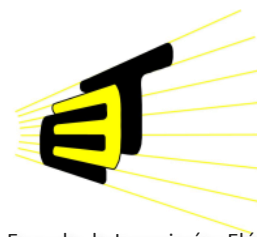




CONSTRUIMOS FUTURO



Escuela de Ingenierías Eléctrica,
Electrónica
y de Telecomunicaciones

Prof. Gabriel Ordóñez Plata
gaby@uis.edu.co

Especialización en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Agosto de 2015



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Gisel

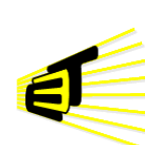


**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica — GISEL



Grupo de investigación adscrito a la Escuela de Ingenierías Eléctrica,
Electrónica y de Telecomunicaciones—E3T
Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas
Universidad Industrial de Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica — GISEL

Director del Grupo



Dr. Gabriel Ordóñez
Profesor Titular Laureado
Investigador Asociado

Áreas de Investigación:

Edificaciones verdes. Redes Inteligentes. Medición Inteligente. Microredes eléctricas. Uso Racional de la Energía. Calidad de la Energía Eléctrica. Formación de profesionales en Ingeniería.

Líneas de Investigación declaradas por el grupo

Uso Racional de la Energía (URE) y Energías Alternativas (EA).
Redes inteligentes y microredes.
Operación, control e instalación de Sistemas de Energía Eléctrica.
Materiales para la fabricación de celdas solares.



Profesores



Dr. Johann F. Petit

Profesor Titular
Investigador Asociado

Áreas de Investigación:

Electrónica de potencia. Redes inteligentes (Smart Grids). Análisis avanzado de sistemas de potencia. Calidad de la energía eléctrica.



Dr. Hermann R. Vargas

Profesor Titular

Áreas de Investigación:

Operación, control y estabilidad de sistemas eléctricos de potencia. Sistemas de gestión integral de energía. Automatización y control de subestaciones eléctricas. Análisis de datos.



M.P.E. Julio C. Chacón

Profesor Asociado

Áreas de Investigación:

Técnicas de alta tensión, Acreditación de laboratorios, Compatibilidad electromagnética.



Dra. Mónica A. Botero

Profesor Asociado

Áreas de Investigación:

Materiales fotovoltaicos. Energía solar.



Dra(c). María A. Mantilla

Profesor Asistente
Investigador Asociado

Áreas de Investigación:

Electrónica de potencia. Sistemas fotovoltaicos. Filtros activos de potencia. Calidad de la energía.



Dr. César A. Duarte

Profesor Asociado
Investigador Junior

Áreas de Investigación:

Monitorización avanzada de sistemas eléctricos. Procesamiento de señales digitales. Diseño de funciones Smart Grid/Smart Home. Inteligencia artificial. Calidad de la energía eléctrica. Auditoría energética.



Dr. Gerardo Latorre

Profesor Titular

Áreas de Investigación:

Análisis avanzado de sistemas de potencia



Dr. Javier E. Solano

Profesor Auxiliar

Áreas de Investigación:

Microredes eléctricas. Modelado y simulación. Vehículos eléctricos. Optimización



Dr. Oscar A. Quiroga

Profesor Auxiliar

Áreas de Investigación:

Minería de datos en secuencias de eventos. Análisis de fallas en sistemas eléctricos. Sistemas de transmisión de energía eléctrica. Iluminación e instalaciones.



Ing. Juan M. Rey

Profesor Auxiliar

Áreas de Investigación:

Dimensionamiento y control de microredes eléctricas. Electrónica de potencia.

Integrantes del grupo



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Investigadores asesores

NOMBRE	TÍTULO	DEDICACIÓN
GILBERTO CARRILLO CAICEDO gilbertocarrillocaicedo@yahoo.es	Doctor Ingeniero Industrial (UPCO, España)	Profesor Titular Laureado
JAIME GALINDO CÁRDENAS jaimegalindoc@yahoo.com	Magíster en Potencia Eléctrica (UIS)	Profesor Cátedra (Investigador Asesor)
JAIRO FABIÁN JAIMES jjaimes@amb.com.co	Magíster en Potencia Eléctrica (UIS)	Profesor Cátedra (Investigador Asesor)
MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL majortiz@gmail.com	Magíster en Potencia Eléctrica (UIS)	Profesor Cátedra (Investigador Asesor)

Estudiantes de Doctorado



M.I.E. German Osma

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Modelado y optimización del diseño energético de viviendas a partir de aplicaciones URE.



M.I.E. Iván Serna

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Performance evaluation of decentralized microgrid operation strategies.



Ing. Yulieth Jiménez

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Automatic disaggregation of residential electrical consumption with nonintrusive methods.



M.I.E. Álvaro Triana

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Síntesis y caracterización CZTS, ZnS y grafeno para la fabricación de celdas solares tipo película delgada.



M.I.E. Gabriel Malagón

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Modelado y evaluación de los fenómenos de atenuación y diversidad de armónicos en sistemas de distribución de energía eléctrica en un entorno Smart Grid.



M.I.E. Cristian Jiménez

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

Efecto de un campo magnético directo en el modelo de precipitación: Michigan Wax predictor aplicado a muestra de crudo del campo escuela Colorado.

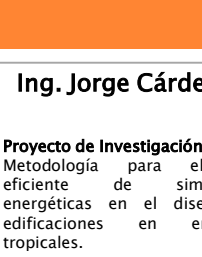


M.I.E. Jairo Blanco

Candidato a Doctor

Proyecto de Investigación:

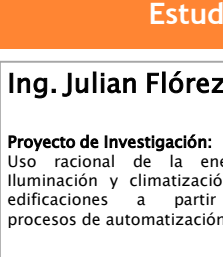
Algoritmo en tiempo real para el diagnóstico y la valoración de la calidad de la energía eléctrica en el marco de las redes inteligentes.



Ing. Jorge Cárdenas

Proyecto de Investigación:

Metodología para el uso eficiente de simulación energéticas en el diseño de edificaciones en entornos tropicales.



Ing. Julian Flórez

Proyecto de Investigación:

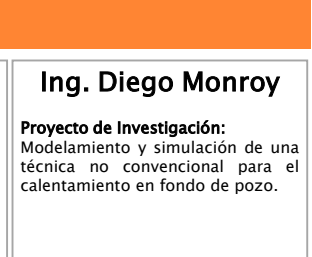
Uso racional de la energía: Iluminación y climatización en edificaciones a partir de procesos de automatización.



Ing. Jose Cortés

Proyecto de Investigación:

Detección de consumo de potencia y clasificación de eventos para monitorización no intrusiva de cargas eléctricas utilizando técnicas basadas en redes neuronales y razonamiento basado en casos.



Ing. Diego Monroy

Proyecto de Investigación:

Modelamiento y simulación de una técnica no convencional para el calentamiento en fondo de pozo.

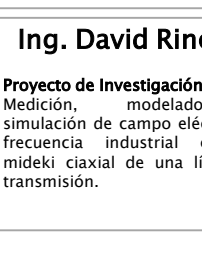


M.P.E. César Acevedo

Estudiante de doctorado

Proyecto de Investigación:

Expansión óptima de la red de distribución frente a la opción de suministro energético alternativo en zonas rurales.



Ing. David Rincón

Proyecto de Investigación:

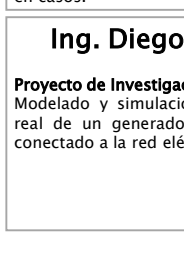
Medición, modelado y simulación de campo eléctrico a frecuencia industrial en un midexi claxial de una línea de transmisión.



Ing. Luis Rueda

Proyecto de Investigación:

Design of an intelligent power switch for smart home applications.



Ing. Diego Mota

Proyecto de Investigación:

Modelado y simulación en tiempo real de un generador fotovoltaico conectado a la red eléctrica.



Joven Investigador

Jeisson Bello

Proyecto de Investigación:

Uso racional de la energía: Iluminación y climatización en edificaciones a partir de procesos de automatización.

Estudiantes de Maestría

Recurso humano del grupo



CONSTRUIMOS FUTURO

Profesores: 8 Doctores 2 Magísteres 1 Ingenieros

**Investigadores en formación: 11 Doctorandos
7 Maestrandos
1 Joven investigador**

Auxiliares de Investigación: 120 Estudiantes de pregrado

**Formación: 2 Doctores 40 Magísteres
500 Ingenieros**

AÑO DE FORMACIÓN: 1996

**Grupo reconocido y
clasificado en el 2015
en la categoría B**



Colciencias

Finalidad del grupo



CONSTRUIMOS FUTURO

Contribuir a satisfacer las necesidades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico en temas relacionados con los sistemas de energía eléctrica, como lo son:

- Mercados de energía
- Calidad y confiabilidad en el suministro de la energía eléctrica
- Uso racional y eficiente de la energía
- Fuentes alternativas de energía
- Expansión, operación y control de sistemas eléctricos
- Estudio de descargas eléctricas
- Pruebas y ensayos de alta tensión
- Redes inteligentes (*Smart grids*)
- Microrredes (Microgrids)
- Entre otros

Líneas de investigación



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO



Líneas de investigación



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ



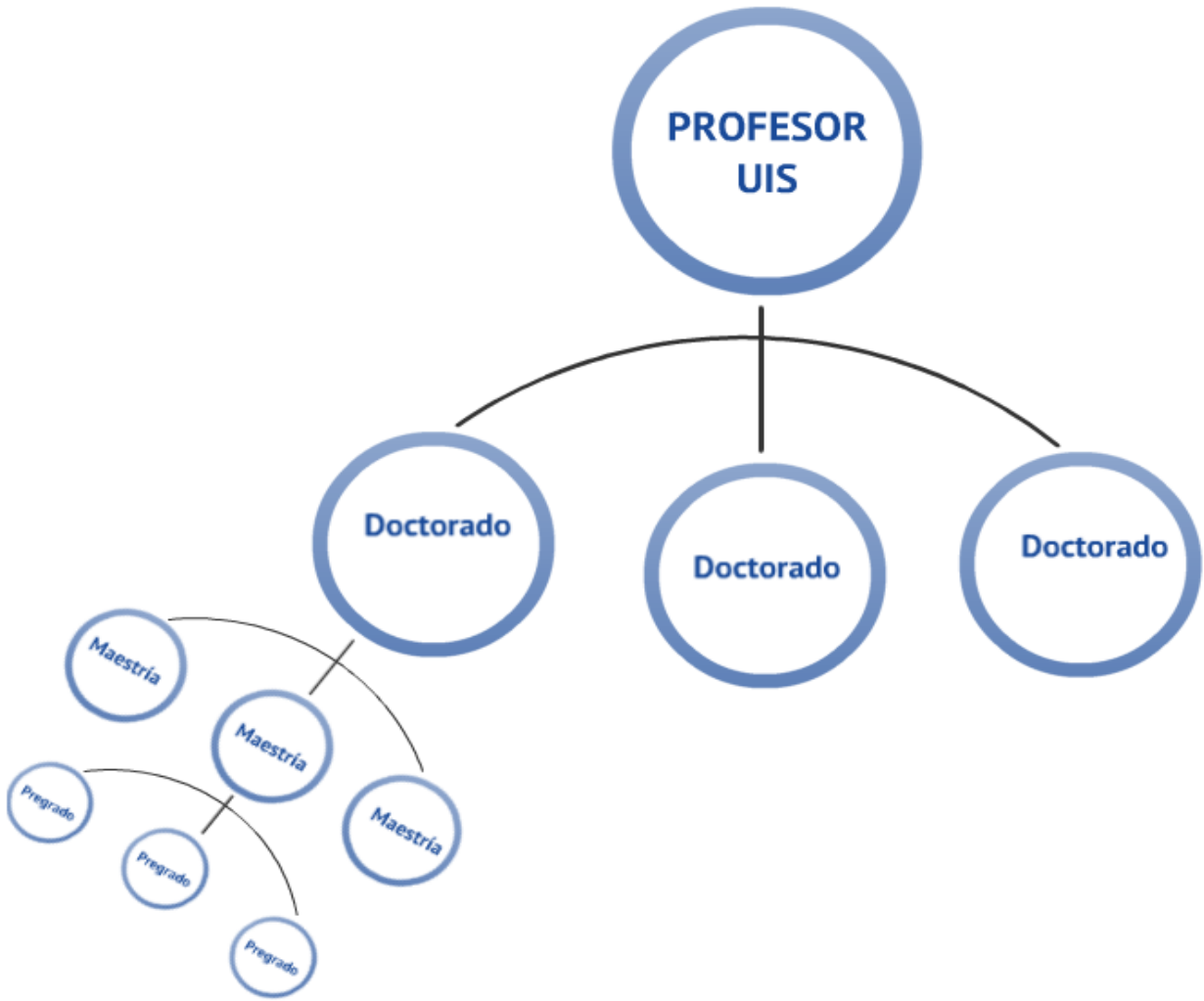
COMPLEJO E3T



Esquema de trabajo



CONSTRUIMOS FUTURO



Algunos proyectos realizados y talento humano participante



CONSTRUIMOS FUTURO

Proyecto	Profesores	Doctorado	Maestría	Pregrado	Año
Calidad de energía eléctrica 1	3		4	40	1994-2000
Calidad de energía eléctrica 2	4	1	4	30	2000-2006
Medición inteligente	5		3	30	2008-2014 ...
Edificaciones sostenibles	7	1	4	50	2010-2015 ...
Energías renovables y calidad de energía eléctrica 3	7	4	1	30	2010-2015 ...
Smart Home	4		1	20	2012-2014 ...

Publicaciones



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

- ✓ 70 Ponencias en congresos internacionales
- ✓ 20 Conferencias en seminarios internacionales
- ✓ 47 Artículos en publicaciones nacionales
- ✓ 24 Artículos en revistas internacionales
- ✓ 82 Ponencias en congresos nacionales
- ✓ 50 Conferencias nacionales



Experiencia con la industria



CONSTRUIMOS FUTURO



Colciencias



Vínculos internacionales



CONSTRUIMOS FUTURO

- **Universidad Pontificia Comillas de Madrid**
- **Universidad de Girona**
- **Universidad Carlos III de Madrid**
- **Gotland University**
- **Universidad de Delaware**
- **Universidad de Sao Paulo**
- **Universidad Politécnica de Cataluña**

Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Reducción de
pérdidas técnicas



Reconfiguración de sistemas de
distribución

Compensación de potencia no activa

Pérdidas de
energía eléctrica



Obtención de consumos anómalos
de energía eléctrica

Estudio de la medición de energía
eléctrica en las fronteras
comerciales de la empresa



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Análisis general de armónicos en sistemas eléctricos



Obtención de modelos de potencia en sistemas no lineales

Efectos de las componentes armónicas en contadores electromagnéticos

Obtención de modelos de las CFL

Armónicos en sistemas de distribución



Metodologías de compensación de la potencia ficticia

Diseño de filtros pasivos



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Continuidad del suministro



Monitoreo y Evaluación de los Parámetros de Calidad del Servicio Público de Energía Eléctrica

Calidad del servicio de energía eléctrica



Identificación del grado de satisfacción de los usuarios con el servicio de energía eléctrica prestado por los operadores de red



Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Compensación
de la potencia
ficticia



Diagnóstico de la calidad del producto energía eléctrica del sistema de distribución del campo San Francisco de la empresa HOCOL S.A. y propuesta de compensación

Compatibilidad
electromagnética



ICONTEC

Propuestas de normas técnicas colombianas sobre calidad de la energía eléctrica (CEL). Comité Técnico Nacional del ICONTEC

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Modelos híbridos para la localización de fallas en sistemas de distribución de energía eléctrica.



Colciencias

Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Desarrollo de estrategias para mejorar la continuidad del servicio de energía eléctrica a partir de la localización de fallas en sistemas de distribución.



Colciencias



Universidad
Industrial de
Santander



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

¿Cómo pueden las empresas distribuidoras de energía eléctrica mejorar la continuidad del suministro de energía eléctrica?

Equipos, personal,
información y experiencia



Planificación y
Operación del sistema



Número y Duración de
interrupciones



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Operadores de Red **Impacto**

- Bajo costo y fácil implementación del sistema de localización de fallas
- Disminución de los pagos por compensaciones
- Aumento del presupuesto para proyectos de inversión

Usuarios

- Mejora en la calidad del servicio de energía eléctrica

Sector Productivo

- Disminución de pérdidas económicas debido a interrupciones en los procesos

Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Calibración de los modelos de los componentes eléctricos empleados en la simulación de sistemas de distribución con datos de alimentadores reales para facilitar la localización de fallas

Calibración de los modelos de sistemas de alimentación previamente seleccionados para facilitar la solución del problema de localización de fallas.

Calibración de los modelos de líneas previamente seleccionados para facilitar la solución del problema de localización de fallas.

Calibración de los modelos de cargas previamente seleccionados para facilitar la solución del problema de localización de fallas.

Diseño de la arquitectura de una herramienta software que permita generar un archivo estándar con los datos de entrada que necesitan los localizadores y un archivo estándar a la salida del mismo, a partir de los datos reales disponibles en un sistema de distribución.

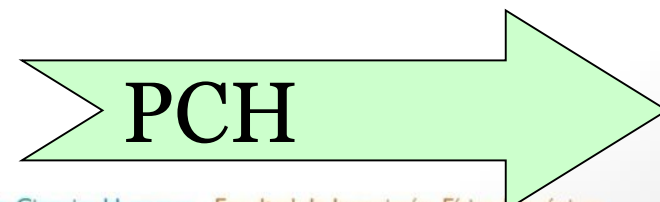
Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO



Monitorización, caracterización y diagnóstico del sistema de distribución de energía eléctrica de la estación de bombeo de Bosconia y de los edificios del área administrativa del amb



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

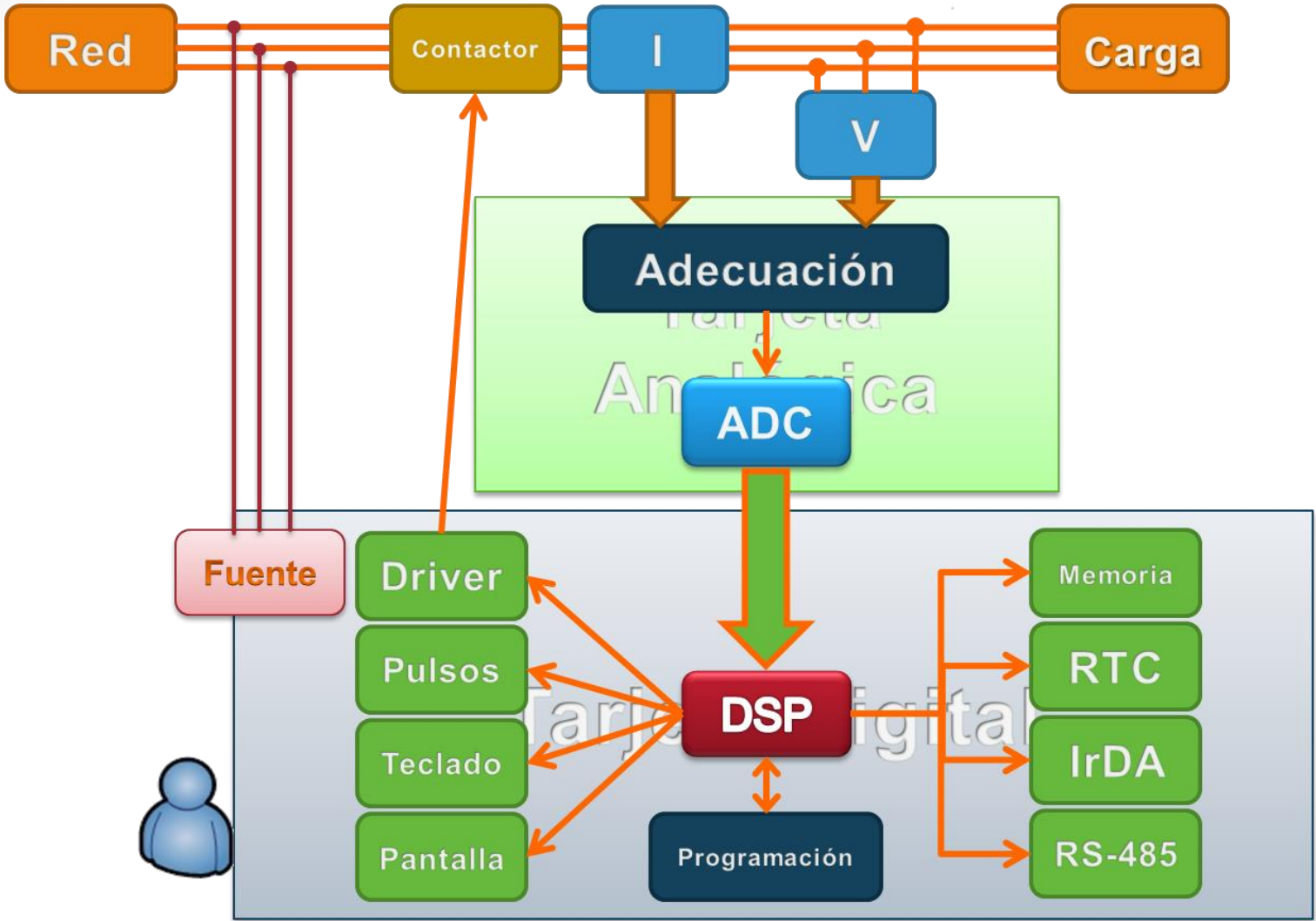
Diseño e implementación de un prototipo de contador trifásico de energía eléctrica utilizando procesadores digitales de señales (DSP).



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

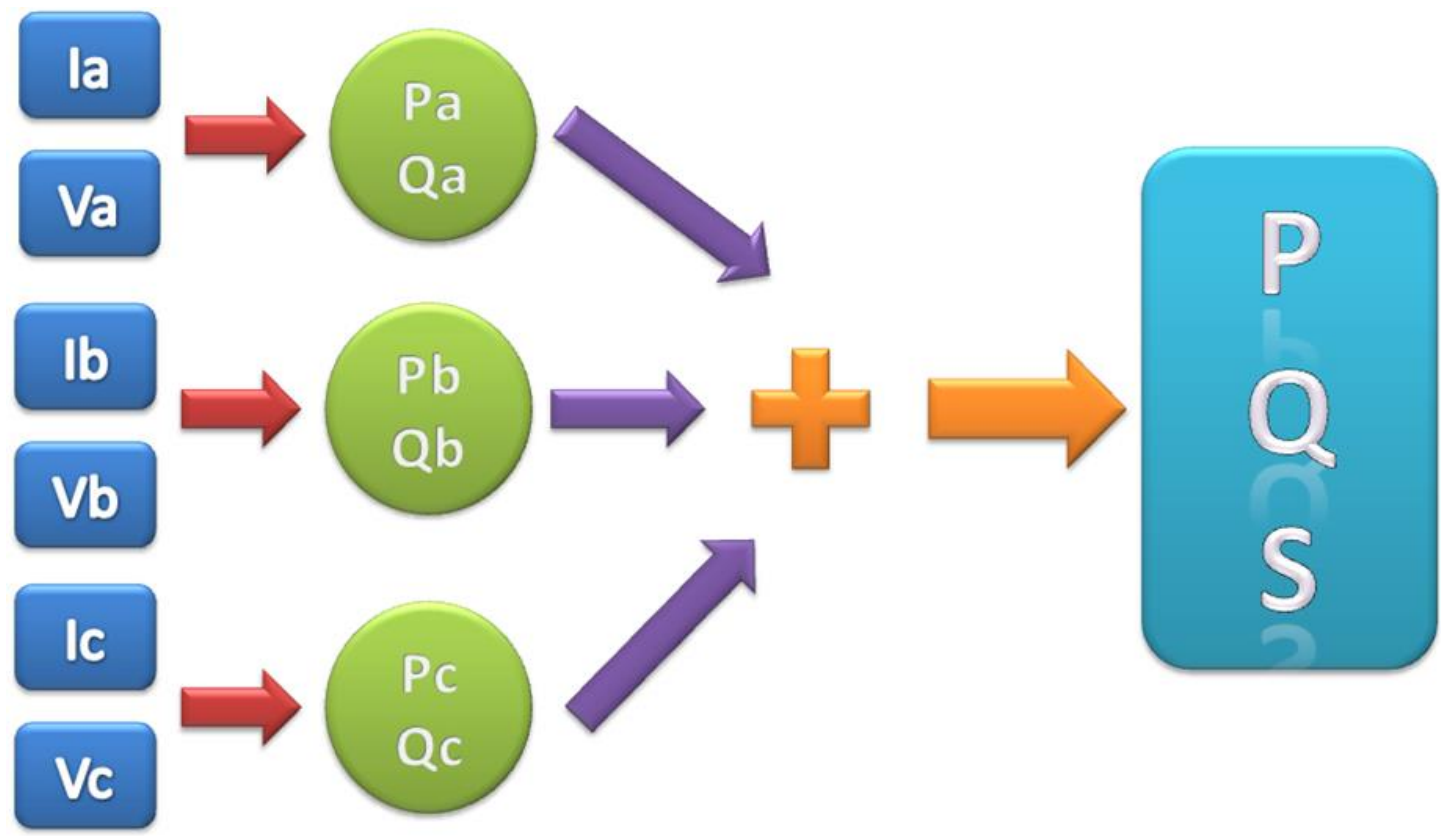


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Estimación de parámetros de potencia sistemas eléctricos

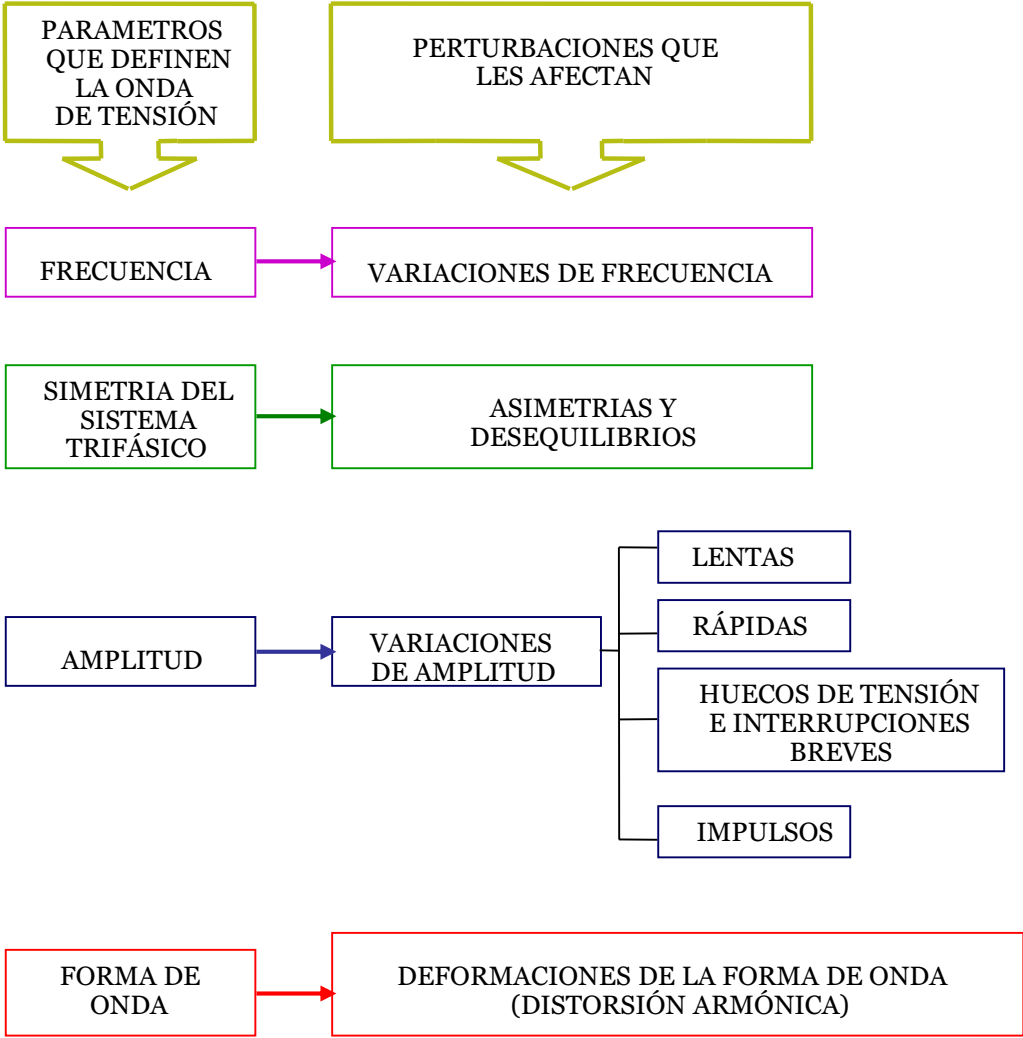


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Parámetros de la onda de tensión



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Prototipo de monitorización de los parámetros de calidad de potencia eléctrica en transformadores de distribución

1

Diseño del sistema de adecuación y adquisición de las señales de tensión y corriente

3

Generador de perturbaciones

4

Diseño de prácticas de monitorización de eventos de la calidad de la potencia eléctrica

2

Módulos

Armónicos, interarmónicos y THDV

Flicker

Perturbaciones de tensión

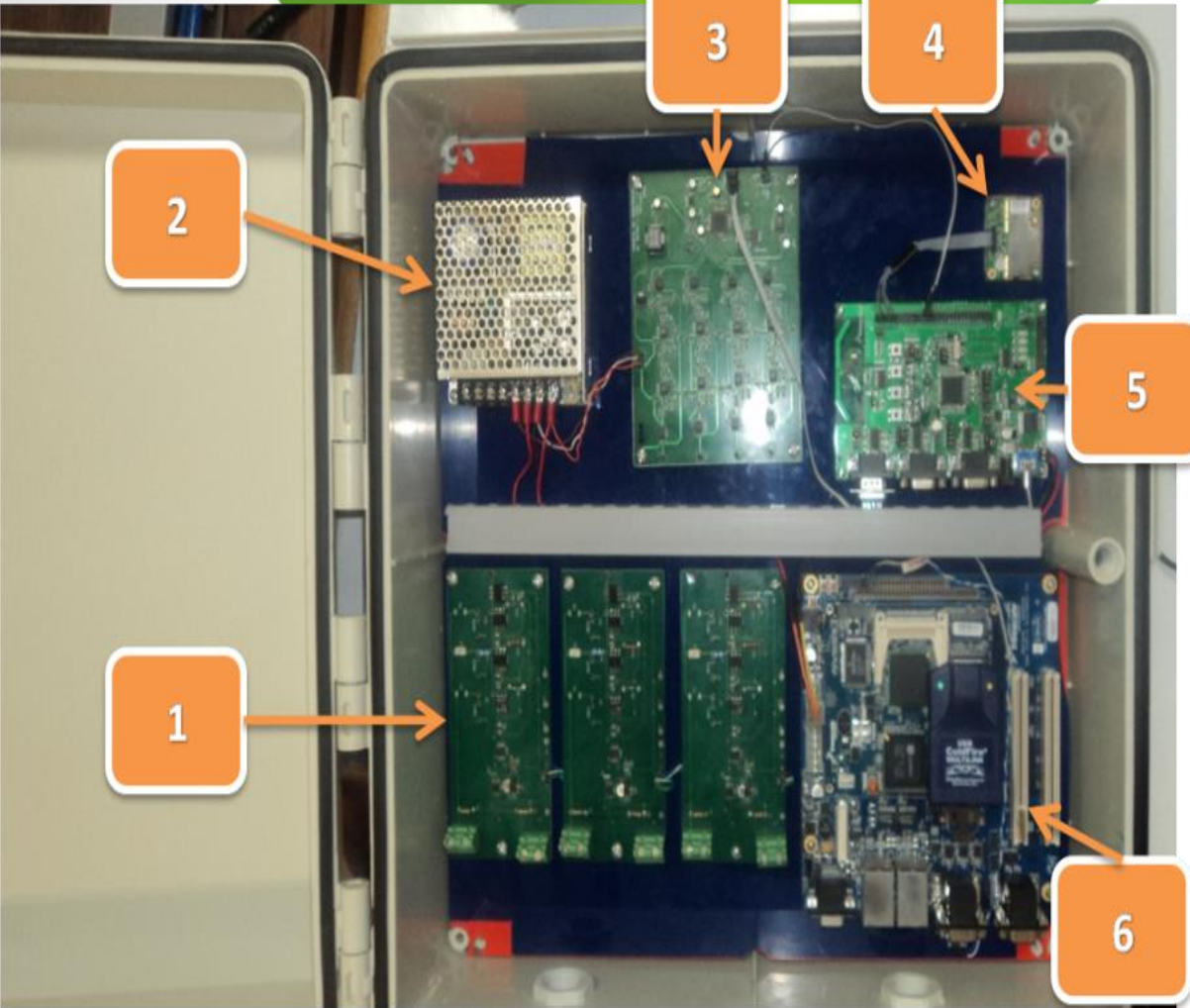
5

Parametrización y caracterización de transformadores de corriente (CTs) y de potencial (PTs)

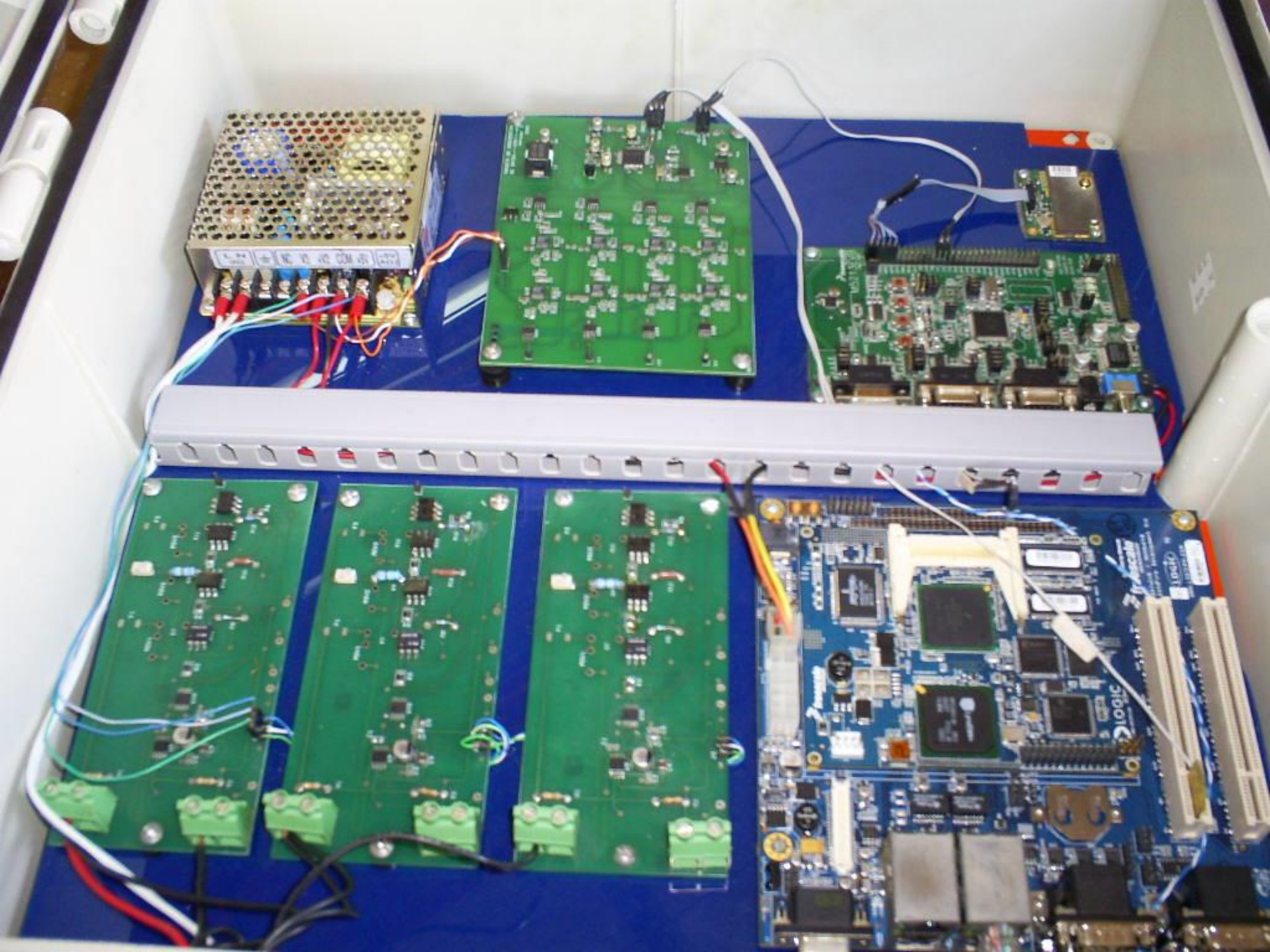
Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO



- 1) Etapa de Adecuación:
- 2) Fuente de Alimentación:
- 3) Etapa de Adecuación:
- 4) Sistema GPS:
- 5) Microcontrolador MCF5213
- 6) Microcontrolador MCF5475

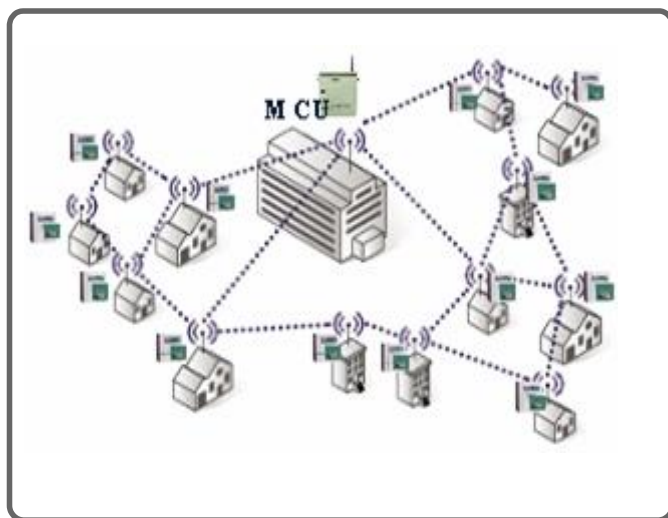


Experiencias UIS



CONSTRUIAMOS FUTURO

Prototipo de sistema metropolitano de telemetría para la monitorización de parámetros eléctricos en las redes de distribución de media y baja tensión



Redes:
CDMA
GSM
ADSL
Wi-Max



Alternativas de
Comunicación

Centro de Gestión



www.uis.edu.co



Colciencias

Facultad de Ciencias - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas
Facultad de Ingenierías Físico Químicas - Facultad de Salud - Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Prototipo de sistema metropolitano de telemetría para la monitorización de parámetros eléctricos en las redes de distribución de media y baja tensión

- **Lectura remota de datos en tiempo real**
- **Detección de fraudes**
- **Comunicación bidireccional con los usuarios**
- **Mejora en la calidad del servicio**
- **Mediciones DES-FES**
- **Medidas para estudios de calidad de onda**

....



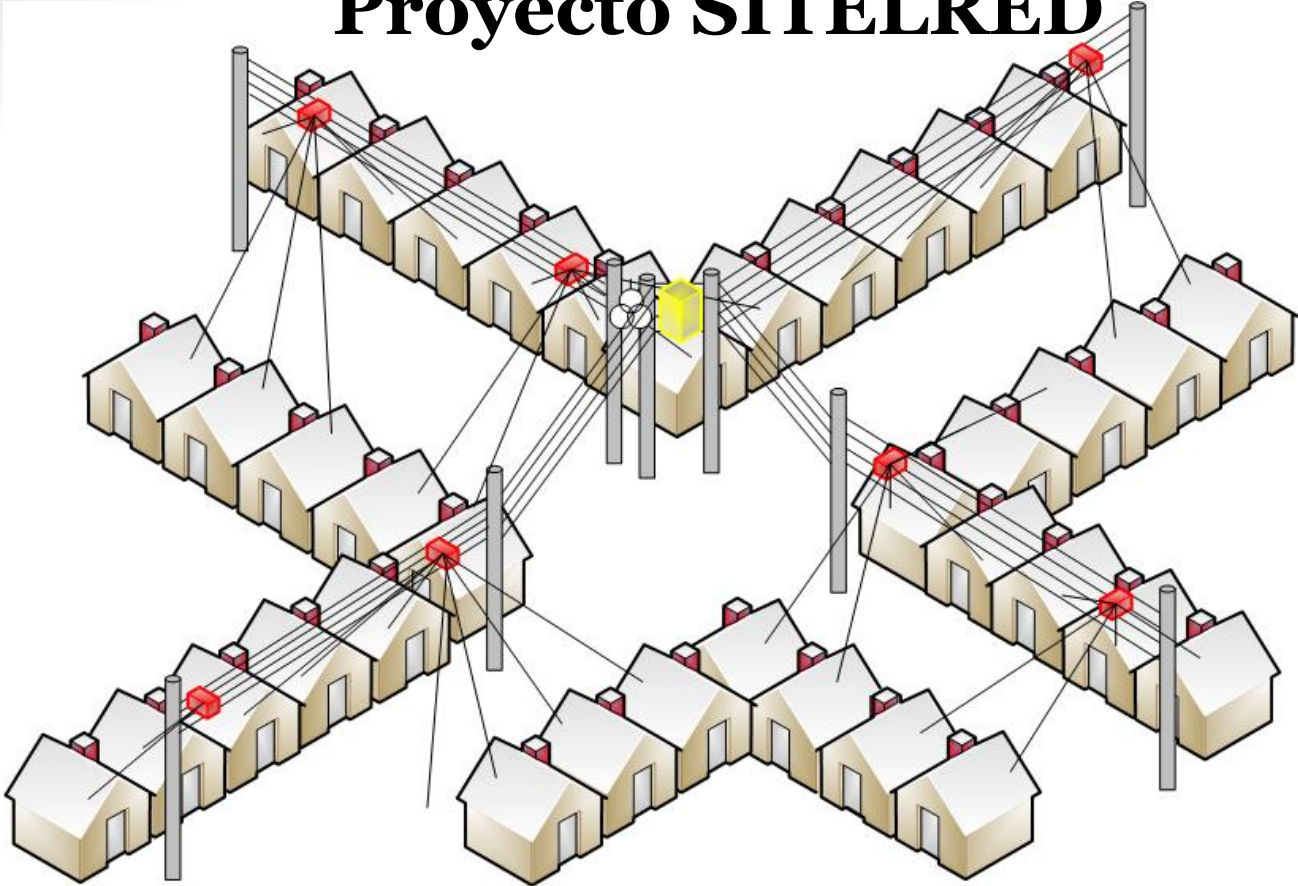
Colciencias

Experiencias UIS

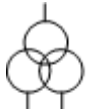
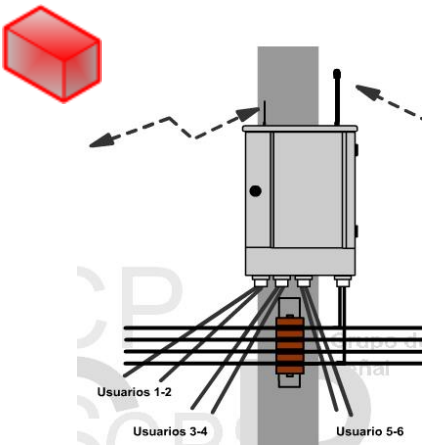


CONSTRUIMOS FUTURO

Proyecto SITELRED



Multicontadores



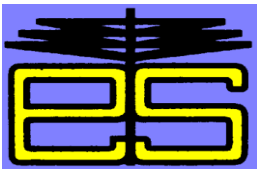
Transformador



Concentrador



Colciencias



Experiencias UIS

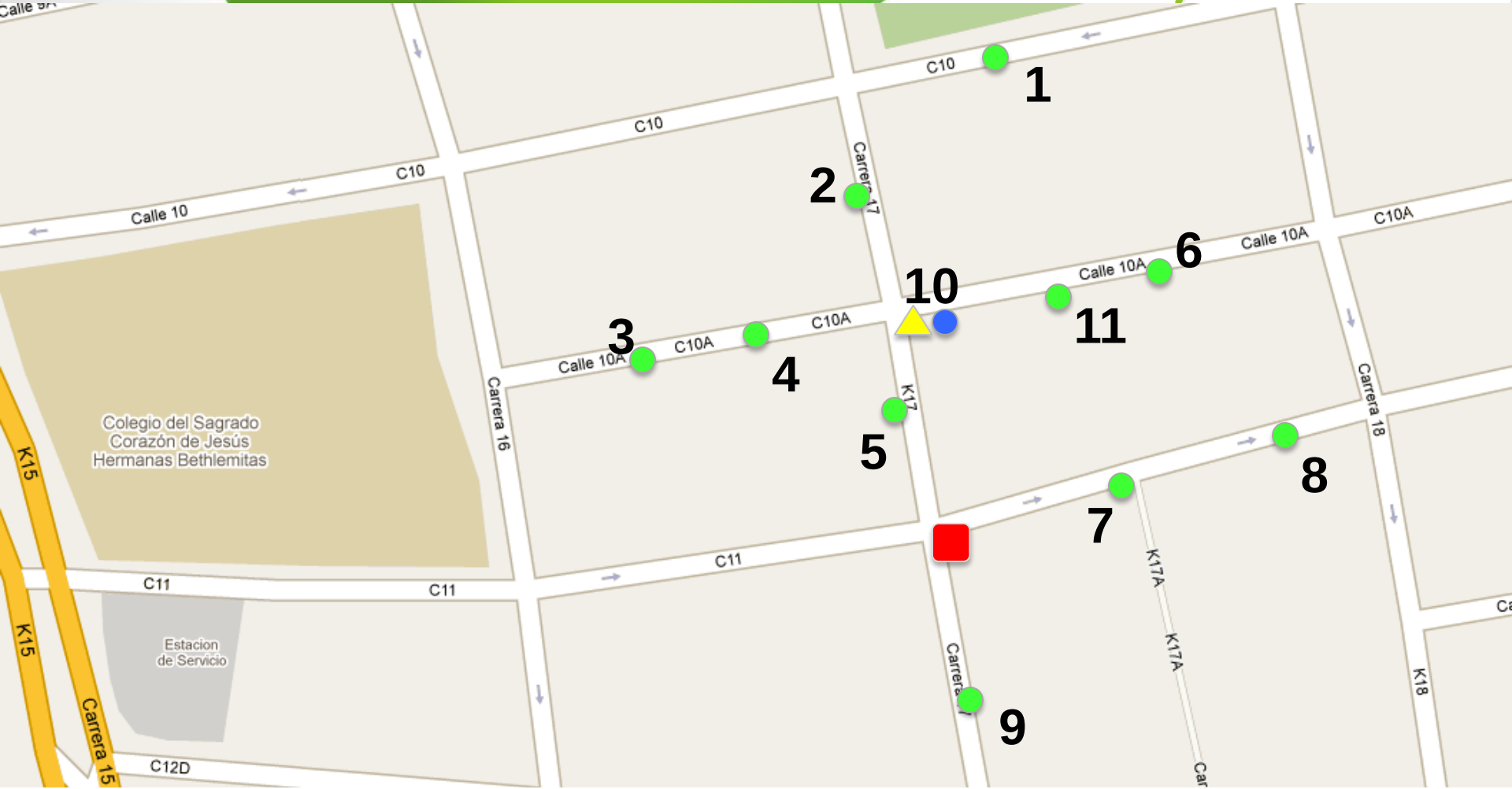


CONSTRUIMOS FUTURO



- Nodo Multicontador
- Nodo Macromedidor
- Concentrador
- Transformador

Experiencias UIS



- Nodo Multicontador**
- Nodo Macromedidor**
- Concentrador**
- Transformador**



Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Generación distribuida (SILICE I)

Es la generación conectada a un Sistema de Distribución Local (SDL), que no tiene acceso directo a la red de transmisión y cumple con los requerimientos de conexión.



Colciencias

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ



El **Laboratorio de Integración Energética (LIE)** está ubicado en el Parque Tecnológico de Guatiguará.

- Un espacio dotado para el estudio de este tipo de redes .
- Microrred experimental como eje central.
- Base de estudio para futuros proyectos.
- Grupo de investigación en sistemas de energía eléctrica (GISEL)

Fuente: Imágenes tomadas de [10].

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

PARQUE TECNOLÓGICO DE GUATIGUARÁ

- Estudio del potencial energético y solar en la ubicación del PTG.
- Diseño de una microrred de baja tensión (en el LIE). Se propuso una metodología de diseño y caracterización de la carga.
- Selección y caracterización de los elementos de la microrred, teniendo en cuenta variables relevantes y modelos matemáticos.
- Diseño y dimensionamiento de las instalaciones eléctricas de acuerdo a la normativa correspondiente.
- Análisis prospectivo: aplicaciones, expansiones, futuros proyectos y valores agregados de la microrred.

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Mediciones

- Mediciones en el PTG: Altura aproximada de 35 [m]. Datos almacenados cada hora. Entre 1 de Diciembre del 2011 al 29 de Febrero de 2012.
- Consideraciones para la toma de mediciones:
 - Tiempo del proyecto.
 - Tiempo de préstamo del equipo.
 - Ubicación de las mediciones (región tropical).
- Variables medidas:
 - Irradiancia, temperatura, densidad del aire, dirección y velocidad del viento.
- Mediciones en PTAR Rio Frío (CDMB): Frecuencia horaria. 8 de Octubre del 2002 al 22 de Octubre de 2007



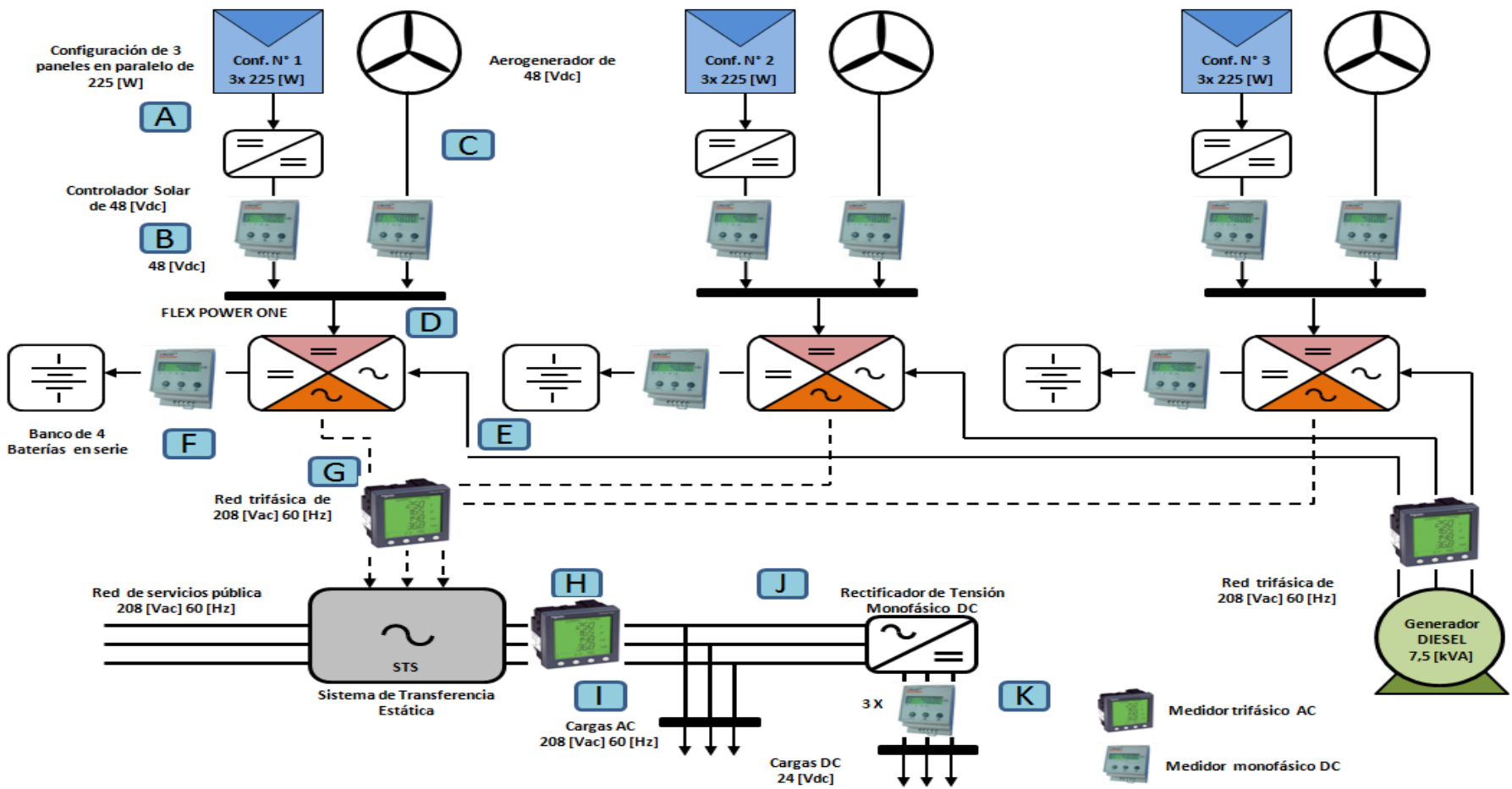
Fuente: Imagen tomada de [11]

Experiencias UIS



Diseño y caracterización de la microrred

LABORATORIO DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA: MICRORRED DE BAJA TENSIÓN



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Diseño y caracterización de la microrred

Determinación del valor de potencia de las cargas (metodología)

Características de diseño.

Energía semanal proveniente de las fuentes de generación.

Paneles solares: HSP, Modelado de paneles, estudio de potencial solar.

Aerogeneradores: Estudio de potencial eólico.

Generador Diesel: Cargas controladas / Generación renovable / No se recomiendan largas jornadas de trabajo.

Energía disponible para la carga: Selección de factores de seguridad.

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Prospectiva de la microrred

- Visión del futuro, ligada a los objetivos del proyecto:
 - Estudios de eficiencia y rentabilidad. Análisis de los perfiles de consumo.
 - Modelos de paneles solares y seguidores solares de bajo costo.
 - Inclusión de otros sistemas de generación o expansión de los diseñados. Operación del sistema en isla.
 - Sistema de control que opere en base a otras variables.
 - Diseño de sistemas de control URE. Desarrollo de una metodología integral.

Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Transporte de crudo

- Modelado de emulsiones de crudo.
- Inyección de corriente en pozo.
- Correlación de los registros eléctricos y sísmicos de pozos para estimar la conductividad del terreno del pozo.

Universidad
Industrial de
Santander



Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Campo Escuela Los Colorados

- Reconocimiento del Campo Escuela Colorados y realización de un programa URE.
- Especificación de motores de sistemas de extracción de crudo
- Estudio del comportamiento del crudo ante la acción de campos magnéticos

Universidad
Industrial de
Santander



Experiencias UIS

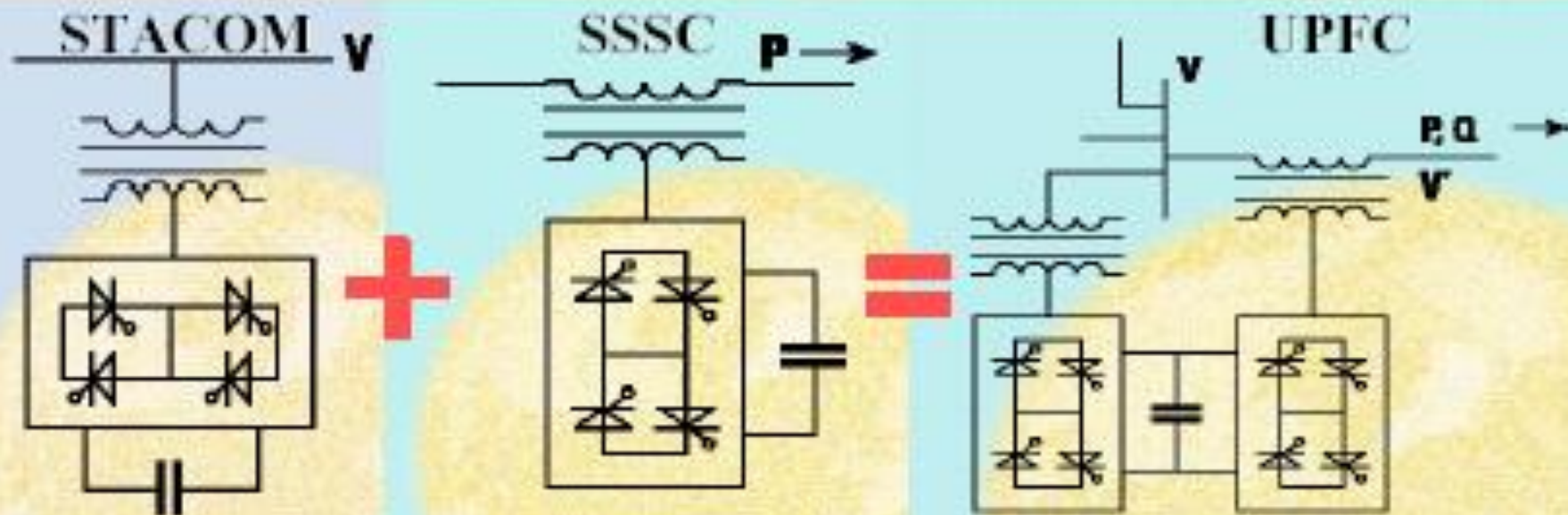


Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Estudio e Implementación en Tiempo Real de Algoritmos de Estimación de Magnitudes Eléctricas para el Control de Dispositivos Custom Power



Experiencias UIS



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

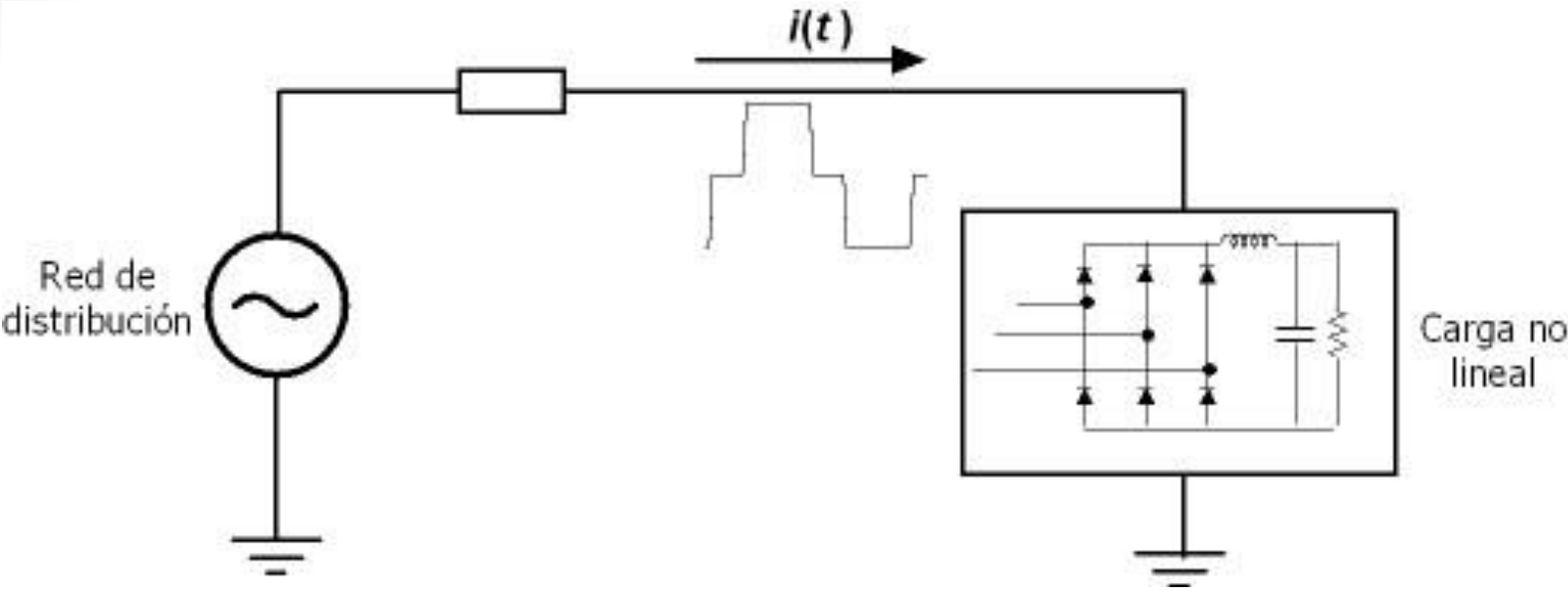
FILTRADO ACTIVO DE POTENCIA



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO



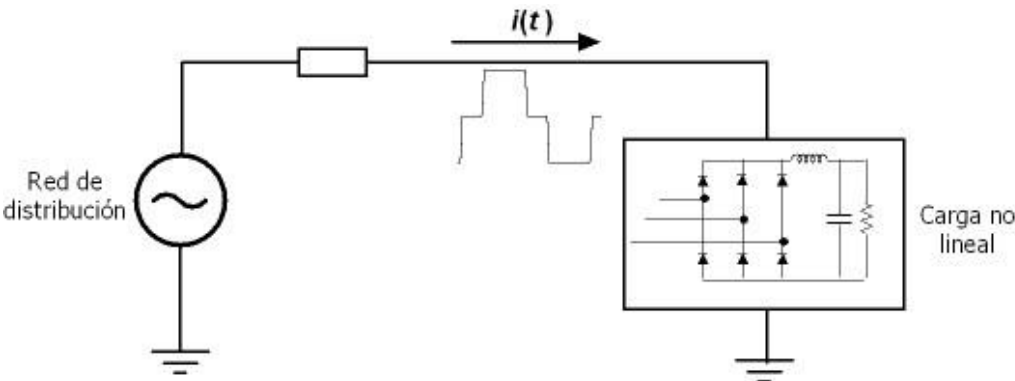
Ejemplo de corriente demandada por una carga no lineal

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Deficiente calidad de la energía eléctrica

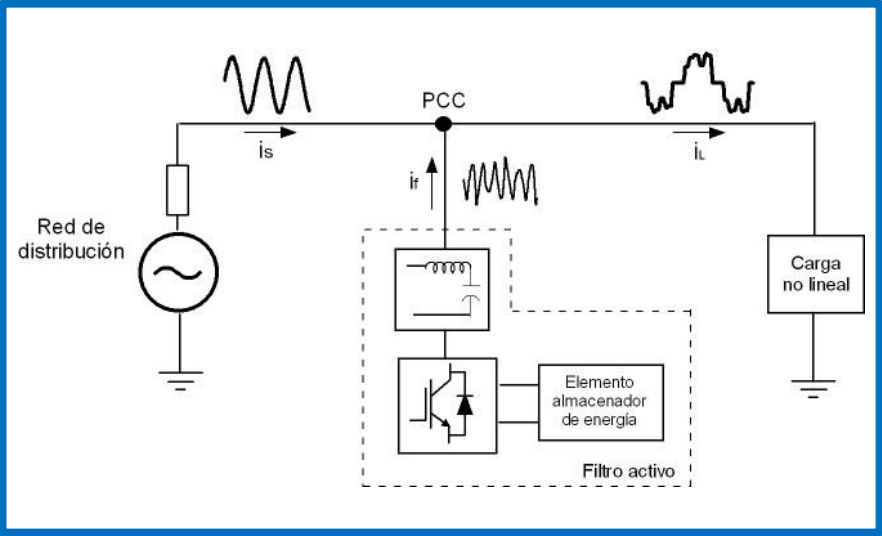


Perdidas económicas y técnicas tanto para el sector eléctrico como para los usuarios del sistema

Experiencias UIS



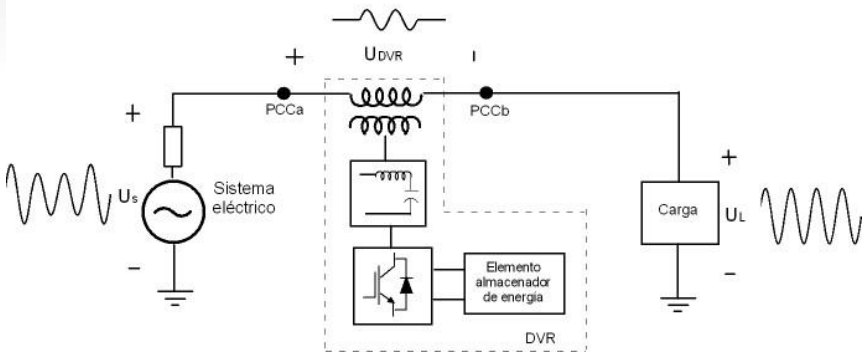
CONSTRUIMOS FUTURO



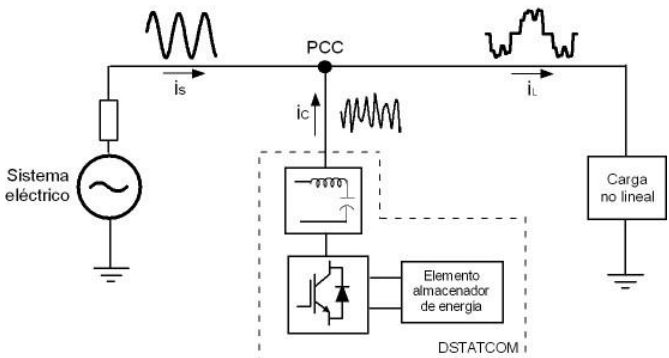
Mejoramiento de la calidad de la energía

Filtros activos de potencia

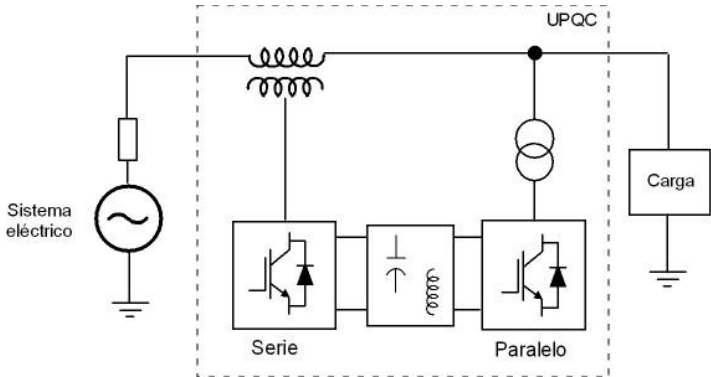
Experiencias UIS



Restaurador dinámico de tensión (DVR) o filtro activo de conexión en serie



Compensador estático de potencia (DSTATCOM) o filtro activo de conexión en paralelo

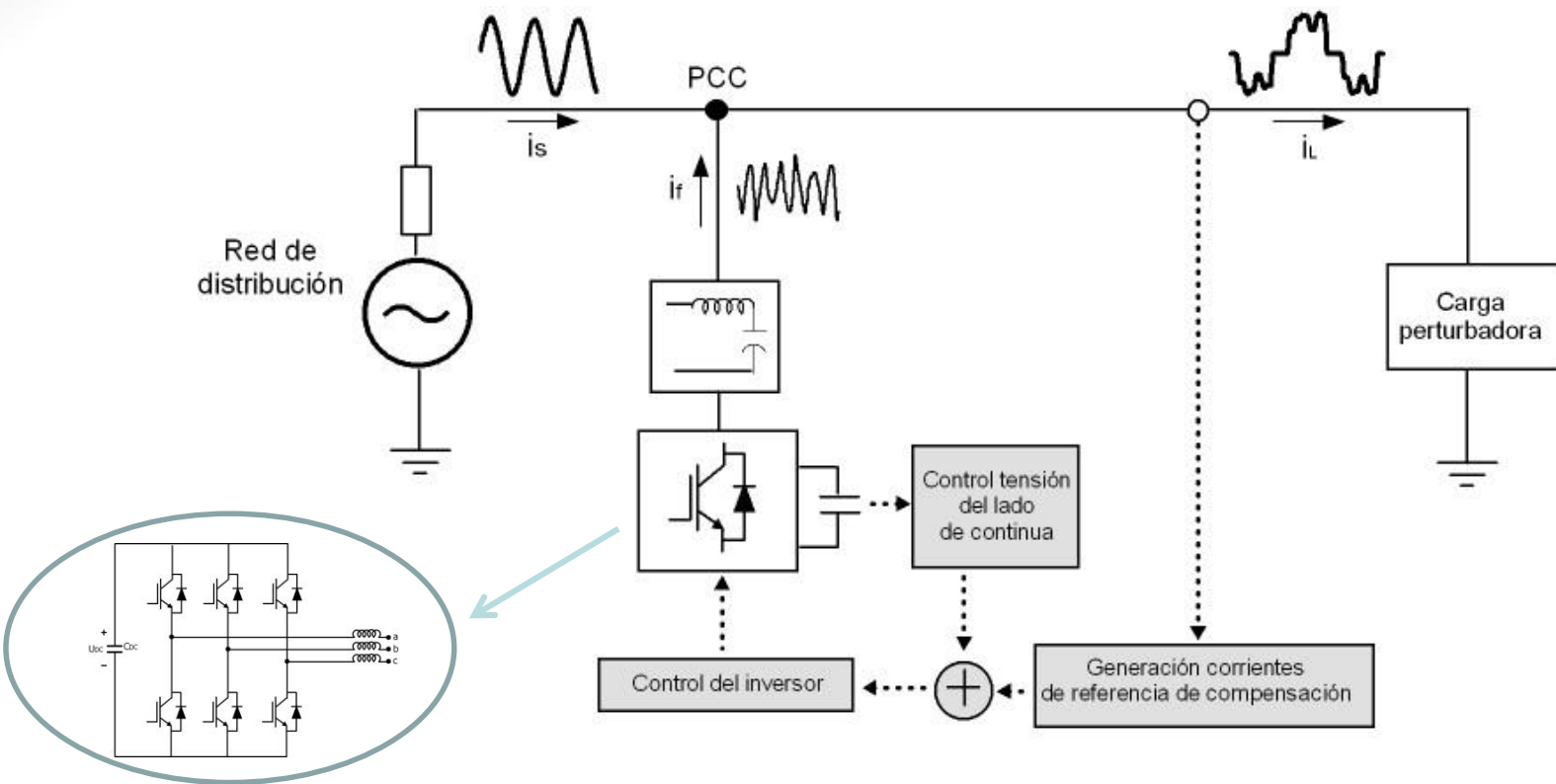


Acondicionador de calidad de la energía unificado (UPQC)

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO



Esquema general de un filtro activo de conexión paralela

Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Modelado y simulación en tiempo real de un compensador estático de potencia para sistemas de distribución.

