

IMPACTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA REDES DOMESTICAS.

IMPACT OF RENEWABLE ENERGY ON THE QUALITY OF ENERGY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS FOR DOMESTIC NETWORKS.

Jaime Jalomo Cuevas,¹ Sergio Sandoval Pérez,¹ Alberto Gudiño Ochoa ¹ and Juan Francisco Palomino Bernal ^{1,2}.

¹Tecnológico Nacional de México/TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán-Departamento de Eléctrica y Electrónica/Departamento de Ciencias de la Tierra. ²Colegio de Arquitectos del Sur del Estado de Jalisco

INTRODUCCIÓN.

Actualmente, existen numerosos estudios relativos a la calidad energética y se han desarrollado algunos estudios referentes al mismo tema, abarcando, desde las redes de energía comerciales hasta los suministros eléctricos solares, lo anterior, debido a los efectos nocivos y perjudiciales producidos en la red eléctrica, ocasionando fallas y sobre calentamiento de los equipos y dispositivos alimentados. El presente estudio, se enfoca en las redes domésticas, con parámetros aplicables al área europea de 50HZ, siendo proveídas de energía mediante celdas solares y los efectos armónicos e Interarmónicos producto del enlace DC/AC, el algoritmo de control MPTT (Sangwongwanich, 2018),(Rizwin, 2020) y el inversor utilizado (Langella, 2016), contemplando las variables de temperatura e irradiación (Ravindran, 2018)(Elvira-Ortiz, 2019) en las celdas. Para realizar un análisis de los efectos armónicos e Interarmónicos provenientes del suministro energético de las celdas descritas, se utiliza el software Matlab y la herramienta Simulink, desarrollando una simulación y aplicación de filtro LCL, en el software mencionado, y mediante un estudio comparativo, se analiza la reducción de los efectos armónicos e Interarmónicos, producidos por el suministro de energía mediante celdas solares, aprovechando de esta manera, la energía solar producida en su totalidad, resultando en un suministro eléctrico de buena calidad, tanto para los usuarios habitantes de un inmueble, como para los dispositivos eléctricos y electrónicos utilizados en el mismo, traducido a una mejor calidad de energía y ahorro de la misma.

INTRODUCTION.

Currently, there are numerous studies related to energy quality and some studies referring to the same topic have been developed, covering, from commercial energy networks to solar electrical supplies, the above, due to the harmful and harmful effects produced in the electricity network , causing failures and on heating of fed equipment and devices. The present study is focused on domestic networks, with parameters applicable to the European area of 50Hz, being provided with energy through solar cells and the harmonic and inter-armonic effects as a result of the DC/AC link, the MPTT control algorithm [1-2] and the investor used [3], contemplating the temperature and irradiation variables [4-5] in the cells. To perform an analysis of the harmonic and inter-armonic effects from the energy supply of the described cells, the MATLAB software and the Simulink tool are used, developing a simulation and application of LCL filter, in the aforementioned software, and through a comparative study, it is Analyzes the reduction of harmonic and inter-armonic effects, produced by the supply of energy through solar cells, taking advantage of the solar energy produced in its entirety, resulting in a good quality electric supply, both for the inhabitant users of a property , as for the electrical and electronic devices used in it, translated into a better energy quality and savings.

OBJETIVOS.

La reducción de las perturbaciones armónicas e Interarmónicas en las ondas sinusoidales existentes en el suministro eléctrico para una red doméstica, alimentada por celdas solares, mediante simulación en el Software Simulink de Matlab.

OBJETIVES.

The reduction of harmonic and inter-armonic disturbances in existing sinusoidal waves in the electricity supply for a domestic network, fueled by solar cells, by simulation in Matlab Simulink software..

DESARROLLO DEL ESTUDIO PARA SEÑALES SINUSOIDALES EN SIMULINK DE MATLAB.

En la Fig. 1, se muestra el diagrama desarrollado en Simulink de Matlab para un sistema fotovoltaico trifásico, en donde se analizan tanto la irradiación del sistema, como la temperatura generadas en las celdas solares, en la salida del bloque PV array se produce un voltaje DC al cual se incorpora un convertidor elevador DC/DC, la salida del boost se usa como las entrada al inversor, asimismo, este recibe una señal PWM para generar la señal necesaria en AC, finalizando con un filtro LCL para realizar la reducción de las perturbaciones armónicas o Interarmónicas, provenientes del enlace DC/AC y consecuentemente su análisis final, de la simulación en el software.

In Fig. 1, the diagram developed in Matlab Simulink is shown for a three-phase photovoltaic system, where both the irradiation of the system is analyzed, as well as the temperature generated in the solar cells when producing solar energy using a boost to make the signals insert the signals To the investor to generate the necessary signal in AC, ending with an LCL filter to reduce or eliminate harmonic or inter-armonicas disturbances from the investor and consequently its final analysis, of the simulation in the software.

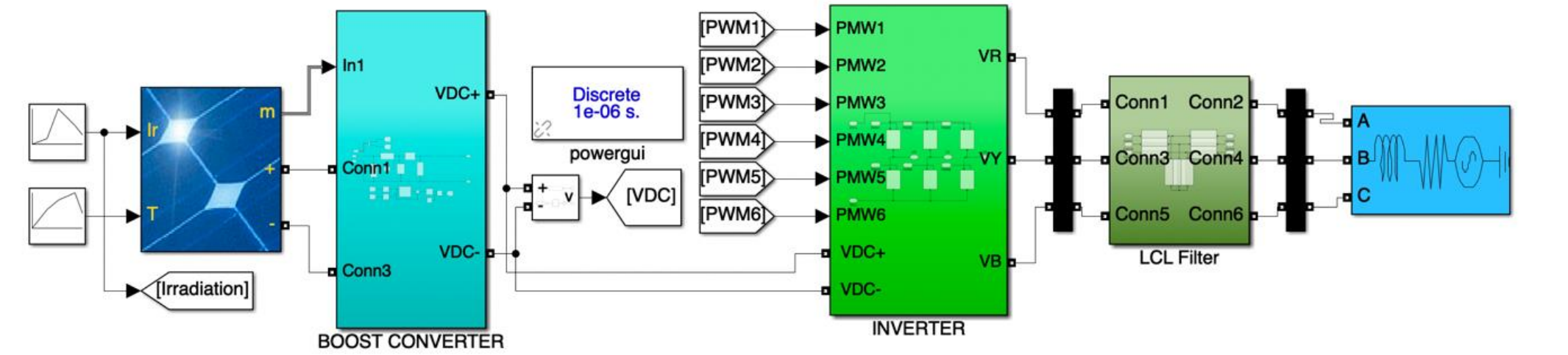


Figura. 1 Diagrama del sistema fotovoltaico trifásico en simulink de Matlab.
Figure. 2 Three -phase photovoltaic system diagram in Matlab Simulink.

Posteriormente, se realiza el análisis de la energía generada por el sistema fotovoltaico trifásico, contemplando la temperatura en 25°C e irradiación en factor 1000 como una constante en Simulink, como se muestra en la Figura 2. y otra, contemplando variaciones en la temperatura e irradiación para analizar los resultados correspondientes, representado en la Figura 3.

Subsequently, the analysis of the energy generated by the three -phase photovoltaic system is performed, contemplating the temperature at 25 ° C and irradiation in factor 1000 as a constant in Simulink, as shown in Figure 2. and another, contemplating variations in temperature and irradiation to analyze the corresponding results, represented in Figure 3.

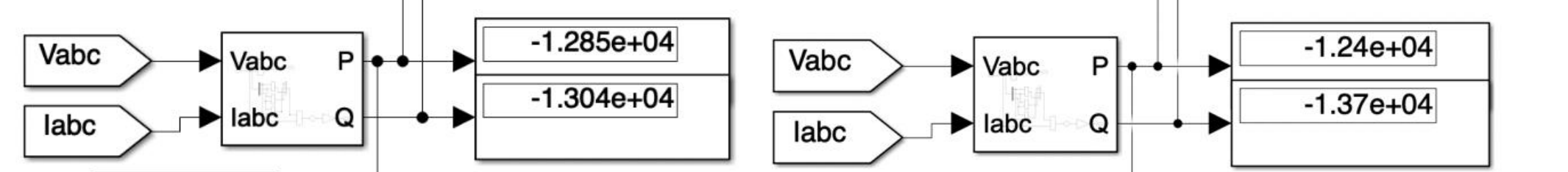


Figura. 2 simulación con temperatura e irradiación como constantes.
Figure. 2 simulation with temperature and irradiation as constants.

El análisis realizado demuestra una disminución y distorsión en la corriente entregada, así mismo, la pérdida de energía es mas significativa en la potencia real o aparente. En la Figura 4, puede apreciarse la señal de la corriente generada en el sistema trifásico a los paneles solares

The analysis performed demonstrates a decrease and distortion in the current delivered, likewise, the loss of energy is more significant in the real or apparent power. In Figure 4, the signal of the current generated in the three -phase system to the solar panels can be seen.

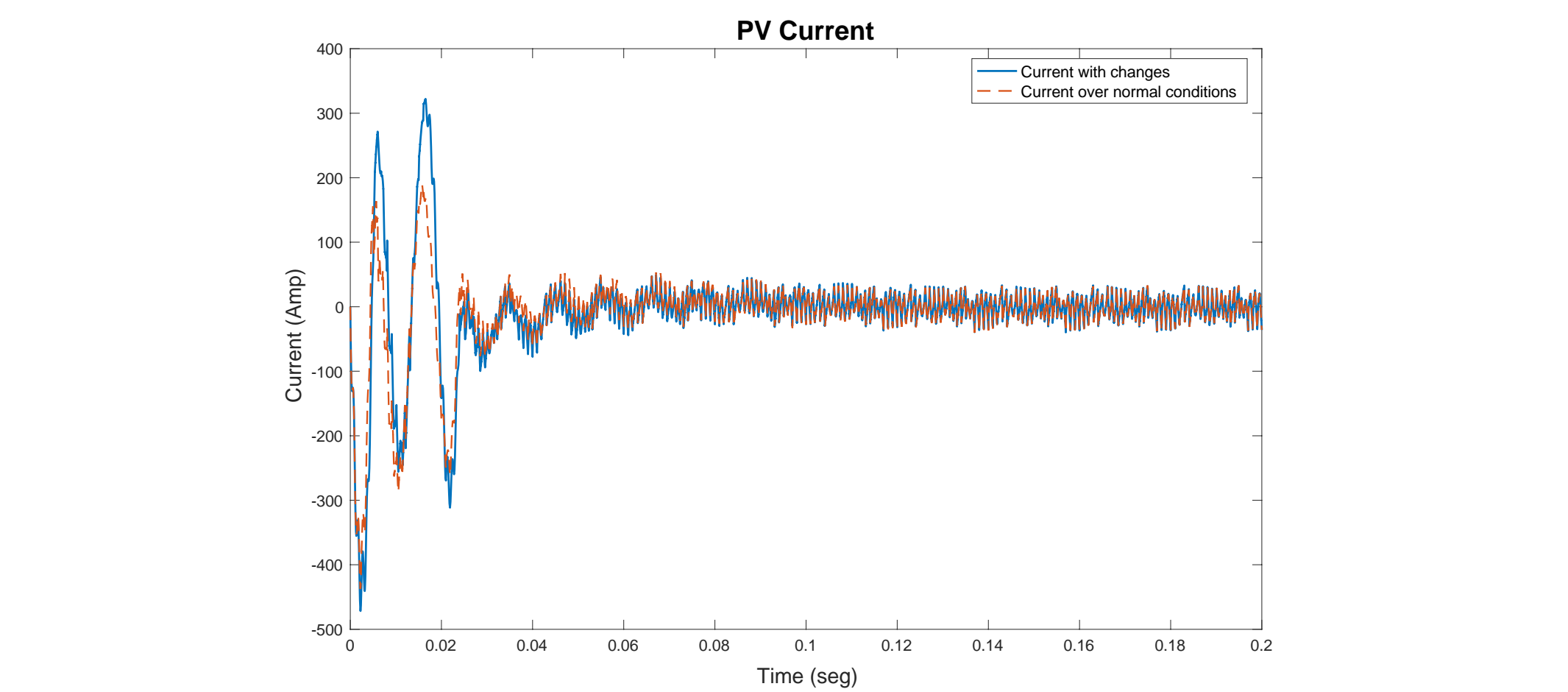


Figura. 4 Corriente generada en el sistema trifásico hacia los paneles solares.
Figure. 4 Current generated in the three -phase system towards solar panels.

Elvira-Ortiz, D. A., Moringio-Sotelo, D., Duque-Perez, O., Osorio-Rios, R. A., & Romero-Troncoso, R. J. (2019). Study of the harmonic and interharmonic content in electrical signals from photovoltaic generation and their relationship with environmental factors. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 11(4), 043502.

Langella, R., Testa, A., Djokic, S. Z., Meyer, J., & Klatt, M. (2016, October). On the interharmonic emission of PV inverters under different operating conditions. In 2016 17th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP) (pp. 733-738). IEEE.

Ravindran, V., Rönneberg, S. K., Busatto, T., & Bollen, M. H. (2018, May). Inspection of interharmonic emissions from a grid-tied PV inverter in North Sweden. In 2018 18th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP) (pp. 1-6). IEEE.

Rizwin, M. Y., Kumar, H. R., Mayadevi, N., & Mini, V. P. (2020, December). Interharmonics Mitigation in Grid-connected Solar PV Systems with P&O MPPT Algorithm. In 2020 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES) (pp. 1-6). IEEE.

Sangwongwanich, A., Yang, Y., Sera, D., Soltani, H., & Blaabjerg, F. (2018). Analysis and modeling of interharmonics from grid-connected photovoltaic systems. IEEE Transactions on power electronics, 33(10), 8353-8364.

Mientras en la Figura 5, se representa de manera gráfica también, la energía generada al variar las condiciones ambientales en la simulación de Simulink en Matlab.

While in Figure 5, the energy generated by varying the environmental conditions in the simulation of Simulink in Matlab.

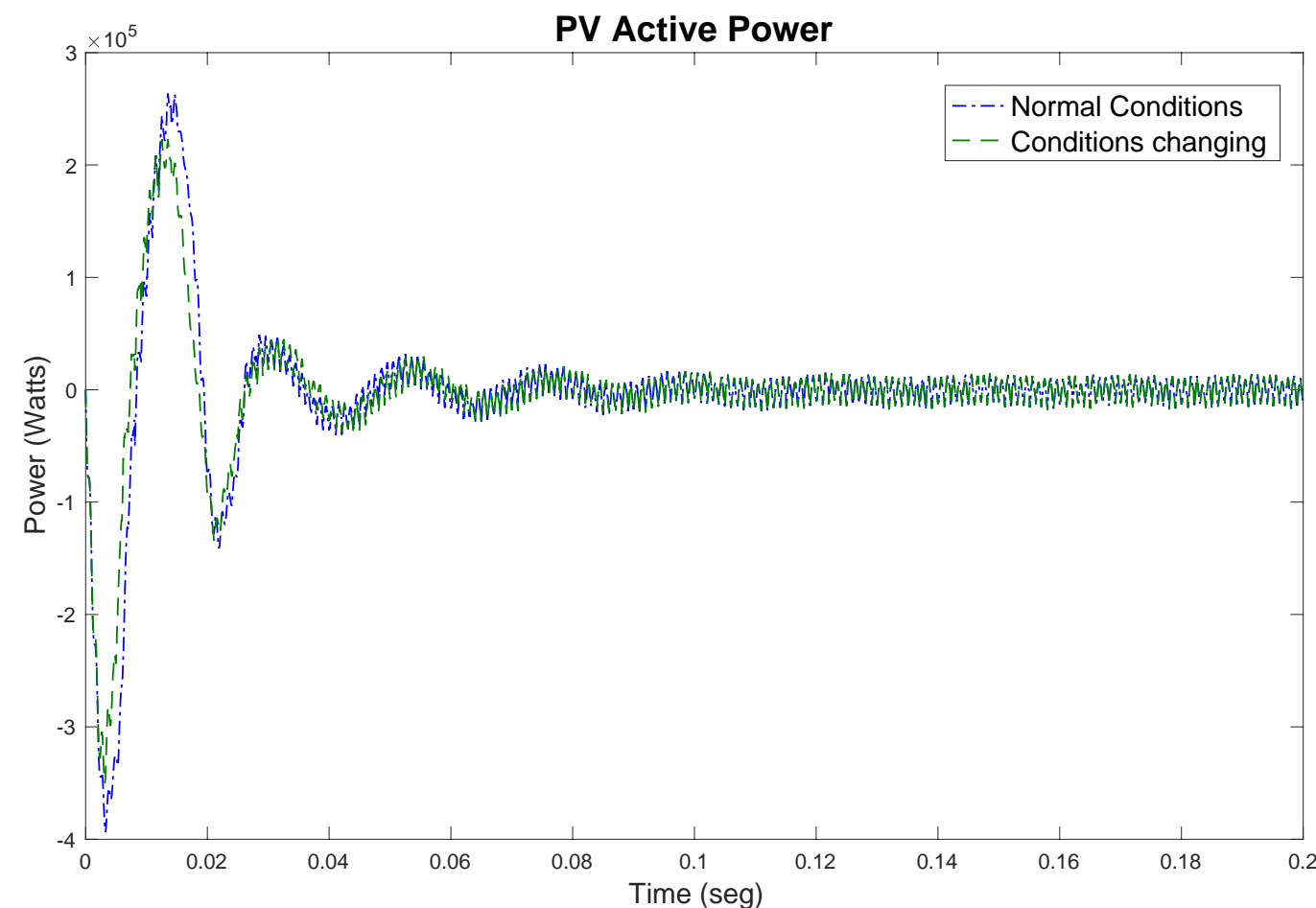


Figura. 5 Energía generada al variar las condiciones ambientales en el sistema.
Figure. 5 Energy generated by varying environmental conditions in the system.

El análisis de armónicos, parte de la transformada de Fourier de tiempo corto para ventana de tiempo corto. La cual, muestra el contenido armónico e Interarmónico cuando ocurren variaciones y cambios en la irradiación sobre la frecuencia fundamental de 50 Hz. En la Figura 6, se muestra el análisis armónico e interarmónico en corto tiempo referente a 700 ms, respecto a la transformada de Fourier.

The harmonic analysis, part of the short -time Fourier transform for short time window. Which shows the harmonic and inter -harmonic content when variations and changes in irradiation on the fundamental frequency of 50 Hz occur. In Figure 6, the harmonic and inter -harmonic analysis is shown in a short time referring to 700ms, with respect to the Fourier transform.

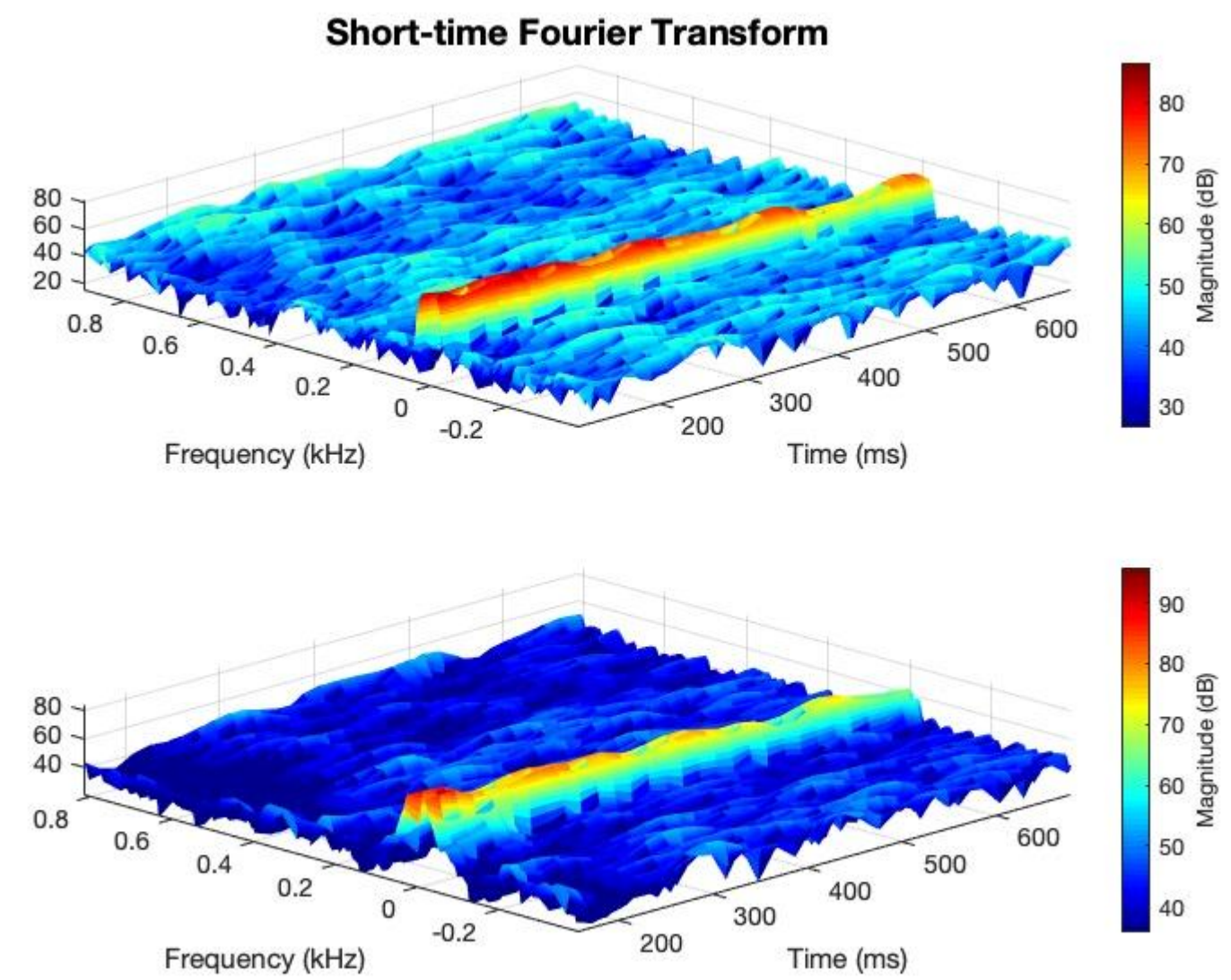


Figura. 6 Análisis armónico e interarmónico en base a la SFTF.
Figure. 6 Harmonic and interarmonic analysis based on SFTF.

CONCLUSIONES.

Después del análisis comparativo realizado, es posible concluir una aminoración de las perturbaciones Interarmónicas y armónicas en la simulación de Simulink en Matlab, resultando el estudio benéfico, al producir ventajas que se desprenden desde la calidad energética, como ahorro energético, en beneficio de cualquier red domestica al utilizar celdas solares, gracias a la reducción, se puede afirmar un mayor tiempo de vida de los dispositivos eléctricos y electrónicos gracias a la aminoración de las perturbaciones, produciendo un funcionamiento mas eficaz de los dispositivos en cualquier hogar que utilice celdas solares y un mejor aprovechamiento del suministro eléctrico producidos por las celdas solares.

CONCLUSIONS.

After the comparative analysis carried out, it is possible to conclude a reduction of inter-armonic and harmonic disturbances in the simulation of Simulink in Matlab, resulting in the beneficial study, producing advantages that arise from energy quality, such as energy saving, for the benefit of any network Domestic when using solar cells, thanks to the reduction, a longer life time of electrical and electronic devices can be affirmed thanks to the reduction of disturbances, producing a more effective operation of the devices in any home that uses solar cells and a better use of the electricity supply produced by solar cells.