
 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 1 de 18</p>

# INGENIERIA CONCEPTUAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIAS

REGISTRO DE REVISIONES							
Todas las versiones anteriores deben ser remplazadas y omitidas							
Rev. No.	Fecha	Autor	Revisor	Aprobación Líder	Aprobación Proyecto	Aprobación Cliente	Descripción
A	2016-09-20	Carlos Medina					Emitido para revisión interdisciplinaria

IMPORTANTE
Este documento es propiedad del Grupo de Investigación en Orden y Caos (ORCA). Este documento no está destinado para libre circulación y no debe ser reproducido o distribuido sin el permiso explícito y escrito de ORCA o su representante.





 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p><b>Versión: 1.0</b></p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p><b>Página 2 de 18</b></p>

TABLA DE CONTENIDO		
1 .	INTRODUCCIÓN	3
2 .	OBJETO	3
3 .	UNIDADES DE MEDIDA	4
4 .	NOMENCLATURA Y DEFINICIONES	4
5 .	NORMAS, ESTÁNDARES Y REGULACIÓN	4
6 .	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	7
7 .	REQUERIMIENTOS PREVIOS DEL PROCESO	8
8 .	CASOS DE EXITO	8
9 .	MARCAS COMERCIALE	10
10 .	VIDA ÚTIL DEL DISEÑO	17
11 .	REFERENCIAS	18
12 .	FIN DEL REPORTE	19

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 3 de 18</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

En la industria el consumo energético es muy elevado por el uso de maquinaria de alta potencia y de uso continuo, una forma de reducir el gasto monetario es implementar sistemas alternativos no degradables. Se puede implementar un sistema que transforme de un recurso renovable a corriente eléctrica, en este caso hablaremos de la energía fotovoltaica en este caso para el uso de máquinas, ya sea para reducir costos o en caso de sistemas sin conexión a red, poder alimentar las maquinarias con el mismo rendimiento que con un sistema conectado a la red.

En este documento se puede encontrar información acerca de casos de éxito en este campo y también mostrar kit de estos sistemas para comparar precios y encontrar un kit apropiado para una maquina o maquinas según el tiempo de funcionamiento y la potencia utilizada por los equipos.

## 2. OBJETO



En este documento se busca ideas para el diseño del sistema fotovoltaico obteniendo información de otros proyectos realizados y de productos a la venta en el mercado.

## 3. UNIDADES DE MEDIDA

En la siguiente tabla se relacionan las unidades de medida que se utilizan en los documentos de este proyecto:

DIMENSIÓN	UNIDAD	DEFINICIÓN
Tensión suministrada de una sistema o batería	V	Voltaje
Intensidad eléctrica	A	Amperes
Capacidad de carga de una batería	Ah	Amperios hora
Potencial eléctrico	W	Vatios
Potencial eléctrico durante una hora	Wh	Vatios hora
Potencial eléctrico durante una hora por un mes	Wh/mes	Vatios hora por mes
Potencial más alto	Wp	Vatios Pico
Potencial	hp	Horse power
Potencia activa	VA	Voltamperios
Longitud	m	Metros
Temperatura	°C	Grados Celsius
Temperatura	°F	Grados Fahrenheit

Tabla 1: Unidades de medida

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 4 de 18</p>



#### 4. NOMENCLATURA Y DEFINICIONES

<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana
<b>AC</b>	Altern Current (Corriente Alterna)
<b>DC</b>	Direct Current (Corriente Directa)
<b>CC</b>	Corriente Continua
<b>USD</b>	Dólar americano
<b>COP</b>	Peso colombiano
<b>EUR</b>	Euro



Tabla 2: Nomenclatura y definiciones

#### 5. NORMAS, ESTÁNDARES Y REGULACIÓN

ITEM	INSTITUCIÓN	TITULO DEL DOCUMENTO
Normas técnicas		
1	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (ICONTEC)	NTC 1736 (24/08/2005) Energía solar. Definiciones y nomenclatura. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
2		NTC 2775 (24/08/2005) Energía solar fotovoltaica. Terminología y definiciones. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
3		NTC 5513 (29/08/2007) Dispositivos fotovoltaicos parte 1: Medida de la característica intensidad tensión de los módulos fotovoltaicos. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
4		NTC 5678 (24/06/2006) Campos fotovoltaicos de silicio cristalino medida en el sitio de características I-V. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
5		NTC 5512 (29/08/2012) Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 5 de 18</p>

6		<p>NTC 5509 (29/10/2008)</p> <p>Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV). (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
7		<p>NTC 5464 (22/12/2006)</p> <p>Módulos fotovoltaicos de lámina delgada para uso terrestre. Calificación y Homologación. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
8		<p>NTC 2883 (26/07/2006)</p> <p>Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Calificación del diseño y aprobación del tipo. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
9		<p>NTC 5549 (16/11/2007)</p> <p>Sistemas fotovoltaicos terrestres. Generadores de potencia. Generalidades y guía. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
10		<p>NTC 5287 (15/07/2009)</p> <p>Celdas y baterías secundarias para sistemas de energía solar fotovoltaica. Requisitos generales y métodos de ensayo. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
11		<p>NTC 5433 (30/08/2006)</p> <p>Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
12		<p>NTC 2959 (18/09/1991)</p> <p>Guía para caracterizar las baterías de almacenamiento para sistemas fotovoltaicos.</p>	
13		<p>NTC 5627 (29/10/2008)</p> <p>Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Calificación del diseño y ensayos ambientales. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	
14		<p>NTC 4405 (24/06/1998)</p> <p>Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes. (Alvarez Avarez &amp; Serna Alzate, 2012)</p>	



 Universidad Distrital Francisco José de Caldas	REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL <b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b> DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)		 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS
	CODIGO DE PROYECTO	CÓDIGO DE DOCUMENTO	
<b>Versión: 1.0</b>			<b>Página 6 de 18</b>

15		NTC 5710 (30/09/2009) Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
Marco Legal		
16	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia (DIAN)	Estatuto tributario Artículo 158-2 Deducción por inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
17		Estatuto tributario Artículo 428 Importación que no causan impuesto. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
18	Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Acuerdo No. 162 de 2008 Por medio del cual se establecen unos incentivos tributarios para quienes modifiquen sus fuentes de generación de energía tradicional a energías alternativas renovables y limpias para generar energía eléctrica y para quienes implementen mecanismos de aprovechamiento óptimo y uso racional y eficiente de energía tradicional que disminuyan el impacto ambiental (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)
19		Ley 697 de 2001 Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. (Alvarez Avarez & Serna Alzate, 2012)

Tabla 3: Normas técnicas y legales de los sistemas fotovoltaicos.

## 6 . DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

El sistema consta con una entrada DC producida por lo paneles solares los cuales transforman la radiación solar a energía eléctrica, para aumenta su potencial eléctrico se conectará varios paneles en paralelo. Seguirá un sistema que regula el voltaje para normalizar la energía eléctrica producida por lo paneles y así controlar la carga y descarga de las baterías o acumuladores. Ya que el sistema alimentará maquinas donde sea necesario 120V o 220V

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 7 de 18</p>

monofásico, bifásico o trifásico, se necesitará un inversor que transformará el voltaje DC en AC, el potencial dado de este inversor será el total del sistema y el cual será igual o mayor al potencial necesario por la máquina. Si se establece en un sitio con interconexión a la red el sistema debería tener una alimentación a la red, de lo contrario si es en un sistema aislado se debe aumentar el potencial de los paneles para que esto alimente directamente la máquina, aunque el máximo de radiación solar idea es 12 horas, lo cual habrán 12 horas sin radiación solar, este equipo debe ser alimentado por las baterías las cuales según las horas que se necesite se deberá conectar en paralelo para aumentar su tiempo de descarga.

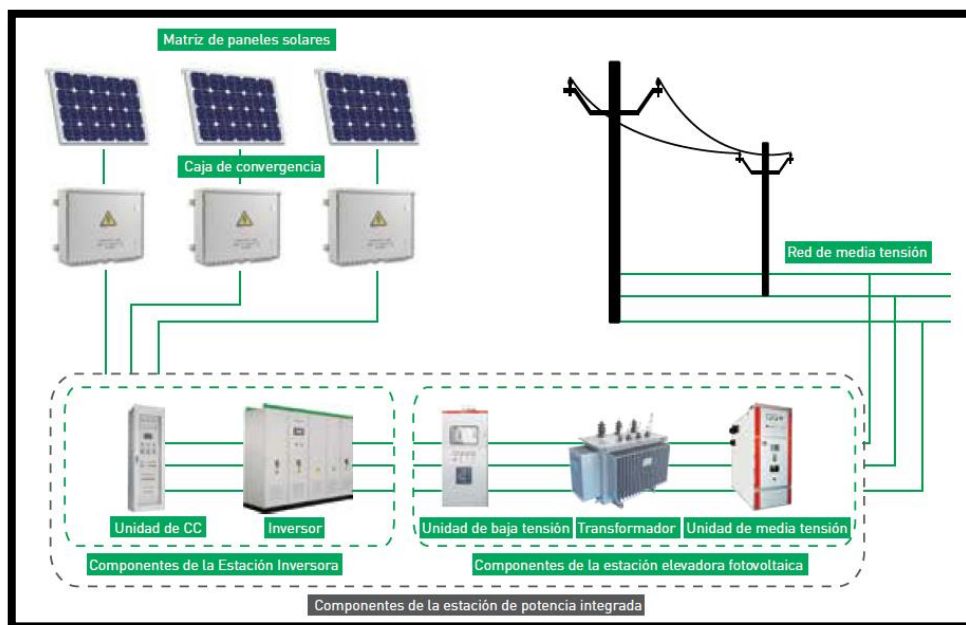




Figura 1: Diagrama de bloques de un sistema fotovoltaico. (Tgood Latin America SAS)

## 7. REQUERIMIENTOS PREVIOS DEL PROCESO

Es necesario realizar un estudio antes de diseñar e implementar un sistema fotovoltaico, se debe realizar un estudio de cargas que nos muestre la capacidad consumida por las máquinas que se desean conectar, se analizará el sitio donde se instalará para verificar la radiación del sol en diferentes épocas del año y de esta forma saber cuántos paneles son necesarios además del tiempo que sea necesario que la máquina esté encendida mientras no haya sol para la cantidad de baterías.



## 8. CASOS DE ÉXITO

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 8 de 18</p>

**PROinSENER energía:** Esta empresa ofrece integraciones eléctricas contenerizadas llave en mano. Presta servicios como fabricante e integrador de centros de transformación de media tensión, estaciones de inversores solares, salas eléctricas, cuadros eléctricos y otras soluciones contenerizadas llave en mano con distintas aplicaciones: energías renovables, minería, estaciones de bombeo, grupos de emergencia, etc. Así como servicios de operación y mantenimiento con alto valor añadido. En sus proyectos realizados se encuentran:

- Suministros de estaciones de inversores PROin EPH 1.2 MW para parque solar fotovoltaico ARINNA de 7.5 MW en Rumania (diciembre 2012).
- Suministros varios de cuadros eléctricos, centros de transformación, edificios para grupos electrógenos, y edificios de servicios auxiliares: Sevilla, Jaén, Madrid, Mallorca, etc. (2013).
- Suministro de Edificio Prefabricado de Hormigón para un centro de Transformación de EYPROM en zona franca de Tánger (Marruecos) (abril 2013).
- Varios suministros de centros de transformación en edificios de hormigón en Reino Unido para plantas solar fotovoltaica de 1250 kVA con cuadros de baja tensión para inversores solares de string (mayo 2013).
- Suministros de estaciones de inversores PROin EPH 1.5 MW para parque solar fotovoltaico BURILA-MICA de 8 MW en Rumania (junio 2013).
- Suministro de centros de transformación y estaciones de inversores para parque solar fotovoltaico SETE LAGOAS de 3 MW en Brasil (Julio 2013).
- Suministro de cuadros eléctricos para rectificación y mejora de calidad de onda del parque eólico Wigton de 13,7 MW en Jamaica (Julio 2013).
- Fabricación de Skid Metálicos para estación de inversores fotovoltaicos outdoor, integración mecánica y eléctrica de los equipos con certificación UL, manuales de carga y transporte en contenedores 40'HQ Open Top para planta fotovoltaica de 25 MW "Sol Orchard" en El Centro, Imperial Country, California (USA) (agosto 2013).
- Suministro de 4 estaciones de inversores de 1.6MW en contenedor marítimo de 40'HQ para la planta fotovoltaica "Stradishall" de 23 MW en Reino Unido (septiembre 2013).
- Integración eléctrica de baja y media tensión de las estaciones de potencia, así como de los centros de seccionamiento de las plantas solares fotovoltaicas "Pozo Almonte Solar 1 y 2" en Chile. (octubre 2013).
- Suministro de estaciones de potencia de 1.25MW en contenedores 20'HQ para planta solar fotovoltaica "Combarbala" (5MW) en IV región, Coquimbo, Chile (octubre 2013).
- Transformación mecánica de 4 contenedores de 20'HQ e integración eléctrica de los mismos, según certificación UL, para la planta solar de 5MW "San José Pedro Rosello Convention Center" en San Juan de Puerto Rico (noviembre 2013).
- Suministro de 11 estaciones de inversores de 1.6 MW en contenedores integrados de 40'HQ para las plantas fotovoltaicas de "Egmere" y "Parley" en Reino Unido (enero 2014).
- Suministro de 34 estaciones de potencia en contenedor metálico para la planta solar fotovoltaica de 50 MW "Horus I" en Guatemala: 33 estaciones de 1,7 MW en contenedores 40'HQ y 1 estación de 630W en contenedor 20'HQ (agosto 2014).
- Diseño, desarrollo, fabricación e integración de una estación de potencia de 2,8MW en contenedor metálico 40'HQ para una planta solar fotovoltaica en Jordania, el mayor transformador de potencia integrado en contenedor metálico por Proinsener hasta la fecha. (Diciembre 2014).



 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 9 de 18</p>

- Sistema de alimentación crítico en contenedor metálico para la central termoeléctrica Recka de 150MW en Perú.(Febrero 2015).
- Suministro de 5 centros de transformación en contenedor metálico de 20' y un centro de seccionamiento en contenedor metálico 40'HQ para la planta solar fotovoltaica de 9KW "Pozo Almonte I", Chile (Marzo 2015).
- Suministro de 50 centros de transformación integrados en contenedor metálico de 40'HQ con transformador outdoor para una planta solar fotovoltaica de 100MW en el desierto de Atacama, Chile (Marzo 2015).
- Proinsener ha suministrado 2 contenedores de 40' destinados a la mejora de calidad de onda para una planta solar de 23.8MW en Maan. Jordania. Julio 2015.
- Proinsener ha suministrado un contenedor de 20' como parte de un sistema de almacenamiento y gestión de energía para un distribuidor eléctrico en Carolina del Norte. USA. Agosto 2015.
- Proinsener ha suministrado 15 estaciones de inversores en contenedores de 40'HC. Con una potencia unitaria de 2.8MW. Para la planta solar de 50Mw en la Isla LEYTE, en Filipinas. Octubre 2015.
- Proinsener ha suministrado 4 contenedores 40' STATCOM para un proyecto solar de 20 MW en Quilapilun. Chile. Octubre 2015.
- Proinsener ha suministrado un contenedor de potencia con un habitáculo acondicionado como oficina (equipada con unidad de aire acondicionado). Dicho contenedor generará 0.5MW en la planta solar de "La Plana". Zaragoza, España. Noviembre 2015.
- Proinsener ha fabricado un contendor 20' con dos habitáculos refrigerados independientemente mediante un rooftop, para albergar un sistema STATCOM. Será instalado en Maan, Jordania. Marzo 2016.

SolarCity: Empresa líder en América de energía limpia con varios proyectos realizados para lugares residenciales y comerciales, con aplicaciones de monitoreo desde un móvil. Sus proyectos en el sector industrial de mayor potencia son:

- **MillerCoors:** Empresa cervecera decidió buscar maneras de elaborar cerveza de manera ambientalmente sostenible reduciendo la cantidad de energía utilizada, encargo a SolarCity a construir la instalación solar más grande de la nación. Un sistema de 3.2MW se compone de más de 10000 paneles solares instalados en 10 acres de jardines en la cervecería ubicada en Irwindale California. Con este proyecto ha logrado reducir 144'000.000 de libras de CO2 (Dióxido de carbono). **(SolarCity)**



Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

## SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA

DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ORDEN Y CAOS

Versión: 1.0

CODIGO DE PROYECTO

CÓDIGO DE DOCUMENTO

Página 10 de 18



Figura 2: Sistema fotovoltaico de 3.2MW en la empresa MillerCoors. (SolarCity)

- **Advance Auto Parts:** Empresa de accesorios de automoción, la más grande de América del norte dedica a SolarCity a llevar la energía más asequible para su centro de distribución en Enfield Connecticut en el 2014. El proyecto se completó en dos meses sin inversión inicial por adelanto y una mínima interrupción de sus operaciones diarias, es un sistema de 1.17MW produciendo 1,4GWh al año. Se espera que el sistema compense 22.8 millones de libras de CO<sub>2</sub> durante 15 años siendo el equivalente de plantar 985.000 árboles. (SolarCity)



Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

## SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA

DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ORDEN Y CAOS

Versión: 1.0

CODIGO DE PROYECTO

CÓDIGO DE DOCUMENTO

Página 11 de 18





Figura 3: Sistema de paneles FV en el techo de la empresa Advance Auto Parts. (SolarCity)

**IBC Solar:** Empresa alemana líder a nivel mundial en proveer de servicios fotovoltaicos. Realizan soluciones completas para la generación de energía eléctrica a partir de la luz solar, así como grandes proyectos a nivel internacional. En sus casos de éxito podemos encontrar:

- **ASKO (logística de alimentos):** Empresa noruega, necesita en sus centros de logística y almacenes frigoríficos permanentes grandes cantidades de electricidad. La solución de IBC fue un sistema de autoconsumo fotovoltaico adaptado con los poseedores, los módulos e inversores de IBC Solar que fue contruido en nueve días. Con este proyecto piloto fotovoltaico posicionó a Asko como un pionero en el campo de los sistemas solares. El tamaño de la planta es de 370kWp con un precio de 600.000€. **(IBC Solar, 2016)**
- **ENFA:** Empresa alemana, cuyo objetivo era crear un complejo de oficinas y el taller autosuficiente sin ninguna conexión y ser cubierto únicamente por energías renovables. IBC propuso un sistema de autoconsumo fotovoltaico adaptado con soportes, módulos, inversores y 400kWh de almacenamiento de la batería de IBC Solar. El resultado fue una fábrica alimentada exclusivamente por energías renovables y autosuficiente en electricidad a 100%, la energía solar cubre un 80% de la demanda total de energía. El tamaño de la planta es de 112kWp evitando el costo de €436.800 por más de 20 años.

## 9. MARCAS COMERCIALES

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 12 de 18</p>

**Tesla Motors:** El powerpack consta de 16 ranuras individuales para baterías cada uno con un convertor aislado DC-DC, su estructura optimiza el rendimiento, y permite un fácil intercambio en cualquier momento. El sistema completo consta con un sistema bidireccional que convierte de AC-DC para el almacenamiento de energía y DC-AC para la interconexión a un sistema AC. Adaptable con una fuente de generación renovable. El costo para un sistema de 1000KW con una duración de 4 horas es de \$2'012.600 USD incluida la instalación. **(Tesla Motors, 2016)**





Figura 4: Powerpack de Tesla Motors. **(Tesla Motors, 2016)**

**TGOOD:** Es uno de los líderes mundiales en la producción de subestaciones prefabricadas para energías renovables. Sus subestaciones son totalmente cerradas e incorporan módulos tales como tableros de CC, inversores, tableros de baja tensión de AC, transformadores y celdas de alta tensión. Es funcional en ambientes hostiles incluyendo sitios costeros (-45°C a 55°C) y de gran altura ( $\leq 4000\text{msnm}$ ). En sus instalaciones de Qingdao (China) tiene un sistema de energía solar de 2100kW en el techo. En sus productos encontramos subestaciones para sistemas eólicos y solares, a continuación, se presenta una tabla con las subestaciones para sistemas solares. **(Tgood Latin America SAS)**

	Subestación prefabricada integrada de 15kV	Subestación prefabricada integrada de 36kV	Subestación integrada de 36kV montada en patín	Estación del inversor solar
<b>Transformador</b>	Tipo seco En aceite	Tipo seco En aceite	En aceite	N/A
<b>Características de la subestación</b>	Inversor Elevador de tensión Conexión a la red	Inversor Elevador de tensión Conexión a la red	Inversor Elevador de tensión Conexión a la red	Inversor



 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 13 de 18</p>



Dimensiones del gabinete LxA(mm)	6000x2200	8200x2800	5960x2200	6058x2438
Clasificación (kVA)	20000	50000	50000	500630
Condiciones ambientales	Ciudades Regiones costeras	Todas las condiciones Costa y desierto	Todas las condiciones Costa y desierto	Todas las condiciones Costa y desierto
				

Tabla 4: Características de los productos de TGOOD. (Tgood Latin America SAS)

**PROinSENER energía:** Empresa anteriormente mencionada por sus casos de éxito, en sus productos podremos encontrar:

- Estación de potencia compacta integrada sobre skid metálico: Estación solar fotovoltaico outdoor compacta, integrada y llave de mano. Integrada sobre skid metálico con diseño adaptado a la función requerida y para poder ser transportado un contenedor open top. Contiene un transformador de 24kV o 36kV a 50 o 60Hz hasta 2500kVA, celdas compactas con aislamiento integral en 24kV o 36kV e inversor hasta una potencia nominal de 2000kVA. **(ProinSener energia)**
- Estación FV compacta integrada PROinEPH 1.6MW: Estación solar fotovoltaica compacta integrada y llave en mano. Construida en edificio prefabricado mono bloque de hormigón con capacidad para albergar el Centro de Transformación y la electrónica de potencia necesaria para la transformación de hasta 1,6. Contienen transformador de 24kV o 36kV a 50 o 60Hz hasta 1600kVA, celdas compactas con aislamiento integral en 24kV o 36kV e inversor hasta una potencia nominal de 1600kVA. **(ProinSener energia)**
- Estación FV compacta integrada PROinEPH 1.6MW: Estación solar fotovoltaica compacta y llave en mano. Integrada en contenedor marítimo 40'HC con capacidad para albergar el Centro de Transformación y la electrónica de potencia necesaria para la transformación de hasta 2 MW. Contiene transformador de 24kV o 36kV a 50 o 60Hz de 1600 a 2500kVA, celdas compactas con aislamiento integral en 24kV o 36kV e inversores hasta 2000kVA. **(ProinSener energia)**

**ABB:** En su catálogo incluyen inversores centrales con componentes contrastados de alta eficiencia y un diseño compacto que proporcionan alta fiabilidad y fácil mantenimiento. Para Colombia ofrecen 4 productos, los cuales son:

- PVS800-57: Están pensados para plantas de energía FV a escalas industriales y busca alto rendimientos y máxima rentabilidad posible de la inversión a lo largo del ciclo de vida útil. Este inversor ofrece un



Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

## SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA

DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ORDEN Y CAOS

Versión: 1.0

CODIGO DE PROYECTO

CÓDIGO DE DOCUMENTO

Página 14 de 18

rendimiento total muy alto gracias a su gran eficiencia y bajo consumo energético auxiliar. Están disponibles de 100 a 1000KW. **(ABB)**



Figura 5: Planta PVS800-57 de 100 a 1000kW. **(ABB)**

- PLUS: Son sistemas modulares que se encuentran en dos capacidades por modulo.

Un módulo de 55KW que permite la conexión entre varios de estos módulos para aumentar la capacidad del sistema, están formados por bloques que aumenta la potencia útil y mejora la disponibilidad, y la reducción en el rendimiento de un módulo individual no afectara en los otros módulos. Está disponible con o sin transformador con una eficiencia hasta el 98% y varios canales de seguimientos del punto de máxima potencia (MPPT) de alta velocidad, proporcionan una tensión de entrada de CC hasta

Un módulo extraíble de 67KW que reducen el tiempo de inactividad del inversor y disminuyen los costes de mantenimiento, hay un aumento de la tensión de salida hasta 380V para limitar las pérdidas, tensión máxima de entrada de 1000Vcc. **(ABB)**



Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

## SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA

DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ORDEN Y CAOS

Versión: 1.0

CODIGO DE PROYECTO

CÓDIGO DE DOCUMENTO

Página 15 de 18



Figura 6: Planta Plus. (ABB)

- Ultra: Es el inversor de energía mas grande de la gama on 1.4MW y esta diseñada para grandes instalaciones industriales. Con mejor espectro de eficacia de conversión del sector hasta el 98.5% y canales de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) de alta velocidad, optimiza la captación de energía en una amplia gama de condiciones de funcionamiento. Este sistema reduce considerablemente los requisitos de cableado. Recibe una tensión maxia de 1000Vcc, conversión directa sin transformador a salide de 690Vca que reduce el ostro de disribucion. (ABB)



Figura 7: Planta Ultra de 1.4MW. (ABB)

- PVS980: Es ideal para grandes plantas de energía fotovoltaica. Diseño compacto y modular e idónea para el uso al aire libre. Cuenta con un sistema de refrigeración autónomo. Recibe una tencion de 1500Vcc. (ABB)



Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

## SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA

DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)



GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
ORDEN Y CAOS

Versión: 1.0

CODIGO DE PROYECTO

CÓDIGO DE DOCUMENTO

Página 16 de 18





Figura 8: Planta PVS980. (ABB)

- PVS800-IS: ABB también tiene sistemas de container pensado para almacenar energía solar a gran escala. Es un producto compacto y de instalación fácil. Una estación alberga dos inversores PVS800 de 875 o 1000kW con sistemas de potencia, monitorización y filtración de aire auxiliares incorporadas. (ABB)



Figura 9: Planta PVS800-IS de 1000kW en container. (ABB)



 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p>Versión: 1.0</p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p>Página 17 de 18</p>

## 10 . VIDA ÚTIL DEL DISEÑO

Todos los equipos y sistemas sometidos a la evaluación en esta ingeniería conceptual han sido especificados para una vida útil de 20 años.

## 11 . REFERENCIAS

ABB. (s.f.). *PVI 134 to 400kW*.

ABB. (s.f.). *PVI 55 to 330kW*.

ABB. (s.f.). *PVS800*.

ABB. (s.f.). *PVS800-IS*.

ABB. (s.f.). *PVS980*.

ABB. (s.f.). *ULTRA 780 to 1560kW*.

Alvarez Avarez, C. A., & Serna Alzate, F. J. (2012). *Normatividad sobre Energia Solar Termica y Fotovoltaica*. Medellin.

IBC Solar. (2016). *Estudios de casos: los sistemas fotovoltaicos que generan valor añadido*. Obtenido de <https://www.ibc-solar.de/gewerbe/fallstudien/>

ProinSener energia. (s.f.). *Estacion de potencia compacta integrada sobre skid metalico*. Sevilla.

ProinSener energia. (s.f.). *Estacion FV compacta integrada PROinC40'2MW*. Sevilla.



ProinSener energia. (s.f.). *Estacion FV compacta Integrada PROinEPH 1.6MW*. Sevilla.

Proinsener energia. (s.f.). *Proyectos*. Obtenido de <http://www.proinsener.com/web/proyectos/#!prettyPhoto>

SolarCity. (s.f.). *Advance Auto Parts*. Enfield, CT.

SolarCity. (s.f.). *MillerCoors*. Irwindale, CA.

Tesla Motors. (2016). *Powerpack*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2016, de <https://www.tesla.com/powerpack>

 <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>REPORTE DE INGENIERÍA CONCEPTUAL – DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MAQUINARIA</b></p> <p>DESARROLLADO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS (ORCA)</p>		 <p>GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ORDEN Y CAOS</p>
<p><b>Versión: 1.0</b></p>	<p>CODIGO DE PROYECTO</p>	<p>CÓDIGO DE DOCUMENTO</p>	<p><b>Página 18 de 18</b></p>

**Tgood Latin America SAS. (s.f.). *Subestaciones para energías renovables.* Bogota.**

**FIN DEL REPORTE**