

# CONCEPTOS DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES PARA COMUNICACIONES

**CARABALLO CARDENAS ANDRES FELIPE, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
[\(est.andres.caraballo@unimilitar.edu.co\)](mailto:(est.andres.caraballo@unimilitar.edu.co))

**Resumen** La presente práctica de laboratorio tuvo como objetivo analizar los conceptos relacionados con el procesamiento de señales senoidal, cuadrada, triangular y de pulso. Estas señales fueron estudiadas desde dos perspectivas: en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia, utilizando la función *MATH* del osciloscopio. Para cada una, se realizó un análisis empleando las fórmulas de las series de Fourier, calculando de manera teórica los coeficientes correspondientes, considerando los armónicos impares del 1 al 9 y el periodo de la señal. Con estos datos, se sustituyeron los valores con las ecuaciones específicas para cada tipo de señal, obteniendo así los resultados teóricos. Posteriormente, dichos resultados fueron graficados mediante código en MATLAB para comprobar su correspondencia con la señal experimental y, finalmente, elaborar el análisis comparativo de los resultados obtenidos.

## I. INTRODUCCIÓN

El análisis de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia es importante en el procesamiento y estudio de las comunicaciones. Las series de Fourier permiten descomponer señales periódicas en la suma de senos y cosenos, facilitando su compresión. En esta práctica de laboratorio se trabajo con señales senoidales, cuadrada, triangular y pulso, con el propósito de analizar su comportamiento a nivel teórico y experimental. Para ello se emplearon herramientas de medición como el osciloscopio y software de simulación como Matlab.

Para el desarrollo de la práctica, se utilizó la frecuencia asignada según el número de cada equipo de trabajo. En este caso, el grupo correspondió al número 6, con una frecuencia de 3 kHz y una amplitud Vp de 1V. Con base en estas condiciones y siguiendo las indicaciones del docente, se procedió a la realización del laboratorio.

## II. PROCEDIMIENTO

En esta sección se explica, paso a paso, el desarrollo de cada inciso, como se presenta a continuación.

### A. Parámetros técnicos del Osciloscopio

Parámetro	Valor medido	Capacidad máxima del Instrumento
Modelo	TDS 1012B	TDS 1012B
Tipo	Digital, Almacenamiento	Digital, Almacenamiento
Longitud de Registro	2500 puntos	2500 puntos
Intervalo de Muestreo	1 µs	0,2 seg
Tasa de Muestreo	1M/s	100M/s
Canal Activo	CH1	2 canales
Escala Vertical	0,5 V/div	2mV/div-5V/div
Desplazamiento Vertical	0V	±50 V (1x), ±500 V (10x)
Escala Horizontal	250 µs/div	5 ns/div - 50 s/div
Atenuación de la sonda	1x	1x 0 10x
Resolución Vertical	8 bits	8 bits
Ancho de banda	No indicado	100 MHz
Fecha/Hora de captura	30/07/2025- 12:06:04 pm	-

**Tabla 1. Parámetros técnicos del Osciloscopio**

Como se muestra en la tabla anterior, se detallan las especificaciones técnicas que contiene el instrumento de medida. Una de las más importantes es la tasa de muestreo, que en el momento de la captura estaba configurada a 1 mega(seg). Sin embargo, el instrumento tiene la capacidad máxima de 100 mega(seg), lo que indica un valor muy alto para realizar ese número de muestras por un segundo.

### B. Cálculos de las magnitudes de los coeficientes de las series de Fourier

En este apartado fue necesario calcular las magnitudes de los coeficientes de las series de Fourier para cada una de las señales. A continuación, se presenta el desarrollo matemático correspondiente.

#### - Señal Senoidal

Se tiene:

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

Esta función corresponde a un seno con frecuencia fundamental, lo que implica que la señal está formada únicamente por el primer armónico ( $n = 1$ ).

### - Señal Cuadrada

Para esta señal se definen los siguientes parámetros

$$x(t) = \begin{cases} A, & 0 < t < \frac{T}{2} \\ -A, & \frac{T}{2} < t < T \end{cases}$$

La señal se define de esta manera porque se busca que sea periódica con un período  $T$ . En el caso de la onda cuadrada, se elige una forma simétrica, en la que la señal pasa la mitad del tiempo en un nivel positivo y la otra mitad en un nivel negativo (es decir, 50% arriba y 50% abajo).

Con esta definición se facilita el cálculo de los coeficientes con las series de Fourier.

Para esto, se emplea la siguiente formula:

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} x(t) \sin(nw_0 t) dt$$

Al plantear la integral se tiene

$$b_n = \frac{2}{T} \left[ \int_0^{\frac{T}{2}} A \sin(nw_0 t) dt + \int_{\frac{T}{2}}^T (-A) \sin(nw_0 t) dt \right]$$

Al resolver el primera integral se tiene

$$A_1 = \frac{-A}{n \times \frac{2\pi}{T}} [\cos(nwt) - \cos(nwt)]_0^{\frac{T}{2}}$$

Al reemplazar por límites de integración se tiene el siguiente resultado.

$$A_1 = \frac{-AT}{2n\pi} [\cos(n\pi) - 1]$$

Luego de resolver la primera integral, se procede a resolver la segunda lo cual resulta el siguiente resultado.

$$A_2 = \frac{A}{nw} [\cos(nwt)]_{\frac{T}{2}}^T$$

Al reemplazar por límites de integración se tiene el siguiente resultado.

$$A_2 = \frac{AT}{2n\pi} [\cos(2n\pi) - \cos(n\pi)]$$

Una vez obtenido el resultado, se puede notar la siguiente equivalencia

$$\cos(2n\pi) = 1$$

Al reemplazar esta equivalencia en el resultado obtenido anteriormente resulta.

$$A_2 = \frac{AT}{2n\pi} [1 - \cos(n\pi)]$$

Luego de conocer el valor de cada integral se procede a sumar sus resultados para obtener el valor total.

$$A_1 + A_2 = \frac{-AT}{2n\pi} [\cos(n\pi) - 1] + \frac{AT}{2n\pi} [1 - \cos(n\pi)]$$

Al resolver la suma queda el siguiente resultado

$$A_1 + A_2 = \frac{AT}{n\pi} [1 - \cos(n\pi)]$$

Luego de obtener el valor se calcula  $b_n$

$$b_n = \frac{2}{T} \times \frac{AT}{n\pi} [1 - \cos(n\pi)]$$

Al resolver

$$b_n = \frac{2A}{n\pi} [1 - \cos(n\pi)]$$

Luego de hallar el valor de  $b_n$  se puede notar la siguiente equivalencia.

$$\cos(n\pi) = (-1)^n$$

Al reemplazar en  $b_n$  queda de la siguiente manera.

$$b_n = \frac{2A}{n\pi} [1 - (-1)^n]$$

Por último se evalúa lo siguiente para determinar el de  $n$  ya sea en par o impar como muestra a continuación

- Si  $n$  es par:  $(-1)^n = 1 \rightarrow b_n = 0$
- Si  $n$  es impar:  $(-1)^n = -1 \rightarrow b_n = \frac{4A}{n\pi}$

Una vez terminado todo el proceso se obtiene finalmente el valor de  $b_n$

$$b_n = \begin{cases} \frac{4A}{n\pi}, & n \text{ impar} \\ 0, & n \text{ par} \end{cases}$$

### - Señal Triangular

Para esta señal se definen los siguientes parámetros

$$f(x) = \begin{cases} \frac{4A}{T}t - A, & 0 \leq t < \frac{T}{2} \\ -\frac{4A}{T}t + 3A, & \frac{T}{2} \leq t < T \end{cases}$$

### III. LA MATEMÁTICA

Si usted está usando *Word*, use el Editor de Ecuaciones de Microsoft o el complemento *MathType* (<http://www.mathtype.com>) para las ecuaciones en su documento (Insertar | Objeto | Crear Nuevo | Editor de Ecuaciones de Microsoft o Ecuación MathType).

.

### IV. LAS UNIDADES

Use SI (MKS) o CGS como unidades primarias. (Se prefieren las unidades del SI.) Pueden usarse las unidades inglesas como unidades secundarias (en paréntesis). **Esto se aplica a los documentos en el almacenamiento de información.** Por ejemplo, escriba “15 Gb/cm<sup>2</sup> (100 Gb/in<sup>2</sup>).” Una excepción es cuando se usan las unidades inglesas como los identificadores en el comercio, como “3½ en la unidad de disco.” Evite combinar SI y unidades de CGS, como la corriente en los amperios y el campo magnético en oersteds. Esto lleva a menudo a confusión porque las ecuaciones no cuadran dimensionalmente. Si usted debe usar unidades mixtas, claramente declare las unidades para cada cantidad en una ecuación.

La unidad del SI para la fuerza del campo magnético H es A/m. Sin embargo, si usted desea usar unidades de T, o referirse a densidad de flujo magnético B o la fuerza del campo magnético simbolizadas como  $\mu_0H$ . Use un punto en el centro para separar las unidades compuestas, por ejemplo, “A·m<sup>2</sup>.”

### V. INDICACIONES ÚTILES

#### A. Figuras y tablas

Debido a que IEEE dará el último formato de su documento, Las figuras grandes y tablas pueden ocupar el espacio de ambas columnas. Ponga los subtítulos de las figuras debajo de las figuras; ponga los títulos de las tablas sobre las tablas. Si su figura tiene dos partes, incluya las etiquetas “(a)” y “(b)” como parte de las obras de arte. Por favor verifique que las figuras y tablas que usted menciona en el texto realmente existan. **Por favor no incluya subtítulos como parte de las figuras. No ponga subtítulos en “cuadros de texto” vinculados a las figuras. No ponga bordes externos en sus figuras.** Use la abreviación “Fig.” incluso al principio de una frase. No abrevie “Tabla”. Las tablas se numeran con números romanos.

**No use color a menos que sea necesario para la interpretación apropiada de sus figuras.** Las etiquetas de los ejes de las figuras son a menudo una fuente de confusión. Use palabras en lugar de símbolos. Como ejemplo, escriba la cantidad “Magnetización,” o “Magnetización M,” no sólo “M.” Ponga las unidades en los paréntesis. No etique los ejes sólo con las unidades. Como en la Fig. por ejemplo, 1 escriba

se va a abarcar uno de los experimentos de prueba que se desarrollo en el laboratorio, el cual componía en medir los diferentes movimientos a nivel de direcciones X, Y y Z y son registrados en la aplicación mediante gráficos a medida que se iba realizando el movimiento en la dirección que el usuario eligiera.

“Magnetización (A/m)” o “Magnetización (A·m<sup>-1</sup>)” no sólo “A/m.” No etiquete los ejes con una proporción de cantidades y unidades. Por ejemplo, escriba “Temperatura ( K),” no “Temperatura /K.”

Los multiplicadores pueden ser sobre todo confusos. Escriba “Magnetización (kA/m)” o “Magnetización (10<sup>3</sup> A/m).” No escriba “Magnetización (A/m) × 1000” porque el lector no sabrá si la etiqueta del eje de arriba en la Fig. 1 significa 16000 A/m o 0.016 A/m. Las etiquetas de la figura deben ser legibles, aproximadamente 8 a 12 puntos.

### B. Referencias

Dentro del texto, numere las citas en paréntesis cuadrados [1], siguiendo el orden en el que aparecen relacionadas en la última sección del artículo, llamada REFERENCIAS (En la sección de REFERENCIAS, las referencias deben estar ordenadas en orden lexicográfico por autor). El punto de la frase sigue los paréntesis [2]. Múltiples referencias [2], [3] son numeradas con los paréntesis separados [1]–[3]. Al citar una sección en un libro, por favor dé los números de página pertinentes [2]. En las frases, simplemente refiérase al número de la referencia, como en [3]. No use “Ref. [3]” o “referencia [3]” excepto al principio de una frase: “la Referencia [3] muestra....”

Numere las notas a pie de página separadamente en los exponentes (Insertar | Referencia | Nota a pie de página). Ponga la nota a pie de página real al final (parte inferior) de la columna en que se cita; no ponga las notas a pie de página en la lista de referencias (notas del final). Use letras para las notas a pie de página en la tabla (ver Tabla I).

Por favor note que las referencias al final de este documento están en estilo referido preferido. **Allí están organizadas por orden alfabético del apellido del autor.** Dé todos los nombres de los autores; no use “et al” a menos que haya seis autores o más. Evite el uso de las iniciales de los nombres de los autores. Escriba apellidos y nombres siempre que sea posible. Documentos que no se han publicado deben citarse como “inédito” [4]. Documentos que se han sometido o se han aceptado para la publicación deben citarse como “sometido a publicación” [4]. Por favor dé afiliaciones y direcciones para las comunicaciones personales [6].

Escriba con mayúscula sólo los primeros términos del título del documento, salvo los nombres propios y símbolos del elemento. Si usted esta corto de espacio, puede omitir los títulos del documento. Sin embargo, los títulos del documento son útiles a sus lectores y se recomiendan fuertemente.

### C. Abreviaciones y Siglas

Defina las abreviaciones y siglas la primera vez que sean usadas en el texto, incluso después de que se hayan definido en la teoría. Las abreviaciones como ACM, IEEE, SI, ac, y dc no tienen que ser definidas. Las abreviaciones que llevan

puntos incorporados no deben tener espacios: escriba “C.N.R.S.,” no “C. N. R. S.” *No use las abreviaciones en el título* a menos que ellas sean inevitables (por ejemplo, “IEEE” en el título de este artículo).

### D. Ecuaciones

Numere las ecuaciones consecutivamente con los números de la ecuación en paréntesis contra el margen derecho, como en (1). Primero use el editor de ecuaciones para crear la ecuación. Luego seleccione estilo de “Ecuación”. Presione la tecla tab y escriba el número de la ecuación en los paréntesis. Para hacer sus ecuaciones más compactas, usted puede usar (/), la función exp, o exponentes apropiados. Use los paréntesis para evitar las ambigüedades en los denominadores. Puntúe las ecuaciones cuando sean parte de una frase, como en

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) dr d\varphi = [\sigma r_2^2 / (2\mu_0)] \cdot \int_0^{\infty} \exp(-\lambda |z_j - z_i|) \lambda^{-1} J_1(\lambda r_2) J_0(\lambda r_i) d\lambda. \quad (1)$$

Asegúrese de que los símbolos en su ecuación han estado definidos antes de aparecer la ecuación o inmediatamente enseguida. Ponga en cursiva los símbolos (*T* podría referirse a la temperatura, pero *T* es la unidad tesla). Refiérase a “(1),” no a “Eq. (1)” o “la ecuación (1),” excepto al principio de una oración: “la Ecuación (1) es....”

### E. Otras Recomendaciones

Use un espacio después de los puntos finales y de los dos puntos. Una con guión los modificadores complejos: “campo - cero -refrescando la magnetización.” Evite hacer balancear en el aire los participios, como, “Usando (1), el potencial era calculado.” [No está claro quién o que usó (1).] Escriba en cambio, “El potencial era calculado usando (1),” o “Usando (1), se calcula el potencial.”

Use un cero antes de los puntos decimales: “0.25,” no “.25.” Use “cm<sup>3</sup>,” no “cc.” Indique las dimensiones simplificadas como “0.1 cm □□ 0.2 cm,” no “0.1 □□ 0.2 cm<sup>2</sup>.” La abreviación para “segundos” es “s,” no “sec.” No mezcle los nombres completos y abreviaciones de unidades: use “Wb/m<sup>2</sup>” o “webers por metro cuadrado,” no “webers/m<sup>2</sup>.” Al expresar un rango de valores, escriba “7 a 9” o “7-9,” no “7~9.”

Una declaración en paréntesis al final de una frase se puntúa fuera del paréntesis del cierre (así está bien). (Una frase en paréntesis se puntúa dentro de los paréntesis.) En inglés americano, los puntos finales y comas van dentro de las comillas, como “este punto.” Otra puntuación va “afuera”! Evite las contracciones; por ejemplo, escriba “do not” en lugar de “don’t.” La coma consecutiva se prefiere: “A, B, y C” en lugar de “A, B y C.”

Evite el uso de la primera persona singular o plural. Pero si debe escoger entre la voz pasiva y la primera persona, puede escribirlo para usar la voz activa (“yo observé que...” o “Nosotros observamos que...” en lugar de “fue observado que...”). Recuerde verificar la ortografía. Si su idioma nativo no es inglés, por favor consiga que un colega angloparlante nativo corrija su documento.

## VI. ALGUNOS ERRORES COMUNES

La palabra “data (datos)” es plural, no singular. El subíndice para la permeabilidad del vacío  $\mu_0$  es cero, no un escriba en letras minúsculas la letra “o.” El término para la magnetización residual es “remanente”. Use la palabra “micrómetro” en lugar de “microm.” Un gráfico dentro de un gráfico es una “intercalación,” no una “inserción.” La palabra “alternativamente” se prefiere a la palabra “alternadamente” (a menos que usted realmente quiera decir algo que alterne). Use la palabra “considerando que” en lugar de “mientras” (a menos que usted está refiriéndose a los eventos simultáneos). No use la palabra “esencialmente” para significar “aproximadamente” o “eficazmente.” No use la palabra “asunto” como una alusión para “problema.” Cuando las composiciones no son los símbolos químicos especificados, separados por-guiones; por ejemplo, “NiMn” indica la aleación  $Ni_{0.5}Mn_{0.5}$  compuesto considerando que “Ni-Mn” indica una aleación de alguna composición  $Ni_xMn_{1-x}$ .

Sea consciente de los diferentes significados de los homófonos “afecta” (normalmente un verbo) y “efecto” (normalmente un sustantivo), “complemento” y “cumplimiento,” “continuo” y “discreto,” “principal” (por ejemplo, “el investigador principal”) y “principio” (por ejemplo, “el principio de medida”). No confunda “implicar” e “inferir.”

Los prefijos como “sub,” “micro,” “multi,” y “ultra” no son palabras independientes; ellas deben unirse a las palabras que ellos modifican, normalmente sin un guión. No hay ningún período después “et” en la abreviación latina “*et al.*” (Además se pone en cursiva). La abreviación “i.e.,” significa “es decir,” y la abreviación “e.g.,” significa “por ejemplo” (estas abreviaciones no se ponen cursiva). Un excelente manual de estilos y fuente de información para escritores de la ciencia es [8]. Una guía general de estilos IEEE, *Información para Autores*, está disponible en <http://www.ieee.org/organizations/pubs/transactions/information.htm>

## VII. POLÍTICA EDITORIAL

Presentación de un manuscrito no es necesaria para la participación en una conferencia. No envíe una versión de una nueva presentación de un documento que usted ha enviado o ha publicado en otra parte. No publique datos o resultados “preliminares”. El autor que remite es el único responsable para estar de acuerdo con todos los coautores y cualquier consentimiento requerido de los patrocinadores antes de enviar un documento (paper). La IEEE rechaza radicalmente la paternidad literaria de cortesía. Es obligación de los autores citar el trabajo previo pertinente.

## VIII. PRINCIPIOS DE PUBLICACIÓN

El contenido de TRANSACTIONS y JOURNALS es revisado y archivado por expertos.

Los autores deben considerar los siguientes puntos:

1) Los documentos técnicos enviados para publicación deben adelantar el estado de conocimiento y deben citar el trabajo previo pertinente.

2) La longitud de un documento enviado debe ser correspondiente con la importancia, o apropiado a la complejidad, del trabajo. Por ejemplo, una extensión obvia de trabajo previamente publicado no podría ser apropiada para la publicación o podría tratarse adecuadamente en sólo unas páginas.

3) Los autores deben convencer al Comité Editorial, por medio de su documento, del mérito académico, científico o técnico del documento; las normas de evaluación son más exigentes cuando se reportan resultados extraordinarios o inesperados.

4) Debido a que la repetición se requiere para el progreso científico, los documentos enviados para publicación deben proporcionar información suficiente para permitirles a los lectores tener acceso a las referencias utilizadas, especialmente si estas son URLs, realizar experimentos similares o cálculos y usar los resultados informados. Aunque no todo necesita ser descubierto, un documento debe contener información nueva, usada y totalmente descubierta. Por ejemplo, la composición química de un espécimen necesita que no se informe si el propósito principal de un documento es introducir una nueva técnica de la medida. *Los autores deben esperar ser desafiados por críticos si los resultados no son soportados por los datos adecuados y los detalles críticos.*

5) Documentos que describen el trabajo en curso o muestran un reciente logro técnico, que sean adecuados para su presentación en una conferencia profesional, pueden no ser apropiadas para su publicación en un TRANSACTIONS or JOURNAL

## IX. CONCLUSIÓN

Una sección de conclusión no es necesaria. Sin embargo esta puede repasar los puntos principales del artículo, no repita el resumen como conclusión. Una conclusión se elabora con base en la importancia del trabajo realizado o en las aplicaciones y extensiones sugeridas.

## APÉNDICE

Los apéndices, si son necesarios, aparecen antes del reconocimiento.

## RECONOCIMIENTO

Use el título singular aún cuando tenga que hacer muchos reconocimientos. Evite las expresiones como “Uno de nosotros (S.B.A.) gustaría agradecer....” En cambio, escriba “F. A. agradecimientos del autor....” los reconocimientos a un patrocinador y de apoyo financiero se ponen en la nota a pie de página de la primera página sin numerar.

## REFERENCES

- [1] G. O. Young, “Synthetic structure of industrial plastics (Book style with paper title and editor),” in *Plastics*, 2nd ed. vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15–64.
- [2] W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123–135.
- [3] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.
- [4] B. Smith, “An approach to graphs of linear forms (Unpublished work style),” unpublished.
- [5] E. H. Miller, “A note on reflector arrays (Periodical style—Accepted for publication),” *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, to be published.
- [6] J. Wang, “Fundamentals of erbium-doped fiber amplifiers arrays (Periodical style—Submitted for publication),” *IEEE J. Quantum Electron.*, submitted for publication.
- [7] C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.
- [8] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interfaces(Translation Journals style),” *IEEE Transl. J. Magn.Jpn.*, vol. 2, Aug. 1987, pp. 740–741 [Dig. 9<sup>th</sup> Annu. Conf. Magnetics Japan, 1982, p. 301].
- [9] M. Young, *The Technical Writers Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [10] J. U. Duncombe, “Infrared navigation—Part I: An assessment of feasibility (Periodical style),” *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-11, pp. 34–39, Jan. 1959.
- [11] S. Chen, B. Mulgrew, and P. M. Grant, “A clustering technique for digital communications channel equalization using radial basis function networks,” *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 4, pp. 570–578, July 1993.
- [12] R. W. Lucky, “Automatic equalization for digital communication,” *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 44, no. 4, pp. 547–588, Apr. 1965.
- [13] S. P. Bingulac, “On the compatibility of adaptive controllers (Published Conference Proceedings style),” in *Proc. 4th Annu. Allerton Conf. Circuits and Systems Theory*, New York, 1994, pp. 8–16.
- [14] G. R. Faulhaber, “Design of service systems with priority reservation,” in *Conf. Rec. 1995 IEEE Int. Conf. Communications*, pp. 3–8.
- [15] W. D. Doyle, “Magnetization reversal in films with biaxial anisotropy,” in *1987 Proc. INTERMAG Conf.*, pp. 2.2-1–2.2-6.
- [16] G. W. Juette and L. E. Zeffanella, “Radio noise currents in short sections on bundle conductors (Presented Conference Paper style),” presented at the IEEE Summer power Meeting, Dallas, TX, June 22–27, 1990, Paper 90 SM 690-0 PWRS.
- [17] J. G. Kreifeldt, “An analysis of surface-detected EMG as an amplitude-modulated noise,” presented at the 1989 Int. Conf. Medicine and Biological Engineering, Chicago, IL.
- [18] J. Williams, “Narrow-band analyzer (Thesis or Dissertation style),” Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA, 1993.
- [19] N. Kawasaki, “Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow,” M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan, 1993.
- [20] J. P. Wilkinson, “Nonlinear resonant circuit devices (Patent style),” U.S. Patent 3 624 12, July 16, 1990.
- [21] *IEEE Criteria for Class IE Electric Systems* (Standards style), IEEE Standard 308, 1969.
- [22] *Letter Symbols for Quantities*, ANSI Standard Y10.5-1968.
- [23] R. E. Haskell and C. T. Case, “Transient signal propagation in lossless isotropic plasmas (Report style),” USAF Cambridge Res. Lab., Cambridge, MA Rep. ARCRL-66-234 (II), 1994, vol. 2.
- [24] E. E. Reber, R. L. Michell, and C. J. Carter, “Oxygen absorption in the Earth’s atmosphere,” Aerospace Corp., Los Angeles, CA, Tech. Rep. TR-0200 (420-46)-3, Nov. 1988.
- [25] (Handbook style) *Transmission Systems for Communications*, 3rd ed., Western Electric Co., Winston-Salem, NC, 1985, pp. 44–60.
- [26] *Motorola Semiconductor Data Manual*, Motorola Semiconductor Products Inc., Phoenix, AZ, 1989.
- [27] (Basic Book/Monograph Online Sources) J. K. Author. (year, month, day). *Title* (edition) [Type of medium]. Volume(issue). Available: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))
- [28] J. Jones. (1991, May 10). Networks (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>
- [29] (Journal Online Sources style) K. Author. (year, month). *Title*. *Journal* [Type of medium]. Volume(issue), paging if given. Available: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))
- [30] R. J. Vidmar. (1992, August). On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors. *IEEE Trans. Plasma Sci. [Online]*. 21(3). pp. 876–880. Available: <http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar>

**Biografía Autor(es)** (M'76-SM'81-F'87) y los otros autores pueden incluir las biografías al final de los documentos (papers) regulares. Por favor incluyan nombres y apellidos con los cuales puedan ser identificados al registrar sus artículos (Son registrados en la base de Publindex en Colciencias, entre otras). Si ha enviado documentos antes, no debe suponer que el Comité Editorial conoce o puede decidir cuál es o cuáles son los autores del artículo. *Cada envío debe ser completo en todos sus datos*. El primer párrafo debe contener la filiación institucional (por ejemplo, profesor asociado, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque). Los grados deben listarse con el tipo de grado, en qué campo, en qué institución, ciudad, estado o país.

El segundo párrafo usa el pronombre de la persona (él o ella) y no el apellido o nombre del autor. Lista la experiencia académica y laboral. Se ponen en mayúscula los títulos del trabajo. Pueden listarse cargos anteriores. Información que involucra las publicaciones anteriores puede ser incluida. Intente no listar más de tres libros o artículos publicados. El formato para listar a publicadores de un libro dentro de la biografía es: el título de libro (la ciudad, estado: el nombre del publicador, año) similar a una referencia. Los intereses de investigaciones actuales y anteriores terminan el párrafo.

El tercer párrafo empieza con el título del autor y apellido (por ejemplo, Dr. Smith, Prof. Jones, Sr. Kajor, Ms. Hunter). Finalmente, liste cualquier premio por trabajos y publicaciones. Proporcionar una fotografía es requisito para

publicar su artículo: la biografía se dentará alrededor de ella.  
La fotografía se pone en la esquina superior izquierda de la  
biografía. Se quitarán las aficiones personales de la biografía.