



Análisis energético del sistema fotovoltaico conectado a la red en la UTC

Energy analysis of the photovoltaic system connected to the grid at UTC

Análise energética do sistema fotovoltaico conectado à rede em UTC

Luis Fernando Choloquina-Alomoto ^I
luis.choloquina9802@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-8277-5049>

Danilo Fabricio Trujillo-Ronquillo ^{II}
danilo.trujillo7320@utc.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8685-209X>

Correspondencia: luis.choloquina9802@utc.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 30 de noviembre de 2023 * **Aceptado:** 27 de diciembre de 2023 * **Publicado:** 01 de enero de 2023

- I. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Resumen

Este trabajo presenta un análisis experimental del desempeño de un sistema fotovoltaico de 1,605 kW instalado en el techo del Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Durante 30 días de mediciones, el sistema fotovoltaico generó sólo 48 kWh, equivalentes a 1,6 kWh/día. Esto representa el 0,93% del consumo promedio del edificio (5.183 kWh). La baja contribución energética se debe a la limitada capacidad instalada, insuficiente para una demanda de gran tamaño. Se evidencian fluctuaciones significativas en la producción diaria (0,5-2,8 kWh) relacionadas con condiciones meteorológicas. Dada la reducida fracción solar y el alto potencial renovable de la zona, se concluye que expansiones sustanciales del sistema fotovoltaico son necesarias. Se requeriría por lo menos quintuplicar la potencia actual para lograr aportes relevantes de energía solar al contexto universitario. Este trabajo experimental sirve como punto de partida para futuras investigaciones sobre sistemas conectados a la red que sean viables y de integración a sistemas de generación distribuida implementados en la UTC.

Palabras Clave: Sistema fotovoltaico; Contribución energética; Fracción solar; Potencial renovable; Sistema conectado a la red.

Abstract

This work presents an experimental analysis of the performance of a 1,605 kW photovoltaic system installed on the roof of Block B of the Technical University of Cotopaxi, Ecuador. During 30 days of measurements, the photovoltaic system generated only 48 kWh, equivalent to 1.6 kWh/day. This represents 0.93% of the building's average consumption (5,183 kWh). The low energy contribution is due to the limited installed capacity, insufficient for a large demand. Significant fluctuations are evident in daily production (0.5-2.8 kWh) related to meteorological conditions. Given the reduced solar fraction and the high renewable potential of the area, it is concluded that substantial expansions of the photovoltaic system are necessary. It would be required to at least quintuple the current power to achieve relevant contributions of solar energy to the university context. This experimental work serves as a starting point for future research on viable grid-connected systems and integration into distributed generation systems implemented at the UTC.

Keywords: photovoltaic system; Energy contribution; Solar fraction; Renewable potential; Grid connected system.

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise experimental do desempenho de um sistema fotovoltaico de 1.605 kW instalado na cobertura do Bloco B da Universidade Técnica de Cotopaxi, Equador. Durante 30 dias de medições, o sistema fotovoltaico gerou apenas 48 kWh, equivalente a 1,6 kWh/dia. Isso representa 0,93% do consumo médio do edifício (5.183 kWh). A baixa contribuição energética se deve à limitada capacidade instalada, insuficiente para uma grande demanda. Flutuações significativas são evidentes na produção diária (0,5-2,8 kWh) relacionadas às condições meteorológicas. Dada a reduzida fração solar e o elevado potencial renovável da área, conclui-se que são necessárias expansões substanciais do sistema fotovoltaico. Seria necessário pelo menos quintuplicar a potência atual para alcançar contribuições relevantes da energia solar para o contexto universitário. Este trabalho experimental serve como ponto de partida para pesquisas futuras sobre sistemas viáveis conectados à rede e integração em sistemas de geração distribuída implementados na UTC.

Palavras-chave: sistema fotovoltaico; Contribuição energética; Fração solar; Potencial renovável; Sistema conectado à rede.

Introducción

La energía solar fotovoltaica ha tenido un rápido desarrollo en los últimos años, con una tasa de crecimiento anual del 40% entre 2010 y 2019 [1]. Esto convierte a la fotovoltaica en una de las principales fuentes renovables a nivel global, impulsada por la disminución de costos, políticas gubernamentales de incentivos y ambiciosas metas para limitar el calentamiento global [2]. En Latinoamérica particularmente, se espera que la capacidad instalada fotovoltaica se quintuple en la presente década debido a los altos niveles de radiación solar en la región [3].

Ecuador es un país con un enorme potencial solar dada su ubicación geográfica privilegiada cerca de la línea ecuatorial. La radiación promedio diaria oscila entre 4 y 6 kWh/m² dependiendo de la localidad [4], alcanzando niveles que se comparan favorablemente con países líderes en energía solar como España y Estados Unidos [5]. Sin embargo, la adopción de sistemas fotovoltaicos en Ecuador ha sido históricamente limitada. Recién en los últimos años se comienzan a observar más implementaciones solares, especialmente en el sector residencial y comercial [6].

En el ámbito regulatorio, el esquema de medición neta establecido mediante el Reglamento No. ARCONEL-004/18 permite la integración de generación distribuida renovable a pequeña y

mediana escala. Los consumidores que inyecten excedentes de energía solar a la red eléctrica reciben una remuneración equivalente al Costo Marginal de Corto Plazo fijado por CENACE [7]. Adicionalmente, pueden mantenerse bajo la modalidad de tarifa regulada para sus consumos de la red, cuyos valores actualizados se especifican en la Regulación No. 001/21 del Control de Recursos y Energía [8].

En el contexto universitario, la integración de sistemas de generación solar fotovoltaica a pequeña y mediana escala representa una alternativa viable técnica y económicamente. Diversos trabajos previos han evaluado el desempeño de implementaciones fotovoltaicas en universidades, analizando aspectos como la generación energética, ahorro de costos y emisiones de CO₂ evitadas [9]–[11]. Sin embargo, se han realizado menos estudios detallados enfocados en universidades ecuatorianas. Por ello, en este artículo se presenta un análisis energético del sistema fotovoltaico de 1605 W instalado en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) extensión La Maná.

El sistema fotovoltaico del Bloque B está compuesto por 1 arreglo de 3 paneles policristalinos cada uno conectado en paralelo, con una potencia unitaria de 535 W, para un total de 1605 W. El objetivo de este trabajo es caracterizar en detalle el funcionamiento de este sistema solar a lo largo de un año, estimando métricas como la producción energética mensual y anual, el impacto de variables meteorológicas en la generación, y la fracción solar respecto a la demanda total del edificio.

Trabajos relacionados

En la última década se han publicado varios estudios enfocados en el análisis de sistemas fotovoltaicos integrados en instituciones de educación superior. Un trabajo relevante es el de [12], quienes evaluaron técnica y económicamente un sistema de 6 kWp instalado en un edificio de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná en Brazil. Utilizando simulaciones computacionales estimaron una producción anual de 8.9 MWh y un retorno de inversión en 7 años considerando incentivos gubernamentales. Otro estudio hecho por [13] modeló un sistema residencial de 3 kWp conectado a red, reportando una generación anual de 4359 kWh y un ahorro del 80% en la factura eléctrica en Pakistán.

También, múltiples estudios recientes se han enfocado en el análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos integrados en instituciones de educación superior. Por ejemplo, [14] evaluaron la factibilidad de implementar plantas solares de 5 MW en 3 campus de la Universidad de São Paulo en Brasil. Sus simulaciones estimaron generaciones anuales entre 6,5 y 8 GWh dependiendo de la

localización, con retornos de inversión entre 6 y 7 años considerando las tarifas eléctricas para consumidores especiales.

Por otro lado, [15] monitorearon un sistema de 5 kWp en la Universidad Mutah de Jordania durante un año. Sus resultados experimentales indicaron una productividad de 6326 kWh al año, con considerable variabilidad estacional debido a cambios en la irradiación solar y temperatura ambiente. Así mismo, [16], [17] compararon percepciones y costos actualizados de instalaciones fotovoltaicas en 16 universidades de Brasil y Francia. Sus datos de campo confirmaron el atractivo económico de estas aplicaciones.

Otros autores han modelado sistemas fotovoltaicos de mediana y gran escala, como el trabajo de [18] sobre una planta solar de 100 MW en la Universidad Umm Al-Qura en Arabia Saudita. Sus resultados predijeron una productividad anual de 160 GWh. Así mismo, [19] optimizaron el dimensionamiento de una instalación de 1,2 MW para un campus sustentable hipotético, pronosticando un 74% de autosuficiencia energética solar.

Por otro lado [20] instalaron un sistema experimental de 10,6 kWp en un edificio de la Universidad de KwaZulu-Natal en Sudáfrica. Durante los dos primeros años de operación midieron una generación anual entre 16 y 17 MWh, destacando el impacto de la suciedad acumulada en los módulos sobre el rendimiento. También en Qatar, [21] analizaron un sistema de 330 kWp en 8 edificios universitarios, alcanzando una fracción solar del 16% respecto al consumo total.

En el contexto latinoamericano, [22]. simularon un sistema conectado a red de 72 kWp para la Urbanización “El Manantial” ubicada en la parroquia rural de Conocoto en el Valle de los Chillos, Quito en Ecuador. Previeron una producción anual aproximada de 500 KWh y un retorno de la inversión en 7 años. Por tanto, la presente investigación experimental sobre el sistema UTC contribuirá a expandir la limitada evidencia regional sobre aplicaciones reales de generación fotovoltaica distribuida en universidades.

Para el caso específico del Ecuador, existen pocos estudios previos enfocados en el área de generación solar fotovoltaica en universidades. Otro trabajo es el de [23], quienes analizaron un sistema de 3,4 kWp en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí. Reportaron una productividad promedio de 11,70 kWh/día, evidenciando el alto potencial de la zona. Por tanto, el presente trabajo sobre el sistema fotovoltaico de la UTC extensión La Maná contribuirá a expandir la limitada literatura experimental sobre aplicaciones solares universitarias en el país.

Metodología

La metodología del estudio: Análisis energético del sistema fotovoltaico conectado a la red del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná se centra en evaluar de manera precisa y detallada el rendimiento y la eficiencia del sistema fotovoltaico instalado. Este análisis incluye la medición de la generación de energía solar, la evaluación de su efectividad y el estudio de su impacto en el consumo energético del Bloque B.

El sistema fotovoltaico analizado en este estudio está ubicado en el techo del Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), extensión La Maná, Ecuador ubicado a una latitud de: $0^{\circ}56'38''S$ y a una longitud de: $79^{\circ}14'17''O$ y a una altitud 300 msnm. Se compone de 1 arreglo con 3 paneles policristalinos cada uno conectados en paralelo, con una potencia pico unitaria de 535 W para un total de 1605 W de capacidad conectado a un regulador de carga luego a un inversor y a un medidor bidireccional (ver Figura 1).

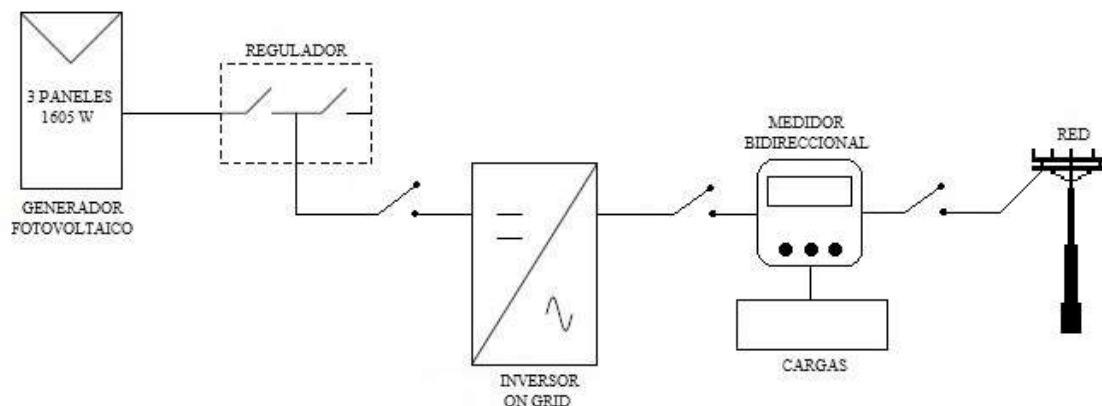


Figura 1. Sistema Conectado a la Red

Los datos de generación eléctrica fueron registrados en periodos de 15 minutos por el inversor conectado a la red (ON GRID) Growatt MIC 2000 TL-X. Se descargaron registros con las siguientes variables: energía generada (kWh), potencia instantánea (W), voltaje (V) y energía total histórica (MWh) durante el periodo 15/11/2023 al 15/12/2023, para un total de 30 días de mediciones. En la siguiente tabla 1 se aprecia las métricas presentadas por los paneles solares fotovoltaicos instalados en el techo del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná.

Tabla 1. Valores presentados por el Inversor Growatt

Fecha	Energía generada (kWh)	Potencia Generada (W)	Voltaje de los paneles (V)	Potencia de los paneles (W)	Energía Generada total (MWh)
15/11/2023	1,2	1006,2	110,5	1013,6	1,8
16/11/2023	2,1	1070,9	104,5	1090,2	1,8
17/11/2023	0,7	210,6	113,5	219,5	1,8
20/11/2023	1,0	986,3	113,8	1023,4	1,9
21/11/2023	1,5	210,6	119,4	359,2	1,9
22/11/2023	1,3	435,1	110,9	447,4	1,9
23/11/2023	2,8	847,1	109,2	878,5	1,9
24/11/2023	1,5	634,5	115,8	648,7	1,9
27/11/2023	1,4	525,5	114,2	538,7	1,9
28/11/2023	1,4	556,7	113	541,4	1,9
29/11/2023	2,0	563,6	110	573,7	1,9
30/11/2023	2,0	688,3	110,8	683,7	1,9
01/12/2023	0,5	162,7	114,8	162,2	1,9
05/12/2023	1,4	420,6	118,4	423,1	1,9
07/12/2023	2,6	605,9	115,7	614,5	1,9
13/12/2023	2,3	175,2	115	178,4	1,9
14/12/2023	2,2	770,5	113,7	781,8	1,9
15/12/2023	0,9	140,3	114,8	142,7	1,9

En la figura 2 se aprecia la producción energética diaria del sistema fotovoltaico.



Figura 2. Producción energética diaria del Sistema Fotovoltaico

También, se analizó el consumo energético del Bloque B suministrada por el sistema nacional interconectado, tomando los datos de la planilla eléctrica los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Consumo de energía eléctrica del Bloque B

Meses	Consumo en KWh				
	2019	2020	2021	2022	Promedio
Enero	606	10556	2897	2648	4176,75
Febrero	10366	8420	3501	5430	6929,25
Marzo	7975	5156	3250	7351	5933
Abril	11132	1444	2761	7831	5792
Mayo	11825	2035	2596	8393	6212,25
Junio	10574	1755	2930	4304	4890,75
Julio	10494	1925	4184	6663	5816,5
Agosto	4725	1722	3548	7472	4366,75
Septiembre	6055	1897	2549	3432	3483,25
Octubre	8963	2025	4272	6256	5379
Noviembre	10260	2226	5514	7151	6287,75
Diciembre	8230	2621	5271	6281	5600,75

El consumo diario promedio del edificio se obtuvo analizando los registros eléctricos previos mostrados en la tabla 1, resultando en 172,78 KWh/día y se muestran en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Valores promedios diarios de los diferentes meses del año

Meses	Consumo promedio (KWh/día)
Enero	134,73
Febrero	182,35
Marzo	191,39
Abril	193,07
Mayo	200,40
Junio	163,03
Julio	187,63
Agosto	140,86
Septiembre	116,11
Octubre	173,52
Noviembre	209,59
Diciembre	180,67
Valor Promedio Anual	172,78

Para obtener la fracción de relación solar entre la energía producida y la demanda total se aplica la ecuación 1.

$$\text{fracción solar (\%)} = \frac{\text{Generación fotovoltaica}}{\text{Consumo total}} * 100 \quad (1)$$

Donde:

Generación fotovoltaica: energía eléctrica producida por el sistema solar fotovoltaico en el periodo analizado (48 kWh en 30 días).

Consumo total: consumo eléctrico total del edificio en el mismo periodo de análisis (30 días). Se estimó a partir del consumo promedio diario calculado previamente (172,78 kWh/día en Tabla 3), dando un total de 5183,4 kWh en 30 días.

Resultados

El sistema fotovoltaico analizado, compuesto por 3 paneles solares policristalinos con potencia unitaria de 535 W, presentó una generación energética total de 48 kWh durante el periodo de medición de 30 días (ver Tabla 1). Esto equivale a una productividad media de 1,6 kWh/día.

Durante el periodo de análisis del 15 de noviembre al 15 de diciembre de 2023, el sistema fotovoltaico del Bloque B de la UTC mostró una generación total de energía de 0,1 MWh. La producción diaria fluctuó considerablemente, alcanzando un máximo de 2,8 kWh y un mínimo de 0,5 kWh, como se refleja en la Figura 2. Estas variaciones se correlacionan directamente con las condiciones meteorológicas observadas.

Comparando estos resultados de generación fotovoltaica con el consumo promedio del Bloque B de la UTC (172,78 kWh/día según Tabla 3), se obtiene que la fracción de relación solar entre la energía solar producida y la demanda total fue de apenas el 0,93% para el periodo analizado.

Es decir, la generación fotovoltaica de 48 kWh en el mes analizado representó solo el 0,93% del consumo total estimado de 5183,4 kWh del Bloque B de la UTC en el mismo periodo de 30 días. Por tanto, el actual sistema fotovoltaico de 1,605 kWp instalado en el Bloque B de la UTC satisface una fracción muy pequeña de la demanda total del edificio.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el sistema fotovoltaico de 1,605 kW instalado en el Bloque B de la UTC generó sólo 48 kWh durante el mes analizado, cubriendo una fracción de 0,93% de la demanda total del edificio.

Esta baja contribución energética se explica principalmente por la reducida capacidad instalada, que resulta insuficiente para suplir requerimientos sustanciales en un inmueble de gran tamaño como el Bloque B. Así, a pesar del alto potencial solar de la zona, se requerirían expansiones significantes del sistema fotovoltaico para lograr un impacto relevante.

Por ejemplo, en su estudio sobre una instalación de 5 kWp en Jordania, [15] midieron una generación mensual promedio de 527,17 kWh, notablemente superior a los 48 kWh mensuales hallados aquí. Del mismo modo, [20] alcanzaron entre 1,3 y 1,4 MWh mensuales con un arreglo de 10,6 kWp en Sudáfrica.

La limitada área de captación solar disponible en el techo del Bloque B imposibilita dimensionamientos más ambiciosos. Sin embargo, el esquema de medición neta vigente en

Ecuador facilita la integración de generación fotovoltaica distribuida. Por ello, alternativas como instalar más paneles solares en el techo o en terrenos aledaños podrían ser viable.

Conclusiones

El presente trabajo evaluó experimentalmente el desempeño del sistema fotovoltaico de 1,6 kW instalado en el techo del Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, durante un periodo de medición de 30 días.

Los resultados indican que este sistema solar genera actualmente sólo 48 kWh al mes, equivalente a una productividad media diaria de 1,6 kWh. Se evidencian fluctuaciones significativas en la producción diaria, fluctuando entre 0,5 y 2,8 kWh, directamente relacionadas con las condiciones meteorológicas.

Comparando estas mediciones con el consumo promedio histórico del Bloque B de 172,78 kWh/día, se concluye que el aporte de energía solar fotovoltaica cubre una fracción de apenas el 0,93% de la demanda total del edificio.

Por ello, la capacidad instalada actual de 1,605 kW resulta aún muy pequeña frente a los requerimientos de un inmueble de gran tamaño como este. Su impacto en el suministro de energía eléctrica a las cargas de la red eléctrica es marginal, satisfaciendo solo una porción mínima de la electricidad habitualmente consumida.

La reducida capacidad fotovoltaica instalada resulta insuficiente ante una demanda total del Bloque B del orden de los 5000 kWh mensuales. Expansiones significativas del sistema serían necesarias para conseguir impactos relevantes sobre el perfil de consumo del inmueble.

Se requeriría por lo menos quintuplicar la potencia del sistema, mediante expansiones en el techo o en terrenos aledaños, para que la generación fotovoltaica conseguiría aportes energéticos relevantes en el contexto de la UTC.

Así, este trabajo sirve como punto de partida para futuras investigaciones enfocadas en evaluar alternativas técnica y económicamente viables para aumentar la integración de recursos renovables distribuidos en la Universidad.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Referencias

- IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2022,” /publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022, pp. 20–22, 2022.
- A. ; Olhoff and J. M. Christensen, Emissions Gap Report 2020, vol. 26. UNEP DTU Partnership, 2020. Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: <https://orbit.dtu.dk/en/publications/emissions-gap-report-2020>
- A. N. Akpolat, E. Dursun, A. E. Kuzucuoğlu, Y. Yang, F. Blaabjerg, and A. F. Baba, “Performance Analysis of a Grid-Connected Rooftop Solar Photovoltaic System,” *Electronics* 2019, Vol. 8, Page 905, vol. 8, no. 8, p. 905, Aug. 2019, doi: 10.3390/ELECTRONICS8080905.
- P. Potes and X. Proaño, “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red en el Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi,” *Revista Técnica “energía,”* vol. 16, no. 2, pp. 148–157, Jan. 2020, doi: 10.37116/REVISTAENERGIA.V16.N2.2020.362.Q. Hassan, “Evaluation and optimization of off-grid and on-grid photovoltaic power system for typical household electrification,” *Renew Energy*, vol. 164, pp. 375–390, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.RENENE.2020.09.008. “Vista de ‘Generación Solar Fotovoltaica, en la Provincia de Morona Santiago, como un Mecanismo de Desarrollo Limpio.’” Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/211/202>
- “4.1 Introducción”.
- “Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables República del Ecuador EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES”, Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: www.controlrecursosyenergia.gob.ec
- O. M. Ali and O. R. Alomar, “Technical and economic feasibility analysis of a PV grid-connected system installed on a university campus in Iraq,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 6, pp. 15145–15157, Feb. 2023, doi: 10.1007/S11356-022-23199-Y/METRICS.
- A. C. Duman and Ö. Güler, “Economic analysis of grid-connected residential rooftop PV systems in Turkey,” *Renew Energy*, vol. 148, pp. 697–711, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.RENENE.2019.10.157.

- O. Ayadi, R. Al-Assad, and J. Al Asfar, “Techno-economic assessment of a grid connected photovoltaic system for the University of Jordan,” *Sustain Cities Soc*, vol. 39, pp. 93–98, May 2018, doi: 10.1016/J.SCS.2018.02.011.
- R. Vieira, M. I. Guerra, and S. Bandeira, “Analysis of the Power Quality of a Grid-Connected Photovoltaic System,” *IEEE Latin America Transactions*, vol. 18, no. 4, pp. 714–721, Apr. 2020, doi: 10.1109/TLA.2020.9082214.
- N. Ahmed et al., “Techno-economic potential assessment of mega scale grid-connected PV power plant in five climate zones of Pakistan,” *Energy Convers Manag*, vol. 237, p. 114097, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ENCONMAN.2021.114097.
- A. T. Hioki, V. R. G. R. da Silva, J. A. V. Junior, and E. de Freitas Rocha Loures, “Performance Analysis of Small Grid Connected Photovoltaic Systems,” *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 62, no. specialissue, p. e19190018, Nov. 2019, doi: 10.1590/1678-4324-SMART-2019190018.
- O. Ayadi, R. Al-Assad, and J. Al Asfar, “Techno-economic assessment of a grid connected photovoltaic system for the University of Jordan,” *Sustain Cities Soc*, vol. 39, pp. 93–98, May 2018, doi: 10.1016/J.SCS.2018.02.011.
- L. SOUZA, “Analysis of Satisfaction in the installation of Photovoltaic Solar Panels in Brazil through Fuzzy Cognitive Maps,” *Anais do 14o Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Jan. 2019, Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: https://www.academia.edu/104208979/Analysis_of_Satisfaction_in_the_installation_of_Photovoltaic_Solar_Panels_in_Brazil_through_Fuzzy_Cognitive_Maps
- J. Roulot and R. Raineri, “The impacts of photovoltaic electricity self-consumption on value transfers between private and public stakeholders in France,” *Energy Policy*, vol. 122, pp. 459–473, Nov. 2018, doi: 10.1016/J.ENPOL.2018.07.035.
- A. Alnoosani¹, M. Oreijah², M. Alhazmi³, Y. Samkari⁴, and H. Faqeha⁵, “Design of 100MW Solar PV on-Grid Connected Power Plant Using (PVsyst) in Umm Al-Qura University,” *International Journal of Science and Research*, 2018, doi: 10.21275/30101901.
- M. Reyasudin, B. Khan, J. Pasupuleti, M. Tahmasebi, M. Reyasudin Basir Khan, and J. Al-Fattah, “Optimal Grid-Connected PV System for a Campus Microgrid,” *Article in Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 12, no. 3, pp. 899–906, 2018, doi: 10.11591/ijeecs.v12.i3.pp899-906.

- E. Nurdiana, I. Subiyanto, A. Indarto, Riza, G. Wibisono, and C. Hudaya, “Performance analysis and evaluation of a 10.6 kWp grid-connected photovoltaic system in Serpong,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 909, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/909/1/012019.
- A. Banibaqash, Z. Hunaiti, and M. Abbod, “An Analytical Feasibility Study for Solar Panel Installation in Qatar Based on Generated to Consumed Electrical Energy Indicator,” *Energies* 2022, Vol. 15, Page 9270, vol. 15, no. 24, p. 9270, Dec. 2022, doi: 10.3390/EN15249270.
- I. Pérez, Á. Acosta, R. Pozo, D. Castro, J. C. Ramírez, and A. C. (Tutor) Rivadeneira Pérez, “Estudio comparativo solar de una comunidad en Quito. Valoración de la aportación solar en el mix energético,” 2022, Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5387>
- L. Agustin Cuenca Alava, G. Antonio Loor Castillo, J. Cesar Mera Macias, J. Cesar Guaman Segarra, and L. Alfredo Valarezo Molina, “International Journal of Physical Sciences and Engineering Energy Analysis for Designing Photovoltaic Power Plant in Building of the Faculty of Mathematics,” vol. 2, no. 3, pp. 2550–6951, 2018, doi: 10.29332/ijpse.v2n3.192.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).