

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LICEOS DE EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICO PROFESIONAL

SERIE 1. ORIENTACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA FOTOVOLTAICO



TOMO II. GUÍA DE APOYO PARA DOCENTES: PROGRAMA EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LICEOS EMTP



Ministerio de Energía de Chile

División de Energías Sostenibles

Av. Libertador Bernardo O´Higgins N° 1449

Edificio Santiago Downtown II, piso 13, Santiago, Chile

e-mail: contactoweb@minenergia.cl

www.energia.gob.cl

Material elaborado por el Ministerio de Energía con
la colaboración de la Corporación de Desarrollo
Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción

APOYADO POR

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CHILE

Secretaría Ejecutiva de Educación Media Técnico-
Profesional
Unidad de Currículum y Evaluación Técnico-Profesional
Av. Bernardo O´Higgins N° 1371
Santiago, Chile
www.mineduc.cl

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE

Unidad de Energías Renovables y Electromovilidad
Av. Libertador Bernardo O´Higgins N° 1465
Edificio Santiago Downtown I, piso 13
Santiago, Chile
www.sec.cl

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GMBH

Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética
en Chile
Marchant Pereira N° 150, piso 12 oficina 1203
Santiago, Chile
www.giz.de

COMITÉ TÉCNICO

MINISTERIO ENERGÍA

Sebastián Arroyo Klein
María Soledad Barrios Aguiló
Danilo Jara Aguilera
Daniel Menares Schaub
Iván Villagra Bravo

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Hernán Ahumada Hernández
Virginia Astorga Zanzi
Felicia Lucero Díaz
Pamela Márquez Pauchard
Manuel Morales Pezoa

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE

Julio Clavijo Cuadra
Javier Hernández Venegas
Francisco Rodríguez Álvarez

CORPORACIÓN DESARROLLO TECNOLÓGICO

Boris Manzano Contreras
Paola Yáñez Quiroga

DISEÑO

Paola Femenías Ravanal

ISBN

© 2019. Inscripción N° del Registro de
Propiedad Intelectual

FORMANDO TÉCNICOS PARA UNA ENERGÍA MÁS CIUDADANA

Se observa un crecimiento acelerado en las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo en nuestro territorio. En diciembre de 2018 alcanzamos 4.400 instalaciones, equivalente a 24,4 MW, 84% de las cuales son para uso residencial. Sin embargo, el mercado fotovoltaico nacional para pequeños proyectos aún está en desarrollo, y si bien hay empresas especializadas, la industria señala que aún faltan técnicos electricistas con competencias, conocimientos y experiencia en materias de instalación, operación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos y sus aspectos regulatorios.

En respuesta a los cambios normativos y tecnológicos, el Programa de capacitación en energía solar fotovoltaica para liceos de educación media técnico profesional con especialidad de electricidad busca aumentar el número de técnicos electricistas nivel medio especializados en la implementación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos instalados bajo el esquema de la Ley de Generación Distribuida, conocido también como sistema de Net-billing.

El Programa ha desarrollado una propuesta de fortalecimiento del currículum, incorporando la temática fotovoltaica en el Programa de estudio de la especialidad de electricidad, la capacitación para docentes de cada liceo en materias relativas a la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos y sus aspectos regulatorios, la que fue inscrita en el CPEIP, así como la implementación de un laboratorio fotovoltaico, y material docente y didáctico para el trabajo de aprendizaje en aula.

Este programa, impulsado y financiado por el Ministerio de Energía, cuenta con el apoyo técnico de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y del Ministerio de Educación, está en línea al trabajo que se ha desarrollado en conjunto para incorporar la temática energética en el currículum escolar, y es un verdadero ejemplo de innovación para el fortalecimiento de la educación media técnico profesional.

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) mantiene un registro oficial de instaladores eléctricos, dada la importancia para la ciudadanía de contar con personal técnico calificado que pueda responder respecto de la calidad y seguridad del trabajo realizado, evitando los peligros para las personas y sus cosas. A través de esta iniciativa los liceos recibirán orientaciones para que tramiten ante la SEC, la aprobación de sus Planes y Programas de Estudios de la especialidad con el fin que sus titulados de técnico de nivel medio en electricidad, puedan obtener la Licencia de Instalador Eléctrico clase D.

El Ministerio de Educación, por su parte, ha avanzado en la actualización de la formación de los estudiantes de los establecimientos técnico-profesionales de todo Chile, a través de nuevos planes, programas de estudio y Bases Curriculares, disponibles desde el 2016. Ello ha permitido alinear y responder a los requerimientos más recientes del desarrollo productivo y social.

A través de esta iniciativa, se busca fortalecer la vinculación con el entorno productivo, y social, como con la transición a la educación superior y el mundo del trabajo, fomentando el desarrollo de alianzas público-privada para mejorar la empleabilidad efectiva de los jóvenes egresados de los liceos técnicos con especialidad de electricidad.

Se invita a que los establecimientos educacionales que implementen este programa se conecten entre sí, generen redes de cooperación y compartan sus mejores prácticas. El sector energía es un sector económico estratégico y sus empleos demandan mayor especialización técnica y formación académica. Se espera que a través de este programa los estudiantes se especialicen en nuevas tecnologías y su normativa nacional y así se preparen de mejor manera para el mundo del trabajo.

ÍNDICE

	Introducción	12
	¿Cómo usar el compendio?	14
	Presentación y generalidades	17
	Estructura y referencia gráfica de la guía de apoyo	20
1.	CAPÍTULO 1. MÓDULO N°2: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	25
1.1.	Contexto y normativa nacional	29
1.2.	Características del recurso solar y efecto fotovoltaico	32
1.2.1.	Características del recurso solar	32
1.2.2.	Irradiancia y radiación	32
1.2.3.	Efecto fotovoltaico	36
1.2.4.	Tipos de celdas solares	39
1.2.5.	Propiedades eléctricas de las celdas solares	39
1.2.6.	Curva característica de tensión –corriente de una célula fotovoltaica y sus puntos esenciales	40
1.3.	Efecto térmico	44
1.3.1.	Definición efecto térmico	44
1.3.2.	¿Cómo afecta la temperatura a la eficiencia de una celda fotovoltaica?	46
1.4.	Módulos fotovoltaicos	50
1.4.1.	Unión de celdas	50
1.4.2.	Arreglo fotovoltaico	55
1.5.	Efectos de las sombras e inclinación de los módulos fotovoltaicos	55
1.5.1.	Efectos del sombreado de celdas	55
1.5.2.	Orientación e Inclinación de los módulos fotovoltaicos	60

1.6.	Componentes de los sistemas fotovoltaicos	64
1.6.1.	Inversores	64
1.6.2.	Inversores para sistemas independientes de la red (Off Grid)	64
1.6.3.	Inversores para conexión a red (On Grid)	64
1.6.4.	Baterías	65
1.6.5.	Controladores de carga	66
1.6.6.	Fusibles, diodos de by-pass y diodos de bloqueo	67
1.6.7.	Protecciones Corriente Continua (CC) y Corriente Alterna (CA)	72
1.7.	Cableado y conexión de los sistemas fotovoltaicos	72
1.7.1.	Sistemas fotovoltaicos aislados (Off Grid)	72
1.7.2.	Factores importantes al utilizar un sistema fotovoltaico aislado	72
1.7.3.	Sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica domiciliaria (On Grid)	86
2.	CAPÍTULO 2. MÓDULO N°3: ELABORACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS	93
2.1.	Plano eléctrico fotovoltaico	95
2.1.1.	Interpretación de los planos y esquema de una instalación fotovoltaica	99
2.1.2.	Ejemplos de planimetría para un sistema fotovoltaico residencial	99
2.1.3.	Cubicación de materiales	99
2.2.	Plano estructura de montaje y anclaje	101
2.2.1.	Características de la estructura de montajes	101
2.2.2.	Tipos de estructura de soporte	103
3.	CAPÍTULO 3. MÓDULO N°4: MANTENIMIENTO DE MAQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS	106
3.1.	Mantenimiento para los sistemas fotovoltaicos	111
3.1.1.	Evaluación del sistema fotovoltaico	111
3.1.2.	Aspectos de seguridad	111
3.2.	Acción preventiva y correctiva	113
3.2.1.	Paneles	113
3.2.2.	Inversores	113
3.2.3.	Reguladores de Carga	113
3.2.4.	Baterías	114
4.	CAPÍTULO 4. MÓDULO N°5: INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	121
4.1.	Propuesta de planificación de proyecto de instalación On Grid sobre techo	121
5.	CAPÍTULO 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
6.	CAPÍTULO 6. GLOSARIO	127
7.	CAPÍTULO 7. ANEXOS	130

7.1.	Anexo 1. Maletín de fundamento fotovoltaico - Componentes	130
7.2.	Anexo 2. Banco de entrenamiento - Componentes	132
7.3.	Anexo 3. Formato de diseño de actividades sugeridas por MINEDUC	139
7.3.1.	Formato actividad de aprendizaje	139
7.3.2.	Formato pauta de evaluación de presentaciones orales	140
7.3.3.	Formato de rúbrica para evaluar montaje	141
7.4.	Anexo 4 . Ejemplos de actividad de aprendizaje. Uno por módulo	142
7.5.	Anexo 5. Dossier de Planificaciones realizadas por docentes y equipo asesor	148
7.5.1.	Planificación de experiencias teóricas	149
7.5.2.	Actividades con Maletín de fundamento	165
7.5.3.	Actividades con Banco de entrenamiento	180

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Sugerencia de utilización del Compendio	16
Ilustración 2.	Iconos que identifican el tipo de actividad	21
Ilustración 3.	Iconos según elementos del laboratorio didáctico fotovoltaico	21
Ilustración 4.	Icono para recursos de apoyo complementario	22
Ilustración 5.	Ejemplo de un sistema domiciliario fotovoltaico, instalado bajo la Ley de Generación Distribuida N°20.571	30
Ilustración 6.	Esquema de conexiones	35
Ilustración 7.	Célula solar	37
Ilustración 8.	Celda de tecnología de capa fina	39
Ilustración 9.	Composición química de una celda fotovoltaica	39
Ilustración 10.	Esquema de estructura y conexiones	42
Ilustración 11.	Tazas de distintas materialidades	45
Ilustración 12.	Esquema de conexión en serie de células solares/sombreado	53
Ilustración 13.	Esquema de estructura y conexiones	58
Ilustración 14.	Ángulo de incidencia de la luz en la célula solar	61
Ilustración 15.	Esquema de estructura y conexiones efecto orientación	62
Ilustración 16.	Esquema de estructura y conexiones diodos	69
Ilustración 17.	Esquemas de conexiones string y paralelo	75
Ilustración 18.	Esquemas de conexiones con protección CC	76
Ilustración 19.	Esquemas de conexiones al controlador de carga	77
Ilustración 20.	Esquemas de conexiones de las baterías	77
Ilustración 21.	Esquemas de conexiones generador	81
Ilustración 22.	Esquemas de conexiones protecciones CC	82
Ilustración 23.	Esquemas de conexiones controlador de carga	83
Ilustración 24.	Esquemas de conexiones de baterías	83
Ilustración 25.	Esquemas de conexiones baterías sistema Off Grid	84
Ilustración 26.	Esquemas de conexiones CA - Inversor	85
Ilustración 27.	Esquemas de conexiones Microinversor - Sistema On Grid	90
Ilustración 28.	Esquemas de conexiones Microinversor CA	90
Ilustración 29.	Esquemas de conexiones cargas CA a protecciones CA	91
Ilustración 30.	Esquemas de conexiones microinversor a la red	91
Ilustración 31.	Esquemas de conexiones sistema On Grid y microinversor	92
Ilustración 32.	Diferencia de follaje entre coníferas y latifoliadas	96
Ilustración 33.	Sistema solar tracker	105

Ilustración 34.	Comportamiento en las Plantas.....	109
Ilustración 35.	Comportamiento en la Celda fotovoltaica.....	109
Ilustración 36.	Apoyo Docente.....	114
Ilustración 37.	Aprende con Energía.....	114
Ilustración 38.	Recursos pedagógicos para el docente.....	114

INDICE DE ACTIVIDADES

Actividad 1.	Árbol y Panel fotovoltaico, similitudes y diferencias.....	28
Actividad 2.	Ventajas y desventajas del uso de paneles solares.....	32
Actividad 3.	Reflexión: La Luz y la irradiancia.....	34
Actividad 4.	La irradiancia.....	35
Actividad 5.	Los fotones y el efecto fotovoltaico.....	37
Actividad 6.	Comparación de las eficiencias (rendimiento) de las celdas fotovoltaicas monocristalinas, policristalinas y capa fina.....	40
Actividad 7.	Análisis de la tensión de circuito abierto y corriente de corto circuito de una celda fotovoltaica a distintas intensidades de radiación.....	42
Actividad 8.	Reflexión: Transmisión de calor y su aplicación en la vida diaria.....	45
Actividad 9.	Efecto térmico sobre una celda fotovoltaica.....	47
Actividad 10.	Analizar el efecto de la temperatura sobre las celdas solares.....	49
Actividad 11.	Armar módulos mediante la conexión de celdas solares y determinar el área requerida.....	50
Actividad 12.	Analizar el efecto de la conexión en serie y paralelo en el voltaje y la corriente de las celdas solares.....	53
Actividad 13.	Efecto de las sombras sobre las celdas solares.....	57
Actividad 14.	Efecto de las sombras sobre las celdas solares, ejercicio práctico.....	58
Actividad 15.	Analizar el efecto de la orientación y la inclinación sobre las celdas fotovoltaicas.....	61
Actividad 16.	Análisis del efecto de la orientación sobre las celdas fotovoltaicas a partir de las mediciones realizadas con el maletín de fundamento.....	62
Actividad 17.	Tipos de inversores y su uso.....	65

Actividad 18.	Tipos de conexionado en un banco de baterías.....	66
Actividad 19.	Cuidado del banco de baterías.....	67
Actividad 20.	Utilidad de los diodos de bypass.....	68
Actividad 21.	Efectividad de los diodos en paneles con celdas bajo sombra.....	69
Actividad 22.	Instalación Sistema Fotovoltaico Aislado con banco de baterías en sistema corriente continua.....	73
Actividad 23.	Funcionamiento de un sistema fotovoltaico aislado (Off Grid) sin inversor.....	74
Actividad 24.	Instalación fotovoltaica aislada (Off Grid) con banco de baterías en sistema de corriente alterna (con inversor).....	78
Actividad 25.	Efecto del regulador de carga en un sistema FV Off Grid con inversor.....	80
Actividad 26.	Instalación fotovoltaica conectada a la red (On Grid).....	87
Actividad 27.	Instalación fotovoltaica conectada a la red (On Grid).....	88
Actividad 28.	Comparación dos tipos de árboles y su relación con el aprovechamiento de la energía lumínica.....	96
Actividad 29.	Interpretación de plano eléctrico de un proyecto fotovoltaico On Grid y uno Off Grid, utilizando el programa CAD.....	100
Actividad 30.	Dibujo de un proyecto eléctrico fotovoltaico.....	101
Actividad 31.	Cubicación de una instalación fotovoltaica.....	102
Actividad 32.	Cubique y dibuje un proyecto, según el tipo de techo.....	103
Actividad 33.	Estructuras de montajes que incorporan seguimiento al trayecto del sol.....	105
Actividad 34.	Estructuras de montajes que incorporan seguimiento al trayecto del sol.....	110
Actividad 35.	Reflexión: importancia de la seguridad y la protección personal en el trabajo.....	112
Actividad 36.	Diseño de una pauta de cotejo de evaluación.....	113
Actividad 37.	Reflexión con estudiantes: Reciclaje de paneles fotovoltaicos.....	115
Actividad 38.	Limpieza y mantención de paneles fotovoltaicos.....	116
Actividad 39.	Detección de fallas en el sistema fotovoltaico.....	118
Actividad 40.	Limpieza de paneles y recambio de componentes dañados, realizando trabajo en altura.....	120
Actividad 41.	Proyecto de instalación de un sistema fotovoltaico On Grid, sobre techo inclinado.....	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo actividad de aprendizaje teórico, bajo formato MINEDUC.....	38
Tabla 2. Ejemplo actividad de aprendizaje teórico, bajo formato MINEDUC.....	98
Tabla 3. Formato MINEDUC, ficha de desarrollo de actividad de aprendizaje.....	139

INTRODUCCIÓN



El compendio del **“Programa de Capacitación en Energía Solar Fotovoltaica para Liceos de Educación Media Técnico Profesional”**, se fundamenta en un proceso de varias etapas desarrolladas durante el año 2018. Este responde a una iniciativa del Ministerio de Energía desarrollada con el apoyo técnico del Ministerio de Educación (MINEDUC) y de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). El programa de capacitación contó con el apoyo y financiamiento del **“Proyecto Promoción y Desarrollo Tecnológico Solar en Chile”** del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ejecutado por el Ministerio de Energía; así como, del **“Proyecto NAMA¹: Energías renovables para autoconsumo”**, implementada por el Ministerio de Energía y la GIZ, financiada por la NAMA Facility.

El objetivo del programa de capacitación, es incrementar el número de técnicos electricistas en Chile especializados en la implementación y mantención de sistemas solares fotovoltaicos instalados bajo el esquema de la Ley de generación distribuida, Ley de generación ciudadana o Ley de **“net - billing”**. Esta normativa otorga a los ciudadanos el derecho a generar su propia energía eléctrica para autoabastecerse y, además inyectar a la red de distribución los excedentes en horas en que la energía solar no sea consumida en el domicilio.

Como un primer esfuerzo y experiencia piloto, se implementó esta iniciativa en 20 liceos de dependencia municipal con la especialidad de electricidad, ubicados en regiones con alta radiación solar (Arica y Parinacota hasta Biobío).

Resultado de esta experiencia, se pone a disposición de los **Liceos de Enseñanza Media Técnica Profesional (LEMTP)** del país, el compendio conformado por distintas series y tomos, que permitirán a los Directores, Jefes de Unidad Técnica Profesional (UTP), Jefe de Especialidad y Docentes, fortalecer e implementar un programa de capacitación fotovoltaica en su establecimiento.

1 Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada. NAMA por sus siglas en inglés (Nationally Appropriate Mitigation Action).

El compendio está conformado por un total de diez tomos, que abordan un tema en sí mismo por lo que pueden ser consultados de manera independiente; sin embargo, se agrupan en cuatro series temáticas, según el ámbito de acción y actores relacionados al logro del objetivo.

Cada tomo contiene; por una parte, consideraciones generales que orienta a la toma de decisiones y por otra parte, presenta ejemplos desarrollados durante el programa piloto de manera que puedan servir de referencia base al momento de consultarlos.

Es importante recalcar que este compendio constituye una propuesta acotada, que buscan ser la base para que cada establecimiento pueda abrir un abanico de posibilidades de manera que permita incorporar el programa, de acuerdo a las características del entorno educativo de su establecimiento (nivel de vulnerabilidad, ubicación geográfica, infraestructura, etc.)

¿CÓMO USAR EL COMPENDIO?

El compendio está concebido para ser consultado de diversas maneras, abordando la temática solar fotovoltaica desde diferentes ámbitos que buscan fortalecer a los Liceos de Enseñanza Media Técnica Profesional con especialidad en electricidad. Los tomos pueden ser revisados de manera independiente. Sin embargo, los contenidos de las series se encuentran vinculados entre sí, según ámbito de acción y actores relacionados. Finalmente, el compendio en su totalidad, permite al lector aumentar su conocimiento sobre sistemas solares fotovoltaicos, estrategias de implementación y pasos a seguir para la toma de decisiones considerando una visión a corto, mediano y largo plazo.

A continuación, se presenta una pauta rápida de consulta de los tomos.

SERIE 1. ORIENTACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA FOTOVOLTAICO

TOMO I	FORTALECIMIENTO DEL PROGRAMA DE ESTUDIO ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD Y PLANIFICACIÓN DE AULA EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	TOMADOR DE DECISIONES CURRICULARES: JEFE DE UTP Y/O JEFE DE ESPECIALIDAD
TOMO II	GUÍA DE APOYO PARA DOCENTES: PROGRAMA EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LICEOS EMTP	JEFE ESPECIALIDAD DOCENTE
TOMO III	GUÍA DE APOYO PARA ESTUDIANTES: PROGRAMA EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LICEOS EMTP	ESTUDIANTE DOCENTE

SERIE 2. DEFINICIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA HABILITAR UN LABORATORIO FOTOVOLTAICO

TOMO IV	ELEMENTOS PARA HABILITAR UN LABORATORIO FOTOVOLTAICO	SOSTENEDOR DIRECTOR SLE DIRECTOR LICEO JEFE DE UTP JEFE DE ESPECIALIDAD DOCENTE
TOMO V	MALETÍN FUNDAMENTOS FOTOVOLTAICOS	
TOMO VI	BANCO DE ENTRENAMIENTO COMPONENTES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON GRID Y OFF GRID	
TOMO VII	TECHUMBRE PRÁCTICA PARA MONTAJE DE PANELES FOTOVOLTAICOS	

SERIE 3. PERFECCIONAMIENTO DOCENTE PARA EL PROGRAMA FOTOVOLTAICO

TOMO VIII	GUIA DE APOYO PARA EJECUTAR LA ACCIÓN FORMATIVA CPEIP "PERFECCIONAMIENTO DOCENTE EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ENSEÑANZA MEDIA TÉCNICO PROFESIONAL"	OTEC JEFE DE UTP JEFE DE ESPECIALIDAD DOCENTE
TOMO IX	MATERIAL DE APOYO DE LA ACCIÓN FORMATIVA CPEIP	

SERIE 4. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LICENCIA DE INSTALADOR ELÉCTRICO CLASE D DE LA SEC

TOMO X	GUIA DE APOYO PARA LA APROBACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DEL LICEO EMTP ANTE LA SEC	SOSTENEDOR DIRECTOR LICEO JEFE DE ESPECIALIDAD
INFOGRAFÍA	APROBACIÓN PROGRAMA ELECTRICIDAD ANTE LA SEC	GENERAL

ILUSTRACIÓN 1: SUGERENCIA DE UTILIZACIÓN DEL COMPENDIO

PRESENTACIÓN Y GENERALIDADES



La Guía de apoyo para docentes y Guía de apoyo para estudiante, responden al siguiente objetivo del programa de capacitación: “Desarrollar la estrategia metodológica de implementación del programa de capacitación que permita a los docentes incorporar **aprendizajes esperados, recursos educativos, actividades y el material didáctico asociado para la enseñanza práctica** de los sistemas solares fotovoltaicos (FV) propuestos por el programa, a fin de que los estudiantes adquieran conocimientos asociados a la instalación y mantenimiento de sistemas de energía solar fotovoltaicos.”

La metodología empleada para el desarrollo de ambas guías, consideró la revisión de:

- Programa de estudios de electricidad del Ministerio de Educación, para identificar los módulos que podrían ser fortalecidos con el contenido fotovoltaico de manera que incentiven la utilización del equipamiento didáctico propuesto para el laboratorio didáctico: Maletín de fundamento, Bancos de entrenamiento y Techo de montaje (Para mayor información sobre el equipamiento, lo invitamos a revisar la Serie 2. Definición del equipamiento para habilitar un laboratorio fotovoltaico).
- La propuesta de fortalecimiento del programa de estudio en la especialidad de electricidad y planificación de aula en energía solar fotovoltaica. La propuesta se basa en la incorporación de nuevos aprendizajes esperados enfocados en competencias relacionadas con la instalación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos, utilizando las horas de libre disposición idealmente (Para mayor información sobre los requerimientos, lo invitamos a revisar la Serie 1. Tomo I. Fortalecimiento del programa de estudio especialidad de electricidad y planificación de aula en energía solar fotovoltaica).
- Las competencias requeridas por el mercado el momento de contratar un instalador, identificados en una encuesta que se realizó a empresas dedicadas a este rubro. (Para mayor información sobre los requerimientos, lo invitamos a revisar la Serie 2. Tomo IV. Elementos para habilitar un laboratorio fotovoltaico).

- Consulta de recursos educativos, actividades y material didáctico asociado para la enseñanza media en general, considerando diferentes formatos. Finalmente, las guías proponen desarrollar estos recursos siguiendo la metodología y formatos entregados por el MINEDUC, a través del documento **“Orientaciones para la gestión e implementación del currículum de la educación media técnico –profesional”**.

En consecuencia, las guías buscan ser un material utilizado como apoyo en la planificación de aula, abordando los conceptos fundamentales, para lograr los aprendizajes esperados en los siguientes módulos del programa de Estudios de la Especialidad de electricidad del MINEDUC: Módulo 2 **“Instalaciones eléctricas domiciliarias”**, Módulo 3 **“Elaboración de proyectos eléctricos”** y el Módulo 4 **“Mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas eléctricos”**. (Para mayor información sobre los aprendizajes propuestos lo invitamos a revisar la Serie 1. Tomo I. Fortalecimiento del programa de estudio especialidad de electricidad y planificación de aula en energía solar fotovoltaica).

La "Guía de Apoyo para el docente: Programa en Energía Solar Fotovoltaica para liceos de educación media técnico profesional", presenta una serie de orientaciones de planificación de aula, recursos educativos y actividades de aprendizaje teórico práctico en aula, de manera de lograr las competencias y aprendizajes esperados, buscando que éstos vayan de la mano con el uso del equipamiento de laboratorios didácticos fotovoltaicos del programa (Maletín de fundamentos fotovoltaicos, Banco de entrenamiento componentes de sistemas fotovoltaicos On Grid y Off Grid y Techumbre práctica para montaje de paneles fotovoltaicos).

La "Guía de apoyo para estudiantes: Programa en Energía Solar Fotovoltaica para liceos de educación media técnico profesional", desarrolla sustentos teóricos que enmarcan los recursos educativos presentados en la guía de apoyo al docente. Estos módulos aplican el enfoque de competencias, integrando conceptos, procedimientos y desarrollo de habilidades de modo que permitan a los estudiantes lograr los aprendizajes relacionados a la instalación y mantención de sistemas solares fotovoltaicos.

Cada capítulo entrega información complementaria de referencia, refuerza conceptos claves y se presentan actividades de aprendizaje a desarrollar; estas últimas se despliegan en ambas guías referenciadas con el mismo nombre y planteadas de manera que estas sean desarrolladas por los estudiantes y orientadas por los docentes por lo cual la redacción está dirigida siempre al estudiante. Esto se realizó con un fin práctico: que el docente pueda consultar solo su guía al momento de realizar las actividades de aprendizaje.

Sin embargo, en la guía de apoyo para docentes, encontrará que cada actividad de aprendizaje va acompañada de un cuadro denominado **“Orientaciones al docente para realizar la actividad con los estudiantes”**, en el cual se realizan propuestas metodológicas y de evaluación, para llevar a cabo esa actividad. Además, se incorporan algunos instrumentos de evaluación que pueden servir de orientación para los docentes, considerando que cada uno de ellos se debe adaptar a las características del establecimiento y de su grupo de curso. Finalmente, a lo largo de la guía se incorporan algunos ejemplos de planificación de actividades desarrolladas, para que sirvan de referencia al docente en el momento que requiera desarrollar las demás actividades sugeridas.

El docente debería, por lo tanto, planificar y desarrollar todas sus actividades teniendo en cuenta las orientaciones de ambas guías, considerando que son complementarias entre sí. De esta manera se logrará desarrollar los contenidos pertinentes para lograr las habilidades necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje de los módulos y de la especialidad.

Finalmente, si el docente desea fortalecer sus competencias en el tema solar fotovoltaico puede consultar el material generado para el curso de capacitación presencial, que se realizó durante el año 2018 para docentes de la especialidad de electricidad. Este material podrá complementar la información de las guías, entregando orientaciones para llevar a cabo el fortalecimiento del programa en los liceos seleccionados, exponiendo y explicando cómo trabajar con las guías de apoyo para la planificación de actividades. (Para mayor información sobre el material de perfeccionamiento para docentes, lo invitamos a revisar la Serie 3. Tomo VIII. Guía de apoyo para ejecutar la acción formativa CPEIP).

ESTRUCTURA Y REFERENCIA GRÁFICA DE LA GUÍA DE APOYO

La elaboración del recurso educativo, se estructura en cuatro capítulos y cada uno de ellos responde al desarrollo del aprendizaje esperado incorporado, que aborda las competencias fotovoltaicas (FV). El docente encontrará en esta guía un marco de los conceptos fundamentales, normativas, orientaciones para la realización de las actividades y aspectos técnicos relacionados al tema Fotovoltaico, además de bibliografía que permitirá al docente profundizar los contenidos, acorde a sus necesidades, realidad del liceo y aula.



De esta manera las actividades de aprendizaje sugeridas se estructuran en los siguientes capítulos:

- **Capítulo 1.** Corresponde al módulo N°2. Instalaciones eléctricas domiciliarias
- **Capítulo 2.** Corresponde al módulo N°3. Elaboración de proyectos eléctricos
- **Capítulo 3.** Corresponde al módulo N°4. Mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas eléctricos.
- **Capítulo 4.** Corresponde al módulo N° 7. Instalación de equipos electrónicos de potencia.

El capítulo 1, tiene como meta principal fortalecer los aprendizajes genéricos del perfil de egreso; además, de los objetivos de aprendizaje de la especialidad; mientras que las actividades del capítulo 2 y 3, buscan fortalecer los objetivos de aprendizaje de la especialidad, y el capítulo 4, refuerza los aprendizajes de los capítulos anteriores, dándole una visión integral del sistema fotovoltaico completo y a escala real.

Para un reconocimiento rápido y visual de las actividades, se generaron iconos para los diferentes tipos de actividades:

- **Antes de empezar la clase.** Consiste en la presentación de una introducción que sirve para captar la atención del lector del documento al describir o plantear una analogía entre el proceso de transformación de energía que realiza un árbol y el sistema solar fotovoltaico. Encontrará una sugerencia al inicio de cada capítulo.
- **Actividades de reflexión.** Invita a los estudiantes a pensar atenta y detenidamente en aspectos puntuales.
- **Actividad de aprendizaje teórica.** Tiene la función didáctica de fortalecer competencias relacionadas a aspectos conceptuales y de fundamentos.
- **Actividad de aprendizaje práctica.** Fortalece la competencia desde la experimentación del conocimiento.



**ANTES DE EMPEZAR
LA CLASE**



**ACTIVIDAD DE
REFLEXIÓN**



**ACTIVIDAD DE
APRENDIZAJE TEÓRICA**



**ACTIVIDAD DE
APRENDIZAJE PRÁCTICA**

ILUSTRACIÓN 2: ICONOS QUE IDENTIFICAN EL TIPO DE ACTIVIDAD

Para las actividades prácticas los iconos se diferencian de acuerdo al elemento de laboratorio a utilizar: (i) Maletín de fundamentos fotovoltaico, (ii) Banco de entrenamiento componentes de sistemas fotovoltaicos On Grid y Off Grid y (iii) Techumbre práctica para montaje de paneles fotovoltaicos. A lo largo del documento, para una lectura más fluida, se hace referencia los componentes del laboratorio de la siguiente manera: Maletín fundamento, Banco de entrenamiento y Techumbre práctica.

**MALETÍN DE
FUNDAMENTOS
FOTOVOLTAICOS**



MALETÍN FUNDAMENTO

**BANCO DE
ENTRENAMIENTO
PARA MONTAJE Y
DESMONTAJE**



**BANCO DE
ENTRENAMIENTO**

**TECHUMBRE PRÁCTICA
FOTOVOLTAICA**



TECHUMBRE PRÁCTICA

ILUSTRACIÓN 3: ICONOS SEGÚN ELEMENTOS DEL LABORATORIO DIDÁCTICO FOTOVOLTAICO

ANEXO:

Podrá revisar el detalle del equipamiento del laboratorio didáctico fotovoltaico.

ANEXO 1. Componentes del maletín de fundamentos fotovoltaicos.

ANEXO 2. Componentes del banco de entrenamiento componentes de sistemas fotovoltaicos On Grid y Off Grid.

Finalmente se generó un cuadro con información complementaria, que hace referencia a documentos oficiales y/o páginas web que pueden ser consultadas para afinar conceptos, procedimientos y habilidades.



**INFORMACIÓN
COMPLEMENTARIA**

ILUSTRACIÓN 4: ICONO PARA RECURSOS DE APOYO COMPLEMENTARIO



DESARROLLO
GUÍA DE APOYO PARA
DOCENTES

CAPÍTULO

1

Módulo N°2: Instalaciones eléctricas domiciliarias

A continuación se presentan orientaciones para el docente, teniendo como base el Programa de Estudio del MINEDUC para la Especialidad de Electricidad, el fortalecimiento integra un aprendizaje esperado en el módulo N°2 Instalaciones eléctricas domiciliarias.

**MÓDULO 2.
INSTALACIONES
ELÉCTRICAS
DOMICILIARIAS**

— OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE ESPECIALIDAD

OA 1

Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos diagramas y proyectos de instalación eléctricos.

OA 3

Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.



² Objetivos de aprendizaje genéricos de la formación técnico-profesional. Ver Programa de Estudio de Especialidad Electricidad 3º y 4º medio. Páginas 10 y 11.

Realizado el análisis didáctico del aprendizaje esperado y criterios de evaluación precedentes, se identifican los siguientes elementos de competencia:

Conocimientos:

- Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica.
- Componentes de los equipos y especificaciones técnicas de los proyectos fotovoltaicos.
- Técnicas de conexión de celdas y elementos, instalación de equipos fotovoltaicos.
- Técnicas de evaluación de la operación de sistemas.
- Montaje de sistemas fotovoltaicos.
- Instalación sistemas fotovoltaicos.
- Normativa de seguridad para trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Normativa eléctrica.

Habilidades y destrezas:

- Selecciona materiales, herramientas de instalación e instrumentos de medición de acuerdo a las características de los procesos a realizar (evaluación de instalación y operación de los sistemas).
- Aplica protocolos de instalación, indicados en especificaciones técnicas del proyecto y de los equipos.
- Interpreta manual técnico de equipos.
- Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica.
- Utiliza elementos de protección personal, de acuerdo a la labor de evaluación y/o mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

Actitudes:

- Respeto la normativa de trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.

A continuación, en el cuadro llamado “Antes de empezar la clase” se presenta una introducción que sirve para captar la atención del lector del documento al describir la transformación de energía que realiza un árbol y preguntando si conoce otros tipos de transformación de energía.



ANTES DE EMPEZAR LA CLASE:

La vida en nuestro planeta depende de los productores primarios entre los cuales se encuentran las plantas (vegetación). Sin ellas la vida no podría existir en nuestro planeta. Las plantas utilizan la energía del sol para fabricar su alimento, crecer, desarrollarse y reproducirse (proceso de fotosíntesis). La clave de este proceso es la transformación de un tipo de energía en otro: la energía lumínica es transformada en energía química. ¿Es posible transformar la energía del sol en otros tipos de energía?

ACTIVIDAD 1**Árbol y Panel fotovoltaico, similitudes y diferencias**

Invite a los estudiantes a construir y completar un cuadro comparativo entre las similitudes y diferencias entre una planta y un panel fotovoltaico.

RESPUESTAS ESPERADAS**Similitudes:**

- Transformación de la energía.
- Importancia de la exposición a la luz (módulo y hojas captando energía solar).
- Dependencia de condiciones climáticas.

Diferencias:

- Planta: transforma energía lumínica en energía química.
- Panel: transforma energía lumínica en energía eléctrica.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad inicial que busca evaluar los conocimientos previos respecto de la transformación de la energía, comparando procesos naturales con procesos artificiales.
- Esta actividad se presenta en la Guía de apoyo para estudiantes y se debe realizar antes de comenzar la clase y sirve para rescatar conocimientos previos y para que el docente pueda reforzar las áreas que estén más descendidas, las que serán necesarias para el desarrollo de los módulos asociados a los paneles fotovoltaicos.
- Invite a los estudiantes a construir individualmente el cuadro comparativo.
- Los estudiantes presentan y realizan una puesta en común, compartiendo sus respuestas.
- Promueva el análisis del cuadro, una vez construido y completado, para que realicen una conclusión respecto de la comparación del proceso natural (árbol) y artificial (panel).
- Plantee la reflexión ¿Los paneles fotovoltaicos son la imitación de las plantas?
- Evaluación: de tipo diagnóstica.

1.1. CONTEXTO Y NORMATIVA NACIONAL

A nivel mundial estamos experimentando una creciente demanda de energía eléctrica, lo que nos ha llevado a buscar distintas alternativas de generación de ésta. Además, existen evidencias de problemas derivados del uso de combustibles fósiles, como es el calentamiento global y la contaminación medio ambiental.

Una alternativa orientada a reducir este fenómeno ha sido el uso de energías renovables, como lo son la energía solar, eólica, geotérmica, biomasa e hidráulica. La energía solar es una de las fuentes más abundante, teniendo el potencial para reemplazar parcialmente a los combustibles fósiles.

En Chile, la matriz energética ha cambiado en los últimos años. La capacidad instalada a gran escala a fines del año 2018 alcanzó los 23.238 MW, donde el 20% corresponde a energías renovables no convencionales. De estos el 9,2% corresponde a energía solar (2.143 MW). A pequeña escala, por ejemplo sistemas domiciliarios o en negocios, se observa un crecimiento acelerado de instalaciones fotovoltaicas, a fines del 2018 se alcanzaron las 4.400 instalaciones, que equivalen a 24,4 MW de capacidad instalada.

Existen distintas iniciativas y políticas públicas tendientes a diversificar la matriz energética e incorporar de manera creciente la energía solar, especialmente generación fotovoltaica (FV), tema en que se centra esta guía.

La profundización de este tema y la presentación de la normativa que regula la instalación de sistemas fotovoltaicos se presenta en la Guía de apoyo para estudiantes en la página 25.



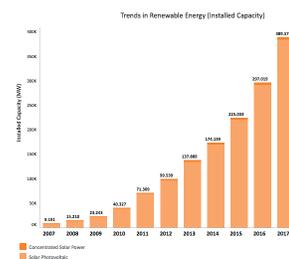
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Para conocer estadísticas actualizadas a nivel mundial, latinoamericano y el lugar que ocupa Chile respecto a otros países, lo invitamos a revisar la página web de la Agencia internacional de Energía Renovable (IRENA) www.irena.org/solar o la agencia Internacional de Energía (IEA) www.iea.org, con base de datos sobre energía.

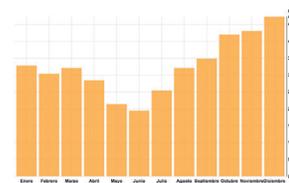
Ejemplo: Tendencia en energía renovable Solar (Capacidad Instalada en MW).

- Para conocer las estadísticas actualizadas de Chile por sector y por diferentes fuentes de energía lo invitamos a visitar la página web. Energía abierta. www.energiaabierta.cl

Ejemplo: energía solar generada mensualmente durante el año 2017 en Chile. También puede seleccionar tecnología solar, año 2018.



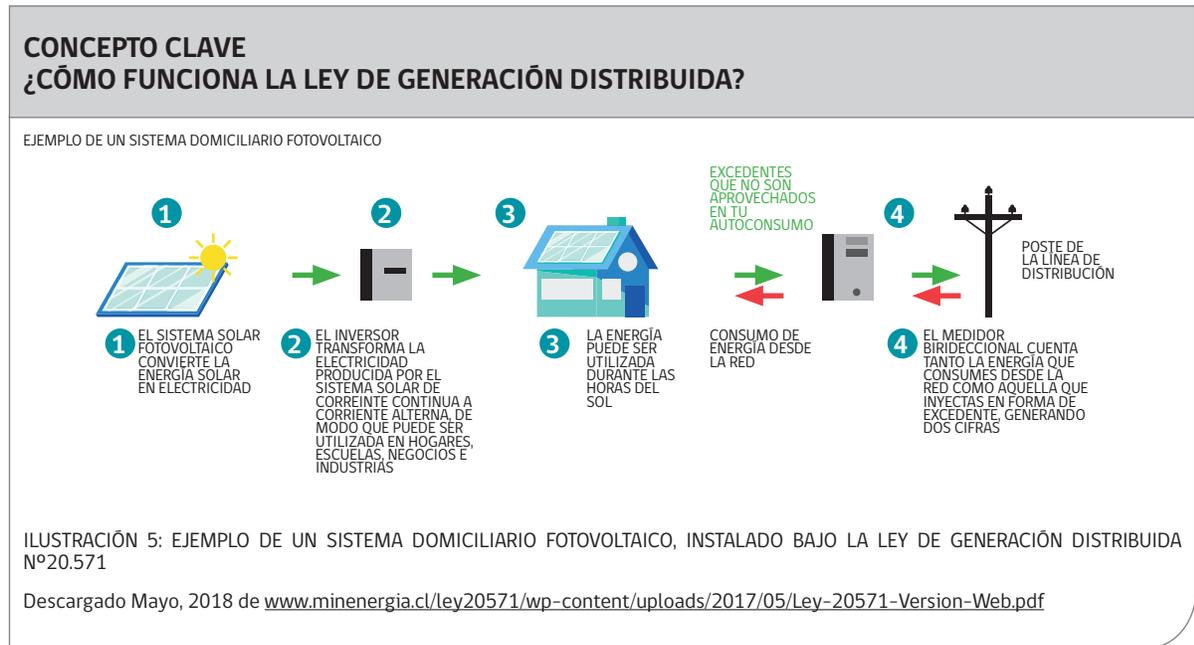
Descargado Mayo, 2018, de: www.irena.org/solar



Descargado Mayo, 2018, de: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/generacion-bruta-ernc/>

Chile en su constante preocupación por las energías renovables ha legislado a través de la Ley N° 20.571, la generación ciudadana de energía a través de un sistema que permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Esta normativa otorga a los ciudadanos el derecho a generar su propia energía eléctrica, para autoabastecerse y además inyectar a la red de distribución los excedentes en horas en que la energía solar no sea consumida en el domicilio.

A continuación se presenta una gráfica que muestra “el funcionamiento” de la Ley de Generación Distribuida (Net-billing) que fue promulgada el año 2012 por el Ministerio de Energía y entro en vigencia el 22 de octubre de 2014.



A continuación se presenta un listado de recursos que podrá consultar para conocer más respecto al contexto nacional, uso de energías renovables y Ley de Generación Ciudadana, Generación Distribuida o Net-billing.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Ministerio de Energía

- Página web del Ministerio de Energía, sección energías renovables. www.energia.gob.cl/energias-renovables
- Página web del Ministerio de Energía, sección autoconsumo. www.minenergia.cl/autoconsumo
- Nueva Guía Solar Fotovoltaica para Empresas e Industrias. www.minenergia.cl/autoconsumo/wp-content/uploads/2017/10/Sistemas-Solares-para-el-Autoconsumo.pdf
- Explorador Solar, herramienta pública para estimar la generación de un sistema fotovoltaico. www.minenergia.cl/exploradorsolar
- Programa de Techos Solares Públicos, se recomienda revisar documentos y guías de buenas prácticas. www.minenergia.cl/techossolares/?page_id=9Autoconsumo.pdf

Superintendencia de Electricidad y Combustibles

- Página de la SEC, con información de la ley de generación distribuida. www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Proceso de la Ley 20571. www.sec.cl/sitioweb/imagenes/netbilling/Proceso_de_Ley20571-2017.png
- Presentaciones realizadas en Seminarios de Ley Generación Distribuida de la SEC. www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,6071695,33_6121714&_dad=portal&_schema=PORTAL

Comisión Nacional de Energía

- Portal energía abierta, información del sector energético nacional. www.energiaabierta.cl

Para realizar la actividad siguiente, considere la información de la página 25 a 30 de la Guía de apoyo para Estudiantes. Esta actividad tiene como propósito el análisis del contexto económico y productivo de los sistemas fotovoltaicos por parte de los estudiantes.

ACTIVIDAD 2**Ventajas y desventajas del uso de paneles solares**

Forme equipos de trabajo y compare las ventajas y desventajas de la utilización de paneles solares a nivel domiciliario.

Reflexione sobre la oportunidad que presenta para personas que cuentan con las competencias de realizar dicha instalación.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

Forme equipos de trabajo que incentiven la participación de todos los estudiantes.

- Asista a los estudiantes, incentivándolos a considerar factores variados, por ejemplo costos de instalación, ahorro del suministro tradicional de electricidad, mano de obra calificada, conocimiento de una nueva tecnología, entre otros.
- Guíe la reflexión en torno al nicho de trabajo que se presenta para los estudiantes que cuenten con la calificación y autorización de la SEC requerida para la instalación de esta tecnología.
- Evaluación: Tipo formativa, se sugiere al docente realizar una “lluvia de ideas”, anotar en la pizarra las respuestas de los estudiantes, ordenándolos en un organizador gráfico que refleje las oportunidades que se presentan para las personas que cuenten con las competencias para instalar sistemas fotovoltaicos (FV).

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO SOLAR Y EFECTO FOTOVOLTAICO**1.2.1. Características del recurso solar**

El sol provee la energía lumínica que aprovechan los sistemas fotovoltaicos. En este apartado se revisan algunas de las características de esta fuente energética y de la luz que irradia. Esta información se presenta en la Guía de apoyo para estudiantes en la página 31.

1.2.2. Irradiancia y radiación

Los conceptos de irradiancia y radiación son fundamentales para el trabajo con sistemas fotovoltaicos. La definición conceptual y matemática se presenta en la Guía de apoyo para estudiantes en la página 32.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Para profundizar en el tema, se sugiere revisar los siguientes sitios:

- Página web del Ministerio de Energía, sección energías renovables. www.energia.gob.cl/energias-renovables
- Página web del Ministerio de Energía, sección autoconsumo. www.minenergia.cl/autoconsumo
- Explorador Solar, herramienta pública para estimar la generación de un sistema fotovoltaico. www.minenergia.cl/exploradorsolar
- Video tutorial explorador solar (1:21 minutos). www.youtube.com/watch?time_continue=28&v=AeNUs4lm8fY.

Para realizar la siguiente actividad, considere la información de la página 31 a 35 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como finalidad realizar una reflexión vinculada a los fundamentos presentados en la Guía de apoyo para Estudiantes y; a su vez, ejercitar las habilidades que permitan lograr los objetivos de aprendizaje genéricos tales como:

- Comunicarse oralmente y por escrito con claridad, utilizando registros de habla y de escritura pertinentes a la situación laboral y relación con interlocutores.
- Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ o a distancia, solicitando y prescindiendo cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.

Se sugiere trabajar el desarrollo de las habilidades de forma permanente para garantizar el logro de los objetivos de aprendizaje genéricos.

ACTIVIDAD 3**Reflexión: La Luz y la irradiancia**

Sabiendo que la luz se comporta como onda y como partícula (fotones), invite a los estudiantes a reflexionar respecto del funcionamiento de los paneles tanto en verano como en invierno

- ¿Se produce la misma cantidad de energía en periodos estivales e invernales? Justifique su respuesta en base a los contenidos planteados en la clase y sus conocimientos previos (física 1º medio).
- Invite sus estudiantes a formar grupos de trabajo y exponer sus análisis en un papelógrafo y presentándolo a sus compañeros con una adecuada expresión oral.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Sabiendo que la luz se comporta como onda y como partícula (fotones), invite a los estudiantes a reflexionar respecto del funcionamiento de los paneles tanto en verano como en invierno.
- ¿Se produce la misma cantidad de energía en periodos estivales e invernales? Justifique su respuesta en base a los contenidos planteados en la clase y sus conocimientos previos (física 1º medio).
- Invite sus estudiantes a formar grupos de trabajo y exponer sus análisis en un papelógrafo y presentándolo a sus compañeros con una adecuada expresión oral.

Mediante el experimento con la fuente lumínica artificial se puede demostrar que la intensidad de irradiación no se reduce de forma lineal con la distancia.

El hecho de que el valor no disminuya exactamente con el cuadrado de la distancia se debe a que la fuente lumínica puntiforme no es ideal, así como a reflexiones e imprecisiones de los dispositivos de medición.

Las diferentes fuentes lumínicas se diferencian básicamente por la intensidad de irradiación y el color (longitud de onda) de la luz. Se debe considerar que la longitud de onda λ de la luz visible está en el rango de 400 nm (azul) hasta 800 nm (rojo). La luz solar, por ejemplo, es gracias al elevado porcentaje de luz azul mucho más clara que la de la bombilla, que es amarillenta debido al elevado porcentaje de luz roja.

ACTIVIDAD 4 La irradiancia



Práctica: Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades

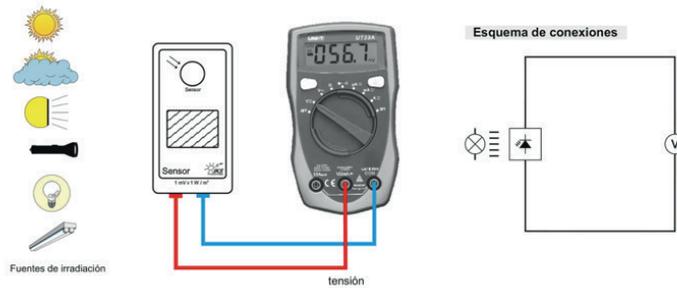


ILUSTRACIÓN 6: ESQUEMA DE CONEXIONES

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

Determine la intensidad de irradiación de diferentes fuentes lumínicas, por ejemplo como se detalla en la siguiente tabla.

FUENTE LUMÍNICA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA
RAYO (NIVEL 10)			
LINTERNA			
ILUMINACIÓN DE LA ESTANCIA			
SOL			
SOL/CIELOS CUBIERTOS			

- Los casquillos de salida del sensor se conectan a un multímetro como voltímetros, interruptores de selección de rango en la posición V DC, tal y como se representa arriba.
- La superficie del sensor debe mantenerse en dirección a la fuente lumínica de tal manera que dé como resultado el valor de medición máximo.
- La superficie y la célula solar del sensor no se pueden sombrear durante la medición.
- Se visualiza directamente en W/m².
- El sensor reacciona a partir de una intensidad de irradiación 2 de aprox. 15 W/m.
- Lleve a cabo las mediciones también en diferentes distancias de las fuentes lumínicas artificiales.

- ¿Cómo se diferencian las fuentes lumínicas en relación con su potencia?
- ¿Qué observaciones se pueden realizar?

RESPUESTAS ESPERADAS

FUENTE LUMÍNICA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA	INTENSIDAD DE IRRADIACIÓN (W/M ²) CON UNA DISTANCIA
RAYO (NIVEL 10)	1.400 / 10 cm	400 / 20 cm	200 / 29 cm
LINTERNA	125 / 10 cm	40 / 20 cm	21 / 30 cm
ILUMINACIÓN DE LA ESTANCIA	5 / 10 cm	3 / 60 cm	3 / 120 cm
SOL	Ej. 850 / El sol está tan lejos que no se observa ninguna diferencia		
SOL/CIELOS CUBIERTOS	Ej. 95 / El sol está tan lejos que no se observa ninguna diferencia		

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

1. En una distancia de aprox. 10 – 15 cm de la luz halógena se obtiene el mismo valor que en la medición de la intensidad de irradiación del sol en un día claro.
2. En comparación, la iluminación de la estancia es mucho más débil.
3. La distancia de la fuente lumínica influye sobre el valor medido. La potencia no disminuye de forma lineal con la distancia, sino que disminuye exponencialmente.
4. Pese a la gran distancia del sol a la tierra, en comparación la potencia de irradiación es grande.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Anote en la pizarra los conceptos claves necesarios para realizar la actividad.
- Desarrolle una breve evaluación del manejo de los conceptos. Refuerce los conceptos que sean necesarios.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere aplicar de una guía de desarrollo en equipos que los estudiantes deben entregar al finalizar la actividad. La retroalimentación de la guía deberá realizarse de posteriormente, cuando el docente entregue las guías corregidas.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.2.3. Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico corresponde a la transformación de la luz en energía eléctrica, utilizando los fotones que chocan contra las celdas solares, provocando que los electrones absorban la energía y se cree un campo eléctrico. Los electrones fluyen generando una corriente eléctrica que es aprovechada por el sistema fotovoltaico. El desarrollo de este concepto se presenta en la página 37 de la Guía de apoyo para estudiantes.

Para realizar la actividad siguiente, considere la información de la página 31 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, presentado en la Guía de apoyo para Estudiantes, mediante el análisis de los mismos conceptos de forma gráfica.

ACTIVIDAD 5

Los fotones y el efecto fotovoltaico



Explique el efecto fotovoltaico, a partir de lo expuesto en siguiente imagen.

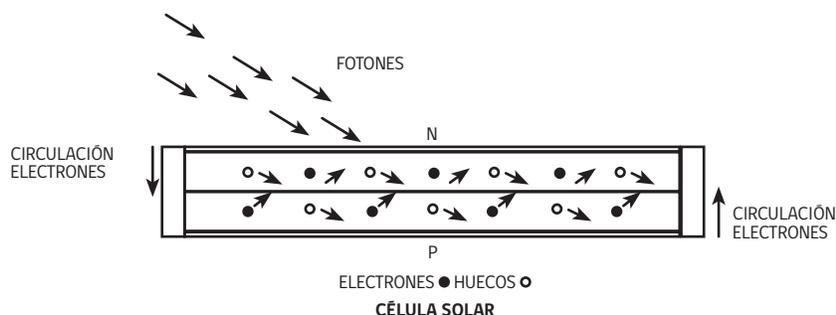


ILUSTRACIÓN 7: CÉLULA SOLAR

Fuente: <https://galakia.com/celulas-paneles-solares-energia-fotovoltaica/>

Los estudiantes forman equipos de trabajo y uno de ellos presenta sus conclusiones a los estudiantes.

RESPUESTAS ESPERADAS

Los fotones impactan la superficie del panel solar (principalmente silicio), excitando los electrones que se desplazan. Este desplazamiento produce un flujo de electrones que se conoce como corriente eléctrica.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Los estudiantes deben formular una explicación coherente y secuenciada. Sugerir que escriban un pequeño párrafo que sintetice las ideas que expondrán.
- Esta actividad tiene como propósito desarrollar la habilidad de análisis de imágenes y gráficos para comprender la generación de un flujo de electrones, es decir, la generación de corriente eléctrica.
- Evaluación: De tipo formativa, se sugiere al docente supervisar y corregir las respuestas de cada grupo de estudiantes y realizar una retroalimentación general en el cierre de la actividad.

A continuación, a modo de ejemplo, se presenta la planificación detallada para la actividad 5: Los fotones y el efecto fotovoltaico, bajo el formato sugerido por el Ministerio de Educación³:

³ Objetivos de aprendizaje genéricos de la formación técnico-profesional. Ver Programa de Estudio de Especialidad Electricidad

NOMBRE DEL MÓDULO	CAPÍTULO I: MÓDULO N°2: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS.	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD 5 LOS FOTONES Y EL EFECTO FOTOVOLTAICO	
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIO DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS ASOCIADOS	
<p>4. Instalar sistemas de generación de energía fotovoltaica para red eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.</p>	<p>4.1. Inspecciona el estado de los paneles solares fotovoltaicos y las condiciones de las estructuras de soporte de acuerdo con estándares de calidad y normativa vigente.</p>	<p>OBJETIVO GENÉRICO H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p>

METODOLOGÍA SELECCIONADA	Texto guía.
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
<p>Docente: Prepara guía o prepara una lámina que proyecta u otro material visual, con la imagen que muestra el efecto fotovoltaico.</p> <p>Recursos: Proyector, computador, imagen que muestra fotones chocando las celdas fotovoltaicas y su efecto.</p>	
EJECUCIÓN	
<p>El docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entrega las instrucciones para realizar la actividad. Se asegura de la comprensión de las instrucciones. Corrige errores. <p>Los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes trabajan en forma grupal, en el desarrollo de la actividad. Analizan la imagen presentada. Redactan un pequeño párrafo con su análisis que será presentado al grupo curso. 	
CIERRE	
<p>El docente: Compara las respuestas aportadas por los estudiantes y realiza una síntesis de estas. Pide una analogía del efecto fotovoltaico en otro ámbito.</p> <p>Los estudiantes: Corrigen el párrafo que elaboraron incluyendo los aspectos que omitieron y los errores en su redacción. Cita ejemplos del fenómeno fotovoltaico como fotosíntesis.</p>	

TABLA 1: EJEMPLO ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE TEÓRICO, BAJO FORMATO MINEDUC

1.2.4. Tipos de celdas solares

Existen diversos tipos de celdas solares, pero el semiconductor más comúnmente usado corresponde al silicio. Se presentan los tres principales tipos de celdas de silicio de la página 38 de la Guía de apoyo para estudiantes.

Se propone el siguiente ejercicio para que los estudiantes puedan profundizar en el tema.

INVESTIGUE SOBRE TECNOLOGÍA DE CAPA FINA

Las celdas de tecnología de capa fina, pueden ser fabricadas con otros elementos distintos al silicio como el diseleniuro de cobre e indio (CIS), el telururo de cadmio (CdTe) y el seleniuro de cobre-indio-galio (CIGS).

¿Cuál es la principal diferencia respecto a las celdas de Silicio? y ¿Cuál es su aplicación?



ILUSTRACIÓN 8: CELDA DE TECNOLOGÍA DE CAPA FINA

Fuente: SOLAR SERVER www.solarserver.de/solar-magazin/nachrichten/archiv-2011/2011/kw03/photovoltaik-gebaeudeintegration-effizientestes-flexibles-solarmodul-auf-der-bau-2011-in-berlin-zu-sehen.html

1.2.5. Propiedades eléctricas de las celdas solares

Las celdas fotovoltaicas no captan toda la energía de los fotones de la luz, es decir que solo un porcentaje de la energía lumínica es aprovechado. El concepto de eficiencia eléctrica de una celda fotovoltaica es un aspecto de importancia clave en estudio de esta tecnología. El desarrollo de este tema se presenta en la página 39 de la Guía de apoyo para estudiantes.

DATO

El silicio puro no sirve como conductor, por eso se utiliza silicio con impurezas de fósforo (tipo-N) y Boro (tipo-P). Con la impureza prevalecen los electrones libres, los cuales son movilizados cuando la luz en forma de fotón choca con la celda fotovoltaica, esto provoca la ruptura de la neutralidad eléctrica y la creación de un campo eléctrico.

Los electrones que fluyen constituyen la corriente y el campo eléctrico de la celda constituye el voltaje. Con la corriente y voltaje tenemos la potencia de la celda.

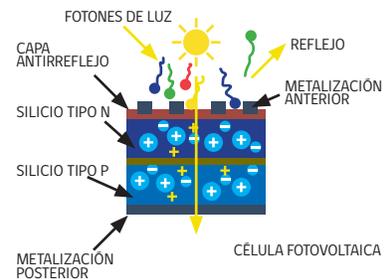


ILUSTRACIÓN 9: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UNA CELDA FOTOVOLTAICA

1.2.6. Curva característica de tensión -corriente de una célula fotovoltaica y sus puntos esenciales

La curva I-V representa las combinaciones de corriente y voltaje a los cuales puede operar una celda "en carga", si la irradiancia y la temperatura de la celda se mantuvieran constantes. En este apartado se presenta una descripción de una curva I-V típica y sus puntos más relevantes, en la página 40 a 41 de la Guía de apoyo para estudiantes. Para este tema se plantean dos actividades de aprendizaje: una teórica y otra práctica utilizando el maletín de fundamento.

La siguiente actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, mediante el análisis comparativo de las eficiencias de los diferentes tipos de celdas fotovoltaicas.

ACTIVIDAD 6

Comparación de las eficiencias (rendimiento) de las celdas fotovoltaicas monocristalinas, policristalinas y capa fina



Analice la curva característica de una celda fotovoltaica.

EFICIENCIA DE UNA CELDA FOTOVOLTAICA

1. Compare la eficiencia de la celda fotovoltaica en función material de fabricación, utilizando los datos de la tabla.

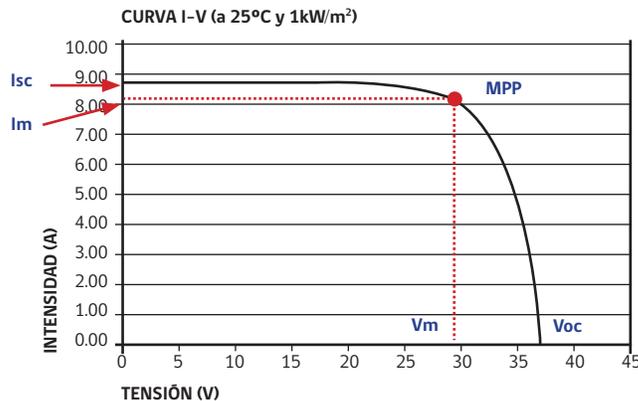
Tabla 1

	MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	CAPA FINA
EFICIENCIA	15 - 21 %	12 - 17 %	5 - 11 %

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

2. A continuación se presenta una curva característica de una celda fotovoltaica. Diseñe los puntos más importantes de la curva: I-V

Gráfico 1



RESPUESTAS ESPERADAS

1. La eficiencia es la relación entre la potencia eléctrica CC generada por la celda fotovoltaica y la potencia proveniente de la irradiación solar que llega a su superficie. Dentro de las celdas de uso más común, se encuentran las celdas basadas en el silicio monocristalino y policristalino y las celdas de capa fina. La diferencia entre ellas radica en su proceso de fabricación donde, en el caso de las celdas monocristalinas, proviene de un solo cristal de silicio. En las de tipo policristalino, la celda está conformada por varios cristales de silicio. Esto impacta en su eficiencia, siendo las monocristalinas las más eficientes, debido a que albergan una estructura atómica más ordenada lo que mejora la conducción de los electrones.
2. Puntos relevantes de la curva I-V:
 - **Isc:** corriente de cortocircuito. En este punto, la corriente es máxima y el voltaje es cero.
 - **Voc:** voltaje de circuito abierto: es el máximo voltaje que puede alcanzar una celda fotovoltaica y se produce cuando la corriente es cero.
 - **Vmp, Imp:** voltaje y corriente de máxima potencia. Es el punto de la curva en donde la celda genera la máxima potencia de salida a valores de irradiancia, temperatura y masa de aire fijas.
 - **MPP:** punto de máxima potencia. Punto en la curva, conformada por el par Vmp e Imp en donde la celda genera la máxima potencia de salida CC.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Realice un taller y estimule la capacidad de análisis de datos, trabajo en equipo y obtención de conclusiones por parte de los estudiantes.
- Analice junto a los estudiantes los resultados obtenidos.
- Realice una actividad de cierre, donde expongan y comparen los resultados y su correcta interpretación.
- El docente debe velar porque los estudiantes discriminen entre las distintas eficiencias de celdas fotovoltaicas, de diferente tecnología y comprendan cuales son los puntos más relevantes de una curva I-V, incluidas en las especificaciones técnicas de un módulo fotovoltaico.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la pauta para presentaciones.
- Recuerde previo a la actividad sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir.

Para realizar la actividad siguiente, considere la información de las páginas 43 y 44 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico relacionado al análisis de tensión de circuito abierto y corriente de corto circuito de manera práctica.

Se recomienda al docente reforzar el siguiente comportamiento, previa a la siguiente actividad.

Considerar para la siguiente actividad que la intensidad de la corriente de cortocircuito depende de la superficie irradiada de la célula solar, la intensidad de irradiación, el espectro de luz que incide y la temperatura.

La intensidad de la corriente de cortocircuito aumenta ligeramente conforme aumenta la temperatura, en aprox. 0,01%/K.

Agrandar la superficie de la célula solar significa prácticamente conectar en paralelo las fuentes de corriente.

Así, conforme aumenta la superficie aumenta linealmente la intensidad de la corriente de cortocircuito.

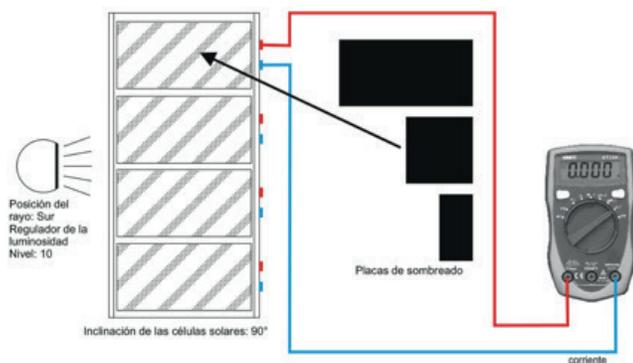
ACTIVIDAD 7

Análisis de la tensión de circuito abierto y corriente de corto circuito de una celda fotovoltaica a distintas intensidades de radiación



Práctica. Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades

Estructura



Esquema de conexiones

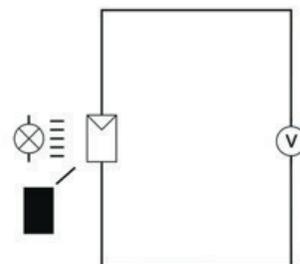


ILUSTRACIÓN 10: ESQUEMA DE ESTRUCTURA Y CONEXIONES

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

Construya el experimento de acuerdo con la representación mostrada más arriba.

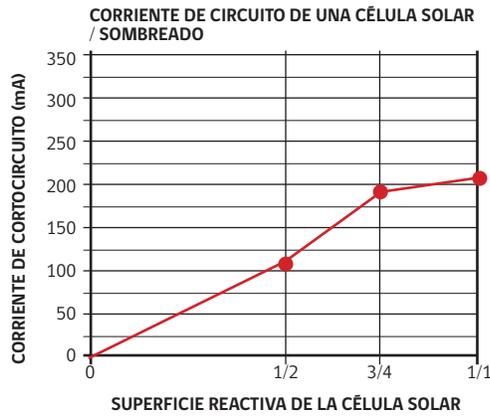
- El brazo de la lámpara se encuentra en la posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10.
- El interruptor de selección de rango del multímetro como amperímetro debe ajustarse a la posición A DC.
- Cubra completamente la célula solar con la placa de sombreado 1/1, mida la corriente de cortocircuito e introduzca el valor en la siguiente tabla.
- Continúe cubriendo la mitad, 1/4 cubierto y uno sin cubrir y mida la corriente en cada caso. Introduzca los valores medidos en la tabla y una los puntos de las mediciones con líneas.

A: ¿Qué conocimiento se obtiene de la medición?

RESPUESTAS ESPERADAS

<p>SUPERFICIE IRRADIADA DE LA CÉLULA SOLAR</p>	<p>0</p> 	<p>1/2</p> 	<p>1/4</p> 	<p>1/1</p> 
<p>CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [mA]</p>	<p>1</p>	<p>112</p>	<p>188</p>	<p>213</p>

Gráfico 1



La intensidad de la corriente de cortocircuito aumenta de forma lineal a la superficie de la célula solar.

La corriente de cortocircuito se incrementa al aumentar la irradiancia y disminuye al bajar la irradiancia. Por lo tanto, la corriente es directamente proporcional a la irradiancia.

La irradiancia casi no afecta el voltaje de circuito abierto de la celda fotovoltaica. A valores pequeños de irradiancia ya es posible medir la tensión de vacío.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Anote en la pizarra los conceptos claves necesarios para realizar la actividad.
- Desarrolle una breve evaluación del manejo de los conceptos. Refuerce los conceptos que sean necesarios.
- Debe velar para que los estudiantes conecten las celdas y midan los parámetros de la corriente de corto circuito y del voltaje de circuito abierto.
- Debe velar porque los estudiantes anoten los resultados y sus variaciones. Con estos debe dibujar la curva I-V.
- Los estudiantes deben comprender la importancia de los parámetros de la corriente de corto circuito y voltaje de circuito abierto, aplicándolos a un montaje.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere aplicar de una guía de desarrollo en equipos que los estudiantes deben entregar al finalizar la actividad. La retroalimentación de la guía deberá realizarse de posteriormente, cuando el docente entregue las guías corregidas.
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Para profundizar en la información, se sugiere revisar la siguiente información y sitios web:

Guía de buenas y malas prácticas de instalaciones fotovoltaicas sobre techos, del Programa Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía, disponible en: www.minenergia.cl/techosolares/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-buenas-y-malas-practicas-de-instalaciones-fotovoltaicas.pdf

1.3. EFECTO TÉRMICO**1.3.1. Definición efecto térmico****RECUERDA**

El efecto térmico se da cuando los conductores y resistencias se calientan al ser atravesados por una corriente eléctrica. La energía calorífica generada en un punto se transmite desde zonas de más alta temperatura a las zonas de más bajas temperatura.

La temperatura afecta la eficiencia eléctrica de las celdas fotovoltaicas. Es por eso que en este apartado se explican los tres tipos de mecanismos de disipación de la energía térmica (conducción, convección y radiación) y el concepto de resistencia térmica, ya que ellos afectaran el desempeño de las celdas fotovoltaicas. Revisar contenidos en la Guía de apoyo para estudiantes, páginas 44 y 45.

Para que el estudiante comprenda el efecto térmico de “transmisión de calor” se propone realizar la siguiente actividad de reflexión.

ACTIVIDAD 8

Reflexión: Transmisión de calor y su aplicación en la vida diaria



Aplicación práctica en la vida diaria

1. ¿La resistencia térmica de estos materiales es la misma?



ILUSTRACIÓN 11: TAZAS DE DISTINTAS MATERIALIDADES

RESPUESTA ESPERADA

El cartón y el vidrio se calientan menos que el metal, ya que dichos materiales poseen una menor conductividad térmica que el metal.

2. ¿Por qué es común utilizar cucharas de madera cuando se cocina?

RESPUESTA ESPERADA

La madera es un buen aislante, posee una baja conductividad térmica, por eso al ponerla en contacto con la comida caliente, el efecto de conducción del calor encuentra una gran resistencia. Es decir, el calor se propaga débilmente a través de la madera, permitiendo tomar la cuchara sin dificultad.

Fuente: Blender, 2017. Curso Rehabilitación energética de vivienda. Ministerio de Energía -Ministerio de Vivienda y Urbanismo

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Forme equipos de trabajo que incentiven la participación de todos los estudiantes.
- El docente debe promover la comparación de las características térmicas de los materiales, velando por que los estudiantes diferencien claramente entre materiales conductores y aislantes térmicos.
- Evaluación: Tipo diagnóstica, se sugiere al docente realizar una "lluvia de ideas", anotar en la pizarra las respuestas de los estudiantes, corrigiendo los conceptos erróneos y fortaleciendo aquellos que lo requieran.

1.3.2. ¿Cómo afecta la temperatura a la eficiencia de una celda fotovoltaica?

La industria ha establecido estándares relacionados con la temperatura y la eficiencia de una celda fotovoltaica. Para ello fija las **"condiciones de prueba estándar"** (STC, por las siglas en inglés). Mediante el uso de un conjunto fijo de condiciones, todos los paneles solares se pueden comparar con mayor precisión y clasificar entre sí. En este apartado de la Guía de apoyo para estudiantes se presentan y explican las tres condiciones de prueba estándar para una situación ideal (página 46) y las condiciones NOCT (Nominal Operating Cell Temperature o Temperatura de Operación Nominal de Celda) que apuntan a simular la realidad (página 46). Además se presentan algunas sugerencias para lidiar con el fenómeno de la temperatura (página 47).

En este apartado, se recomienda al docente, reforzar la importancia del dimensionamiento de los conductores eléctricos y el efecto térmico producido por el subdimensionamiento de los mismos. Para este propósito puede consultar la información de las páginas 40 y 41 de la Guía de apoyo para estudiantes, donde se proponen una actividad teórica y otra práctica utilizando el maletín de fundamento.

La siguiente actividad busca analizar información técnica y realizar una relectura de los datos para contestar un cuestionario.

ACTIVIDAD 9

Efecto térmico sobre una celda fotovoltaica



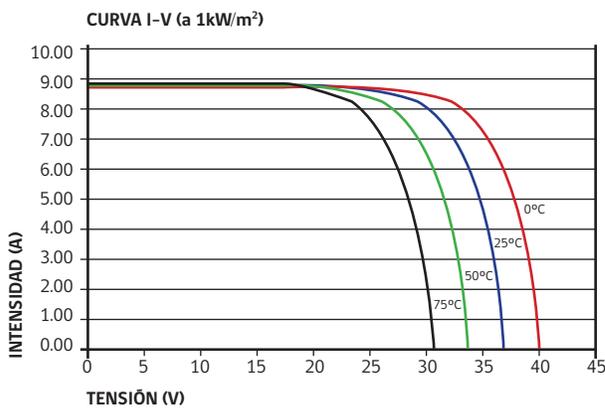
Comportamiento térmico de una celda fotovoltaica:

Tabla 1

	MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	CAPA FINA
COMPORTAMIENTO TÉRMICO	Reducción de potencia a altas temperaturas -0,47 %/°C	Reducción de potencia a altas temperaturas -0,45 %/°C	Menor reducción de potencia -0,25 %/°C

Considere la información gráfica y su interpretación:

Gráfico 1



- El aumento de temperatura disminuye la tensión.
- Si la temperatura aumenta, la tensión disminuye y la corriente se mantiene constante.
- Por lo tanto, la potencia disminuye.

1. Utilizando la ficha técnica de un panel fotovoltaico, responda lo siguiente:
 - ¿A qué corresponden las siglas STC y NOCT y a qué condiciones se establecen?
 - ¿Qué quiere decir el término "masa de aire", AM (Air Mass)?
 - Investigue ¿Cuál es la definición de los parámetros térmicos CT_{ISC}, CT_{VOC} y CT_{Pmp}?
2. Utilizando los siguientes parámetros térmicos de un panel fotovoltaico:

Tabla 2

TEMPERATURA RATINGS	
NOMINAL OPERATING CELL TEMPERATURE (NOCT)	45 ± 2°C
TEMPERATURE COEFFICIENT OF P _{MAX}	-0.41 %/°C
TEMPERATURE COEFFICIENT OF V _{OC}	-0.32 %/°C
TEMPERATURE COEFFICIENT OF I _{SC}	+0.055 %/°C

Responda:

- ¿Qué sucede si la temperatura aumenta a 45°C, suponiendo que la I_{sc} a 25°C (condiciones STC) es de 8,06 A y la V_{oc} a 25°C es de 46,2 V? La potencia nominal del módulo es de 320 W (en condiciones STC).

RESPUESTAS ESPERADAS: 1

- STC:** Standard Test Condition = Condiciones de prueba estándar: 25°C (temperatura de la celda, 1000W/m² (irradiancia), masa de aire = 1,5 (índice adimensional).
- NOCT:** Nominal Operating Cell Temperature = Temperatura de Operación Nominal de Celda: 45°C.
- AM (Air Mass):** Masa de aire

RESPUESTAS ESPERADAS: 2

- Coefficiente de Temperatura de I_{sc} = $(45^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \times 0.055\%/^{\circ}\text{C} = 1.1\%$
- $I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) = 8,06 \text{ A}$
- $I_{sc}(45^{\circ}\text{C}) = I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) + I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) \times 1,1\% = 8,06 + 8,06 \times 1,1\% = 8,15 \text{ A}$
- Coefficiente de Temperatura de V_{oc} = $(45^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \times (-0.32\%/^{\circ}\text{C}) = -6,4\%$
- $V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) = 46,2 \text{ V}$
- $V_{oc}(45^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) + V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) \times (-6,4\%) = 46,2 + 46,2 \times (-6,4\%) = 43,24 \text{ V}$
- Coefficiente de Temperatura de P_{max} = $(45^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \times (-0,41\%/^{\circ}\text{C}) = -8,2\%$
- $P_{max}(25^{\circ}\text{C}) = 320 \text{ W}$
- $P_{max}(45^{\circ}\text{C}) = P_{max}(25^{\circ}\text{C}) + P_{max}(25^{\circ}\text{C}) \times (-8,2\%) = 320 + 320 \times (-8,2\%) = 293,76 \text{ W}$

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Realice un taller y estimule la capacidad de análisis de datos, trabajo en equipo y obtención de conclusiones.
- Enfoque este taller hacia el manejo de conceptos y la utilización de información de la ficha técnica.
- Analice junto a los estudiantes los resultados obtenidos.
- Explique a los estudiantes que deben complementar sus respuestas mediante la investigación de algunos conceptos.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente elaborar una guía de desarrollo para trabajar en clases y que se debe complementar con la indagación y definición de algunos términos. Cada equipo deberá entregar la guía de desarrollo en el plazo que determine el docente y la retroalimentación se realizará posteriormente (una vez corregidas las guías por el docente).
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

Para realizar la siguiente actividad, considere la información de la página 40 a la 47 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del efecto de la temperatura en el comportamiento de las celdas solares, de manera demostrativa y bajo simulación de diferentes escenarios.

ACTIVIDAD 10

Analizar el efecto de la temperatura sobre las celdas solares



Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades:

1. ¿Qué sucede con los parámetros eléctricos al enfriarse o calentarse una celda fotovoltaica?
2. De acuerdo a lo anterior, determine si es importante considerar una buena ventilación en la instalación de celdas solares.
3. ¿Qué sucede con la corriente de cortocircuito al aumentar la temperatura?
4. ¿Existe algún efecto sobre la tensión de vacío al aumentar la temperatura?
5. ¿Cómo afectará a la potencia de salida de una celda fotovoltaica el aumento de temperatura?
6. Dibuje la curva de VOC e ISC de una celda fotovoltaica al variar aumentar la temperatura.

RESPUESTAS ESPERADAS

- Respuesta abierta.
- Respuesta abierta.
- Al aumentar la temperatura, la corriente de cortocircuito aumenta muy ligeramente.
- Al aumentar la temperatura, el voltaje de circuito abierto disminuye.
- La potencia de salida se reduce, puesto que el aumento de la temperatura tiene un efecto de reducción mucho mayor en el voltaje que en el aumento de la corriente.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Anote en la pizarra los conceptos claves necesarios para realizar la actividad.
- Desarrolle una breve evaluación del manejo de los conceptos. Refuerce los conceptos que sean necesarios.
- Debe velar porque los estudiantes conecten las celdas y midan los parámetros de la corriente de corto circuito y del voltaje de circuito abierto.
- Debe velar porque los estudiantes anoten los resultados y sus variaciones. Con estos debe dibujar la curva de VOC e ISC.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la pauta para presentaciones orales para la presentación de los resultados y la rúbrica para evaluar montajes.
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.4. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos o paneles fotovoltaicos, están compuestos por la unión de varias celdas solares, ya sea en serie, en paralelo o como arreglo fotovoltaico.

1.4.1. Unión de celdas

Dada la escasa tensión y potencia que generan las celdas fotovoltaicas, es necesario conectar varias de ellas en serie, dando origen a un módulo fotovoltaico o panel fotovoltaico. En este apartado de la Guía de apoyo para estudiantes, se presentan las diferentes configuraciones de conexiones que se pueden realizar: serie, paralelo o una combinación de ellas (de la página 49 a 51).

La siguiente actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, relacionado a los aspectos a considerar para armar los módulos fotovoltaicos.

ACTIVIDAD 11

Armar módulos mediante la conexión de celdas solares y determinar el área requerida



PARTE A

Considere la siguiente ficha técnica de un panel fotovoltaico de 72 celdas y la numeración de 320 a 340 es la potencia máxima de salida para cada caso:

Tabla 1

ESPECIFICACIÓN ELÉCTRICA (STC)					
TYPE (STC)	MARCA/ MODELO 320	MARCA/ MODELO 325	MARCA/ MODELO 330	MARCA/ MODELO 335	MARCA/ MODELO 340
PODER MÁXIMO P _{MAX} (W)	320	325	330	335	340
MÁXIMO PODER VOLTAJE V _{MP} (V)	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
MÁXIMO PODER CORRIENTE I _{MP} (A)	8.56	8.64	8.73	8.82	8.90
VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO I _{SC} (A)	9.17	9.24	9.33	9.41	9.49
ABRA EL CIRCUITO DE VOLTAJE V _{OC} (V)	45.8	46.0	46.2	46.4	46.6
EFICIENCIA DEL MÓDULO (%)	16.5	16.7	17.0	17.3	17.5
TOLERANCIA DE SALIDA DE POTENCIA P _M (W)	0 ~+5				
VALOR EN CONDICIONES DE TEXTO ESTÁNDAR STC (MASA DE AIRE AM1.5, IRRADIACIÓN 1000W / M ² , TEMPERATURA DE LA CELDA 25°C)					

1. ¿Qué significa que el panel fotovoltaico sea de 72 celdas? Justifique su respuesta considerando el tamaño de este panel.
2. ¿Cómo están conectadas las celdas para lograr una tensión en vacío de 45.8 V para el panel de 320W, a partir de la información entregada en la ficha técnica?
3. ¿Cuál es la tensión individual de cada celda a partir de la información entregada en la ficha técnica?

RESPUESTAS ESPERADAS PARTE A

- Significa que el panel puede ser utilizado para un sistema Off Grid de 24V o para un sistema On Grid.
- Las celdas están conectadas en un circuito abierto.
- La tensión individual de cada celda se calcula mediante la razón entre tensión en vacío de 45,8 V y la cantidad de celdas presentes: $45,8 \text{ V} / 72 = 0,636 \text{ V}$.

PARTE B

Considere los siguientes parámetros mecánicos del módulo GCL de 320 W:

Tabla 2

DATOS MECÁNICOS	
CÉLULAS SOLARES	Poly 156 x 156 mm (6 pulgadas)
ORIENTACION CELULAR	72 Cells (6 x !2)
DIMENSIONES DEL MODULO	1956 x 992 x 40mm (77 x 39.05 x 1.57 pulgadas)
PESO	22.5 kg / 26 Kg
PESO	Vidrio solar de alta transparencia 3.2 mm (0.13 pulgadas) or 4 mm(0.16 pulgadas)
HOJA TRASERA	Blanca
CUADRO	Plata, aleación de aluminio anodizado
J-BOX	IP67 Rated
CABLES	4.0 mm ² (0.006 pulgadas 2), 1200 mm (47.2 pulgadas)
CONECTOR	MC4 original o compatibles
CARGA DE VIENTO / CARGA DE NIEVE	2400 Pa / 5400 Pa*

*Para más detalles, consulte el manual de instalación de GCLSI

1. ¿Qué número de módulos es necesario para lograr 1 kW de potencia fotovoltaica?
2. ¿Qué área utilizaría 1 kW de esos módulos?

RESPUESTAS ESPERADAS PARTE B

- La potencia máxima del panel analizado corresponde a 320 W, para lograr generar 1 kW de potencia fotovoltaica, se necesitan $1000 \text{ W} / 320 = 3,125$, es decir 3 paneles.
- El área del panel es de $1956 \text{ mm} \times 992 \text{ mm} = 1956992 \text{ mm}^2$, por lo tanto se requiere $1956992 \text{ mm}^2 \times 3$ (paneles) = 5821056 mm^2 .

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Realice un taller y estimule la capacidad de análisis de datos a partir de una ficha técnica, trabajo en equipo y obtención de conclusiones.
- El ejercicio requiere de una importante mediación por parte del docente.
- Sugiera a los estudiantes comparar la cantidad de celdas de un panel fotovoltaico que produce 12 V, con el panel del ejemplo.
- Recordar a los estudiantes $1 \text{ kW}=1000 \text{ W}$.
- Analice junto a los estudiantes el método de resolución y los resultados obtenidos.
- Realice una actividad de cierre, donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Se sugiere al docente realizar una Demostración guiada del uso de una ficha técnica y extracción de sus datos antes de aplicar la evaluación.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente elaborar una guía de desarrollo para trabajar en clases y que se debe complementar con la indagación y definición de algunos términos. Cada equipo deberá entregar la guía de desarrollo en el plazo que determine el docente y la retroalimentación se realizará posteriormente (una vez corregidas las guías por el docente).
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 50 a 56 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión de los diferentes tipos de conexión (serie y paralelo) y producción eléctrica generada según el tipo de conexión de celdas.

ACTIVIDAD 12

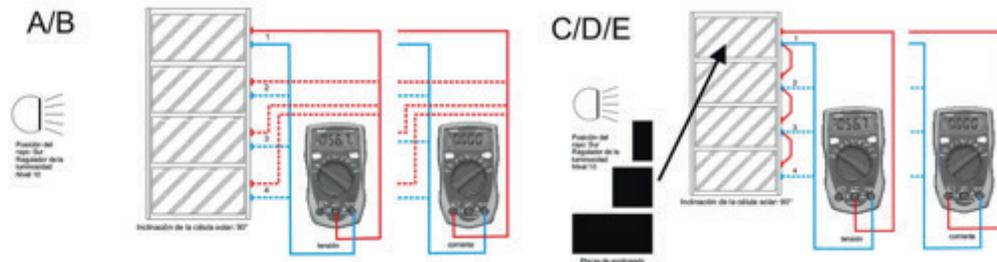
Analizar el efecto de la conexión en serie y paralelo en el voltaje y la corriente de las celdas solares



Taller de aplicación: Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades enfocadas a analizar el efecto de la conexión serie y paralelo en el voltaje y la corriente de las celdas solares.

Conexión en serie de células solares/sombreado

Estructura



Esquema de conexiones

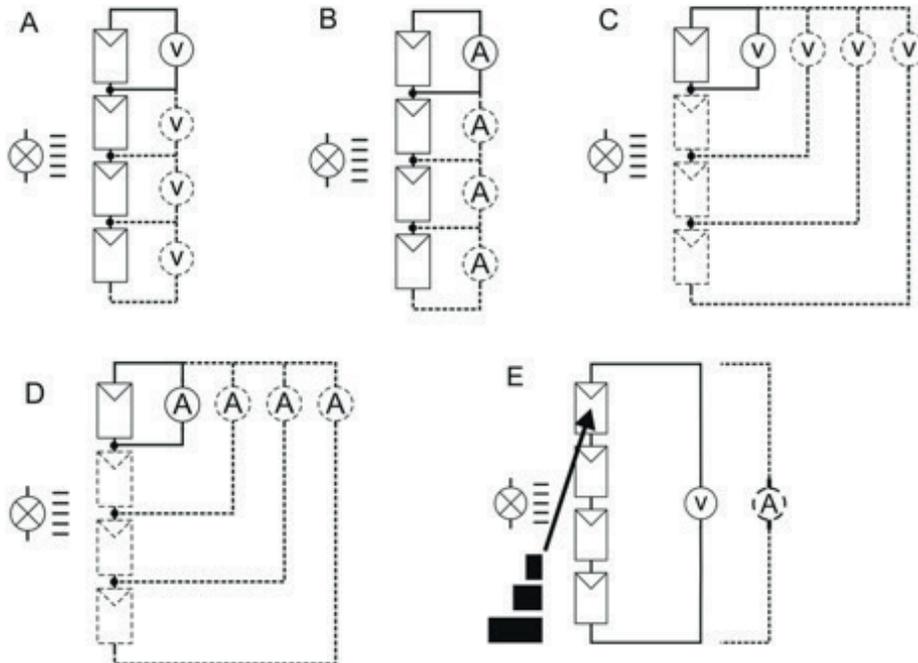


ILUSTRACIÓN 12: ESQUEMA DE CONEXIÓN EN SERIE DE CÉLULAS SOLARES/SOMBREADO

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

Forme equipos de trabajo con los estudiantes y construya el experimento de acuerdo con la ilustración 12; donde el brazo de la lámpara se encuentra en la posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10. Recuerde que en Chile debiera ser posición Norte, y que en el caso del maletín es Sur por ser de origen Europeo.

- A:** Conecte un multímetro como voltímetro de acuerdo con la representación, el interruptor de selección de rango se debe ajustar a la posición V DC. En las células solares 1-4, mida la tensión en circuito abierto e introdúzcala en la tabla.
- B:** Conecte el segundo multímetro como amperímetro según se representa, el interruptor de selección de rango se debe ajustar a la posición A DC. En las células solares 1-4, mida la corriente de cortocircuito e introdúzcala en la tabla 1.
- C/D:** A continuación, realice una conexión en serie de la célula solar (1 y 2), (1, 2 y 3) y de las cuatro células solares según se representa arriba a la derecha y con los mismos ajustes del multímetro, mida la tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito de la serie e introdúzcalas en la tabla 2.
- E:** Por último, en la conexión en serie de las cuatro células solares sombreé la célula solar con la menor corriente de cortocircuito por pasos con las placas de sombreado y, de nuevo, introduzca los valores de corriente y tensión en la tabla 3.

¿Qué se deduce de la evaluación de las tablas individuales?

RESPUESTAS ESPERADAS

Tabla 1

	CÉLULA SOLAR 1	CÉLULA SOLAR 2	CÉLULA SOLAR 3	CÉLULA SOLAR 4
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO (V)	0,56	0,56	0,55	0,56
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (mA)	217	284	279	215

- La tensión en circuito abierto de cada una de las células solares se diferencia poco.
- La corriente de cortocircuito de las células solares exteriores es menor que la de las interiores.

Tabla 2

	CÉLULA SOLAR 1	CONEXIÓN EN SERIE CÉLULA SOLAR 1+2	CONEXIÓN EN SERIE CÉLULA SOLAR 1+2+3	CONEXIÓN EN SERIE CÉLULA SOLAR 1+2+3+4
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO (V)	0,56	1,10	1,64	2,18
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (mA)	217	218	218	216

- Las tensiones de las células individuales se añaden.
- La corriente de cortocircuito toma el valor de la célula con el valor más bajo.

Tabla 3

	SIN SOMBREADO	1/4 SOMBREADO	1/2 SOMBREADO	SOMBREADO TOTAL
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO (V)	2,18	2,18	2,16	1,18
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (mA)	216	187	112	1

- El valor de la tensión en circuito abierto cambia poco.
- La corriente de cortocircuito se determina por la célula solar sombreada y se reduce con el aumento del sombreado hasta el valor aproximativo: 0

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Realice un taller y estimule la capacidad de análisis de datos, trabajo en equipo y obtención de conclusiones.
- Recuerde a los estudiantes ser cuidadosos con los materiales de trabajo.
- Pida a los estudiantes sintetizar los resultados en un papelógrafo, que se presentará en la exposición de cierre.
- Analice junto a los estudiantes el método de resolución y los resultados obtenidos, velando por que conozcan la diferencia de una conexión en serie y otra en paralelo de celdas fotovoltaicas: en serie el voltaje se suma y la corriente se mantiene, en paralelo las corrientes se suman y el voltaje se mantiene.
- Exposiciones de cierre, donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la rúbrica para evaluar montajes.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- www.energia.gob.cl/energias-renovables
- www.minenergia.cl/exploradorsolar
- www.minenergia.cl/techossolares/?page_id=9

1.4.2. Arreglo fotovoltaico

En este apartado se presenta la versatilidad que se puede alcanzar en los sistemas fotovoltaicos gracias a los diferentes arreglos de paneles que se pueden realizar, cubriendo los requerimientos de tipo residencial hasta los requerimientos de una ciudad. Además se especifican las características eléctricas de los arreglos fotovoltaicos en la Guía de apoyo para estudiantes de la página 56 a 60.

1.5. EFECTOS DE LAS SOMBRAS E INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

1.5.1. Efectos del sombreado de celdas

El efecto del sombreado de las celdas es un factor que puede impactar a la producción del sistema fotovoltaico. Pero existen formas de disminuir este efecto: gracias al tipo de conexión y gracias al uso de dispositivos como los diodos de bypass. Estos contenidos se encuentran desarrollados en la Guía de apoyo para estudiantes de la página 60 a 64.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Efecto de las sombras: Se sugiere revisar el siguiente video relacionado al efecto de sombras en celdas solares (6:14 minutos): www.youtube.com/watch?v=UNPJapaZICU.

Se sugiere revisar el siguiente video relacionado al efecto de sombras en celdas solares (0:56 minutos): www.youtube.com/watch?v=JTDSPjDSrS8

Arco eléctrico por falla:

- www.youtube.com/watch?v=apZm4UZ9rrQ
- www.youtube.com/watch?v=9_JBVz5kIkE
- www.youtube.com/watch?v=pTEBNag5FNO
- www.youtube.com/watch?v=eA4vjKYv5oc
- www.youtube.com/watch?v=5kESnvSHR3U

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 60 a 69 de la Guía de apoyo para estudiantes. Se desarrollan actividades teórica y prácticas que permitan reforzar el efecto de la sombra en las celdas solares fotovoltaicas y buscar algunas medidas de mitigación.

ACTIVIDAD 13

Efecto de las sombras sobre las celdas solares



1. Forme un equipo de trabajo de acuerdo a las instrucciones entregadas por el docente.
2. Discuta cuáles pueden ser las causas más probables del sombreado sobre los módulos fotovoltaicos.
3. Sintetice el efecto del sombreado sobre los módulos fotovoltaicos.
4. ¿El sombreado afecta la potencia de salida de los módulos fotovoltaicos proporcionalmente al número de paneles afectados?
5. Redacte tres ejemplos de medidas que se pueden aplicar para disminuir el efecto de las sombras sobre un panel solar.
6. Los resultados de esta actividad deberán ser expuestos en una presentación a realizar en la clase siguiente.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Forme equipos de trabajo de acuerdo a un criterio establecido (azar o intencionado) que permita a los estudiantes reflexionar e intercambiar argumentos con compañeros con los que no suelen colaborar.
- Invite los estudiantes a realizar una pequeña presentación con los resultados de esta actividad, utilizando algún software de presentación como PowerPoint o Prezzi.
- Es importante fomentar en los estudiantes la colaboración, el uso de TICs, la capacidad de síntesis de ideas y expresión oral.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la pauta para presentaciones orales.
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 60 a 64 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad práctica se realiza utilizando el maletín de fundamentos con el fin de realizar mediciones que corroboren las afirmaciones realizadas en el enunciado que relaciona el voltaje y corriente de corto circuito con diferentes condiciones de sombra.

Se sugiere al docente reforzar el siguiente comportamiento y reflexión antes de realizar la actividad 14.

Las células solares cristalinas de silicio se componen de dos capas de semiconductores, con carga positiva y negativa. Si la energía lumínica llega a la célula, el semiconductor absorbe algunos fotones. Así se liberan electrones en la capa negativa y fluyen desde el semiconductor a la capa positiva a través de un circuito de corriente externo.

Sin carga se puede medir una tensión en los contactos exteriores, la tensión en circuito abierto UL.

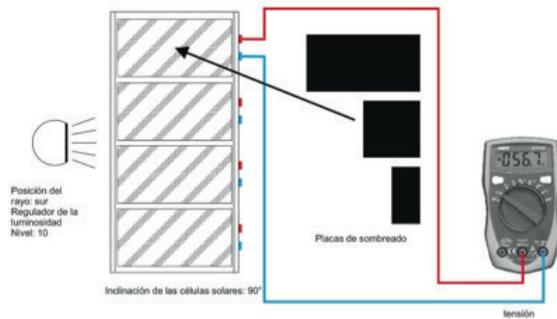
¿En qué medida depende la tensión en circuito abierto de la superficie irradiada de la célula solar?

ACTIVIDAD 14

Efecto de las sombras sobre las celdas solares, ejercicio práctico



Estructura



Esquema de conexiones

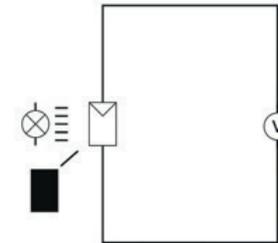


ILUSTRACIÓN 13: ESQUEMA DE ESTRUCTURA Y CONEXIONES

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

Construya el experimento de acuerdo con la representación mostrada más arriba.

- El brazo de la lámpara se encuentra en la posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10.
- El interruptor de selección de rango del multímetro como voltímetro debe ajustarse a la posición V DC (1 V = 1000 mV).
- Cubra completamente la célula solar con la placa de sombreado 1/1 (coloque el regulador en 0 provisionalmente para este sombreado), mida la tensión en circuito abierto e introduzca el valor en la tabla 1.
- Continúe con la posición 10 del regulador, con la mitad cubierta, con 1/4 cubierto y uno sin cubrir y mida la tensión en cada caso. Introduzca los valores medidos en la tabla y una los puntos de las mediciones con líneas.

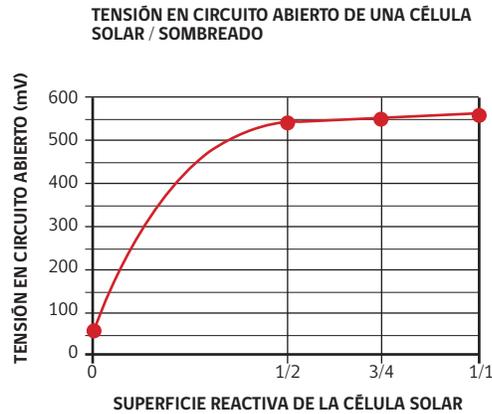
A: ¿Qué conocimiento se obtiene de la medición?

RESPUESTAS ESPERADAS

Tabla 1

SUPERFICIE IRRADIADA DE LA CÉLULA SOLAR	0	1/2	1/4	1/1
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO [mV]	54	542	558	563

Gráfico 1



A: Incluso en la irradiación de una superficie pequeña, la tensión está en el rango de tensión en circuito abierto de toda la célula Solar.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Debe velar porque los estudiantes comprendan que el efecto de las sombras es una condición de suma importancia para el diseño y ubicación de un sistema fotovoltaico. Además deben comprender y aplicar las medidas de mitigación en caso de que el efecto del sombreado sea inevitable.
- Hacer Presentación de cierre de los montajes donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Evaluación: de tipo sumativa.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.5.2. Orientación e Inclinación de los módulos fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se encuentran fijos en una estructura, mientras que el sol varía su posición durante el día, por lo que la cantidad de radiación que reciben cambia. Existe también una variación de la radiación en función de la estación del año, debido a la inclinación de la tierra respecto al sol. Es importante comprender estas variaciones para determinar la orientación e inclinación que maximice el rendimiento del sistema fotovoltaico. Estos contenidos se encuentran desarrollados en la página 64 de la Guía de apoyo para estudiantes.

Para garantizar y maximizar el rendimiento del sistema fotovoltaico, se debe encontrar la orientación e inclinación óptima de los paneles solares. Las orientaciones y recomendaciones para lograr la mejor instalación de paneles fotovoltaicos se presentan en las páginas 66 y 67 de la Guía de apoyo para estudiantes.

Un sistema de seguimiento, es un equipo que busca dar la mejor orientación e inclinación posibles a los paneles solares, permitiendo un incremento de entre un 25 - 30% más de energía captada que para una instalación del tipo fija y entre un 33 - 38% en el caso de los seguidores duales o de doble eje. Esto puede permitir reducir la cantidad de paneles solares necesarios, al incrementar la eficiencia de la conversión energética.

Sin embargo, esos sistemas de rastreo pueden ser demasiado grandes, poco prácticos y costosos para la mayoría de las instalaciones, siendo recomendados para montaje sobre suelo (no sobre techo).

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 64 a 67 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del efecto de la orientación y la inclinación de las celdas fotovoltaicas, utilizando la información para hacer recomendaciones técnicas de acuerdo a la zona en la que se ubican las celdas fotovoltaicas.

ACTIVIDAD 15

Analizar el efecto de la orientación y la inclinación sobre las celdas fotovoltaicas



De acuerdo a los contenidos expuestos:

1. Discuta cuál debería ser el ángulo de inclinación óptimo de una instalación fotovoltaica en su localidad (lugar en el que se encuentra).
2. ¿Cuál es la orientación óptima de una instalación fotovoltaica?
3. ¿A qué corresponde el acimut en una instalación fotovoltaica? Sintetice el concepto.
4. ¿Existen ventajas en la utilización de un sistema de seguimiento solar?, ¿cuáles serían sus posibles desventajas? Justifique sus respuestas.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la utilización de información teórica.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Debe velar porque los estudiantes reconozcan la orientación e inclinación óptima de un arreglo fotovoltaico de acuerdo a las condiciones de instalación (Para realizar este ejercicio se pueden apoyar con el Explorador Solar del Ministerio de Energía www.minenergia.cl/exploradorsolar).
- Conclusiones de cierre, donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Evaluación Tipo diagnóstica, se sugiere al docente realizar una "lluvia de ideas", anotar en la pizarra las respuestas de los estudiantes, corrigiendo los conceptos erróneos y fortaleciendo aquellos que lo requieran.

Para realizar la actividad que sigue, se sugiere al docente reforzar el siguiente concepto y reflexión con los estudiantes.

El ángulo de incidencia de la luz solar en relación con la tierra cambia según el momento del día y la estación. Así, por ejemplo, los rayos de sol inciden sobre una célula solar fija con un ángulo por la mañana y otro a mediodía.

¿Qué relación existe entre el ángulo de incidencia de la luz en la célula solar y la intensidad de la corriente de cortocircuito?



ILUSTRACIÓN 14: ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA LUZ EN LA CÉLULA SOLAR

Fuente: "Experimentos con células solares", Manual SOLARTRAINER junior. Empresa Payelec, 2017

ACTIVIDAD 16

Análisis del efecto de la orientación sobre las celdas fotovoltaicas a partir de las mediciones realizadas con el maletín de fundamentos



Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades de acuerdo a la siguiente representación:

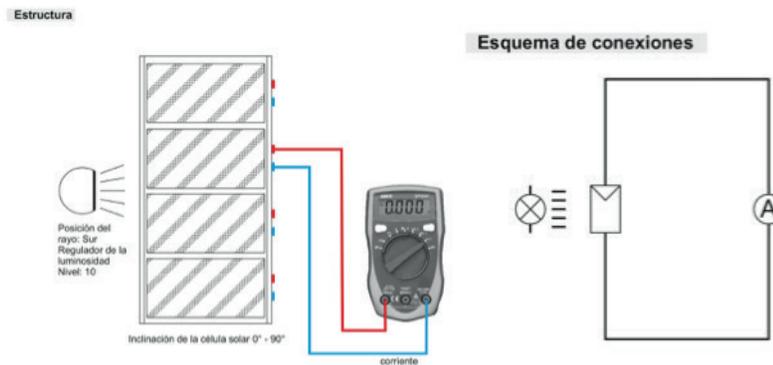


ILUSTRACIÓN 15: ESQUEMA DE ESTRUCTURA Y CONEXIONES EFECTO ORIENTACIÓN

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

Construya el experimento de acuerdo con la ilustración 15.

- Conecte el multímetro como amperímetro según la representación, el interruptor de selección de rango debe ajustarse a la posición A DC.
- El brazo de la lámpara se encuentra en posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10.
- En primer lugar, ajuste la carcasa de la célula solar a la posición de 90°, mida la corriente de cortocircuito e introduzca los valores en la tabla 1.
- A continuación, gire la carcasa de la célula solar en pasos de 15°- hasta la posición 0° y guarde todos los valores en la tabla.
- Introduzca los valores en el gráfico 1 en el diagrama y una los puntos de medición con líneas.
- Diseñe una breve presentación de sus resultados.

A: ¿Qué relaciones se derivan de entre el ángulo de irradiación de la luz en la célula solar y la intensidad de la corriente de cortocircuito?

RESPUESTAS ESPERADAS

Tabla 1

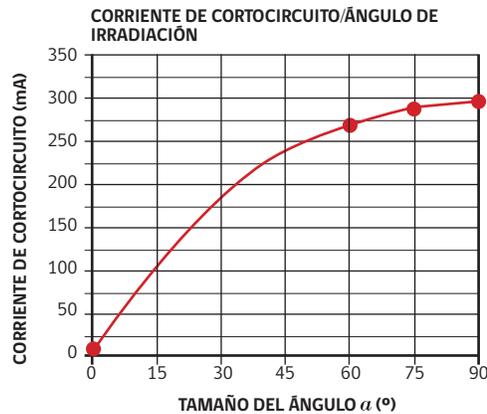
Determine la corriente de corto circuito en los siguientes ángulos

TAMAÑO DEL ÁNGULO α (°)	90	75	60	45	30	15	0
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (mA)	286	281	267	238	182	93	9

Gráfico 1

Dibuje la curva de corriente de cortocircuito versus cada uno de los ángulos.

¿Qué sucede con la corriente?



- A:** Si los rayos de luz inciden en un ángulo de 90° sobre la superficie de la célula solar, la corriente de cortocircuito es máxima. Conforme se reduce el ángulo, también se reduce la intensidad de la corriente de cortocircuito con cifras cada vez más grandes.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los estudiantes deben verificar el comportamiento variable de la corriente en función de distintos ángulos de inclinación.
- Actividad de cierre, donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Evaluación: de tipo sumativa.
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.6. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

A continuación se presentan los diferentes elementos que componen un sistema fotovoltaico.

1.6.1. Inversores

El inversor es uno de los dispositivos de mayor importancia de un sistema fotovoltaico, tanto en costo como en función. Este equipo, es el encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna. En este apartado de la Guía de apoyo para estudiantes se presentan los tipos de inversores y su eficiencia, los inversores para sistemas independientes de la red y los inversores para conexión a red y sus configuraciones.

1.6.2. Inversores para sistemas independientes de la red (Off Grid)

Estos inversores están diseñados para su instalación y operación en lugares donde no hay acceso a la red de distribución eléctrica, utilizando como fuentes alternas la energía proveniente del sol (solar) o la de los vientos (eólica) para cargar las baterías.

1.6.3. Inversores para conexión a red (On Grid)

Los inversores solares para conexión a red sincronizan la electricidad que producen, con el mismo voltaje y frecuencia que viene desde la red, permitiendo que el sistema inyecte directamente en ella, usualmente a través de un medidor bidireccional. La mayoría de los inversores de conexión a red están diseñados para operar sin el respaldo de baterías.

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 70 a 74 de la Guía de apoyo para el estudiante. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión sobre los diferentes tipos de inversores y su uso en los sistemas solares fotovoltaicos, analizando diferentes casos y el contexto de cada situación para realizar una recomendación fundamentada en los aspectos técnicos.

ACTIVIDAD 17

Tipos de inversores y su uso



Analice las situaciones teóricas y recomiende el tipo de inversor que se debe instalar para cada caso. Justifique su respuesta.

Situación A:

Un agricultor localizado en la zona de Curacaví necesita energía eléctrica económica para hacer funcionar sus bombas de riego para sus cultivos. Para ello, decide instalar un sistema fotovoltaico. Las bombas de riego serán utilizadas solo en los meses de verano. Durante los meses de invierno, que no utilizará el sistema de bombeo, la energía que genere el sistema fotovoltaico será inyectada a la red pública de electricidad (red de distribución).

Situación B:

Una persona tiene una estación de radio en la precordillera y no tiene acceso a la red pública de electricidad. Decide instalar un sistema fotovoltaico para proveerse de energía.

RESPUESTAS ESPERADAS

- **Situación A:** Debe recomendar un inversor para conexión a red.
- **Situación B:** Debe recomendar un inversor aislado.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de los conocimientos.
- Promueva la expresión escrita y oral de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- El estudiante debe reconocer las características de un inversor con conexión a red y un inversor aislado y sus diferentes aplicaciones.
- Actividad de cierre, donde se exponen y comparan los resultados y su correcta interpretación.
- Evaluación de tipo formativa, se sugiere al docente realizar una dinámica simple de preguntas y respuestas orales.

1.6.4. Baterías

En los sistemas fotovoltaicos aislados (Off Grid), se requiere almacenar la energía eléctrica producida por los paneles solares que no será inmediatamente consumida por las cargas. Para este efecto se utilizan las baterías que son una parte esencial de una instalación solar aislada y definen el voltaje de operación. En este apartado de la Guía de apoyo para estudiantes se presentan las principales características de las baterías y las posibles configuraciones de conexiones que se pueden utilizar en los sistemas fotovoltaicos.

Para realizar la actividad, considere la información de la página 75 a 78 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión sobre las consideraciones y tipos de conexión a un banco de baterías.

ACTIVIDAD 18**Tipos de conexionado en un banco de baterías**

- ¿Cuál es la mínima cantidad de baterías de 6V para armar un banco de 48V? ¿Cómo deberían conectarse, en serie o en paralelo?
- Con el número de baterías de la pregunta anterior, diseñe un banco en 24 V (debe utilizar todas las baterías).

Presente los resultados utilizando esquemas que presenten las baterías y el tipo de conexión (serie o paralelo).

RESPUESTAS ESPERADAS

- La cantidad mínima de baterías de 6 V que deben conectarse para obtener un banco en 48 V es de 8 unidades. Las baterías deben conectarse en serie.
- Para lograr un banco en 24 V con 8 baterías de 6 V, cada una, se debe conectar 4 baterías en serie, para lograr 24 V, conectando ese banco con otra serie de 4 baterías, en paralelo. Así, se tendrán series de 4 baterías de 6 V conectadas en paralelo, con una tensión total del banco en 24 V.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de los conocimientos.
- Los estudiantes deben resolver matemáticamente el problema y luego presentar los resultados en un esquema.
- Los estudiantes deben establecer dos conexiones, considerando que el circuito en paralelo se aumenta la corriente y en un circuito en serie se aumenta el voltaje.
- Actividad de cierre en la que se retroalimenta el ejercicio y se corrigen los errores.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente entregar una guía de desarrollo para que los estudiantes contesten de forma individual. Estos deben entregarla antes del cierre y retroalimentación del docente.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.6.5. Controladores de carga

Los controladores de carga sirven para regular las fluctuaciones de voltaje o corriente proveniente del panel solar y adaptarlas a las necesidades de la batería que está siendo cargada. Su descripción y funciones se presentan en la página 79 de la Guía de apoyo para el estudiante.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, presentado en la Guía de apoyo para el Estudiante, de forma práctica, analizando las consecuencias al no incorporar un controlador de carga en un sistema fotovoltaico.

ACTIVIDAD 19

Cuidado del banco de baterías



- ¿Cuál serían las potenciales consecuencias de no utilizar un controlador de carga para un banco de baterías?

RESPUESTAS ESPERADAS

- Posible sobrecarga del banco de baterías y su posterior destrucción ya que no existe elemento que limite la corriente de salida de los paneles.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se sugiere realizar una lluvia de ideas, discusión del tema.
- Desarrollan las conclusiones en base a la discusión.
- Evaluación: de tipo formativa, se sugiere una dinámica simple de preguntas-respuestas.

1.6.6. Fusibles, diodos de by-pass y diodos de bloqueo

En los módulos solares fotovoltaicos, como en todo dispositivo eléctrico, pueden producirse variaciones o interrupciones de energía. Para controlar estos problemas, se utilizan los fusibles y los diodos. Estos contenidos se desarrollan en la Guía de apoyo para estudiantes en la página 80 a 86.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, realizando una relectura de la información para contestar un cuestionario.

ACTIVIDAD 20**Utilidad de los diodos de bypass**

Utilizar diodos de bypass en las celdas fotovoltaicas.

Considere la caja de conexión de un panel fotovoltaico del laboratorio y responda lo siguiente:

- ¿Cuál es la utilidad de los diodos de bypass o de paso en un módulo fotovoltaico?
- Dibuje un diagrama indicando la instalación de diodos entre celdas y explique su funcionamiento.
- ¿Para qué se utilizan los diodos de bloqueo dentro de una instalación fotovoltaica?

RESPUESTAS ESPERADAS

- Los diodos de paso o de bypass se utilizan para desviar la corriente alrededor de una celda que se encuentre sombreada.
- Cuando una celda está sombreada, el diodo de paso ofrece un camino alternativo (puente) a la corriente. Si el diodo no estuviera, la celda sombreada actuaría como un consumo o carga en el circuito, en vez de actuar como un generador de electricidad.
- Los diodos de bloqueo se utilizan en las conexiones en paralelo de cada línea de strings. En caso de que alguno de los strings presente una falla, el diodo de bloqueo previene la circulación de corriente inversa, es decir, hacia el string en falla. Con esta medida, se previene la sobrecarga de las celdas solares y su consecuente pérdida de energía.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Realice un taller y estimule la capacidad de análisis de datos, y obtención de conclusiones.
- Analice junto a los estudiantes los resultados obtenidos.
- El estudiante debe reconocer el funcionamiento y utilización de los diodos de bypass en módulos fotovoltaicos.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo sumativa.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

Esta actividad tiene como propósito comprobar el contenido teórico, presentado en la Guía de apoyo para el Estudiante, de forma práctica, mediante la medición de variables asociadas a los sistemas fotovoltaicos en el laboratorio.

ACTIVIDAD 21

Efectividad de los diodos en paneles con celdas bajo sombra



Práctica: Utilizando el Maletín de fundamentos, realice las siguientes actividades:

Construya el experimento de acuerdo con la siguiente representación:

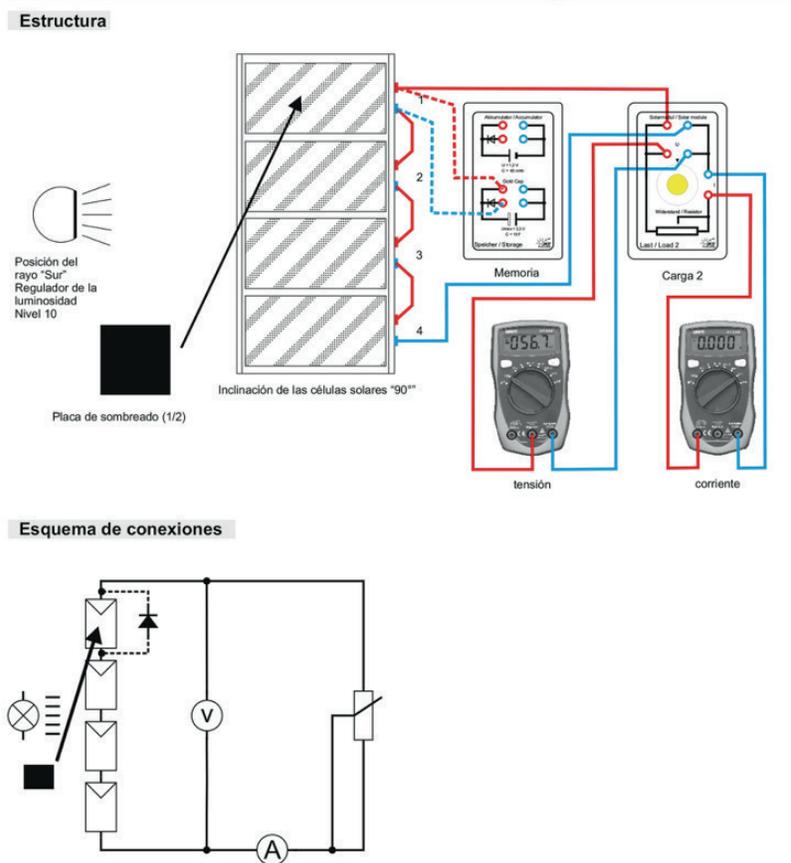


ILUSTRACIÓN 16: ESQUEMA DE ESTRUCTURA Y CONEXIONES DIODOS

Fuente: Payelec, Manual Solartrainer, 2017

- Con sombreado 1/2 sin diodo de bypass.
 - El brazo de la lámpara se encuentra en la posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10.
 - Conecte un multímetro como se muestra, el selector de rango debe estar en la posición V DC.
 - Conecte un multímetro como se muestra, el selector de rango debe estar en la posición A DC.
- A:** Gire el botón de giro del aparato (carga 2) totalmente a la derecha (resistencia máxima). Con el botón de giro, ajuste el primer valor de corriente en la tabla A e introduzca el valor de tensión que falta.
- Ahora, ajuste el siguiente valor indicado e introduzca el valor que falta en la tabla. Continúe hasta introducir todos los valores. Ahora trace en el diagrama una curva característica con los valores medidos.
 - Construya el experimento de acuerdo con la ilustración 16, con sombreado 1/2 con diodo de bypass.
 - El brazo de la lámpara se encuentra en la posición Sur, el regulador de la luminosidad en el nivel 10.
- B:** Gire el botón de giro del aparato (carga 2) totalmente a la derecha (resistencia máxima). Con el botón de giro, ajuste el primer valor de corriente en la tabla B e introduzca el valor de tensión que falta. Ahora, ajuste el siguiente valor indicado e introduzca el valor que falta en la tabla. Continúe hasta introducir todos los valores. Ahora trace en el diagrama una segunda curva característica con los valores medidos.

¿Se observa alguna diferencia en la tensión de las celdas sombreadas con y sin diodo de bypass?

¿Qué sucede con la corriente y la potencia en ambos casos?

RESPUESTAS ESPERADAS

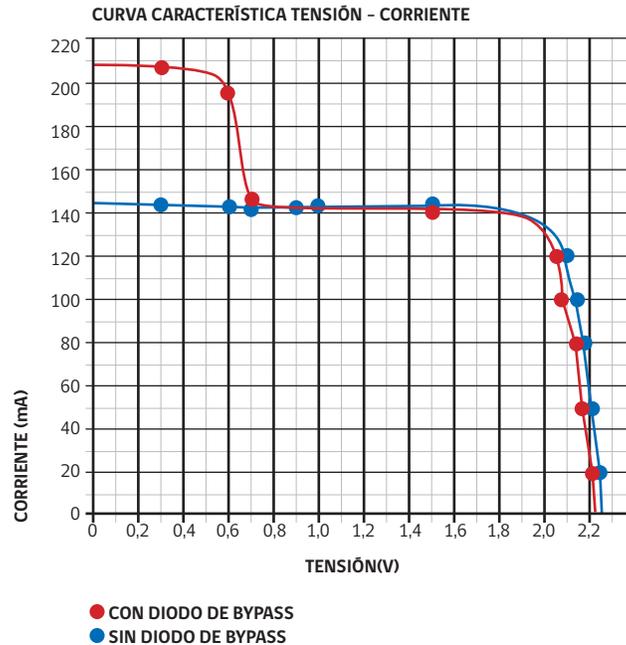
Tabla A: Sin diodo de bypass

TENSIÓN (V)	2,25	2,22	2,17	2,14	2,09	1,50	1,00	0,90	0,70	0,60	0,30
CORRIENTE (mA)	22	50	80	100	120	141	141	141	141	142	142

Tabla B: Con diodo de bypass

TENSIÓN (V)	2,21	2,17	2,13	2,09	2,05	1,50	1,00	0,90	0,70	0,60	0,30
CORRIENTE (mA)	20	50	80	100	120	140	142	148	194	209	215

Gráfico 1



- En la conexión en serie de células solares y sombreando sin diodo de bypass, la intensidad de corriente máxima se determina por la célula solar sombreada.
- En la conexión en serie de células solares y sombreando con diodo de bypass, la corriente máxima se desvía por el diodo de bypass sorteando la célula solar sombreada.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los estudiantes deben reconocer la función de un diodo de bypass bajo condiciones de sombra de una celda fotovoltaica, destacando las ventajas de su utilización.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente entregar una guía de desarrollo para que los estudiantes contesten de forma individual. Estos deben entregarla antes del cierre y retroalimentación del docente.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

1.6.7. Protecciones Corriente Continua (CC) y Corriente Alterna (CA)

Las protecciones eléctricas juegan un rol importante dentro de un sistema fotovoltaico. Se presentan los elementos de protección a considerar. Para lograr este propósito como desconector CC, protección de falla a tierra, interruptor CA e interruptor diferencial (página 89 a 91 de la Guía de apoyo para estudiantes). Se recomienda referenciar el RGR N°02/2017 donde se exigen estas protecciones.

1.7. CABLEADO Y CONEXIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

RECUERDA

Es importante indicar que el cableado, canalización, instalación y diseño se debe regir por la normativa vigente (en el caso de instalaciones aisladas deben ceñirse a los instructivos técnicos RGR N° 01 y 02/2017).

1.7.1. Sistemas fotovoltaicos aislados (Off Grid)

Un sistema fotovoltaico aislado, es un sistema solar automático que produce potencia eléctrica para cargar un banco de baterías durante el día, para su uso en la noche o cuando la energía del sol no está disponible. Se presenta sistema fotovoltaico aislado simplificado y sus principales componentes en la Guía de apoyo para estudiantes en la página 91.

1.7.2. Factores importantes al utilizar un sistema fotovoltaico aislado

Se presentan las recomendaciones más importantes a considerar cuando se realiza una instalación de un sistema fotovoltaico aislado, en la Guía de apoyo para estudiantes de la página 93.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión sobre la instalación de un sistema fotovoltaico con banco de baterías en corriente continua, realizando una relectura de la información para contestar un cuestionario.

ACTIVIDAD 22

Instalación Sistema Fotovoltaico Aislado con banco de baterías en sistema corriente continua



Analizar instalación fotovoltaica aislada (Off Grid) con banco de baterías en sistema de corriente continua.

- ¿Cuál debe ser la secuencia de conexión para los distintos componentes? (excluir el inversor en esta actividad).
- ¿Por qué se debe conectar la batería al regulador (controlador) de carga en primer lugar?
- ¿Por qué es necesario indicar al regulador de carga que tipo de batería se va a utilizar?
- ¿Qué significa el concepto "Estado de Carga" (SOC, State Of Charge en inglés)?
- ¿Qué sucede con la corriente del generador fotovoltaico cuando la batería está descargada?
- ¿Qué sucede con la corriente del generador fotovoltaico cuando la batería se carga al 100%?

RESPUESTAS ESPERADAS

- **Paso 1:** conectar batería a controlador de carga, **paso 2:** conectar panel a controlador de carga, paso 3: conectar consumos al controlador de cargas.
- Porque el banco de baterías establece el voltaje de trabajo del sistema (12V, 24V y/o 48V).
- Por los algoritmos de carga que tiene incluidos, los cuales son diferentes para cada tecnología de baterías (líquidas, AGM, gel).
- El Estado de Carga es una medición indirecta porcentual de la capacidad del banco de baterías durante su ciclo de trabajo.
- La corriente es entregada al banco de baterías a través del controlador de carga.
- Los paneles fotovoltaicos quedan en circuito abierto, no hay absorción de corriente por parte de las baterías.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de los conocimientos.
- Promueva la expresión escrita y oral de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los estudiantes deben reconocer el funcionamiento e importancia del controlador de carga en un sistema fotovoltaico aislado.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo sumativa.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

La siguiente actividad práctica se realiza en el banco de entrenamiento, considere la información de la página 91 a 93 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito comprobar el contenido teórico, de forma práctica, mediante la medición de variables asociadas a los sistemas fotovoltaicos aislados en el laboratorio.

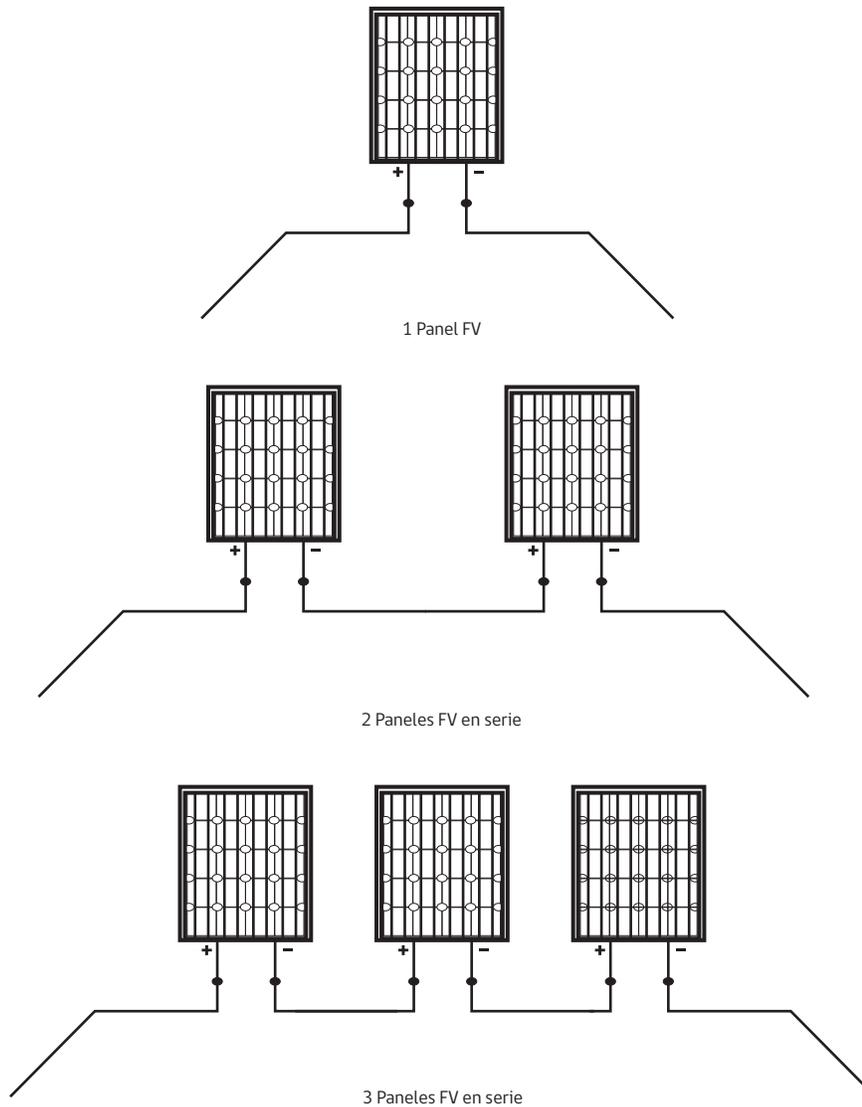
ACTIVIDAD 23

Funcionamiento de un sistema fotovoltaico aislado (Off Grid) sin inversor



Utilizando el Banco de entrenamiento, realice las siguientes actividades:

- Realice pruebas con distintas corrientes del generador fotovoltaico y con distintos consumos y anote los valores de las corrientes que van hacia la batería y hacia los consumos. Determine en qué momento las cargas comienzan a tomar energía desde la batería.
- Para lograr diferentes corrientes con el generador FV, efectúe las siguientes conexiones mostradas a continuación, utilizando los paneles FV de 50 Wp:



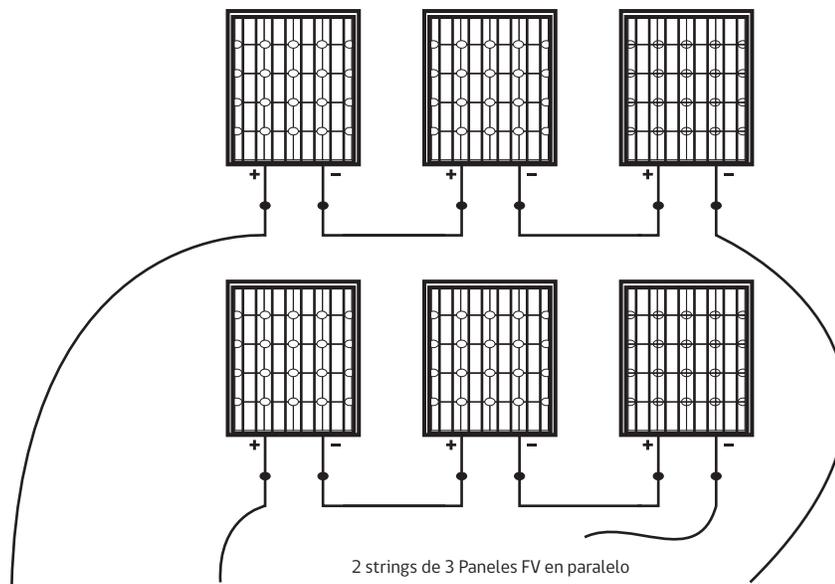
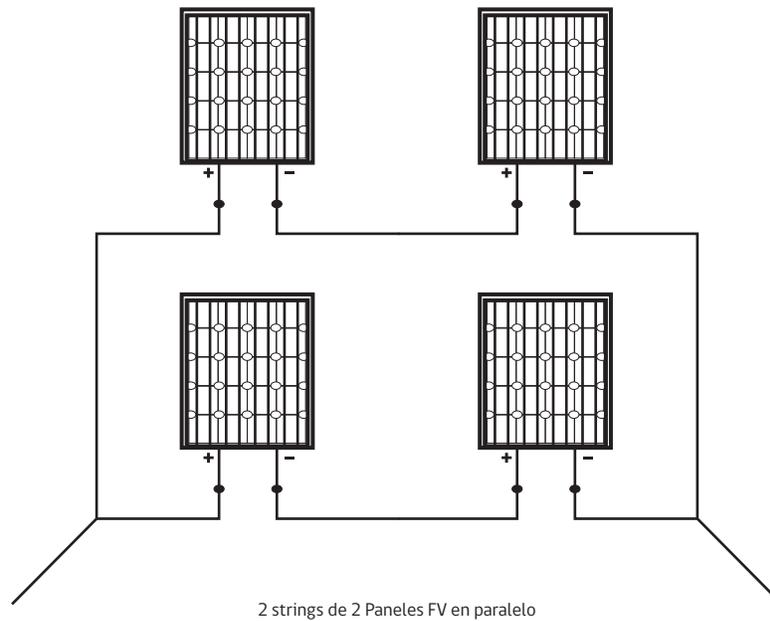


ILUSTRACIÓN 17: ESQUEMAS DE CONEXIONES STRING Y PARALELO

- Efectúe las conexiones al controlador de carga. Recuerde que primero se conectan las baterías (conectores f y g) al controlador de carga y luego los paneles (conectores d y e), de acuerdo al siguiente diagrama:

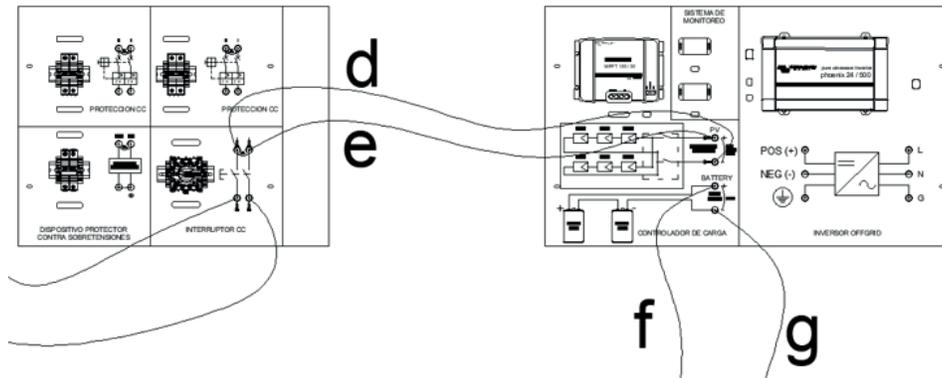


ILUSTRACIÓN 19: ESQUEMAS DE CONEXIONES AL CONTROLADOR DE CARGA

- Efectúe las conexiones de las baterías a las protecciones correspondientes y luego conecte las cargas en corriente continua, de acuerdo al siguiente diagrama:

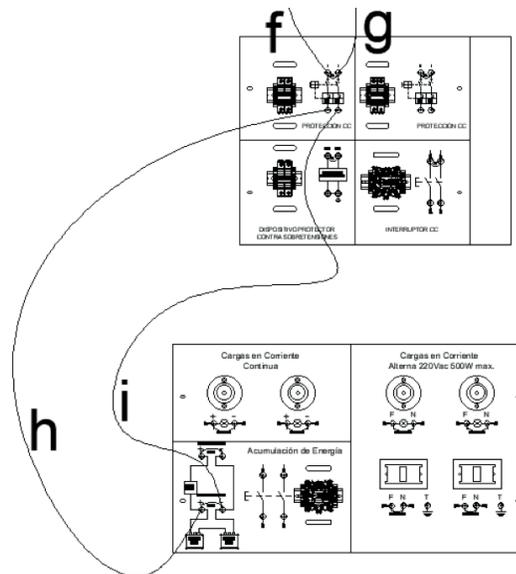


ILUSTRACIÓN 20: ESQUEMAS DE CONEXIONES DE LAS BATERÍAS

- Dibuje los flujos de corriente en los tres casos siguientes:
 - Radiación total, batería descargada, sin consumos conectados.
 - Radiación total, batería completamente cargada, sin consumos conectados.
 - Sin radiación (noche), batería cargada y consumos conectados.

Los valores dependerán de la fuente lumínica utilizada para la actividad. Pruebe y utilice la misma para la práctica con los estudiantes.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los equipos de estudiantes deben determinar la variación en el funcionamiento de un sistema aislado conforme a los cambios de radiación y carga de baterías.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo formativa en la que aprendizaje se realiza de forma práctica y en la que la dinámica de ensayo-error tiene una gran importancia. Se sugiere al docente sacar partido a los errores, beneficiando a todos los estudiantes con la corrección y retroalimentación de estos.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, realizando una relectura de la información sobre las instalaciones fotovoltaicas aisladas con baterías en sistema de corriente alterna para contestar un cuestionario.

ACTIVIDAD 24

Instalación fotovoltaica aislada (Off Grid) con banco de baterías en sistema de corriente alterna (con inversor)



1. ¿Qué tipos de inversores existen?
2. Indique las ventajas y desventajas de los inversores con salida de tensión de: onda cuadrada, trapezoidal y sinusoidal.
3. ¿Cuáles son las consideraciones más importantes a tener en cuenta al operar un inversor aislado?
4. ¿Cómo se determina la potencia del inversor a utilizar?

RESPUESTAS ESPERADAS

1. Revisar el apartado 1.6 Componentes de los sistemas FV, punto 1.6.1 Inversores
2. Respuestas
 - Onda cuadrada:
 - **Ventajas:** económicos y de tecnología simple.
 - **Desventajas:** no permite la operación de equipos electrónicos, no permite el uso de interruptor diferencial.
 - Onda trapezoidal:
 - **Ventajas:** económicos y de tecnología simple.
 - **Desventajas:** permite su utilización solamente en algunos equipos electrónicos.
 - Onda sinusoidal:
 - **Ventajas:** permite operar todo tipo de equipos electrónicos, permite la operación de una instalación eléctrica con dispositivos de protección (diferenciales).
 - **Desventajas:** tiene un mayor precio respecto a las otras alternativas.
3. Potencia máxima de los equipos conectados, protección de personas (interruptores diferenciales), en caso de conectar varios equipos, verificar el calibre del cableado que suministra energía hacia el inversor.
4. Se debe hacer un listado de todos los equipos que van a ser alimentados por el inversor, indicando su potencia individual. Al sumar las potencias individuales obtendremos la potencia máxima total que, hipotéticamente, debería ser capaz de suministrar el inversor al tener todas las cargas funcionando. En la práctica, esto raramente sucede, por lo que se puede inferir un factor de demanda (75% del total) para establecer la potencia máxima del inversor.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los estudiantes deben reconocer los tipos de inversores aislados y sus distintas aplicaciones.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente entregar una guía de desarrollo para que los estudiantes contesten de forma individual. Estos deben entregarla antes del cierre y retroalimentación del docente.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

La siguiente actividad está enfocada a la medición de variables asociadas a los reguladores de carga, esta se realiza utilizando el banco de entrenamiento.

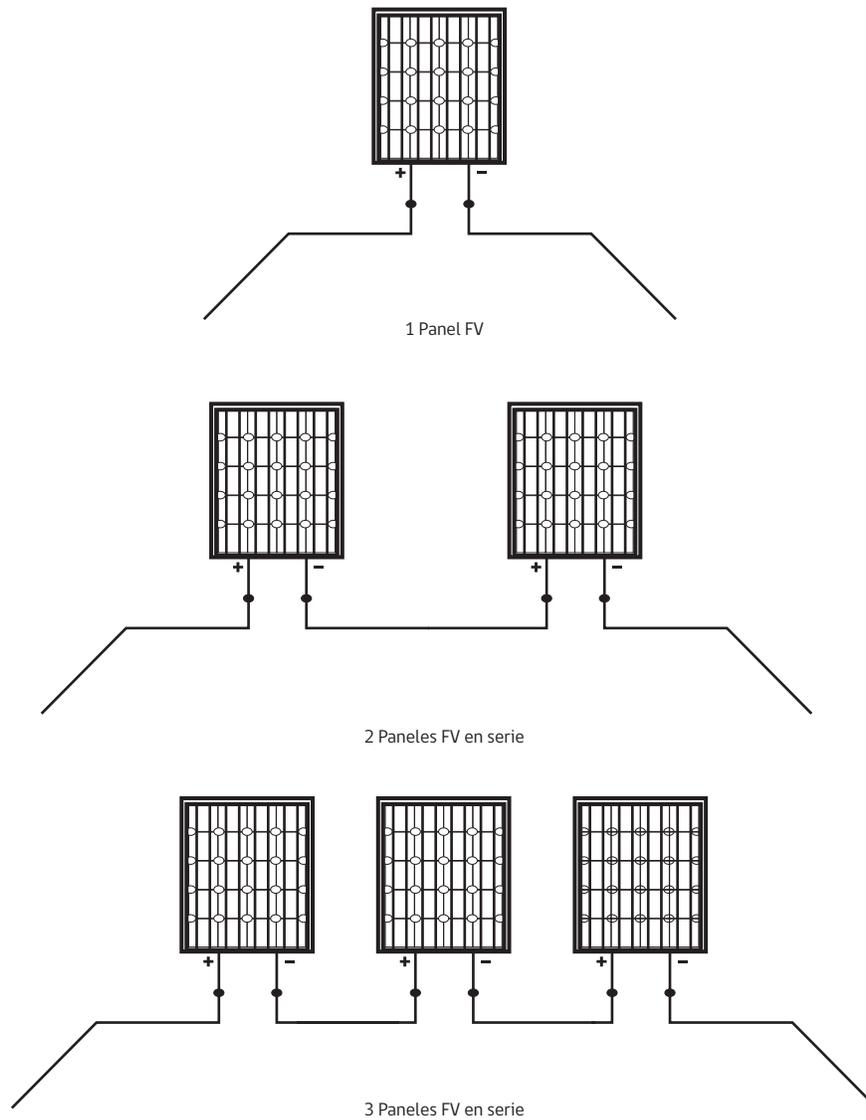
ACTIVIDAD 25

Efecto del regulador de carga en un sistema FV Off Grid con inversor



Utilizando el Banco de entrenamiento, realice las siguientes actividades:

- Realice pruebas con distintas corrientes del generador fotovoltaico y con distintos consumos y anote los valores de las corrientes que van hacia la batería y hacia los consumos. Determine en qué momento las cargas comienzan a tomar energía desde la batería.
- Para lograr diferentes corrientes con el generador FV, efectúe las siguientes conexiones mostradas a continuación, utilizando los paneles FV de 50 Wp:



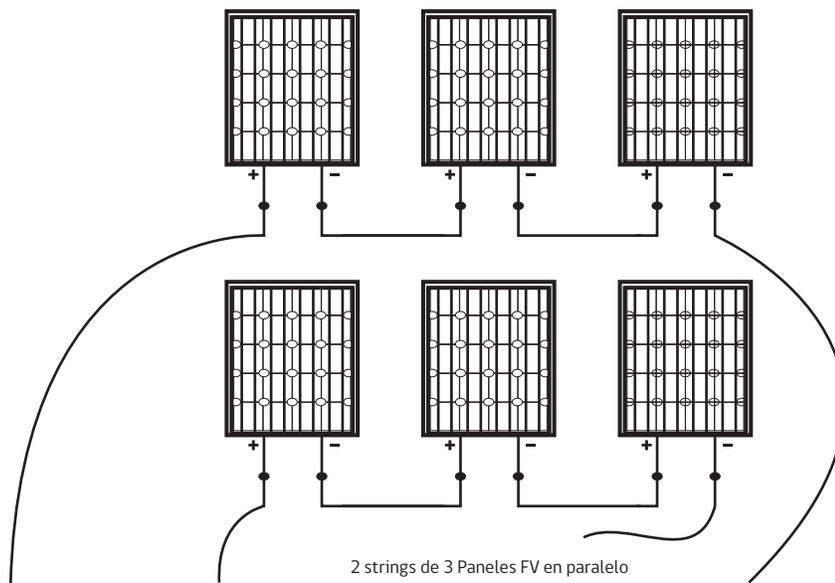
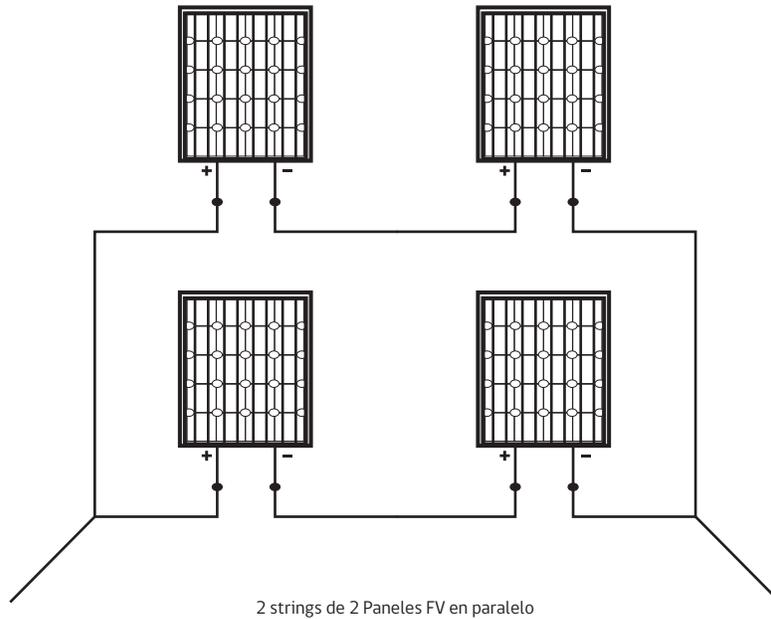


ILUSTRACIÓN 21: ESQUEMAS DE CONEXIONES GENERADOR

- Efectúe las conexiones de los paneles FV con las protecciones en CC, de acuerdo al siguiente diagrama:

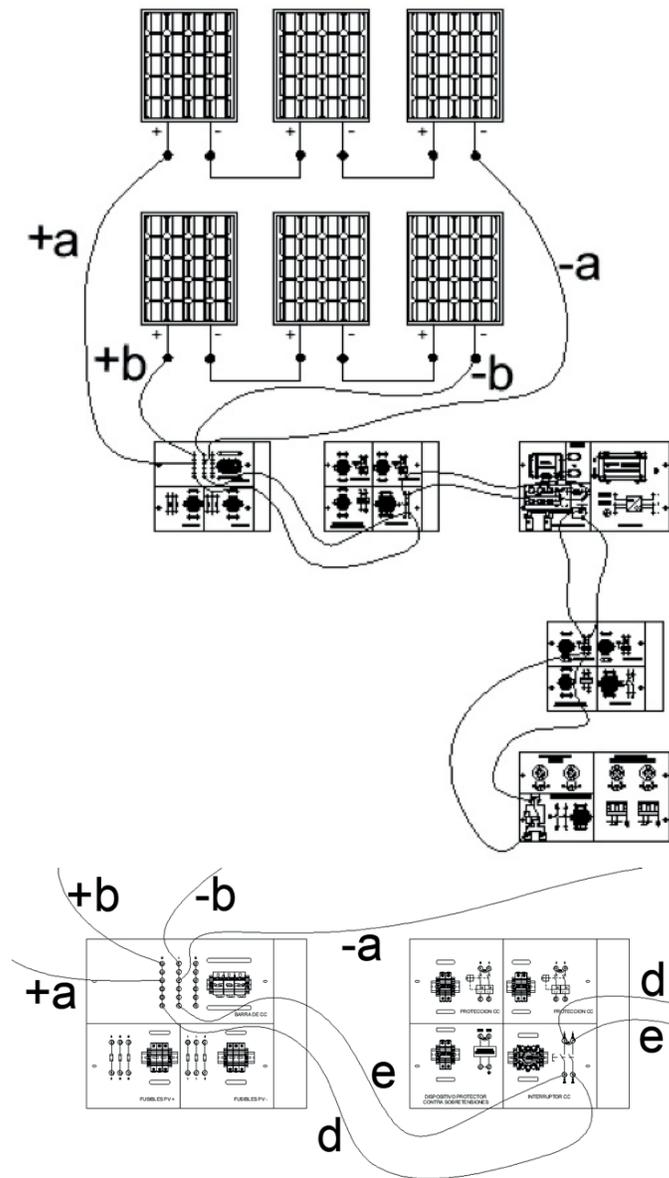


ILUSTRACIÓN 22: ESQUEMAS DE CONEXIONES PROTECCIONES CC

- Efectúe las conexiones al controlador de carga. Recuerde que primero se conectan las baterías (conectores f y g) al controlador de carga y luego los paneles (conectores d y e), de acuerdo al siguiente diagrama:

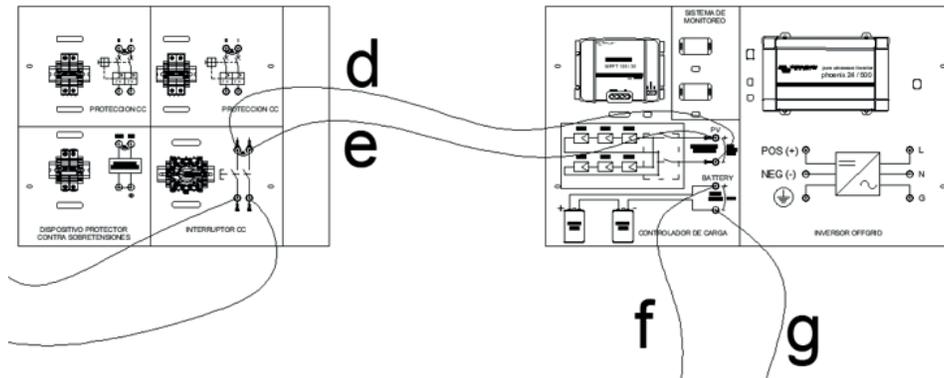


ILUSTRACIÓN 23: ESQUEMAS DE CONEXIONES CONTROLADOR DE CARGA

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Efectúe las conexiones de las baterías a las protecciones correspondientes, de acuerdo al siguiente diagrama:

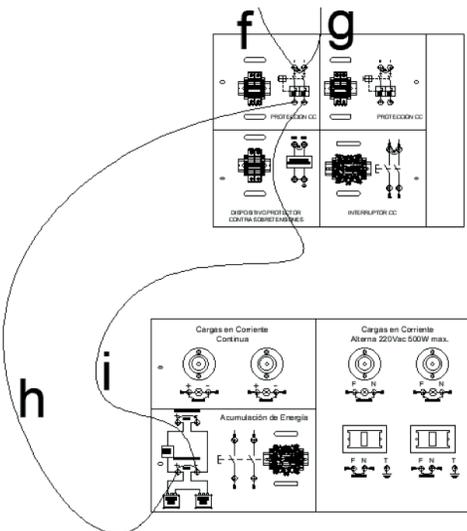


ILUSTRACIÓN 24: ESQUEMAS DE CONEXIONES DE BATERÍAS

- Efectúe las conexiones de las baterías hacia el inversor Off Grid, de acuerdo al siguiente diagrama:

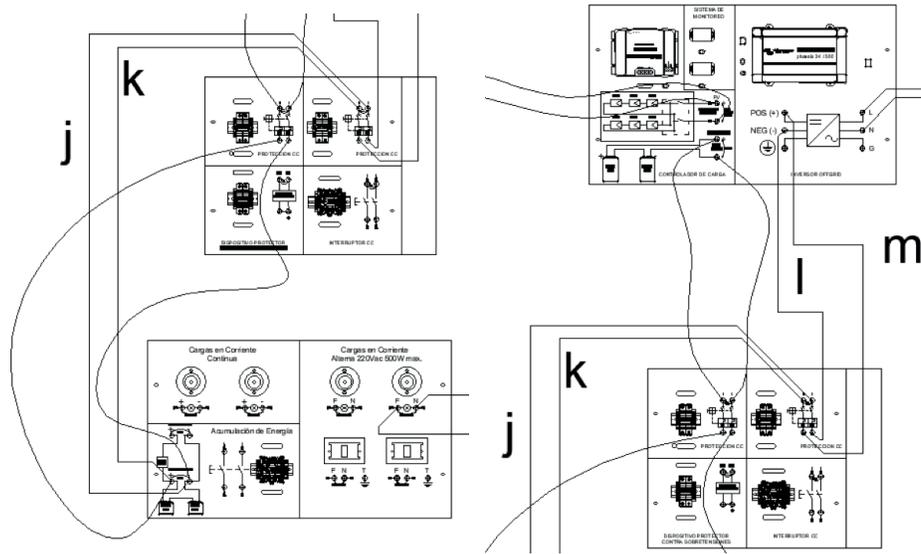
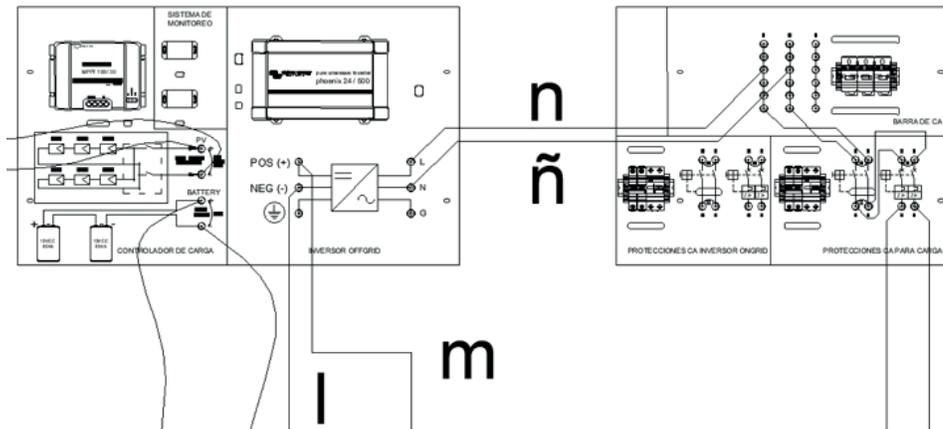


ILUSTRACIÓN 25: ESQUEMAS DE CONEXIONES BATERÍAS SISTEMA OFF GRID

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Efectúe las conexiones desde la salida AC del inversor hacia las cargas de corriente alterna, pasando por las protecciones de CA, de acuerdo al siguiente diagrama:



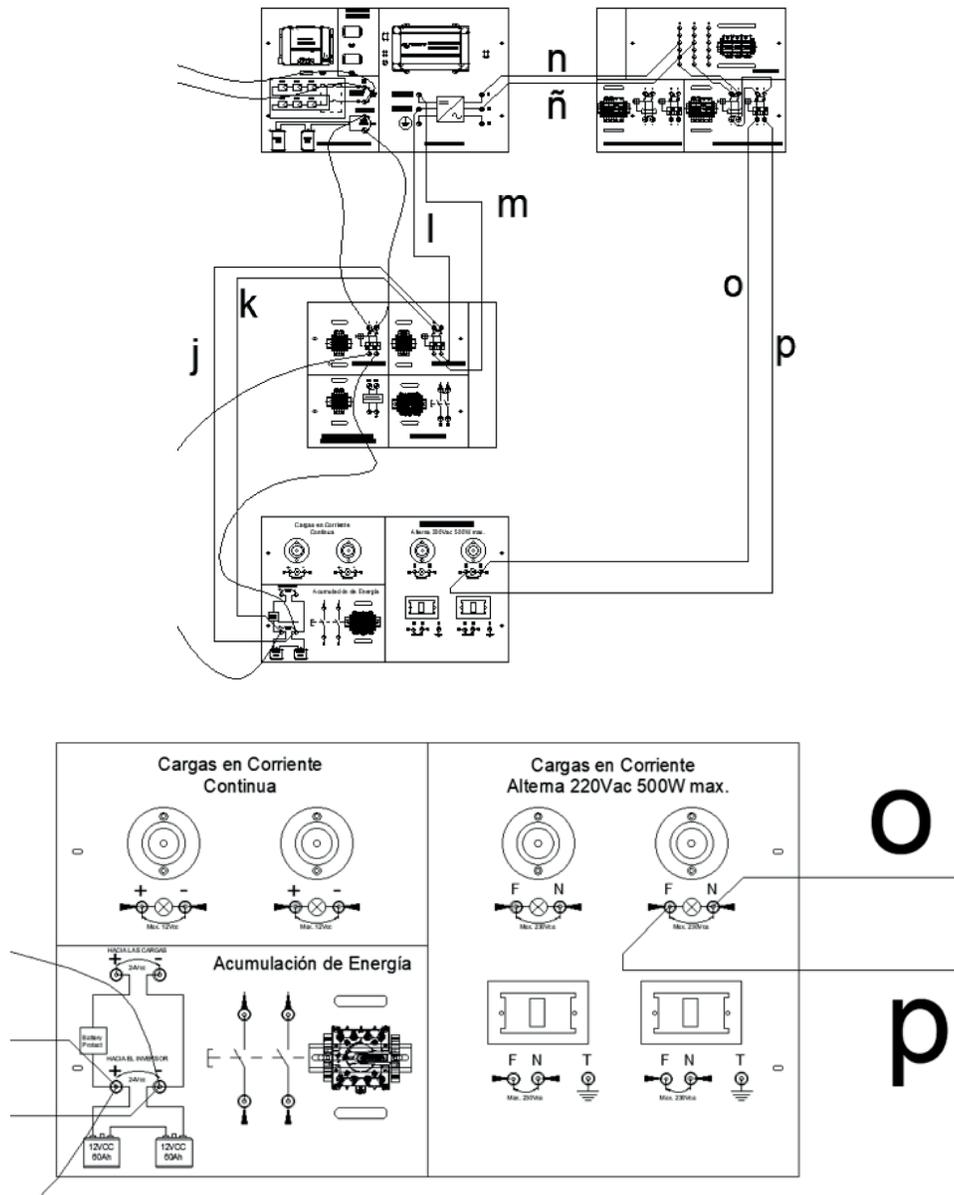


ILUSTRACIÓN 26: ESQUEMAS DE CONEXIONES CA- INVERSOR

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Compare la potencia entregada por el regulador de carga y la potencia entregada por el inversor. ¿Por qué son diferentes?

Los valores dependerán de la fuente lumínica utilizada para la actividad. Pruebe y utilice la misma para la práctica con los estudiantes.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo formativa en la que aprendizaje se realiza de forma práctica y en la que la dinámica de ensayo-error tiene una gran importancia. Se sugiere al docente sacar partido a los errores, beneficiando a todos los estudiantes con la corrección y retroalimentación de estos.

1.7.3. Sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica domiciliaria (On Grid)

En un sistema conectado a la red, la electricidad fluye desde y hacia la red, conforme a las condiciones de radiación y a la demanda eléctrica en un momento dado. La demanda por este tipo de instalaciones ha aumentado estos últimos años. En la Guía de apoyo para estudiantes, se presentan las principales características de este tipo de sistemas fotovoltaicos, sus ventajas y componentes (páginas 106 y 107).

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión de contenidos, presentados en la Guía de apoyo para Estudiantes, realizando una relectura de la información sobre las instalaciones conectadas a la red para contestar un cuestionario de aplicación.

ACTIVIDAD 26

Instalación fotovoltaica conectada a la red (On Grid)



- Describa las diferencias entre inversores On Grid con transformador y sin transformador. Discuta sus ventajas y desventajas.
- Indique qué es la "protección de red".
- ¿Cuáles son los tipos de inversor a red?
- ¿Cuál es la principal ventaja de los microinversores?
- ¿Cuál es la cantidad mínima de módulos fotovoltaicos que se puede conectar a un inversor On Grid?
- ¿Cuál es el máximo de módulos fotovoltaicos que se pueden conectar a un inversor On Grid?

RESPUESTAS ESPERADAS

1. Inversor con transformador

- Ventajas: se tiene aislamiento galvánico entre los lados de CC y CA.
- Desventajas: debido al uso del transformador, el inversor tiene un peso elevado y hace que tenga peso y precio elevado, además existe una menor eficiencia debido a las pérdidas en el transformador.

▪ Inversor sin transformador:

- Ventajas: Menor peso, tamaño y costo de fabricación. Menor costo de fabricación. Tiene una mayor eficiencia que los inversores con transformador.
- Desventajas: en general, sólo son utilizables con elevadas tensiones de entrada de CC.

2. La protección RI (Protección de Red e Instalación) tiene como función desacoplar el sistema FV de la red cuando, por lo menos, un valor de operación de la red de distribución (voltaje o frecuencia) se encuentra fuera del rango de ajuste de esta protección. La protección RI puede estar integrada al inversor o ser externa a este. En general, la protección RI viene incorporada en los inversores que se comercializan en nuestro país.

3. Inversor string, inversor central y microinversores.

4. Ya que se instalan por cada panel en forma individual, un panel sombreado no afectará significativamente al generador FV. No se producen pérdidas por grandes diferencias de potencia de los paneles, el potencial de riesgo durante la realización de trabajos de montaje y reparación se reduce debido a los menores voltajes de CC.

5. La cantidad mínima de módulos a utilizar es aquella cuya suma de las tensiones individuales de los módulos esté dentro del rango MPP del equipo.

6. La máxima cantidad de módulos que se puede conectar es aquella cuya suma de las tensiones individuales en circuito abierto no exceda la tensión máxima admisible que soporta el inversor. En esto hay que tener especial cuidado, considerando que cuando existen bajas temperaturas, la tensión de circuito abierto de los módulos aumenta, por lo que para condiciones de diseño se recomienda inferir el voltaje de circuito abierto de los paneles para las temperaturas históricas más bajas del lugar de instalación.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de los conocimientos.
- Promueva reflexión, la expresión escrita y oral de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Los estudiantes deben reconocer la tecnología incorporada en los inversores con conexión a red, principales ventajas y desventajas de cada uno y sus limitaciones en el diseño.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente entregar una guía de desarrollo para que los estudiantes contesten de forma individual. Estos deben entregarla antes del cierre y retroalimentación del docente.
- Recuerde previamente sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de las páginas 106 y 107 de la Guía de apoyo para el estudiante. Esta actividad tiene como propósito comprobar el funcionamiento de un sistema fotovoltaico On Grid.

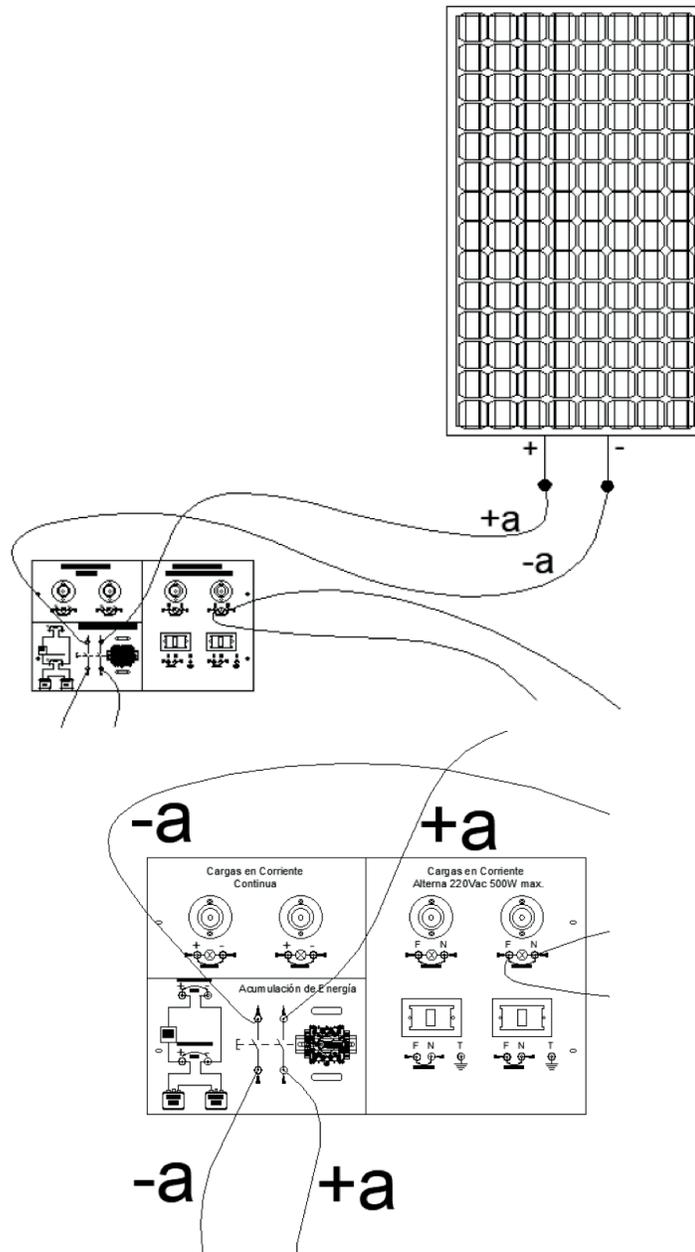
ACTIVIDAD 27
Instalación fotovoltaica conectada a la red (On Grid)

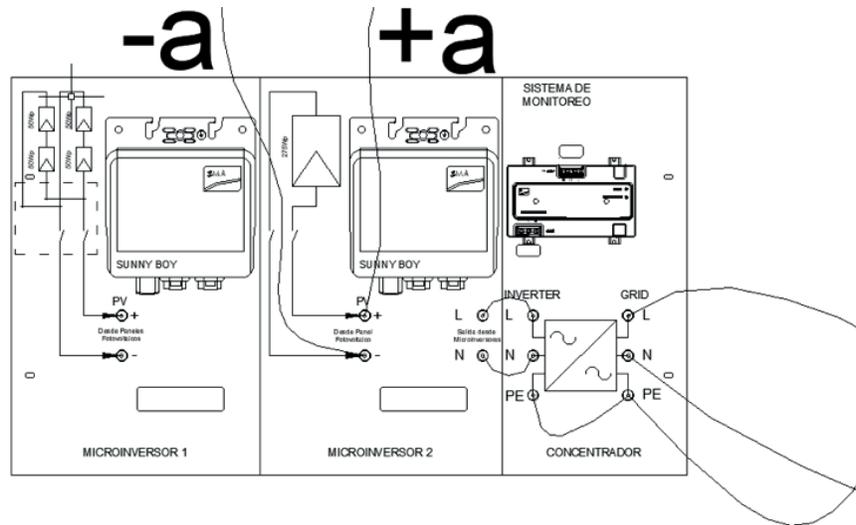

Utilizando el Banco de entrenamiento del laboratorio didáctico, realice las siguientes actividades:

- ¿Qué tensión de CC necesita el inversor string?, ¿y los microinversores?
- ¿Qué se puede observar si el voltaje de entrada CC del inversor string se encuentra dentro del rango del MPPT del inversor y se conecta la tensión CA de la red?
- ¿Qué sucede con el inversor si se desconecta la tensión CA de la red?
- ¿Qué sucede si sombreamos uno de los paneles del string del inversor? Mida la tensión. ¿Qué sucede con la potencia de salida del inversor?
- Compare el punto anterior utilizando los microinversores. ¿Cuál es la diferencia con el caso anterior?
- Dibuje los flujos de corriente en los casos siguientes:
 - Radiación total, inversor conectado a la red, sin consumos conectados.
 - Sin radiación (noche), inversor conectado a la red, sin consumos conectados.
 - Radiación total, inversor conectado a la red, consumos conectados, generación de energía mayor al consumo presente.
 - Radiación total, inversor conectado a la red, consumos conectados, generación de energía menor al consumo presente.

Para las actividades anteriores, realice las siguientes conexiones que se indican:

- Sistema FV On Grid con microinversor
 - Conecte el panel de 250 Wp al microinversor:





ILUSTRACION 27: ESQUEMAS DE CONEXIONES MICROINVERSOR - SISTEMA ON GRID

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Conecte el microinversor a las protecciones CA:

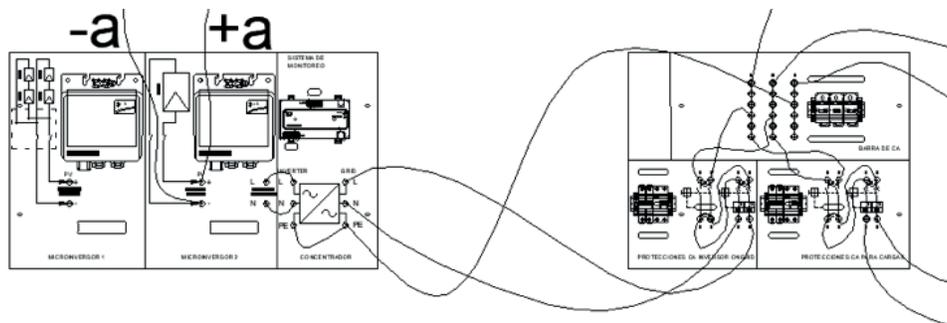


ILUSTRACIÓN 28: ESQUEMAS DE CONEXIONES MICROINVERSOR CA

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Conecte las cargas CA a través de las protecciones CA:

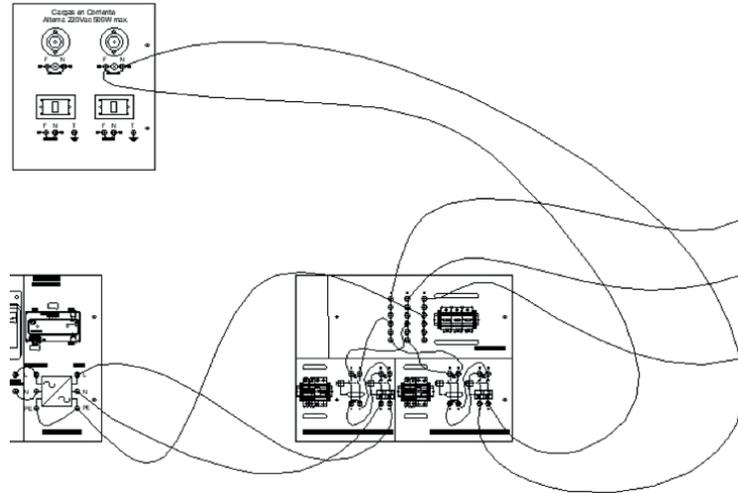


ILUSTRACIÓN 29: ESQUEMAS DE CONEXIONES CARGAS CA A PROTECCIONES CA

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Conecte el microinversor a la red, mediante las protecciones CA:

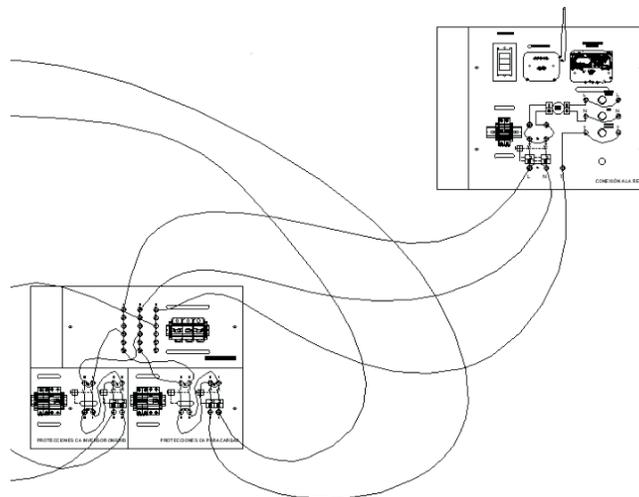


ILUSTRACIÓN 30: ESQUEMAS DE CONEXIONES MICROINVERSOR A LA RED

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Sistema FV On Grid con inversor string y microinversor:
 - Conecte es sistema FV, considerando un inversor string y un microinversor, de acuerdo al siguiente diagrama:

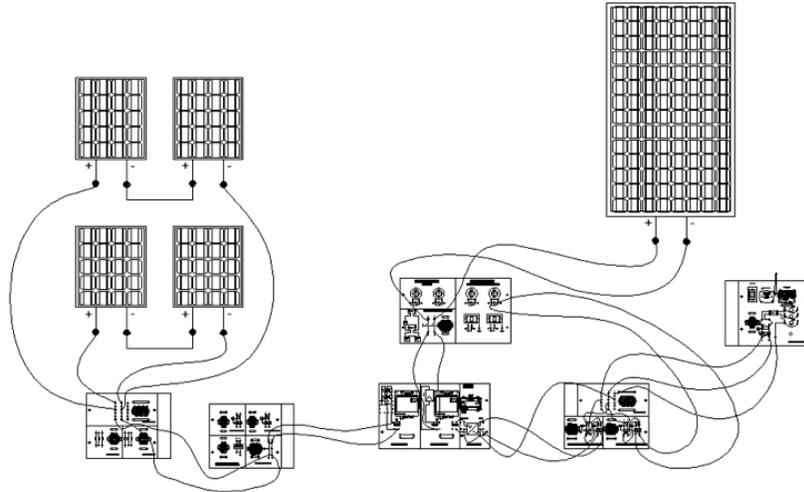


ILUSTRACIÓN 31: ESQUEMAS DE CONEXIONES SISTEMA ON GRID Y MICROINVERSOR

Fuente: Elaboración propia, 2018

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad enfocada en la aplicación de conocimientos y mediciones con los instrumentos.
- Promueva la expresión escrita de los resultados y su análisis, esto de forma individual o en equipos.
- Actividad de cierre, donde se exponen los resultados, su correcta interpretación, evaluación y retroalimentación.
- Evaluación: de tipo formativa, en la que aprendizaje se realiza de forma práctica y en la que la dinámica de ensayo-error tiene una gran importancia. Se sugiere al docente sacar partido a los errores, beneficiando a todos los estudiantes con la corrección y retroalimentación de estos.



Módulo N°3: Elaboración de proyectos eléctricos

A continuación se presentan orientaciones para el docente, teniendo como base el Programa de Estudio del MINEDUC para la Especialidad de electricidad, el segundo fortalecimiento corresponde agregar un aprendizaje esperado en el módulo N°3. Elaboración de proyectos eléctricos.



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE ESPECIALIDAD

OA 1

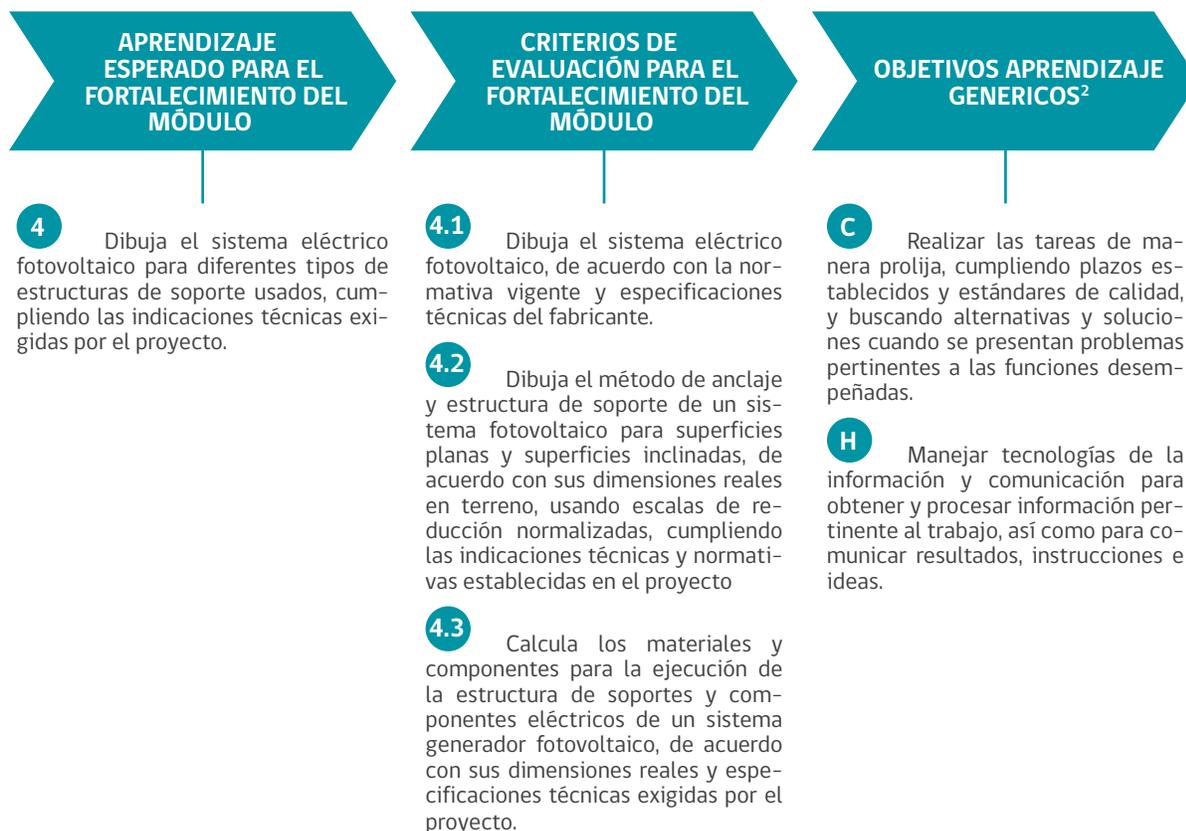
Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.

OA 2

Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD, en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente.

OA 5

Cubicar materiales e insumos para instalaciones eléctricas de baja tensión de acuerdo a los planos y a las especificaciones técnicas aplicando los principios matemáticos que correspondan.



Realizado el análisis didáctico del aprendizaje esperado y criterios de evaluación precedentes, se identifican los siguientes elementos de competencia:

Conocimientos:

- Normativa relacionada a dibujo técnico y planimetría de sistemas eléctricos (SEC).
- Elaboración y verificación de un proyecto eléctrico.
- Dimensión y ejecución de canalizaciones, distribución e instalaciones eléctricas.
- Evaluación visual y medición.
- Acciones preventivas y correctivas.
- Tipos de estructuras soportes y anclajes.

4 Objetivos de aprendizaje genéricos de la formación técnico-profesional. Ver Programa de Estudio de Especialidad Electricidad 3º y 4º medio. Páginas 10 y 11.

Habilidades y destrezas:

- Selecciona materiales e instrumentos de dibujo necesarios para la labor a realizar.
- Aplica protocolos de dibujo técnico.
- Interpreta y aplica en el proyecto eléctrico, las especificaciones técnicas de los equipos.
- Interpreta manual técnico de equipos.
- Utiliza los elementos de protección personal de acuerdo a la labor de levantamiento en terreno, dibujo y desarrollo de informes de sistemas fotovoltaicos.

Actitudes:

- Respeta la normativa de trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.

A continuación en esta guía de apoyo para el docente se presenta una propuesta de actividades a desarrollar en aula. Los contenidos necesarios para abordar las actividades se encuentran en la Guía de apoyo para estudiantes y estos se complementarán durante la capacitación que recibirán los docentes, realizando actividades prácticas con los equipos y de fortalecimiento curricular.

2.1. PLANO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

A continuación, en el cuadro llamado **“Antes de empezar la clase”** se presenta una introducción que sirve para captar la atención del lector del documento al realizar una asociación entre las adaptaciones morfológicas de los árboles a sus condiciones ambientales. Esta introducción propone orientar por una parte, la actividad inicial de este módulo, y por otra parte, pretende que lector comprenda que los sistemas, naturales o artificiales necesitan adaptarse a las condiciones en los que están insertos para poder funcionar óptimamente.



ANTES DE EMPEZAR LA CLASE:

En la imagen se pueden observar diferentes tipos de árboles. Cada uno tiene una estructura que obedece a patrones propios de su especie. Cada especie tiene “un plano” de la forma que debe tener cada individuo y por eso tienen formas distintas. Esa información se encuentra en el ADN y este es el resultado del proceso de evolución. Cada árbol crece siguiendo las instrucciones que están en su ADN, pero ningún árbol es igual a otro de su misma especie porque cada uno de ellos se adapta a las condiciones particulares del lugar en el que vive.

ACTIVIDAD 28

Comparación dos tipos de árboles y su relación con el aprovechamiento de la energía lumínica



Invite a los estudiantes a comparar dos tipos de árboles: una conífera (como pino, ciprés, araucaria, etc.) con una latifoliada (peumo, quillay, algarrobo, laurel, ulmo, radal, etc.).

- ¿Qué factores explican la forma de cada uno?
- ¿La forma del árbol tiene alguna relación con el aprovechamiento de la energía lumínica?

RESPUESTAS ESPERADAS

- Las coníferas tienen forma de cono para que la nieve caiga y permita pasar la luz a las acículas.
- Las latifoliadas tienen una forma que permite aprovechar al máximo la luz directa del sol ya que nunca deberían estar obstruidas por nieve. Las coníferas reciben menos luz que las latifoliadas ya que tienen una menor superficie total de follaje expuesto al sol.



CONÍFERA



LATIFOLIADA

ILUSTRACIÓN 32: DIFERENCIA DE FOLLAJE ENTRE CONÍFERAS Y LATIFOLIADAS

Fuente: Elaboración propia, 2018

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad inicial que busca evaluar los conocimientos previos respecto de la transformación de la energía, comparando procesos naturales con procesos artificiales.
- Se sugiere aplicar al comienzo de la clase y sirve para que el docente pueda reforzar las áreas que estén más descendidas, que serán necesarias para el desarrollo de los módulos asociados a los paneles fotovoltaicos.
- Las especies pertenecientes a las coníferas son nativas de zonas frías, donde generalmente hay nieve, por eso tienen una forma cónica que facilita la caída de la nieve, de forma que la luz pueda llegar a las acículas del árbol. Lo anterior es necesario ya que las coníferas son especies que no pierden las hojas en los periodos fríos.
- Las especies pertenecientes a las latifoliadas se encuentran presentes tanto en zonas frías como cálidas. Las latifoliadas de zonas frías pierden sus hojas en los periodos y se conocen como caducifolias. Las latifoliadas de zonas cálidas no pierden sus hojas y se conocen como perennes o siempre verdes.
- En términos evolutivos, las latifoliadas son modernas mientras que las coníferas son menos evolucionadas, esto significa que las latifoliadas desarrollaron estructuras y formas que aprovechan más eficientemente la luz.
- Evaluación: De tipo diagnóstica. Se sugiere realizar una dinámica de lluvia de ideas, en la que el docente guía las respuestas, anota las respuestas en la pizarra ordenando los conceptos.

A continuación se presenta, a modo de ejemplo, la planificación de aula para esta actividad de inicio, siguiendo el formato establecido por el MINEDUC.

NOMBRE DEL MÓDULO	CAPÍTULO II: MÓDULO N°3 ELABORACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD INICIAL. COMPARACIÓN DOS TIPOS DE ÁRBOLES Y SU RELACIÓN CON EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA LUMÍNICA.	
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIO DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS ASOCIADOS	
<p>4.1. Dibuja el sistema eléctrico fotovoltaico para diferentes tipos de estructuras de soporte usados, cumpliendo las indicaciones técnicas exigidas por el proyecto.</p>	<p>Dibuja el sistema eléctrico fotovoltaico, de acuerdo con la normativa vigente y especificaciones técnicas del fabricante.</p> <div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>OBJETIVO GENÉRICO</p> <p>C Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p>H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p> </div>	
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Se sugiere realizar una dinámica de lluvia de ideas, en la que el docente guía las respuestas, anota las respuestas en la pizarra ordenando los conceptos.	

3 Objetivos de aprendizaje genéricos de la formación técnico-profesional. Ver Programa de Estudio de Especialidad Electricidad

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

Proyecta o dibuja en la pizarra esquemas simples de los tipos de árboles (coníferas y latifoliadas). Puede proyectar ejemplos de coníferas y latifoliadas chilenas y extranjeras.

Recursos:

Proyector, computador, pizarra, Guía de apoyo para el estudiante.

EJECUCIÓN: DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES

El docente:

Anota las respuestas de los estudiantes en la pizarra, separando las características de acuerdo a cada tipo. El docente realiza una mediación considerando que las especies pertenecientes a las coníferas son nativas de zonas frías, donde generalmente hay nieve, por eso tienen una forma cónica que facilita la caída de la nieve, de forma que la luz pueda llegar a las acículas del árbol. Lo anterior es necesario ya que las coníferas son especies que no pierden las hojas en los periodos fríos. Las especies pertenecientes a las latifoliadas se encuentran presentes tanto en zonas frías como cálidas. Las latifoliadas de zonas frías pierden sus hojas en los periodos y se conocen como caducifolias. Las latifoliadas de zonas cálidas no pierden sus hojas y se conocen como perennes o siempre verdes. En términos evolutivos, las latifoliadas son modernas mientras que las coníferas son menos evolucionadas, esto significa que las latifoliadas desarrollaron estructuras y formas que aprovechan más eficientemente la luz.

Los estudiantes:

Observan y describen las formas de los dos tipos de árboles, comparando los tipos de cobertura foliar. Asocian las características estructurales de los tipos de árboles con las condiciones del medio en que viven. Asocian la producción de energía (fotosíntesis) con el tipo de cobertura foliar.

CIERRE: RESCATE, CONCLUSIÓN DE LO SIGNIFICATIVO DEL APRENDIZAJE

El docente:

Utiliza una analogía de la vida cotidiana de los estudiantes para introducir la unidad y explicar la necesidad de adaptar cada sistema fotovoltaico a las condiciones particulares en que se instalaran.

Los estudiantes:

- Dibujan una conífera simplificada (con forma de cono) en su cuaderno y describe su forma asociándola a la facilitar la caída de la nieve.
- Dibujan una latifoliada (con forma frondosa) en su cuaderno y describe su forma asociándola a aprovechar la mayor cantidad de luz.

TABLA 2: EJEMPLO ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE TEÓRICO, BAJO FORMATO MINEDUC

2.1.1. Interpretación de los planos y esquema de una instalación fotovoltaica

El diseño e implementación de proyectos fotovoltaicos (FV) deben considerar normas e instructivos específicos. La planimetría es un aspecto de importancia que considera estas normas e instructivos. La Guía de apoyo para estudiantes profundiza estos aspectos en la página 114.

2.1.2. Ejemplos de planimetría para un sistema fotovoltaico residencial

Se presentan ejemplos de planimetría para sistemas fotovoltaicos residenciales de acuerdo a las normas e instructivos en la página 124 de la Guía de apoyo para estudiantes.

2.1.3. Cubicación de materiales

La cubicación de materiales es un aspecto de particular relevancia en la elaboración de un proyecto de instalación fotovoltaico; se sugiere realizar una memoria de cálculo utilizando el software Excel. En la página 127 de la Guía de apoyo para estudiantes se especifican los principales aspectos a considerar para realizar la cubicación de materiales para un proyecto de instalación fotovoltaico.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico, relacionado a la correcta interpretación del plano eléctrico de un proyecto fotovoltaico On Grid y Off Grid, realizando análisis de la información de planimetría de manera que permita contestar un cuestionario.

ACTIVIDAD 29

Interpretación de plano eléctrico de un proyecto fotovoltaico On Grid y uno Off Grid, utilizando el programa CAD



Revise el plano eléctrico entregado por el docente utilizando el programa CAD y responder lo siguiente:

1. Identifique los aspectos normativos vinculados a la RGR N°01/2017.
2. Identifique y describa la simbología eléctrica fotovoltaica que se encuentra en el plano:
 - Ubicación geográfica.
 - Cuadro de generación de la unidad generadora fotovoltaica.
 - Diagrama Unilineal.
 - Cuadro de caídas de tensión.
 - Generador fotovoltaico.
 - String.
 - Detalles eléctricos del generador.
 - Detalles eléctricos del convertor.
 - Puesta a tierra y proyección de sobretensión.
 - Sistema CA.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

Se sugiere al docente a cargo:

- Realizar una presentación de un proyecto eléctrico fotovoltaico, a través de un proyecto CAD. Identifique claramente la simbología y la normativa técnica vinculada.
- Analizar junto a los estudiantes las similitudes o diferencias de un proyecto eléctrico fotovoltaico On Grid y uno Off Grid, así como las diferencias en simbología.
- Solicitar a los estudiantes que interpreten un proyecto eléctrico fotovoltaico, identificando simbología y normativa asociada. Puede asignar el trabajo a grupos de tres o cuatro estudiantes.
- Los estudiantes deben conocer los aspectos normativos de información que debe contener un plano y la simbología asociados. Particularmente la simbología asociada a sistemas fotovoltaicos.
- Evaluación: de tipo formativa, se sugiere al docente una evaluación de la actividad realizada mediante una escala de apreciación para la pregunta 1 y una lista de cotejo para la pregunta 2 ya sea para una presentación oral o trabajo escrito.

La siguiente actividad busca que los estudiantes, mediante el análisis de un montaje fotovoltaico realizado por el docente en el Banco de entrenamiento del laboratorio didáctico, representen y dibuje el plano con la simbología correcta utilizando el programa CAD.

ACTIVIDAD 30

Dibujo de un proyecto eléctrico fotovoltaico



Dibuje un plano eléctrico de acuerdo a las conexiones realizadas en el banco de entrenamiento, por el docente.

Práctica: Utilizando el banco de entrenamiento y componentes, realice las siguientes actividades:

Observe el banco de entrenamiento identifique:

- Si es un sistema Fotovoltaico On Grid u Off Grid.
- Los elementos y conexiones realizadas.
- Verifique si son correctas. Si no lo son, realice la conexión correspondiente según normativa y conocimientos previos.
- Dibuje el plano eléctrico de acuerdo a las conexiones realizadas por el docente utilizando el programa CAD, con la simbología y de acuerdo a la normativa existente.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

Se sugiere al docente a cargo:

Realizar una conexión utilizando el banco de entrenamiento que responda a un sistema On Grid u Off Grid.

- Solicitar a los estudiantes que dibujen en CAD, el proyecto eléctrico que se encuentra en el banco de entrenamiento. Incorporando la simbología y normativa asociada. Puede asignar el trabajo a grupos de tres o cuatro estudiantes.
- Evaluación: de tipo formativa en la que aprendizaje se realiza de forma práctica y en la que la dinámica de ensayo-error tiene una gran importancia. Se sugiere al docente sacar partido a los errores, beneficiando a todos los estudiantes con la corrección y retroalimentación de estos, reforzando las diferencias entre un sistema On Grid y uno Off Grid y su representación en la planimetría.

2.2. PLANO ESTRUCTURA DE MONTAJE Y ANCLAJE

2.2.1 Características de la estructura de montajes

El generador fotovoltaico debe considerar la estructura de montaje y los anclajes necesarios para mantener la estructura firme en su posición y resistir los esfuerzos a los que se puede encontrar sometido el panel. Los principales aspectos a considerar se presentan en la página 128 de la Guía de apoyo para estudiantes.

Otro aspecto a considerar es el tema de la sobre carga requerida para instalar un Sistema fotovoltaico. Si un panel se instala en el techo, éste debe estar en buen estado para soportar el peso del sistema (valor referencial de 20 kg/m²) y contar con una manera segura de acceder a la instalación para efectos de diseño, montaje y mantenimiento.

Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión y aplicación del contenido teórico, simulando la ubicación de un proyecto de instalación para un sistema fotovoltaico.

ACTIVIDAD 31

Cubicación de una instalación fotovoltaica



- Cubique el material eléctrico y memoria de cálculo según planimetría, de un sistema fotovoltaico On Grid y uno Off Grid.
- Presente una planilla Excel con la cubicación de materiales de acuerdo a proyecto eléctrico para un sistema fotovoltaico On Grid y Off Grid.
- Redactar una memoria de cálculo en Word en base a los cálculos realizados en el Excel.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

Se sugiere al docente a cargo:

- Entregue los lineamientos principales para la realización de la cubicación de materiales de una instalación On Grid y Off Grid.
- Entregue los lineamientos principales para la realización de una memoria eléctrica, centrándose en los cálculos justificativos para la elección de las protecciones eléctricas y los conductores.
- Los estudiantes deben identificar correctamente los distintos materiales eléctricos a utilizar en una instalación fotovoltaica, comprobando su uso mediante la utilización de cálculos justificativos.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente solicitar la entrega de un informe escrito. Se entrega a continuación una rúbrica para la evaluación del informe que el docente puede adaptar.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EXCELENTE	REGULAR	DEFICIENTE	NULO	PUNTAJE
ESTRUCTURA	El informe presenta portada, índice, introducción, desarrollo, conclusión, referencias bibliográficas. (3 pts.)	El informe presenta 4 o 5 de las partes solicitadas. (2 pts.)	El informe presenta 3 o 2 de las partes solicitadas. (1 pts.)	No cumplió con la tarea. (0 pts.)	
INTRODUCCIÓN	Está escrita de forma narrativa, presenta el tema, la delimitación, los antecedentes y los objetivos (generales y específicos). (3 pts.)	Está escrita de forma narrativa pero presenta solo tres partes solicitadas. (2 pts.)	Está escrita de forma narrativa pero presenta dos o una de las partes solicitadas. (1 pts.)	No hay relación entre la introducción y el tema de investigación. (0 pts.)	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EXCELENTE	REGULAR	DEFICIENTE	NULO	PUNTAJE
DESARROLLO	Están redactados de forma coherente en relación a los objetivos específicos. (4 pts.)	Las oraciones de los párrafos no expresan sentido completo. El párrafo presenta unidad temática. (3 pts.)	Las oraciones de los párrafos no expresan sentido completo. El párrafo no presenta unidad temática. (1 pts.)	No presenta la tarea. (0 pts.)	
PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y CONCLUSIÓN	Presenta todos los resultados del trabajo de una forma clara y directa: síntesis, reflexiones, comentarios en respuesta a los objetivos. (5 pts.)	Presenta todos los resultados del trabajo aunque algunas ideas no están muy claras. (3 pts.)	Los resultados del trabajo no están completos. (2 pts.)	No cumplió la tarea. No hay relación entre la conclusión y el resto del informe. (0 pts.)	
ORTOGRAFÍA	El texto está escrito sin errores ortográficos (letras, tildes, puntuación). (3 pts.)				

2.2.2. Tipos de estructura de soporte

Una vez que los estudiantes refuerzan sus competencias relacionadas a la ubicación de una instalación fotovoltaica, desde la teoría. Se proponen dos actividades prácticas que se llevarán a cabo en el Banco de entrenamiento y en la techumbre práctica del laboratorio didáctico.

Considere la información de la página 129 a 132 de la Guía de apoyo para estudiantes.

ACTIVIDAD 32

Cubique y dibuje un proyecto, según el tipo de techo



Según el tipo de techo, defina el tipo de anclaje y estructura a utilizar. Dibuje y dimensione.

Indique:

- Las dimensiones y materiales de los perfiles utilizados.
- La forma de anclaje (dimensiones, peso del lastre, diámetro y largo de pernos, materiales de los elementos utilizados, etc.).
- Otra información relevante, como por ejemplo el sistema de impermeabilización (cuando la instalación fotovoltaica se encuentra sobre una cubierta) y el torque empleado para apretar las tuercas.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

Se sugiere al docente a cargo:

- Preparar la presentación de imágenes, figuras, planos, esquemas, circuitos simbología y videos, relacionados con la representación de esquemas y planos de circuitos eléctricos fotovoltaicos, métodos de anclaje y estructura, integrados en una instalación eléctrica domiciliaria.
- Seleccionar un caso práctico: definiendo tipo de techo, inclinación y orientación, sistema On Grid u Off Grid.
- Invite a los estudiantes a formar equipos de trabajo, para guiar el análisis y discusión de la información entregada y que propongan un tipo de estructura y anclaje según las características del proyecto.
- Solicite a los estudiantes que elaboren la planimetría y dimensionamiento, según el formato de la SEC, exigida en el trámite TE4.
- Los estudiantes deben reconocer las distintas tecnologías de anclaje de estructura de acuerdo las características de la techumbre, considerando aspectos clave como impermeabilización de la superficie, materialidad de la techumbre, diseño de la techumbre, etc.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.
- Evaluación: de tipo sumativa. Se sugiere al docente elaborar una pauta de cotejo o escala de apreciación con los aspectos más relevantes para la evaluación de la tarea. Se propone la siguiente pauta de cotejo para la actividad.

Ejemplo de aspectos a evaluar:

CRITERIOS	SI	NO
Considera el tipo de techumbre en su diseño de anclaje.		
Tiene una distribución de paneles acorde al proyecto.		
Presenta una simbología adecuada.		
Presenta dimensiones y materiales de los perfiles utilizados.		
Considera impermeabilización de la superficie.		
Entrega plano en el plazo estipulado.		

Para realizar la actividad que sigue, considere la información de la página 129 a 132 de la Guía de apoyo para estudiantes. Esta actividad tiene como propósito reforzar la comprensión mediante la indagación de información y elaboración de un informe escrito.

ACTIVIDAD 33

Estructuras de montajes que incorporan seguimiento al trayecto del sol



Investigue:

Sobre las estructuras de montajes que incorporan seguimiento (tracker) del trayecto del sol, ya sea en uno o dos ejes. Estas se utilizan para maximizar la captación de radiación solar durante el día.



ILUSTRACIÓN 33: SISTEMA SOLAR TRACKER

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Se trata de una actividad complementaria de indagación.
- El estudiante debe conocer los distintos tipos de seguidores solares, sus principales características, su funcionamiento y evaluar en qué tipo de situación se puede emplear cada uno de ellos.
- Evaluación: de tipo sumativa. Se sugiere al docente solicitar la entrega de un informe escrito, utilizando la rúbrica de la actividad 2.3.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Guía de buenas y malas prácticas de instalaciones fotovoltaicas sobre techos, del Programa Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía, disponible en: www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-buenas-y-malas-practicas-de-instalaciones-fotovoltaicas.pdf
- Guía de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos del Programa Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía, disponible en: www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia_OperacionMantenimiento_0517t.pdf

CAPÍTULO

3

Módulo N°4: Mantenimiento de maquinas, equipos y sistemas eléctricos

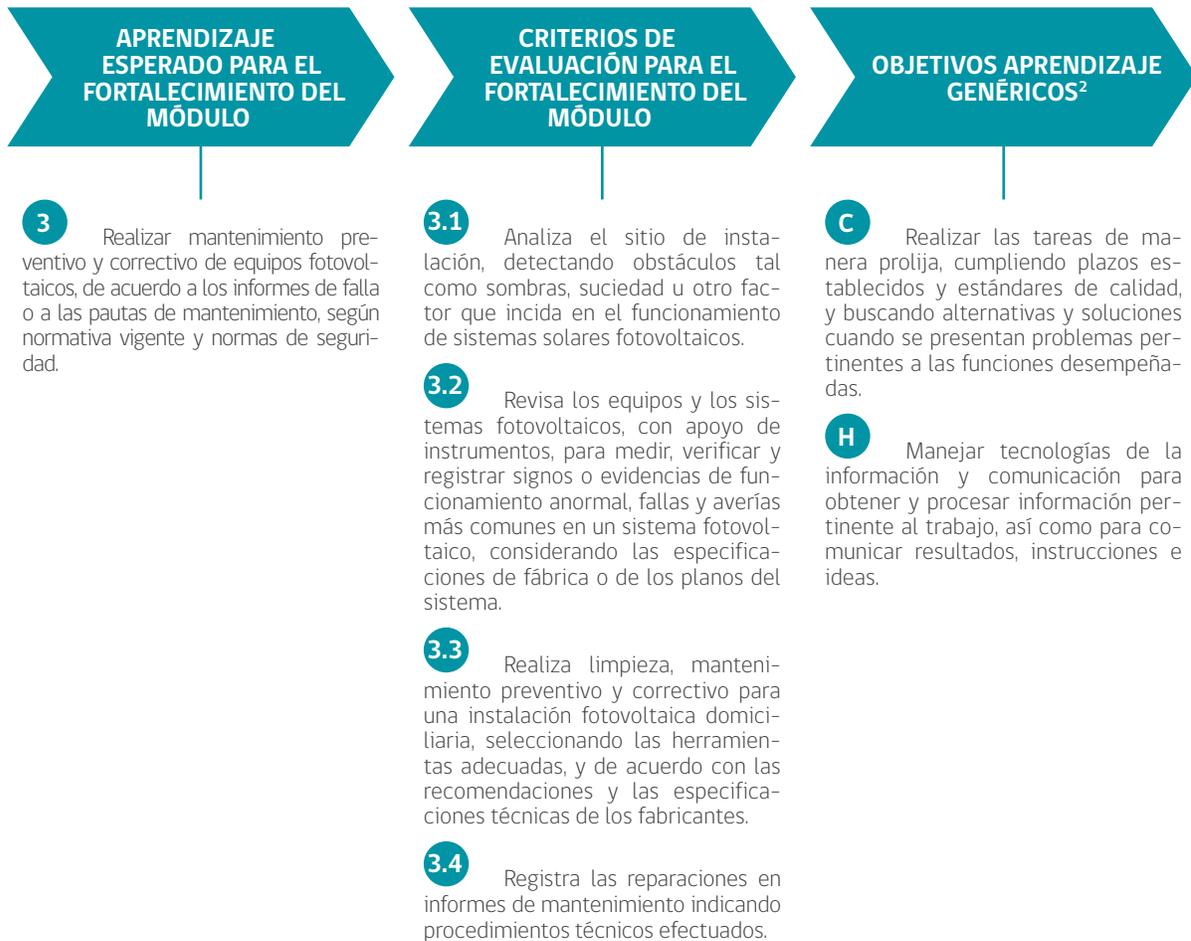
A continuación se presentan orientaciones para el docente, teniendo como base el Programa de Estudio del MINEDUC para la Especialidad de Electricidad, el fortalecimiento corresponde a agregar un aprendizaje esperado en el módulo N°4 Mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas eléctricos.



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE ESPECIALIDAD

OA 6

Mantener y reemplazar componentes, equipos y sistemas eléctricos monofásicos y trifásicos, utilizando las herramientas, instrumentos e insumos apropiados, considerando las pautas de mantenimiento, los procedimientos, las especificaciones técnicas, las recomendaciones de los fabricantes, la normativa y los estándares de seguridad.



⁵ Objetivos de aprendizaje genéricos de la formación técnico-profesional. Ver Programa de Estudio de Especialidad Electricidad 3° y 4° medio. Páginas 10 y 11.

Realizado el análisis didáctico del aprendizaje esperado y criterios de evaluación precedentes, se identifican los siguientes elementos de competencia:

Conocimientos:

- Conceptos fundamentales y técnicas de evaluación visual y de medición del funcionamiento de sistemas fotovoltaicos (FV).
- Normativa de seguridad para trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Especificaciones técnicas de equipos.
- Técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas fotovoltaicos: paneles, inversores, reguladores de carga, baterías.

Habilidades y destrezas:

- Selecciona materiales, herramientas e instrumentos de medición de acuerdo a las características de los procesos a realizar (evaluación y mantenimiento).
- Aplica protocolos de mantenimiento indicados en especificaciones técnicas de los equipos.
- Interpreta manual técnico de equipos.
- Utiliza elementos de protección personal, de acuerdo a la labor de evaluación y/o mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

Actitudes:

- Respeto la normativa de trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.

A continuación en esta guía de apoyo para el docente se presenta una propuesta de actividades a desarrollar en aula.

En el cuadro llamado "Antes de empezar la clase" se presenta una introducción que sirve para captar la atención del lector del documento al realizar una analogía entre los sistemas fotovoltaicos y las plantas, comparando una situación presente en nuestro entorno natural con un sistema tecnológico.



ANTES DE EMPEZAR LA CLASE:

Tal como los paneles fotovoltaicos, las plantas tienen estructuras en las hojas, con las que son capaces de captar la energía solar y transformarla en otro tipo de energía. Este proceso se llama fotosíntesis. La capacidad que tiene una planta para realizar la fotosíntesis depende de la exposición a la luz que ella tiene y de las condiciones en las que ella se encuentra. La planta es un ser vivo, por lo tanto es capaz de realizar funciones de mantenimiento por sí misma, como cambiar periódicamente sus hojas.

Las plantas realizan fotosíntesis y hacen que la energía quede almacenada en compuestos orgánicos.

Solo capturan longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros lo que representa apenas un 50% de la luz solar que les llega.

Las celdas fotovoltaicas transforman parte de la luz solar en electrones (energía eléctrica).

Las celdas fotovoltaicas son capaces de absorber fotones en un rango mayor en los extremos del espectro electromagnético, como son el infrarrojo y el ultravioleta.



ILUSTRACIÓN 34: COMPORTAMIENTO EN LAS PLANTAS

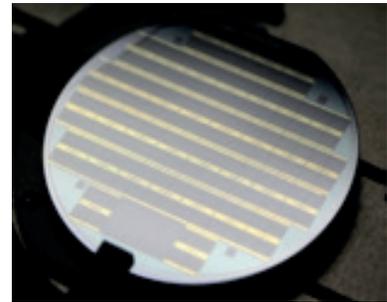


ILUSTRACIÓN 35: COMPORTAMIENTO EN LA CELDA FOTOVOLTAICA

ACTIVIDAD 34

Estructuras de montajes que incorporan seguimiento al trayecto del sol



Complete el cuadro comparativo entre las similitudes y diferencias entre una planta y un panel fotovoltaico.

	PLANTA	PANEL FOTOVOLTAICO
SIMILITUDES		
DIFERENCIAS		

¿Qué conclusión puede deducir del análisis? Redacte un párrafo.

RESPUESTAS ESPERADAS

Similitudes:

- Transformación de la energía.
- A mayor follaje y tamaño del módulo, mayor producción de energía.
- Importancia de la exposición a la luz (módulo y hojas limpias para un mejor funcionamiento).
- Dependencia de condiciones climáticas.

Diferencias:

- Mantenimiento necesario para los paneles, no necesario en una planta.
- **Planta:** transforma energía lumínica en energía química.
- **Panel:** transforma energía lumínica en energía eléctrica.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Invite a cada estudiante a completar individualmente el cuadro comparativo.
- Desarrolle una discusión de curso en la que los estudiantes comparten y completan sus respuestas.
- Los estudiantes deben reconocer que los procesos realizados por los paneles fotovoltaicos son análogos, inclusive una copia, de los procesos naturales, pero más eficiente.
- Promueva el análisis del cuadro, una vez completado y una conclusión respecto de la comparación de los procesos natural (planta) y artificial (panel).
- Evaluación: de tipo formativa, se sugiere al docente realizar una dinámica de lluvia de ideas, anotando los conceptos en la pizarra para luego realizar una síntesis. Se sugiere, además, cerrar la actividad con una reflexión sobre los beneficios que entregan los ecosistemas y la necesidad de su cuidado. Puede aludir a que las plantas, a través de los procesos de fotosíntesis, entregan alimento y oxígeno, por ejemplo.

3.1. MANTENIMIENTO PARA LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Con el propósito de conocer buenas prácticas de mantenimiento y las medidas de seguridad necesarias, se sugiere revisar la siguiente información:

- Guía para la selección y control de Equipos de Protección Personal para Trabajos con Riesgo de Caídas. [www.ispch.cl/sites/default/files/03-EPP%20Anticaida\(20112012\).pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/03-EPP%20Anticaida(20112012).pdf)
- Guía de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos (Minenergía 2016). www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia_OperacionMantenimiento_0517t.pdf
- Guía de buenas y malas prácticas de instalaciones fotovoltaicas sobre techos (Minenergía, 2016). www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-buenas-y-malas-practicas-de-instalaciones-fotovoltaicas.pdf

3.1.1. Evaluación del sistema fotovoltaico

En este apartado se presentan las consideraciones necesarias para resguardar las instalaciones fotovoltaicas, teniendo en cuenta que son inversiones de largo plazo que requieren mantención para detectar fallas y averías. La información se presenta en la página 136 de la Guía de apoyo para estudiantes.

3.1.2. Aspectos de seguridad

Para realizar la evaluación y ejecutar las acciones preventivas y correctivas, es importante tener en cuenta aspectos de seguridad eléctrica y trabajo en altura. En este apartado se propone una pauta de evaluación y algunas acciones para disminuir los riesgos eléctricos y de caídas. Además se presenta la lista de normas a considerar en faenas de sistemas fotovoltaicos. La información se encuentra de la página 137 a 141 de la Guía de apoyo para estudiantes.

La siguiente actividad tiene como propósito reforzar la comprensión del contenido teórico sobre la seguridad en la instalación de sistemas fotovoltaicos, mediante el análisis de un caso, sus consecuencias y los aspectos de mayor relevancia a considerar en el proceso de evaluación.

ACTIVIDAD 35

Reflexión: importancia de la seguridad y la protección personal en el trabajo



¿Por qué es importante usar equipos de protección personal, para realizar mantenimiento?

Reflexione con sus compañeros, considerando los riesgos de trabajo de altura y riesgo eléctrico.

Considere la siguiente situación:

Caso hipotético: Juan de 35 años, casado y con dos hijos, no ha seguido las instrucciones de seguridad y se ha electrocutado mientras realiza una instalación. ¿Cuáles son las consecuencias que conllevan esta situación para Juan y su familia?

Sugerencia para el docente: Guíe la conversación clasificando las consecuencias en torno a temas como salud, economía de la familia, bienestar psíquico, etc.

¿Considera que realizar un proceso de evaluación, previo a ejecutar el mantenimiento, permite ordenar y planificar el trabajo a realizar?

¿Cuáles son los aspectos más relevantes a considerar en el proceso de evaluación?

RESPUESTAS ESPERADAS

- Frecuencias de revisión.
- Registro de visitas y acciones.
- Información al usuario.
- Mantener una disciplina en el trabajo y el trabajo colaborativo.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Analice junto a los estudiantes, la importancia de la evaluación preventiva y las acciones correctivas, y su impacto en el rendimiento y vida útil del sistema solar fotovoltaico.
- Los estudiantes deben reflexionar sobre la importancia del autocuidado y medidas preventivas, que garanticen que su trabajo se ejecute de forma segura, considerando las consecuencias de acciones imprudentes.
- Los estudiantes deben conocer los aspectos que deben respetar para realizar un trabajo seguro.
- Evaluación: de tipo formativa, se sugiere al docente realizar una dinámica de lluvia de ideas, anotando los conceptos en la pizarra para luego realizar una síntesis.

La evaluación sobre la correcta instalación de un sistema solar fotovoltaico, puede realizarse de manera visual y a través de mediciones. Con la siguiente actividad se busca reforzar la comprensión del contenido teórico respecto a los aspectos de seguridad a considerar el momento de realizar esta tarea, diseñando una pauta de evaluación de la instalación de los sistemas fotovoltaicos por los propios estudiantes.

ACTIVIDAD 36

Diseño de una pauta de cotejo de evaluación



Diseño de una pauta de cotejo de evaluación visual y medición de un sistema solar fotovoltaico, que considere:

- Relaciones y sistematización de los pasos de evaluación en un diagrama de flujo, identificando los elementos y componentes.
- Realizar un diagrama para un sistema On Grid y otro para un sistema Off Grid.

En base al diagrama diseñar una pauta de cotejo para el control de la evaluación para su uso en terreno.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Analice junto a los estudiantes, la importancia de la evaluación preventiva y las acciones correctivas, y su impacto en el rendimiento y vida útil del sistema solar fotovoltaico.
- El propósito de esta actividad es guiar el proceso de mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos. Solicite a los estudiantes, de acuerdo a la información entregada, diseñar una pauta incluyendo esquema gráfico y pauta de cotejo, que permita realizar una evaluación en terreno para un sistema fotovoltaico On Grid y Off Grid.
- Considere que una pauta de cotejo es un instrumento dicotómico relativamente simple que permite evaluar la presencia o ausencia de una característica u acción.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere al docente explicar que el producto a entregar corresponde a un instrumento diseñado por cada equipo de estudiante, por lo tanto, cada uno debe reflejar la originalidad y redacción particular.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

3.2. ACCIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA

3.2.1. Paneles

Con el fin de prevenir fallas en el funcionamiento de los sistemas, es importante adoptar diferentes medidas acorde a cada componente. En este apartado se enfatiza la necesidad de realizar una limpieza periódica a los paneles, sugiriendo los insumos y utensilios necesarios para este efecto. La información se encuentra desarrollada en las páginas 142 y 143 de la Guía de apoyo para estudiantes.

3.2.2. Inversores

Los inversores tienen un rol central en las instalaciones fotovoltaicas y por ello su mantención preventiva es fundamental. Por ello las actividades de mantenimiento preventivo deben considerar como mínimo actividades de limpieza, control y medición. Estas actividades se especifican en la página 143 de la Guía de apoyo para estudiantes.

3.2.3. Reguladores de Carga

Se presenta brevemente la importancia de los reguladores de carga y las acciones de control y verificación necesarios para velar por su correcto funcionamiento, en la página 144 de la Guía de apoyo para estudiantes.

3.2.4. Baterías

Si bien la batería es el elemento más delicado del sistema fotovoltaico, es también el más flexible ya que existen opciones de remplazo. En este apartado se recomiendan las acciones de control y verificación tanto de las baterías como de su conexión con el inversor. Esta información se encuentra en la página 145 de la Guía de apoyo para estudiantes.

REGÍSTRESE: www.aprendeconenergia.cl

En el portal “Aprende con Energía” del Ministerio de Energía, ubicado en la plataforma Educar Chile, encontrará apoyo al docente que puede servirle de referente para motivar a los estudiantes.

VISITE: www.educachee.cl

En la plataforma de la Agencia de Eficiencia Energética, podrá conocer el programa Educativo Integral en Eficiencia Energética, que cuenta con material pedagógico que puede servirle de referencia y motivación para desarrollar los suyos, en temas Solares Fotovoltaicos. En coordinación con otras asignaturas del establecimiento.



ILUSTRACIÓN 36: APOYO DOCENTE



ILUSTRACIÓN 37: APRENDE CON ENERGÍA



ILUSTRACIÓN 38: RECURSOS PEDAGÓGICOS PARA EL DOCENTE



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Para conocer más respecto a operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, se sugiere revisar la siguiente información: Guía de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, del Programa de Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía. www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia_OperacionMantenimiento_0517t.pdf

Si bien, las energías renovables no convencionales, son consideradas una alternativa limpia y eficiente es importante incentivar el cuidado medioambiental, considerando el potencial de los paneles fotovoltaicos para ser reciclados. En este sentido se plantea la siguiente actividad:

ACTIVIDAD 37

Reflexión con estudiantes: Reciclaje de paneles fotovoltaicos



¿Sabía usted que los paneles fotovoltaicos se pueden reciclar?

Hacia el año 2050 los paneles solares podrían representar 78 megatoneladas de residuos en todo el mundo. Pero gracias al reciclaje y recuperación de los paneles fotovoltaicos se podrían reproducir nuevamente 2.000 millones de paneles. Por lo tanto, si se aplica el reciclaje de los paneles fotovoltaicos de forma correcta y estudiada, podría ampliar una notable transición hacia un modelo energético más sostenible.

Fuente: <https://inarquia.es/paneles-fotovoltaicos-reciclar>

¿Por qué es importante reciclar? ¿Cuáles son las ventajas que presentan las actividades de reciclaje?

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Invite a los estudiantes a reflexionar en torno a la importancia de preservar los recursos naturales, considerando aspectos como la economía de ellos, vivir en un ambiente libre de contaminación y el tratamiento o almacenamiento de los residuos. (Sugerencia al docente: promueva una lluvia de ideas y ordene los conceptos en torno a los aspectos mencionados anteriormente).
- Evaluación: de tipo formativa, se sugiere al docente realizar una dinámica de lluvia de ideas, anotando los conceptos en la pizarra para luego realizar una síntesis.

El mantenimiento y limpieza de los paneles es sumamente importante, porque está relacionado con su rendimiento. La siguiente actividad tiene como propósito comprobar el contenido teórico sobre la mantención de los paneles fotovoltaicos, presentado en la Guía de apoyo para estudiantes, mediante la medición de variables asociadas a los sistemas fotovoltaicos en el laboratorio (actividad práctica). Considere la información de la página 142 a 145 de la Guía de apoyo para el estudiante. Esta actividad se debe realizar en el Banco de entrenamiento del laboratorio didáctico.

ACTIVIDAD 38**Limpeza y mantención de paneles fotovoltaicos**

Analizar el efecto de suciedad en los paneles solares fotovoltaico.

Le invitamos a formar grupos con los estudiantes y, utilizando el Maletín de fundamentos y el Banco de entrenamiento, realicen y registren mediciones bajo las siguientes situaciones:

- Paneles limpios.
- Paneles sucios.
- Paneles parcialmente limpios.

Comparen los resultados y comprueben el efecto de la suciedad de los paneles respecto al rendimiento del sistema solar fotovoltaico. ¿Cuál es su conclusión?

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Comente la importancia de realizar mantenimiento periódico a sistemas fotovoltaicos conectados a red y autónomos, considerando aspectos generales y pautas disponibles.
- Invite a los estudiantes a formar equipos de trabajo y realizar un ejercicio práctico utilizando el equipamiento didáctico, realizando mediciones comparativas respecto al funcionamiento de: paneles limpios, sucios, parcialmente limpios.
- Supervise y corrija las actividades realizadas por cada grupo de trabajo.
- Los estudiantes deben comprobar, mediante ejercicios prácticos en el equipamiento didáctico, cómo la suciedad afecta el rendimiento de las instalaciones solares.
- Invite a un estudiante por grupo, a presentar sus conclusiones del ejercicio, y genere un espacio de conversación al respecto.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la pauta para presentaciones orales.
- Recuerde sociabilizar el instrumento de evaluación que utilizará para corregir esta actividad.

A continuación se presenta la planificación para esta actividad en el formato sugerido por el Mineduc a modos de ejemplo.

NOMBRE DEL MÓDULO	CAPÍTULO III. MÓDULO 4: MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	LIMPIEZA Y MANTENCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS	
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS	
<p>3. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de equipos fotovoltaicos, de acuerdo a los informes de falla o las pausas de mantenimiento, según normativa vigente y normas de seguridad.</p>	<p>3.3. Realiza limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo para una instalación fotovoltaica domiciliaria, seleccionando las herramientas adecuadas, y de acuerdo con las recomendaciones y las especificaciones técnicas de los fabricantes.</p>	<p>OBJETIVO GENÉRICO H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p>
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Método proyecto	
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD		
<p>Docente: Preparar el banco de entrenamiento, simulando condiciones de paneles limpios, sucios, parcialmente limpios.</p> <p>Recursos: Banco de entrenamiento, materiales que permitan realizar la simulación como una película que deja pasar parcialmente la luz y otra que no deja pasar la luz.</p>		
EJECUCIÓN		
<p>El docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entrega las instrucciones para realizar las mediciones y la presentación de las conclusiones. Se asegura de la comprensión de las instrucciones. Corrige errores. <p>Los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se organiza el grupo. Definición del tema y toma de decisiones (informarse). Planificación y organización del trabajo (planificar y decidir). Ejecución: miden el rendimiento de paneles limpios, sucios, parcialmente limpios. Analizan la información y elaboran conclusiones. Control y evaluación (controlar y evaluar). 		

CIERRE: RESCATE, CONCLUSIÓN DE LO SIGNIFICATIVO DEL APRENDIZAJE**El docente:**

Refuerza el concepto teórico mediante la aplicación de los conocimientos y habilidades de los estudiantes. Aclara dudas y corrige errores o malas interpretaciones.

Los estudiantes:

Reconoce la necesidad de realizar una limpieza periódica a los paneles fotovoltaicos en base a mediciones realizadas de forma empírica y su análisis. Presentan conclusiones de grupo oralmente.

Esta actividad tiene como propósito comprobar el contenido teórico sobre la acción preventiva y correctiva en sistemas fotovoltaicos, mediante la medición de variables asociadas a estos en el laboratorio didáctico, específicamente en el banco de entrenamiento del laboratorio didáctico.

ACTIVIDAD 39**Detección de fallas en el sistema fotovoltaico**

Detectar una situación de falla en el sistema eléctrico fotovoltaico, como parte de un proceso de mantenimiento preventivo.

Se propone, mediante trabajo en grupo, simular un proceso de mantenimiento preventivo, que les permita detectar una situación de falla en el sistema eléctrico fotovoltaico.

Cada grupo de estudiantes deberá aplicar un plan de evaluación preventivo, identificar las fallas e indicar las acciones a seguir (preventivas y /o correctivas):

- Seleccione EPP correspondiente para trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Analice el sitio de instalación, detectando obstáculos tal como sombras, suciedad u otro factor que incida en el funcionamiento de sistemas solares fotovoltaicos.
- Revise los equipos y los sistemas fotovoltaicos, con apoyo de instrumentos, para medir, verificar y registrar signos o evidencias de funcionamiento anormal, fallas y averías más comunes en un sistema fotovoltaico, considerando las especificaciones de fábrica o de los planos del sistema.
- Registre en una pauta de evaluación (por ejemplo pauta de cotejo) los resultados de la inspección visual y mediciones.
- Plantee las acciones correctivas correspondientes.
- Diseñe una breve presentación oral del trabajo realizado.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Aplicar el manejo de fundamentos como:
 - Falla de inversores.
 - Conexión en polaridad inversa.
 - Conexión de paneles con voltaje mayor al permitido por el equipo.
 - Fallas en el cableado.
 - Pérdida de potencia por mal dimensionamiento de conductores.
- Prepare una presentación que incluya una pauta de mantenimiento preventivo. Considere esquemas, indicaciones de fabricantes, presentación de imágenes de circuitos fotovoltaicos en proceso de mantenimiento y videos presentando equipos de técnicos realizando mantenimiento a instalaciones eléctricas fotovoltaicos conectadas a red y autónomos.
- Utilizando el banco de entrenamiento, simule una situación de falla en equipamiento didáctico (por ejemplo, deje un panel desconectado en el banco de entrenamiento).
- Inicie la clase presentando los objetivos de la actividad, el aprendizaje que se espera lograr, las metodología que se usará durante la clase para realizar las actividades y cómo serán evaluados los estudiantes.
- Refuerce la importancia de realizar mantenimiento periódico a sistemas fotovoltaicos conectados a red y autónomos, considerando aspectos generales y pautas disponibles.
- Refuerza la importancia de adoptar medidas de seguridad para evaluar el estado de una instalación eléctrica. Destaque aspectos normativos relacionados a trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Invite a los estudiantes a formar equipos de trabajo, para realizar ejercicio práctico en taller de mantenimiento a los componentes de los sistemas fotovoltaicos.
- Entregue a cada grupo de trabajo, una pauta de mantenimiento referencial, incluyendo procedimiento de inspección visual y de medición.
- Supervise y corrija las actividades realizadas por cada grupo de trabajo.
- Solicite a un representante por equipo, exponer el trabajo realizado. Aclare conceptos y dudas presentadas durante la experiencia.
- Evaluación: de tipo sumativa, se sugiere utilizar la pauta para presentaciones orales.

La siguiente actividad está centrada en fortalecer, de forma práctica, las competencias relacionadas a la detección de componente dañados y el recambio de los mismos.

ACTIVIDAD 40

Limpieza de paneles y recambio de componentes dañados, realizando trabajo en altura



Aplicar el manejo de fundamentos como:

- Procedimientos de evaluación de acciones preventivas y correctivas.
- Acciones preventivas - procedimiento de limpieza de paneles, materiales y equipos.
- Acciones correctivas, considerar el manual del proveedor y recomendaciones claves antes de cambiar un componente.
- Normativa trabajo en altura y riesgo eléctrico.

Para poner en práctica los conceptos relacionados a mantenimiento de sistemas solares, realice un ejercicio de limpieza de paneles y recambio de componente dañado. Considere los siguientes aspectos:

- Identifique los materiales y equipos que requerirá para la actividad.
- Defina los pasos para realizar la actividad de limpieza y recambio.
- Revise y utilice EPP para trabajo en altura y riesgo eléctrico según normativa.
- Ejecute la limpieza y recambio de componentes.
- Verifique el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico, luego del proceso de limpieza.

ORIENTACIÓN AL DOCENTE PARA ABORDAR ESTA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

- Invite a los estudiantes a revisar las especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos, y las pautas de mantenimiento disponibles.
- Oriente a los estudiantes, para la selección de las herramientas para el mantenimiento correctivo y limpieza de paneles de los sistemas de generación fotovoltaica, de acuerdo a las recomendaciones y a las especificaciones técnicas de los fabricantes.
- Guíe y acompañe a los estudiantes a definir el componente dañado a ser reemplazado.
- Haga énfasis en la revisión de las recomendaciones y las especificaciones técnicas de los fabricantes y sugerencias para resguardar el Sistema Solar Fotovoltaico.
- Evaluación: de tipo formativa en la que aprendizaje se realiza de forma práctica y en la que la dinámica de ensayo-error tiene una gran importancia. Se sugiere al docente sacar partido a los errores, beneficiando a todos los estudiantes con la corrección y retroalimentación de estos.



Módulo N°5: Instalación de equipos electrónicos de potencia

A continuación se presentan orientaciones para el docente, teniendo como base el Programa de Estudio del MINEDUC para la Especialidad de Electricidad, el fortalecimiento corresponde a agregar un aprendizaje esperado en el módulo N°7 Instalación de equipos electrónicos de potencia.

4.1. PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ON GRID SOBRE TECHO

Se propone, a continuación, una actividad a realizarse en 4° medio que considera el manejo y aplicación de los contenidos y habilidades adquiridos los módulos 2, 3 y 4 del "Programa de capacitación en energía solar fotovoltaica para liceos de Enseñanza Media Técnico Profesional con especialidad de electricidad".

ACTIVIDAD 41**Proyecto de instalación de un sistema fotovoltaico On Grid, sobre techo inclinado**

Realiza la instalación de un sistema fotovoltaico (FV) completo sobre techo, de acuerdo al proyecto presentado y siguiendo todas las indicaciones indicadas por la normativa vigente, presentado la planimetría acorde al proyecto y realizando y diseñando un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

1. En base a los recursos incluidos en la techumbre práctica del laboratorio, los estudiantes elaboran un proyecto de planta Fotovoltaico, a partir del diseño conceptual, básico y de detalle para su implementación práctica, conforme a la normativa eléctrica vigente y las EETT de los equipos.
2. Elaboran un listado con los hitos más relevantes en la instalación de una planta FV conectada a la red.
3. Elaboran una Carta Gantt con los tiempos de ejecución estimados para cada uno de los hitos detectados.
4. Realizan la instalación del sistema FV, conforme a lo siguiente:
 - Instalan sistema de seguridad: línea de vida.
 - Instalan la estructura de soporte en las diferentes superficies incluidas en la techumbre de entrenamiento.
 - Instalan las canalizaciones (bandejas, ductos, etc.) de acuerdo a proyecto eléctrico, planimetría, etc.
 - Montan los paneles fotovoltaicos sobre estructura de soporte.
 - Realizan el cableado de conductores de corriente continua.
 - Montan el inversor/microinversores, conforme a proyecto.
 - Realizan el cableado CA.
 - Arman tablero FV de protecciones para conexión a la red.
 - Montan tablero FV.
 - Realizan pruebas de aislación, continuidad en el cableado CC.
 - Conectan paneles en serie para conformación de strings, conforme al proyecto FV, planimetría, etc.
 - Miden la tensión de circuito abierto en los strings.
 - Conectan los strings a inversor.
 - Conectan el cableado CA entre inversor y tablero FV.
 - Conectan el tablero FV a empalme de red.
 - Verifican la conexión de los componentes del sistema.
 - Realizan la puesta en marcha del sistema FV.
 - Diseñan un un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.
5. Puesta en marcha:
 - Realizan el encendido del sistema FV, conforme al procedimiento de encendido establecido, verificando su funcionamiento bajo condiciones de operación normales
 - Realizan mediciones de parámetros eléctricos, confirmando que el sistema se encuentra operando en condiciones de operación normales.
 - Realizan pruebas de desconexión de la red, verificando que el sistema sale de operación conforme a la normativa legal vigente.
 - Verifican que el sistema fotovoltaico inyecta en la red, alimentando los consumos.

A CONTINUACION SE PRESENTA, A MODO DE EJEMPLO, LA PLANIFICACION DE AULA PARA ESTA ACTIVIDAD DE INICIO, SIGUIENDO EL FORMATO ESTABLECIDO POR EL MINEDUC.

Proyecto de instalación de un sistema fotovoltaico On Grid, sobre techo inclinado



NOMBRE DEL MÓDULO	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FV ON GRID SOBRE TECHO INCLINADO
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
APRENDIZAJES ESPERADOS	<p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS</p> <p>3. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de equipos fotovoltaicos, de acuerdo a los informes de falla o a las pautas de mantenimiento, según normativa vigente y normas de seguridad.</p> <p>3.3. Realiza la instalación de un sistema fotovoltaico completo sobre techo, de acuerdo al proyecto presentado y siguiendo todas las indicaciones indicadas por la normativa vigente, presentado la planimetría acorde al proyecto y realizando y diseñando un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.</p> <p>H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas</p>
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<p>ABP: Aprendizaje Basado en Problemas. Se sugiere realizar una reunión de inicio de proyecto en donde se destaquen los hitos más relevantes acerca de la instalación y puesta en marcha de una planta FV conectada a la red.</p>
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
<p>Docente: Conforme a un proyecto diseñado por los estudiantes, el docente entrega pautas para la implementación de éste en sistema fotovoltaico real.</p> <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 08 paneles FV 250 Wp. ▪ 04 microinversores y 01 inversor string 2,0 kW. ▪ Set de conectores MC4. ▪ Estructura de soporte de paneles para techo. ▪ 01 medidor bidireccional. ▪ 01 gabinete metálico con protecciones para el armado del tablero FV. ▪ 01 sistema de monitoreo. ▪ Cables y canalizaciones para la instalación eléctrica. ▪ Techo para anclaje modular. 	

EJECUCIÓN

El docente:

- Procede a la revisión de los proyectos entregados por los estudiantes.
- Revisa que cada proyecto cumpla con la normativa eléctrica vigente y con las especificaciones técnicas de los equipos.
- En conjunto con los estudiantes, planifican los trabajos de instalación, considerando los hitos más relevantes:
 - Instalación de sistema de seguridad: línea de vida.
 - Instalación de estructura de soporte en las diferentes superficies incluidas en el techo de entrenamiento.
 - Instalación de canalizaciones (bandejas, ductos, etc.) de acuerdo a proyecto eléctrico, planimetría, etc.
 - Montaje de paneles fotovoltaicos sobre estructura de soporte.
 - Realización de cableado de conductores de corriente continua.
- Montaje de inversor/microinversores, conforme a proyecto.
- Realización de cableado CA.
- Armado tablero FV de protecciones para conexión a la red.
- Montaje tablero FV.
- Realización de pruebas de aislación, continuidad en el cableado CC.
- Conexión de paneles en serie para conformación de strings, conforme al proyecto FV, planimetría, etc.
- Medición de tensión de circuito abierto en los strings.
- Conexión de strings a inversor.
- Conexión de cableado CA entre inversor y tablero FV.
- Conexión de tablero FV a empalme de red.
- Verificación de la conexión de los componentes del sistema.
- Realización de la puesta en marcha del sistema FV.
- Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

EJECUCIÓN

Los estudiantes:

- En base a los recursos incluidos con el techo FV, los estudiantes elaboran un proyecto de planta FV, a partir del diseño conceptual, básico y de detalle para su implementación práctica, conforme a la normativa eléctrica vigente y las especificaciones técnicas de los equipos.
- Elaboran un listado con los hitos más relevantes en la instalación de una planta FV conectada a la red.
- Elaboran una Carta Gantt con los tiempos de ejecución estimados para cada uno de los hitos detectados.
- Realizan la instalación del sistema FV, conforme a lo siguiente:
 - Instalan sistema de seguridad: línea de vida.
 - Instalan la estructura de soporte en las diferentes superficies incluidas en el techo de entrenamiento.
 - Instalan las canalizaciones (bandejas, ductos, etc.) de acuerdo a proyecto eléctrico, planimetría, etc.
 - Montan los paneles fotovoltaicos sobre estructura de soporte
 - Realizan el cableado de conductores de corriente continua.
 - Montan el inversor/microinversores, conforme a proyecto.
 - Realizan el cableado CA.
 - Arman tablero FV de protecciones para conexión a la red
 - Montan tablero FV
 - Realizan pruebas de aislación, continuidad en el cableado CC.
 - Conectan paneles en serie para conformación de strings, conforme al proyecto FV, planimetría, etc.
 - Miden la tensión de circuito abierto en los strings.
 - Conectan los strings a inversor.
 - Conectan el cableado CA entre inversor y tablero FV.
 - Conectan el tablero FV a empalme de red.
 - Verifican la conexión de los componentes del sistema.
 - Realizan la puesta en marcha del sistema FV.
 - Diseñan un un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

CIERRE: RESCATE, CONCLUSIÓN DE LO SIGNIFICATIVO DEL APRENDIZAJE

El docente:

Evaluación del proceso conducente al diseño y a la instalación de un sistema FV On Grid, pruebas y puesta en marcha.

El estudiante:

Diseña un sistema FV On Grid, cubica los materiales necesarios, ejecuta la instalación de un sistema FV On Grid conforme a la normativa vigente, controla el sistema (verifica, corrige y prevé fallas).

CAPÍTULO

5

Referencias bibliográficas

- **Banco Interamericano de Desarrollo (2013).** Conjunto de datos: Base de datos de energía. Recuperado de www.iadb.org/es/temas/energia/base-de-datos-de-energia/base-de-datos-de-energia%2C19144.html
- **Corporación de Desarrollo Tecnológico (2013).** Componentes de la radiación solar en la Tierra (figuras). Manual de Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos Conectados a Red (pp. 16 y 32). Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción.
- **Corporación de Desarrollo Tecnológico (2017).** Instalación de la estructura de soporte (figuras). Guía de buenas y malas prácticas de instalaciones fotovoltaicas sobre techos. Documento anexo a la guía check list pre-fiscalización TE4 (p. 11). Corporación de Desarrollo Tecnológico- Cámara Chilena de la Construcción.
- **Ministerio de Educación (2015).** Programa de Estudio de la Especialidad Electricidad [Gráfico]. Recuperado de Bases Curriculares, Planes y Programas de Estudio. Formación Diferenciada Técnico Profesional (pp.7 y 16). Santiago - Chile.
- **Ministerio de Educación (2016).** Orientaciones para la Gestión e Implementación del Currículum de la Educación Media Técnico-Profesional. Santiago - Chile.
- **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (2018).** ¿Cómo funciona la Ley 20.571?(video) Recuperado de: www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
- **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (2018).** ¿Cómo funciona la Ley 20.571? (imagen) Recuperado de: www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
- **Solartrainer junior (2017).** Experimento con células solares, soluciones. IKS Photovoltaik GmbH

CAPÍTULO

6

Glosario

- **Acumulador** Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química. Se compone de diversas baterías conectadas entre sí, en serie o en paralelo.
- **Amperio-hora** Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.
- **Balance of System (BOS)** Representa el resto de componentes del sistema, añadidos a los módulos fotovoltaicos.
- **Baterías** Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.
- **Diodo de bloqueo** Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito. Normalmente es usado para evitar la descarga de la batería.
- **Caja de Conexiones** Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y donde puede colocarse el dispositivo de protección, si es necesario.
- **Celda Fotovoltaica** Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.
- **Central Fotovoltaica** Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red, mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.
- **Controlador de Carga** Componente del sistema fotovoltaico que controla el estado de carga de la batería.

- **Acumulador** Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química. Se compone de diversas baterías conectadas entre sí, en serie o en paralelo.
- **Amperio-hora** Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.
- **Balance of System (BOS)** Representa el resto de componentes del sistema, añadidos a los módulos fotovoltaicos.
- **Baterías** Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.
- **Diodo de bloqueo** Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito. Normalmente es usado para evitar la descarga de la batería.
- **Caja de Conexiones** Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y donde puede colocarse el dispositivo de protección, si es necesario.
- **Celda Fotovoltaica** Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.
- **Central Fotovoltaica** Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red, mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.
- **Controlador de Carga** Componente del sistema fotovoltaico que controla el estado de carga de la batería.
- **Convertidor Continua - Continua** Elemento de la instalación encargado de adecuar la tensión que suministra el generador fotovoltaico a la tensión que requieran los equipos para su funcionamiento.
- **Efecto Fotovoltaico** Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.
- **Eficiencia** En lo que respecta, a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.
- **Electrolito** En el caso de las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos, es una solución diluida de ácido sulfúrico, en la que se verifican los distintos procesos que permiten la carga y descarga de la batería.
- **Fotovoltaico (FV)** Relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz.
- **Generador** Conjunto de todos los elementos que componen una instalación fotovoltaica, necesarios para suministrar energía a las distintas aplicaciones. Transforma la energía del sol en energía eléctrica.
- **Inversor** Transforma la corriente continua que suministran las baterías o los paneles, en corriente alterna para su uso en diferentes electrodomésticos o aplicaciones, tanto en sistemas aislados como en sistemas conectados a red.
- **IP (Ingress Protection)** La norma internacional CEI 529, de la Comisión Electrotécnica Internacional, establece una codificación numérica a través de la cual se definen las características de los grados de protección que la envolvente, carcasa o caja, de un equipo proporciona tanto, desde el punto de vista de protección a las personas frente a la posibilidad de alcanzar partes energizadas en el interior del equipo o aparato, como desde el punto de vista de penetración de elementos extraños al equipo, como cuerpos, polvos o agua que interfieran con su funcionamiento y/o le provoquen daños.
- **Medidor bidireccional** Un medidor principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados.
- **Módulo o Panel Fotovoltaico** Es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.
- **Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)** Temperatura a la que trabaja una célula en un módulo bajo las Condiciones de Operación Estándar, que es de 20° Centígrados de temperatura ambiente, irradiación de 0.8 kW/m² y velocidad media del viento de 1 m/s, con el viento orientado en paralelo al plano de la estructura y todos los lados de la estructura totalmente expuestos al viento.
- **Orientación** Angulo de orientación respecto al norte solar de la superficie de un panel. El norte geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula.

- **Protección IP** La norma internacional CEI 529, de la Comisión Electrotécnica Internacional establece una codificación numérica a través de la cual se definen las características de los grados de protección que la envolvente, carcasa o caja, de un equipo proporciona tanto, desde el punto de vista de protección a las personas frente a la posibilidad de alcanzar partes energizadas en el interior del equipo o aparato, como desde el punto de vista de penetración de elementos extraños al equipo como cuerpos, polvos o agua que interfieran con su funcionamiento y/o le provoquen daños. La caracterización de los grados de protección se establece mediante un código formado por las letras IP (índice de protección) seguidas de una combinación de dos cifras (NCH4 Apéndice 1, puntos 1.1.y 1.2).
- **Punto de máxima potencia de un Panel** Potencia que suministra un panel fotovoltaico cuando el producto de la tensión por la intensidad es máximo.
- **Radiación Solar** Cantidad de energía procedente del sol que se recibe en una superficie y tiempo determinado.
- **Regulador** Véase Controlador de Carga.
- **Rendimiento** Es la relación que existe entre la energía que realmente se transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.
- **Silicio** Elemento químico del que básicamente se componen las células de un panel solar. Es de naturaleza prácticamente metálica, gris oscuro y de excelentes propiedades semiconductoras.
- **Sistema Aislado o Remoto** Sistema fotovoltaico autónomo, no conectado a red. Estos sistemas requieren baterías u otras formas de acumulación. Suelen utilizarse en lugares remotos o de difícil acceso.
- **Sistema Conectado a Red** Sistema fotovoltaico que actúa como una central generadora de electricidad, suministrando energía a la red.
- **Sistema Híbrido** Sistema fotovoltaico que incluye otras fuentes que generan electricidad, tales como generadores eólicos o grupos electrógenos.
- **Strings** Asociación de módulos fotovoltaicos conectados en paralelo.
- **Tensión de un Circuito Abierto** Es la diferencia de potencial medida entre dos extremos de un circuito eléctrico, cuando éste está abierto y sin carga.
- **Tensión Nominal** Diferencia de potencial específica, para la que se diseña un equipo o una instalación. Se llama nominal porque la tensión puede variar por distintas circunstancias durante la operación.
- **Watt, Kilowatt y megawatt** Watt es la unidad de potencia del sistema internacional de unidades, su símbolo es W. La potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en Watts (W), si son de poca potencia, pero si son de mediana o gran potencia se expresa en kilowatt a (kW), 1.000 Watts (W) equivale a 1 (kW) y 1.000 (kW) equivalen a un 1(MW).
- **Watt peak (Wp)** Es una medida de potencia nominal de un panel fotovoltaico en condiciones de laboratorio o condiciones de prueba estándar (1.000 (W/m²), 25 °C, etc.). Dado que las condiciones reales serán distintas a las del laboratorio, en la práctica producirá una potencia peak aproximadamente entre un 15 - 20% menos, debido principalmente al calentamiento de las celdas solares.
- **Kilowatt hora (kW/h)** Es una unidad de energía expresada de forma de unidad de potencia x tiempo.



Anexos

7.1. ANEXO 1. MALETÍN DE FUNDAMENTO FOTOVOLTAICO - COMPONENTES

El sistema de experimentación permite llevar a cabo todos los experimentos básicos sobre energía fotovoltaica (FV). Los materiales están claramente dispuestos en una maleta especial y de fácil acceso, diseñado de manera que permite su uso modular y el desarrollo de las lecciones de modo independiente.

El docente podrá impartir instrucciones experimentales fácilmente comprensibles, ya que cuenta a su disposición sugerencias de actividades de aprendizaje, tanto en la presente Guía como las desarrollas por el proveedor del maletín.

Los componentes permiten conocer:

- Medición de la irradiación de diferentes fuentes de luz.
- La celda solar como convertidor de energía.
- La celda solar como convertidor/como diodo.
- El voltaje de circuito abierto de una célula solar/ sombreado.
- La tensión de circuito abierto y la corriente de corto circuito con niveles de irradiación diferente.
- La corriente de cortocircuito de una celda solar con diferentes ángulos de incidencia de luz.
- Conexión en serie de celdas solares/sombreado.
- Conexión en paralelo de celdas solares/sombreado.
- Registro de la característica V/I con adquisición de datos a computador y de forma manual.
- Determinación de eficiencia /MMP.
- Simulación de un ciclo diario.
- Carga de un condensador/acumulador GoldCap con una célula solar para emular baterías.
- Descarga de un condensador/acumulador GoldCap con una célula solar para emular baterías con adquisición de datos a computador.
- Construcción de una red fotovoltaica aislada.
- Representación de un "ciclo diario".
- Conversión de corriente continua a corriente alterna con adquisición de datos a computador.

MALETÍN DE FUNDAMENTO

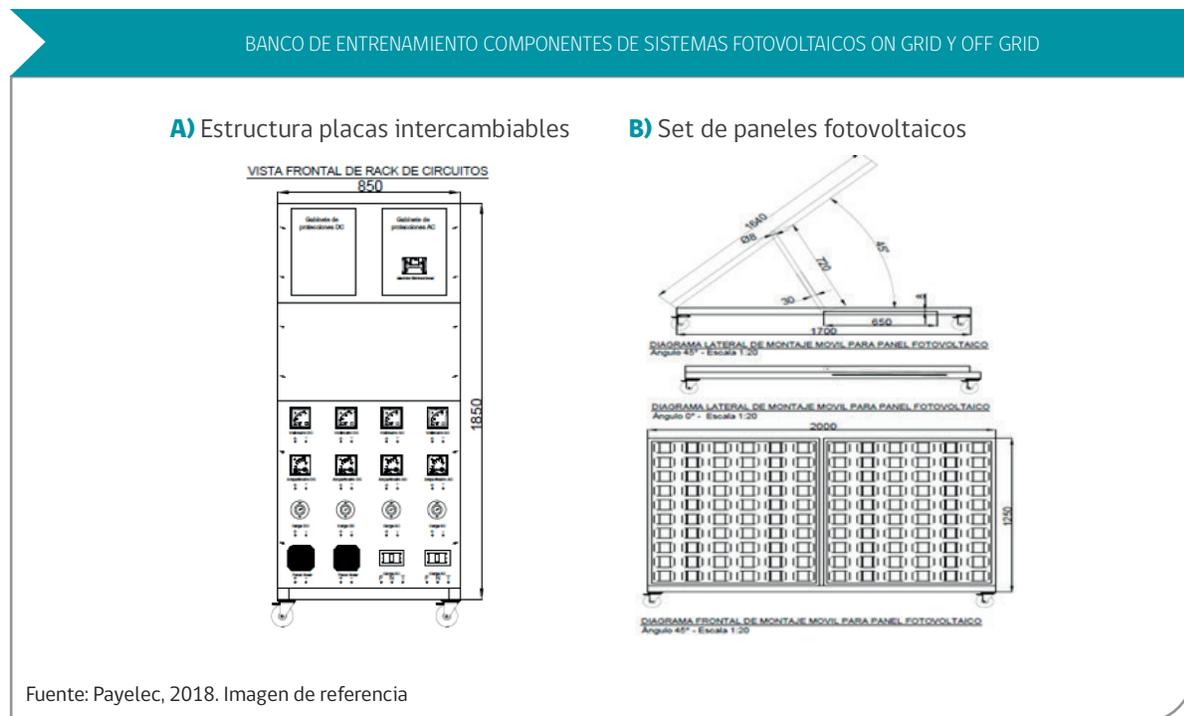
COMPONENTES



1. Placa base de montaje para equipos, instrumentos de medida y cajas experimentales.
2. Suspensión para la placa base.
3. Instrucciones.
4. Soluciones.
5. Cable de interfaz (opcional).
6. CD del programa (opcional).
7. Unidad de célula solar.
8. 3 placas de sombreado.
9. Cable de red (bajo la unidad de célula solar).
10. 2 multímetros.
11. Sensor.
12. Unidad de irradiación.
13. 12 cables de medición, 6x rojo 6x azul.
14. Batería.
15. Carga 1.
16. Carga 2.
17. Registrador de datos (opcional).
18. Inversor (opcional bajo el registrador de datos).
19. Acolchado espumoso para cubrir los componentes (en la tapa del maletín, sin imagen).

7.2. ANEXO 2. PRIMER BANCO DE ENTRENAMIENTO (PILOTO) – COMPONENTES

El primer banco de entrenamiento (piloto) está conformado por dos componentes principales: (A) estructura de placas de sistemas On Grid y Off Grid, conformado por diferentes tarjetas intercambiables y (B) set de paneles fotovoltaicos.



A) Descripción general estructura de placas intercambiables.

Permite llevar a cabo los experimentos prácticos de conexión, montaje y desmontajes de los diferentes componentes que forman parte de un sistema fotovoltaico On Grid y Off Grid.

Está compuesto por tarjetas que son montadas en la estructura del banco con cuatro pernos (cada una), cubriendo entre todas ellas: (i) conexiones y protecciones para corriente continua, (ii) conexiones y protecciones para corriente alterna, (iii) sistemas de conversión de energía en corriente continua a corriente alterna, (iv) equipos de medición y cargas.

Todos los equipos usados en el sistema están autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

El banco de entrenamiento está conformado por las siguientes tarjetas:

1. Placa "A" Tarjeta de Microinversores.
2. Placa "B" Tarjeta de Inversores aislados.
3. Placa "C" Tarjeta de Microinversor con conexión de arreglo de paneles.

4. Placa "D" Tarjeta de Mediciones.

5. Placa "E" Tarjeta de Cargas y Acumulación de Energía.

6. Placa "LA" Tarjeta de Conexión a la Red AC.

7. Placa "LB" Tarjeta de protecciones AC y barra de conexión de energía.

8. Placa "RA" Tarjeta de protecciones CC.

9. Placa "RB" Tarjeta de conexión de paneles.

Las tarjetas 1, 2 y 3 permiten conocer las siguientes configuraciones:

- Conexión en red con microinversores.
- Conexión en red con un sistema reducido de inversor string.
- Sistemas aislados de paneles fotovoltaicos.

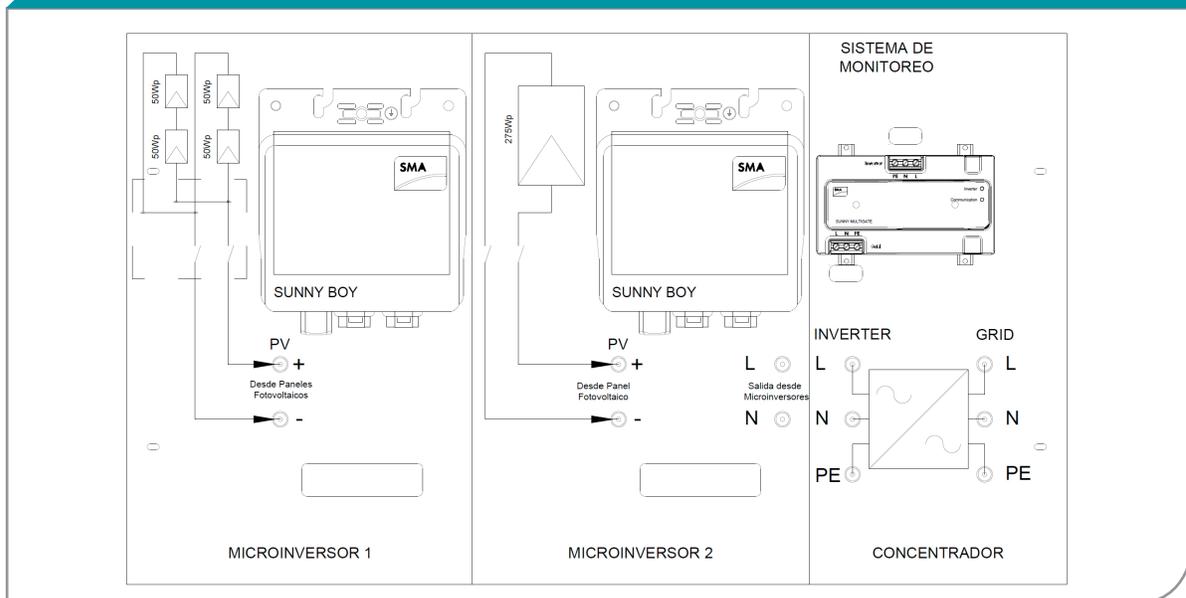
Las tarjetas 4 y 5 permiten medir y usar la energía generada.

Las tarjetas 6 y 7 permiten conocer los métodos de conexión de protecciones de los paneles fotovoltaicos y uso de protecciones CC.

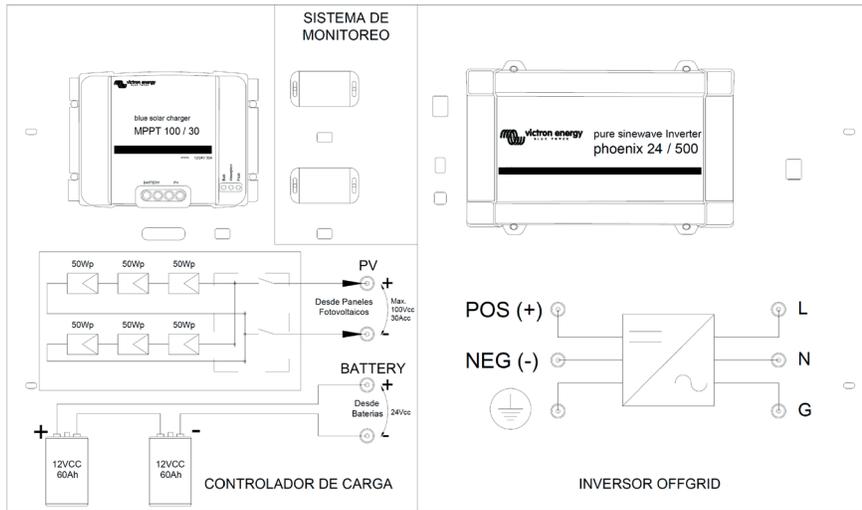
Las tarjetas 8 y 9 permiten conocer el método de conexión a la red AC, las protecciones y componentes usados.

A continuación se presentan imágenes referenciales de las Tarjetas

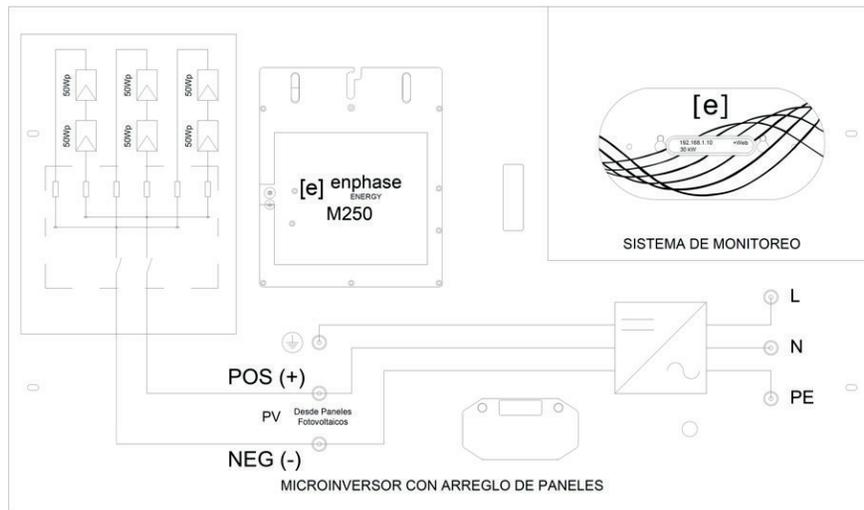
1. PLACA "A" TARJETA DE MICROINVERSORES



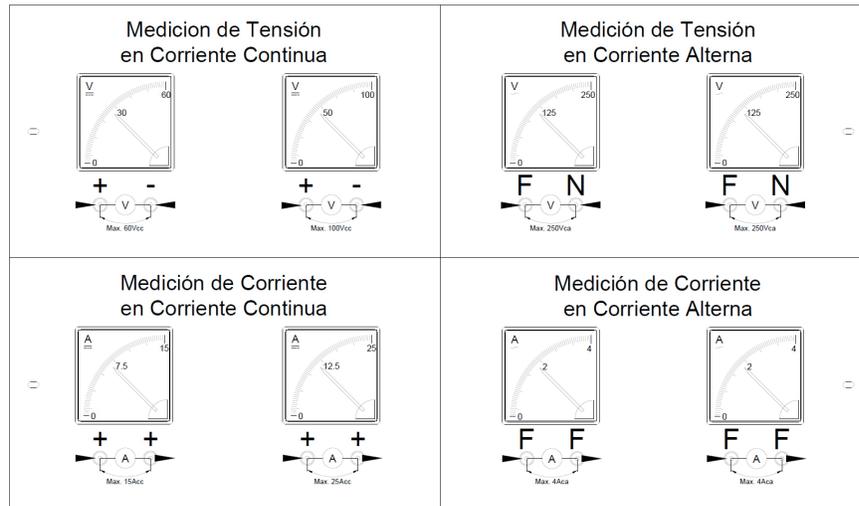
2. PLACA "B" TARJETA DE INVERSORES AISLADOS



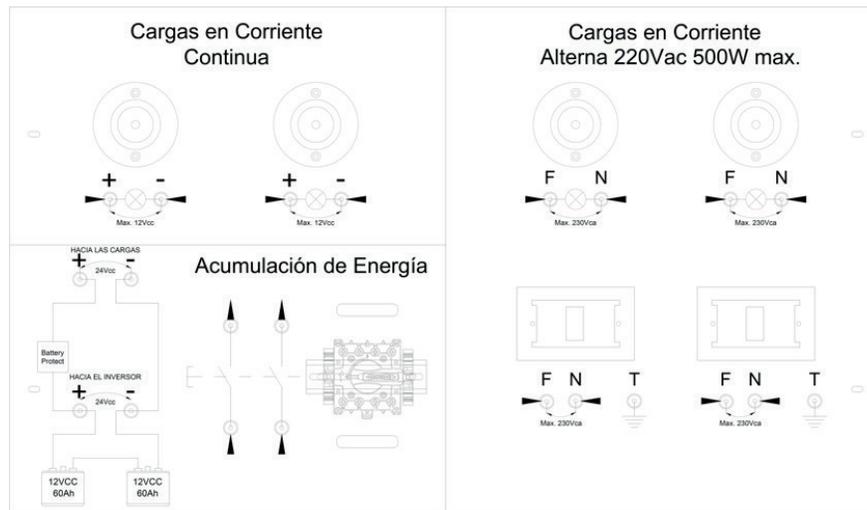
3. PLACA "C" TARJETA DE MICROINVERSOR CON CONEXIÓN DE ARREGLO DE PANELES



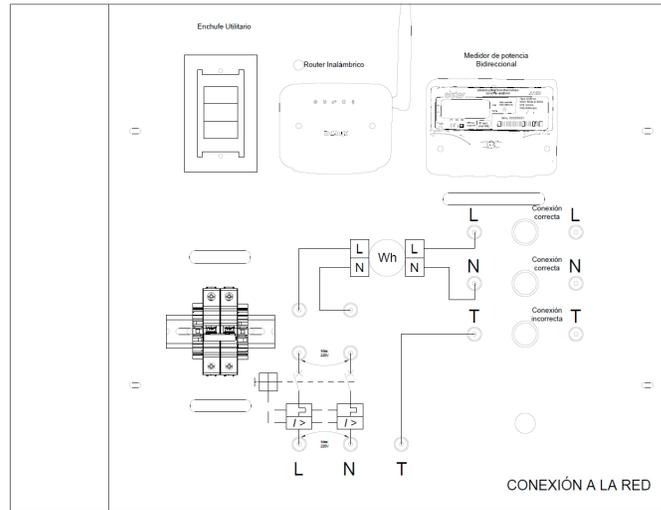
4. PLACA "D" TARJETA DE MEDICIONES



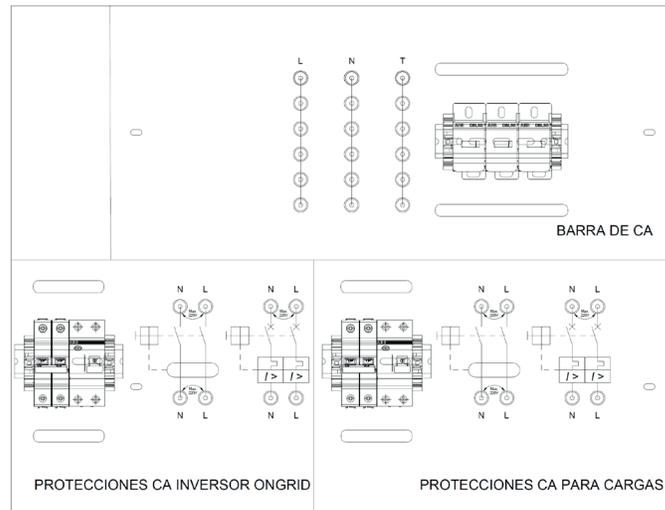
5. PLACA "E" TARJETA DE CARGAS Y ACUMULACIÓN DE ENERGÍA



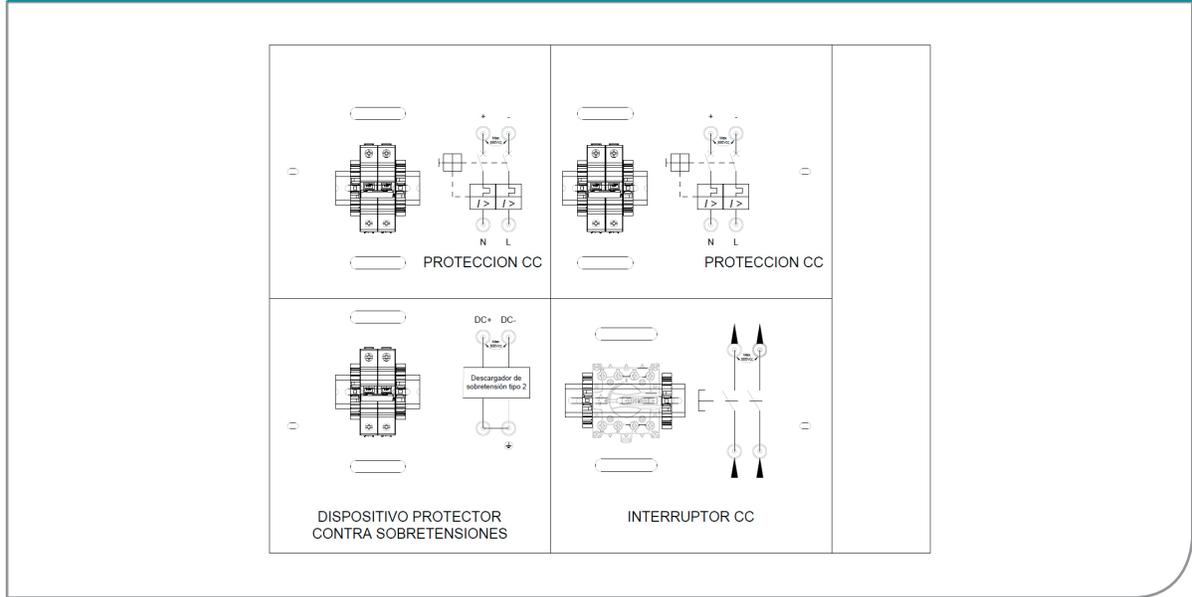
6. PLACA "LA" TARJETA DE CONEXIÓN A LA RED AC



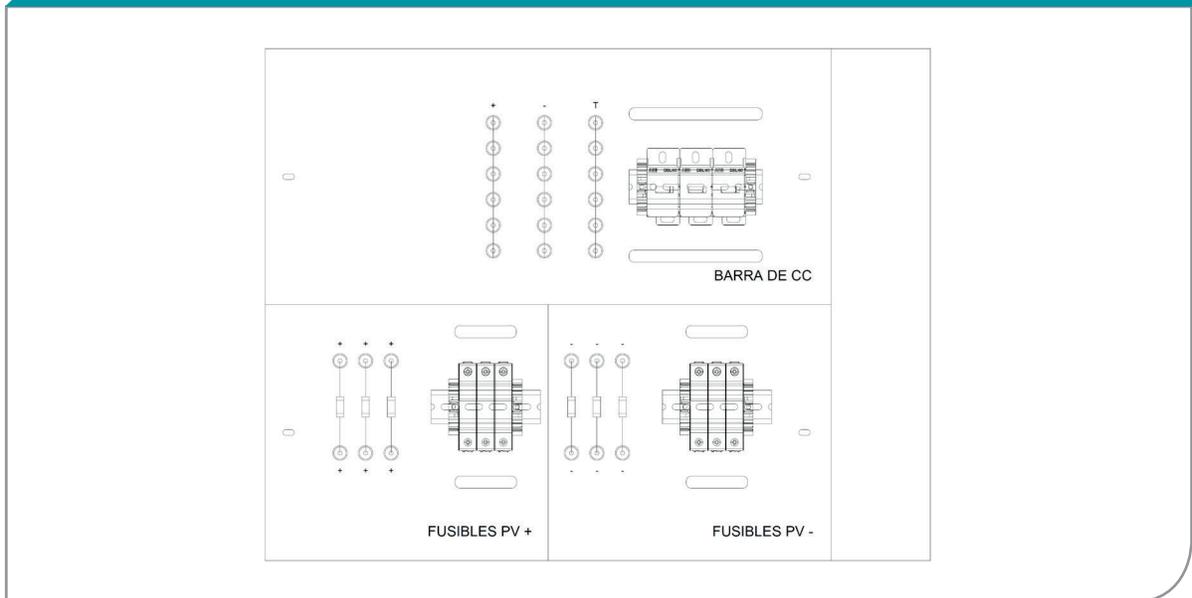
7. PLACA "LB" TARJETA DE PROTECCIONES AC Y BARRA DE CONEXIÓN DE ENERGÍA



8. PLACA "RA" TARJETA DE PROTECCIONES CC



9. PLACA "RB" TARJETA DE CONEXIÓN DE PANELES



Las tarjetas 1, 2 y 3 permiten conocer las siguientes configuraciones:

- Conexión en red con microinversores.
- Conexión en red con un sistema reducido de inversor string.
- Sistemas aislados de paneles fotovoltaicos.

Las tarjetas 4 y 5 permiten medir y usar la energía generada.

Las tarjetas 6 y 7 permiten conocer los métodos de conexión de protecciones de los paneles fotovoltaicos y uso de protecciones CC.

Las tarjetas 8 y 9 permiten conocer el método de conexión a la red AC, las protecciones y componentes usados.

B) Descripción general del set de paneles fotovoltaicos

Los módulos de paneles móviles con ángulo de inclinación modificable requieren paneles fotovoltaicos y consisten en 2 tipos de paneles independientes:

Set de 1 panel fotovoltaico que permite conexión directa compatible con todos los inversores del equipo didáctico.

Características:

- Cantidad: 1 unidad.
- Potencia nominal: 275W.
- Dimensiones: 992X1650mm.
- Tensión de operación: 31.0Vdc.
- Tensión de circuito abierto: 38.0VDC.
- Corriente de cortocircuito: 9.45Adc.
- Corriente de operación: 8.88Adc.

Este módulo permitirá la conexión con todos los inversores del equipo didáctico, bajo condiciones recomendadas del fabricante, sin necesidad de conectar paneles adicionales para aumentar tensión o corriente.

Set de 6 paneles fotovoltaicos para conexión en serie y paralelo (Arreglos), compatible con todos los inversores del equipo didáctico.

Características:

- Cantidad: 6 unidades.
- Potencia nominal: 50W.
- Dimensiones: 538X669mm.
- Tensión de operación: 17.5Vdc.
- Tensión de circuito abierto: 21.8VDC.
- Corriente de cortocircuito: 3.16Adc.
- Corriente de operación: 2.92Adc.

Este módulo permitirá la conexión con todos los inversores del equipo didáctico, bajo condiciones recomendadas del fabricante.

Cada set de paneles será compatible con la estructura respectiva detallada en la especificación de estructuras.

7.3. ANEXO 3. FORMATO DE DISEÑO DE ACTIVIDADES SUGERIDAS POR MINEDUC

7.3.1. Formato actividad de aprendizaje

En el documento **“Orientaciones para la gestión e implementación del currículum de la educación media técnico - profesional”** del MINEDUC, se presentan una serie de formatos y pasos a considerar para desarrollar actividad de aprendizaje, pauta de evaluación y rubricas, entre otras; de manera de incorporar todos los aspectos necesarios de manera ordenada, lógica y práctica. Por ello se invita a los docentes a desarrollar las actividades de aprendizaje sugeridas en las guías de apoyo, siguiendo el siguiente formato.

NOMBRE ACTIVIDAD APRENDIZAJE	[.....]
NOMBRE DEL MÓDULO	[.....]
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	[.....]
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	[.....]
APRENDIZAJES ESPERADOS <i>[Registrar el o los criterios que se usarán para esta actividad de aprendizaje. No es necesario poner todos los criterios relacionados con el Aprendizaje Esperado (AE), se supone que para lograr un AE se requiere de varias actividades de aprendizaje y cada una de estas puede considerar un criterio de evaluación diferente.]</i>	[.....]
METODOLOGIA SELECCIONADA	[.....]
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD <i>[Definir recursos y el quehacer del docente]</i> DOCENTE: [.....] RECURSOS: [.....]	
EJECUCIÓN <i>[Descripción de las tareas de que realizan docentes y estudiantes]</i> DOCENTE: [.....] RECURSOS: [.....]	
CIERRE <i>[Rescate, conclusión de lo significativo del aprendizaje]</i> DOCENTE: [.....] RECURSOS: [.....]	

TABLA 3: FORMATO MINEDUC, FICHA DE DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Fuente: MINEDUC, 2016. Orientaciones para la gestión e implementación del currículum de la Educación Media Técnico - Profesional

7.3.2. Formato pauta de evaluación de presentaciones orales

PAUTA DE EVALUACIÓN DE PRESENTACIONES ORALES				
Se trata de una propuesta que el docente puede modificar, incorporando aspectos de aprendizaje técnico específico de la temática trabajada y adaptada de acuerdo a las necesidades del grupo-curso, considerando que una importante cantidad de actividades requieren de presentaciones orales.				
CRITERIO EXPOSICIÓN AL CURSO	INDICADOR			TOTAL
	NL =1	ML= 2	L= 3	
EXPRESAN CON CLARIDAD LOS CONCEPTOS				
USAN LENGUAJE ORAL Y EXPRESIÓN CORPORAL (LENGUAJE, DICCIÓN, POSTURA) ACORDE A LA SITUACIÓN				
PRESENTAN ORGANIZADAMENTE LOS CONTENIDOS				
EXPRESAN COMPRENSIÓN DE LAS IDEAS EXPUESTAS				
USAN RECURSOS DIDÁCTICOS O AUDIOVISUALES				
DEMUESTRAN ORGANIZACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO				
DEMUESTRAN MANEJO DEL TEMA ABORDADO				
				Total ____/35

TEMA EVALUADO:

NL: NO LOGRADO

ML: MEDIANAMENTE LOGRADO

L: LOGRADO

7.3.3. Formato de rúbrica para evaluar montaje

RÚBRICA PARA EVALUAR MONTAJES (actividades prácticas)				
Se trata de una propuesta de rúbrica que el docente puede modificar y adaptar de acuerdo a las necesidades de su grupo-curso. Sin embargo se aconseja que estos aspectos sean evaluados periódicamente para fortalecer los procesos que los estudiantes deben cumplir al finalizar los módulos presentados.				
CATEGORÍA	DESTACADO (6 PTS.)	BUENO (5 PTS.)	SUFICIENTE (3 PTS.)	INSUFICIENTE (1 PT.)
MONTAJE DE.....	Realizan el montaje con un orden adecuado de los pasos e interrelaciona los equipos.	Realiza el montaje y conoce la mayoría de las relaciones entre equipos.	Realiza el montaje y conoce algunas de las relaciones entre equipos.	No monta y no relaciona.
REALIZACIÓN DE LAS CONEXIONES DE ACUERDO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONDICIONES SEGURIDAD ELÉCTRICA	Hace un conexionado según las especificaciones técnicas y respeta las condiciones de seguridad, reconociendo los riesgos eléctricos asociados.	Hace un conexionado pero no respeta todas las especificaciones técnicas y respeta las condiciones de seguridad, reconociendo los riesgos eléctricos asociados.	Hace un conexionado aleatorio y no respeta todas las condiciones de seguridad.	No conexiona.
UTILIZACIÓN ADECUADA DEL MATERIAL ELÉCTRICO Y EQUIPOS DE MEDICIÓN	Usa el material y equipos de medición de manera adecuada y con cuidado.	Usa el material y equipos de medición de manera adecuada con poco cuidado.	Usa el material y equipos de medición de manera inadecuada con poco cuidado.	No sabe utilizar el material y equipos de medición.
VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL MONTAJE DE	Verifica el funcionamiento del montaje detectando fallas en caso d mal funcionamiento, y corrigiendo los errores.	Verifica el funcionamiento del montaje y si no funciona secciona y busca fallos pero no los soluciona.	Verifica el funcionamiento del montaje y si no funciona no intenta soluciones.	No verifica nada.
PUNTAJE OBTENIDO				____/24

7.4. ANEXO 4 . EJEMPLOS DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE. UNO POR MÓDULO

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE MÓDULO 2	
NOMBRE DEL MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	ANÁLISIS DE TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE UNA CELDA FOTOVOLTAICA A DISTINTAS INTENSIDADES DE RADIACIÓN.
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	[.....]
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS
<p>4. Instalar sistemas de generación de energía fotovoltaica para red eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.</p>	<p>4.1 Conoce los fundamentos de energía solar fotovoltaica y las tipologías de sistemas de generación fotovoltaica, necesarios para realizar una instalación eléctrica domiciliaria, acorde a especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.</p> <p>4.2 Selecciona las herramientas, equipos y materiales, según especificaciones técnicas del proyecto y normativa de seguridad.</p> <p>4.6 Verifica el estado de los paneles solares fotovoltaicos de acuerdo con estándares de calidad.</p> <p>4.8 Inspecciona y conecta los strings de paneles, verificando la polaridad de los conectores de acuerdo con instrucciones y normativa vigente.</p> <p>4.9 Revisa el estado del montaje e instalación de los paneles solares fotovoltaicos según normas de seguridad y especificaciones técnicas del proyecto.</p>
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Demostración guiada
<i>[Descripción de las tareas que realizan docentes y estudiantes y los recursos que se utilizan en cada una de las siguientes etapas.]</i>	
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prepara material audiovisual específico sobre análisis de tensión en sistemas fotovoltaicos (presentación PowerPoint y videos online). Prepara una actividad de aprendizaje, de acuerdo con el cuaderno de actividades, para el análisis en el laboratorio, por parte de los estudiantes. Prepara una pauta de evaluación para el trabajo en laboratorio. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Laboratorio con Maletín de fundamentos y Banco de entrenamiento. Esquemas, planos y diagramas de representaciones de circuitos eléctricos fotovoltaicos. 	

EJECUCIÓN

El docente:

- Inicia la clase presentando el aprendizaje que espera lograr, la metodología que se desarrollará para realizar las actividades y como serán evaluados los estudiantes.
- Expone acerca de los fundamentos y consideraciones generales e importancia del análisis de tensión.
- Explica las medidas de seguridad a considerar. Forma equipos de trabajo para que realicen la experiencia y se familiaricen con los componentes que usarán en cada experiencia planificada.
- A cada grupo de trabajo le entrega herramientas, instrumentos, elementos, componentes y una guía de trabajo para que la lean y respondan las preguntas relacionadas a la experiencia y que realicen la experiencia a través de las indicaciones dadas por la guía.
- Utilizando el equipamiento didáctico del laboratorio (Maletín de fundamentos y Banco de entrenamiento), demuestra y explica el proceso de análisis de tensión de circuito abierto y corriente de corto circuito de una celda fotovoltaica a distintas intensidades de radiación. Detalla las etapas del proceso y luego demuestra cómo y por qué se realiza el análisis, reforzando los puntos clave
- Supervisa la aplicación del procedimiento por parte de los estudiantes, con atención en caso de que se requiera corregir algún procedimiento errado que pueda implicar algún riesgo de accidente de los estudiantes, o daño al equipamiento.
- Supervisa permanentemente el cumplimiento de las normas y prevención de riesgos durante el desarrollo y ejecución del circuito planificado.
- Invita a los estudiantes a explicar y argumentar la forma en que ejecutan el procedimiento.
- Invita a los estudiantes a ejercitar hasta tener el total dominio del procedimiento de medición de tensión de circuito abierto.

EJECUCIÓN

Los estudiantes:

- Toman apuntes y registran en su cuaderno las indicaciones presentadas por el docente.
- Observan con atención el proceso que demuestra el docente, presentando dudas al docente.
- Reconocen y respetan las normas de seguridad eléctrica relacionadas con la actividad.
- Realizan en grupo las actividades de análisis de tensión presentadas en la guía de trabajo y de acuerdo al procedimiento presentado por el docente. Aplican y explican el proceso, utilizando el Maletín de fundamentos y Banco de entrenamiento del laboratorio.
- Interpretan el circuito eléctrico desde el plano y concluyen el conexionado del mismo, explicando y argumentando el método con el que lo realizan.
- Interpretan correctamente los datos recogidos y los analizan con sus compañeros, explicando los puntos más importantes del proceso y sus implicancias.
- Registran datos de las actividades, las analizan y elaboran conclusiones de la actividad realizada.

CIERRE

El docente:

- Al culminar la experiencia, reúne a todos los grupos de trabajo en el taller, para que presenten sus conclusiones del proceso realizado.
- Aclara conceptos y dudas presentadas durante la ejecución de la experiencia.
- Evalúa la clase y retroalimenta respecto al proceso realizado.

Los estudiantes:

- Exponen las observaciones y conclusiones más relevantes relacionadas con la experiencia realizada.
- Analizan las exposiciones realizadas por cada grupo de trabajo, unifican criterios en las conclusiones obtenidas, anotando un resumen de las ideas principales en el pizarrón.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE MÓDULO 3

NOMBRE DEL MÓDULO	ELABORACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	DIBUJO DE PLANOS DE SISTEMA FOTOVOLTAICO, INTEGRADO A UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DOMICILIARIA.
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	[.....]
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y OBJETIVOS GENÉRICOS
<p>4. Dibuja el sistema eléctrico fotovoltaico para diferentes tipos de estructuras de soporte usados, cumpliendo las indicaciones técnicas exigidas por el proyecto.</p>	<p>4.1. Dibuja el sistema eléctrico fotovoltaico, de acuerdo con la normativa vigente y especificaciones técnicas del fabricante.</p> <p>4.2. Dibuja el método de anclaje y estructura de soporte de un sistema fotovoltaico para superficies planas y superficies inclinadas, de acuerdo con sus dimensiones reales en terreno, usando escalas de reducción normalizadas cumpliendo las indicaciones técnicas y normativas establecidas en el proyecto.</p>
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Demostración guiada

[Descripción de las tareas que realizan docentes y estudiantes y los recursos que se utilizan en cada una de las siguientes etapas.]

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- Prepara la presentación de imágenes, figuras, planos, esquemas, circuitos simbología y videos, relacionados con la representación de esquemas y planos de circuitos eléctricos fotovoltaicos, métodos de anclaje y estructura, integrados en una instalación eléctrica domiciliaria.
- Prepara pauta de evaluación.

Recursos:

- Planimetría y especificaciones técnicas de una instalación eléctrica domiciliaria que incluya sistemas de generación fotovoltaica, que sirva de base para realizar el trabajo en clase.
- Guía para trabajo en clase.
- Normas SEC actualizada.
- Manuales técnicos fotovoltaicos, que incluyan simbología a utilizar para dibujo planimétrico.

EJECUCIÓN

El docente:

- Presenta los procesos asociados a la elaboración de proyectos eléctricos, detallando sus etapas, con especial énfasis en el dibujo de sistemas de generación fotovoltaico, incluyendo sistema eléctrico, métodos de anclaje y estructura de soporte.
- Detalla las características de los formatos y circuitos eléctricos dibujados, haciendo énfasis en los componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red. Explica técnicas de representación y simbología utilizada en proyectos eléctricos.
- Utilizando el equipamiento didáctico (banco de entrenamiento) realiza una presentación física de cada uno de los componentes, mostrando y explicando la forma en que se dibujan, asociándolo a simbología normalizada. Explica qué es cada componente, cómo se dibuja utilizando el programa auto CAD, y por qué se utiliza la correspondiente simbología.
- Invita a los estudiantes a formar equipos de trabajo y entrega guía de trabajo para que realicen la planimetría de sistemas fotovoltaicos de casas habitación.
- Supervisa y corrige las actividades planificadas y dirigidas a cada grupo de trabajo.

EJECUCIÓN

Los estudiantes:

- Toman notas de las indicaciones presentadas por el docente.
- Observan con atención el proceso de dibujo mostrado por el docente.
- Analizan la planimetría de casas habitación, especificaciones técnicas y listado de requerimientos. Presentan dudas al docente.
- Representan los componentes de un circuito eléctrico fotovoltaico en los planos de una casa habitación, explicando por qué lo hizo de esa manera.
- Dibujan el método de anclaje y estructura de soporte de un sistema fotovoltaico, explicando por qué lo hicieron de esa manera, y la simbología utilizada. Nombran los puntos más importantes del proceso y sus implicancias.
- Entregan al docente la planimetría del proyecto de una instalación eléctrica domiciliaria que contempla energía solar fotovoltaica.

CIERRE

El docente:

- Aclara conceptos y releva la importancia de aplicar la normativa eléctrica, de dibujo y diseño para el desarrollo del proyecto eléctrico fotovoltaico en la planimetría de una casa habitación.
- Evalúa la clase, retroalimentando a los estudiantes sobre el aprendizaje de la actividad.

Los estudiantes:

- Ejercitan hasta lograr el dominio de la destreza.
- Exponen las observaciones más relevantes relacionadas con el proyecto eléctrico fotovoltaico de una casa habitación.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE MÓDULO 4

NOMBRE DEL MÓDULO	MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	DETECTAR UNA SITUACIÓN DE FALLA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO, COMO PARTE DE UN PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	[.....]
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>3. Realiza mantenimiento preventivo y correctivo de equipos fotovoltaicos, de acuerdo a los informes de falla o a las pautas de mantenimiento, según normativa vigente y normas de seguridad.</p>	<p>3.1 Selecciona las herramientas para el mantenimiento correctivo de equipos y sistemas de generación fotovoltaica, de acuerdo con las recomendaciones y a las especificaciones técnicas de los fabricantes.</p> <p>3.2 Analiza el sitio de instalación, detectando obstáculos tal como sombras, suciedad u otro factor que incida en el funcionamiento de sistemas solares fotovoltaicos.</p> <p>3.3 Revisa los equipos y los sistemas fotovoltaicos, con apoyo de instrumentos, para medir, verificar y registrar signos o evidencias de funcionamiento anormal, fallas y averías más comunes en un sistema fotovoltaico, considerando especificaciones de fábrica o de los planos del sistema.</p> <p>3.4 Realiza limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo para una instalación fotovoltaica domiciliaria, de acuerdo con las recomendaciones y las especificaciones técnicas de los fabricantes.</p>
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Demostración guiada.

[Descripción de las tareas que realizan docentes y estudiantes y los recursos que se utilizan en cada una de las siguientes etapas.]

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- Prepara una presentación que incluye una pauta de mantenimiento preventivo. Incluye esquemas, indicaciones de fabricantes, presentación de imágenes de circuitos fotovoltaicos en proceso de mantenimiento y videos presentando equipos de técnicos realizando mantenimiento a instalaciones eléctricas fotovoltaicos conectadas a red (On Grid) y autónomas (Off Grid).
- Utilizando el banco de entrenamiento, simula una situación de falla en equipamiento didáctico (por ejemplo, deja un panel desconectado en el banco de entrenamiento).

Recursos:

- Material didáctico del laboratorio: Techumbre práctica fotovoltaica o Banco de entrenamiento
- Elementos de protección usados en labores de mantenimiento.
- Herramientas e instrumentos usados labores de mantenimiento.
- Pautas de chequeo y mantenimiento, incluyendo procedimiento de inspección visual y de medición.
- Especificaciones técnicas de los fabricantes.

EJECUCIÓN

El docente:

- Inicia la clase presentando el aprendizaje que se espera lograr, las metodología que se desarrollará durante la clase para realizar las actividades y cómo serán evaluados los estudiantes.
- Expone la importancia de realizar mantenimiento periódico a sistemas fotovoltaicos conectados a red y autónomos, considerando aspectos generales y pautas disponibles.
- Refuerza la importancia de adoptar medidas de seguridad para evaluar el estado de una instalación eléctrica, destaca aspectos normativos relacionados a trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Utilizando el equipamiento de laboratorio (Banco de entrenamiento), hace una demostración del proceso de mantenimiento, explicando y detallando las etapas. Mediante la pauta de mantenimiento, indica qué hacer, cómo se realiza y por qué es importante realizar la mantención preventiva. Demuestra cómo se realiza el proceso de inspección visual, seguido del uso de instrumentos de medición.
- Forma equipos de trabajo con los estudiantes en el taller para realizar ejercicio práctico de mantenimiento a los componentes de los sistemas fotovoltaicos de la Techumbre práctica fotovoltaica (y/o Banco de entrenamiento).
- A cada grupo de trabajo, le entrega la pauta de mantenimiento, incluyendo procedimiento de inspección visual y de medición.
- Supervisa con atención el procedimiento, corrigiendo las actividades que puedan implicar riesgos para los estudiantes.

EJECUCIÓN

Los estudiantes:

- Toman nota del proceso mostrado por el docente.
- Leen la guía de trabajo, analizan la pauta de mantenimiento entregada y presentan dudas o propuestas de mejora al docente.
- Adoptan las medidas de seguridad requeridas para el trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Analizan especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos del sistema de generación fotovoltaica.
- Acorde al procedimiento mostrado por el docente, realizan inspección visual a los componentes del sistema fotovoltaico y su entorno: presencia de sombras, estructura, paneles, conectores, equipos, etc.
- Registran y analizan información levantada del proceso de inspección visual. Explican y argumentan por qué realizan el proceso de esa manera.
- Realizan medición de tensión y voltaje, buscando detectar anomalías. Explican y argumentan por qué realizan el proceso de esa manera.
- Detectan y solucionan problemas de falla del sistema. Nombran los puntos más importantes del proceso, que les permitió detectar y solucionar el problema.
- Ejercitan hasta lograr el dominio de la destreza.
- Elaboran conclusiones de la actividad y mantención realizada.

CIERRE

El docente:

- Aclara conceptos y dudas presentadas durante la experiencia.
- Reitera precauciones técnicas y de seguridad que se deben tener para trabajo en altura y riesgo eléctrico.
- Evalúa la clase y realiza el cierre de la actividad, retroalimentando a los estudiantes.

Los estudiantes:

- Exponen las observaciones relacionadas con la experiencia realizada.
- Analizan las exposiciones realizadas por cada equipo de trabajo, aportan ideas, unifican criterios y concluyen.

7.5. ANEXO 5. DOSIER DE PLANIFICACIONES REALIZADAS POR DOCENTES Y EQUIPO ASESOR

A continuación se presentan un dosier de planificaciones que fueron elaboradas por los docentes es de diferentes Liceos seleccionados durante el año 2018 para ser parte del "Programa de Capacitación en Energía Solar Fotovoltaica Para Liceos de Educación Media Técnico Profesional" . Las planificaciones se agrupan de acuerdo a la orientación de la misma en tres grupos: (i) experiencia teórica que busca fortalecer los fundamentos de la energía solar fotovoltaica, (ii) actividades prácticas a realizarse con el maletín de fundamento que buscan fortalecer los conocimientos de la energía solar fotovoltaica y (iii) actividades prácticas a realizarse con el banco de entrenamiento que busca entregar competencia relacionadas a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

Estas responden a planificaciones en base a las condiciones propias de cada establecimiento pero que podrán ser de referencia para que cada docente desarrolle las propias.

7.5.1. Planificación de experiencias teóricas

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL BENJAMÍN FRANKLIN		
DOCENTES	DANIEL MATURANA MATURANA		
NOMBRE ACTIVIDAD	¿Cómo funciona La Ley de Generación Distribuida 20.571?		
EXPERIMENTACIÓN	Apropiación de contenidos de la ley de generación distribuida 20.571 De la superintendencia de electricidad y combustibles. Recuperado de la siguiente página: www.minenergia.cl/ley20571 www.sec.cl/pls/portal/docs/page/sec2005/electricidad_sec/ernc/generacion_distribuida/documentacion/tab6121713/1%20presentacion%20ley%2020571.Pdf		
MÓDULO	2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 4
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Identificar los alcances y propósitos de la ley de generación distribuida 20.571.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Uso de sistemas computacionales con material audiovisual de apoyo. Proyección de diapositivas con las generalidades de la operación de los sistemas f.V. Bajo la normativa 20.571.		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	<p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p>H manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p>		
O. A.	<p>Oa 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>Oa 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kw de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y de mano de obra.</p>		
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Conocer los alcances de la Ley de Generación Distribuida (Net-billing) donde se establece el derecho de los clientes para su autoabastecimiento e inyección de excedentes de energía a la red.		

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL BENJAMÍN FRANKLIN	
DOCENTES	DANIEL MATURANA MATURANA	
Conocimientos Conocer los aspectos generales de la ley. Procedimientos de conexión. Valorización de inyecciones. Nuevo reglamento. Estadísticas.	Habilidad y Destrezas Identificar los procedimientos para la tramitación de proyectos muy pequeños. Completar formulario para la solicitud de conexión, Toma de decisiones estratégicas sobre financiamiento, clientes regulados residenciales, Pymes y otros clientes regulados.	Actitud Respetuoso, Tolerante, Compromiso institucional, Interés, Apoyar, Entusiasta, Cordialidad, Responsable.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	4	<ul style="list-style-type: none"> Extraer información fundamental desde el ministerio de energía y la superintendencia de electricidad y combustibles. Apropiación de la ley de generación distribuida (Ley de Generación Distribuida (Net-billing)). 	
		<ul style="list-style-type: none"> Computador para el docente y para cada equipo de trabajo con conexión a internet. Proyector y telón (incluyendo cable VGA o HDMI). Guías impresas de la Ley de Generación Distribuida (Net-billing) para el estudiante. 	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia preguntas o ideas (S). Materia registrada (S). Uso de cotona y uniforme (F). Puntualidad en clases (F). Aplica normas de higiene y seguridad (F). Interrogación (D). Evaluación teórica (D). (Diagnóstico, Formativo, Sumativo).

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

El docente conversa con los estudiantes sobre las instalaciones de sistemas fotovoltaicos domiciliarios, su impacto en la sociedad y ahorro energético, una vez ya captado la atención de los estudiantes, recordamos los objetivos vistos la clase anterior y comenzamos con la unidad y los objetivos de aprendizaje.

DESARROLLO

El docente proyecta a los estudiantes una diapositiva de la **“Ley de Generación Distribuida (Net-billing)”** y les entrega una copia de la misma para analizar aspectos generales, procedimientos de conexión, valoración de inyecciones, nuevo reglamento y estadísticas. Los estudiantes destacan los puntos más relevantes, realizan preguntas y se aclaran dudas sobre la Ley de Generación Distribuida (Net-billing) de la normativa eléctrica vigente.

Durante el proceso se hacen preguntas de conocimiento y que promueven el análisis para activar constantemente los conocimientos aplicados, felicitando las respuestas acertadas y retroalimentando las respuestas incorrectas.

CIERRE

Al finalizar, recordamos los aspectos generales de la Ley de Generación Distribuida (Net-billing), incluyendo los procedimientos de conexión, la valoración de inyecciones, nuevo reglamento y estadísticas. Finalizamos analizando los objetivos y contenidos de la próxima clase sobre el explorador solar para comparar el recurso solar y las características meteorológicas de distintos lugares en forma rápida y sencilla a través de la página www.minenergia.cl/exploradorsolar y felicitando a los estudiantes por el desempeño obtenido durante el desarrollo de la clase.

EVALUACIÓN (DETALLAR TIPO DE EVALUACIÓN E INDICADORES)

Evaluación teórica

1. ¿Dónde puedo encontrar información técnica sobre los sistemas fotovoltaicos?
Superintendencia de electricidad y combustibles www.sec.cl Trámites en línea / Usuario declarador TE4.
2. ¿Cuál es la Ley de Generación Distribuida (Net-billing) y cuándo fue publicada y promulgada?
Corresponde a la ley de generación distribuida el cual fue publicada el 22/03/2012 y promulgada el 20/02/2012.
3. ¿Qué regula la Ley de Generación Distribuida (Net-billing)?
Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.
4. ¿Cuáles son los posibles tipos de proyectos para autoconsumo?
Proyectos sin inyecciones, proyectos pequeños y proyectos con excedentes.
5. ¿Dónde puedo comparar el recurso solar y las características meteorológicas de distintos lugares en forma rápida y sencilla?
A través del explorador solar de la página del ministerio de energía presente en el siguiente enlace: www.minenergia.cl/exploradorsolar
6. ¿Cuáles son los alcances de un instalador clase D?
Permite realizar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores; e instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión, con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores. Para esta licencia se necesita un título en la especialidad de electricidad en algún centro de estudios superiores.

Evaluación práctica

Pauta de evaluación

DOCENTE			PAUTA DE EVALUACIÓN	PUNTUALIDAD EN CLASES	PRESENTACIÓN PERSONAL-PELO	USO DE COTONA Y UNIFORME	CUIDADO, LIMPIEZA Y ORDEN EN LA SALA DE INFORMÁTICA	APLICACIÓN DE NORMAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD	UTILIZA INSUMOS COMPUTACIONALES DE FORMA ADECUADA	CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS ESTABLECIDOS	INTERROGACIÓN	EVALUACIÓN DE LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS FOTOVOLTAICOS DE ACUERDO A LO EXPRESADO EN LA SOLICITUD					NOTA FINAL
												TRABAJO EN EQUIPO	PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	REGISTRAN DATOS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	CONECTA LOS COMPONENTES DEL MATERIAL PRÁCTICO SEGÚN INSTRUCCIONES	UTILIZA EL MATERIAL DE ESTUDIO EN FORMA ADECUADA	
FECHA:	CIRCUITO N°.																
FALTAS AL TRABAJO EN CLASE																	
USO DE DISPOSITIVOS NO AUTORIZADOS																	
REALIZAR TRABAJOS NO ACORDES																	
NO CUMPLIMIENTO DE NORMAS																	
DESCUENTO A NOTA FINAL: 1PT.			Puntaje	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1	1	1	1	1	
N°.	CURSO	ALUMNO															
1																	
2																	
3																	
4																	

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Dominar los sistemas computacionales.
Conocimientos sobre normativa eléctrica chilena nch. Elec. 04/2003.
Interpretar planos eléctricos generales domiciliarios (diagrama unilineal simbólico, arquitectónico, cúbico y esquema unifilar).
Manejo de las leyes y teoremas eléctricos (kirchhoff, norton, thevenin, ley de ohm).
Saber buscar información en la página de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
Saber buscar información en la página del Ministerio de Energía.

ESTABLECIMIENTO	CEIA – JUANITA ZÚÑIGA FUENTES – PARRAL		
DOCENTES	JOSÉ CLAUDIO ÁLVAREZ PIÑA		
NOMBRE ACTIVIDAD	Fundamentos teóricos de la energía Fotovoltaica.		
EXPERIMENTACIÓN			
MÓDULO NUM2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Reconoce los fundamentos de energía solar fotovoltaica y las tipologías de sistemas de generación fotovoltaica, necesarios para realizar una instalación eléctrica domiciliaria, acorde a especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	Expositiva – Demostración Guiada		

CONEXIÓN CURRICULAR		
O.A. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	<ul style="list-style-type: none"> Manejar y aplicar conocimientos básicos de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA). Manejar y aplicar conocimientos básicos de magnitudes eléctricas y leyes que las relacionan. Aplicar procedimientos de análisis en circuitos eléctricos de diversas conexiones en CC y CA. Manejar y aplicar normas y técnicas en la elaboración de proyectos eléctricos de alumbrado. Ejecutar conexiones, instalaciones y montajes eléctricos. 	
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y de mano de obra.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS	Reconoce los fundamentos de energía solar fotovoltaica y las tipologías de sistemas de generación fotovoltaica, necesarios para realizar una instalación eléctrica domiciliaria, acorde a especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. Componentes de los equipos y especificaciones técnicas de los proyectos fotovoltaicos. Técnicas de evaluación de la operación de sistemas. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> Aplica protocolos de instalación indicados en especificaciones técnicas del proyecto. Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica. 	Actitud <ul style="list-style-type: none"> Protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		<ul style="list-style-type: none"> Realizar comparaciones entre el proceso de las plantas y de las energías renovables. Explicar las leyes y reglamentaciones con relación a la Generación de Energía. Realizar conclusiones comparativas. 	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	2	<ul style="list-style-type: none"> Computador. Data Show. Power Point. Pizarra. Video www.youtube.com/watch?v=i4_0pJmmcLI Internet. 	<ul style="list-style-type: none"> Formativa.

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- El docente prepara los distintos recursos TIC´s para proceder a realizar presentaciones Power Point y video.
- El docente inicia su clase con un mensaje sobre las Energía renovables y un video sobre como las plantas utilizan la energía solar para su crecimiento.

DESARROLLO

El docente:

- El docente presenta el objetivo a lograr, la metodología de la clase y la forma en la cual serán evaluados.
- El docente invita a los estudiantes a que hagan un cuadro comparativo (de lo que ellos creen) entre el video observado y la energía fotovoltaica. Para ello divide el curso en grupos de 3 o 4 estudiantes.
- El docente invita a 2 o 3 grupos a exponer sobre sus trabajos.
- Docente realiza una introducción sobre las Energías Renovables en general y la energía fotovoltaica en particular.
- El docente contextualiza la realidad nacional de la energía fotovoltaica y la normativa chilena, para ello expone y da a conocer estadísticas sobre el sistema fotovoltaico disponibles en la web de Ministerio de Energía, Superintendencia de Electricidad y Combustibles y Comisión Nacional de Energía.

DESARROLLO

El estudiante:

- Estudiantes trabajan grupalmente en la elaboración de un cuadro comparativo (15 min).
- Grupos exponen sus trabajos (10 min).
- Toman apuntes y registran en su cuaderno las indicaciones del docente.

CIERRE

El docente

- El docente realiza un resumen de lo expuesto, aclarando conceptos.
- Evalúa a los estudiantes retroalimentando por medio de preguntas que deben responder los estudiantes.

El estudiante

- Responden las preguntas de los estudiantes, y realizan consultas para aclarar temas.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Los estudiantes entregan el cuadro comparativo desarrollado en clases, en donde desarrollarán la habilidad de comparación, comprensión y trabajo en equipo.

CONDUCTAS DE ENTRADA

- Escriba las conductas necesarias para lograr el objetivo de la actividad.
- Enumérelas en orden de complejidad.

APRENDIZAJES PREVIOS

- Ley de Ohm
- NCh 4 / 2003

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL MARIANO EGAÑA		
DOCENTES	SERGIO YÁÑEZ BREVIS - EDUARDO ROJAS MARÍN		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de la conexión en serie y paralelo en el voltaje y la corriente de las celdas solares y paneles fotovoltaicos.		
FUNDAMENTOS DE LA CLASE	Configuración de celdas solares y paneles fotovoltaicos en conexión serie y en conexión paralelo.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Reconocer el comportamiento de parámetros eléctricos en celdas solares y paneles fotovoltaicos, en configuración serie y en paralelo.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> Demostración guiada Texto Guía 		

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL MARIANO EGAÑA	
DOCENTES	SERGIO YÁÑEZ BREVIS - EDUARDO ROJAS MARÍN	
O.GENÉRICO DE ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.	
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 2 Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Conoce los fundamentos e instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para una instalación eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.	
<p>Conocimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. • Conceptos de celdas solares y arreglos fotovoltaicos. • Características técnicas de celdas solares y paneles fotovoltaicos. • Conexión de celdas solares en serie y paralelo. • Conexión de paneles fotovoltaicos en configuración serie y paralelo. • Instalación de equipos fotovoltaicos. • Técnicas de evaluación de la operación de sistemas. • Manejo y aplicación de instrumentos eléctricos de medición. • Normativa eléctrica. 	<p>Habilidad y Destrezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce fundamentos, características técnicas y configuraciones de las celdas solares y paneles fotovoltaicos. • Reconoce materiales e instrumentos de medición de acuerdo a las características del proceso a realizar. • Reconoce y aplica protocolos de instalación, indicados en especificaciones técnicas del proyecto y de los equipos. 	<p>Actitud</p> <p>Protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.</p>

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	2	<ul style="list-style-type: none"> Identificar el comportamiento eléctrico de celdas solares y paneles fotovoltaicos en configuración serie y en paralelo. Comparar tensiones y corrientes en las distintas configuraciones de celdas solares y paneles fotovoltaicos. Realizar conclusiones comparativas. 	Acumulativa
		<ul style="list-style-type: none"> PowerPoint Guías de contenido Guías de trabajo 	

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Saludo inicial.
- Motivación tema transversal.
- Activación de conocimientos previos.
- Presentación del objetivo de la clase y aprendizajes a lograr.
- Presentación de pauta e indicadores de evaluación.

DESARROLLO

- Atienden presentación de Información, visual y auditiva.
- Identifican características técnicas de celdas solares y paneles fotovoltaicos.
- Observan distintos esquemas de configuración de celdas solares y paneles fotovoltaicos.
- Dibujan configuraciones serie y paralelo de celdas solares.
- Dibujan strings de paneles fotovoltaicos en conexión serie y en paralelo.
- Desarrollan guía de trabajo.
- Registran y analizan datos obtenidos.

CIERRE

- Explican formas de conexión y el comportamiento de las celdas solares y los paneles fotovoltaicos en configuración serie y paralelo.
- Responden preguntas.
- Aclaran dudas.

EVALUACIÓN (DETALLAR TIPO DE EVALUACIÓN E INDICADORES)

Evaluación teórica

- Dibujo de strings serie y paralelo.
- Desarrollo guía de trabajo.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

- Parámetros eléctricos y unidades de medida.
- Ley de Ohm.
- Conexión serie.
- Conexión paralelo.
- Fundamentos de energía solar fotovoltaica.
- Celdas solares,
- Paneles fotovoltaico.

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL CLARA SOLOVERA		
DOCENTES	MARCOS ALVAREZ MOYANO – JAIME ENRIQUE MARTÍNEZ ALVEAL		
NOMBRE ACTIVIDAD	Dibujar instalación eléctrica fotovoltaica, usando programa de AUTOCAD según especificaciones técnicas y requerimientos de un proyecto On Grid u Off Grid considerando normativa vigente.		
EXPERIMENTACIÓN	Actividad 29. Dibujo de un proyecto eléctrico fotovoltaico.		
MÓDULO	ELABORACIÓN DE PROYECTO ELÉCTRICO	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 6
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicar simbología eléctrica a proyecto fotovoltaico On Grid u Off Grid. ▪ Identificar componentes usados en el proyecto. ▪ Reconocer protecciones eléctricas de corriente continua y de corriente alterna. ▪ Dibujar en CAD proyecto fotovoltaico de acuerdo a las conexiones realizadas por el docente en banco de entrenamiento, con la simbología y normativa existente. 		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. 		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	<p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas y legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p>H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar la información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p>		

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL CLARA SOLOVERA	
DOCENTES	MARCOS ALVAREZ MOYANO - JAIME ENRIQUE MARTÍNEZ ALVEAL	
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 2 Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigentes.</p> <p>OA 5 Cubicar materiales e insumos para instalaciones eléctricas de baja tensión, de acuerdo a los planos y a las especificaciones técnicas, aplicando los principios matemáticos que corresponda.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Analizan y dibujan un proyecto fotovoltaico Off Grid usando software de CAD de acuerdo a especificaciones técnicas, según normativa vigente realizado en forma colaborativa y cuidando de equipos, materiales empleados y medioambiente.	
<p>Conocimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concepto de sistema fotovoltaico On Grid y Off Grid. ▪ Representa gráficamente Simbología utilizada en sistemas fotovoltaicos. ▪ Componentes y características técnicas de los proyectos fotovoltaicos. ▪ Elaboración y verificación de proyecto eléctrico. ▪ Tipos de estructura soporte y anclaje. 	<p>Habilidad y Destrezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso y manejo de programa CAD. ▪ Reconoce simbología eléctrica. ▪ Dibuja y llena cuadros de información, considerando ubicación geográfica del proyecto y cuadros de carga de acuerdo a formatos normalizados. ▪ Utiliza los elementos de protección personal de acuerdo a levantamientos en terreno. 	<p>Actitud</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valora el trabajo colaborativo, es solidario en el actuar con sus compañeros, respetando su espacio y el de los demás. ▪ Respeta normativa de trabajo en terreno. ▪ Valora y protege la integridad física de las personas.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	6	<ul style="list-style-type: none"> Señalar características de un sistema On Grid u Off Grid. Representar gráficamente simbología Fotovoltaica. Dibujar el plano eléctrico fotovoltaico de acuerdo al montaje realizado en el banco de entrenamiento, por el docente. 	
		<ul style="list-style-type: none"> Pizarrón. Plumón. Proyector multimedia y computador para efectuar presentación PPT. Internet. Computador. Software de CAD. Internet. Diagramas de emplazamiento. Diagramas unilineales. Kit de accesorios y componentes típicos usado en instalaciones eléctricas fotovoltaicas. Manuales y catálogos técnicos de componentes y accesorios. Normativa SEC Instalación eléctrica fotovoltaica vigente. Pizarrón. Plumón. Proyector multimedia y computador para efectuar presentación PPT. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación formativa. Prueba escrita 20% Diseño de proyecto fotovoltaico. Realizado en CAD 80%

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Lluvia de ideas: Estudiantes mencionan los términos relacionados con el tema y su significado.
- Observan presentación en PPT con algunos datos estadísticos sobre generación y consumo de energía fotovoltaica en Chile y el mundo.
- Comentan cifras entregadas.

EJECUCIÓN

- Asignación de computadores a grupos de trabajo.
- Presenta características de un proyecto eléctrico.
- Entrega de guía.
- Diseñan formato normalizado.
- Uso de material didáctico de cada componente del banco de entrenamiento y se representa gráficamente simbología usando CAD.
- Analizan y Dibujan planimetría del sistema fotovoltaico de casa habitación.
- Señalan listado de requerimientos del cliente y sus especificaciones técnicas.
- Dibujan diagrama unilineal del sistema.
- Llenado de cuadro de cargas.
- Piden ayuda al docente para aclarar dudas técnicas.
- Se supervisa el trabajo realizado por los estudiantes apoyando el proceso de elaboración.

CIERRE

- Se realiza una revisión final en forma grupal, recordando los pasos que faltan por realizar para que el proyecto esté terminado.
- Aclara conceptos y releva la importancia de aplicar la normativa eléctrica de dibujo y diseño para el desarrollo del proyecto fotovoltaico de una casa habitación.
- Presentación de algunos proyectos frente al curso y su funcionamiento.

EVALUACIÓN (DETALLAR TIPO DE EVALUACIÓN E INDICADORES)

Evaluación teórica

- Identificar Componentes fotovoltaicos:
 - Identificar los componentes usados en un sistema fotovoltaico On Grid.
 - Identificar los componentes usados en un sistema fotovoltaico Off Grid.
 - Menciona ventajas y desventajas de un sistema On Grid.
 - Menciona ventajas y desventajas de un sistema Off Grid.
- Describe las funciones de:
 - Inversor.
 - Rectificador.
 - Regulador de carga.
 - Batería.
 - Medidor Bidireccional.

Evaluación práctica

- Evaluación dibujo del proyecto eléctrico fotovoltaico.

RUBRICA

ESCALA DE VALORACIÓN	EXCELENTE 5 PUNTOS	BUENO 4 PUNTOS	REGULAR 3 PUNTOS	DEBE MEJORAR 1 PUNTO	TOTAL
Incorporar Habilidad Escalas y formatos.	Las medidas del formato y de la planimetría corresponde a la pedida en la Orden Técnica.	Las medidas del formato o de la planimetría contienen algunos errores.	Las medidas del formato y de la planimetría no corresponde a la pedida.	No realiza medidas del formato y de la planimetría.	1
Incorporar Habilidad Requerimientos de especificaciones técnicas.	Considera los requerimientos como potencia instalada, cantidad de circuitos, y canalizaciones.	Considera solo los requerimientos como potencia instalada, cantidad de circuitos.	Considera solo el requerimiento de potencia instalada.	No considera los requerimientos como potencia. Instalada, cantidad de circuitos, y canalizaciones.	1
Trazar circuito unilineal.	Traza completamente circuito unilineal con simbología eléctrica normalizada.	¿No? Traza completamente circuito unilineal con simbología eléctrica.	Traza circuito unilineal en forma dispersa usando simbología eléctrica .	No traza circuito unilineal usando simbología eléctrica.	1
Incorporar Habilidad Incorporar Habilidad Cantidad de conductores.	Consigna la cantidad de conductores en cada tramo de las canalizaciones en forma correcta.	Consigna la cantidad de conductores en cada tramo de las canalizaciones con algunos errores.	Consigna la cantidad de conductores en cada tramo de las canalizaciones en forma incorrecta.	No Consigna la cantidad de conductores.	1
Uso de simbología normalizada.	Usa en forma completa la simbología eléctrica normalizada en el plano.	Usa en forma completa la simbología eléctrica en el plano.	Usa en forma incompleta la simbología eléctrica normalizada en el plano.	No usa simbología eléctrica normalizada en el plano.	1
Registra y llenada de cuadros de carga.	Registra y llena cuadros de cargas en forma completa y sin errores.	Registra y llena cuadro de cargas en forma incompleta y sin errores.	Registra y llena cuadro de cargas en forma incompleta y con errores.	No registra y no llena cuadro de cargas .	1

ESCALA DE VALORACIÓN	EXCELENTE 5 PUNTOS	BUENO 4 PUNTOS	REGULAR 3 PUNTOS	DEBE MEJORAR 1 PUNTO	TOTAL
Incorporar Habilidad Ubicación de componentes.	Dibuja en forma correcta ubicación de componentes.	Dibuja en forma incorrecta ubicación de algunos componentes.	Dibuja en forma incorrecta ubicación de componentes.	No dibuja ubicación de componentes.	1
Uso de notas Técnicas.	Siempre utiliza las notas técnicas en forma satisfactoria.	Casi siempre utiliza las notas técnicas en forma satisfactoria.	Siempre utiliza las notas técnicas en forma incorrecta.	No utiliza las notas técnicas.	1

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Parámetros Eléctricos.

LEY DE OHM.

Potencia.

Energía.

Búsqueda en la web.

Uso y manejo de CAD.

Diseño de proyecto eléctrico de casa habitación.

Simbología eléctrica fotovoltaica.

Relación Peso, Dólar, Euro verificación de precios de componente.

7.5.2. Actividades con Maletín de fundamento

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL BENJAMÍN FRANKLIN		
DOCENTES	DANIEL MATURANA MATURANA		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de la temperatura sobre las celdas solares.		
EXPERIMENTACIÓN	Experimento 1 Medición de la intensidad de irradiación de diferentes fuentes lumínicas.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 4
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Determinar la intensidad de irradiación de diferentes fuentes lumínicas.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de maletín de fundamentos fotovoltaicos. • Proyección de diapositivas con diferentes fuentes lumínicas. • Uso de explorador solar www.minenergia.cl/exploradorsolar 		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas. Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.		
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>		
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Determinar en función de la radiación solar el potencial de generación de energía eléctrica.		

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL BENJAMÍN FRANKLIN	
DOCENTES	DANIEL MATURANA MATURANA	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento básico de los elementos de una instalación solar fotovoltaica. La radiación es consecuencia directa de lo que producen las instalaciones fotovoltaicas. A mayor temperatura de las células y módulos que componen una instalación fotovoltaica hacen disminuir su producción. La célula fotovoltaica trabaja en función de tres variables fundamentales: Intensidad de la radiación solar, temperatura y área de la célula. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de comprensión del funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico. Capacidad para analizar el funcionamiento de un sistema FV en el punto de máxima potencia. Habilidad para el cálculo de algunos de los algoritmos de control del punto de máxima potencia empleados. Habilidad en el manejo de componentes individuales del maletín de fundamentos y uso de instrumentos de medición. 	Actitud <ul style="list-style-type: none"> Respetuoso. Tolerante. Compromiso institucional. Interés en apoyar. Entusiasta. Cordial. Responsable.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		Indicar	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	4	<ul style="list-style-type: none"> Computadores para el docente y para cada equipo de trabajo con conexión a internet. Proyector y telón. Maletín de fundamentos. Diferentes fuentes calóricas. 	<ul style="list-style-type: none"> Preguntas y respuestas (D) Lluvia de ideas (F). Materia registrada (S). Buen uso del material para experimentación (S). Aplica normas de higiene y seguridad (F). Interrogación (D). Evaluación teórica (D). (Diagnóstico, Formativo, Sumativo)

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

El docente proyecta imágenes y videos sobre la diferencia de los fenómenos producidos por la radiación y la irradiancia. Se invita a los estudiantes a utilizar la página web del Ministerio de Energía con el explorador solar. Se entregan ubicaciones geográficas y se solicita buscar información para conocer la variabilidad espacial y temporal de la radiación solar. Se pregunta por las diferencias de colores que presentan las diferentes zonas geográficas. Se da a conocer el objetivo de la clase que consiste en Analizar el efecto de la temperatura sobre las celdas solares.

EJECUCIÓN

Se solicita a los estudiantes formar grupos de trabajos y que se asignen ellos mismos roles. Con ayuda del maletín de fundamentos se realiza el experimento N°1 de la guía del maletín. Para la realización del trabajo el grupo debe trabajar con diferentes fuentes lumínicas y realizar mediciones de irradiación en conjunción con un multímetro. Deberán anotar los resultados de las mediciones con las cuales confeccionarán una tabla que servirá para extraer los resultados del trabajo. Se solicita a los estudiantes que vinculen la información obtenida de la revisión del explorador solar con las mediciones realizadas con los componentes del maletín destinados para dicho experimento. Durante el proceso se hacen preguntas fáciles (explícitas) y de análisis (implícitas) para activar constantemente los conocimientos aplicados, felicitando las respuestas acertadas y retroalimentando las respuestas incorrectas.

CIERRE

Al finalizar, se invita a los estudiantes a tomar conciencia de lo experimentado, de los nuevos aprendizajes que pudieron obtener y así reforzar la comprensión del efecto de la temperatura en el comportamiento de las celdas solares, de manera demostrativa y bajo simulación de diferentes escenarios. Se felicita a los estudiantes por el desempeño obtenido durante el desarrollo de la clase.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Los estudiantes entregan informe con tabla y registro de las experimentaciones realizadas con diferentes fuentes lumínicas.

- Medición con lámpara incandescente.
- Medición con foco alógeno.
- Medición con linterna.
- Medición solar.

Evaluación práctica

Pauta de evaluación

DOCENTE			PAUTA DE EVALUACIÓN	PUNTUALIDAD EN CLASES	PRESENTACIÓN PERSONAL-PELO	USO DE COTONA Y UNIFORME	CUIDADO, LIMPIEZA Y ORDEN EN LA SALA DE INFORMÁTICA	APLICACIÓN DE NORMAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD	UTILIZA INSUMOS COMPUTACIONALES DE FORMA ADECUADA	CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS ESTABLECIDOS	EVALUACIÓN DE LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS FOTOVOLTAICOS DE ACUERDO A LO EXPRESADO EN LA SOLICITUD				NOTA FINAL
											TRABAJO EN EQUIPO	PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	REGISTRAN DATOS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	CONECTA LOS COMPONENTES DEL MATERIAL PRÁCTICO SEGÚN INSTRUCCIONES	
FECHA:	CIRCUITO N°.														
FALTAS AL TRABAJO EN CLASE															
USO DE DISPOSITIVOS NO AUTORIZADOS															
REALIZAR TRABAJOS NO ACORDES															
NO CUMPLIMIENTO DE NORMAS															
DESCUENTO A NOTA FINAL: 1PT.			Puntaje	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1	1	1	1
N°.	CURSO	ALUMNO													
1															
2															
3															

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Conocimientos sobre irradiancia y radiación.
Efecto fotovoltaico.
Tipos de celdas solares.
Propiedades eléctricas de las celdas solares.
Curva característica de tensión - corriente de una célula fotovoltaica y sus puntos esenciales.
Efecto térmico.
Uso de maletín de fundamentos fotovoltaicos.
Propiedades de los semiconductores.

ESTABLECIMIENTO	LICEO DOMINGO ORTIZ DE ROZAS (D.O.R.)		
DOCENTES	MANUEL BINIMELIS C.		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de las sombras sobre las celdas solares.		
EXPERIMENTACIÓN	Realizar la actividad 12 de los documentos, guía de apoyo para estudiantes y docentes y experimentos números 4 y 5 del manual del maletín fundamentos fotovoltaico Pág. 12 reverso a 14.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 4
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar la configuración de una celda solar y sombrearla en las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> ▪ N°1 -> celda 1/3 sombreada. ▪ N°2 -> celda 1/2 sombreada. ▪ N°3 -> celda completamente sombreada. En cada una de ellas, medir tensión y corriente. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparar sus características eléctricas en cada uno de los casos. ▪ Utilizar instrumentos de medición. ▪ Interpretar resultados de mediciones. 		

ESTABLECIMIENTO	LICEO DOMINGO ORTIZ DE ROZAS (D.O.R.)	
DOCENTES	MANUEL BINIMELIS C.	
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. ▪ Texto guía. 	
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.	
O. A.	<p>OA 1 leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Conoce los fundamentos e instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para instalación eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. ▪ Conocimiento de partes de un sistema solar fotovoltaico. ▪ Técnicas de medición/ toma de muestra de los requerimientos del docente. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica protocolos de instalación indicados en especificaciones técnicas del proyecto. ▪ Identifica cada componente del sistema a conectar solo viendo guías de apoyo y diagramas de conexión. 	Actitud <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valora la integridad de los materiales de estudio y prioriza el trabajo en equipo con sus compañeros aun no siendo los de mayor afinidad.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> Realizar análisis teórico (supuesto) de los efectos sombra en las células fotovoltaicas. Realiza pequeña presentación de conclusiones teóricas al docente a cargo de los posibles efectos. Realiza actividad práctica de conexión de células fotovoltaicas con sombra conscientemente aplicada. Realiza mediciones de tensión y voltaje en cada sombreado aplicado a las celdas solares involucradas en el ejercicio. Realiza conclusiones concretas en base a tabla de datos tomados en las mediciones anteriores. Realiza informe grupal de dichas conclusiones. 	
1	4	<ul style="list-style-type: none"> Maletín fundamento Fotovoltaico. Banco de entrenamiento. Entrenamiento. Fotovoltaico. Guías de Contenido. Guías de trabajo. 	Acumulativa.

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- El docente repasa y refuerza los contenidos vistos en clase anterior, explica los efectos que produce el sombreado en los sistemas FV, que los puede provocar y que las variables eléctricas se ven afectadas.
- Muestra video de www.youtube.com/watch?v=UNPJapaZICU de efectos que producen las sombras en un Sistema Fotovoltaico.
- Invita a los estudiantes a realizar las actividades propuestas con cuidado y responsabilidad, aclara dudas durante la realización de estas, así como también de las precauciones que se deben tener al efectuar las mediciones tanto con el maletín de fundamentos como cuando se utilice el banco de entrenamiento.

EJECUCIÓN

Los estudiante realizan las actividades propuestas, miden parámetros eléctricos de tensión en circuito abierto y corriente de cortocircuito con distintos niveles de sombreado, tanto en un panel del maletín fundamento como con uno del banco de entrenamiento. Anotan el resultado de las mediciones y posteriormente los grafican. Sacan conclusiones del efecto que produce el sombreado en un sistema FV. Desarrollan informe escrito de las experiencias.

CIERRE

Al cierre se efectuará una serie de preguntas con el objetivo de analizar y verificar que los contenidos fueron aprendidos con las actividades. Las preguntas serán realizadas a los grupos de trabajo. Como por ejemplo; ¿Qué efectos produce el sombreado en la tensión de corto circuito?, ¿Cómo varía la tensión de corto circuito con el sombreado?, ¿Cómo varía la corriente con el sombreado?, ¿Qué efectos produce el sombreado en la generación FV? Se sacan conclusiones de las experiencias efectuadas.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Los estudiantes entregan un informe escrito que describa sus hallazgos, considerando los siguientes criterios:

- Estructura del informe acorde con lo solicitado.
- Coherencia en la redacción de conclusiones.
- Lenguaje adecuado a estudiantes técnico profesional.
- Interpretar resultados.

Evaluación práctica

El estudiante debe demostrar el trabajo práctico las siguientes habilidades:

- Capacidad de medir variables eléctricas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Conocimiento y puesta en práctica de conocimientos eléctricos previos.

Respetar normas de seguridad en las actividades.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Efectos sombreado en Sistema Fotovoltaico.

Ley de Ohm.

Voltaje / Tensión.

Amper / Corriente.

Ohm / Resistencia.

Elección de escala en instrumento de medición.

Medición voltaje voltímetro.

Medición corriente amperímetro.

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL PUENTE ALTO		
DOCENTES	FELIPE ALVAREZ		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de la temperatura sobre las celdas solares (Guía de Apoyo para Estudiantes).		
EXPERIMENTACIÓN	Experimento 13 Simulación de una rotación diaria. (pág. 22 Manual maletín fundamento).		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una configuración en paralelo y una en serie de células solares. Comparar parámetros eléctricos al enfriarse o calentarse una celda fotovoltaica. Utilizar instrumentos de medición para tensión e intensidad de corriente. 		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> Demostración guiada Texto guía 		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.		
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>		
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Realiza cableado y conexionado de conductores y componentes de una instalación eléctrica de alumbrado, de acuerdo las especificaciones técnicas del plano o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.		
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. Conceptos de energía y transferencia de calor. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> Aplica protocolos de instalación indicados en especificaciones técnicas del proyecto. Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica. 	Actitud <p>Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p>	

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	4	<ul style="list-style-type: none"> Realizar configuración en serie y paralelo. Comparar sus tensiones e intensidades según distintos parámetros de temperatura. Realizar conclusiones comparativas. 	
		<ul style="list-style-type: none"> Maletín fundamento Fotovoltaico. Guías de Contenido. Guías de trabajo. 	Sumativa.

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

Se activan conocimientos previos, comportamiento térmico de una celda fotovoltaica considerando la información gráfica de la actividad n°8 de la Guía de Apoyo para Estudiantes.

EJECUCIÓN

Con el maletín fundamento didáctico se procede a realizar el experimento n°13, simulación de la rotación solar diaria.

Se ajusta el ángulo de las celdas según la región del país donde nos encontramos. luego se verifican las horas de más radiación solar y según la orientación se simulan las horas de más calor acercando a los paneles una lámpara incandescente, luego se repite el proceso sin poner la lámpara incandescente y se comparan los valores obtenidos en ambas mediciones según la temperatura a que estén expuestos los paneles.

Luego los estudiantes deben dibujar las curvas de voltaje e intensidad obtenidas en ambos ciclos, para luego desarrollar las conclusiones.

CIERRE

Reflexionar sobre el impacto en los resultados que se obtienen de los paneles fotovoltaicos bajo distintos parámetros de electricidad, remarcando que a mayor temperatura se obtiene una potencia menor.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Los estudiantes entregan un informe escrito que describa sus hallazgos, considerando los siguientes criterios:

- Conexión en serie y paralelo, aplicando Ley de Ohm y Ley de Kirchoff de corrientes.
- Identificar valores de radiación y ángulo solar según ubicación.
- Elaboración y análisis de gráficos según datos obtenidos.
- Desarrollar conclusiones de los resultados obtenidos.

Evaluación práctica

El estudiante debe demostrar el trabajo práctico las siguientes habilidades:

- Inspecciona y conecta
- Reconoce los fundamentos? (pag.28 guía apoyo docente)

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Ley de Ohm.
Voltaje / Tensión.
Amper / Corriente.
Ohm / Resistencia.
Conexión en serie.
Conexión en paralelo.

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL PUENTE ALTO		
DOCENTES	FELIPE ALVAREZ		
NOMBRE ACTIVIDAD	Los fotones y el efecto fotovoltaico (Guía de Apoyo para Estudiantes).		
EXPERIMENTACIÓN	Experimento N°2 la célula solar como convertidor de energía (pág. 11 Manual maletín fundamento).		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprender el efecto fotovoltaico que se produce en las células solares. ▪ Identificar tipos de celdas solares. ▪ Utilizar instrumentos de medición para tensión e intensidad de corriente. 		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. ▪ Texto guía. 		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.		

O. A.	<p>OA 1 leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS	Instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para red eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> Conceptos fundamentales sobre los fotones y el efecto fotovoltaico. Tipos de celdas solares. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> Realiza el montaje de elementos y artefactos según especificaciones. Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica. 	Actitud Proactividad y participación en las actividades de aprendizaje propuestas en el aula.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		<ul style="list-style-type: none"> Realizar configuración de celdas solares según especificaciones y requerimientos. Comparar sus tensiones e intensidades. Realizar conclusiones comparativas. 	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	2	<ul style="list-style-type: none"> Maletín Fundamento Fotovoltaico. Guías de Contenido. Guías de trabajo. 	Acumulativa.

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

Lluvia de ideas con los contenidos clase anterior relacionada con la luz y radiación solar.

EJECUCIÓN

En primera instancia debemos tratar el tema de las leyes de la termodinámica, en especial conservación y transformación de la energía.

Luego, Utilizando la maleta didáctica fotovoltaica, desarrollar el experimento numero 2 relacionado con la célula solar como convertidor de energía.

CIERRE

Finalmente hay que establecer una conexión entre contenidos (conservación y transformación de la energía) y la actividad practica (las células solares como convertidores de energía), así podemos relacionar teoría con actividades propias del diario vivir.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Los estudiantes entregan un informe escrito que describa sus hallazgos, considerando los siguientes criterios:

Evaluación práctica

El estudiante debe demostrar el trabajo práctico las siguientes habilidades:

- Inspecciona y conecta.
- Reconoce los fundamentos (pag.28 guía apoyo docente).

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Ley de Ohm.
Voltaje / Tensión.
Amper / Corriente.
Ohm / Resistencia.
Conexión en serie.
Conexión en paralelo.

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL MARIANO EGAÑA		
DOCENTES	SERGIO YÁÑEZ BREVIS – EDUARDO ROJAS MARÍN		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de la conexión en serie y paralelo en el voltaje y la corriente de las celdas solares.		
EXPERIMENTACIÓN	Conexión de celdas solares en conexión serie y en conexión paralelo (Experiencia 11 del Maletín fundamento).		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Comparar a través de la medición de tensión y corriente eléctrica el comportamiento de celdas solares, en una configuración en serie y una en paralelo.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. ▪ Texto guía. 		

O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar Tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.	
O. A.	OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos. OA 2 Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para red eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. ▪ Componentes de los equipos y especificaciones técnicas. ▪ Técnicas de conexión de celdas y elementos solares. ▪ Instalación de equipos fotovoltaicos. ▪ Técnicas de evaluación de la operación de sistemas. ▪ Manejo y aplicación de instrumentos eléctricos de medición. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selecciona materiales e instrumentos de medición de acuerdo a las características del proceso a realizar. ▪ Aplica protocolos de instalación, indicados en especificaciones técnicas del proyecto y de los equipos. ▪ Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica. 	Actitud Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE		
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar una configuración en serie y una en paralelo de celdas solares. ▪ Medir y comparar tensiones y corrientes en las distintas configuraciones. ▪ Realizar conclusiones comparativa. 		
		RECURSOS	EVALUACIÓN	
	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Red eléctrica monofásica. ▪ Maletín de fundamento fotovoltaico. ▪ Guías de contenido. ▪ Guías de trabajo. 	Acumulativa.	

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Saludos.
- Motivación tema transversal.
- Activación de conocimientos previos.
- Presentación del objetivo de la clase y aprendizajes a lograr.
- Presentación de pauta e indicadores de evaluación.
- Uso de Elementos de protección.

EJECUCIÓN

- Atienden presentación de Información, visual y auditiva.
- Observan demostración práctica y aplicación de componentes del maletín fundamento.
- Observan esquemas de configuración de celdas fotovoltaicas.
- Seleccionan y ejecutan distintas configuraciones de celdas fotovoltaicas en configuración serie y en paralelo.
- Conectan y aplican equipo de irradiación solar.
- Seleccionan instrumentos eléctricos y miden tensiones y corrientes eléctricas en las distintas configuraciones de las celdas fotovoltaicas.
- Registran y analizan datos obtenidos y generan conclusiones.
- Elaboran informe técnico.

CIERRE

- Explican el comportamiento de las celdas fotovoltaicas en configuración serie y en configuración paralelo.
- Aclaran dudas sobre los valores obtenidos en la medición de variables eléctricas en la experiencia.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

Acumulativa

Evaluación práctica

Indicadores:

- Identifica componentes del maletín fundamento.
- Selecciona componentes sugeridos para el desarrollo de la experiencia.
- Conecta celdas fotovoltaicas en conexión serie.
- Conecta celdas fotovoltaicas en conexión paralelo.
- Selecciona instrumentos eléctricos.
- Conecta instrumentos y mide Tensión y Corriente eléctrica en configuración de celdas fotovoltaicas en conexión serie.
- Conecta instrumentos y mide Tensión y Corriente eléctrica en configuración de celdas fotovoltaicas en conexión paralelo.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

VARIABLES ELÉCTRICAS Y UNIDADES DE MEDIDA
Variables eléctricas y unidades de medida.
LEY DE OHM
Ley de Ohm.
CONEXIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN CONFIGURACIÓN SERIE
Conexión de celdas fotovoltaicas en configuración serie.
CONEXIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN CONFIGURACIÓN PARALELO
Conexión de celdas fotovoltaicas en configuración paralelo.
USO Y MANEJO DE INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS PARA MEDICIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE ELÉCTRICA
Uso y manejo de instrumentos eléctricos para medición de tensión y corriente eléctrica.

7.5.3. Actividades con Banco de entrenamiento

ESTABLECIMIENTO	LICEO INDUSTRIAL BENJAMÍN FRANKLIN		
DOCENTES	DANIEL MATURANA MATURANA		
NOMBRE ACTIVIDAD	Interpretar y montar diagramas unilineales fotovoltaicos tipo On Grid según normativa eléctrica RGR N° 02/2017		
EXPERIMENTACIÓN	Realiza el conexionado de sistemas On Grid, bajo el reglamento de la Ley de Generación Distribuida (Net-billing). Recuperado de: www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/ELECTRICIDAD_NET_METERING/RGRN_02_INSTRUCCION_TECNICA_V4.DOC.PDF		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 4
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar simbología de diagramas aplicada en proyectos y diagrama unilineal del inversor. Montar diagrama unilineal de un sistema fotovoltaico On Grid, diagrama unilineal elemental, general, del tablero e información relevante de los conductores utilizados. 		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> Uso de sistemas computacionales con software de diseño asistido CAD. Proyección de diapositivas con ejemplos de diagramas unilineales aplicados en el mundo laboral. Uso del banco de entrenamiento de pruebas para la puesta en marcha y pruebas de funcionamiento, realizando las mediciones solicitadas. 		

O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	(B) Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral. (H) Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.	
O. A.	OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos. OA 2 Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD, en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente. OA 5 Cubicar materiales e insumos para instalaciones eléctricas de baja tensión de acuerdo a los planos y a las especificaciones técnicas aplicando los principios matemáticos que correspondan.	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Dibuja el sistema eléctrico fotovoltaico para diferentes tipos de estructuras de soporte usados, cumpliendo las indicaciones técnicas exigidas por el proyecto.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none">Conceptos fundamentales de la simbología asociada a sistemas de generación fotovoltaica.Componentes de los equipos y especificaciones técnicas de los proyectos fotovoltaicos para el correcto montaje del banco de entrenamiento de pruebas.	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none">Resolución de problemas técnicos frente a equipos eléctricos a montar, creatividad en la optimización del diseño del proyecto, coordinación con los demás departamentos (diseño, logístico).Toma de decisiones estratégicas según las necesidades del proyecto.	Actitud Respetuoso, Tolerante, Compromiso institucional, Interés, Apoyar, Entusiasta, Cordialidad, Responsable.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> Interpretación de la simbología fotovoltaica recomendada en diagramas unilineales (según check list pre-fiscalización TE-4 e instrucción técnica RGR N° 02/2017). Montar en el banco de entrenamiento de pruebas los diferentes diagramas unilineales (según instrucción técnica RGR N° 02/2017). 	
1	4	<ul style="list-style-type: none"> Computadores para el docente y para cada equipo de trabajo con software CAD. Proyector y telón (incluyendo cable VGA o HDMI). 	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia preguntas o ideas (S) Materia registrada (S) Uso de cotona y uniforme (F) Puntualidad en clases (F) Aplica normas de higiene y seguridad (F) Interrogación (D) Evaluación teórica (D) (Diagnóstico, Formativo, Sumativo)

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

El docente conversa con los estudiantes sobre las prácticas profesionales relacionadas a los sistemas fotovoltaicos en el mundo laboral, su impacto en la sociedad y ahorro energético, una vez ya captado la atención de los estudiantes, recordamos los objetivos vistos la clase anterior y comenzamos con la unidad y los objetivos de aprendizaje.

EJECUCIÓN

El docente da a conocer una diapositiva con las simbologías recomendadas para utilizar en los diagramas unilineales, explicando de forma clara y ordenada cuál es su función en un sistema fotovoltaico tipo On Grid.

CIERRE

Al finalizar, recordamos la simbología de los sistemas fotovoltaicos y analizamos los diagramas unilineales presentados. Finalizamos analizando los objetivos y contenidos de la próxima clase sobre sistemas fotovoltaicos tipo Off Grid y felicitando a los estudiantes por el desempeño obtenido durante el desarrollo de la clase.

EVALUACIÓN (DETALLAR TIPO DE EVALUACIÓN E INDICADORES)

Evaluación teórica

- ¿Dónde puedo encontrar información técnica sobre los sistemas fotovoltaicos?
Superintendencia de Electricidad y Combustibles www.sec.cl / Trámites en línea / Usuario declarador TE4.
- ¿Qué tipos de configuraciones de sistemas fotovoltaicos existen?
Sistema On Grid y Off Grid e Híbrido.
- ¿Qué nombre recibe la configuración de conexión en serie de los paneles fotovoltaicos?
Conexión tipo String.
- ¿Qué función cumple el MPPT de un sistema fotovoltaico?
Seguidor de punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracker). Los controladores de carga con MPPT siempre buscan el balance entre voltaje y corriente en el que los paneles solares operan a su máxima potencia.
- ¿Cuál es la función que cumple el inversor en el sistema fotovoltaico?
Transformar la corriente continua generada en corriente alterna de 220V.
- ¿Cuáles son los alcances de un instalador clase D?
Permite realizar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores; e instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión, con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores. Para esta licencia se necesita un título en la especialidad de electricidad en algún centro de estudios superiores.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Dominar los sistemas computacionales.
Conocimientos previos de sistemas CAD para la interpretación y desarrollo de diseños de diagramas unilineales.
Interpretar planos eléctricos generales domiciliarios (diagrama unilineal simbólico, arquitectónico, cúbico y esquema unifilar).
Identificar elementos que componen un sistema de generación fotovoltaica.
Saber buscar información en la página de la superintendencia de electricidad y combustibles.

ESTABLECIMIENTO	COMPLEJO EDUCACIONAL JOSÉ MIGUEL CARRERA DE QUILICURA		
DOCENTES	CESAR LÓPEZ P. - LUIS RUZ L.		
NOMBRE ACTIVIDAD	Realizar etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico en el Banco de entrenamiento.		
EXPERIMENTACIÓN	Eléctrica. Experimentación en el Banco de Entrenamiento.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Identificar componentes comerciales de la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico. Realizar etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico Sistema Fotovoltaico. Utilizar instrumento de medición para comprobar la conductividad en la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico. 		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> Demostración guiada. Guía de contenidos. 		
O. GENÉRICOS ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.		
O. A.	<p>OA 1 leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>		

APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	Realiza mantenimiento preventivo y correctivo de equipos fotovoltaicos, de acuerdo a los informes de falla o a las pautas de mantenimiento, según normativa vigente y normas de seguridad.	
Conocimientos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes necesarios para la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico. ▪ Determinación de características de los componentes para la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico. ▪ Secuencia y forma de conexionado de componentes en la etapa de C.C. para un Sistema Fotovoltaico. 	Habilidad y Destrezas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manipulación de cableado en forma precisa y siguiendo el código de colores. 	Actitud <p>Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo.</p>

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar componentes comerciales de una etapa de C.C. en un Sistema Fotovoltaico. ▪ Ejecutar conexionado de etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico. ▪ Realizar mediciones de tensión en cada segmento de la etapa de C.C. en un Sistema Fotovoltaico. 	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rack de Sistema Fotovoltaico. ▪ Guía de Contenido. 	Acumulativa.

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Se recibe a los estudiantes y se recuerdan las normas de seguridad dentro del laboratorio para propiciar un trabajo efectivo y sin riesgo, facilitándoles alcanzar los objetivos.
- Se activan conocimientos previos en base a las etapas de un Sistema Fotovoltaico.
- Se les indica el objetivo de la clase y se les invita a participar de forma activa. Docente presenta los objetivos de la actividad, el aprendizaje que se espera lograr y la metodología que se utilizará para realizar la actividad.

EJECUCIÓN

- Los estudiantes reciben guía de contenido, la cual deberán leer comprensivamente. Una vez leída de forma silenciosa, será explicada por docente, quien además efectúa una presentación física de los diferentes componentes de C.C. del banco de entrenamiento, que se complementa con la guía de contenidos.
- Al momento de presentar el componente, se entrega la información en relación a las características eléctricas, forma de conexionado y tensiones admisibles.
- Los estudiantes deben poner atención al docente y dar un uso efectivo a la guía de contenido, utilizándola como apoyo.
- Los estudiantes deberán tomar apuntes en su cuaderno de la información entregada y explicada por el docente.
- Finalmente, en grupo de tres estudiantes reciben la instrucción de dirigirse al banco de entrenamiento, y realizar el conexionado de un arreglo fotovoltaico a la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico, solicitado por el docente, verificando la salida de tensión en cada segmento de la etapa y señalándola en voz alta.

CIERRE

Se realiza una evaluación formativa incidental, considerando a todo el grupo curso, realizando las siguientes preguntas a modo de retroalimentación para corroborar la adquisición de los aprendizajes por parte de los estudiantes:

- ¿Qué capacidad debe tener el fusible del string?
- ¿Qué tensión debe medirse en las barras de conexión?
- ¿De qué forma se conecta el protector termomagnético?

Se refuerza positivamente a los estudiantes destacando su participación activa y el interés demostrado por ejecutar la actividad de forma satisfactoria y por el cumplimiento de los objetivos planteados.

EVALUACIÓN

Evaluación práctica

El estudiante debe demostrar el trabajo práctico las siguientes habilidades:

- Visualiza e identifica los componentes de la etapa de C.C. de un Sistema Fotovoltaico.
- Realiza el cableado de componentes según su prioridad y características propias.
- Indica los parámetros básicos de los dispositivos de protección.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Ley de Ohm
Voltaje / Tensión
Amper / Corriente
Ohm / Resistencia
Conexión en serie
Conexión en paralelo
Instrumentación

ESTABLECIMIENTO	LICEO POLITÉCNICO GENERAL OSCAR BONILLA BRADANOVIC		
DOCENTES	HUGO HERNÁN HERNÁNDEZ CIFUENTES		
NOMBRE ACTIVIDAD	Conocer la energía fotovoltaica de generador de energía eléctrica.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Conocer el funcionamiento de una célula solar.		
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. ▪ Texto Manual maletín fundamento. 		
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	<p>C Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p>D Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p> <p>I Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos.</p>		

O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 3 Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a los planos, a la memoria de cálculo y a los presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.</p>
<p>APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA</p>	<p>Instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para red eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.</p>

CLASE	1	HORAS	2
<p>Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pizarra. ▪ Proyector. ▪ Texto de análisis. ▪ Imágenes de plantas fotovoltaicas. 			<p>Evaluación</p> <p>Rubrica.</p>

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Docente da la bienvenida al grupo curso, proyecta en equipo multimedia el objetivo de la clase y los motiva a participar en la clase.
- Se retroalimenta los conocimientos previos en conocimientos básicos de Corriente Continua y Corriente Alterna.
- Les recuerda la necesidad de cuidar el medio ambiente utilizando energías no contaminantes.

EJECUCIÓN

- Docente expone sobre cuidado sobre cuidado del medio ambiente y las potencialidades de nuestro país en energía fotovoltaica.
- Mediante Power Point muestra una célula fotovoltaica y su relación con la radiación solar para generar energía eléctrica.
- Entrega de texto de análisis sobre energía fotovoltaica y células celulares, y su relación directa con la radiación en la generación de energía eléctrica.
- Analiza el texto con sus estudiantes, los estudiantes hacen preguntas, subrayan lo que les parece más importante.
- El docente hace preguntas sobre lo que entendieron, aclara dudas, solicita a estudiantes más aventajados que le comenten a sus compañeros lo que entendieron.
- Contestan cuestionario de preguntas relacionadas con el texto.
- Alumnos entregan informe de sus aprendizajes logrados

CIERRE

Mediante preguntas a los estudiantes tales como ¿Qué entendió por energías renovables no convencionales? ¿Qué es la energía fotovoltaica? ¿Por qué Chile tiene un enorme potencial fotovoltaico? ¿Cómo funciona una célula fotovoltaica? ¿Le pareció atractivo, desafiante el objetivo de la clase?

Los motiva a seguir informándose sobre el tema y en especial, tomar conciencia en el uso de paneles solares como una forma de preservar el medio ambiente.

EVALUACIÓN

Indicadores

- Entendió el concepto de Energías Renovables No Convencionales.
- Comprendió el uso de este tipo de energía.
- Tomo conciencia de cuidar nuestro recursos energéticos.
- Conoció el funcionamiento de una célula solar.
- Se interesó por conocer este tipo de energía eléctrica.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

Nociones de corriente CC y CA.

Conocimiento del medio ambiente como generador de recursos energéticos.

Energías renovables.

Utilización de los rayos solares para generar energía eléctrica.

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL MARIANO EGAÑA		
DOCENTES	SERGIO YÁÑEZ BREVIS - EDUARDO ROJAS MARÍN		
NOMBRE ACTIVIDAD	Analizar el efecto de la conexión en serie y paralelo (strings), en el voltaje y la corriente de paneles fotovoltaicos.		
EXPERIMENTACIÓN	(Banco de entrenamiento fotovoltaico) Conexión de paneles solares en conexión serie y en conexión paralelo.		
MÓDULO	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS	CURSO: 3 MEDIO	HRS. TOTALES: 2
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Comparar a través de la medición de tensión y corriente eléctrica el comportamiento de paneles fotovoltaicos solares, en una configuración serie y una en paralelo.		

ESTABLECIMIENTO	CENTRO EDUCACIONAL MARIANO EGAÑA	
DOCENTES	SERGIO YÁÑEZ BREVIS – EDUARDO ROJAS MARÍN	
METODOLOGÍA SELECCIONADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostración guiada. ▪ Texto Guía. 	
O. GENÉRICOS. ESPECIALIDAD (PERFIL DE EGRESO)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar Tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas. ▪ Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente. 	
O. A.	<p>OA 1 Leer y utilizar especificaciones técnicas, planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.</p> <p>OA 2 Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD, en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente.</p>	
APRENDIZAJES ESPERADOS SOLAR FOTOVOLTAICA	<p>Conoce los fundamentos e instala sistemas de generación de energía fotovoltaica para una instalación eléctrica domiciliaria, de acuerdo a las especificaciones técnicas del plano y/o proyecto eléctrico, considerando la normativa vigente.</p>	
<p>Conocimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptos fundamentales de la energía solar y generación fotovoltaica. ▪ Componentes de los equipos y especificaciones técnicas. ▪ Técnicas de conexión de paneles fotovoltaicos. ▪ Montaje de sistemas fotovoltaicos. ▪ Instalación de equipos fotovoltaicos. ▪ Técnicas de evaluación de la operación de sistemas ▪ Manejo y aplicación de instrumentos eléctricos de medición. ▪ Normativa de seguridad para manejo de equipos fotovoltaicos. ▪ Normativa eléctrica. 	<p>Habilidad y Destrezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selecciona materiales e instrumentos de medición de acuerdo a las características del proceso a realizar. ▪ Aplica protocolos de instalación, indicados en especificaciones técnicas del proyecto y de los equipos. ▪ Verifica el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica. ▪ Utiliza elementos de protección personal, de acuerdo a la actividad y manejo de equipos fotovoltaicos. 	<p>Actitud</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valora y protege la integridad personal y de sus compañeros de trabajo. ▪ Respeta y aplica la normativa de trabajo y seguridad. ▪ Incluir otros vinculados a los genéricos.

CLASE	HORAS	O.A. DE LA CLASE	
		RECURSOS	EVALUACIÓN
1	2	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una configuración en serie y una en paralelo de paneles fotovoltaicos de 36 celdas solares. Medir y comparar tensiones y corrientes en los strings en serie y en paralelo de paneles fotovoltaicos. Realizar conclusiones comparativas. 	Acumulativa
		<ul style="list-style-type: none"> PowerPoint sobre componentes para una instalación con paneles fotovoltaicos. Techo con 6 paneles fotovoltaicos de 36 celdas. Banco de entrenamiento para instalaciones fotovoltaicas. Red eléctrica monofásica. Instrumentos eléctricos de medición. Guías de contenido. Guías de trabajo. 	

MOMENTO DE LA CLASE

INICIO

- Saludos.
- Motivación tema transversal.
- Activación de conocimientos previos.
- Presentación del objetivo de la clase y aprendizajes a lograr.
- Entrega de guía de trabajo.
- Presentación de pauta e indicadores de evaluación.
- Normas de prevención de riesgos eléctricos y uso de Elementos de protección.

EJECUCIÓN

- Observan presentación de Información, visual y auditiva.
- Relacionada con paneles y componentes de corriente continua del banco de entrenamiento para instalación de Energía fotovoltaica.
- Observan demostración práctica de conexión de paneles fotovoltaicos y dispositivos de protección de corriente continua del banco de entrenamiento.
- Conectan y energizan equipos halógenos para irradiar paneles fotovoltaicos.
- Seleccionan instrumentos de medición del multímetro y miden Tensión eléctrica de cada panel fotovoltaico de la central.
- Seleccionan y ejecutan configuraciones de 3 paneles fotovoltaicas en conexión serie y de 3 paneles en conexión paralelo.
- Conectan strings a la barra de conexión y a los dispositivos de protección de corriente continua del banco de entrenamiento.
- Seleccionan instrumentos eléctricos y miden tensiones y corrientes eléctricas en los strings de paneles fotovoltaicos en serie y en paralelo.
- Registran y analizan datos obtenidos y generan conclusiones.
- Elaboran informe técnico.

CIERRE

- Explican el comportamiento eléctrico de paneles fotovoltaicos en strings en serie y en paralelo.
- Aclaran dudas sobre el comportamiento eléctrico de los paneles fotovoltaicos en strings en serie y paralelo.

EVALUACIÓN

Evaluación teórica

- Informe Técnico señalar indicadores que se les solicitarán.

Evaluación práctica

- Acumulativa

Indicadores

- Identifica componentes y especificaciones técnicas del techo solar.
- Identifica componentes y características técnicas del Banco de entrenamiento.
- Selecciona instrumentos eléctricos del multímetro.
- Conecta y energiza equipos halógenos para irradiar paneles fotovoltaicos.
- Mide tensión eléctrica de cada panel fotovoltaico.
- Conecta strings de paneles fotovoltaicos en configuración serie.
- Conecta strings de paneles fotovoltaicos en configuración paralelo.
- Conecta strings a barra de conexión del banco de entrenamiento.
- Conecta instrumentos y mide Tensión y Corriente eléctrica en strings de paneles fotovoltaicos en configuración serie.
- Conecta instrumentos y mide Tensión y Corriente eléctrica en strings de paneles fotovoltaicos en configuración paralelo.

APRENDIZAJES PREVIOS

Escriba los contenidos mínimos necesarios para lograr el objetivo de la actividad:

VARIABLES ELÉCTRICAS Y UNIDADES DE MEDIDA

Variables eléctricas y unidades de medida.

Ley de Ohm.

CONEXIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN CONFIGURACIÓN SERIE

Conexión de paneles fotovoltaicos en configuración serie.

CONEXIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN CONFIGURACIÓN PARALELO

Conexión de paneles fotovoltaicos en configuración paralelo.

USO Y MANEJO DE INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS PARA MEDICIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE ELÉCTRICA

Uso y manejo de instrumentos eléctricos para medición de tensión y corriente eléctrica.



**SERIE 1. ORIENTACIONES PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA
FOTOVOLTAICO**

**TOMO II. GUÍA DE APOYO PARA DOCENTES: PROGRAMA EN
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LICEOS EMTP**

