



LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Modulación-Demodulación en amplitud para el proceso de sincronía eléctrica

Author: Clementina RUEDA GERMÁN

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 23
Mail: clementina.rueda@upt.edu.mx
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Antecedentes

Sistema local
de generación
de energía
eléctrica



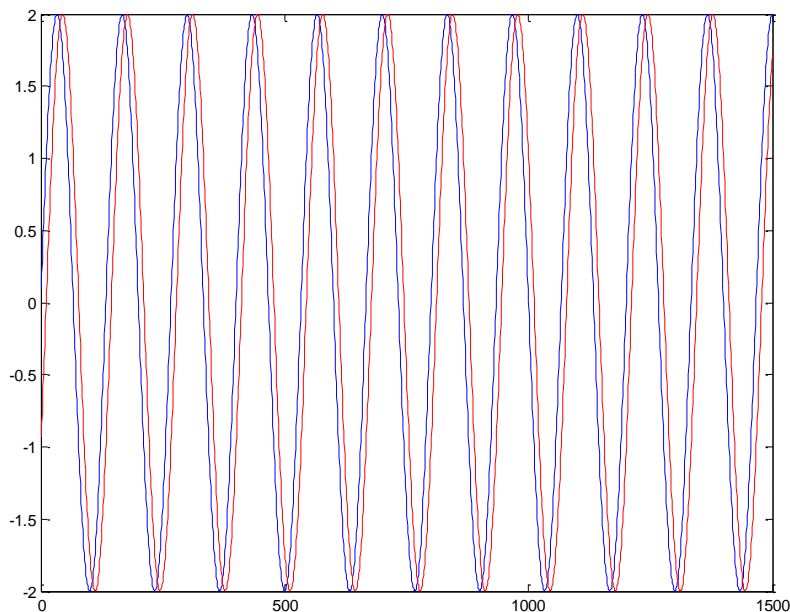
Sistema
eléctrico
nacional

Interconexión

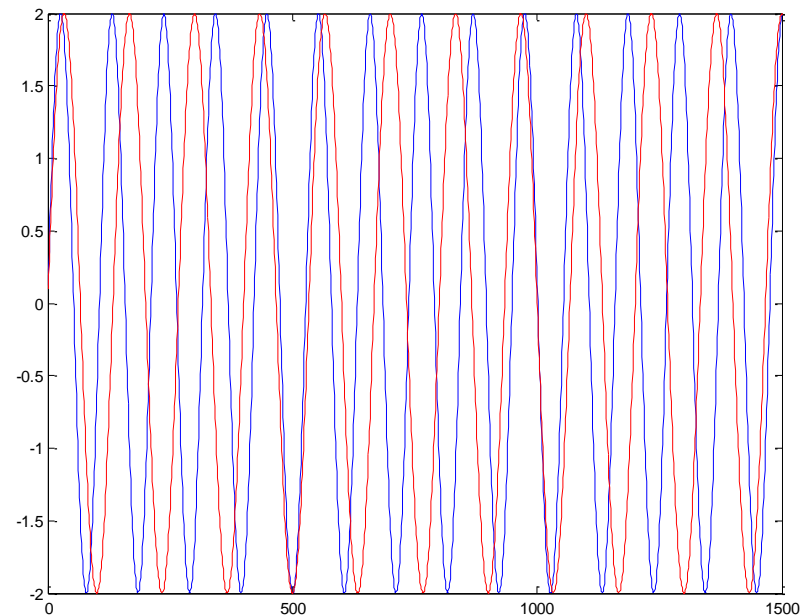




Problemática



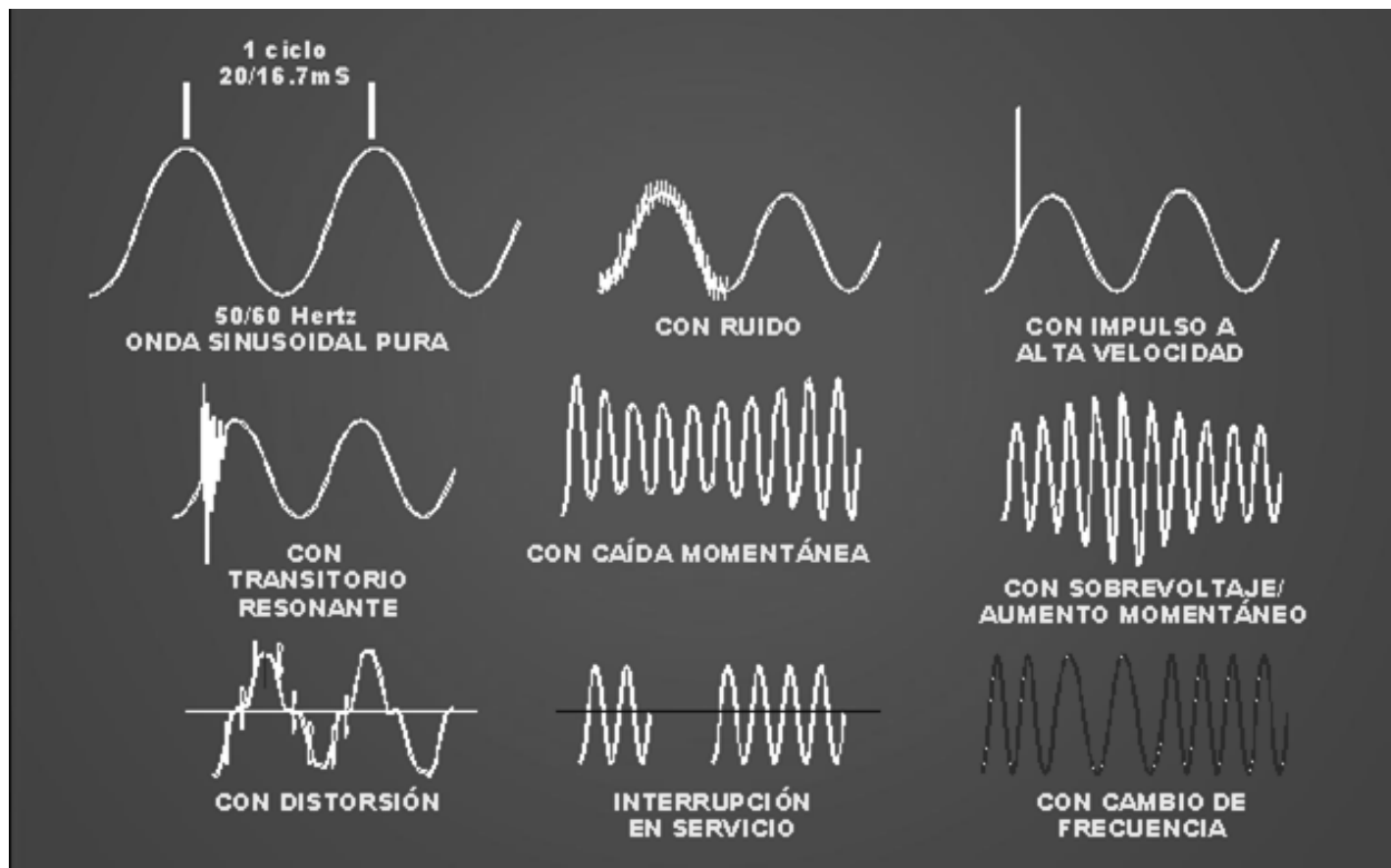
Desfase



Diferencia en frecuencia



Disturbios eléctricos comunes



<http://www.monografias.com/trabajos104/regulacion-energia-electrica/img37.png>



Métodos de sincronía

- **Detección de cruce por cero**

Simple y fácil de implementar

Lento, propenso a distorsionar las señales.

- **Técnicas de espacios vectoriales**

Método de filtrado (SVF), método de estimación por mínimos cuadrados (WLSE) y los componentes de filtrado y Notch, pasa-bajo, pasa-banda, etc.

Compleja.

Compensación ante la presencia de transitorios

Susceptible a variaciones de frecuencias, por retardo en filtrado

- **Phase-Locked Loop (PLL)**

Más eficiente para el seguimiento de una señal de corriente alterna.

Engancha en corto tiempo y su salida de seguimiento es exacta

No satisfactoria para la estimación de la frecuencia cuando la señal de entrada tiene pequeños escalones cambiantes.

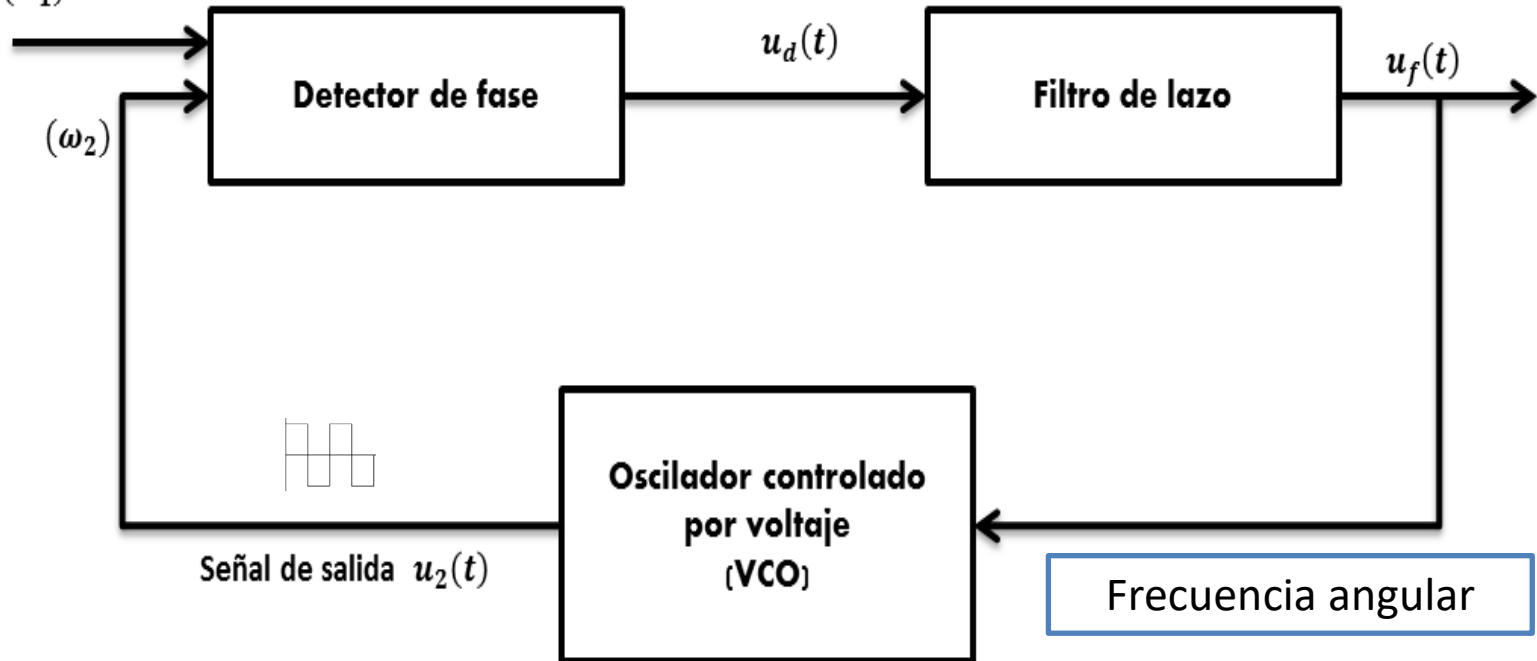




PLL (Phase- Locked Loop)

Sintoniza

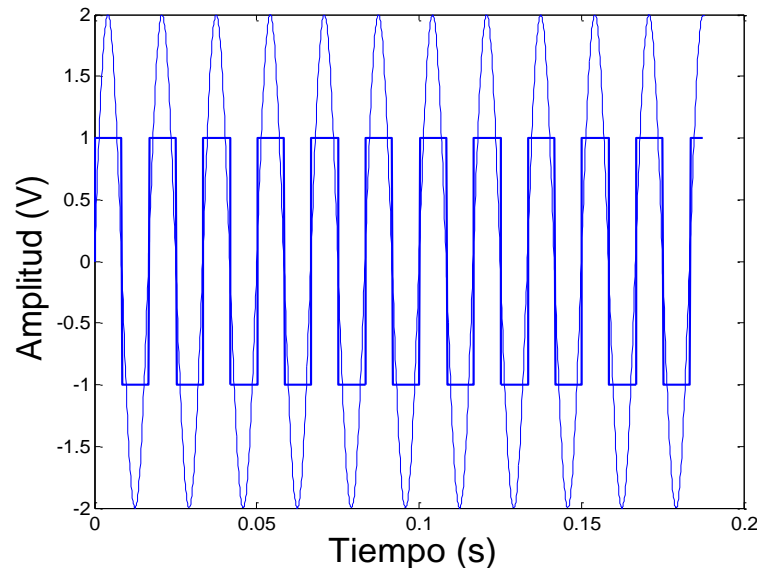
Señal de entrada
 $u_1(t)(\omega_1)$





Desventajas del PLL

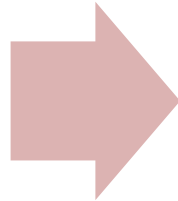
- El PLL de segundo grado es suficiente en el proceso de sincronía cuando la señal de referencia no contiene ningún disturbio.





Propuesta

Técnica
de
sincronía
eléctrica



Basada en:

- Modulación en amplitud
- Detección de su envolvente por medio de la Transformada de Hilbert (TH)
- Sintonía a través de un PLL
- Aplicación de la función de Walsh, con el fin de crear pulsos de sincronía que pudieran ser auxiliares para la inversión de señales de corriente directa a corriente alterna.



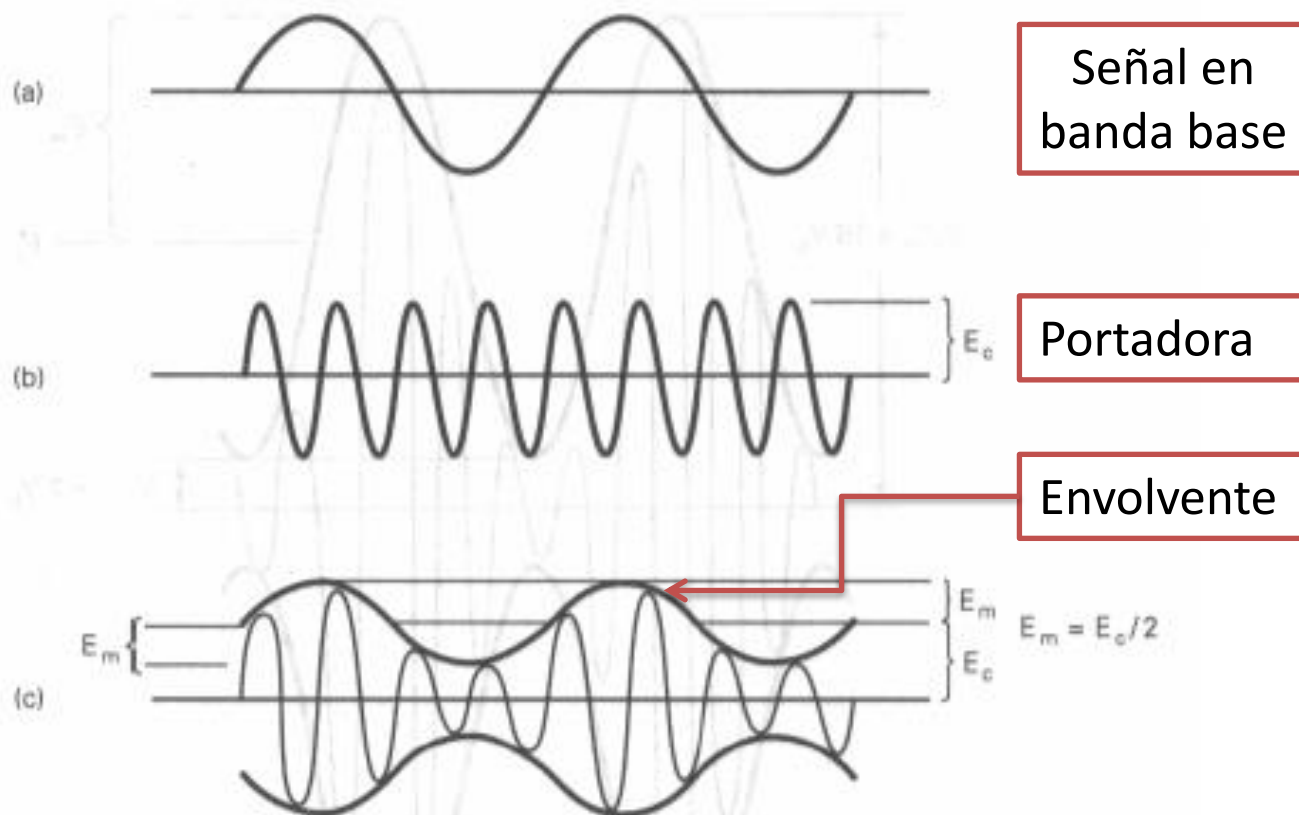
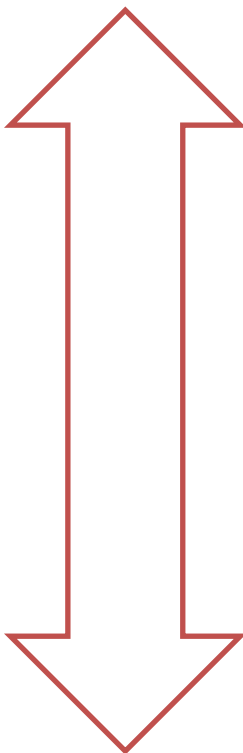


Transformada de Hilbert (TH)

- Herramienta matemática varía el ángulo de fase de la señal entre valores de $\pm \pi/2$ de acuerdo a la frecuencia.
- Genera una señal, que es ortogonal con la señal de entrada.
- La TH de la función seno, es la función coseno y viceversa.
- Se puede utilizar para encontrar la fase de la señal de entrada



Modulación/Demodulación



Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas. Pearson educación.



Generación de señal AM

$$s(t) = c(t)[1 + (k_a m(t))]$$

Donde:

$c(t)$ señal portadora

$m(t)$ señal en banda base

k_a constante de sensibilidad en amplitud del modulador





Detector de AM

Su función es demodular la señal y recuperar o reproducir la información de la fuente original.

La señal recuperada contiene la misma frecuencia que la de la información original





Desarrollo

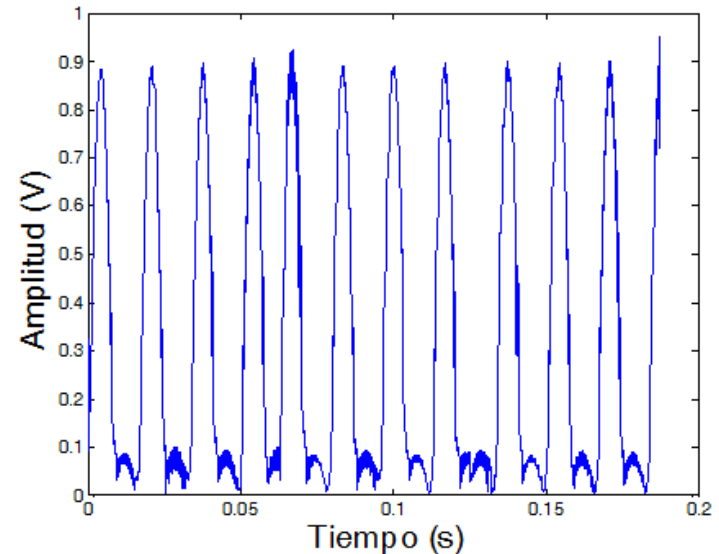
- Se emplea una señal sintetizada construida a través de Matlab, capaz de generar disturbios de diferentes magnitudes, duración y fase.
- La señal de prueba o moduladora está compuesta de una señal sinusoidal con una frecuencia de 60 Hz y una amplitud igual a 2 Volts





Detección de cambios de fase y frecuencia

- Se emplea la transformada de Hilbert.
- Señal analítica en tiempo discreto: $X = X_r + i * X_i$ en donde X_i es la transformada de Hilbert de X_r
- Se obtiene la FFT de X_r , los elementos que correspondan al rango de frecuencia $\pi < \omega < 0$, se les asigna un valor de cero.
- Se aplica la inversa de la FFT.





Sincronía (PLL de segundo grado modelado mediante software (SPLL))

$$H(s) = \frac{2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

En donde:

ω_n frecuencia natural de oscilación.

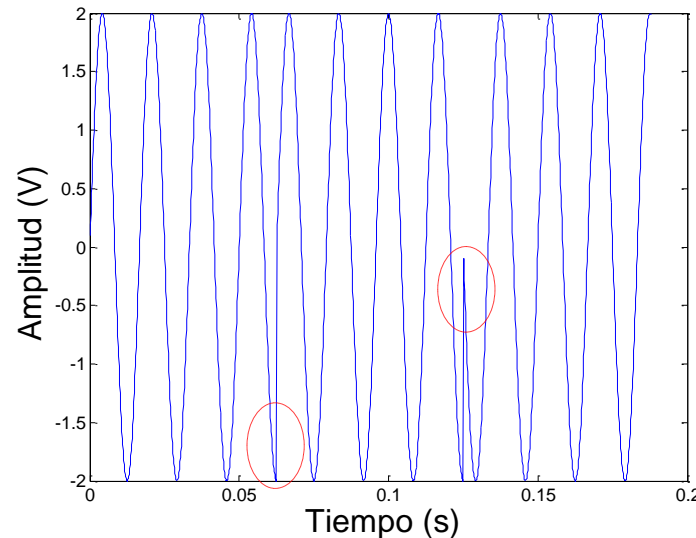
$\zeta=0.7$ coeficiente de amortiguamiento elegido es de ya que con este valor el filtro converge rápidamente y no genera un gran sobretiro





Pruebas

- Un brinco de fase ocurre si una gran carga es conectada de repente o si existe una falla en la red eléctrica.

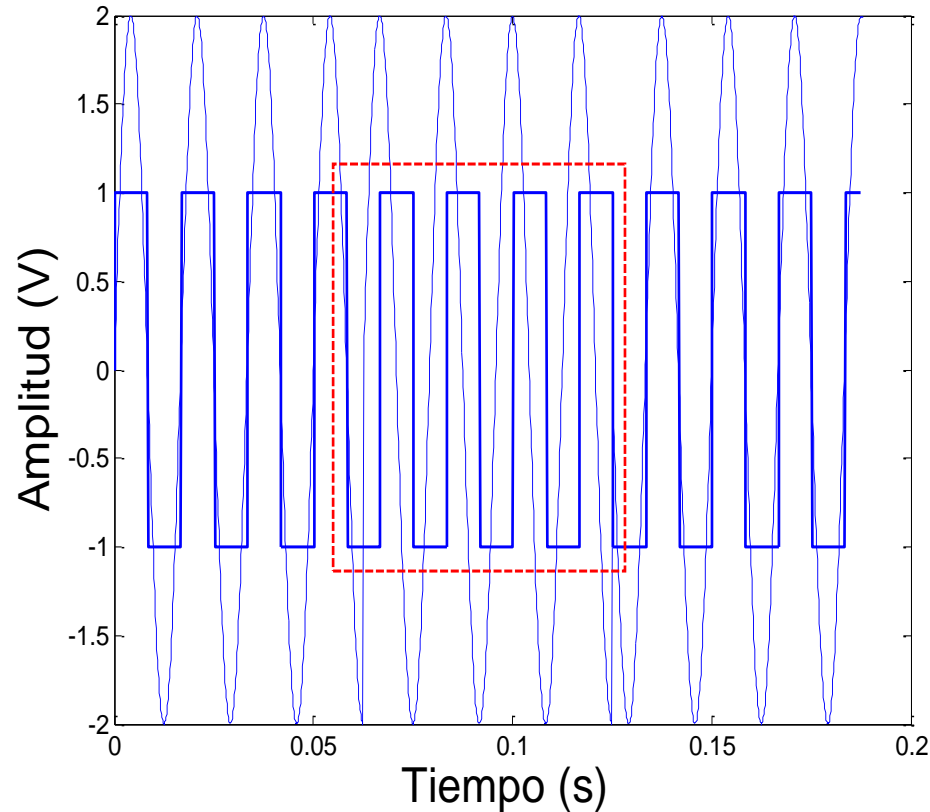


- Los inversores están expuestos a problemas graves como son: una tensión excesiva del circuito intermedio, pérdida de la sincronización del voltaje de la red.





Respuesta de un PLL convencional

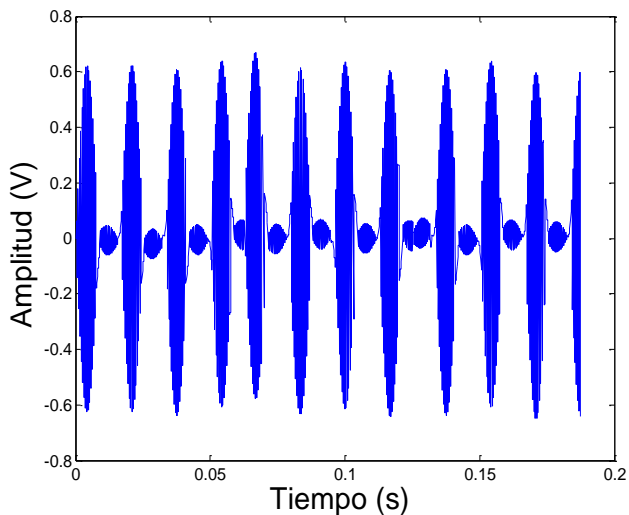


Perdida de sincronía

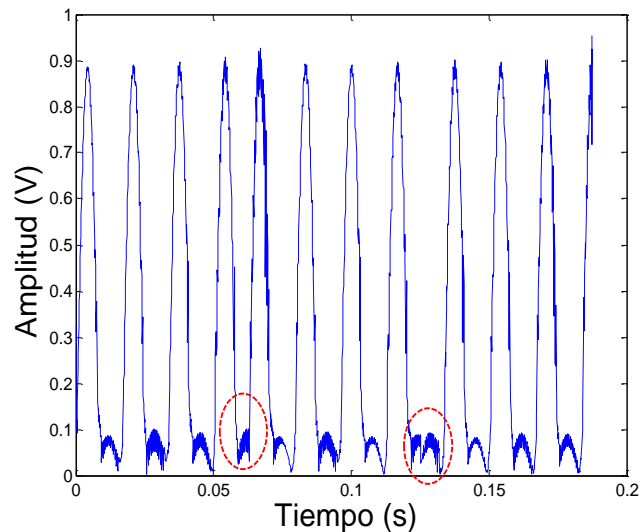




Respuesta con el modelo propuesto



Señal modulada en amplitud

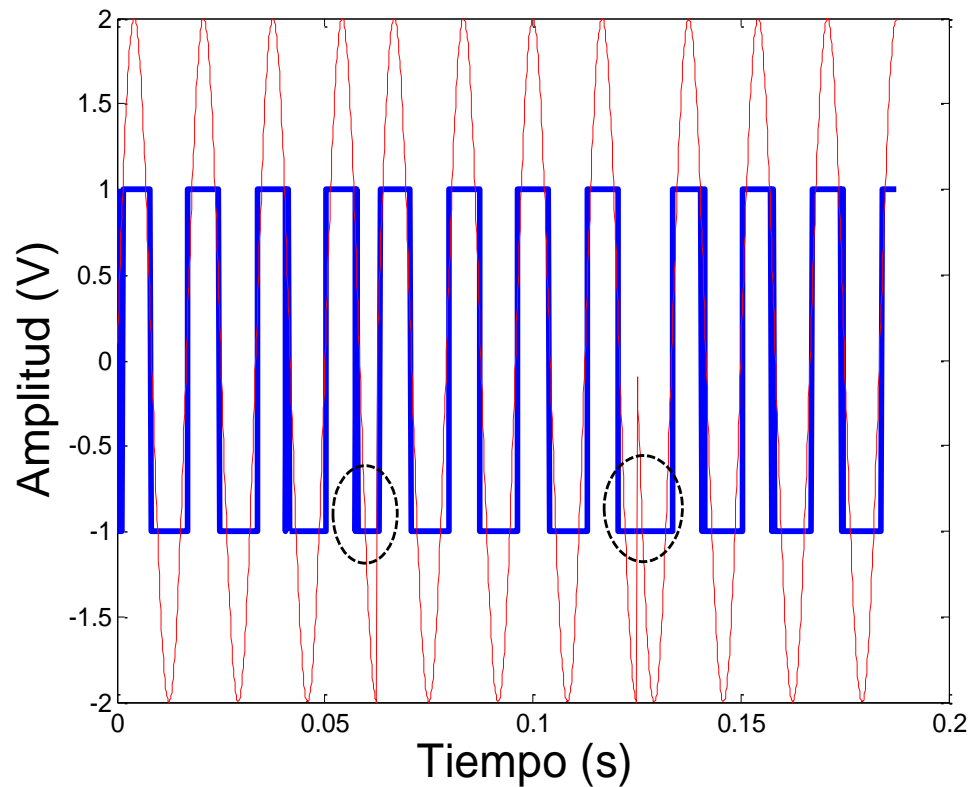


Envolvente de la onda modulada





Resultados





Conclusiones

- ✓ El método de modulación-demodulación presentado para el proceso de sincronía muestra que es posible modular una señal que sirviese de referencia para crear un pulso en concordancia en fase y frecuencia.
- ✓ Mediante la demodulación empleando la transformada de Hilbert, se obtiene una señal denominada envolvente la cual contiene información de fase y frecuencia que sirve como entrada al lazo cerrado de segundo grado denominado PLL, con el objetivo de mejorar la sincronía aun con perturbaciones, aportando una mejoría en el seguimiento ante saltos de fase.
- ✓ Los resultados muestran que las fallas en fase de la señal de referencia son percibidas en la modulación y demodulación y al obtener la envolvente la cual ingresa al PLL se obtiene un pulso de sincronía que pierde el enganche solo en el tiempo que dura la perturbación para después continuar sintonizado.





Trabajos futuros

- Se pretende una implementación en un procesador digital de señales.
- Se trabaja en mejoras para que este modelo funcione todas las perturbaciones.





Referencias

- Y. F. Wang and Y. W. Li, “Grid Synchronization PLL based on Cascaded Delayed Signal Cancellation,” in Power Electronics, IEEE Transactions on, *2011.PES '11. IEEE*, July 2011, pp. 1987-1997.
- Zijun Luo; Kaye, M; Diduch, C and Liuchen Chang, “Frequency measurement using a frequency locked loop”, in Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2011 IEEE, 17-22 sept. 2011, pp. 917-921
- González, R., Jiménez, H. R., & Lagunas, J. (2003). Sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Boletín IEE, pp. 140-144.
- Aquino, J., Fernández, C., & Corona, L. (2016). Génesis del mercado eléctrico minorista y de baja potencia, con tecnologías de microgeneración renovable en México. Revista de Investigación y Desarrollo, 2, pp. 1-19.
- Hernández, J. C., & Medina, A. (2006). Conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica: calidad de suministro. Sumuntán, 23, pp.33-44.
- Bobrowska, M., Rafal, K., Jasinski, M., & Kazmierkowski, M. (2011). Grid synchronization and symmetrical components extraction with PLL algorithm for grid connected power electronic converters – a review. Bulletin of the Polish academy of sciences Technical Sciences, 59, pp. 485-497.
- Hernández, O., Mina, J., & Claudio, A. (2016). Emulador de Turbina Eólica basado en el Control Vectorial de una Máquina Eléctrica. Revista de aplicaciones de la Ingeniería, 3, pp. 117-130.
- Pindado, R. (1997). Lazo por enganche de fase PLL. En Electrónica analógica integrada (pp.424-437). Barcelona: S.A. Marcombo.
- Rueda, C., Rivas, I., & Arroyo H. (2015). Simulation of a Software Phase-Locked Loop for Typical Grid Disturbances. International Journal of Engineering Research and Technology, 4, pp. 998-1002.





- Schimmel, S. M., & Atlas, L. E. (2005). Coherent Envelope Detection for Modulation Filtering of Speech. *Acoustics, Speech, and Signal Processing. IEEE International Conference*, 1, pp. 221-224.
- Saz, I. & Sanchis, E. (2004). *Fundamentos y Electrónica de las comunicaciones*. Valencia: Universitat de Valencia. Servei de publicacions.
- Behera, R. R., & Thakur, A. N. (2016, March). An overview of various grid synchronization techniques for single-phase grid integration of renewable distributed power generation systems. *Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), International Conference*. pp. 2876-2880.
- Kanwal P. (1996). *Linear Integral Equations: theory and technique*. Boston: Birkhäuser. p. 191
- Kumm, M., & Sanjari, M. S. (2008, September). Digital Hilbert transformers for FPGA-based phase-locked loops. *International Conference on Field Programmable Logic and Applications*. pp. 251-256.
- Sanabria, T., Camilo, A., Bello, G. & Delby, A. (2013). Análisis y comparación de topologías de PLL para sistemas monofásicos. *Ingenio Magno*, 4, pp. 61-67.
- Caciotta, M., Giarnetti, S., Leccese, F., Leonowicz, Z., Rezmer, J., & Janik, P. (2009). Wavelets an Hilbert Transform methods for detection of voltage dips and micro interruptions.
- Caciotta, M., Giarnetti, S., Leccese, F., & Leonowicz, Z. (2009). Detection of short transients and interruptions using the Hilbert transform. *19th IMEKO World Congr. Fundam. Appl. Metrol*. pp. 913-916.
- Fernández, M. (2010). *Modulación en amplitud*. ETS de Ingenieros de Comunicación, Universidad de Valladolid. <http://lmi.bwh.harvard.edu/papers/pdfs/2002/martinfernandezCOURSE02.pdf>.
- Tomasi, W. (2003). *Sistema de Comunicaciones Electrónicas*. Phoenix: Prentice Hall.





- King, F. (2009). Hilbert Transforms. (Vol. 2). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bore, K., Akos, D. M., & Bertelsen, N. (2007). A software-defined GPS and Galileo receiver. Springer Science & Business Media.
- Valderrabano A., Rosas, J. C., Tapia, R., Beltran, F., & Gomez J. F. (2013). Single phase angle tracking method for power switches gating synchronization. Electric Power Systems Research, 105, pp. 88-94.
- Jaalam, N., Rahim, N. A., Bakar, A. H. A., Tan, C., & Haidar, A. M. (2016). A comprehensive review of synchronization methods for grid-connected converters of renewable energy source. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, pp.1471-1481.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)