



9th International Interdisciplinary Congress on Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Informatics

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Speed control of 3 phase induction motor using an rc circuit as a start signal

Authors: Juárez-Toledo, Carlos, Martínez-Carrillo, Irma, Hernández-Epigmenio, Miguel Ángel and Camacho-Altamirano, Ulices

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2024-01
BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 09

Unidad Académica Profesional Tianguistenco C-1368-2016 0000-0002-7440-3246 39912
 Unidad Académica Profesional Tianguistenco B-9264-2016 0000-0002-7952-4418 39914
 Unidad Académica Profesional Tianguistenco F-9514-2018 0000-0002-1683-4080 786771
 Unidad Académica Profesional Tianguistenco G-1804-2018 0000-0002-4902-6936 784595

CONAHCYT classification:
Area: Engineering
Field: Engineering
Discipline: Electronic Engineering
Subdiscipline: Automation and control

ECORFAN-México, S.C.

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
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

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Contenido de la Presentación

Introducción

Modelo Teórico del Circuito RC

Diseño Experimental

Proceso de Medición de voltaje

Velocidad de respuesta

Modulación de Ancho de Pulsos (PWM)

Conclusiones

Referencias





Introducción

Superar la resistencia inicial en motores eléctricos trifásicos es esencial en aplicaciones que requieren una alta demanda de consumo inicial, como sistemas HVAC, bombas o compresores. Un par más alto puede asegurar un funcionamiento fiable incluso bajo condiciones de carga variables. Los motores trifásicos pueden proporcionar un funcionamiento eficiente para cargas pesadas o al arrancar en condiciones de carga. En este trabajo se utiliza un circuito RC como señal de arranque para un motor de inducción trifásico. El objetivo principal es mostrar las ventajas de utilizar un circuito RC frente a un controlador de frecuencia variable (VFD) convencional. Los VFDs son tecnologías esenciales para el control de motores eléctricos, ofreciendo beneficios como ahorro de energía, mejor control de procesos y una vida útil más larga del equipo.

La integración de un circuito RC promete mejorar el rendimiento del arranque del motor, proporcionando un par inicial más alto, lo que es crucial para aplicaciones industriales que requieren un arranque bajo carga. Este estudio combina un modelo teórico del circuito RC con un análisis práctico para explorar estas ventajas.

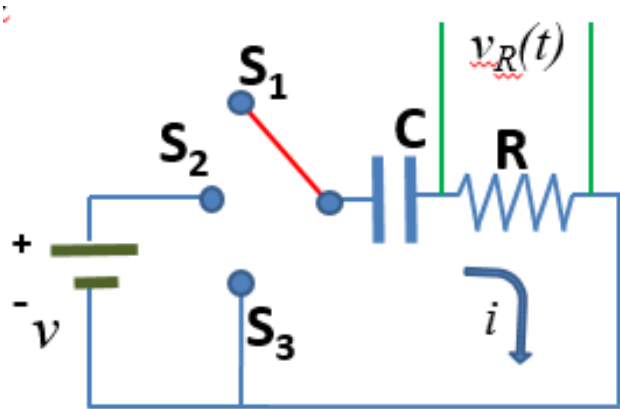




Modelo Teórico del Circuito RC

Se combina un modelo teórico del circuito RC con un análisis práctico para explorar las ventajas de utilizar una señal RC para el arranque de motores de inducción trifásicos.

- La función principal de un circuito RC se determina por la relación entre la resistencia (R) y la capacitancia (C).
- Cuando se aplica un voltaje, el capacitor se carga o descarga a través del resistor, gobernado por la constante de tiempo τ (tau), definida como: $\tau = R * C$.



Los voltajes en la resistencia y la capacitancia están dados por:

$$\begin{cases} V_R = K_v e^{\left(\frac{-t}{\tau}\right)} \\ V_C = K_v \left(1 - e^{\left(\frac{-t}{\tau}\right)}\right) \end{cases} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde K_v es el voltaje de la fuente





Diseño Experimental

Se utilizó un convertidor de frecuencia de la marca Siemens debido a la fácil adaptación a la metodología propuesta. Se emplearon una resistencia de $47\text{ k}\Omega$ y un capacitor de $330\text{ }\mu\text{F}$ para crear la señal de arranque del motor y la alimentación del circuito de señal de arranque es de 9.5 V .

Las características del motor de inducción utilizado:

Potencia nominal: 0.246 KW

Voltaje nominal: 220 V

Corriente nominal: 0.9 A

A: Fuente auxiliar para alimentar el circuito RC

B: Circuito RC

C: Variador de frecuencia

D: Motor

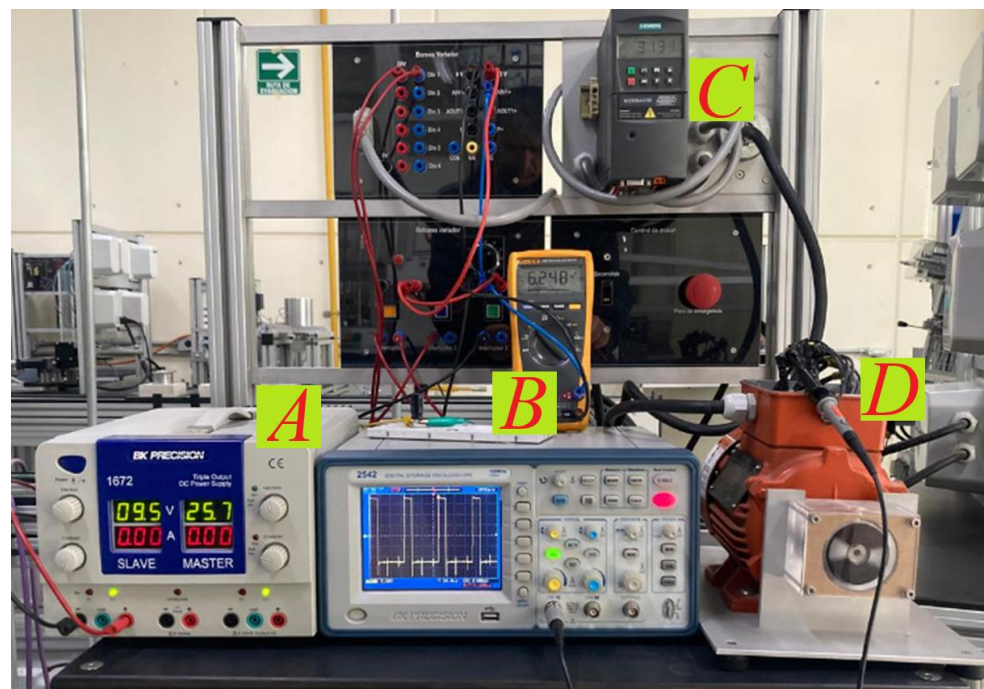


Fig 1. Equipo de laboratorio utilizado



Proceso de Medición de voltaje

Se presentan las soluciones en tres formas:

- **VFD (Variable Frequency Drive):**

Corresponde a la curva de medición generada directamente por el convertidor de frecuencia sin ninguna señal externa, es decir, las salidas lineales de los VFD convencionales.

- **RCC (Resistor-Capacitor Circuit):** Es la respuesta de medición obtenida al incorporar el circuito RC como una señal auxiliar para arrancar el motor.

- **SIM (Simulación):** Para la señal correspondiente a los valores de voltaje resultantes del uso del simulador, se obtuvo de las respuestas teóricas de Voltaje de la ecuación 1.

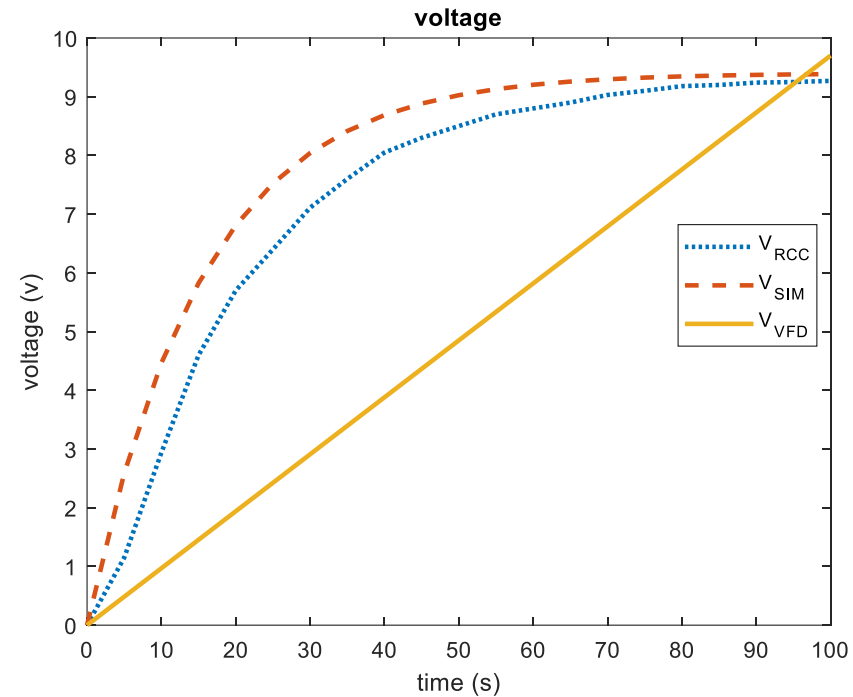


Fig 2. Respuesta de Voltaje



Respuesta del motor

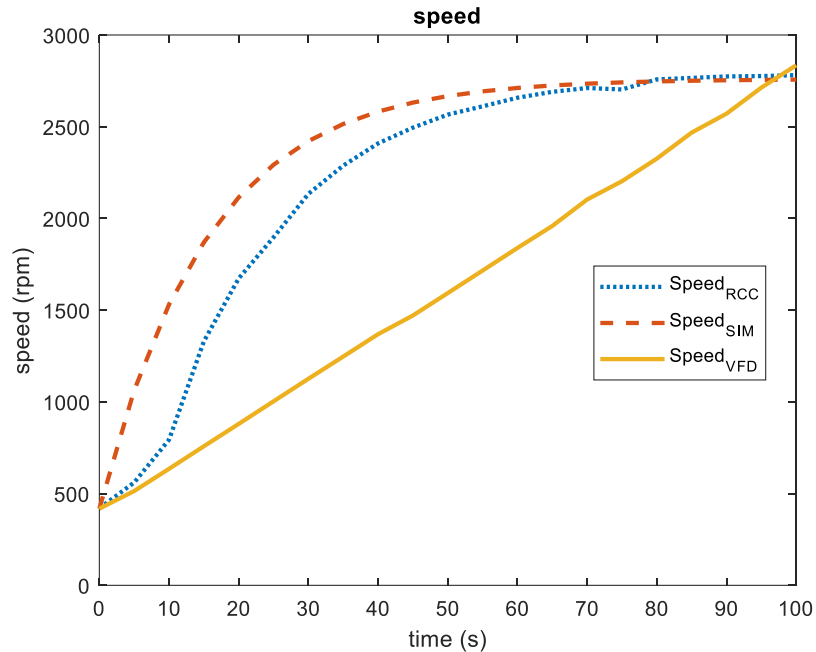


Fig 3. Respuesta de velocidad del motor

Mediante rutinas simples de interpolación en punto flotante con MATLAB, se obtuvieron los resultados de la simulación velocidad ($\text{Speed}_{\text{SIM}}$), mientras que las velocidades con y sin circuito auxiliar RC ($\text{Speed}_{\text{SIM}}$, $\text{Speed}_{\text{VFD}}$) fueron tomadas directamente en laboratorio.

La velocidad inicial proporcionada por el VFD convencional es insuficiente para motores bajo condiciones de carga inicial pesada. Las figuras de respuesta de velocidad (presentadas en la metodología) muestran una variación lineal típica de los VFDs.

Respuesta de Velocidad con RCC:

La incorporación del circuito RC mejora significativamente la respuesta de velocidad del motor de inducción trifásico.

La velocidad de arranque es mayor comparada con la proporcionada por el VFD convencional, lo que permite al motor alcanzar un par de arranque adecuado.





Modulación de Ancho de Pulsos (PWM)

La figura de la modulación por ancho de pulso muestra que, a 23.115 Hz, el RCC genera los anchos de pulso más significativos, proporcionando el par de arranque necesario para superar la inercia del motor bajo carga pesada.

- La señal auxiliar RC produce anchos de pulso más amplios en las frecuencias iniciales, lo que permite un arranque con mayor torque del motor.
- La mayor amplitud de los pulsos iniciales ayuda al motor a alcanzar una velocidad más alta rápidamente, lo que es crucial para aplicaciones industriales que requieren un alto par de arranque

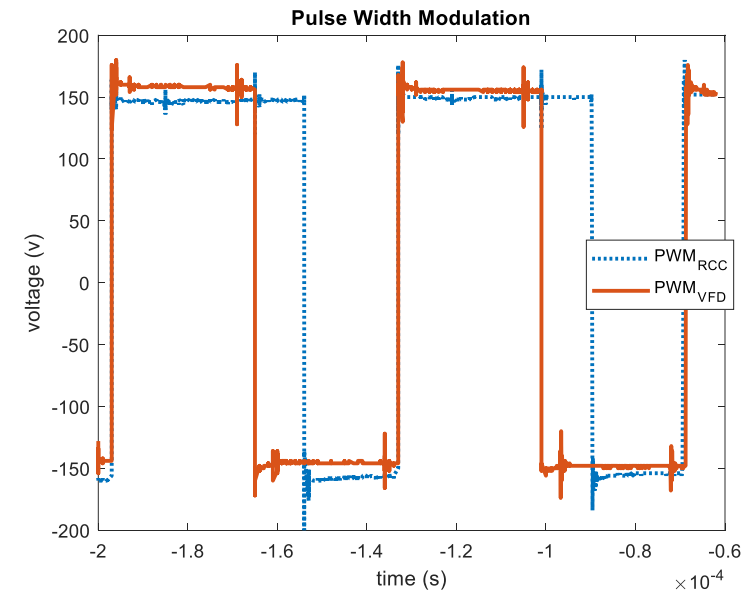


Fig 4. Modulación de ancho de pulso





Conclusiones

El siguiente análisis destaca las mejoras logradas mediante el uso de un circuito RC en comparación con los sistemas de arranque convencionales, así como las implicaciones prácticas y direcciones futuras para la investigación en el control de motores de inducción trifásicos.

- La modulación de ancho de pulsos (PWM) subrayan las mejoras significativas obtenidas mediante el uso de un circuito RC en comparación con los VFD convencionales y plantean posibles direcciones para futuras investigaciones y optimizaciones en el control de motores.
- La señal RC proporciona una mayor amplitud de pulsos en las frecuencias iniciales, lo que se traduce en un arranque más efectivo del motor.
- Futuros estudios se centrarán en soluciones de par de arranque más agresivas, como señales antilogarítmicas generadas mediante amplificadores operacionales para incrementar el rendimiento de arranque del motor.
- La integración de inteligencia artificial y en particular redes neuronales podría ofrecer nuevas posibilidades para un control más preciso y eficiente de los motores eléctricos.





Referencias



Antecedentes

- Almeida A. T. de, Ferreira F. J. T. E. and Both D. (2005), Technical and economical considerations in the application of variable-speed drives with electric motor systems, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 41, no. 1, pp. 188-199. doi: 10.1109/TIA.2004.841022.
- Anderson J. (1922). Electric motor starters. IET Digital Library, Volume 60, Issue 310, 1922, pp. 619 – 640. DOI: 10.1049/jiee-1.1922.0042
- Grigorescu, L., Nastac S., (2007). Theoretical and practical aspects of current mode RC oscillators, IFAC Proceedings Volumes, Elsevier. <https://doi.org/10.3182/20070927-4-RO-3905.00091>
- Sareddy V., Rekha M., Kiran K., Rami R., Venkata S., Ravi K., and Nagi R., (2024). TS fuzzy control of PV assisted single phase three phase induction motor drive for rural pumping applications. Transactions on Energy Systems and Engineering Applications, 5(1), 1–17. <https://doi.org/10.32397/tesea.vol5.n1.537>

Básicos

- Fiorucci E., Bucci G., Ciancetta F., Gallo D, Landi C, & Luiso M (2013). Variable Speed Drive Characterization: Review of Measurement Techniques and Future Trends, Hindawi Publishing Corporation Advances in Power Electronics, Article ID 968671, 14 pages. <https://doi.org/10.1155/2013/968671>
- Ilic-Spong M., Miller T., Macminn S & Thorp J., (1987), Instantaneous Torque Control of Electric Motor Drives, IEEE Transactions on Power Electronics, vol. PE-2, no. 1, pp. 55-61. doi: 10.1109/TPEL.1987.4766332

Suporte

- Abbas M. A. and Refaat S. S., (2024) Adaptive Neuro-Fuzzy Based Incipient Fault Detection and Diagnosis for Three Phase Induction Motor, IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Bristol, United Kingdom, doi: 10.1109/ICIT58233.2024.10540963.
- Bolognani S., Bolognani S., Peretti L. and Zigliotto M., (2009), Design and Implementation of Model Predictive Control for Electrical Motor Drives, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 56, no. 6, pp. 1925-1936, doi: 10.1109/TIE.2008.2007547.
- Hardine Linkha, Budhi Santoso Dian, & Satrio Hadikusuma Ridwan (2022). Analysis of The Influence of Star Delta System in Reducing Electric Starting Surge in 3 Phase Motors. Electrician –Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Volume 16, No.2. <https://doi.org/10.23960/elc.v16n2.2288>
- Ibrahim M. A., Idris N.R.N., (2013), A review on sensor less techniques for sustainable reliability and efficient variable frequency drives of induction motors, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 24, 2013, Pages 111-121, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.051>.
- Zhang B, Song Z, Liu S, Huang R, Liu C. (2022), Overview of Integrated Electric Motor Drives: Opportunities and Challenges. Energies 15, no. 21: 8299. <https://doi.org/10.3390/en15218299>

Diferencias

- Ehsani M., Gao Y. and Gay S., (2003), Characterization of electric motor drives for traction applications, IECON'03. 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, pp. 891-896 vol.1, doi: 10.1109/IECON.2003.1280101.
- Enemuoh F. O., Okafor E. E., Onuegbu J. C., & Agu, V. N. (2013). Modelling, simulation and performance analysis of a variable frequency drive in speed control of induction motor. International Journal of Engineering Inventions, 3(5), 36-41.
- Pachuaui, J., Debnath S., Biswas, P. and Das, U., (2023). Design and speed control of U-type 3-coil active magnetic bearing. Electrical Engineering. <https://doi.org/10.1007/s00202-023-01838-y>

Discusiones

- Hidalgo-López J. A. (2023). A simple digital readout circuit for differential resistive or capacitive sensors Measurement Science and Technology, Volume 34, Number 8. doi 10.1088/1361-6501/acd139
- Saidur R., Mekhilef S., Ali M.B., Safari A., Mohammed H.A., (2012), Applications of variable speed drive (VSD) in electrical motors energy savings, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 16, Issue 1, Pages 543-550, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.020>
- Guedes, J.J., Goedtel, A., Castoldi, M.F. et al. Three-phase induction motor fault identification using optimization algorithms and intelligent systems. Soft Comput 28, 6709–6724 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00500-023-09519-5>





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. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)