

IMPACTO DEL USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA RED ELÉCTRICA

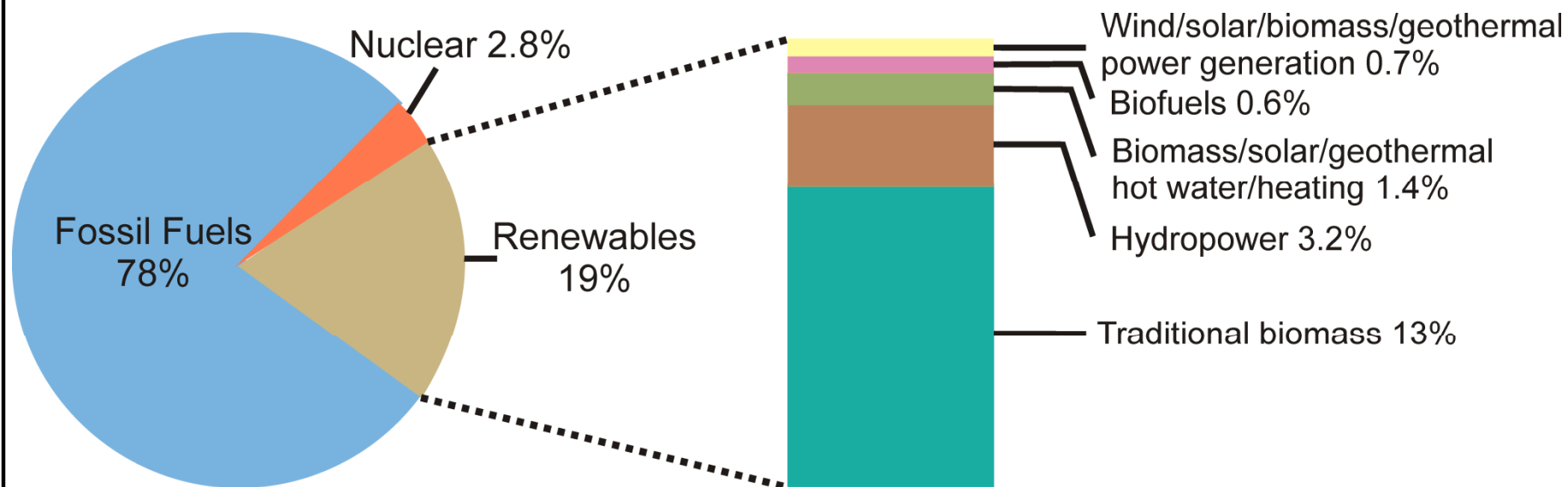
A.J. Aristizabal, J. Hernandez, G. Gordillo

Grupo de Materiales Semiconductores & Energía Solar
Universidad Nacional de Colombia

CONTENIDO

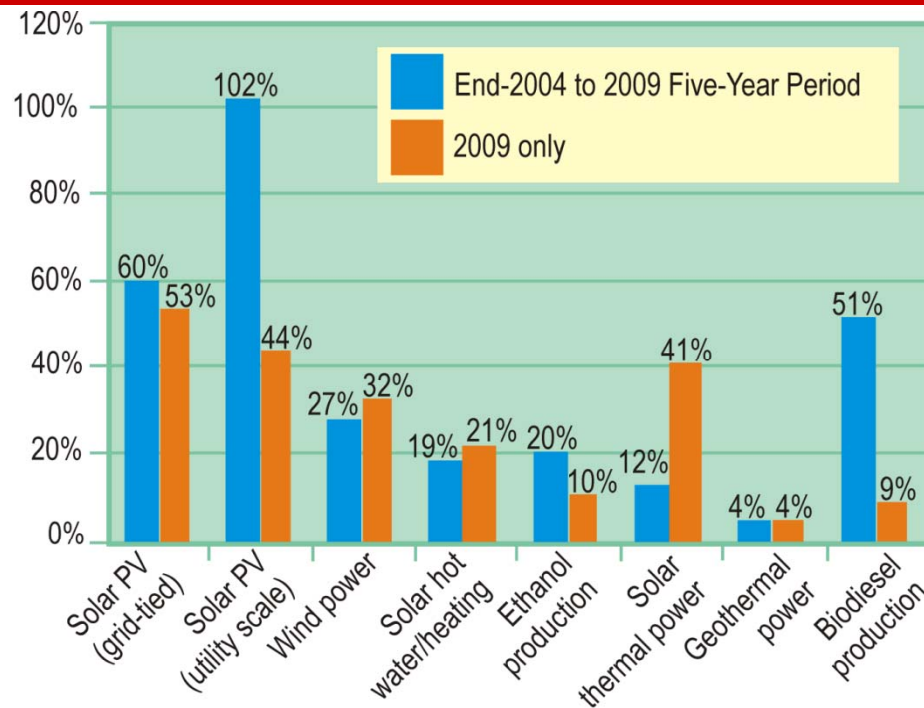
1. Introducción
2. Estado actual de la tecnología solar fotovoltaica
3. Monitoreo y evaluación del desempeño de la planta solar de 3.6 kWp instalada en la Universidad Nacional-Bogotá.
4. Metodología para analizar el impacto técnico del uso masivo de sistemas fotovoltaicos como opcion de generación distribuida en redes de baja tension

Contribución de las energías renovables al consumo global, 2008

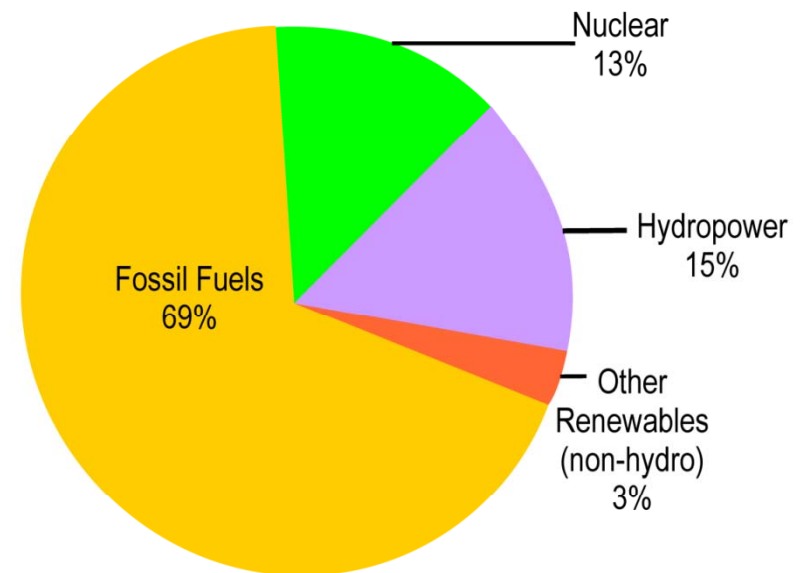


REN21 Global status report - 2010

Crecimiento promedio anual de las energías renovables, 2004-2009



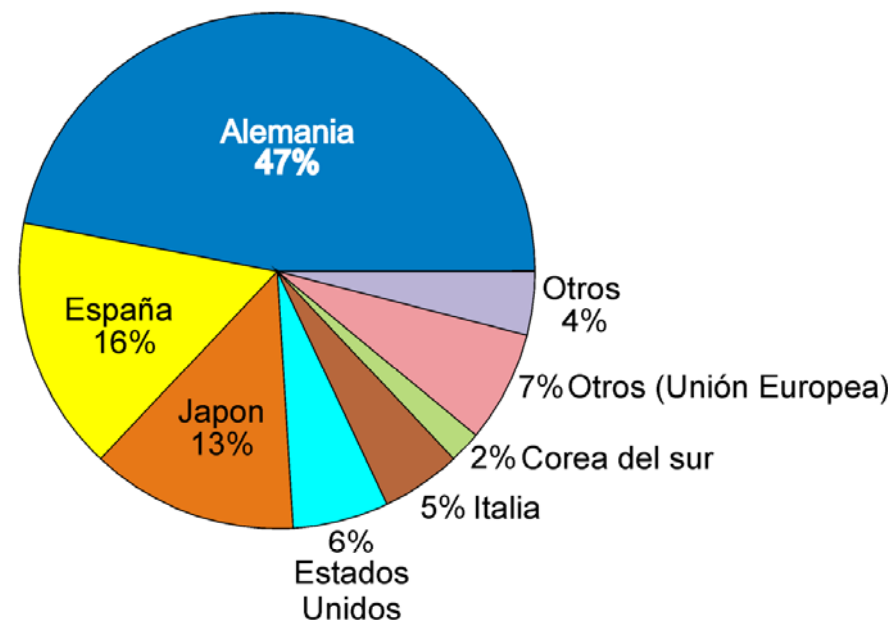
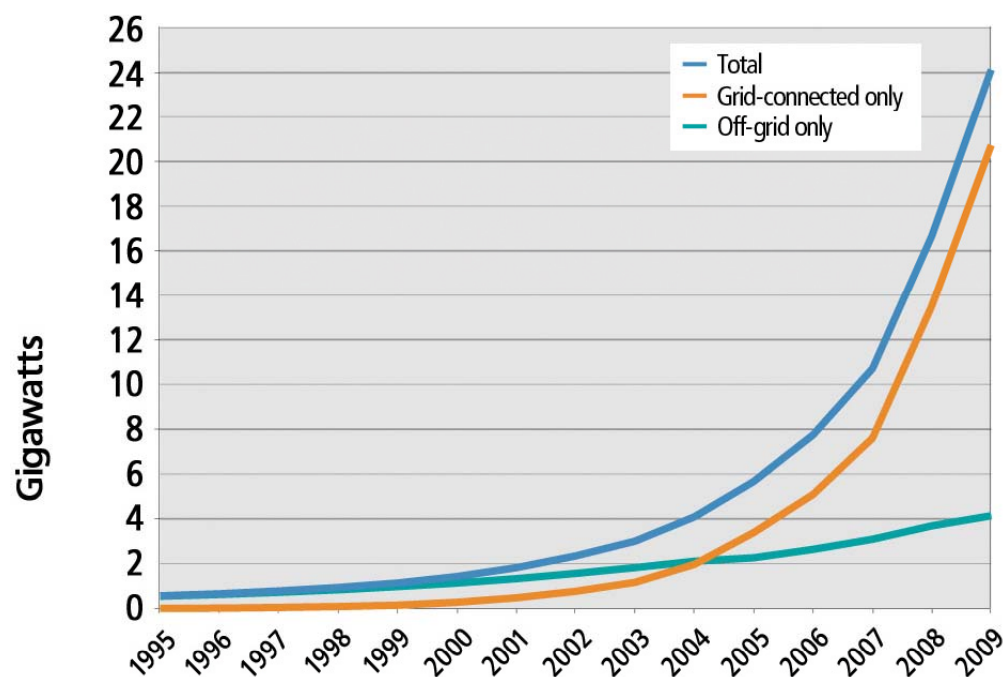
Contribución de las energías renovables a la generación global de electricidad-2008



REN21 Global status report - 2010

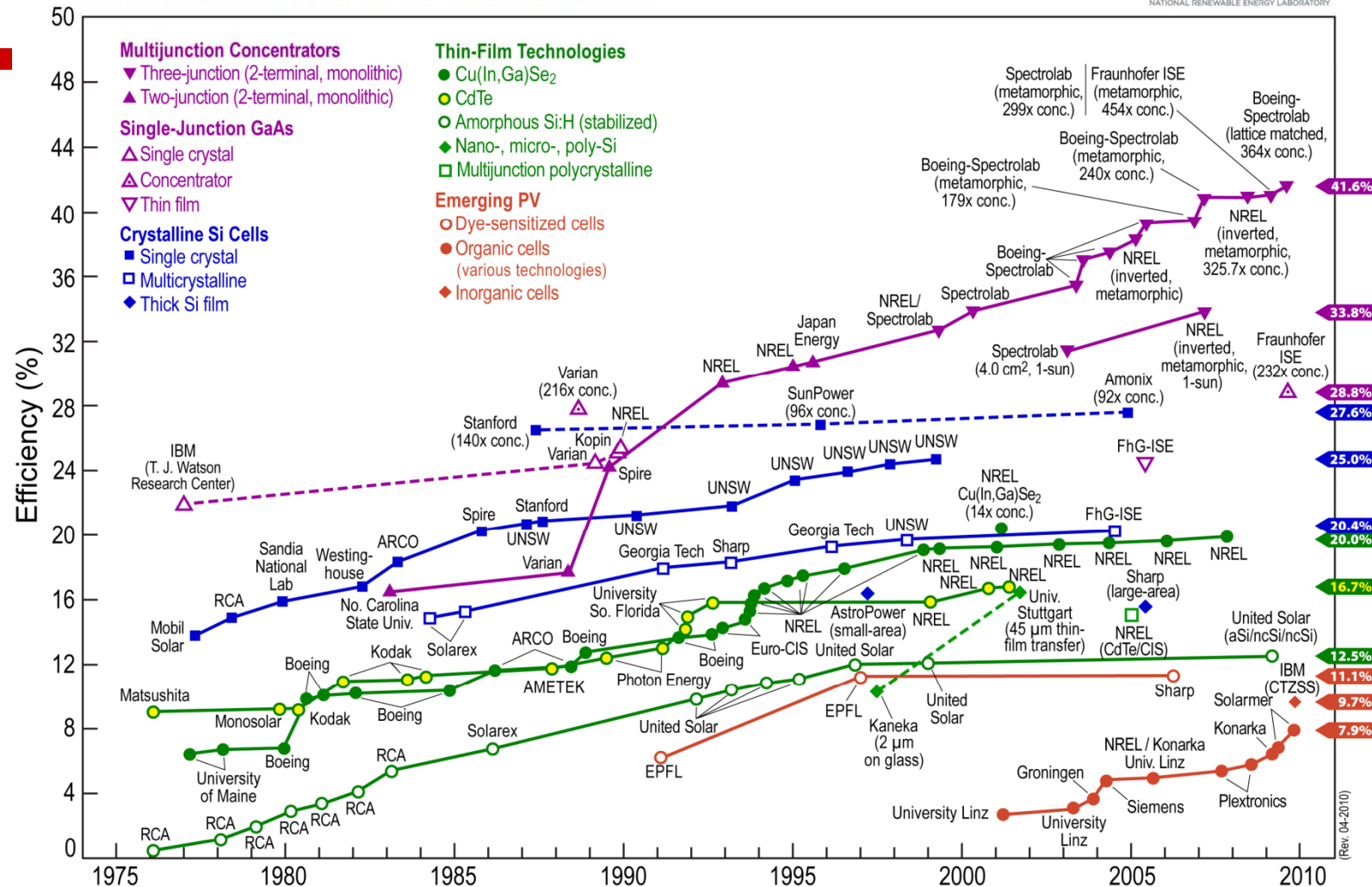
Crecimiento de la Capacidad mundial de potencia solar fotovoltaica 1995 – 2009

Países con mayor capacidad instalada de generación FV, 2009

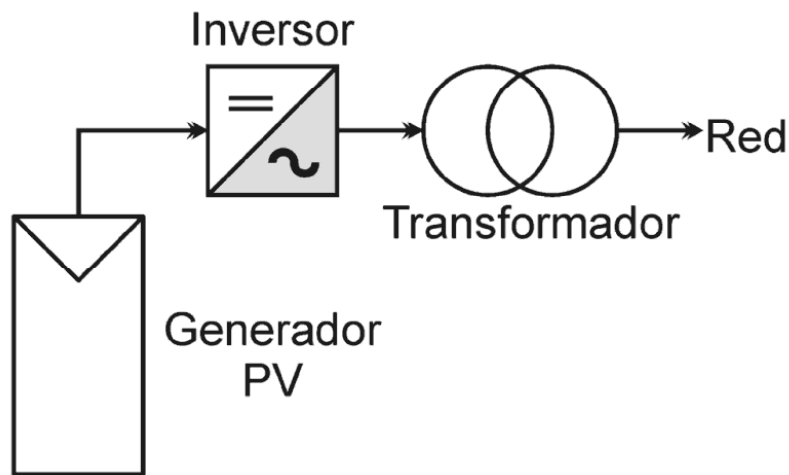


REN21 Global status report - 2010

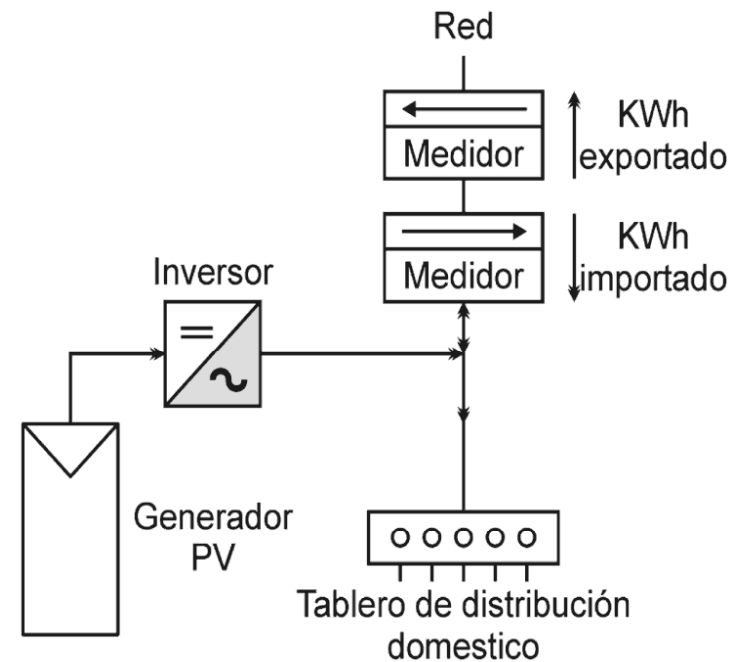
Best Research-Cell Efficiencies



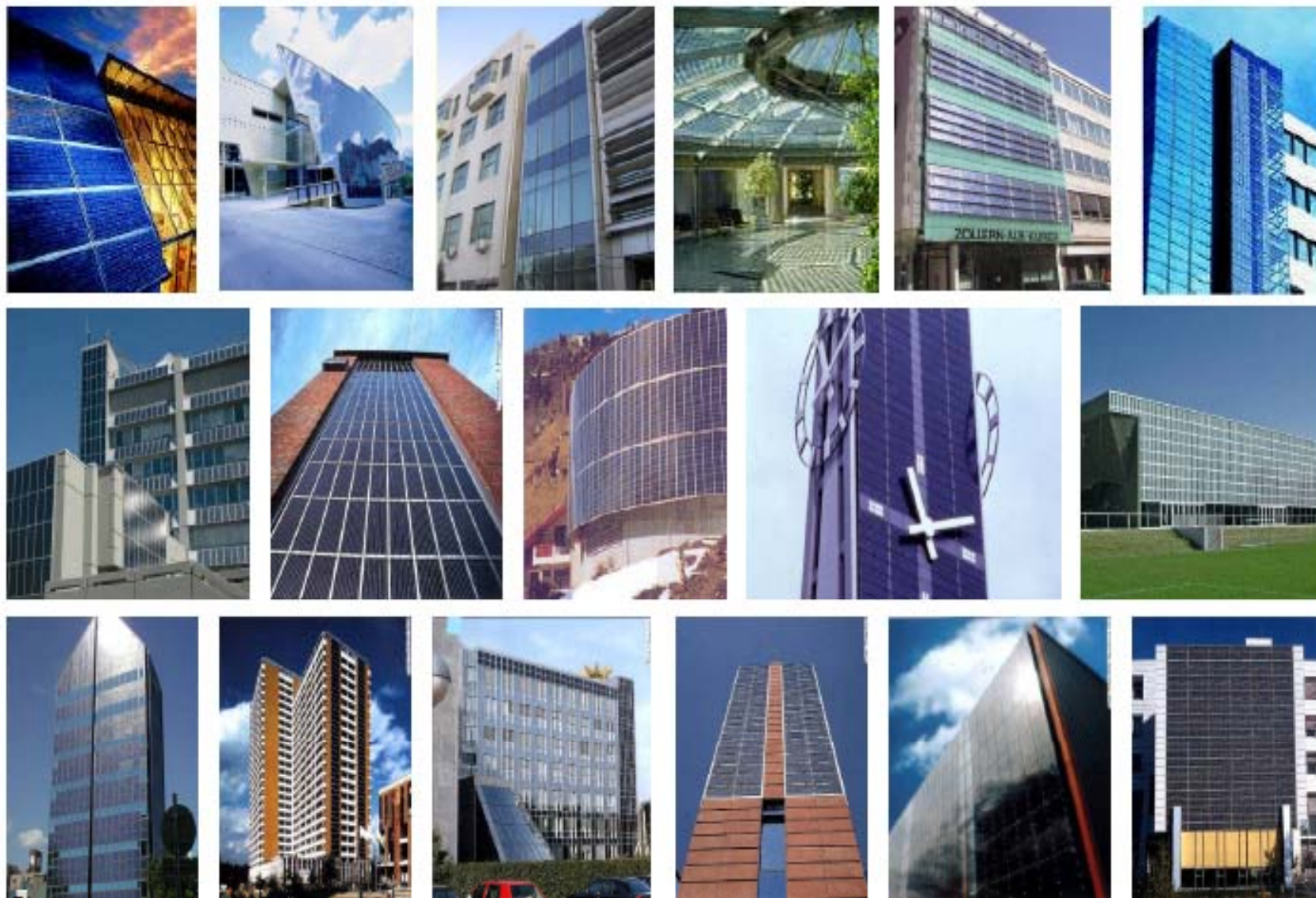
SFV conectados a la red eléctrica (SFVCR)



a) Operación Centralizada



b) Operación Embebida en Redes de Distribución





SFV de 3.5 kWp Instalado en la Universidad Nacional

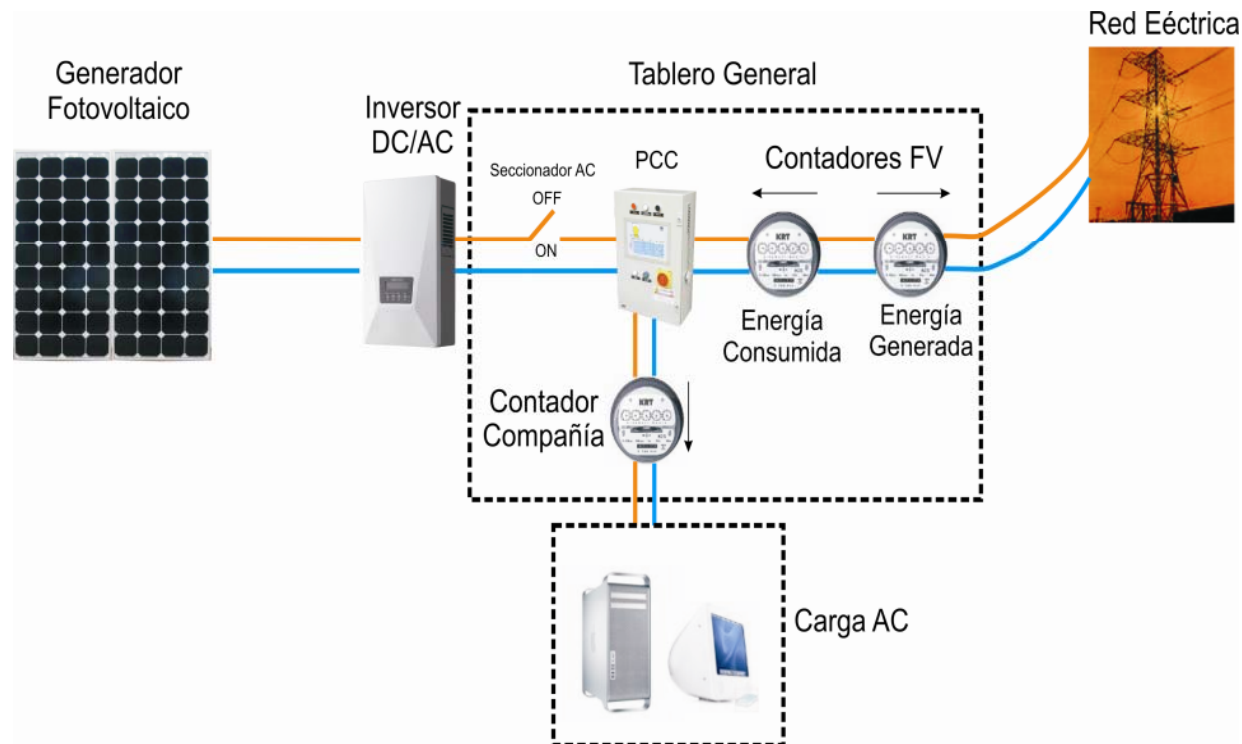


INSTALACIÓN DE INVERSORES & MEDIDORES Y ESTACION DE MONITOREO



Monitoreo y Evaluación de planta solar de 3.6 kWp

SFV conectado a la Red (Arquitectura BIPVS)



Sistema FVI & Estación de Monitoreo

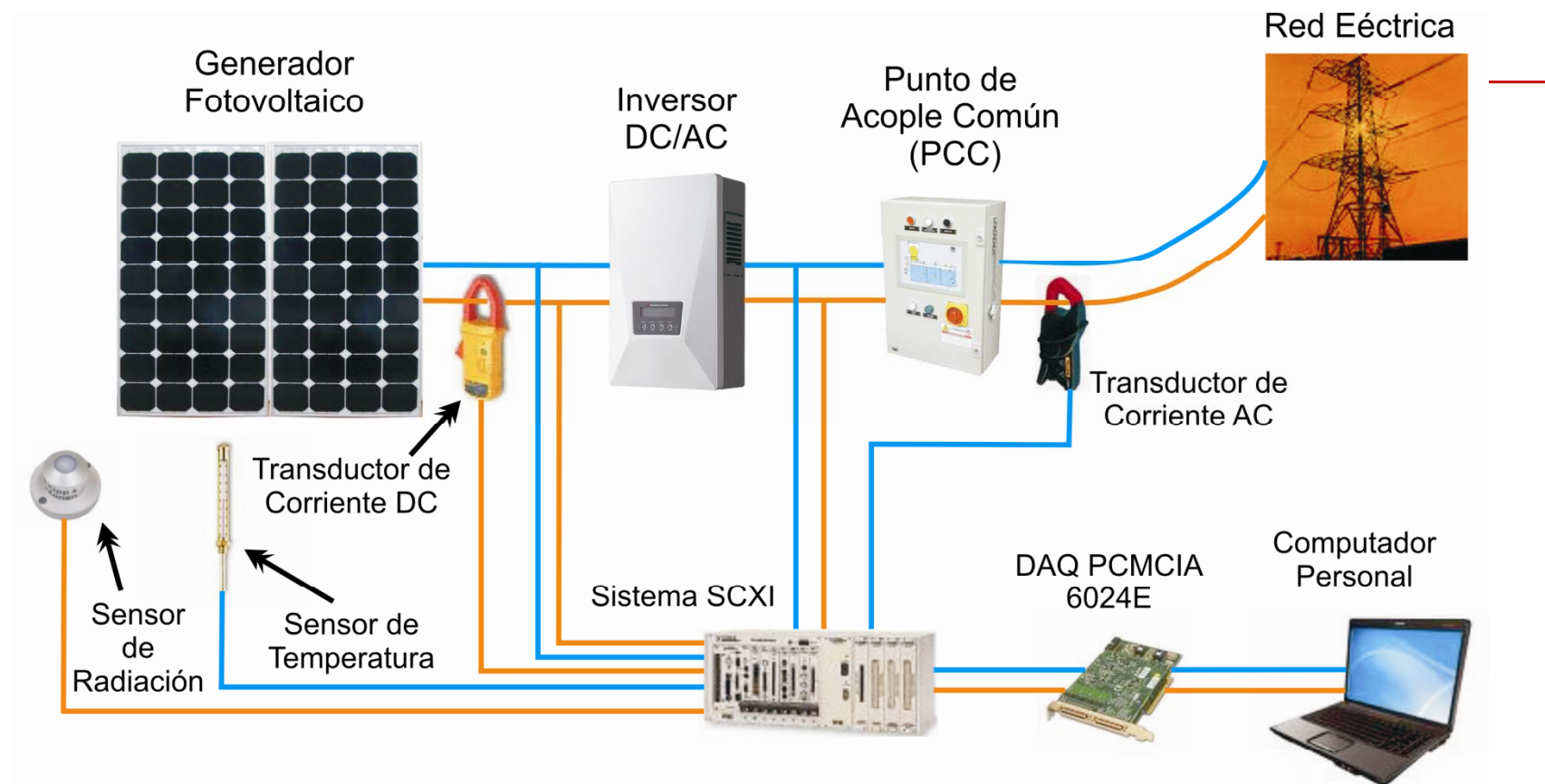


Diagrama de bloques del SFVI mostrando los dispositivos que conforman el sistema de monitoreo desarrollado empleando Instrumentación Virtual.

Sistema de Acondicionamiento SCXI

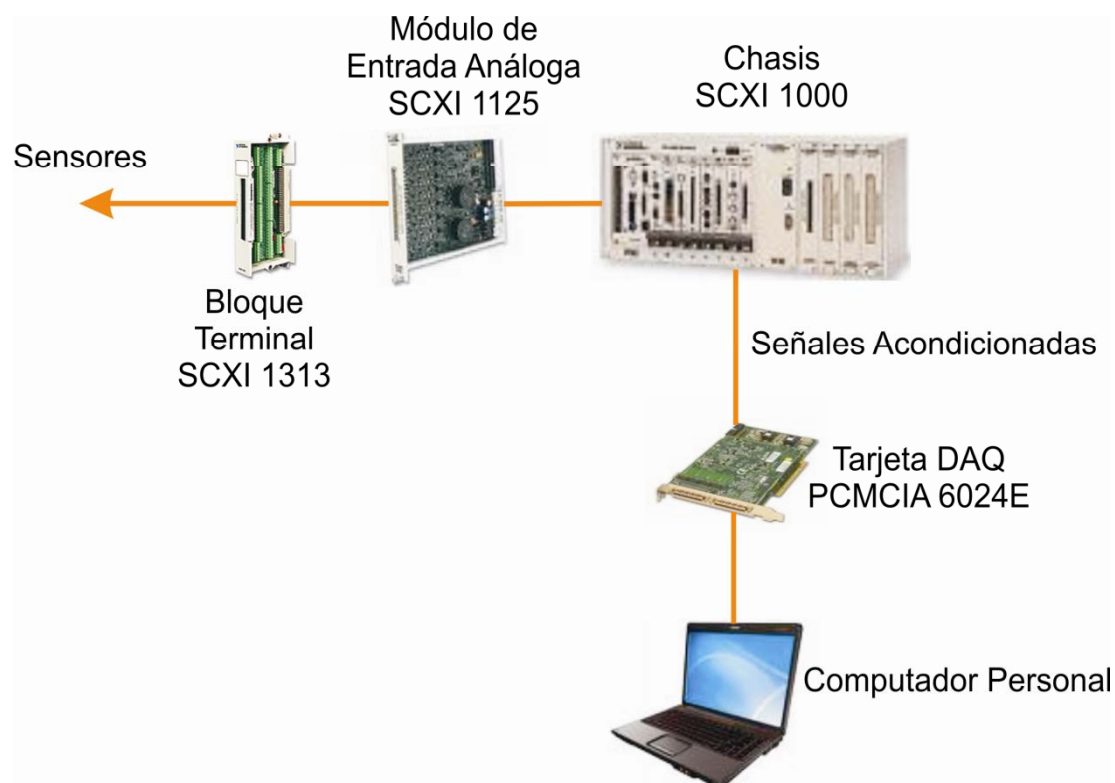
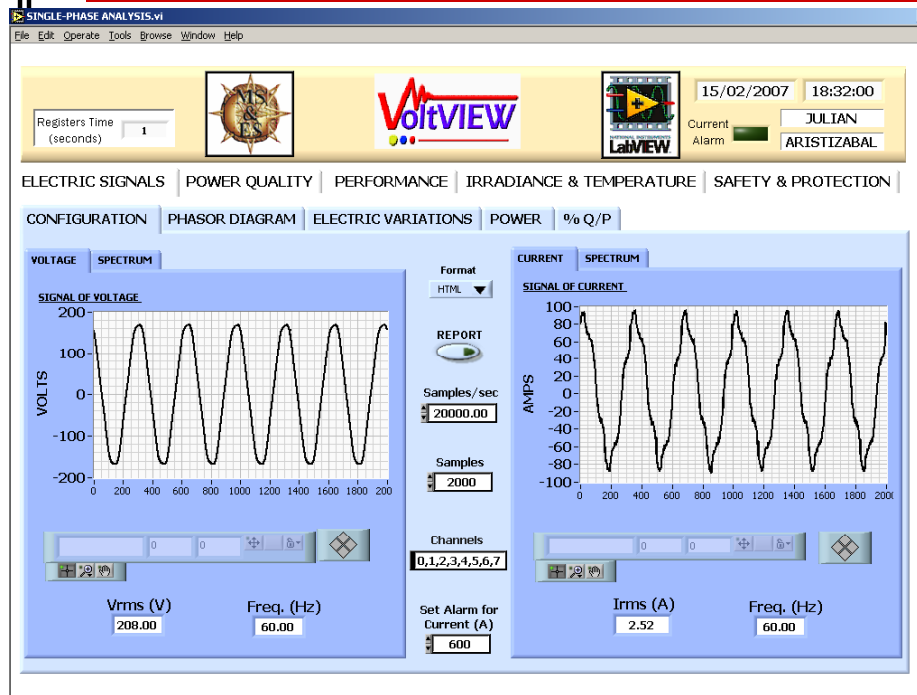
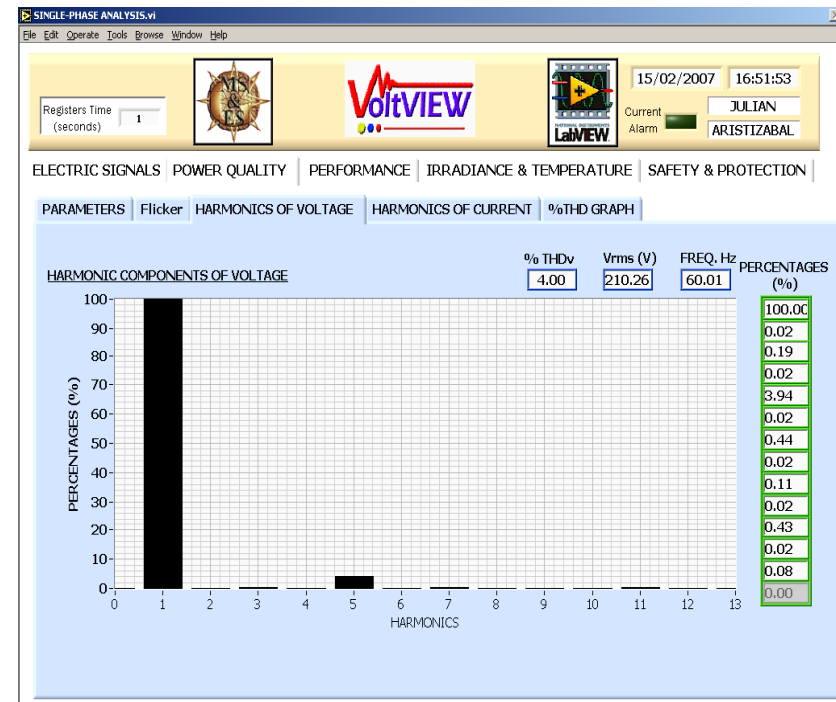


Diagrama de bloques del Sistema SCXI

Instrumento virtual desarrollado para monitoreo del SFV



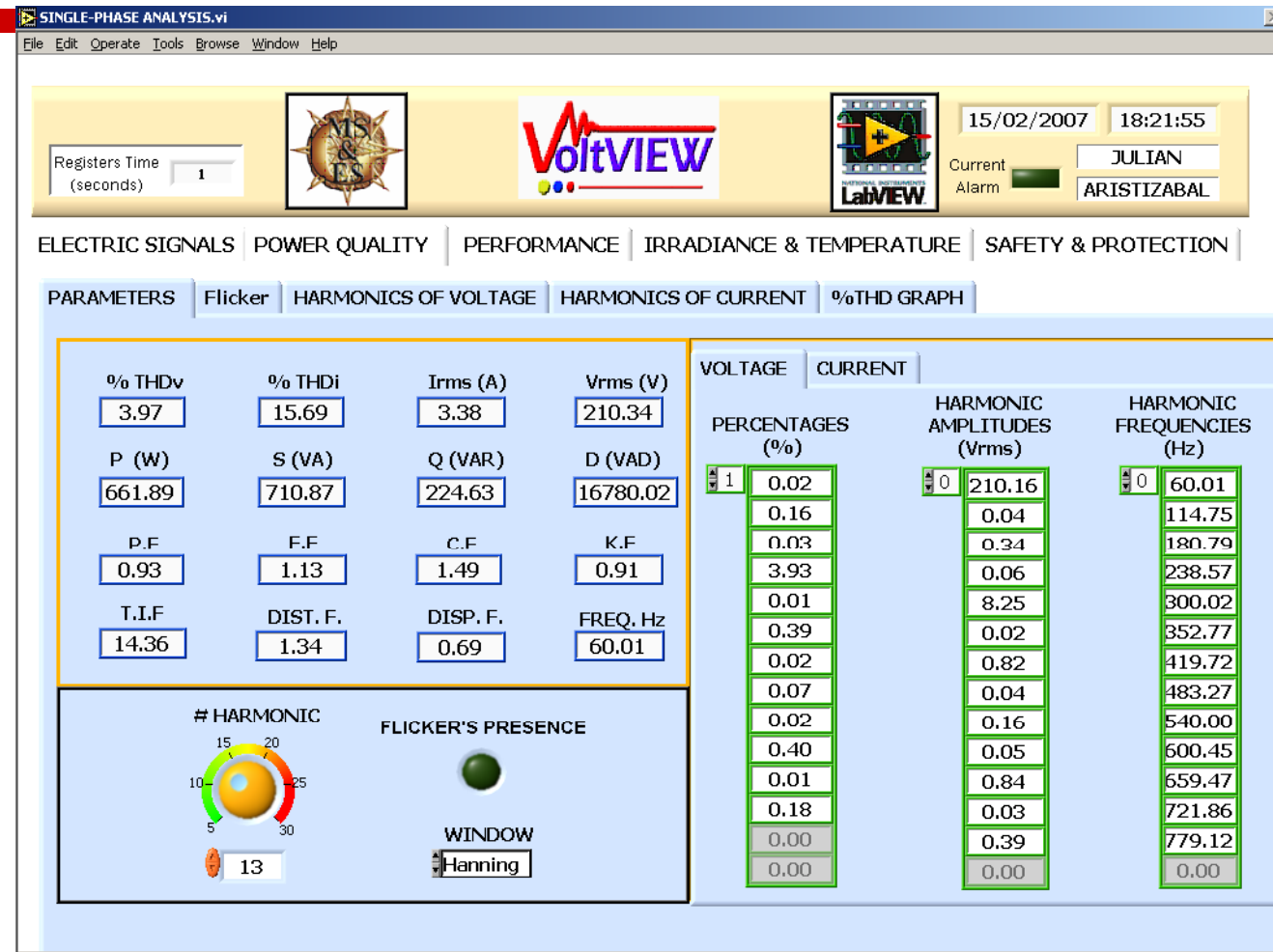
Panel frontal del Sub-VI para adquisición de las Señales de Tensión y de Corriente



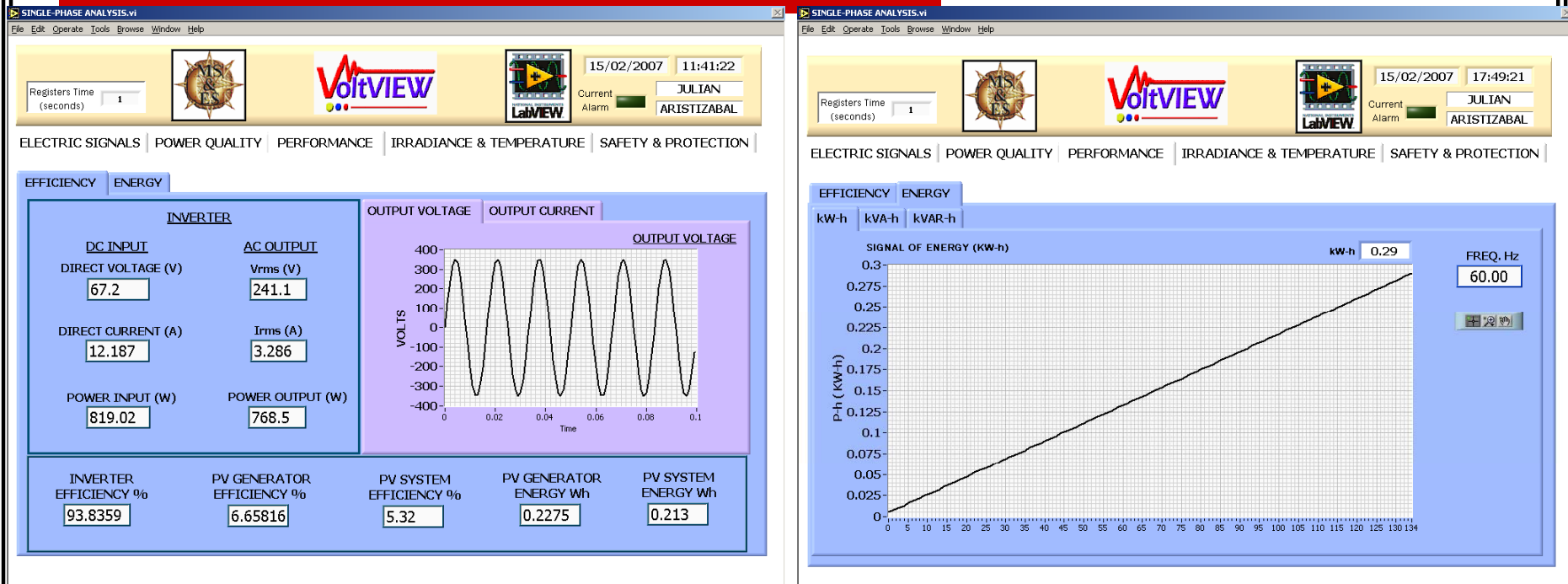
Panel frontal del Sub-VI para Análisis de armónicos

Instrumento virtual desarrollado para monitoreo del SFV

Panel frontal del VI Para Análisis de la Calidad de Potencia Generada

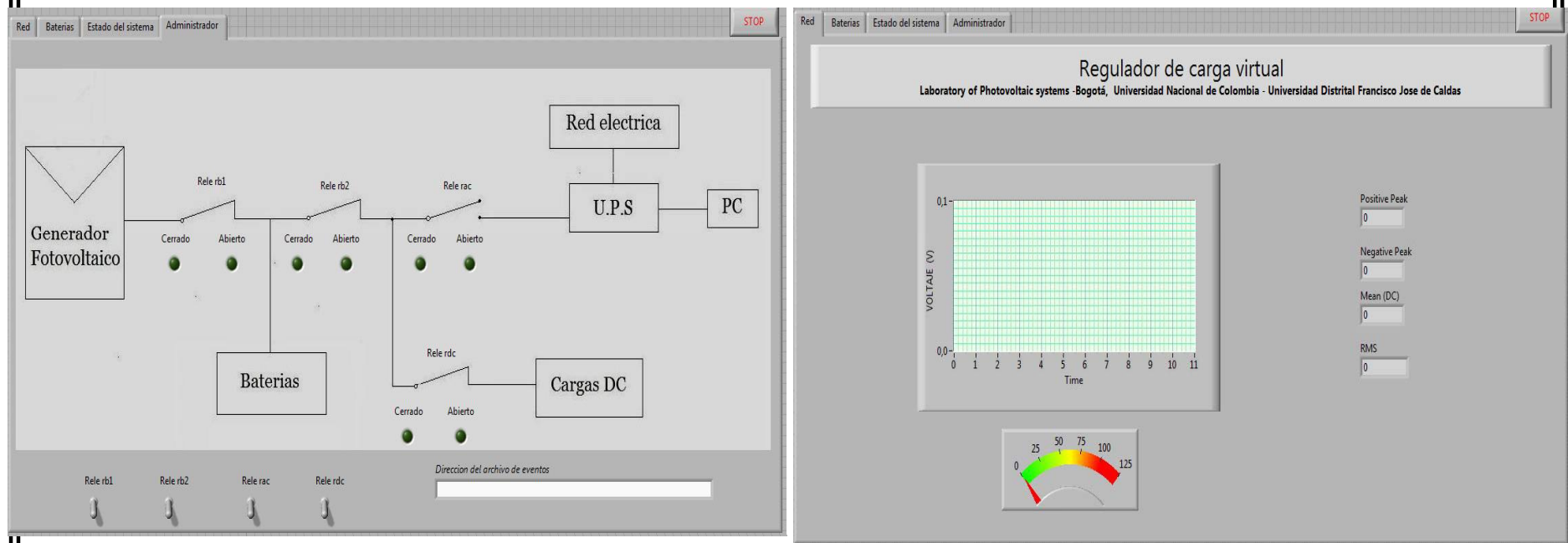


Instrumento virtual desarrollado para monitoreo del SFV



Panel frontal del VI para Evaluación del Desempeño Técnico del SFVI

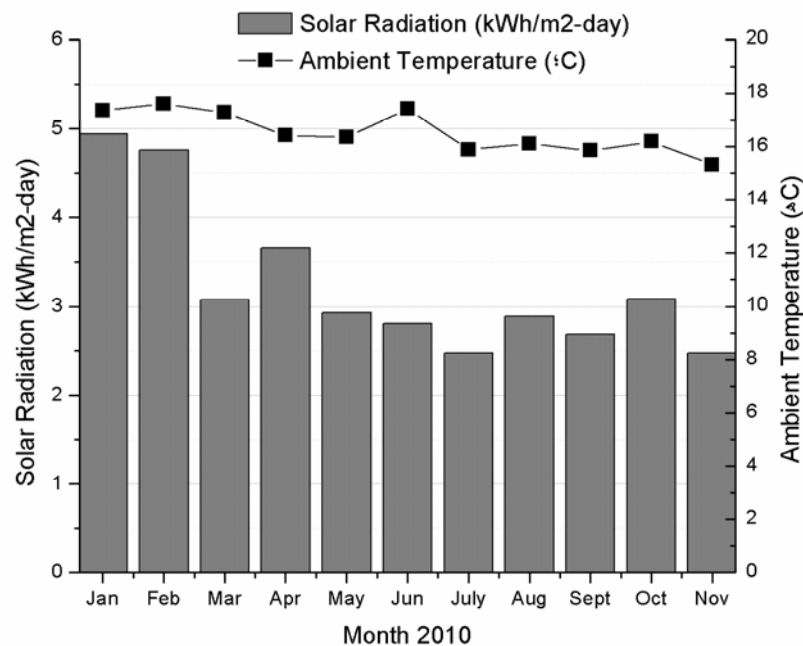
Sistema de respaldo de la fuente de poder que alimenta la Estación de Monitoreo



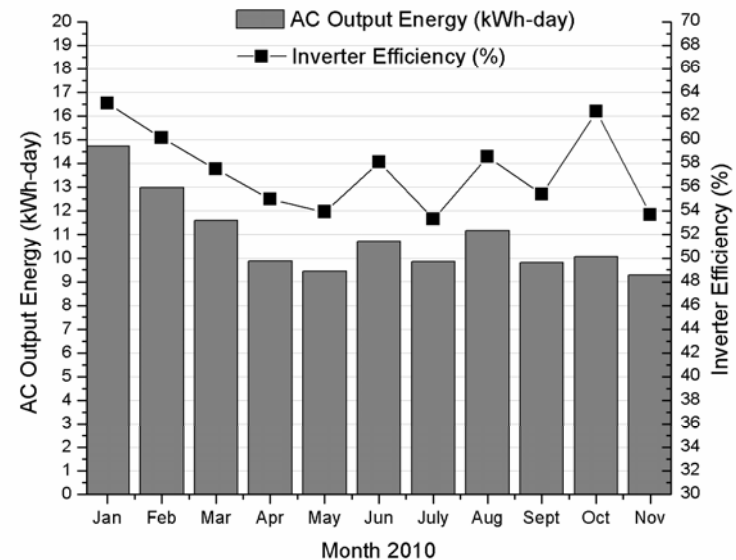
Panel Frontal del Sistema de respaldo

Resultados obtenidos en 2010

Desempeño del sistema FV



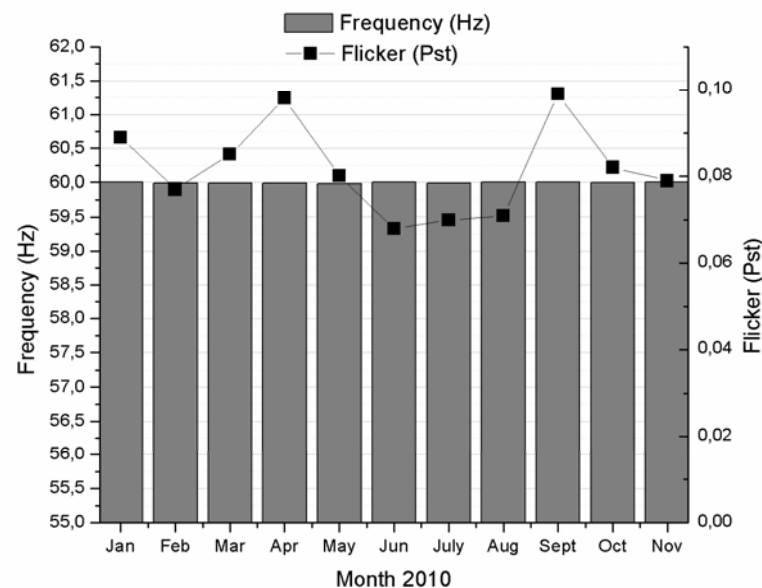
Perfil anual del promedio diario mensual de la radiación solar en Bogotá, junto con el promedio diario de la temperatura ambiente en Bogotá para 2010.



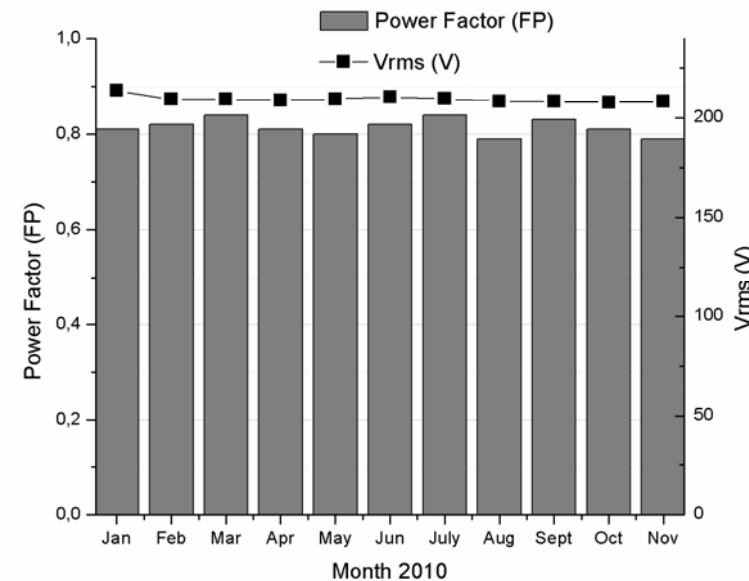
Perfil anual del promedio diario mensual de energía AC producida, junto con el promedio diario de la eficiencia del inversor para 2010.

Resultados obtenidos en 2010

Resultados de calidad de potencia



Perfil del promedio diario mensual de la frecuencia, junto con el promedio diario del flicker (Pst) de la señal para 2010.



Perfil del promedio diario mensual del valor eficaz de la tensión, junto con el promedio diario del factor de la potencia de la señal para 2010.

Costo de instalación y ahorro producido

Inversión Inicial

• Generador FV 3640W	\$ 68.306.000
• Inversor 3100W:	\$ 8.123.000
• Estructura Generador FV:	\$ 1.000.000
• Cableado y Sistema de Puesta a Tierra:	\$ 2.000.000
• Tablero Distribución y Medidores de Energía:	\$ 1.000.000
• Mano de Obra Instalación:	\$ 1.500.000
Total Inversión Inicial:	\$80'.929.000

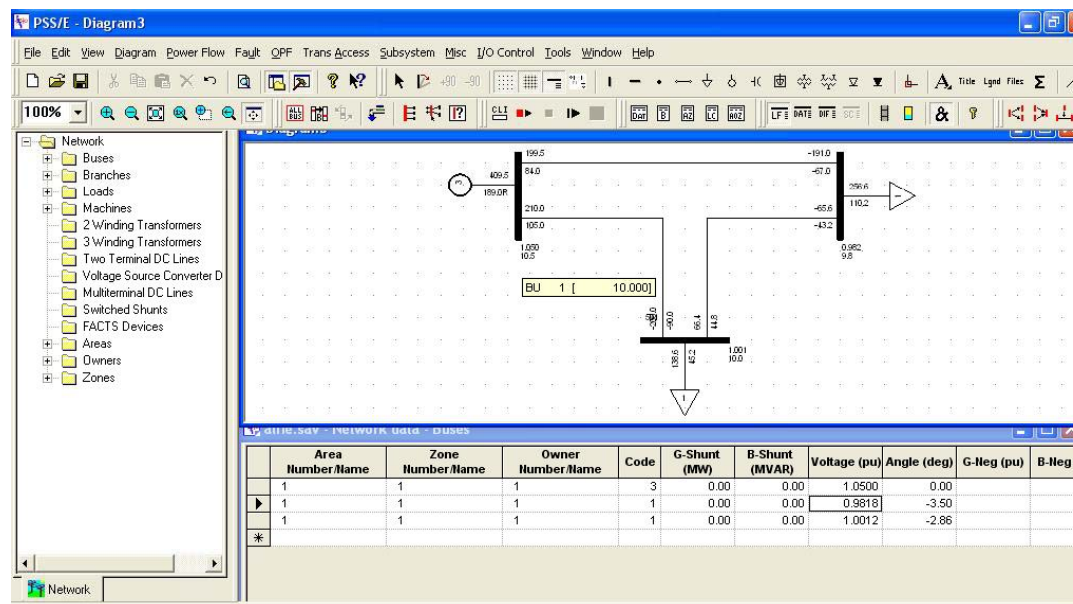
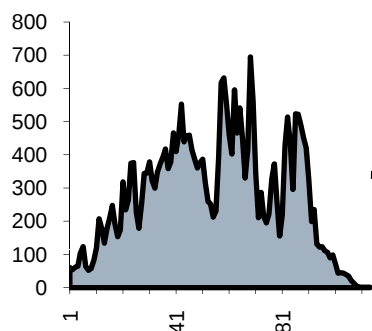
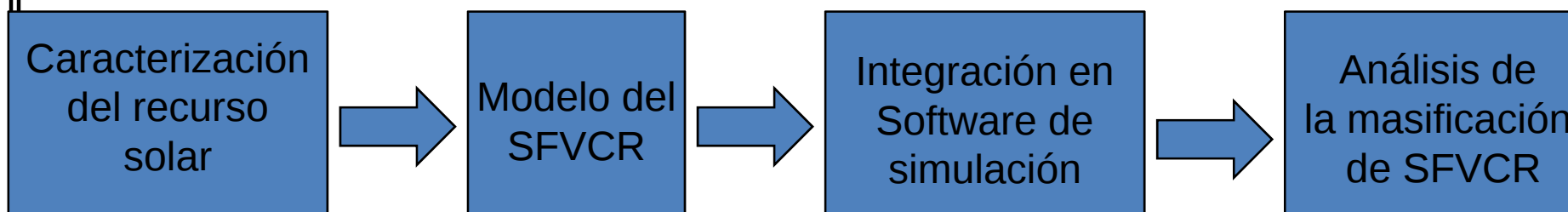
Total energía generada fotovoltaicamente 2009 + 2010: 7106 kWh.

Estrato	Costo \$/kWh	Ahorro Económico	Ahorro Económico
		(2 primeros años)	(25 años-vida útil)
3	312,11	\$ 2'.217.854	\$ 27'.723.171
4	348,98	\$ 2'.479.852	\$ 30'.998.149
5 y 6	374,53	\$2'.661.410	\$ 33'.267.627

Tabla 1. Costo del kWh de los estratos 3, 4, 5 y 6 y el correspondiente ahorro producido por generación FV durante los primeros 2 años de operación y durante su vida útil.

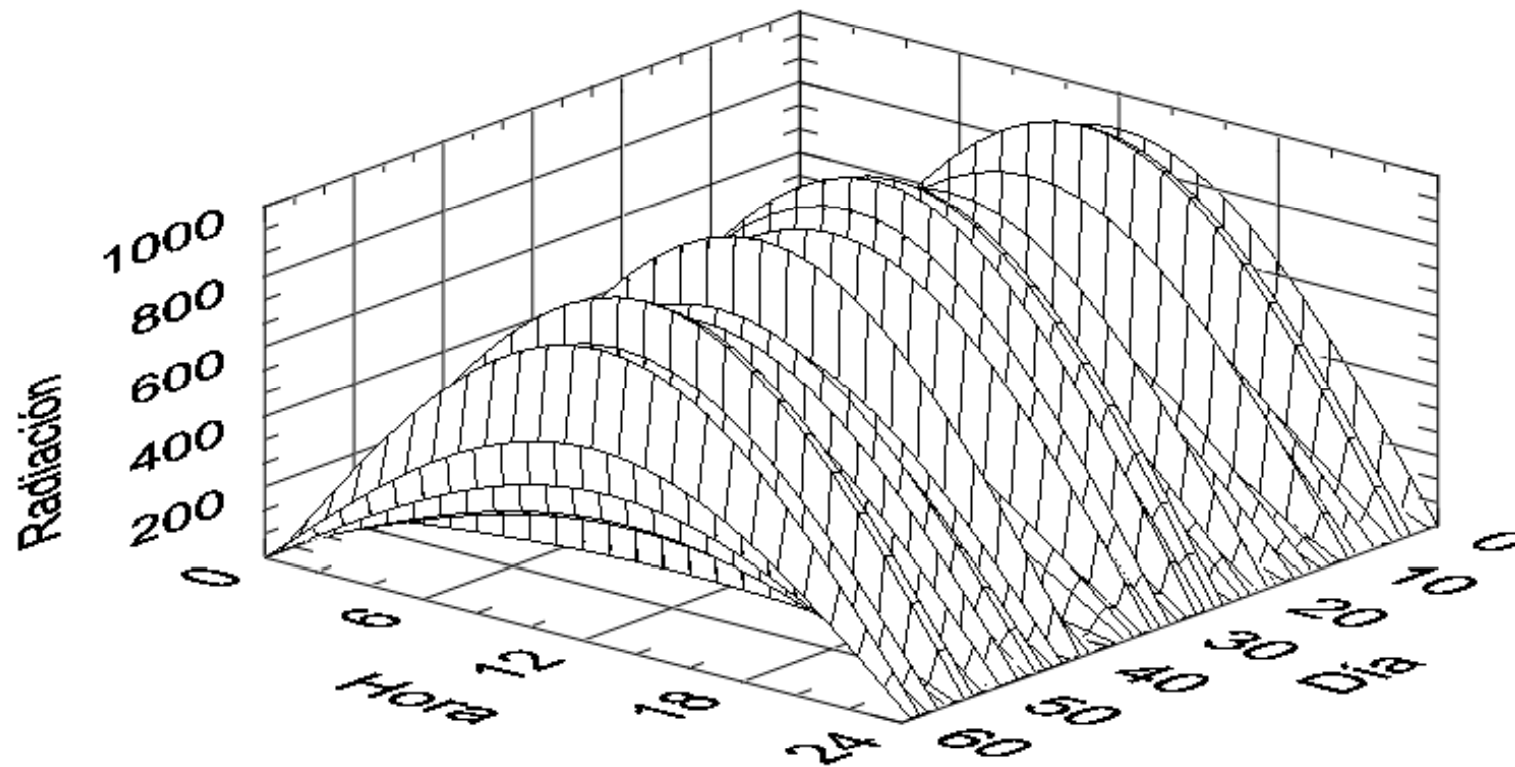
Metodología para el análisis técnico del impacto del uso masivo de sistemas fotovoltaicos como opción de generación distribuida en redes de baja tension

- La energía generada por los SFVCR no es despachable por no ser 100% predecible.



Caracterización del Recurso Solar

A partir de datos medidos experimentalmente en un sitio en particular.

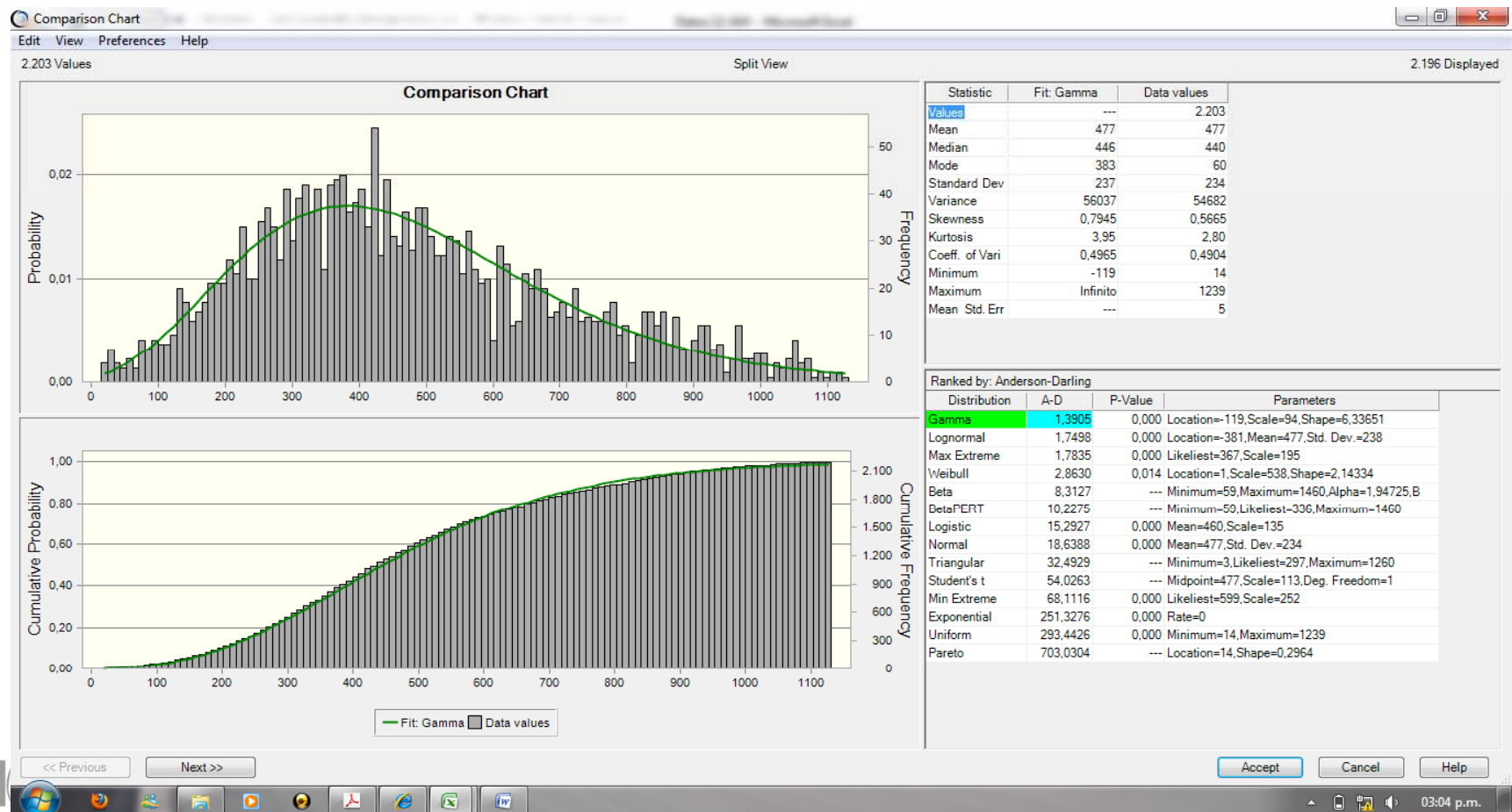


Caracterización del Recurso Solar

Función de densidad de probabilidad de las 12 m: Gama



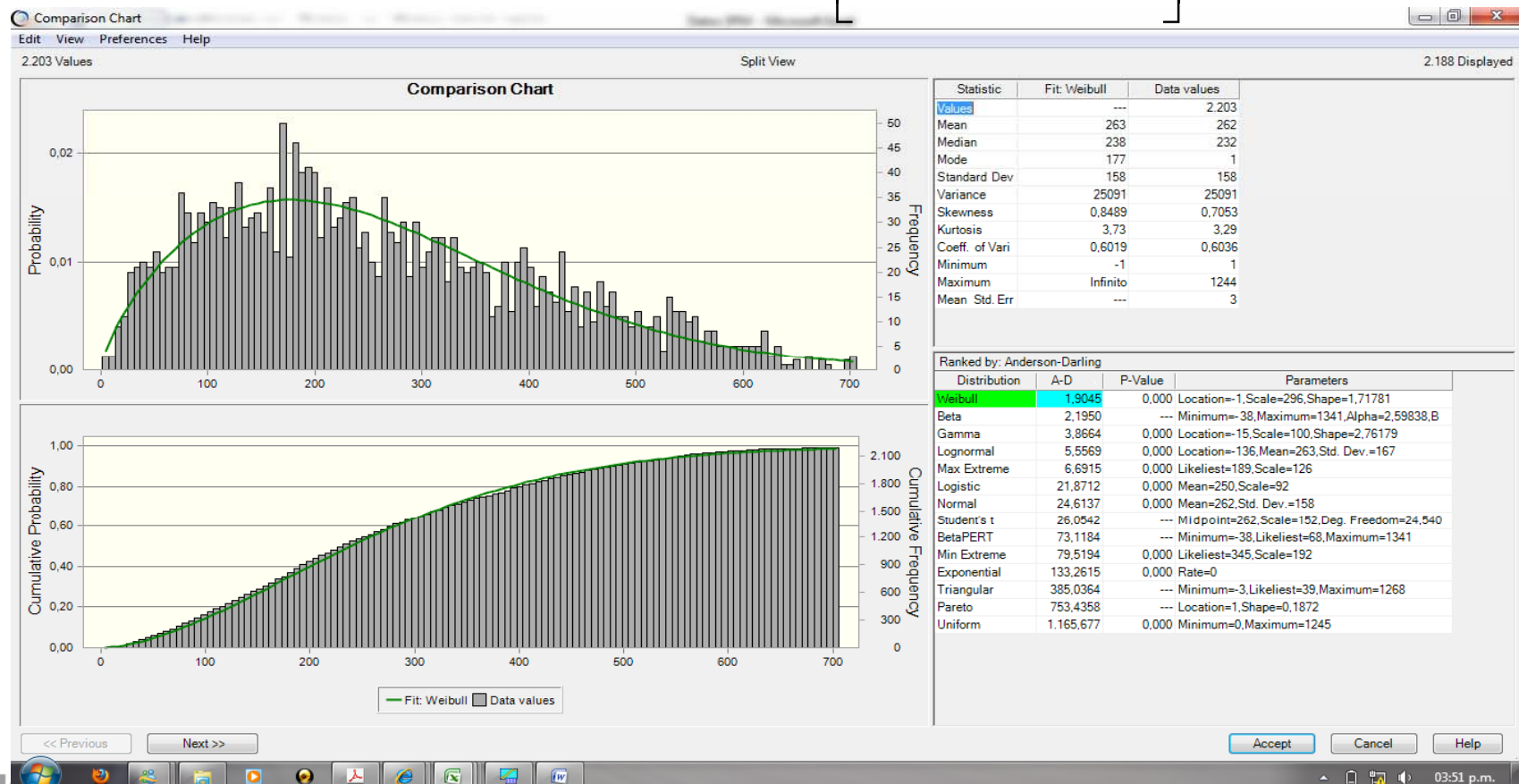
$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{7,12 \cdot 10^{10} \cdot \Gamma(5,45)} \cdot e^{\frac{-x}{98}} \cdot x^{4,45}$$



Caracterización del Recurso Solar

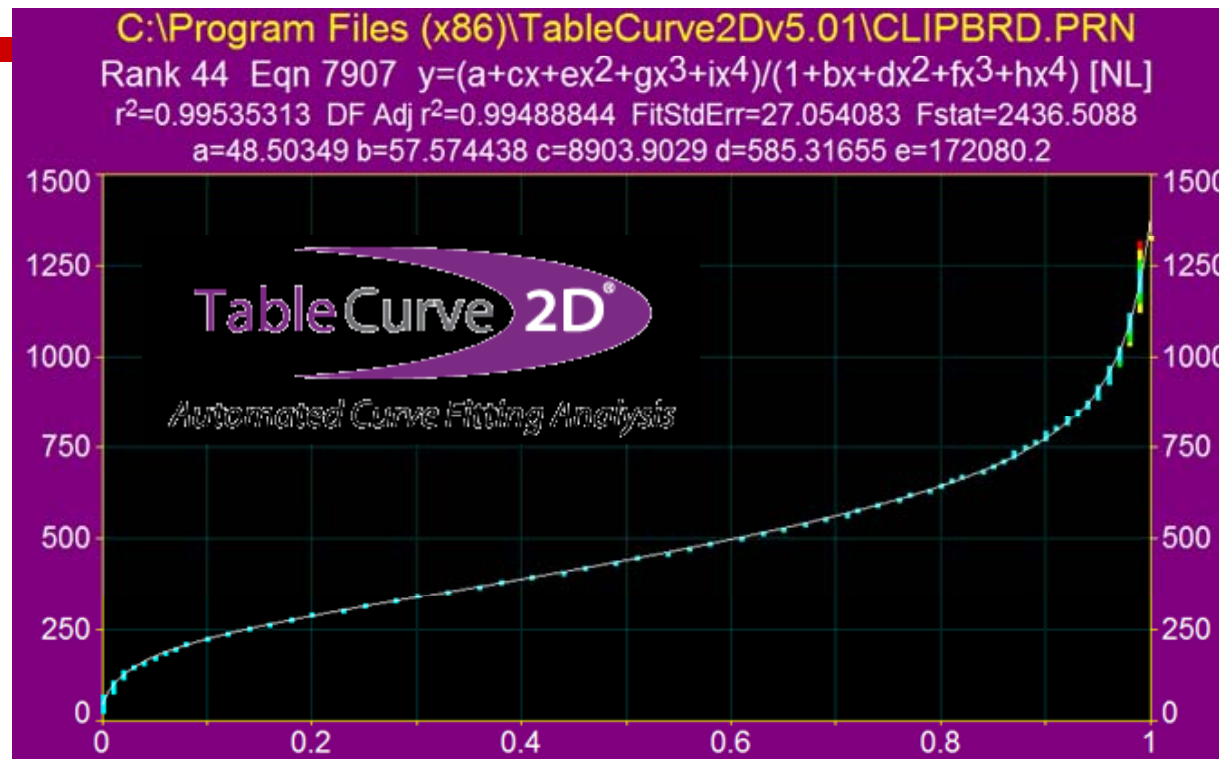
Función de densidad de probabilidad de las 3 pm: Weibull

$$R = -0.923 + 296.2 \left[\left[-\ln(1 - p) \right]^{\frac{1}{1.7178}} \right]$$



Caracterización del Recurso Solar

Cuando la mejor parametrización no es la función Weibull:

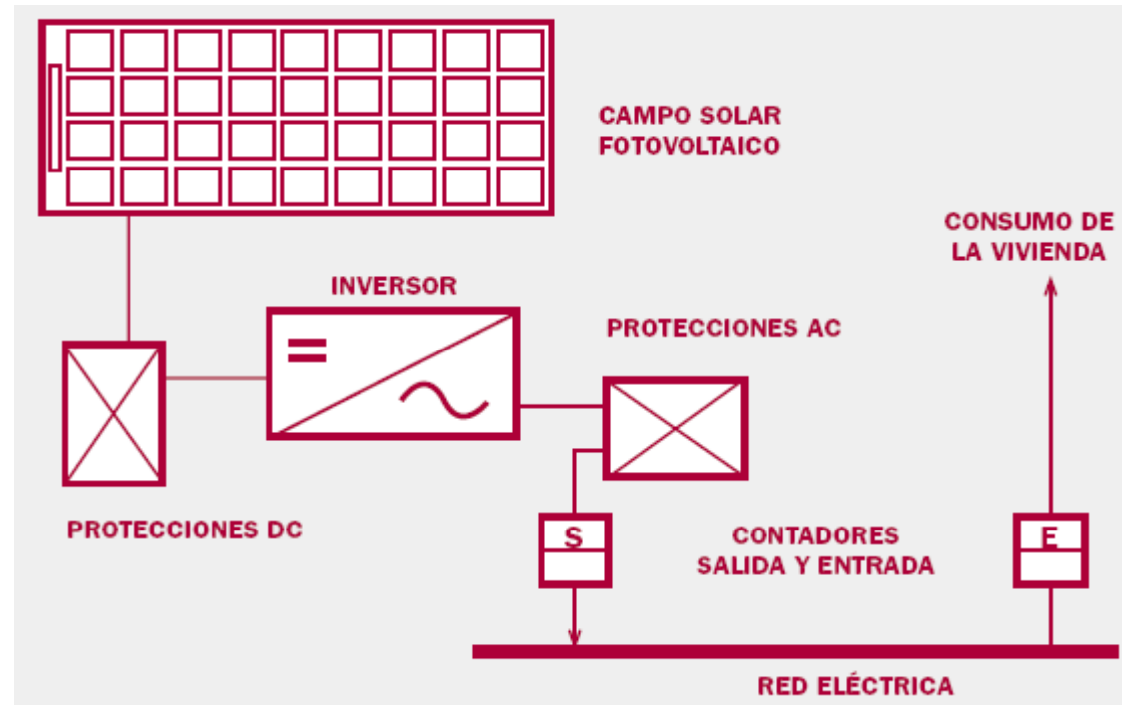


$$R = \frac{48.50 + 8909.9p + 172080.2p^2 + 32332.46p^3 - 188002.156p^4}{1 + 57.574p + 585.3165p^2 - 753.396p^3 + 127.8p^4}$$

Polinomio que describe la Radiación en función de la probabilidad para las 10 AM

Modelo de un SFVCR

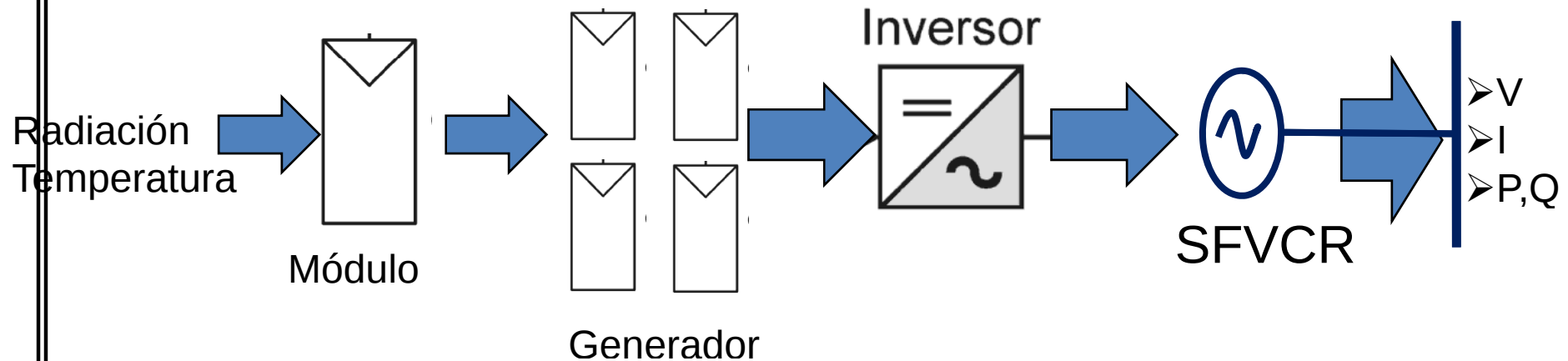
Primera etapa: Dimensionamiento, instalación, prueba, puesta en operación, y evaluación técnica, energética y económica de un sistema fotovoltaico interconectado a la red local.



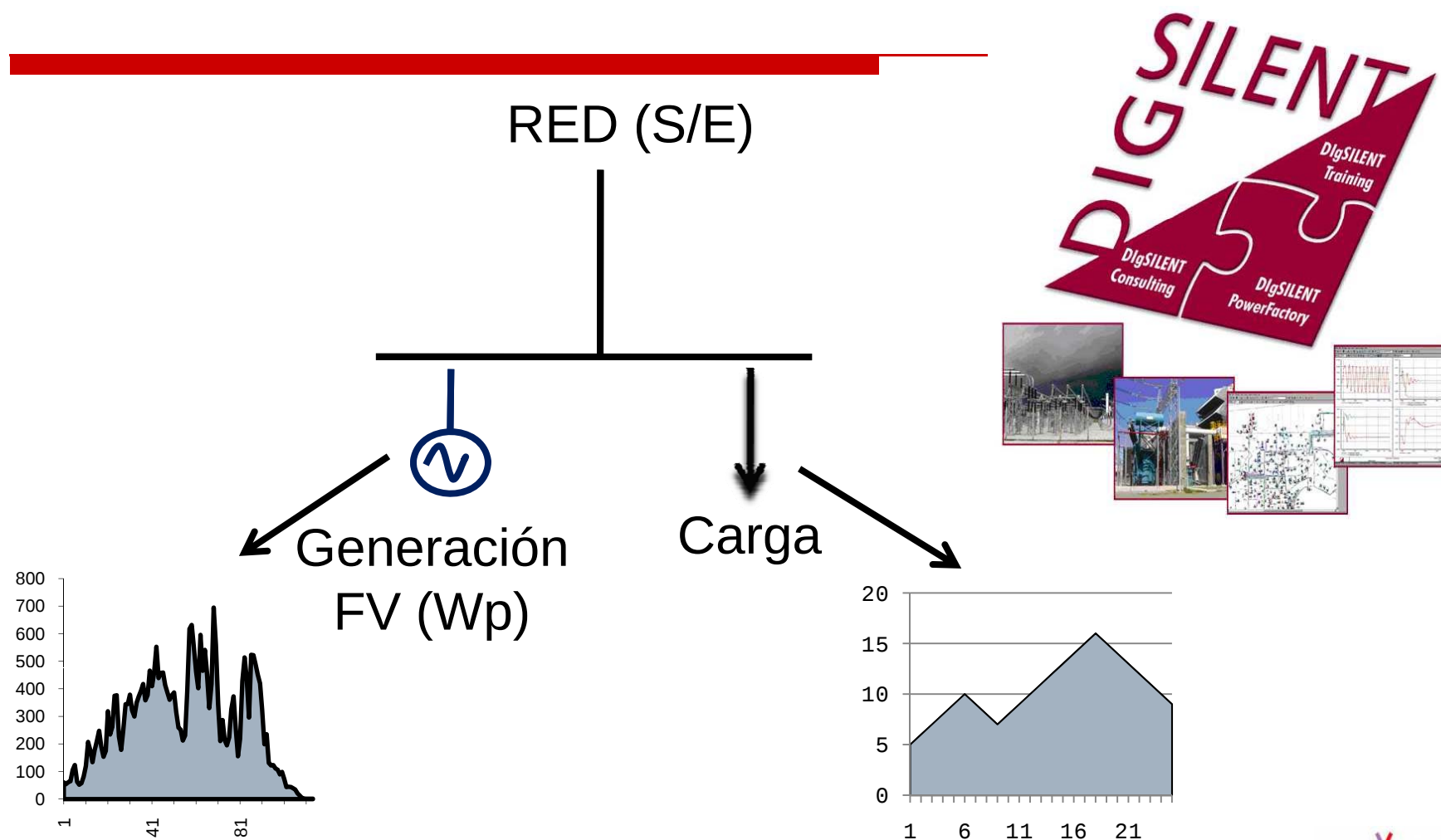
Consumo promedio de 315 Kwh – mes, Generador de 3640 Wp, $FD = 0.85$

Modelo de un SFVCR

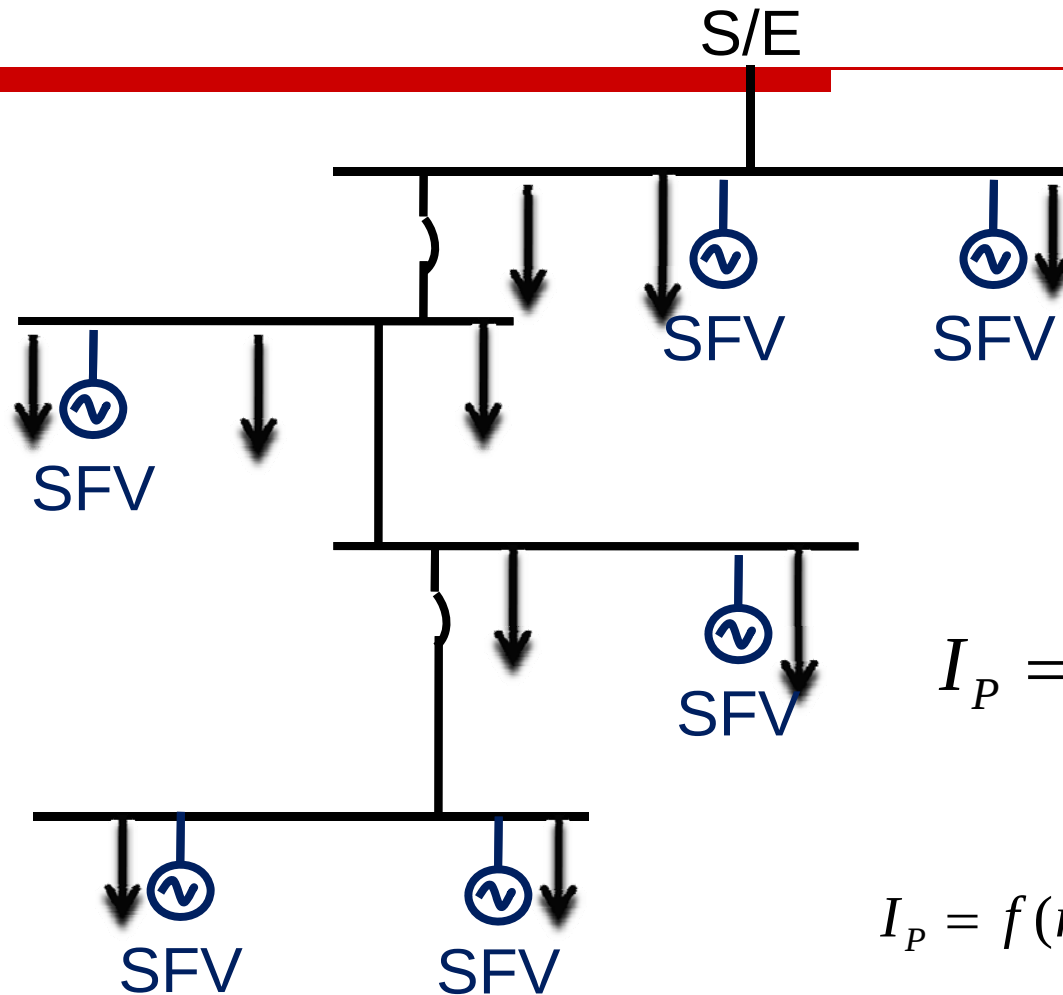
Que pueda ser utilizado en un software de simulación de sistemas eléctricos comercial.



Integración en Software de simulación



Análisis de la Masificación de SFVR

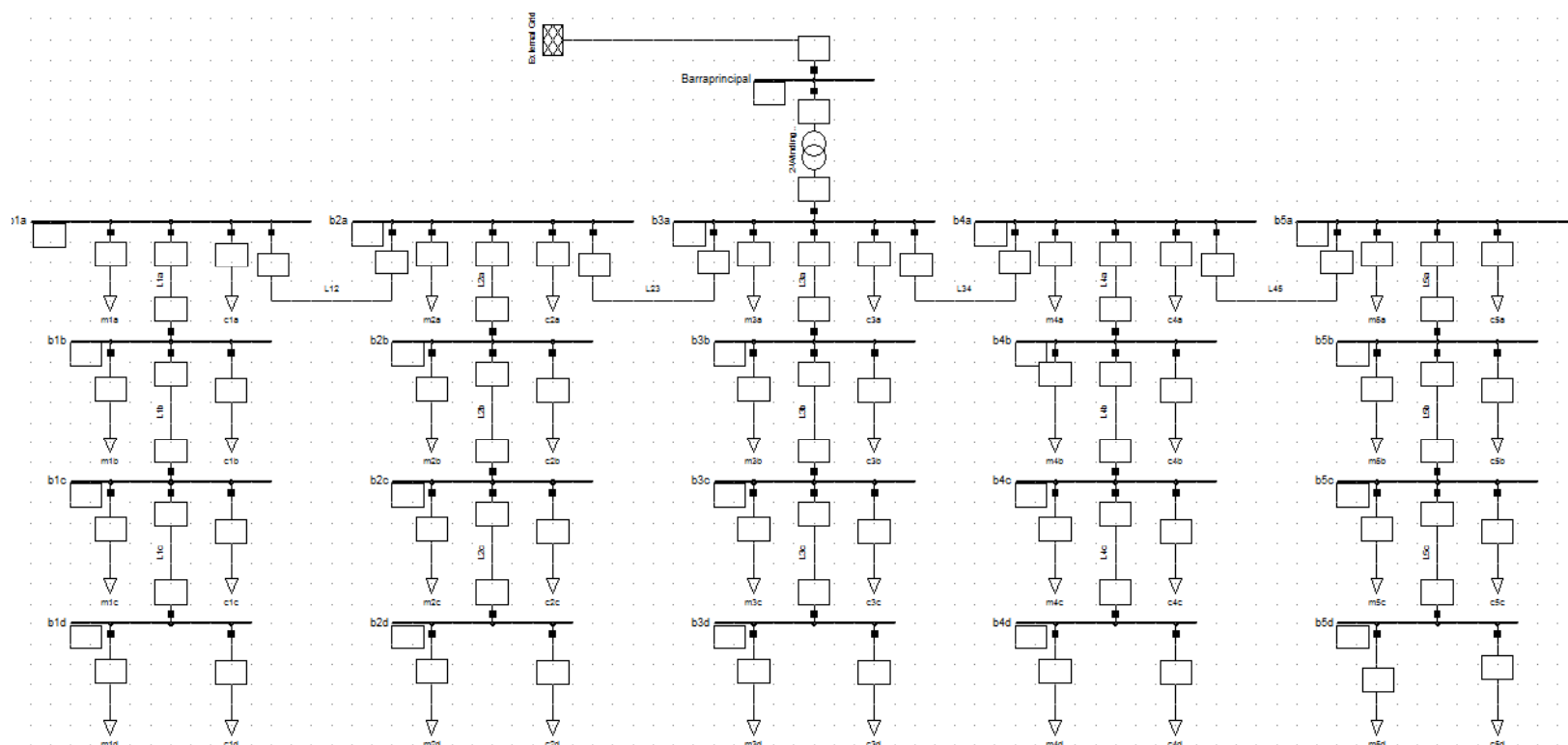


$$I_P = \frac{P_{\max \text{ generación}}}{P_{\text{nominal circuito}}}$$

$$I_P = f(\text{recurso}, \text{perd}, \text{c arg}, V)$$

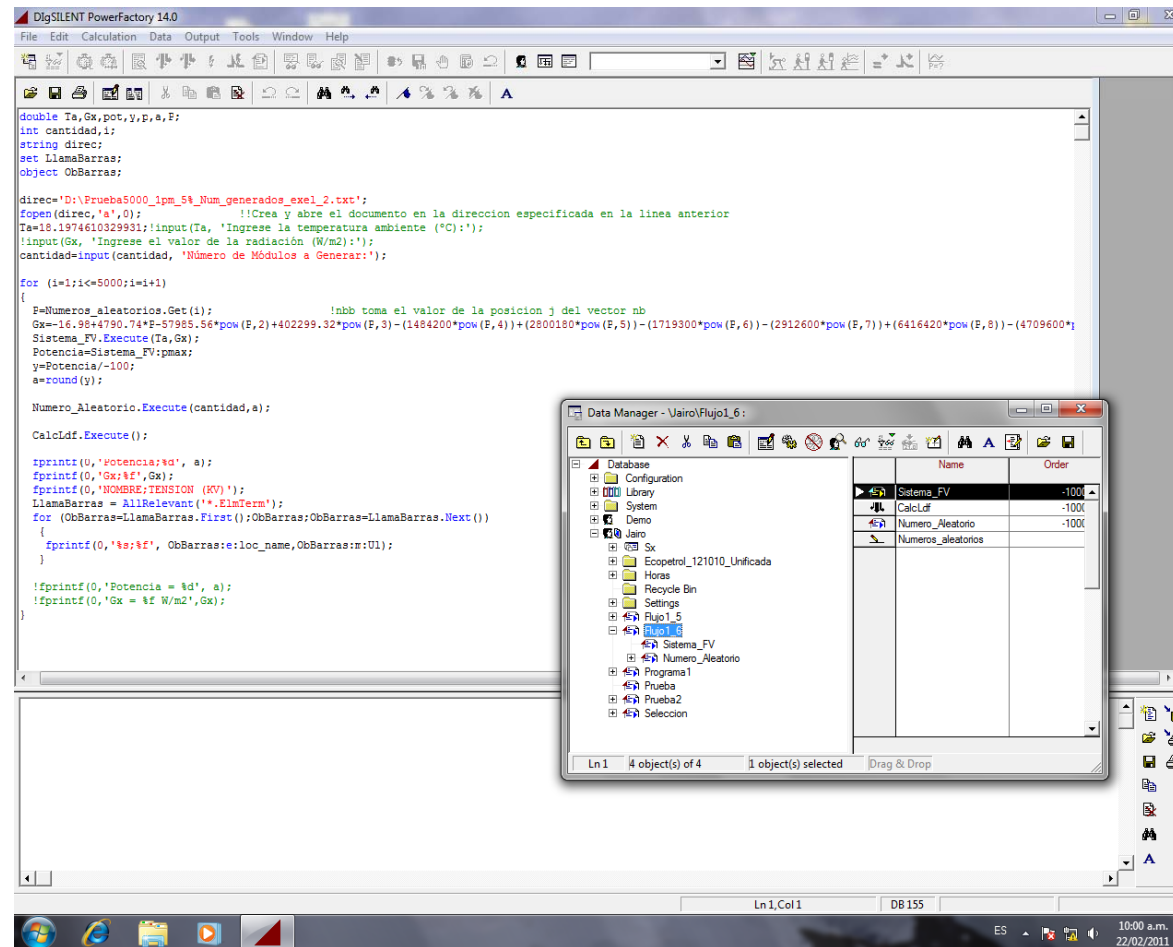
Análisis de la Masificación de SFVR

Red de prueba



Análisis de la Masificación de SFVR

DPL's



Análisis de la Masificación de SFVR

- Influencia de la generación distribuida fotovoltaica en los perfiles de tensión.
- Influencia de la generación distribuida fotovoltaica en las pérdidas en la red.
- Influencia de la generación distribuida fotovoltaica en la cargabilidad de conductores.

Gracias