ARRL indica que para contactos en CW de baja velocidad se pueden hacer hasta con 0 dB. En realidad, es deseable tener una S/N de al menos 5 dB, si se espera leer el código CW a “oído,” o con los programas de cómputo corrientes para decodificarlo, como el UA9OSV CwGet, entre otros, que seguramente requieren de una S/N por arriba de 0 dB. Sólo por recordar, en el caso de transmisiones con modulación de frecuencia (FM), en teoría la mínima S/N aceptable es de 8 dB, y en la práctica se busca que alcance los 10 dB.

Si se conocen los parámetros de la estación, entonces se puede calcular la capacidad para alcanzar esta S/N como sigue. La S/N en dB es simplemente la suma de ganancias y pérdidas en toda la cadena de los elementos que componen al sistema. La fórmula para su cálculo, que se estudia en los cursos básicos de comunicaciones, es

$$S/N = P_t - P_{L_t} + G_t - PBT_{dB} + G_r - P_n \quad (4)$$

donde

P_t es la potencia de transmisión.

P_{L_t} son las pérdidas en los cables del transmisor (feed-line loss).

G_t es la ganancia de la antena de transmisión.

PBTdB es la pérdida por trayectoria.

G_r es la ganancia de la antena de recepción. P_n es la potencia de ruido del sistema receptor, y todos los términos están en dB.

Este último término se calcula por

$$P_n = 10 \log(K T_s B), \quad (5)$$

donde

K es la constante de Boltzman = 3.8×10^{-23} (J/K). B es el ancho de banda (Hz), y T_s es la temperatura de ruido del sistema (K).

Por su parte la T_s está dada por

$$T_s = T_a + (P_{L_r} - 1)T_0 + P_{L_r}T_r, \quad (6)$$

donde

T_a es la temperatura de ruido de la antena.

P_{L_r} es la pérdida en los cables del receptor. T_r es la temperatura de ruido del receptor.

Suponiendo un enlace en la banda de 144 MHz, con una potencia de 500 W, ganancias de antenas de 20 dBi, una PBT de 252 dB de acuerdo al manual de la ARRL, y valores conservadores de pérdidas por cableado de 1.05 dB, una T_r de 35K con una T_a de 60 K, y un ancho de banda de 100 Hz (para CW) se obtienen los siguientes valores:

Temperatura de ruido del sistema $T_s = 111.25$ K, potencia de ruido del receptor $P_n = -188.1382$ dB, y una S/N = 2.0779 dB. Es decir, se alcanza una S/N que para propósitos prácticos es muy baja, pero que seguramente con programas de cómputo especializados, como el WSJT, se podrá decodificar algún mensaje. Si suponemos una potencia de 1000 W, se logra una S/N de 5.08 dB. Sólo por completar

los cálculos con una potencia de transmisión de 200 W se obtiene una S/N de -1.901 dB, mientras que con 300 W se obtiene una S/N de -0.14 dB.

Si se deseara trabajar en fonía el ancho de banda necesario es de 2.3 kHz, y entonces, como aumenta la potencia de ruido, aún con 1000 W, la S/N es de -8.52 dB. Note que es negativa. Hay que recordar que en este cálculo no se han incluido otros factores que pueden afectar el enlace, pero que son muy importantes ya que pueden producir aún más pérdidas. Esos factores incluyen una incorrecta localización de la luna (errores en el azimuth y elevación) y pérdidas por polarización. Estos dos últimos factores requieren programas de cómputo e implementos especiales para ajustar la posición de las antenas con mucha precisión, además de la complejidad del seguimiento que hay que hacer al movimiento de la luna.

Conclusiones

Como se ha mostrado con los cálculos, los requerimientos de una estación para establecer un enlace EME son severos. Si se desea intentar con una potencia menor a 500 W será estrictamente necesario aumentar el desempeño de la estación en otros elementos, es decir, disminuir la temperatura de ruido del sistema y aumentar en la medida de lo posible las ganancias de antenas y del preamplificador en un número significativo de dBs.

Por otra parte, si se intenta un enlace entre dos estaciones, se puede tener un esfuerzo compartido, es decir, las deficiencias de una estación deberán estar compensadas de alguna forma por la otra, por ejemplo, si una estación transmite con baja potencia, la otra deberá tener un sistema de recepción con alta ganancia y muy bajo factor de ruido, al mismo tiempo si una estación tiene un sistema de recepción con un factor de ruido grande la otra estación deberá tener una alta potencia de transmisión.

Como último comentario, hay que señalar que actualmente hay disponibles varios programas de cómputo que permiten la recepción de señales inmersas en ruido. Estos programas hacen uso de técnicas de procesamiento digital de señales, algunos de ellos muy sofisticados, y pueden trabajar con relaciones S/N muy severas, dando la oportunidad de tener una experiencia muy interesante.

Bibliografía

- [1] The ARRL Handbook for Radio Amateurs 2000, ARRL - the national association for Amateur Radio, Newington, CT 06111, USA, (2000).
- [2] Ferrel G. Stremler, Introduction to Communication Systems, Second Edition. Addison Wesley Publishing Company, (1982).
- [3] 440 Mhz Low Noise Preamp Kit, Kit No. PR40, Ramsey electronics, Inc. 793 Canning Parkway, Victor NY 14564.

Acerca del autor o autores

Profesores-investigadores de la Fac. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, y miembros del Cuerpo Académico de Procesamiento digital de señales.

La visión futurista de Arthur C. Clarke (1917-2008)

Gerardo Miramontes de León, Ernesto García Domínguez

The futuristic vision of Arthur C. Clarke

Recibido: abril 2, 2008

Aceptado: abril 27, 2008

Palabras clave: Comunicación global; satélite artificial; Arthur C. Clarke

Abstract:

More than 60 years, it was proposed global communications using artificial satellites. Today, especially for the generations of 1990's and later, it seems nothing unusual. However, if we look at the date on which such a proposal was made, we realize that we were ahead over 20 years to the possibility that a human being set foot on the moon (from 1945 to 1969). The article makes a very modest tribute to this genius because his death in March. This article introduces briefly the futuristic vision of Arthur C. Clarke, to show in a second article, some link calculations for earth-moon-earth.

Keywords: Global communications; artificial satellite; Arthur C. Clarke

EN octubre de 1945 se publicó un artículo que causó sensación [2]. En ese artículo se planteó por primera vez la pregunta ¿pueden las estaciones espaciales dar cobertura mundial de radio? Hoy en día y sobre todo para las nuevas generaciones, esta pregunta no parece tan sensacional, pero situándonos en la época de su aparición, la tecnología de los cohetes apenas comenzaba. Para comprender mejor este hecho veamos la pregunta en su idioma original ¿Can rocket stations give world-wide radio coverage? Note que para estar acordes a nuestra época hemos reemplazado el término original estación de cohete por estación espacial. En ese tiempo el cohete V2 representaba la tecnología de punta y no se tenía todavía experiencia directa de ondas de radio pasando entre la tierra y el espacio exterior.

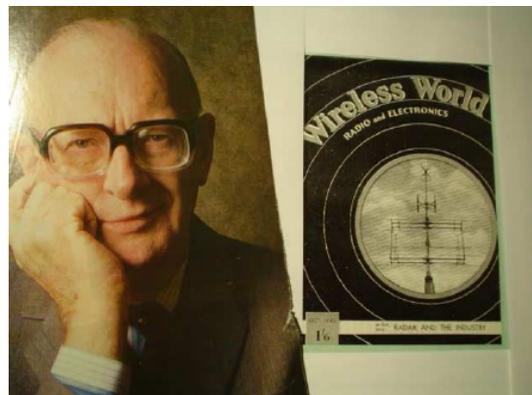


Figura 1. Arthur C. Clarke en la revista Orbit en 1985, y portada de Wireless World en 1945.

El artículo fue publicado en la revista *Wireless World* en octubre de 1945 y siendo Arthur Clarke un escritor de ciencia ficción, y de artículos de divulgación, es más conocido por su obra *2001: una odisea en el espacio*. Aunque la obra en la que sentó las bases de las comunicaciones por satélite es “Extra-terrestrial Relays”. El artículo original se puede encontrar en el número de abril de 1995 de la revista *Orbit* [1].

Si nos situamos en esa época, y conociendo la actualidad, es sorprendente la forma en que Arthur Clarke “retrata” el futuro. Para comenzar se adelanta, como si hubiera echado un vistazo a nuestros días a la forma en que trabajan hoy en día muchas cadenas de televisión. Por ejemplo, la cobertura mundial de CNN se debe precisamente al uso extensivo de la tecnología de satélites. En ese entonces la tecnología de los cohetes desarrollada, principalmente por los Alemanes, durante la II Guerra Mundial representaba el avance tecnológico de punta, pero además de contar con esos elementos vigentes en esa época, Clarke predice con exactitud asombrosa cómo serían las comunicaciones de nuestros días, cómo sería la estación espacial que conocemos hoy en día y a qué distancia se encontrarían los satélites de comunicaciones conocidos como geoestacionarios. La órbita en la que se encuentran estos satélites lleva su nombre en su honor.

Otras observaciones interesantes para leer y comprender la magnitud de tal visión son las siguientes: Se utiliza el término Mc/s (Mega ciclos por segundo) en lugar de Hz. No se había inventado el transistor, y mucho menos el circuito integrado. La tecnología digital estaba en la mente de los científicos e ingenieros, pero todavía faltaban muchos años para su desarrollo. Las técnicas de modulación predominantes eran la amplitud modulada (AM) y la frecuencia modulada (FM). Propone las comunicaciones por rebote lunar, como medio para comprobar el paso de las ondas de radio a través de la ionósfera.

Aunque en su visión la energía de la señal transmitida a tierra sería de una potencia tal que sólo se requeriría de una pequeña antena para su recepción pero en realidad, en las estaciones de los años 80 la potencia del transmisor en el satélite se reducía a unas cuantas decenas de watts, los avances en los dispositivos semiconductores de bajo ruido permiten hoy en día recibir señales de satélites cuya potencia no excede varias decenas de watts, reduciendo considerablemente el tamaño del reflector parabólico respecto a las dimensiones que vislumbró Clarke.



Figura 2. Reflector parabólico construido en la Facultad de Ingeniería.

En esta facultad, por el año 1985 un grupo de maestros nos dimos a la tarea de probar el diseño de una estación terrena para la banda C. En la fotografía aparecen de derecha a izquierda José Guadalupe Miramontes, Marcial Montoya, “Don Miguel” y el autor de esta nota. Cabe mencionar la colaboración del Ing. José Luis Campos quien no aparece en la fotografía pero que nos enseñó a moldear las varillas a base de martillazo.



Figura 3. Receptor de satélite empleado en la prueba de la antena parabólica.

El sistema tuvo un desempeño bastante aceptable, teniendo algunos canales con una recepción completamente libre de ruido.

Bibliografía

- [1] A. Clarke Odissey, Satellite Orbit, April 1985.
- [2] Wireless World, October 1945.

Acerca del autor o autores

Profesores-investigadores de la Fac. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma de Zacatecas, y miembros del Cuerpo Académico de Procesamiento digital de señales.



Figura 4. Reflector parabólico construido en la Facultad de Ingeniería.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

DIFU100ci@ (léase difuciencia) es una publicación cuatrimestral del Cuerpo Académico de Procesamiento e Instrumentación óptica, de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas. Tiene como objetivo difundir conocimientos científicos y tecnológicos del área de la ingeniería, a través de artículos de divulgación y artículos que muestren temas de investigación. La revista cuenta con el Certificado de Reserva de Derecho al Uso Exclusivo del Título expedido por el INDAUTOR, Reserva: 04-2010-110314331900-102.

Los trabajos pueden ser clasificados, al menos, en tres categorías: Divulgación, Investigación, y Tutoriales.

Divulgación: Artículos que no necesariamente contienen resultados de proyectos de investigación propiamente. En esta sección también se podrán incluir trabajos que presenten nuevos enfoques a temas de investigación de modo que permitan ampliar su difusión.

Investigación: Se pueden incluir resultados de investigación aunque conservando el enfoque a la divulgación, es decir, no necesariamente con el rigor de un “paper”. Con ese enfoque se pretende motivar aun mayor número de lectores al hacerles llegar los nuevos tópicos que se estudian actualmente. Los trabajos sobre desarrollo tecnológico pueden ser considerados en esta categoría y se recomienda que un mayor número de trabajos correspondan a esa importante tarea.

Tutoriales: Se muestran temas novedosos, pero poco conocidos. O bien, nuevos enfoques a temas básicos, con un objetivo didáctico, de modo que permitan ampliar el conocimiento y motiven su aplicación en proyectos de ingeniería (desarrollo tecnológico). Página provisional de la Revista:

<http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm> **Sobre el formato del texto:** Los trabajos se pueden enviar en formato txt y las gráficas o figuras en formato jpg con buena resolución. De ser posible debe enviarse un solo archivo rar o zip que contenga tanto el texto como las figuras. En el caso de utilizar Word, se deberá enviar en formato .doc, sin utilizar macros (no se aceptará formato docx). También se aceptarán trabajos en formato OpenOffice. No se solicita ningún formato de página en especial, ya que el texto será llevado al formato de la revista. El trabajo debe incluir

1. Título y Lista de autores.
2. Resumen en un máximo de 200 palabras. El Resumen se utiliza como descripción del trabajo en el índice ampliado, y no aparece en el cuerpo del documento (ver algún número anterior como muestra).
3. Cuerpo del documento: El título de las Secciones será en MAYÚSCULAS, debidamente acentuadas. Las Subsecciones en minúsculas con la primera letra en mayúscula.
4. Las ecuaciones deberán indicarse lo más claramente posible, aun en formato txt. Por ejemplo: $H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5)$ where $z = e^{(j)\omega_1}$
5. Biografía de los autores. El lugar de adscripción se incluirá en una sección “acerca del autor” donde se podrá incluir una breve descripción del puesto que desempeña o ha desempeñado cada autor.

El autor principal deberá enviar debidamente llenado y firmado el formato de “cesión de derechos”, manifestando además que el trabajo no ha sido publicado previamente.

POLÍTICA EDITORIAL:

Los originales serán sometidos a un proceso editorial en varias fases. En primer lugar, los artículos recibidos serán objeto de una evaluación preliminar por parte del Comité Editorial, quien determinará la pertinencia de su publicación, con base a los requisitos temáticos. En la segunda fase, los artículos son enviados a dos pares académicos externos, quienes determinarán en forma anónima uno de los siguientes dictámenes: a) publicar sin cambios, b) publicar después de cumplir correcciones menores, c) publicar una vez que se haya revisado a fondo, d) rechazar. En caso de discrepancia entre los dos árbitros, el texto será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá si es aceptado o rechazado. Los resultados del proceso del dictamen son inapelables en todos los casos.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

DIFU100ci@ (read difuciencia) is a quarterly publication of the Processing and Optical Instrumentation Academic Group, Faculty of Electrical Engineering, Universidad Autonoma de Zacatecas. It aims to disseminate scientific and technological knowledge in the field of engineering, through application oriented articles and articles showing research topics. The magazine has a certified copyright number for exclusive use of the title issued by INDAUTOR, Reserve: 04-2010-110314331900-102.

Aims and Scope: The articles can be classified in at least three categories: Divulgation, Research, and Tutorials.

Divulgation: The articles do not necessarily contain results of research projects themselves. This section will also include works that showcase new approaches to research subjects so as to broaden its distribution.

Research: The articles include research results while maintaining the focus on disclosure (divulgation), ie not necessarily with the rigor of a “paper”. This approach is intended to motivate even more to bring readers to the new topics that are studied today. Works on technological development can be considered in this category and it is recommended to have more articles related to this important task.

Tutorials: These include new issues, but little known. Alternatively, they may include new approaches to basic knowledge, with a didactic purpose, so that will expand knowledge and encourage its application in engineering/technological projects. Provisional Web site of the Magazine: <http://www.uaz.edu.mx/gmiram/Revista.htm>

Format for submmision: The work can be sent in .txt formats and graphics or pictures in .jpg format with good resolution. It will be acceptable to send a single .zip or .rar file containing both the text and figures. In the case of using word, it must be sent in .doc format without using macros (.docx format is not accepted). It will be also accepted as an OpenOffice file. It is not requested any page format, especially since the text will be brought to the format of the magazine.

The article should include:

1. Title.
2. List of authors.
3. Summary in a maximum of 200 words. The summary is used as the article description in the expanded index, and does not appear in the document body (see a previous issue as a sample).
4. Main body of document. The title of the section will be in UPPERCASE, properly spelled. Subsections must be written in lowercase with the first letter capitalized.
5. The equations should be indicated as clearly as possible, even in txt format. For example:
$$H(\omega_1) = z^2 / (z - 0.5) \text{ where } z = e^{(j)\omega_1}$$
6. Biography of the authors. The actual job position will be included in a section “about the author” which may include a brief description of the position played or had played each author.

The lead author must submit the duly completed and signed form of “transfer of rights”, saying that the work has not been published previously.

EDITORIAL POLICY:

Manuscripts will undergo an editorial process in several phases. First of all the items received will be subject to a preliminary assessment by the Editorial Committee, who will determine the relevance of its publication, based on thematic requirements. In the second phase, items are sent to two external academic peers, who determine anonymously one of the following opinions: a) accept unchanged, b) accept after serving minor corrections, c) accept once it has been fully reviewed, d) reject. In case of discrepancy between the two arbitrators, the text will be sent to a third arbitrator, whose decision will define if it is accepted or rejected. The results of the opinion process are final in all cases.

