

# Anécdota acerca de cómo desarrollé el primer equipo de marca de agua en el mundo

**Akihiro Hori**

Departamento de Ingeniería de Información y Comunicación,  
Universidad Nacional de Electro-Comunicación, Tokio.  
JAPÓN.

Recibido el 13 de mayo de 2009; aceptado el 6 de enero de 2010.

## 1. Resumen

La marca de agua es una técnica en la cual se inserta una señal imperceptible dentro de materiales digitales, tales como músicas e imágenes. La señal de marca de agua puede ser un número de ID (datos de identificación) del propietario del material digital, la cual se usa principalmente para la protección de derechos de autor. En este artículo se presenta el primer equipo de marca de agua que se desarrolló para la compañía televisora de Japón en 1991. Desde esta fecha, dicho equipo se ha utilizado ampliamente, a tal grado que hasta marzo de 2010 había marcado más de diez mil programas de televisión durante sus cerca de 20 años de uso.

**Palabras clave:** marca de agua digital, protección de derecho de autor.

## 2. Abstract (First Watermarking Equipment Developed for Japanese Broadcasting Company)

The watermarking is a technique, in which an imperceptible signal is embedded into the digital materials, such as music and images. The watermark signal can be an ID number of the owner of the digital material, and it is used for copyright protection principally. In this paper, first watermarking equipment, which was developed for Japanese broadcasting company in 1991, is presented. This equipment has been widely used, such that until the end of March, it has embedded more than ten thousand watermark signals into of TV program during the last 20 years.

**Key words:** digital watermarking, copyright protection.

## 3. Introducción

La marca de agua es una técnica que inserta una señal imperceptible (invisible en caso de imágenes e inaudible en el caso de audio) dentro de materiales digitales, tales como imágenes, videos y audio. La señal de marca de agua puede ser un logotipo y un número de ID que utiliza principalmente para la protección de derechos de autor.

Hace aproximadamente 20 años, en 1991, desarrollé un equipo de marca de agua para proteger programas de televisión de una compañía televisora donde estaba trabajando. El equipo desarrollado había sido empleado hasta final de marzo de 2010, insertando señales de marca de agua dentro de más de diez mil programas de televisión. De mi conocimiento, podemos considerar que este equipo representa el primer equipo desarrollado para la inserción de marca de agua y la primera aplicación que utilizó esta tecnología en el mundo real durante más tiempo [1].

En este artículo se presenta una anécdota sobre el desarrollo del primer equipo de marca de agua desarrollado en el mundo describiendo la motivación y objetivo del desarrollo, el esquema de marca de agua desarrollado, así como los problemas que enfrentamos durante el desarrollo y las soluciones encontradas.

Al final de este artículo se describen las conclusiones a las que ha llegado, después de desarrollar el equipo práctico de marca de agua, así como algunas consideraciones sobre el futuro de la técnica de la marca de agua.

## 4. Motivación de desarrollo

En 1990, Nippon Television Network Corp (NTV), donde el autor estaba trabajando, fue la segunda compañía televisora más importante de Japón la cual tenía una amplia biblioteca de imágenes y videos. En esta biblioteca, una gran cantidad de imágenes y videos capturados durante varios años se han almacenado y administrado. Todas las informaciones visuales de esta biblioteca se han usado dentro y afuera de la compañía de acuerdo a sus necesidades. Sin embargo cuando se

prestaban algunas de estas informaciones a otras compañías de televisoras u oficinas de producción, no había manera de controlar sus usos legales. Por lo tanto había una necesidad de controlar éstas usando alguna técnica innovadora. Esto motivó el desarrollo de este primer equipo de marca de agua.

De acuerdo a necesidades del departamento de biblioteca, se determinaron las especificaciones del equipo de marca de agua, las cuales son:

- (1) La degradación de la calidad de la información visual debe ser mínima, de forma tal que no pueda ser percibida por sistema visual humano.
- (2) La eliminación de la señal de marca de agua insertada sin distorsionar la información visual sea realmente imposible.
- (3) La cantidad de la señal de marca de agua sea más de 10 caracteres (letras y números).
- (4) El tiempo requerido para la detección de la señal de marca de agua deberá ser menor de 10 segundos.
- (5) La señal de la marca de agua se deberá de detectar después de realizar copias en VTR más de dos veces (en este tiempo todavía no había DVD).

Estos requerimientos son contradictorios entre sí, por ejemplo para satisfacer el primer requerimiento, relativo a la mínima distorsión, se puede insertar la señal de marca de agua en alguna parte fuera de la imagen, sin embargo esta señal es muy fácil de eliminar sin causar distorsión alguna a la imagen, es decir que no puede satisfacer el segundo requerimiento. Tomando esto en consideración, la señal de marca de agua se debe insertar dentro de información visual sin que cause ninguna distorsión perceptible y además la señal no debe ser eliminada fácilmente. Con base en esto se llegó a la conclusión de que satisfacer todos los requerimientos no era nada fácil, además en esta época, las señales de televisión todavía eran analógicas.

Actualmente, varios métodos de marca de agua se han presentados en la literatura científica y congresos relacionados con este tema, aunque en ese tiempo, 1990, ni siquiera existía aun el término "marca de agua" (*watermarking* en inglés).

## 5. Prueba y error

Como un primer intento, desarrollé un método analógico de marca de agua, para lo cual se tomó en cuenta que, en las

señales de televisión analógica se ocupan todas las bandas de frecuencia, considerando la señal en su forma unidimensional, y también todas las bandas de frecuencia espacial si se considera en la forma bidimensional. Sin embargo, considerando éste en su forma tridimensional, al incorporar el eje de tiempo, se tiene una región no ocupada. Esta región no ocupada se conoce en japonés como *Fukinuki hole* (hoyo de Fukinuki), tomando el nombre del descubridor de este hoyo. Usando esta región, hoyo de Fukinuki, se trató de insertar la señal de marca de agua. La figura 1 muestra un ejemplo de la señal de marca de agua insertada en esta región.

En la figura 1, "NTV" que indica la identificación del canal de televisión y la identificación de la imagen "0B25 123" son representados como patrones e insertados como señales de marca de agua dentro del "hoyo Fukinuki". Aunque por la intersección con la imagen de televisión, una parte del patrón de marca de agua está distorsionado, se puede detectar la marca de agua con total inteligibilidad. Desgraciadamente después de grabar en VTR comercial, los patrones de marca de agua ya no se pudieron detectar. En VTR comercial, no se graba directamente la señal de entrada, sino que primero se divide la señal de video en la señal de luminancia y señales de cromas para almacenarse posteriormente. La señal que no pertenece a la luminancia ni a las cromas se descarta automáticamente. Este esquema cumplió los requerimientos 1 hasta 4 mencionados anteriormente, sin embargo no se



**Fig. 1.** Detección del patrón de marca de agua "NTV" y "0B25 123".

puede satisfacer el requerimiento 5, por lo tanto se determinó que este esquema no era adecuado.

Después del fracaso del primer esquema, se consideraron casi todos los algoritmos de marca de agua existentes. Considerando la manejabilidad de la biblioteca de imágenes, el proceso en tiempo real es indispensable. Por lo tanto un hardware orientado a esta aplicación fue una necesidad. Hace 20 años cuando se empezó el desarrollo de este sistema, no había un solo *hardware* suficientemente rápido que pudiera implementar en tiempo real algún algoritmo con mayor complejidad. Por lo tanto el algoritmo de inserción y detección de la marca de agua tenía que ser suficientemente sencillo.

La señal de video usada en la compañía de televisión se llama "señal de video compuesto analógico", la cual consiste de las señales de luminancia y crominancia. En la literatura, los métodos de marca de agua en el dominio DCT han sido reportados como un método eficiente, sin embargo, en la señal compuesta analógica, la subportadora de la señal cromática está convolucionada con la señal de luminancia, por lo tanto es necesario descomponer primero la señal de video compuesta antes de aplicar la DCT, sin embargo la operación de descomposición y composición de las señales de luminancia y crominancia causa una degradación en la calidad de las imágenes, por lo cual tampoco se pudo emplear el método basado en la DCT.

## 6. Equipo de marca de agua desarrollado

Finalmente se desarrolló un esquema de marca de agua basado en la técnica de comunicación, en la cual usando las características de las imágenes se trató de reducir la degradación de calidad de la imagen causada por inserción de marca de agua. El algoritmo de marca de agua más adecuado para esta aplicación fue el algoritmo de espectro disperso, sin embargo la aplicación directa de este algoritmo causó una degradación intolerable a la imagen, por lo tanto se realizó una modificación al algoritmo para reducir la degradación. Después de más de un año de pruebas y errores, un equipo de prueba fue desarrollado (Fig. 2). Este equipo de prueba fue usado para evaluación.

Para optimizar los parámetros del algoritmo se usó una gran cantidad de imágenes. Posteriormente se evaluó la tasa de correcta detección y la calidad de imágenes marcadas usando este equipo de prueba. En la evaluación de la calidad de imágenes, se realizaron tanto la medición objetivo como la medición subjetiva.

Después de determinar los parámetros óptimos, me dieron



Fig. 2. Equipo de marca de agua desarrollado en 1991.

luz verde para emplear este equipo realmente en el departamento de biblioteca. Ahora es necesario determinar la forma de operación en el departamento de biblioteca, ya que las operaciones reales son manejadas por las personas de biblioteca, quienes no están familiarizados con la técnica de marca de agua ni con la programación. Por lo tanto las operaciones tienen que ser lo más sencillas posibles. Como los patrones de marca de agua a ser insertados se seleccionaron: la identificación de la compañía televisora "NTV", la fecha dada por el reloj interno de computadora, además dos cifras determinadas para cada día se insertaron como parte del patrón de marca de agua. La Fig. 3 muestra el equipo empleado realmente en el departamento de biblioteca.

## 6. Después de desarrollo

En caso particular del Japón, para emitir programas con la

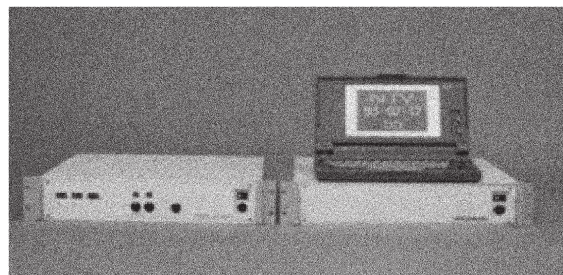


Fig. 3. Equipo de marca de agua en su uso práctico. La parte izquierda es codificador, la parte derecha es decodificadora.

señal de marca de agua se necesita un permiso del Ministerio de Comunicaciones y Transportes. En realidad, se tardó algunos meses la obtención de este permiso.

Así, una vez obtenido el permiso, el primer equipo de marca de agua empezó a operar en el departamento de biblioteca audiovisual de la compañía NTV marcando más de diez mil materiales visuales durante los últimos 20 años. Por este desarrollo, NTV recibió premio de la Fundación Cultural de Radio Televisora de Japón y el premio de la asociación de tecnología de cinema-televisión.

No tenemos datos sobre el número de casos ilegales encontrados por la operación del equipo de la marca de agua. Para detectar algún uso ilegal de los materiales digitales en una forma confiable, se necesita tiempo y el costo es en general elevado. Aquí se tiene una dificultad importante para llevar a cabo el desarrollo de un sistema que detecte automáticamente la violación de los derechos de autor. Hasta el momento, el efecto más fuerte de la marca de agua es la intimidación a usuarios, ya que cuando se renta o presta información visual con una letrero que dice: "Esta información contiene la marca de agua", los usuarios cuidan más el manejo de la información.

Mi trabajo en el campo de la marca de agua se terminó con la construcción y puesta en operación del primer equipo de marca de agua en el mundo.

## 7. Metodología para desarrollo de equipo de marca de agua

La parte final de este artículo, presenta una metodología para desarrollar un equipo de marca de agua.

1. Diseñar y considerar cómo la señal de marca de agua se debe insertar en el material digital.
2. De acuerdo al diseño, se asignan algunos parámetros y se realiza una simulación para evaluar la detectabilidad de la marca de agua y la calidad del material marcado.
3. Modificando los valores de parámetros, determinar si el algoritmo satisface los requerimientos de un sistema de marca de agua.
4. Considerando el canal de comunicación, aplicar algún tipo de procesamientos de imágenes al material marcado y evaluar la tasa de bits correctos de la señal de marca de agua extraída. Los procesamientos de imágenes y las señales que se aplican al material marcado se llaman ataques en el campo de marca de agua, sin embargo este término no me parece correcto debido a que los ataques también modifican el material digital mismo.

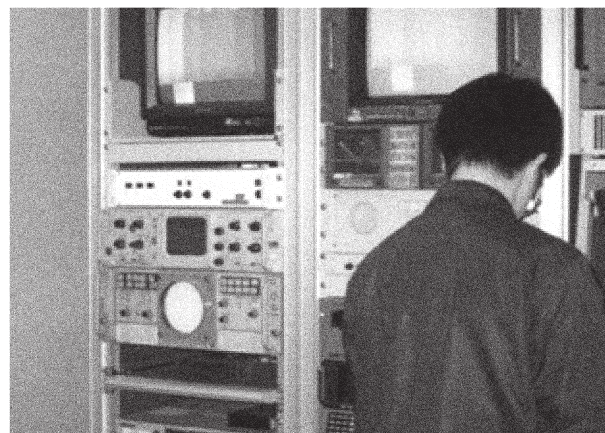


Fig. 4. Uso de equipo en el departamento de biblioteca.

5. Generalmente, existe un compromiso entre la energía de la señal de marca de agua y la detectabilidad de la misma. Cuando se inserta la señal de marca de agua con mayor energía, la detectabilidad de la marca aumenta, sin embargo se sacrifica la calidad de la imagen marcada. La calidad de la imagen se puede medir con el PSNR (relación señal a ruido pico), sin embargo la última evaluación tiene que ser hecha por el sistema visual humano. Debido a que en el campo del procesamiento de imágenes, la evaluación subjetiva está establecida, ésta puede ser usada. Aunque la evaluación subjetiva tiene alto costo.

Hace algunos años, el gobierno japonés me encargó una evaluación del sistema de marca de agua desarrollado por una industria importante. En este sistema no estaba evaluada la degradación de la calidad de imágenes debida a la inserción de la marca de agua, además de que la definición de tasa de detección es muy ambigua. Por ejemplo si se detecta una señal de marca de agua cada 30 segundos, el sistema considera que detectó 100%.

Los requerimientos de la técnica de marca de agua es que la degradación sustancial de la calidad de la imagen por inserción de marca de agua debe ser nula por sistema visual humano, además de obtener una tasa de detección de 100%, después de aplicar varios procesamientos de imágenes. Sin embargo, ningún sistema de marca de agua ha logrado este objetivo.

## 8. Técnica de marca de agua como negocio

Después del desarrollo del primer equipo de marca de agua en el mundo, se levantó mucho interés, habiendo varias sollicitu-

des de información, tanto de una compañía televisora de Estados Unidos como de una industria importante de Francia, sin embargo, no se pudo establecer ninguna negociación. Pese a que el término de marca de agua digital es conocido desde hace muchos años y varios algoritmos se han presentado en congresos y revistas internacionales durante las últimas dos décadas, establecer un negocio a base de marca de agua es muy difícil, debido a que el costo de desarrollo es relativamente alto y número de posibles usuarios es cuando menos todavía muy poco. Sobre todo, considerando todos los posibles "ataques", el desarrollo de marca de agua eficiente está todavía muy lejos. En realidad las compañías que desarrollaron algunos sistemas de marca de agua, no publican la evaluación sobre robustez de la misma, para evitar ingeniería inversa.

Como la tecnología de la marca de agua es muy interesante, tal vez desde el punto de vista científico y educativo, la marca de agua es un buen tema debido a que requiere muchos conocimientos sobre procesamiento de imágenes, procesamiento de señales y comunicación, etc. Sin embargo, hasta ahora no se puede extender como un negocio por las razones mencionadas anteriormente. Pero no hay que ser pesimista, hay muchas tecnologías, tales como 3D y *Flat Panel Display*, que actualmente están teniendo gran éxito en industria después de varias décadas sin salir a la luz.

Deseo profundamente que la técnica de marca de agua tenga éxito algún día.

## 9. Conclusiones

En este artículo se presentaron anécdotas sobre el desarrollo del primer equipo de marca de agua en el mundo. Después de varias pruebas y errores, el equipo fue desarrollado en 1991, cuando todavía no existía el término de marca de agua y las señales visuales a proteger eran analógicas. Este primer equipo operó durante 20 años en el departamento de biblioteca de la compañía televisora japonesa, marcando más de diez mil materiales visuales. En marzo de 2010, el primer equipo de marca de agua terminó su uso.

## Agradecimiento

Agradezco a la doctora Mariko Nakano de ESIME Culhuacan, IPN por la traducción del japonés al español de este artículo.

## 10. Referencias

- [1] A. Hori *et al.* "ID Code Insertion System for TV signal", *The 133rd SMPTE Technical Conference and Equipment Exhibit*, California, USA, October 1991.

# DOAJ

## Directory of Open Access Journals

20% of peer-reviewed articles  
across all disciplines  
are now freely available

<http://www.doaj.org/>

# Instituto Politécnico Nacional

# Científica

La Revista Mexicana  
de Ingeniería Electromecánica

Descargas totales de artículos por grupo de países (región):

México	45 000
América Latina y el Caribe	34 059
Europa	12 512
Estados Unidos y Canadá	10 413
Asia	3 675
África	586
Oceanía	78

más del 67% de artículos  
se descargan en el extranjero.

Promedio de descargas mensuales  
de artículos en 2009: 3 651.

81 artículos diarios se descargaron  
fuera de México por día en 2009.

**Fuente:** Sistema de Información Científica Redalyc  
<http://redalyc.uaemex.mx/>

## Indicaciones para los colaboradores que deseen publicar en la revista Científica

La revista *Científica* es una publicación trimestral editada por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, que presenta trabajos de investigación y propuestas originales e inéditas de la Ingeniería Eléctrica, Mecánica, en Sistemas, Electrónica, en Telecomunicaciones, además de la Educación en Ingeniería.

Los manuscritos pueden estar escritos en español o en inglés y se reciben en formato electrónico con una copia adjunta del archivo digital del trabajo, por medio del correo electrónico [revistacientifipn@yahoo.com.mx](mailto:revistacientifipn@yahoo.com.mx) con atención a la Coordinación Editorial, misma que tiene sede en el Edificio 5, 1<sup>er</sup> Piso, Oficina de la revista Científica, Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518; Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) de la ESIME Zacatenco, Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, México, DF, México.

Los trabajos recibidos son revisados por el Comité Editorial quienes designan a un Editor Asociado (éste desconoce la autoría y procedencia de los manuscritos) de acuerdo a la disciplina que cubren los artículos. El Editor Asociado selecciona dos árbitros para que evalúen el escrito (pares ciegos), él mismo recibe las observaciones de éstos e informa al Comité sobre los resultados de la revisión. Los trabajos pueden ser aceptados para su publicación, aceptados si se realizan modificaciones necesarias o rechazados. La aceptación está sujeta a la aprobación, en todos los casos, de dos revisores; cuando no hay consenso entre los dos primeros revisores el Editor Asociado resuelve el dictamen. Los trabajos deben ser investigaciones o propuestas originales inéditas, sin excepción, sobre las áreas mencionadas y no pueden estar sujetas a revisión en ninguna otra publicación de forma simultánea; además, el resultado del proceso de arbitraje es inapelable y se sujeta, estrictamente, a las políticas dictadas por el Comité Editorial en funciones. Una vez aceptado un artículo para su publicación, el autor o autores transfieren los derechos de publicación a la institución editora que está representada por el Editor en Jefe de la revista.

### Estructura de los artículos

Los manuscritos se deben ajustar a los lineamientos editoriales expuestos en este apartado; si se requiere información más extensa o detallada se deben consultar los parámetros para publicaciones científicas del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), el manual está disponible en la página <http://standards.ieee.org/guides/style/>.

Dentro del artículo la numeración comienza a partir del 'Resumen' o el 'Abstract', según sea el caso. Ésta continúa de acuerdo a los siguientes elementos: 1. Resumen (con palabras clave en español), 2. Abstract (con palabras clave en inglés, *keywords*), 3. Introducción, 4. Desarrollo, 5. Conclusiones y 6. Referencias.

### Título

El título debe ser lo más corto posible (sin utilizar abreviaciones de preferencia) y no exceder de tres líneas.

### Datos del autor

Éstos muestran el o los nombres de los autores, la dirección postal de la institución a la cual pertenecen, país, el teléfono (con la clave internacional de su país), fax y correo electrónico. En el caso de dos autores o más (de diversas instituciones), se deben mencionar los datos anteriores completos de cada uno.

### Resumen

Debe contener 200 palabras como máximo. Consiste en una pequeña descripción de la investigación y una breve información de los resultados del trabajo que permite a los lectores identificar con rapidez los aspectos fundamentales del artículo y discernir la relevancia de éste.

### Abstract

Se incluye un resumen en inglés si el artículo está en español o viceversa. Éste aparece inmediatamente después del resumen en inglés o español, según sea el caso.

### Palabras clave y *keywords*

Se deben incluir de tres a cinco descriptores del trabajo con, al menos, tres de ellas pertenecientes al tesoro del IEEE, éste se puede obtener enviando un correo electrónico en blanco a [keywords@ieee.org](mailto:keywords@ieee.org) y de manera automática se recibe la lista de palabras clave avalada por el IEEE (*official keyword list from IEEE*).

### Introducción

Expresa los antecedentes, límites, alcances y relevancia del problema. Plantea las premisas del mismo, y expresa el objetivo del trabajo. Se sugiere no extenderla como si fuera una exposición analítica.

### Desarrollo

Se refiere al desarrollo del tema que puede ser teórico, experimental, teórico-experimental o la descripción de un nuevo

diseño. Es la parte medular y está compuesta por el planteamiento del problema y análisis del mismo, mencionando los materiales, métodos y técnicas.

### Conclusiones

Se establece la respuesta global del problema, son los objetivos alcanzados, las hipótesis comprobadas, modificadas o rechazadas.

### Referencias

Es la lista de fuentes bibliográficas: libros, artículos, manuales, memorias, etcétera. Deben aparecer en el orden en el cual se mencionan dentro del artículo, señalándose con el número entre corchetes, con las siguientes especificaciones:

#### *Artículo de revista científica:*

- [1] Autor, "Nombre del artículo", *Revista*, volumen, número, páginas, mes(es), año.

#### Ejemplo:

- [1] Boggs, S. A., y Fujimoto, N., "Techniques and instrumentation for measurement of transients in gas-insulated switchgear", *IEEE Transactions on Electrical Installation*, vol. 19, núm. 2, pp. 87-92, abril, 2004.

#### *Artículo de revista científica electrónica:*

- [2] Autor, "Nombre del artículo", *Revista*, volumen, número, páginas, mes(es), año, disponible en 'dirección en Internet'

#### Ejemplo:

- [2] Posada-Duque, J. A. y Cardona-Alzate, C. A. "Análisis de la refinación de glicerina obtenida como coproducto en la producción de biodiesel". *Ing. Univ. Bogotá*, vol. 14, núm. 1, pp. 9-27, enero-junio, 2010, Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/Facultades/ingenieria/revista/Iy UVol14N1/Biodiesel.pdf>

#### *Tesis:*

- [4] Autor, "Título de la tesis", grado obtenido, disciplina, institución, ciudad de la institución, país, año.

#### Ejemplo:

- [4] Kawasaki, N., "Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow", Tesis de Maestría, Ingeniería Electrónica, Universidad de Osaka, Osaka, Japón, 1993.

#### *Libro:*

- [3] Autor, *Título*, número de edición, Lugar de edición (Ciudad): Editorial, año.

#### Ejemplo:

- [3] Kays, W.M., y Crawford, M.E., *Convection Heat and Mass Transfer*, 2a ed., New York: McGraw-Hill, 1993.

#### *Anexos*

Los agradecimientos, simbología, notación y otros anexos, se consideran dentro del cuerpo del artículo y se dejan a consideración del autor. Se debe indicar si el trabajo ha sido previamente presentado en alguna institución científica o realizado con la ayuda de una subvención o fondo especial.

### Consideraciones técnicas sobre el archivo electrónico

Para obtener la mejor calidad al realizar la edición de los manuscritos en el formato de la revista, se recomienda que:

- El trabajo se capture en un procesador de textos (word) con páginas en tamaño 'carta';
- El tipo de letra del texto sea 'Times' de 10 puntos, en una página con márgenes superior e inferior de 3 cm, márgenes izquierdo y derecho de 2.5 cm a dos columnas con espaciado de 1 cm entre ellas, interlineado sencillo y espacio entre párrafos sin sangría (párrafo moderno);
- Las ecuaciones y fórmulas numeradas para mayor claridad, acrónimos y abreviaciones deben definirse la primera vez que sean usados en el texto,
- Los pies de las figuras deben estar debajo de éstas con la indicación 'Fig. 1'; además, el título de los ejes de las figuras a menudo es causa de confusión, por lo que se sugiere usar palabras en lugar de símbolos. Los encabezados de las tablas deben estar arriba de éstas. Se recomienda el uso de símbolos (SI) en lugar de abreviaturas.
- Las figuras y tablas en el documento deben aparecer en el cuerpo del manuscrito y, además, entregarse en archivos por separado (.tif, .jpeg), es importante que al pasar cualquier imagen por un escáner debe hacerlo con una resolución de 300 ppp (puntos por pulgada). Se debe evitar el uso de colores en las figuras que señalen detalles o diferencias.

La revista *Científica* se reserva el derecho de hacer modificaciones editoriales para el diseño de los manuscritos en el formato vigente. Cualquier duda o comentario se puede enviar a [revistacientifpn@yahoo.com.mx](mailto:revistacientifpn@yahoo.com.mx). De antemano gracias.

**Científica** ISSN 1665-0654

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,  
Instituto Politécnico Nacional, México.

Edificio 5, 1<sup>er</sup> Piso, Oficina de la revista Científica,

Col. Lindavista, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, CP 07738, México, DF, México.

Tel. (+52) 55 5729 6000 ext. 54518, [revistacientifpn@yahoo.com.mx](mailto:revistacientifpn@yahoo.com.mx).



# Information for Authors Submitting Papers to Científica Journal

The manuscript must be prepared in following a Camera Ready format with all its section numbered starting with the abstract, as shown below:

1. **Abstract**
2. **Resumen (Spanish abstract if it is possible).**
3. **Body of the manuscript**
4. **Reference list**
5. **Acknowledgements if any**
6. **Reference list**
7. **Appendix if any**

## Title

Must be concise and no longer than 3 lines using capital and lower case letters.

## Authors Name and Affiliations

The authors name must be written below the title using a one column format starting with the given name followed by one or two family names, if two family names applies. Below the authors names must be written the affiliation including the address quality, fax, telephone number or email.

## Abstract

The abstract with about 200 words must give a brief description about the research including some comments about the experimental or simulation results and conclusion.

## Resumen (Spanish abstract)

It is desirable that, if it is possible, a Spanish abstract be provided.

## Body of the Manuscript

The body of the manuscript must include an introduction in which the relevance of the research must be explained. A review of related research works by either, the same or another authors must be included.

The body of the manuscript also must include the theoretical aspects of the research, as well as experimental or simulation results is any, together with a Conclusions Section.

## Format

All manuscripts must be written in letter size paper, only by one side, with the following requirements. *a)* It is recommended that, if possible, the text be written using a word processor. *b)* The text must be written in two columns with a separation between them of 0.77cm, using a 10 points Times font or similar, with lower, upper and right margins equal to 2.5 cm and left margin equal to 3.0 cm. *c)* All the equations must be numbered and written using an equations editor. *d)* All symbols or abbreviations must be defined the first time that they be used in the text. *e)* All figures must be inserted in the manuscript. *f)* All figures must be numbered and its captions must be inserted below them. It is strongly recommended to use, when it be possible, words instead of symbols in the graphic axis. The table captions must be inserted above the corresponding table. *g)* All pictures and scanned figures must be high quality pictures for proper reproduction.

## References

References must appear in the format given below. For multiple authors all family names and given names initials must be given. Titles of the journals must be all in lower case except the first letter of each word. All references must be cited by number in brackets, in the order that they appear in the text.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
**Científica**: LA REVISTA MEXICANA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA  
Unidad Profesional Adolfo López Mateos  
Edificio 5, Primer Piso, Oficina de la revista *Científica*,  
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación,  
Col. Lindavista, CP. 07738, Tel. 5729 6000 ext. 54518, Fax 55860758  
email: [revistacientifpn@yahoo.com.mx](mailto:revistacientifpn@yahoo.com.mx)

