

Escuela de Ingenierías Eléctrica,
Electrónica
y de Telecomunicaciones

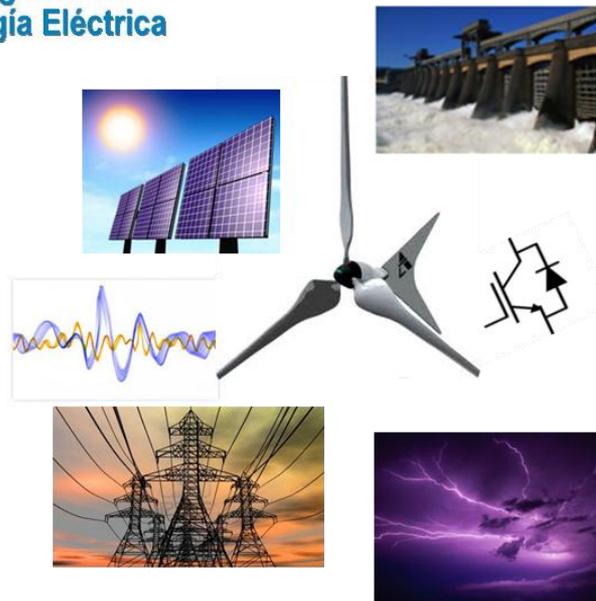
Prof. Gabriel Ordóñez Plata
gaby@uis.edu.co

Especialización en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Septiembre de 2014



CONSTRUIMOS FUTURO

GISEL**Grupo de Investigación en
Sistemas de Energía Eléctrica****GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

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

Integrantes del grupo

Director: Gabriel Ordóñez Plata

Subdirector: César Antonio Duarte Gualdrón
cedagua@uis.edu.co

Investigadores:

Gerardo Latorre Bayona
glatorre@uis.edu.co

Johann Farith Petit Suárez
jfpetit@uis.edu.co



CONSTRUIAMOS FUTURO



Integrantes del grupo

Investigadores:

Hermman Raúl Vargas Torres
hrvargas@uis.edu.co



Julio César Chacón Velasco
cchacon@uis.edu.co



María Alejandra Mantilla Villalobos
marialem@uis.edu.co



CONSTRUIMOS FUTURO

Integrantes del grupo



Investigadores:

Juan Manuel Rey López
juanmrey@uis.edu.co



Mónica Andrea Botero Londoño
mabotero@uis.edu.co



Javier Enrique Solano Marínez
jesolano@uis.edu.co



Integrantes del grupo



Investigadores asesores

NOMBRE	TÍTULO	DEDICACIÓN
GILBERTO CARRILLO CAICEDO gilbertocarrillocaicedo@yahoo.es	Doctor Ingeniero Industrial (UPCO, España)	Tiempo Parcial
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)
WILSON GIRALDO PICÓN wgiraldop@gmail.com	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)
EDWIN VERA CAICEDO evera71@hotmail.com	Magíster en Potencia Eléctrica (UIS)	Profesor Cátedra (Investigador Asesor)

Integrantes del grupo

Estudiantes de doctorado



NOMBRE	PROGRAMA
GERMAN ALFONSO OSMA PINTO german.osma@gmail.com	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
JAIRO BLANCO SOLANO jablas_19@hotmail.com	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
IVÁN DAVID SERNA SUÁREZ ivansern@gmail.com	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
ERIK JOSÉ VERA MERCADO	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
YULIETH JIMÉNEZ MANJARRÉS yulijmanjarres@yahoo.com	Doctorado en Ingeniería Electrónica
CRISTIAN CAMILO JIMÉNEZ LEIVA cristian_camilo_mci12@hotmail.com	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
GABRIEL ALEXIS MALAGÓN CARVAJAL alexis1113@gmail.com	Doctorado en Ingeniería Eléctrica
ALVARO ALYAMANI TRIANA RAMIREZ alvaro.triana@uts.edu.co	Doctorado en Ingeniería Eléctrica

Integrantes del grupo

Estudiantes de maestría



NOMBRE	PROGRAMA
SERGIO ANDRÉS MARTÍNEZ GUTIÉRREZ	Magíster en Ingeniería Eléctrica
MARCO FIDEL SUAREZ SANCHEZ	Magíster en Ingeniería Eléctrica
DIEGO FERNANDO MOTTA NIETO	Magíster en Ingeniería Eléctrica
DIEGO FERNANDO MONROY JÁCOME	Magíster en Ingeniería Electrónica
JULIÁN OSWALDO FLÓREZ REYES	Magíster en Ingeniería Electrónica
JORGE LUIS CÁRDENAS RANGEL	Magíster en Ingeniería Eléctrica
LAURA YAZMIN AMADO DUARTE	Magíster en Ingeniería Electrónica
DAVID JAVIER RINCON ADARME	Magíster en Ingeniería Eléctrica
JOSÉ DAVID CORTÉS TORRES	Magíster en Ingeniería Eléctrica

Información general



- AÑO DE FORMACIÓN: 1996
- PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA:
 - Investigaciones en energía y minería
 - Desarrollo tecnológico e innovación industrial

**Grupo reconocido
y clasificado en la
categoría A1**



Colciencias

Líneas de investigación



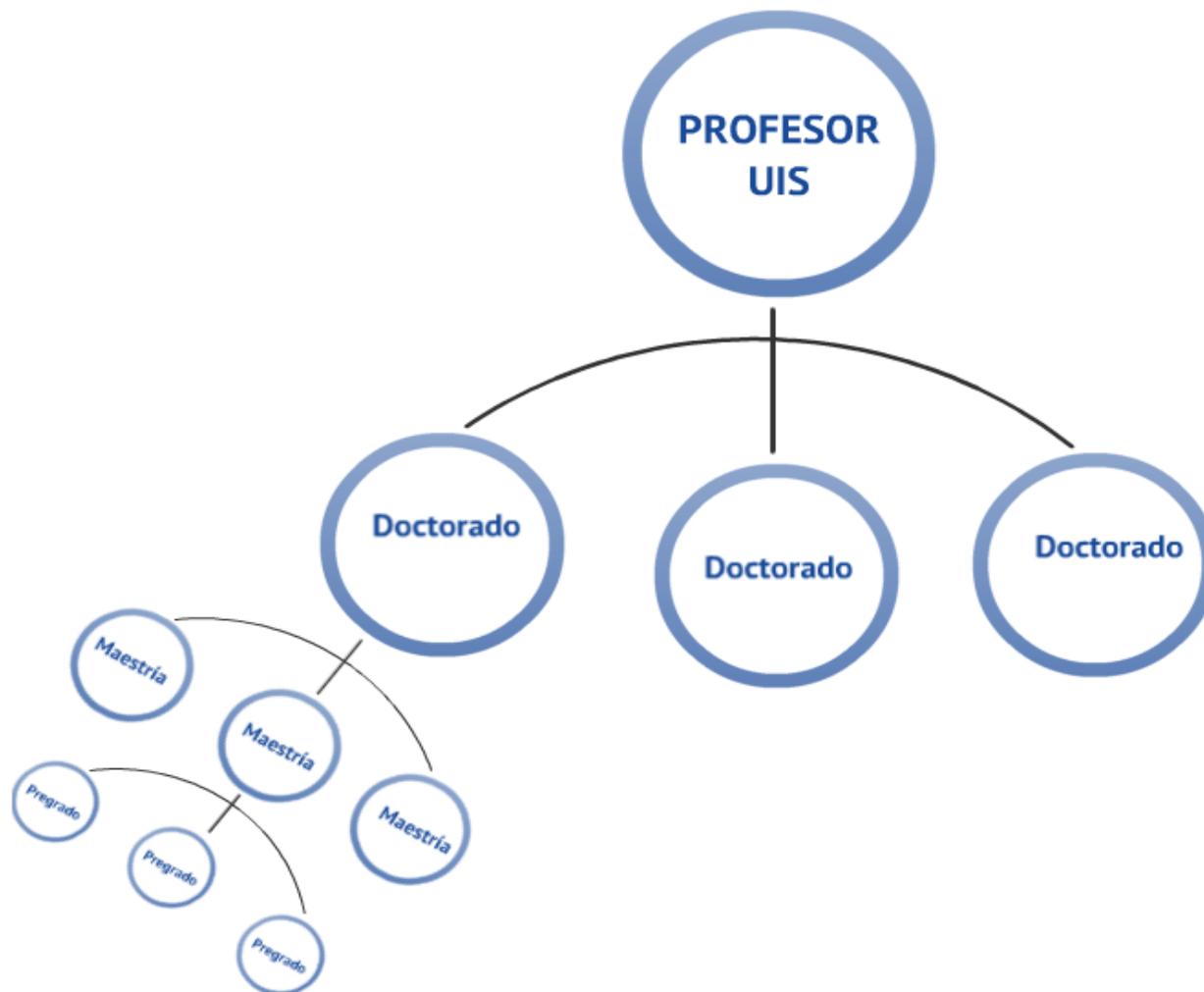
CONSTRUIMOS FUTURO



Esquema de trabajo



CONSTRUIMOS FUTURO



Algunos proyectos realizados y talento humano participante



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	4	1	4	40	2010-2014 ...
Energías renovables y calidad de energía eléctrica 3	4	4	1	30	2010-2014 ...
Smart Home	4		1	20	2012-2014 ...

Publicaciones



CONSTRUIMOS FUTURO

- ✓ **60 Ponencias en congresos internacionales**
- ✓ **20 Conferencias en seminarios internacionales**
- ✓ **44 Artículos en publicaciones nacionales**
- ✓ **20 Artículos en revistas internacionales**
- ✓ **78 Ponencias en congresos nacionales**
- ✓ **46 Conferencias nacionales**



Experiencia con la industria



CODENSA
Mucho más que energía

I P S E

Instituto de Planificación y Promoción
de Soluciones Energéticas para las
Zonas No Interconectadas



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



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



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



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

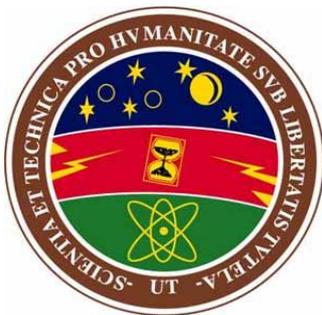


CONSTRUIMOS FUTURO

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

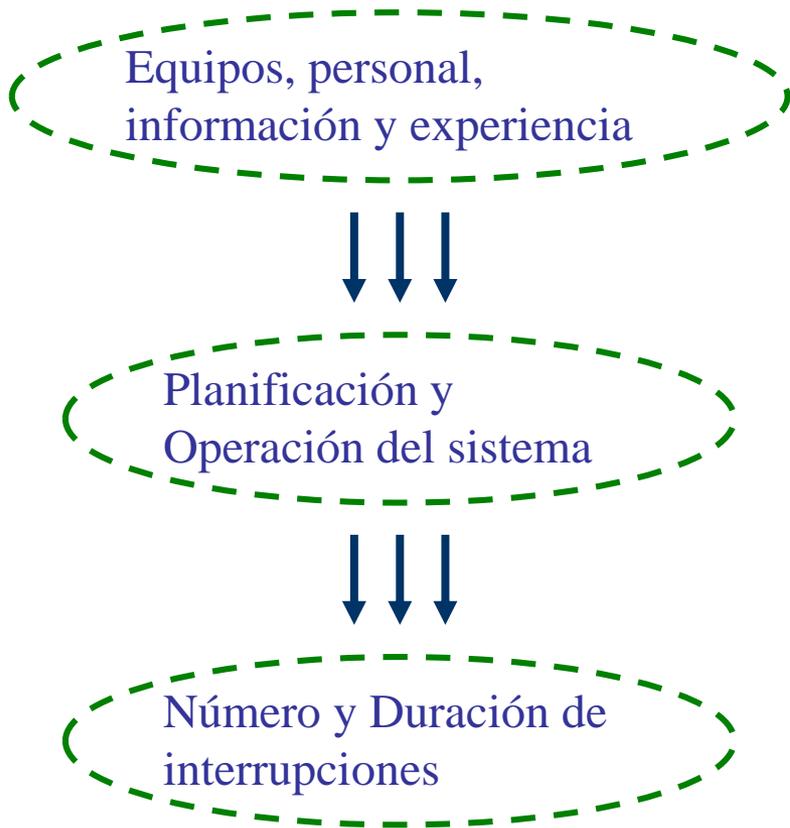


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

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



Experiencias UIS



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



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



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

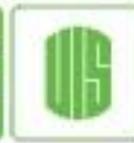


CONSTRUIMOS FUTURO

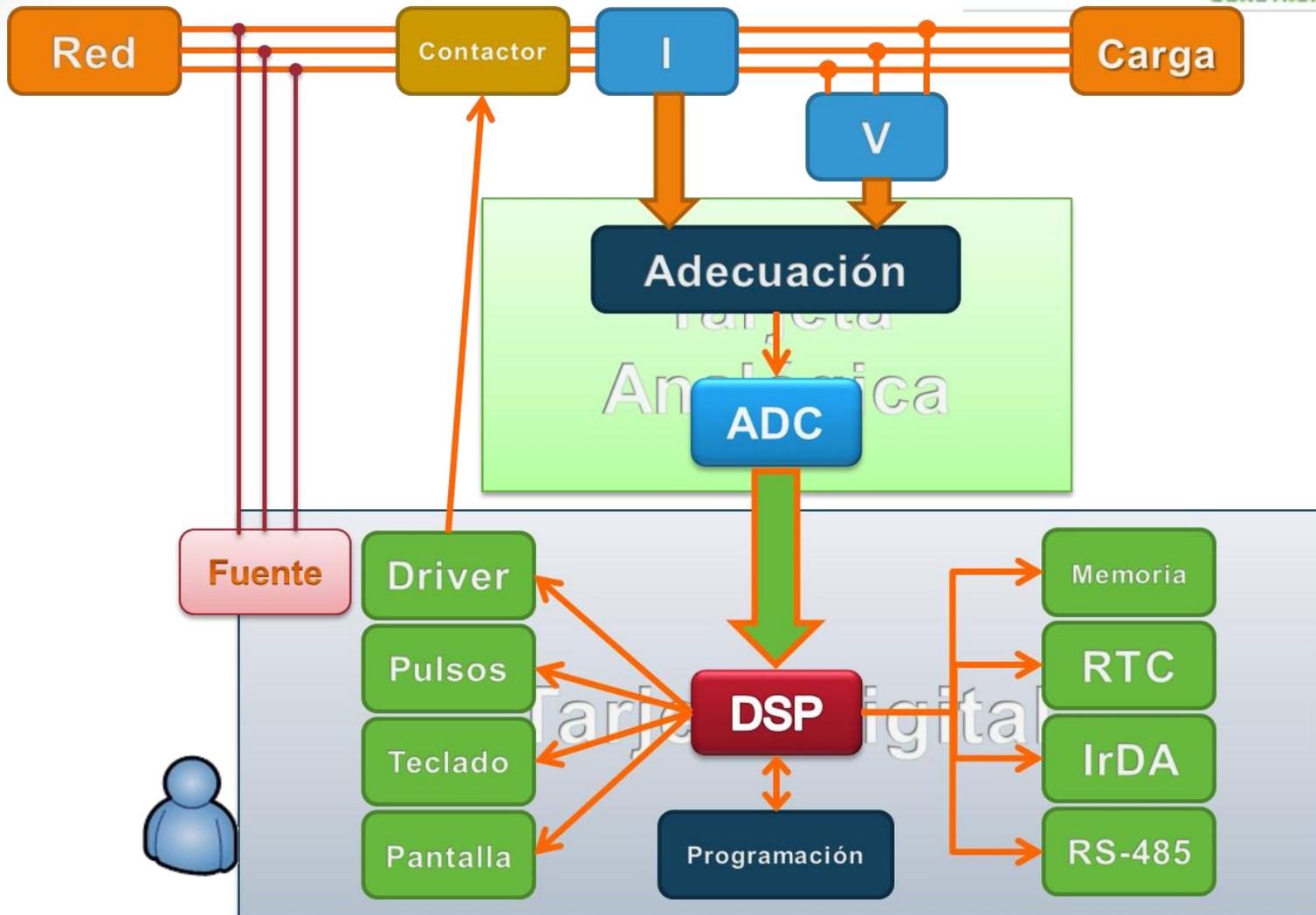
Diseño e implementación de un prototipo de contador trifásico de energía eléctrica utilizando procesadores digitales de señales (DSPs).



Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

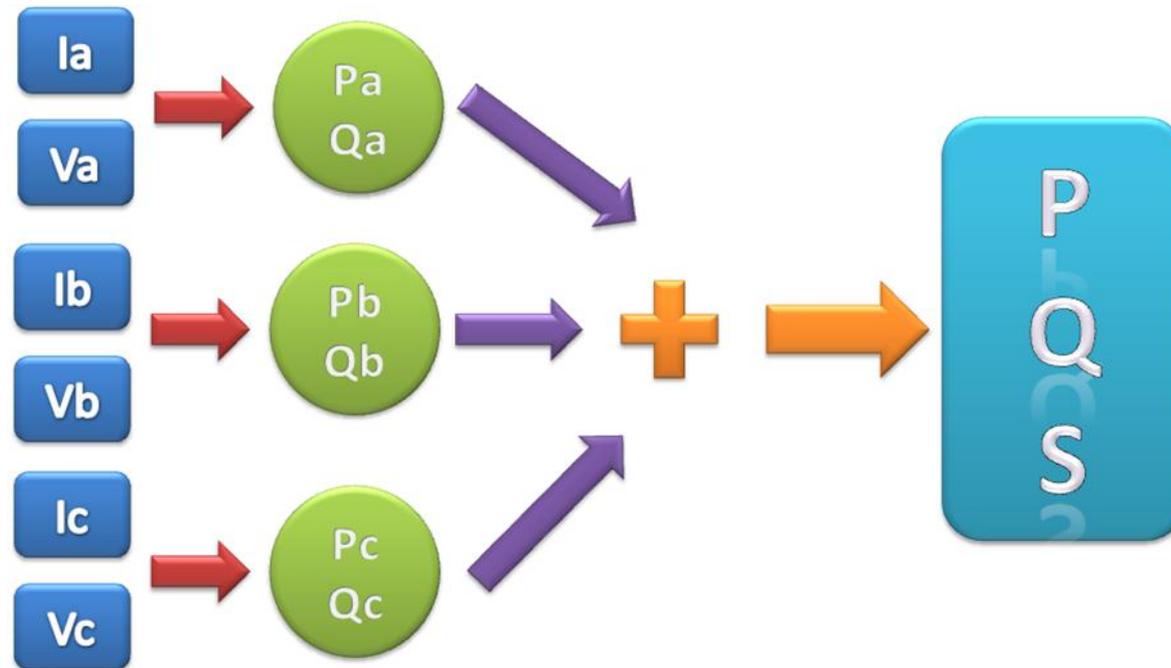


Experiencias UIS



CONSTRUIAMOS FUTURO

Estimación de parámetros de generadores síncronos

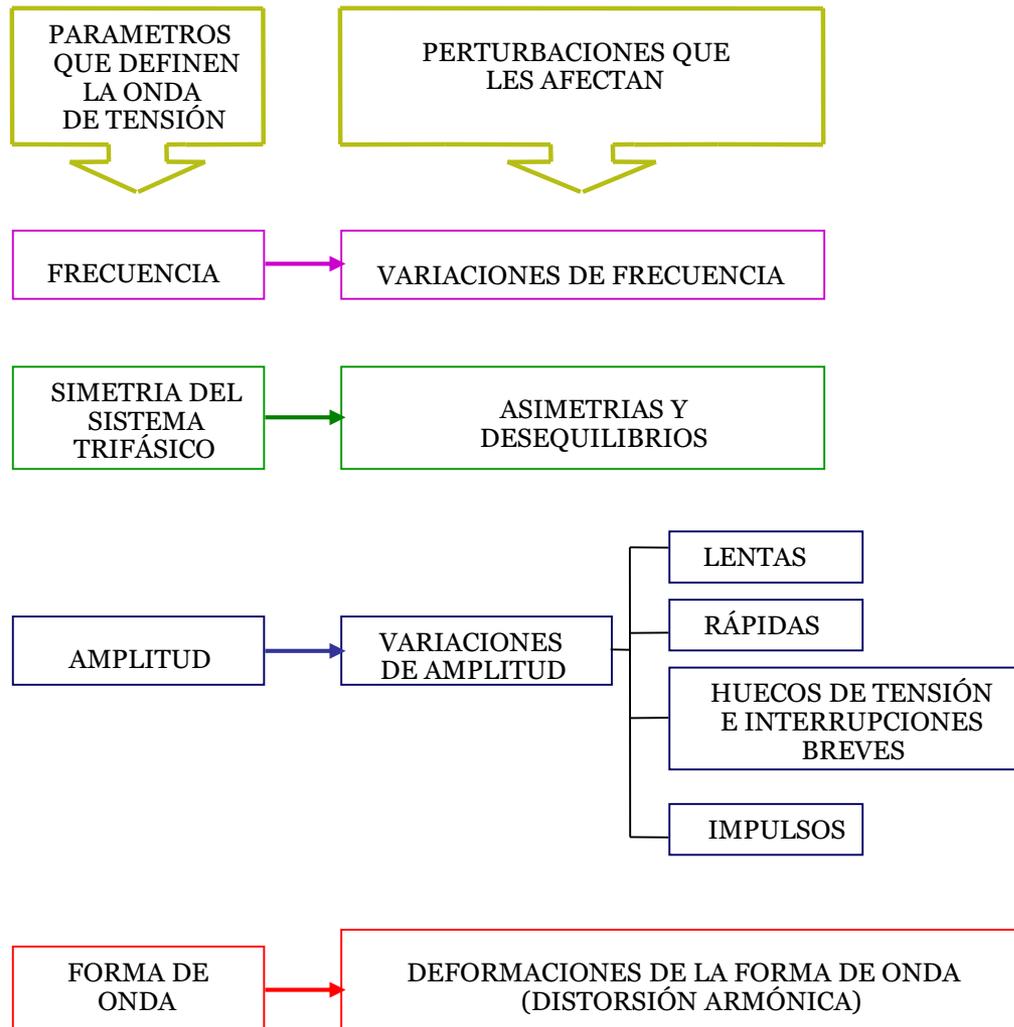


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Parámetros de la onda de tensión



Experiencias UIS



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

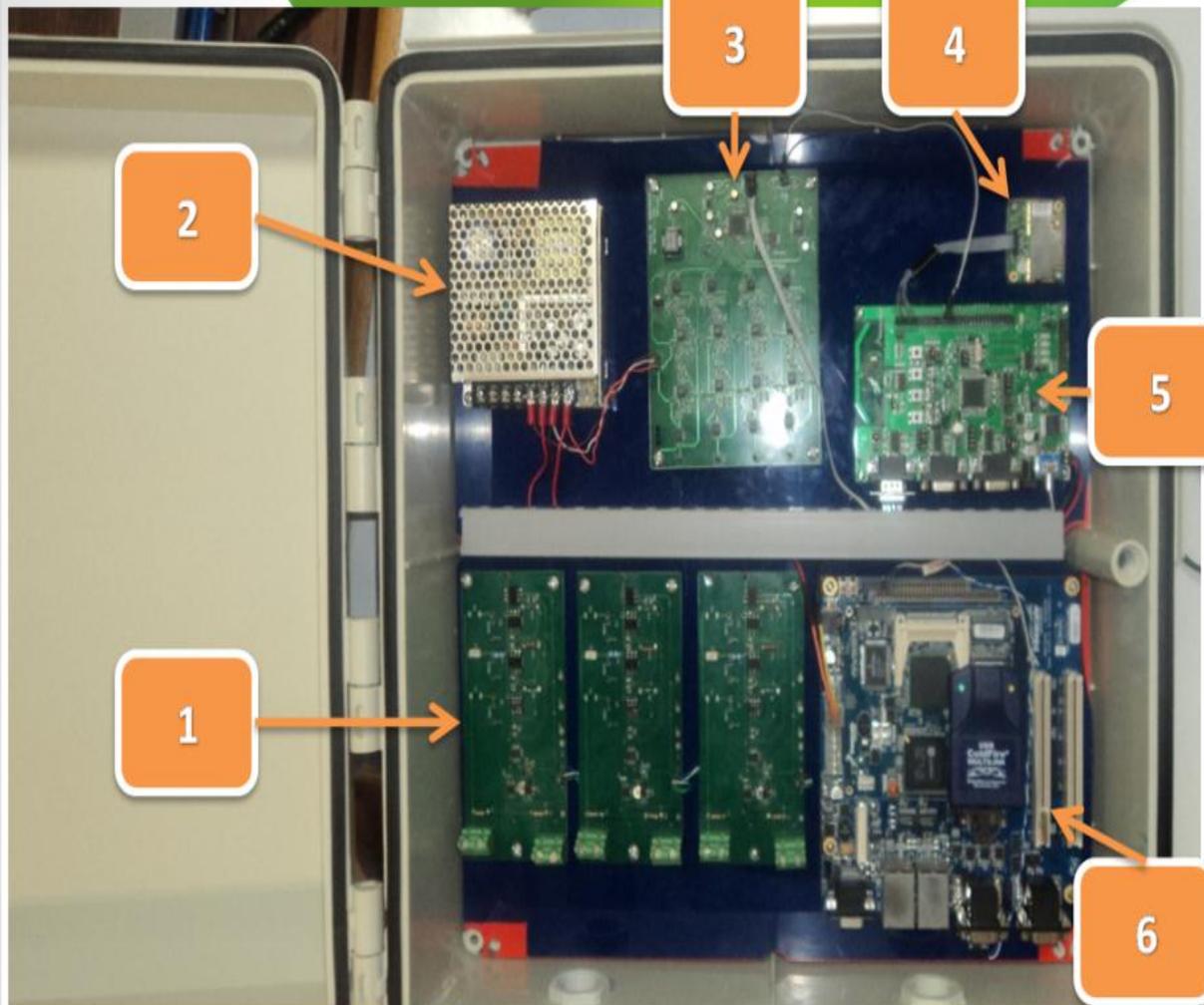
5

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

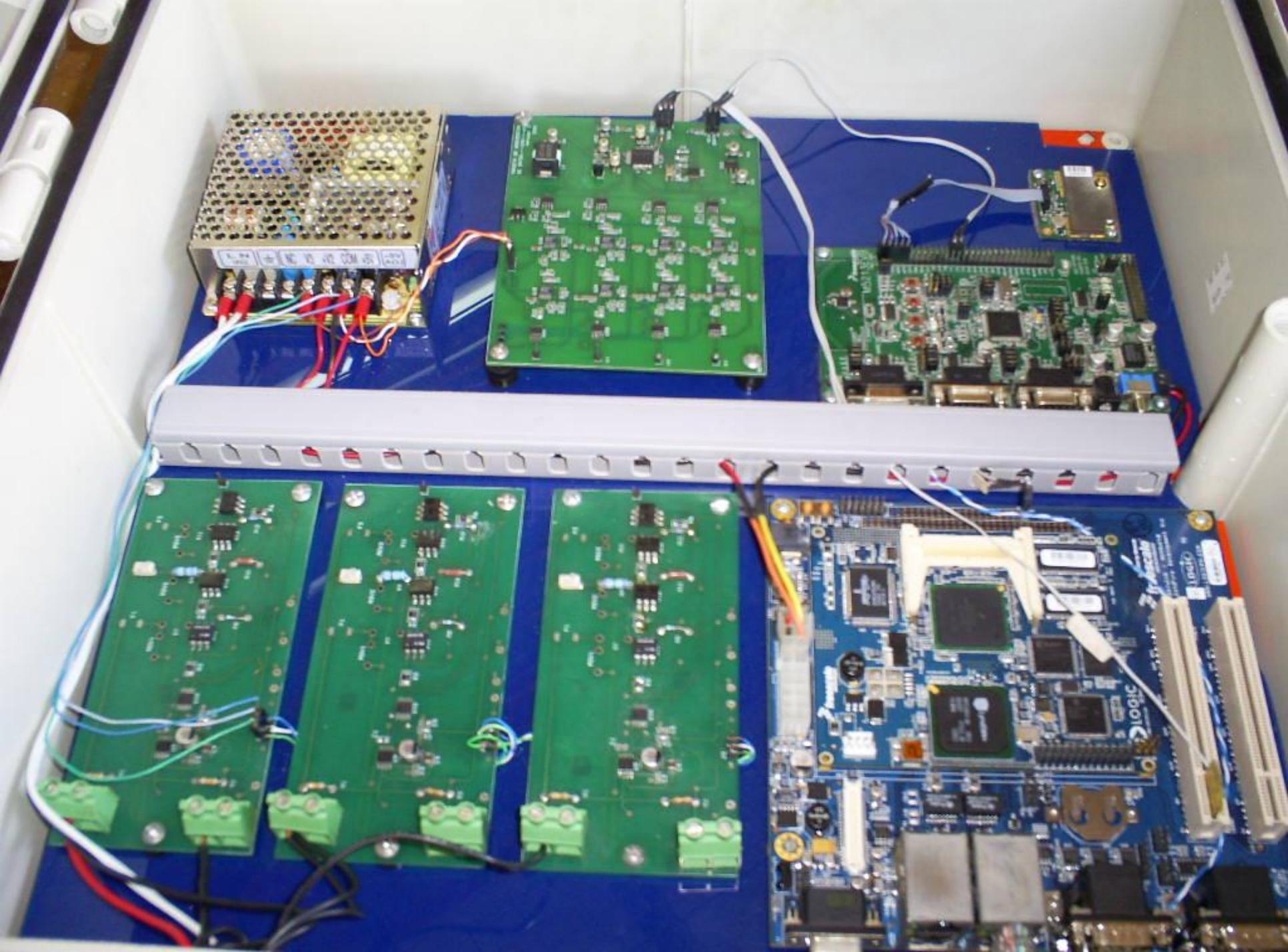
Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO



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

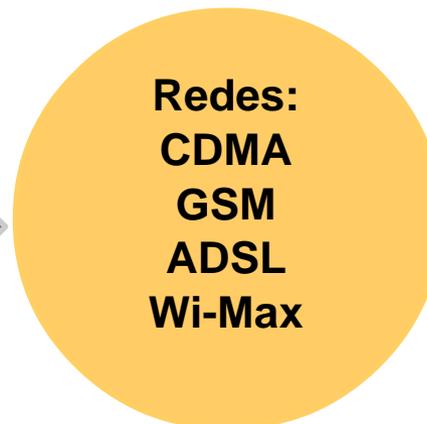
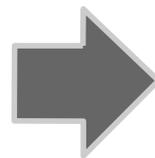
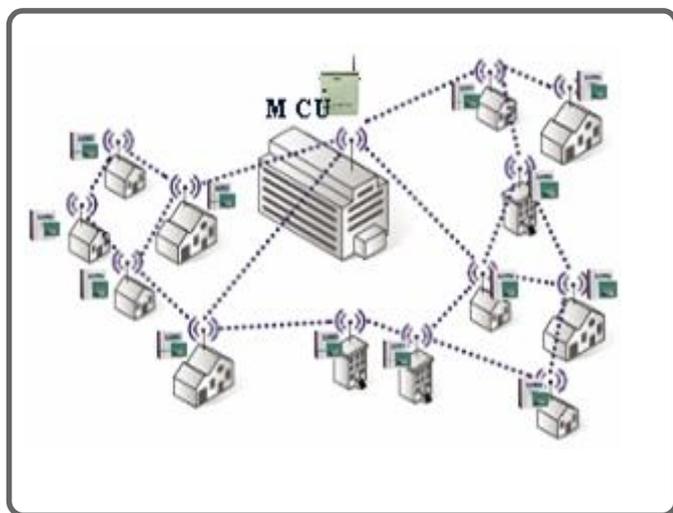


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

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



Alternativas de Comunicación

Centro de Gestión



www.uis.edu.co



Colciencias

Experiencias UIS

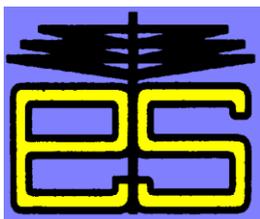


CONSTRUIMOS FUTURO

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**

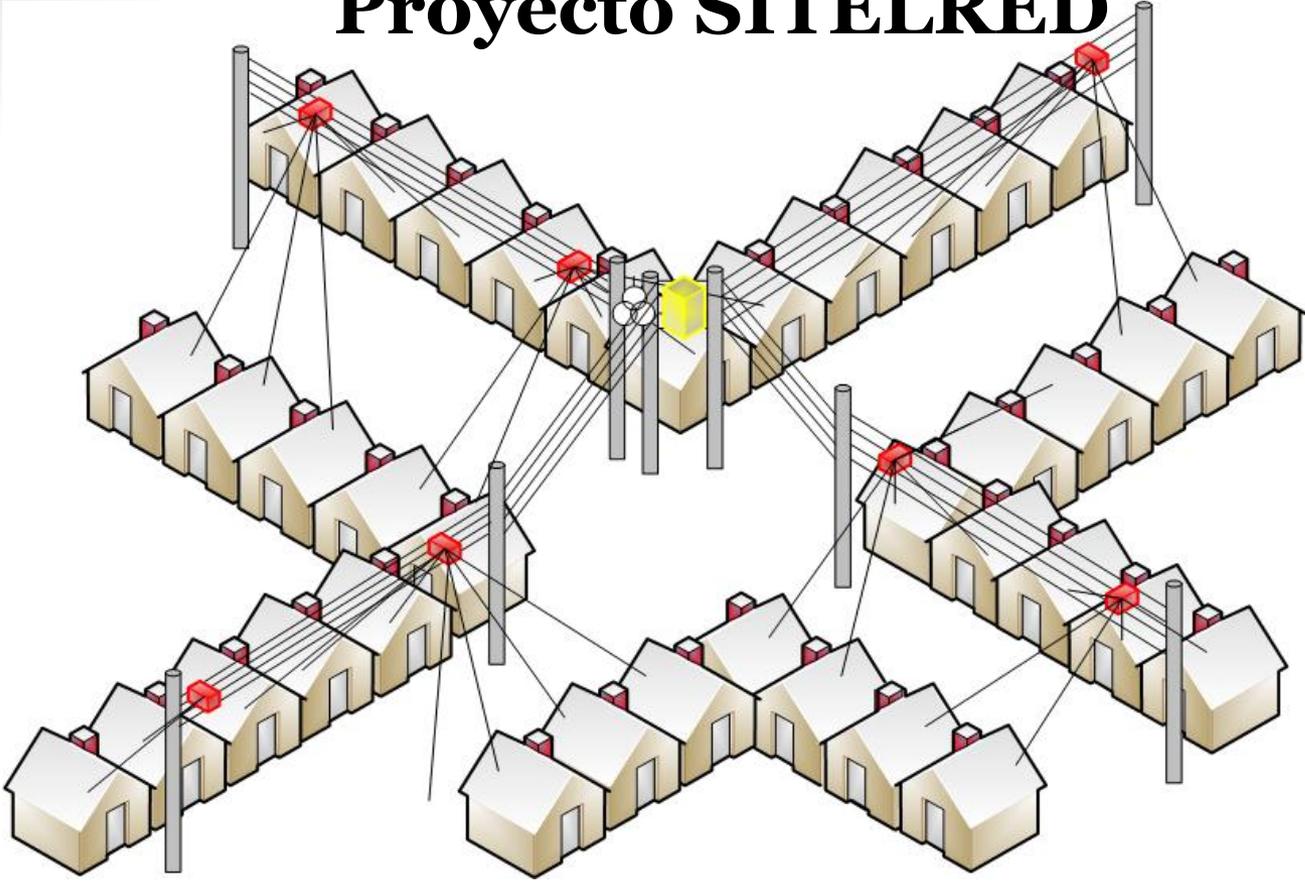
...



Colciencias

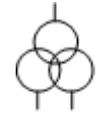
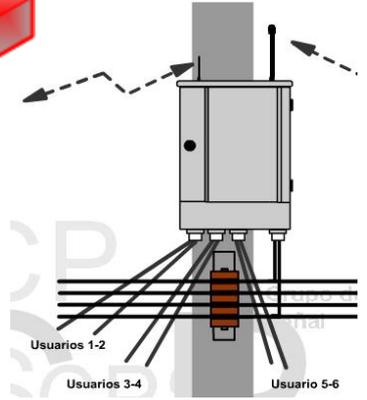
Experiencias UIS

Proyecto SITELRED



CONSTRUIMOS FUTURO

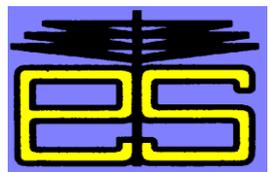
Multicontadores



Transformador



Concentrador



www.uis.edu.co



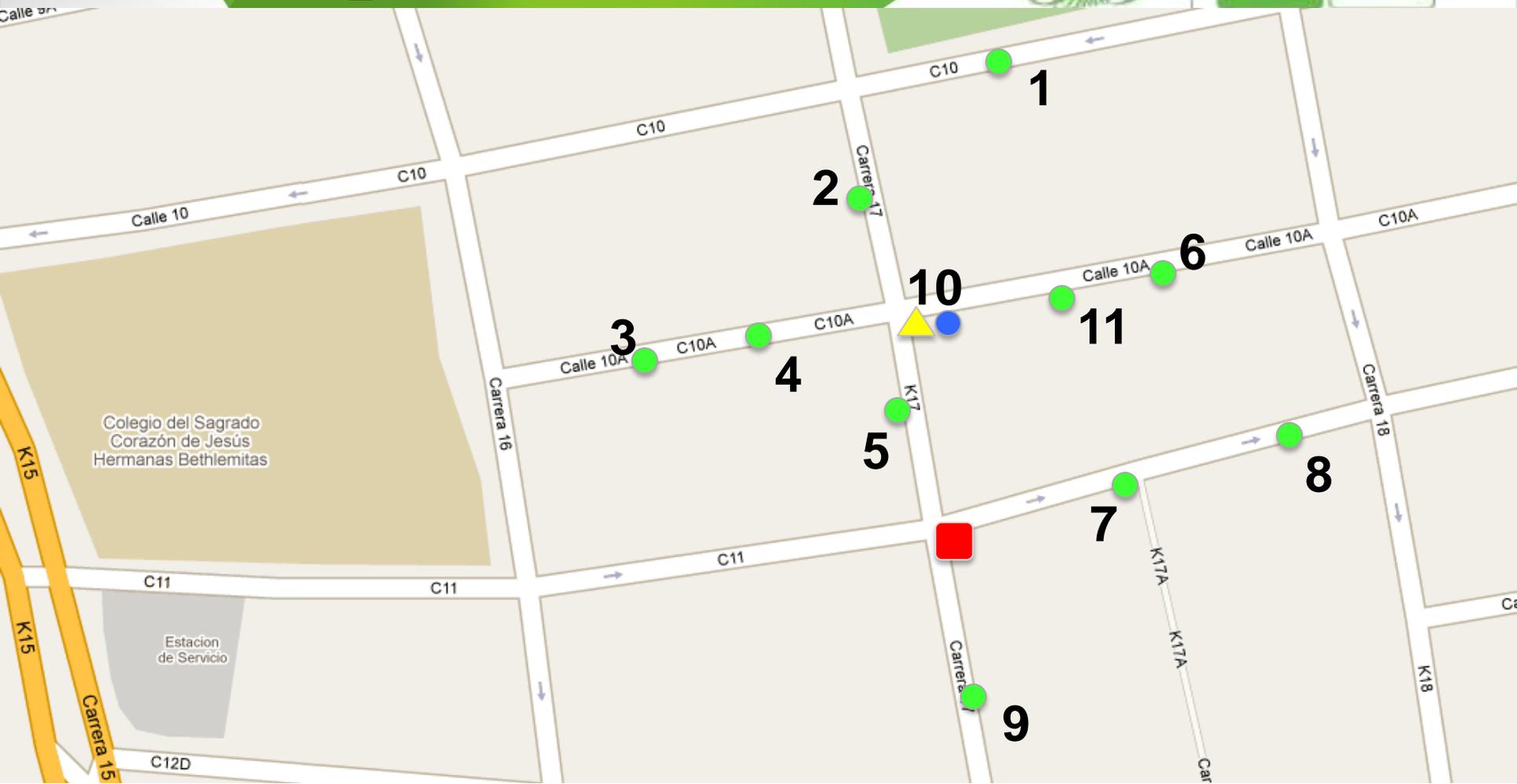
Colciencias

Experiencias UIS



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

Experiencias UIS



Nodo Multicontador

Nodo Macromedidor

Concentrador

Transformador



4

10

2

11

7

Experiencias UIS



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



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



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



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



cdmb

Fuente: Imagen tomada de [11]

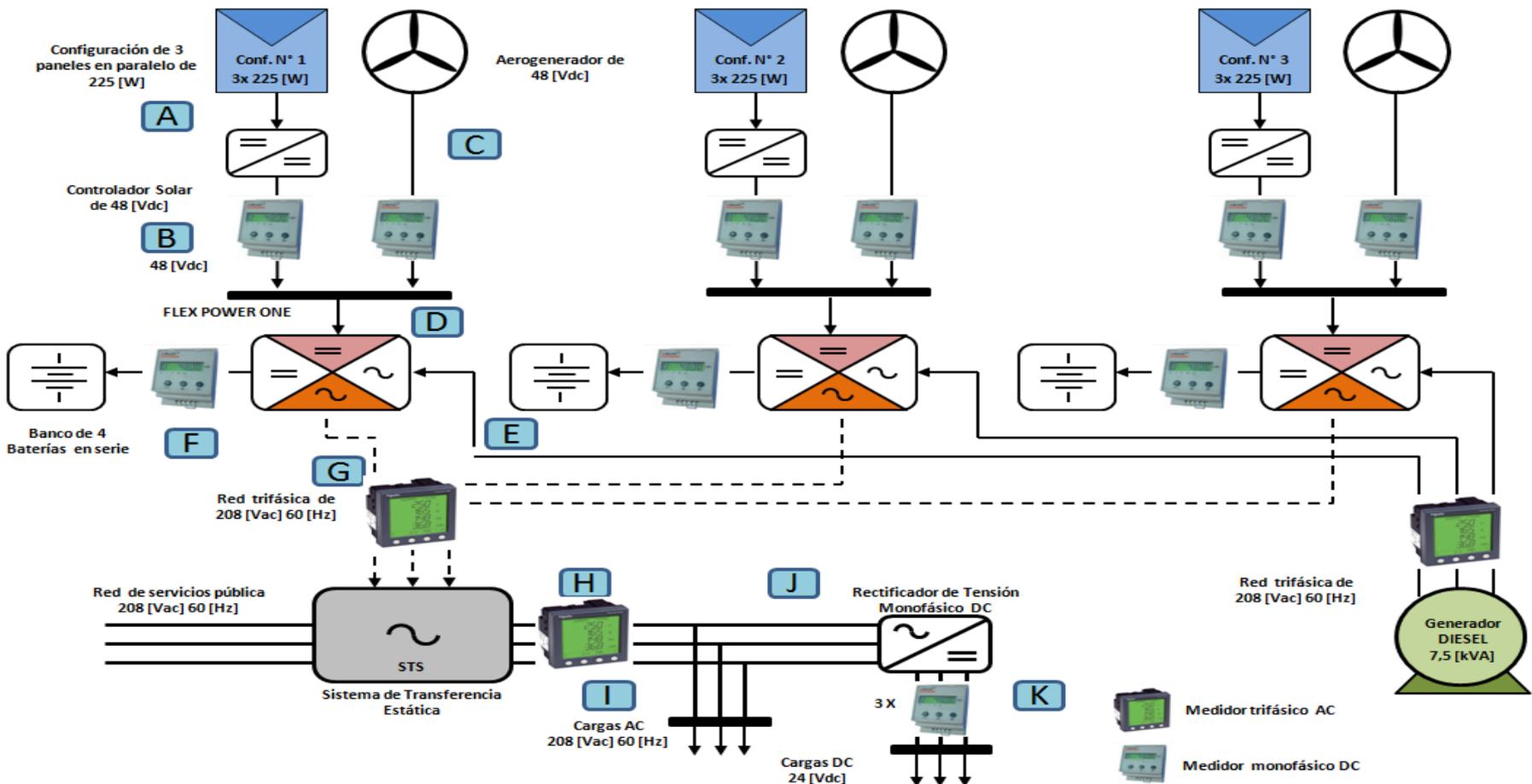
Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

Diseño y caracterización de la microrred

LABORATORIO DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA: MICRORRED DE BAJA TENSIÓN



Experiencias UIS



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



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.



Experiencias UIS



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

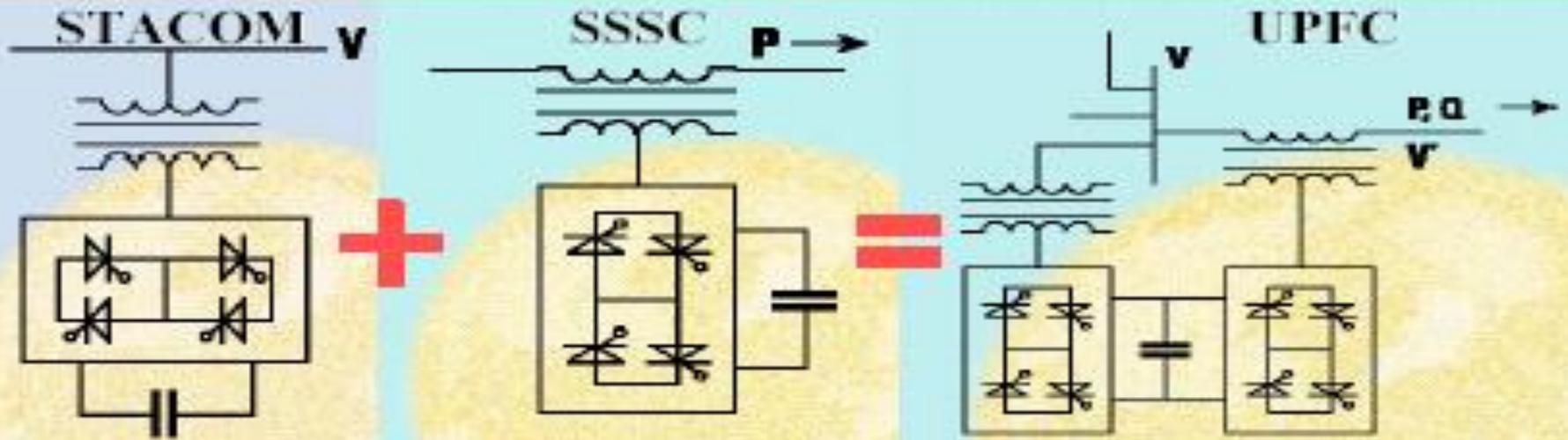


Experiencias UIS



CONSTRUIMOS FUTURO

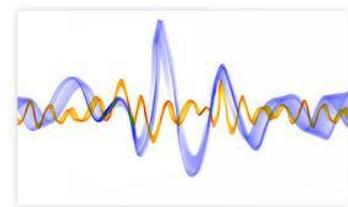
Estudio e Implementación en Tiempo Real de Algoritmos de Estimación de Magnitudes Eléctricas para el Control de Dispositivos Custom Power



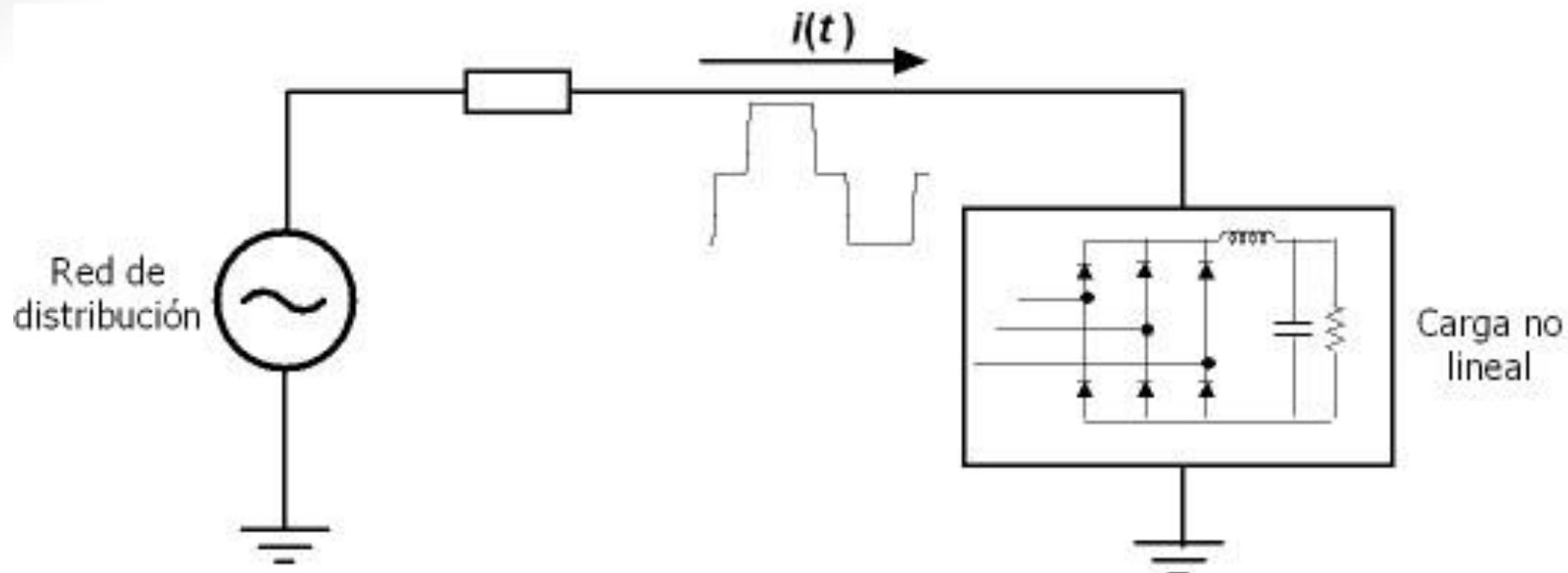
Experiencias UIS



FILTRADO ACTIVO DE POTENCIA



Experiencias UIS



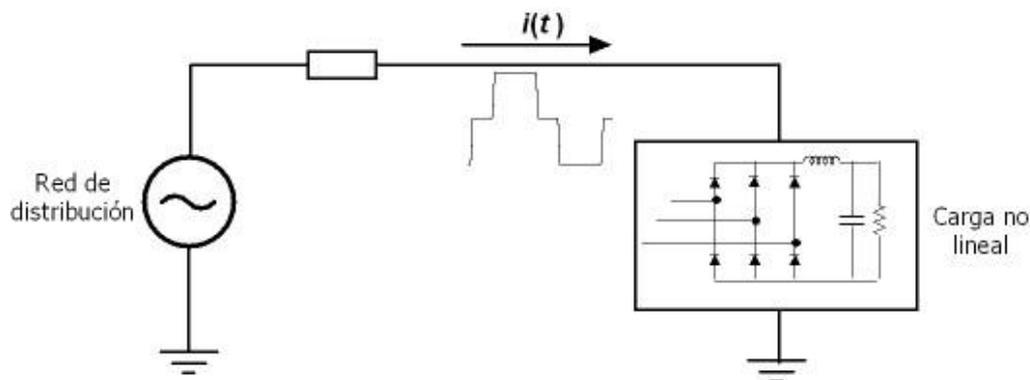
Ejemplo de corriente demandada por una carga no lineal

Experiencias UIS



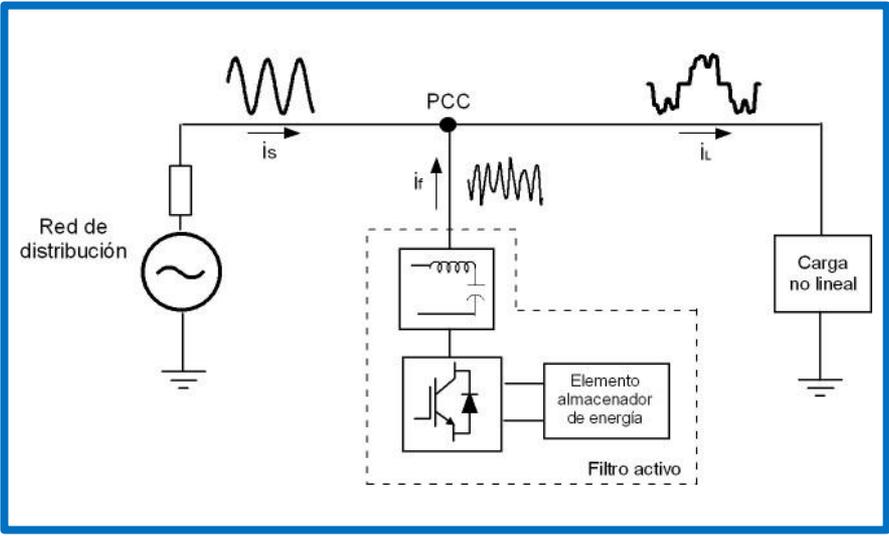
CONSTRUIMOS FUTURO

Deficiente calidad de la energía eléctrica



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

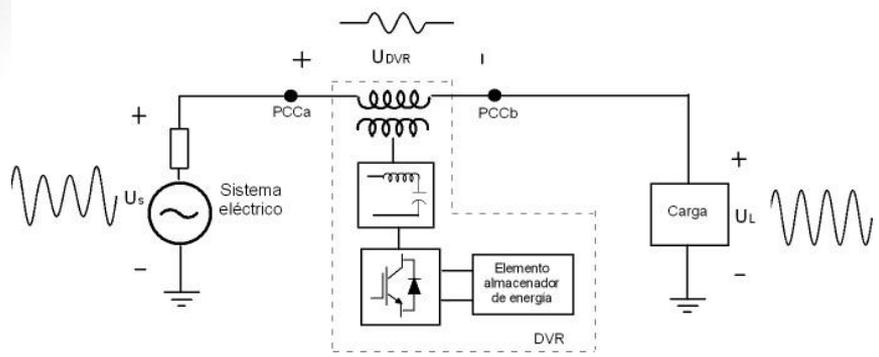
Experiencias UIS



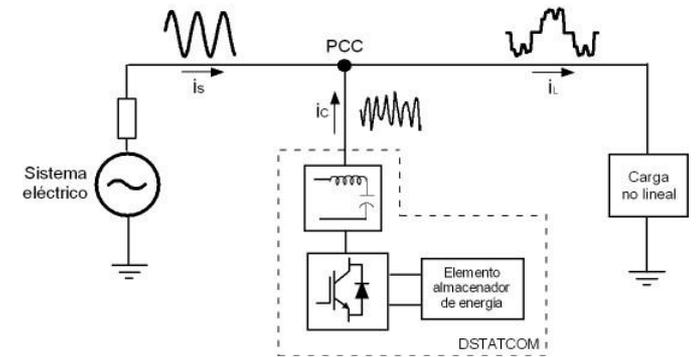
Mejoramiento de la calidad de la energía

Filtros activos de potencia

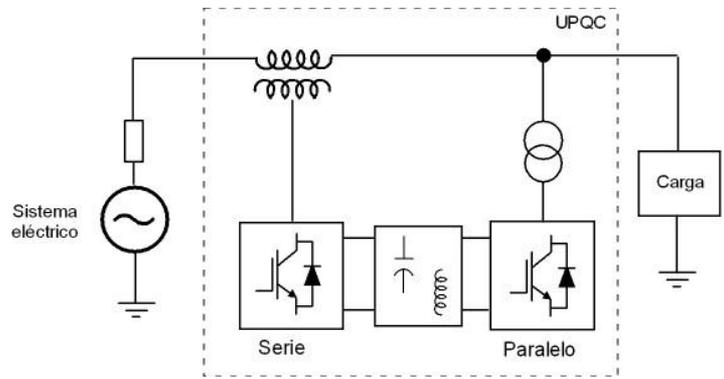
Experiencias UIS



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

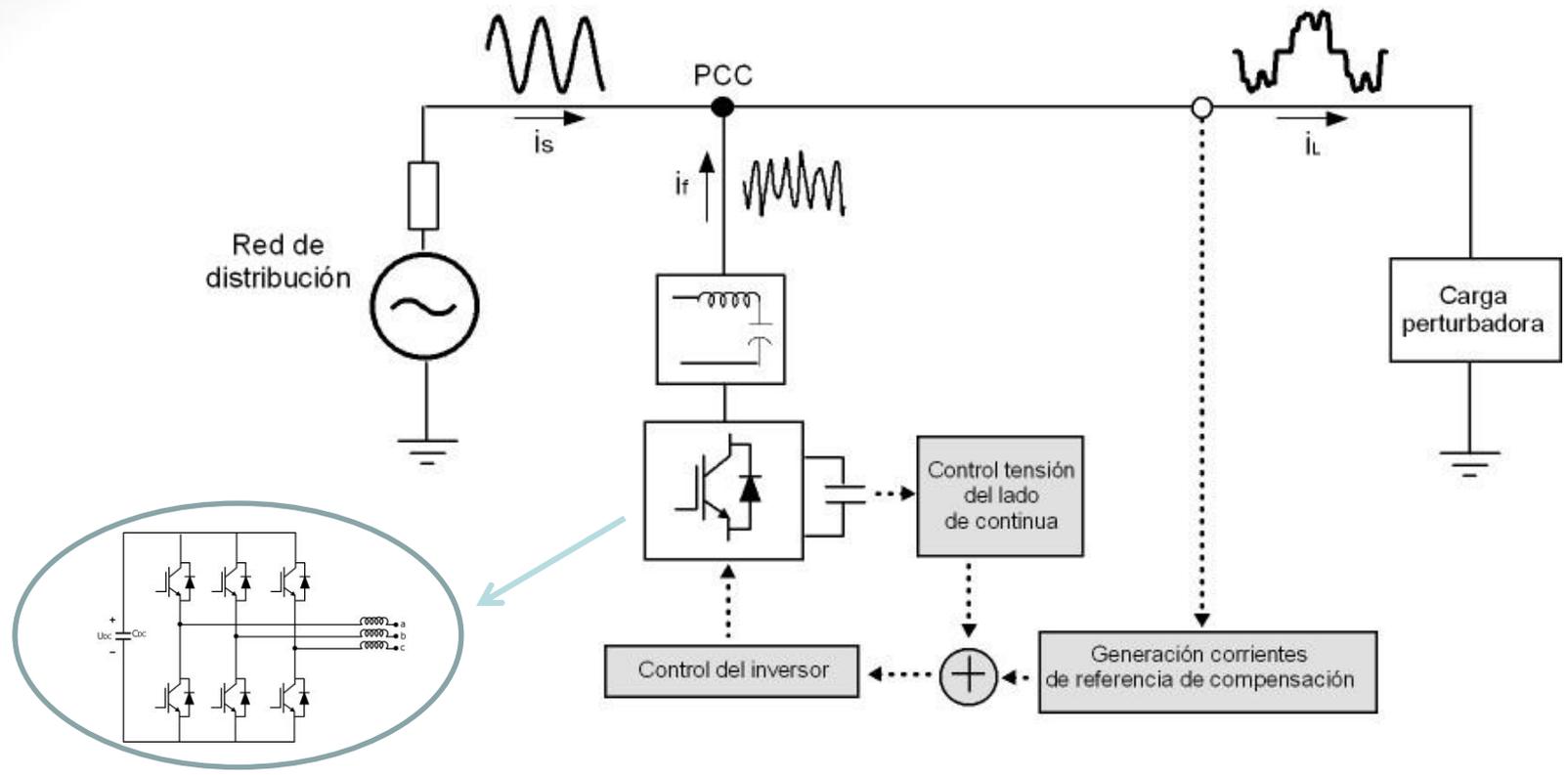


Compensador estático de potencia (DSTATCOM) o filtro activo de conexión en paralelo



Acondicionador de calidad de la energía unificado (UPQC)

Experiencias UIS



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.

