

DISEÑO, CÁLCULO E INSTALACIÓN DE EQUIPO FOTOVOLTAICO DE 20 KW PARA LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TECAMACHALCO

Manuel Pérez Villegas

Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla

David Martínez Márquez

Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla

José Donato Rodríguez Zepeda

Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla

José Sebastián Sánchez Bañuelos

Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El objetivo de este proyecto es aprovechar la energía solar para la producción de energía eléctrica limpia mediante paneles fotovoltaicos para disminuir el consumo de electricidad de CFE en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, esto es basados en las bondades que nuestra región geográfica ofrece. Este Proyecto fue desarrollado para un aprovechamiento de las energías renovables disponibles en la zona y como consecuencia adicional, generar un ahorro por la disminución de consumo eléctrico de la Universidad. El costo económico de la energía eléctrica es cada vez más alto y esto se ve reflejado directamente en la factura eléctrica de la Universidad. Este aumento es catapultado por el alza de los energéticos como lo son la gasolina, el diésel y el gas, insumos necesarios para la producción de energía eléctrica. Para este proyecto se realizaron los cálculos correspondientes de acuerdo al consumo actual de la universidad y se diseñó el sistema fotovoltaico necesario para generar 20 kw en un sistema de interconexión a la red CFE, también se realizó la instalación del sistema y la puesta en marcha.

Palabras clave: Renovable, Fotovoltaico, Energía solar, Kw, Interconexión.

INTRODUCCIÓN

Actualmente es necesaria la implementación de energías renovables para disminuir los costos de operación en prácticamente cualquier institución o industria, pública o privada. Además, el incremento del interés de la sociedad por la ecología y la posibilidad de que la realización de este proyecto lo lleven a cabo alumnos de las carreras de Mantenimiento área Industrial, Mecatrónica e Ingeniería Industrial, en colaboración con alguna empresa especializada, hacen que este proyecto sea viable y rentable a mediano plazo.

Este proyecto permitirá cuidar el medio

ambiente, porque la energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable. Al instalar los paneles fotovoltaicos estaremos ayudando directamente a la reducción de gases perjudiciales y nocivos para las personas y el medio ambiente, además de la reducción del calentamiento global. La energía solar es, a cada día que pasa, más eficiente, de mayor calidad, y sobre todo totalmente limpia. Cada KWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente un kilogramo de CO₂, además ninguno de los equipos que componen la instalación generan productos tóxicos y los equipos son reciclables.

Desde el punto de vista económico, las instalaciones fotovoltaicas de este tipo son una inversión de gran fiabilidad económica a mediano plazo. Como ya disponemos de corriente eléctrica en nuestra instalación, el sistema fotovoltaico conectado a la Red de CFE es el más recomendable principalmente por las siguientes razones:

- La primera es que aprovechará toda la radiación solar captada por los paneles fotovoltaicos, ya que la acumulación de la energía eléctrica producida se produce dentro de la red eléctrica, que se puede considerar como una batería infinita. Es decir, toda la radiación solar se convertirá en energía eléctrica, y se contabilizara mediante un medidor bidireccional trifásico VCA para interconexión de entrada a la red, que sería paralelo al contador que ya tiene instalado.

- La segunda razón es de carácter económico, porque una instalación interconectada es mucho más sencilla que una que necesite un grupo de baterías (instalación aislada o autónoma), y por lo tanto es más económica. Toda la electricidad que se produzca en los paneles fotovoltaicos, y que no sea utilizada dentro de las instalaciones de la

Universidad, se contabilizará con el medidor bidireccional de entrada a la red eléctrica y será abonada por CFE, reflejándose esto en una disminución de aproximadamente 20% de la factura actual de electricidad.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Con el sistema de conexión a la red de CFE, la Universidad como usuario no percibirá ningún cambio en el servicio eléctrico

recibido, manteniendo las mismas ventajas (seguridad en el suministro), y sabiendo que está evitando la producción de cierta cantidad de energía eléctrica en las centrales convencionales.

En la actualidad el consumo de energía eléctrica en la Universidad es de alrededor de 70,000 - 80,000 pesos en promedio cada mes, particularmente los meses de invierno la factura se incrementa hasta 110,00 - 130,000.

FeAlta	Deposito	Tar	TAX	TAG	H	Giro	TFSB	%Dap	*-CargaInst	*-DenContr
199201	42,044.00	78	00	0	M111			0.00	427.400	427.400

BaMn	Tld	Ann	DR	ConsumoRuh	ImporteTotalF	SituacionFa	FecOpe	ClaveDeOperacion
1801	019			29,890	57,043.00	Pagado	180221	Cobros En Ventan
1802	015			31,810	65,773.00	Pagado	180316	Cobros En Ventan
1803	011			28,945	64,911.00	Pagado	180413	Cobros En Ventan
1804	018			26,215	60,956.00	Pagado	180517	Banconcer Ventan
1805	014			31,955	74,776.00	Pagado	180611	Cobros En Ventan
1806	011			31,500	80,381.00	Pagado	180711	Cobros En Ventan
1807	017			25,515	73,309.00	Pagado	180810	Cobros En Ventan
1808	013			30,668	94,292.00	Pagado	180912	Cobros En Ventan
1809	010			34,335	119,887.00	Pagado	181009	Cobros En Ventan

Figura 1. Facturación de CFE, enero a septiembre 2018.

FeAlta	Deposito	Tar	TAX	TAG	H	Giro	TFSB	%Dap	*-CargaInst	*-DenContr
199201	42,044.00	78	00	0	M111			0.00	427.000	427.000

BaMn	Tld	Ann	DR	ConsumoRuh	ImporteTotalF	SituacionFa	FecOpe	ClaveDeOperacion
1811	018			38,640	130,570.00	Pagado	181112	Cobros En Ventan
1811	014			33,950	128,852.00	Pagado	181210	Cobros En Ventan
1812	011			24,710	75,701.00	Pagado	190108	Cobros En Ventan

Figura 2. Facturación de CFE, noviembre a diciembre 2018.

Este proyecto integral forma parte de una Universidad sustentable, involucrando a los alumnos de varias carreras, fortaleciendo su formación integral, contribuyendo al uso adecuado de la energía solar renovable y la protección del medio ambiente.

De acuerdo a los datos obtenidos de varios recibos de consumo de electricidad que nos fueron proporcionado y promediando los consumos mensuales a lo largo del año y de acuerdo al presupuesto disponible generamos un esquema de Inversión.

En este escenario de inversión y de acuerdo a los cálculos realizados diseñamos un sistema con 80 paneles fotovoltaicos de 250 W cada uno y 4 inversores de 5 KW C/U de Interconexión a la red de CFE, así como los accesorios necesarios para la estructura instalación y buen funcionamiento del proyecto. En este caso el ahorro o disminución del costo de consumo de energía de CFE corresponde a una reducción del 15 al 25% del costo actual promedio pagado. Utilizando los datos del consumo de electricidad se diseñó un equipo basado en una partida presupuestal probable para utilizar en este proyecto, la producción

estimada será de entre 100 y 120 KW diarios.

- 80 Páneles fotovoltaicos de 250 W C/U
- 4 Inversores de Interconexión a red CFE de 5 KW C/U
- Estructuras de Montaje de acero para los páneles
- Instalación Eléctrica

Este Diseño se puede apreciar en la Tabla 1. Esta inversión de 80 paneles fotovoltaicos de 250 wattss cada uno, pueden producir 100 KWh diarios, lo que corresponde aproximadamente al 20% de la demanda total diaria que consume la universidad.

El costo por cada KWh facturado por la Universidad es de \$4.5 pesos, por lo que la producción de 100 KW diarios generados por el equipo fotovoltaico generará un ahorro de \$450 diarios en la facturación, o de \$13,500.00 mensuales y \$162,000.00 anuales. Por lo tanto, la inversión de \$880,200.00 se amortizará en un periodo de 5.4 años.

Por otro lado, el recibo de consumo de CFE que paga la universidad se podrá reducir de la siguiente manera (Tabla 2)

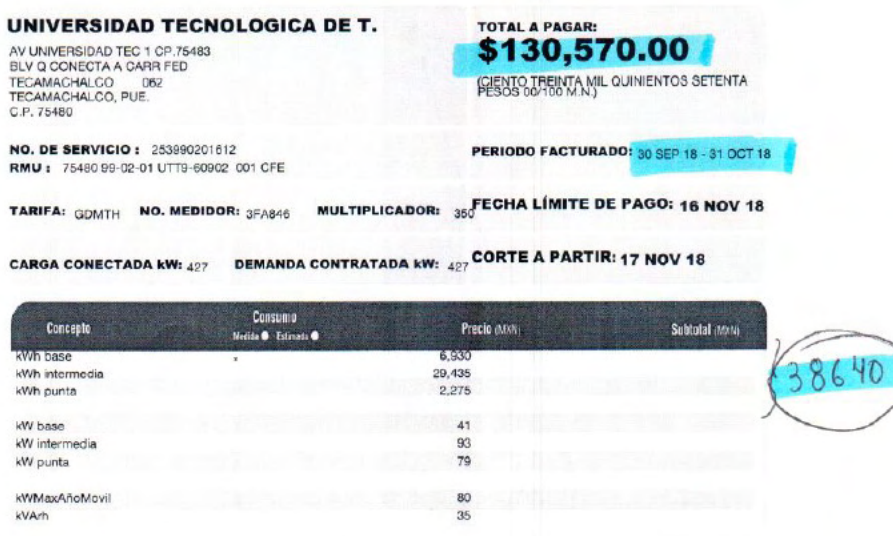


Figura 3. Factura de CFE considerada, noviembre 2018.

	Propuesta para lograr un ahorro de energía de ;			100.00	Kwatts/día	
	Equipo Interconexión a RED CFE					
	Diseño. Ahorro estimado 15 al 25% del consumo actual.					
	Equipo para suministrar	19.80	KW hora	99.0	KW dia	
	Potencia del panel solar fotovoltaico :		250	W		
	Horas de insolación efectiva diarias :		5	Hrs/día		
	Equipo necesario para cubrir el consumo anterior:			79	Módulos fotovoltaicos	
	Inversor interconexión central		20	KW		
	Dividiendo en bloques de :	1	El inversor puede ser de :		20	KW
					USD	USD
					\$	\$
Cantidad	Equipo				Precio Unit.	Subtotal
80	Modulos Fotovoltaico de 250 W 31 VCD				\$ 340.00	\$ 27,200.00
1	Medidor bidireccional trifásico VCA para interconexión				\$ -	\$ -
4	Inversor de corriente interconexión CFE 5 KW				\$ 2,500.00	\$ 10,000.00
80	Estructura soporte de acero para panel Solar				\$ 90.00	\$ 7,200.00
1	Materiales de instalación. (No incluye mano de obra)				\$ 4,500.00	\$ 4,500.00
					Total	\$ 48,900.00
						USD
	Cotización	\$ 18.00	Pesos por dólar			
	Precio en moneda nacional :		\$ 880,200.00			
	Instalación del equipo fotovoltaico					
	Incluye: cables, conduit , abrazaderas, pijas, taquetes, empalmes, terminales, centros de carga, protecciones para el circuito de corriente directa y alterna, traslados, fletes, montaje e instalación.					

Tabla 1. Cálculo y diseño del sistema fotovoltaico.

Pago Actual promedio	\$ 114,750.00	Mensual
Ahorro generado x 80 paneles Fotovoltaicos de 250 W	\$ 13,365.00	Mensual
Reducción de pago reflejado en la Facturación posterior	\$ 101,385.00	Mensual
Pago Actual promedio	\$ 1,377,000.00	Anual
Ahorro generado x 70 paneles Fotovoltaicos de 300 W	\$ 160,380.00	Anual
Reducción de pago reflejado en la Facturación posterior	\$ 1,216,620.00	Anual

Tabla 2. Proyección de la reducción en la facturación de CFE.

Dado que el consumo de Electricidad de la universidad se ha mantenido más o menos estable en los últimos años. El proyecto Integral Completo se Calcula en un Total de 450 a 500 paneles solares fotovoltaicos si se quisiera reducir el consumo en un 85 al 90 % del actual. Por lo que esta primera etapa de 80 paneles fotovoltaicos consideramos que sea la base de proyectos futuros de ampliación con base en presupuesto disponible y la gestión correspondiente.

Este proyecto contó con la participación de alumnos de los programas educativos de Mantenimiento Industrial y Mecatrónica durante las etapas de instalación, pruebas de arranque y rendimiento. Aparte de servir de entrenamiento para los alumnos durante las etapas antes mencionadas, también servirá para en el futuro, realizar prácticas por alumnos y docentes capacitados en las materias relacionadas al tema en los programas educativos que lo ameriten.

A pesar de que el equipo fotovoltaico ya está conectado y operando al 100 %, falta la última etapa que es la gestión de registro del proyecto ante CFE. Esta etapa se puede llevar un tiempo indeterminado porque depende de cada administrador de las oficinas regionales, de los técnicos y de los supervisores. Lo típico es que se lleve entre 2 y 3 meses, sin embargo, han existido casos de demora de más de 6 meses. Una vez revisado, autorizado y con visto bueno se nos programará la instalación del medidor bidireccional para el control final del sistema por parte de CFE.

RESULTADOS

Este proyecto se encuentra totalmente instalado y funcionando adecuadamente. El periodo de amortización calculado para este proyecto depende de varios factores, entre ellos las nuevas adecuaciones de tarifas y costos de KW por la CFE, de acuerdo a la demanda y al horario de consumo del cliente. Sin

embargo, haciendo una proyección de costos reales de operación se calcula que el periodo de recuperación económica de la Inversión se realizará de 4 a 5 años. El tiempo de vida útil de las celdas solares es normalmente de 20 años.

CONCLUSIONES

Concluimos por medio de este trabajo, que se debe hacer uso de las energías renovables, como lo es la energía solar, que es muy abundante en la mayoría de nuestro país y gratuita. De esta manera se pueden reducir los costos de la energía eléctrica, en beneficio del medio ambiente, de la Universidad y de todas las personas.



Figura 4. Instalación de los paneles fotovoltaicos.



Figura 5. Instalación del sistema de control de los paneles fotovoltaicos.



Figura 6. Alumnos y docentes participantes en la instalación de los paneles fotovoltaicos.

REFERENCIAS

Gilberto Enríquez. 2012. "El abc de las energías renovables en los sistemas eléctricos". Ed. Limusa, Primera edición. ISBN-10: 6070504542.

Miguel Angel Sanchez Maza. 2010. "Energía solar fotovoltaica". Editorial Limusa. ISBN-13: 9789681871987.

Enríquez Harper. "Instalaciones Y Sistemas Fotovoltaicos". Ed. Limusa. ISBN 9786070506734.

Andrés Felipe Serna Ruiz et al. 2016. "Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados". Lámpsakos No.16. pp. 61-74. julio-diciembre 2016. ISSN: 2145-4086. Medellín-Colombia

Gabriela Correa López. 2017. "Cambio climático, energía solar y disputas comerciales". Portes, Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico. Tercera época. Volumen 11. Número 21. Enero - Junio de 2017. pp. 7-26. ISSN 1870-6800

<https://www.gob.mx/firco/articulos/sistemas-fotovoltaicos-interconectados-a-la-red-electrica-de-cfe>

<https://www.enercen.com.mx/sistemas-fotovoltaicos-interconectados-a-la-red/>

<https://www.tmsmx.com/informacion/sistema-fotovoltaico/interconectado>

<http://www.cre.gob.mx/documento/1528.pdf>