



**MEIHAPER**  
MICRORREDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES HÍBRIDAS  
CON ALTA PENETRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

 PROGRAMA  
IBEROAMERICANO  
**CYTED**  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

# Microrredes Eléctricas Inteligentes

# EDUARDO GÓMEZ LUNA

Doctor en Ingeniería de la Universidad del Valle, Colombia, director grupo GITICAP / Líder del Departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa PTI S.A. las áreas de Interés del Doctor Gómez son: Smart Grid, Microrredes, Subestaciones Digitales, Simulación en tiempo real, Análisis de Respuesta en Frecuencia, Transformadores, Matemáticas Aplicadas, Electrónica de Potencia, Procesamiento de Señal y Sistemas de Potencia. El Doctor Gómez cuenta con una (1) patente registrada en Colombia y España, acerca de la supervisión y monitoreo en transformadores mediante la técnica de la respuesta en frecuencia (FRA). Actualmente es el presidente del comité técnico de CIGRE Colombia. [orcid.org/0000-0003-2263-6758](https://orcid.org/0000-0003-2263-6758).





# Introducción

## Presentación del programa – “Introducción a las Microrredes Eléctricas Inteligentes”



CRONOGRAMA Y PRESENTACIÓN DE MÓDULOS		
MÓDULO	FECHA	TEMAS
1	16/09	Presentaciones y conferencia inaugural “Introducción a las Microrredes Eléctricas”: España
2	23/09	Políticas e implementación de microrredes aisladas: Experiencias Argentina
3	30/09	Aspectos políticos, regulatorios, normativos y nuevos mercados para las microrredes: Caso Colombia - Experiencia México
4	07/10	Generación distribuida: regulación, normativa y aspectos técnicos - Experiencia en Brasil
5	14/10	Políticas e implementación de microrredes conectadas a la red: Argentina
6	21/10	Requerimientos de interoperabilidad en las microrredes. Colombia
7	28/10	Casos de implementación de microrredes eléctricas, aisladas y conectadas a la red: Brasil
8	04/11	Modelado, simulación e impactos de las microrredes: Canadá
9	11/11	Emulación en tiempo real para la validación de Microrredes: Colombia – Brasil
10	18/11	Planeación y gestión de microrredes conectadas a la red y aisladas – Colombia
11	25/11	Electrónica de potencia en el diseño y funcionamiento de microrredes – Brasil
12	02/12	Operación y control de microrredes conectadas a la red y aisladas – Colombia
13	09/12	Desafíos e impactos técnicos de las microrredes conectadas a la red – Colombia – Argentina
14	16/12	Relación tecnología-comunidad, desafíos y futuro de las microrredes – Cierre del curso – cierre del curso MEIHAPER CYTED – Empresa / Gobierno / Academia



# Módulo 1

## 1- Introducción a las Microrredes Eléctricas (2 horas) – 16/Sep/2020

Presenta:

Luis Hernández Callejo, [luis.hernandez.callejo@uva.es](mailto:luis.hernandez.callejo@uva.es) , España

Prof. Investigador de la Universidad de Valladolid, España

<http://www.uva.es/export/sites/uva/>

Coordinador de la Red Temática CITIES CYTED



Se definirá el concepto de microrred y otros conceptos afines, como: Smart Grid, Generación Distribuida, entre otros. Se definirán los componentes de las microrredes eléctricas poniendo especial interés en el almacenamiento y generación distribuidos, se introducirán algunos conceptos sobre el control, la predicción (generación y demanda), la monitorización y las comunicaciones, para finalizar con un resumen de los beneficios y algunos ejemplos de microrredes.





# Módulo 2

## 2.1 - POLÍTICAS E IMPLEMENTACIÓN DE MICRORREDES AISLADAS (3 HORAS) – 23/09/2020

### Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales – Argentina (1 hora)



Presenta:

Pablo Bertinat, [pablobertinat@gmail.com](mailto:pablobertinat@gmail.com), Argentina

Coordinador PERMER, Ministerio de Desarrollo Productivo, Argentina

<https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/permer>

1. Alternativas para la población aislada, una mirada desde la gestión gubernamental
2. La experiencia PERMER, ¿qué es, ¿cómo funciona?
3. Relevamiento de necesidades, construcción de alternativas
4. Relaciones gobierno central-provincias
5. Proyectos en curso, planificación futura
6. El rol de las Microrredes en el proyecto, avances y dificultades
7. Usos productivos, aspectos sociales
8. Gestión de las Microrredes





# Módulo 2

## 2.2 - Implementaciones de Microrredes Aisladas de Muy Baja Potencia – Argentina (0,5 horas) - 23/09/2020



Presenta:

Guillermo Catuogno, [grcatu@gmail.com](mailto:grcatu@gmail.com),  
Argentina

Laboratorio de Control Automático,  
Universidad Nacional de San Luis, Argentina

<https://sites.google.com/view/lca-fica-unsl/inicio>

1. Microrredes en escuelas rurales
2. Sistemas de bombeo eólico
3. Proyectos en “El Impenetrable”





# Módulo 2

## 2.3 - Implementación de Microrredes Aisladas en la Patagonia - Argentina y Chile (1,5 horas) ) - 23/09/2020

Presenta:

Gonzalo Rodríguez, [gonzalo@syrenergia.com.ar](mailto:gonzalo@syrenergia.com.ar) , Argentina

SyR Energia, Argentina, Argentina

<http://www.syrenergia.com.ar/>



### **1. Estudio de las necesidades energéticas y sociales**

### **2. Componentes**

- a) Generación renovable y convencional (térmica)
- b) ¿CA o CC?
- c) Acumulación (en baterías)
- d) Sistemas de acondicionamiento de la energía
- e) Equipos anexos (comunicación, A/C, sensores, medición en distribución)

### **3. Hibridación de la generación**

- f) Criterios de selección de tecnologías: económicas - tecnológicas - usabilidad - logísticas
- g) Composición relativa de costos
- h) Optimización del sistema

### **4. Ejemplos prácticos con variadas situaciones y tipos de clientes y beneficiarios**

- i) Operación y mantenimiento
- j) Casos de éxito
- k) Análisis de fracasos en Microrredes





# Módulo 3

## 3.1 - ASPECTOS POLÍTICOS, REGULATORIOS, NORMATIVOS Y NUEVOS MERCADOS PARA LAS MICRORREDES (3 HORAS) – 30/09/2020

### Experiencia en Colombia (2 horas)

Presenta:

Juan David Molina, [juandavid.molina@colombiainteligente.org](mailto:juandavid.molina@colombiainteligente.org),  
[Colombia](http://www.colombiainteligente.org/)

Líder de gestión de Colombia Inteligente, Colombia  
<https://www.colombiainteligente.org/>



1. Aspectos políticos
2. Aspectos regulatorios
3. Aspectos normativos
4. Propuesta de interés para el sector energético dado el panorama en el corto plazo
5. Diseño de Microrredes sostenibles
6. Atributos tecnológicos
7. Atributos de planificación
8. Atributos de sostenibilidad



# Módulo 3

## 3.2 - Experiencias del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, IPSE, Colombia (0,5 horas) - 30/09/2020



Presenta:

Diego Edison Sánchez Ochoa, [diegosanchez@ipse.gov.co](mailto:diegosanchez@ipse.gov.co),  
Colombia

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

- 1. Microrredes en zonas no interconectadas**
- 2. Estrategias de sostenibilidad de las microrredes**
- 3. Mapa de ruta para expansión de la cobertura.**



# Módulo 3

## 3.3 - Experiencia en México (0,5 horas) – 30/09/2020



Presentan:

Diego Rivelino Espinoza Trejo, [espinoza\\_trejo\\_dr@uaslp.mx](mailto:espinoza_trejo_dr@uaslp.mx), México  
Prof. Investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México  
<http://www.uaslp.mx/>, <https://www.conacyt.gob.mx/>

José Ángel Pecina Sánchez, [angel.pecina@uaslp.mx](mailto:angel.pecina@uaslp.mx), México  
Prof. Investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México  
<http://www.uaslp.mx/>

- 1. Panorama general de la generación de energía en México**
- 2. Sistema Eléctrico Nacional de México**
- 3. Participación de las energías limpias en el mercado eléctrico**
- 4. Evolución y proyección de la generación distribuida en pequeña y mediana escala**
- 5. Perspectivas regulatorias y oportunidades para I+D en generación distribuida**
- 6. Estado de las acciones en México para la integración y desarrollo de redes inteligentes y almacenamiento de energía**



# Módulo 4

## 4.1 - GENERACIÓN DISTRIBUIDA: REGULACIÓN, NORMATIVA Y ASPECTOS TÉCNICOS

Experiencia en Brasil (3 horas) – 07/10/2020



Presenta:

Cicéli Martins Luiz, [ciceli@cemig.com.br](mailto:ciceli@cemig.com.br), Brasil

Coordinadora del Equipo de Estudio de Conexión para Generación Distribuida

Compañía Energética de Minas Gerais (Cemig), Brasil

<http://www.cemig.com.br/es-es/Paginas/default.aspx>

### **1. Aspectos regulatorios y técnicos - Regulaciones y Normas Brasileñas para Generación Distribuida**

- Principales puntos de la Resolución Normativa 482 - Sistema de Compensación
- Puntos principales del Procedimiento de Distribución Módulo 3
- Principales puntos de la Resolución 414 relacionados con GD
- Discusión sobre la resolución 482

### **2. Aspectos técnicos relacionados con la conexión de Generación Distribuida**

- Pilares de estudios de conexión
- Principales evaluaciones realizadas para analizar la conexión entre la DG y la SEP
- Participación económica de GD en la inversión relacionada con obras de conexión al sistema
- Impacto de la GD en el sistema eléctrico





# Módulo 5

## 5.1 - POLÍTICAS E IMPLEMENTACIÓN DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED (3 HORAS) - 14/10/2020

### Proyecto PRIER-Armstrong – Experiencia en Argentina (2 horas)

Presentan:

Pablo Bertinat, [pablobertinat@gmail.com](mailto:pablobertinat@gmail.com)

Coordinador del Proyecto PRIER / Armstrong, Argentina

<http://www.celar.com.ar/index.php/prier>

Gustavo Luis Airasca, [gustavoairasca@gmail.com](mailto:gustavoairasca@gmail.com), Argentina)

Responsable técnico del Proyecto PRIER / Armstrong, Argentina

Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos Limitada de Armstrong

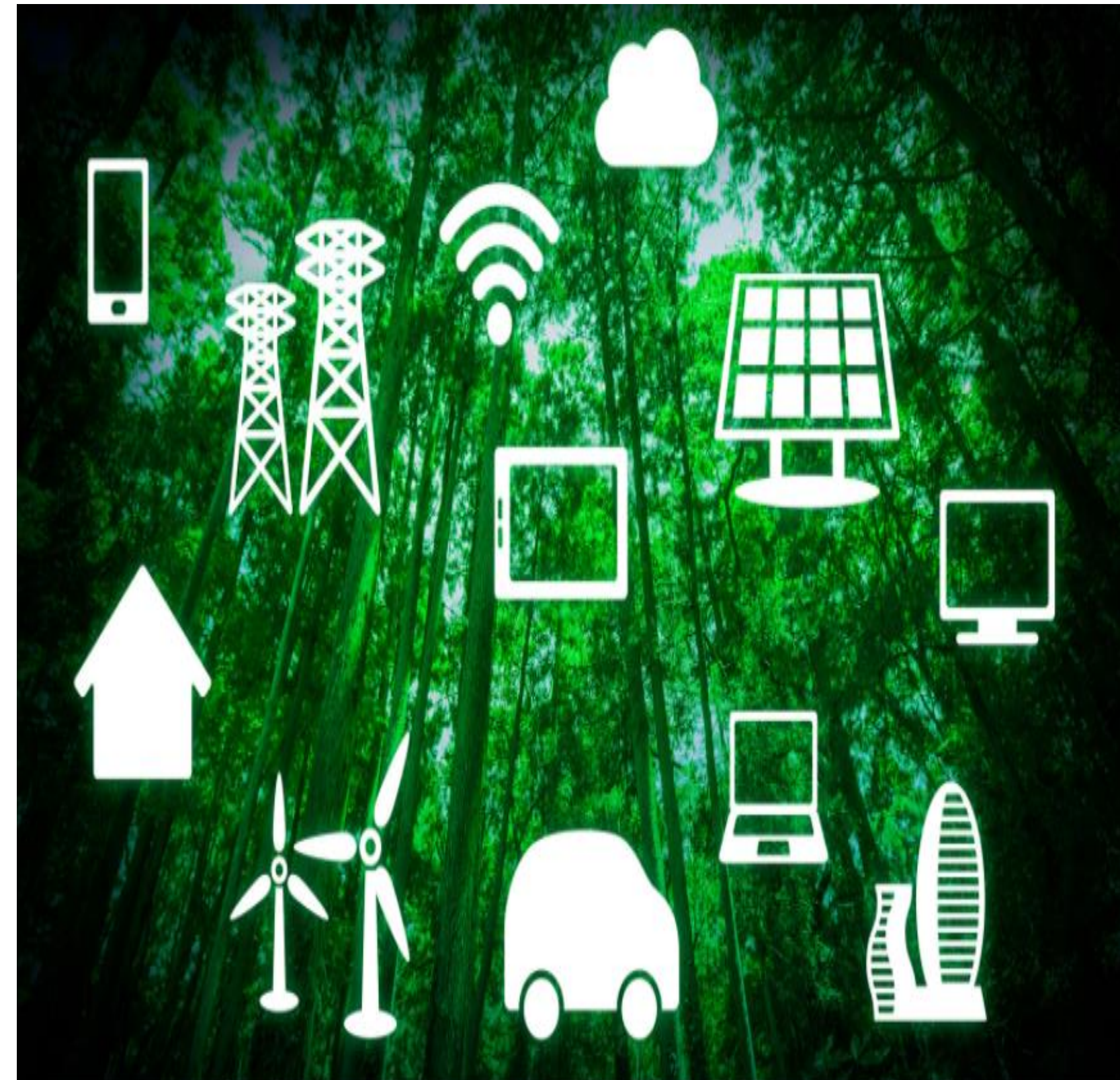
[www.celar.com.ar](http://www.celar.com.ar)

Gonzalo Gastón Gómez, [gonzalogomez.utn@outlook.com](mailto:gonzalogomez.utn@outlook.com) (UTN-FRRo, Argentina)

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario

Observatorio de Energía y Sustentabilidad

<https://www.frro.utn.edu.ar/contenido.php?cont=355&subc=23>





# Módulo 5

## 5.1 - POLÍTICAS E IMPLEMENTACIÓN DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED (2 HORAS) - 14/10/2020



1. Génesis del proyecto, asociatividades
2. Diseño y planificación de la propuesta
3. Red inteligente, desarrollo, lecciones aprendidas
4. Generación distribuida fotovoltaica y eólica conectada a red
5. Estudios asociados
6. Proyecto de acumulación cooperativa con fines de “peak shaving”
7. Gestión comunitaria del proyecto





# Módulo 5

## 5.2 - Experiencias en el Modelamiento y Simulación de Control Terciario de Microrredes – Experiencia en Perú - (0,5 horas) - 14/10/2020

Presenta:

Jorge Luís Mírez Tarrillo, [jmirez@uni.edu.pe](mailto:jmirez@uni.edu.pe), Perú

Grupo de Modelado y Simulación Numérica, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú

<https://www.ctic.uni.edu.pe/index.php/laboratorios/gmmns>



- 1.Caso de Estudio 1. Almacenamiento e Interconexión entre Microrredes.**
- 2.Caso de Estudio 2. Valle Inteligente con Microrredes.**
- 3.Caso de Estudio 3. Almacenamiento móvil en Microrredes.**





# Módulo 5

## 5.3 - Tecnologías de almacenamiento como soporte al desarrollo de energías renovables: actualidad y tendencias futuras – Experiencia en Ecuador (0,5 horas) - 14/10/2020

Presenta:

Julio Viola, [jviola@ups.edu.ec](mailto:jviola@ups.edu.ec), Ecuador

Grupo de Investigación en Energías, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

<http://www.ups.edu.ec/>



### **1.Sistemas de almacenamiento:**

- a) Baterías
- b) Supercapacitores
- c) Volantes de inercia
- d) Bombeo hídrico
- e) Compresión de aire
- f) Energía solar concentrada

### **2. Tendencias futuras**





# Módulo 6

## 6.1 - REQUERIMIENTOS DE INTEROPERABILIDAD EN LAS MICRORREDES (3 HORAS) – 21/10/2020

### Presentan:

Miguel Fuertes, [miguelfuertes@pti-sa.com.co](mailto:miguelfuertes@pti-sa.com.co) , Colombia  
Director Técnico Área de Comunicaciones, Potencia y Tecnologías Incorporadas SA,  
Colombia, Colombia  
[www.pti-sa.com.co](http://www.pti-sa.com.co)

Byron Calvache, [innovacion@metrum.com.co](mailto:innovacion@metrum.com.co) , Colombia  
Gerente Metrum, Colombia  
<https://www.metrum.com.co/>

### 1. Protocolos de comunicación y automatización en redes inteligentes

### 2. Conceptos de interoperabilidad

- Smart Grid – Arquitectura SGAM
- Interoperabilidad en el modelo SGAM
- Análisis funcional – Casos de Uso
- Selección de estándares y especificaciones técnicas
- Perfilado
- Pruebas
- IEC – Smart Grid Standards Map





# Módulo 7

## 7.1 CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DE MICRORREDES ELÉCTRICAS, AISLADAS Y CONECTADAS A LA RED (3 HORAS) – 28/11/2020

### Microrred Aislada Isla de Lençóis, Brasil (1,5 horas)



Presenta:

Luiz Antônio De Souza Ribeiro, [L.A.DeSouzaRibeiro@ieee.org](mailto:L.A.DeSouzaRibeiro@ieee.org) , Brasil

Prof. Investigador, Instituto de Energía Eléctrica, Universidad Federal de Maranhão, Brasil

<http://www.iee.ufma.br/>

**1.Introducción: aspectos generales sobre las microrredes**

**2.Funciones de los convertidores de microrredes**

**3.Control de microrredes**

**4.Aspectos a considerar al dimensionar las microrredes**

**5.Estudio de caso: Isla Lençóis**

a) Ubicación; restricciones; Topología

b) Controles primarios y terciarios

c) Curva de carga

**6. Problemas prácticos**

d) Coordinación de protección;

e) Desequilibrio actual;

f) Protección contra la atmósfera salina

g) Interacción generador diésel / rectificador de tiristores



# Módulo 7

## 7.2 - MICRORREDES EN DESARROLLO EN CAMPINAS, SÃO PAULO, BRASIL (1,5 HORAS) - 28/11/2020



Presenta:

Luiz Carlos Pereira da Silva, [lui@unicamp.br](mailto:lui@unicamp.br), Brasil

Prof. Investigador de la Universidad de Campinas, Brasil

Proyecto Campus Sustentable

<http://www.campus-sustentavel.unicamp.br/en/home-2/>

### **1. El proyecto Campus Sustentable**

### **2. El proyecto MERGE**

- a) LabREI:
  - i) Un laboratorio de investigación con perfil académico
  - ii) Recursos y resultados
- a) CAMPUSGRID: un laboratorio vivo
  - i) Características de la microrred
  - ii) Dimensionamiento
  - iii) Equipos y estructuras
  - iv) Interdisciplinariedad
- a) CONGRID
  - i) Características de la microrred
  - ii) Perspectivas de implementación

### **3. Proyectos complementarios**

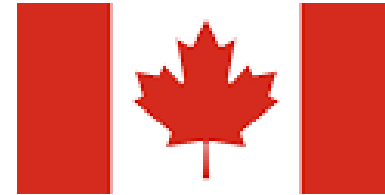
- a) Techos solares
- b) Almacenamiento
- c) Movilidad eléctrica



# Módulo 8

## 8.1 - SIMULACIÓN, MODELADO E IMPACTOS DE LAS MICRORREDES (3 HORAS) – 04/11/2020

Presenta:



Jean-Nicolas Paquin, [jean-nicolas.paquin@opal-rt.com](mailto:jean-nicolas.paquin@opal-rt.com), Canadá  
Gerente del departamento de aplicación eXpertise y simulación eléctrica (AXES) de OPAL-RT, Canadá  
<https://www.opal-rt.com/>

Syed Qaseem Ali, PhD, [Syed.QaseemAli@opal-rt.com](mailto:Syed.QaseemAli@opal-rt.com), Canadá  
Líder del equipo de distribución y generación del departamento de aplicación eXpertise y simulación eléctrica (AXES) de OPAL-RT, Canadá  
<https://www.opal-rt.com/>





# Módulo 8

## 8.1 - SIMULACIÓN, MODELADO E IMPACTOS DE LAS MICRORREDES

(3 HORAS) – 04/11/2020



### Conceptos generales de modelado, simulación y estudios requeridos para Microrredes

1. Introducción de las diferentes fases de diseño, pruebas y definición del diagrama V
2. Diversos dominios de simulación, tipo de estudio y herramientas de simulación para: protección, cortocircuito, flujo de carga, economía, EMT, TS, tiempo real / off-line
3. Definición de conceptos de EMT y RMS (fasor) bajo el concepto de HIL

### Conceptos de HIL

1. Pruebas de comisionamiento FAT mediante sistemas de tiempo real
2. Especificaciones para pruebas y aplicaciones en Microrredes

### Conceptos de tiempo real

1. Modelado y precisión en estado estable
2. Introducción a las técnicas de desacoplamiento y escalabilidad del simulador
3. Directrices y mejores prácticas

### Detalles de las técnicas de modelado de convertidores de electrónica de potencia

### Cómo modelar DER para estudios de Microrredes





# MÓDULO 9

## 9.1 EMULACIÓN EN TIEMPO REAL PARA LA VALIDACIÓN DE MICRORREDES (3 HORAS) – 11/11/2020

### Conceptos de Simulación en Tiempo Real y sus aplicaciones (1 hora)

Presenta:

Marcela Ribeiro Gonçalves da Trindade,  
[marcelatrindade@gmail.com](mailto:marcelatrindade@gmail.com) , Brasil

OPAL-RT - Business Development Manager, Brasil

<https://www.opal-rt.com/>



1. Simulación en tiempo real: definición y beneficios
2. Métodos de simulación
3. Los desafíos de la inserción de microrredes y generación distribuida en el sistema eléctrico
4. ¿Cómo resolver? Herramientas y técnicas aplicadas
5. Ciberseguridad: un nuevo desafío para redes cada vez más inteligentes





# MÓDULO 9

## 9.2 - Experiencia en Colombia – Laboratorio de Tiempo Real PTI S.A (1 hora) - 11/11/2020



Presenta:

Eduardo Gómez Luna, [eduardo.gomez@pti.com.co](mailto:eduardo.gomez@pti.com.co) ,  
Colombia

Ingeniero líder de Investigación, Desarrollo e  
Innovación, Potencia y Tecnologías Incorporadas SA,  
Colombia

[www.pti-sa.com.co](http://www.pti-sa.com.co)

- 1.Laboratorio de simulación en tiempo real  
PTI**
- 2.Normativa IEEE 2030.7e IEEE 2030.8**
- 3.Gemelo digital para la validación de  
Microrredes**





# MÓDULO 9

## 9.3 Experiencia en Brasil (1 hora) - 11/11/2020

### Presentan:

Rodrigo Bueno Otto, [rodrigobueno@pti.org.br](mailto:rodrigobueno@pti.org.br), Brasil  
Gerente del Centro de Simulación y Automatización de  
Sistemas Eléctricos  
Parque Tecnológico de Itaipú, Brasil  
[www.pti.org.br](http://www.pti.org.br)



Renzo Grover Fabián Espinoza, [renzo.espinoza@pti.org.br](mailto:renzo.espinoza@pti.org.br),  
Brasil  
Investigador del Laboratorio de Automatización y Simulación  
de Sistemas Eléctricos  
Parque Tecnológico de Itaipú, Brasil  
<https://www.pti.org.br/pt-br/lasse>

1. **Presentación del Laboratorio del PTI**
2. **Herramientas de análisis de Microrredes**
3. **Potencialidades de las plataformas de simulación en tiempo real**
4. **Plataformas de simulación RTDS y OPAL-RT**
5. **Presentación de un proyecto real del PTI/ITAIPU**
6. **Ensayos RTDS y evaluación de resultados**





# Módulo 10

## 10.1 - PLANEACIÓN Y GESTIÓN DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED Y AISLADAS (3 HORAS) – 18/11/2020

Presentan:



-  
Eduardo Caicedo, [eduardo.caicedo@correounivalle.edu.co](mailto:eduardo.caicedo@correounivalle.edu.co), Colombia  
Prof. Investigador de la Universidad del Valle, Colombia  
<https://www.univalle.edu.co/>

Danny Mauricio López, [danny.lopez@correounivalle.edu.co](mailto:danny.lopez@correounivalle.edu.co), Colombia  
Becario Postdoctoral de la Universidad del Valle, Colombia  
<https://www.univalle.edu.co/>

- 1. Conceptos fundamentales**
- 2. Desafíos de planificación y diseño**
- 3. El problema de la planificación**
- 4. Propuesta metodológica general de planificación**
- 5. Casos de estudio**
  - Zona interconectada
  - Zona no – interconectada
- 6. Gestión de Microrredes**





# Módulo 11

## 11.1 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA EN EL DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE MICRORREDES (3 HORAS) - 25/11/2020

### Conceptos Básicos de Electrónica de Potencia



Presenta:

Denizar Cruz Martins, [denizar.martins@gmail.com](mailto:denizar.martins@gmail.com), Brasil

Prof. Investigador del INEP, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil

<https://inep.ufsc.br/>

**1. Interruptores controlados, límites de tensión, corriente y frecuencia**



# Módulo 11

## 11.2 Estructuras básicas y aplicaciones de convertidores en microrredes - 25/11/2020



Presenta:

Jose Antenor Pomilio, [japomilio@gmail.com](mailto:japomilio@gmail.com) , Brasil

Prof. Investigador de la Universidad de Campinas, Brasil

<http://www.fee.unicamp.br/>

- 1.CA-CC, "front-end" principal de las cargas electrónicas (rectificadores a diodo)**
- 2.CC-CC, interfaz con paneles fotovoltaicos y baterías**



# Módulo 11

## 11.3 Convertidores CC-CA, VSI con control de corriente o control de tensión CA, bidireccionalidad de flujo de potencia, filtrado L, LC y LCL- 25/11/2020



Presenta:

Marcelo Lobo Heldwein, [marcelo.heldwein@ufsc.br](mailto:marcelo.heldwein@ufsc.br), Brasil  
Prof. Investigador del INEP, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil

<https://inep.ufsc.br/>





# Módulo 11

## 11.4 - Aplicaciones con control de corriente - 25/11/2020



Presentan:

Edson Watanabe, [watanabe@coe.ufrj.br](mailto:watanabe@coe.ufrj.br) , Brasil  
Prof. Investigador COPPE, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil  
<https://www.coppe.ufrj.br/>

Robson Dias, [dias@dee.ufrj.br](mailto:dias@dee.ufrj.br) , Brasil  
Prof. Investigador COPPE, Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil  
<https://www.coppe.ufrj.br/>

- 1. Inversor fotovoltaico**
- 2. Filtro activo y STATCOM**



# Módulo 11

## 11.5 - Aplicaciones con control de tensión - 25/11/2020



Presenta:

Luiz Antonio DeSouza Ribeiro, [L.A.DeSouzaRibeiro@ieee.org](mailto:L.A.DeSouzaRibeiro@ieee.org),  
Brasil

Prof. Investigador del IEE, Universidad Federal de Maranhão,  
Brasil

<http://www.iee.ufma.br/>

**1.Formación de redes**

**2.Aspectos de isla y PLL**



# Módulo 11

## 11.6 - Comportamientos "secundarios" debido a la presencia de múltiples convertidores en la microrred (lo que diferencia este tipo de red de la tradicional) - 25/11/2020



Presentan:

Marcelo Lobo Heldwein, [marcelo.heldwein@ufsc.br](mailto:marcelo.heldwein@ufsc.br), Brasil  
Prof. Investigador del INEP, Universidad Federal de Santa Catarina,  
Brasil

<https://inep.ufsc.br/>

Jose Antenor Pomilio, [japomilio@gmail.com](mailto:japomilio@gmail.com), Brasil  
Prof. Investigador de la Universidad de Campinas, Brasil

<http://www.fee.unicamp.br/>

### **1. Interacciones entre convertidores**

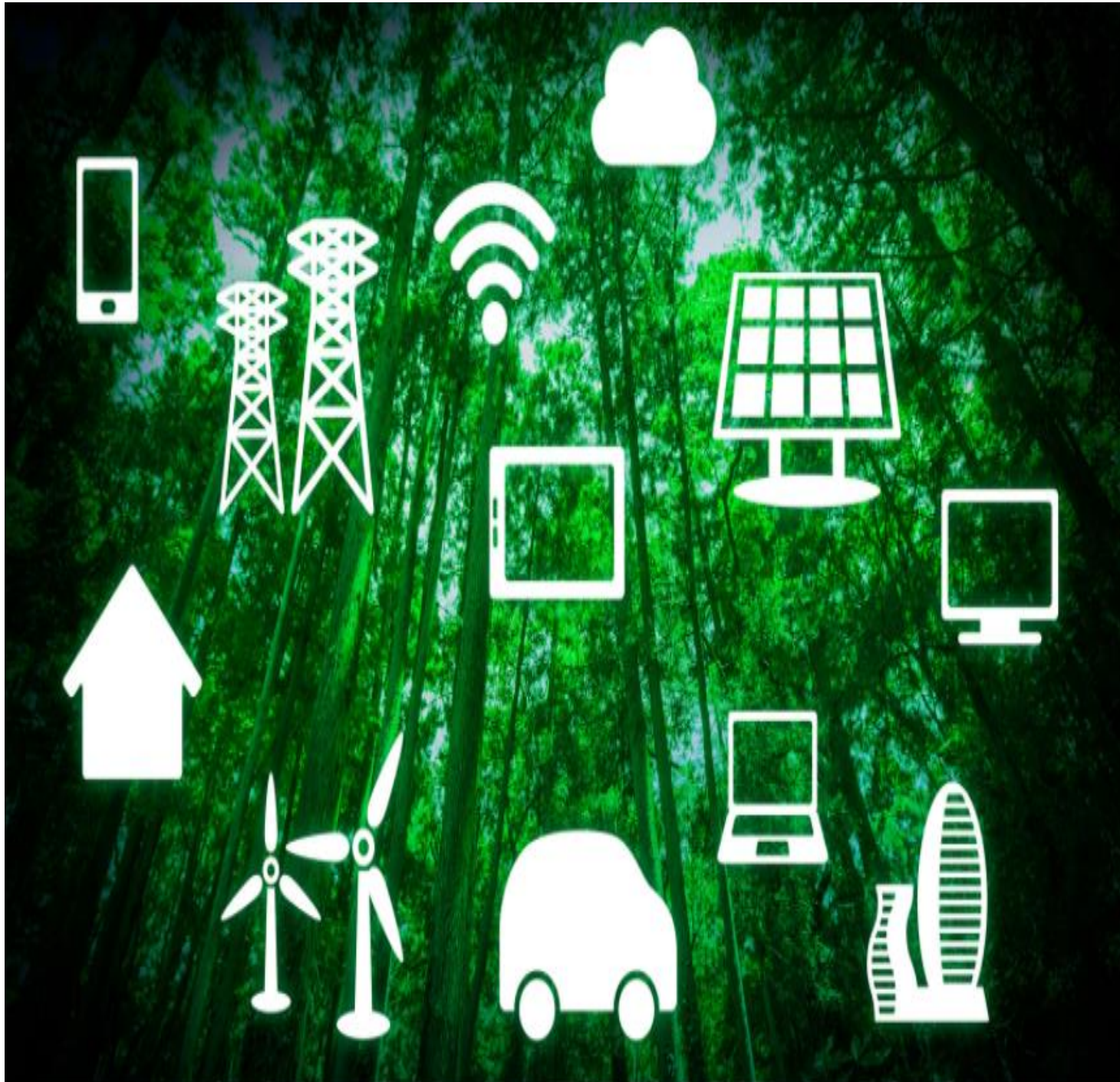
- a) Circulación de corriente entre convertidores
- b) Inestabilidad sistémica

### **2. Aspectos de calidad de la energía eléctrica**





# Módulo 12



## 12.1 - OPERACIÓN Y CONTROL DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED Y AISLADAS (3 HORAS) – 02/12/2020



### PARTE 1: 1 HORA

Presenta:

José Miguel Ramírez [jose.ramirez@correounivalle.edu.co](mailto:jose.ramirez@correounivalle.edu.co) , Colombia

Prof. Investigador en la Universidad del Valle, Colombia

<https://www.univalle.edu.co/>

- 1.Introducción: el sistema de control de Microrredes CA, desafíos e impactos. (Control aplicado a la Normativa IEEE 2030.7)
- 2.Requerimientos funcionales de control: funciones centrales de despacho y transición, funciones de nivel inferior y superior. (Control aplicado a la Normativa IEEE 2030.7)
- 3.Jerarquía de controles: control primario, control secundario, control terciario (control aplicado a la Normativa IEEE 2030.7)



# Módulo 12

## 12.2 - OPERACIÓN Y CONTROL DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED Y AISLADAS - (3 HORAS)

02/12/2020



### PARTE 2: 1 HORA

Presenta:

Alejandro Garcés [alejandro.garces@utp.edu.co](mailto:alejandro.garces@utp.edu.co)

Prof. Investigador en la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

<https://sites.google.com/a/utp.edu.co/alejandro/>

1. Control secundario y control terciario en microrredes (Gestión y operación de microrredes)
2. Estabilidad
3. Operación modo isla y conectado a red





# Módulo 12

## 12.3 - OPERACIÓN Y CONTROL DE MICRORREDES CONECTADAS A LA RED Y AISLADAS (3 HORAS) – 02/12/2020



### PARTE 3: 1 HORA

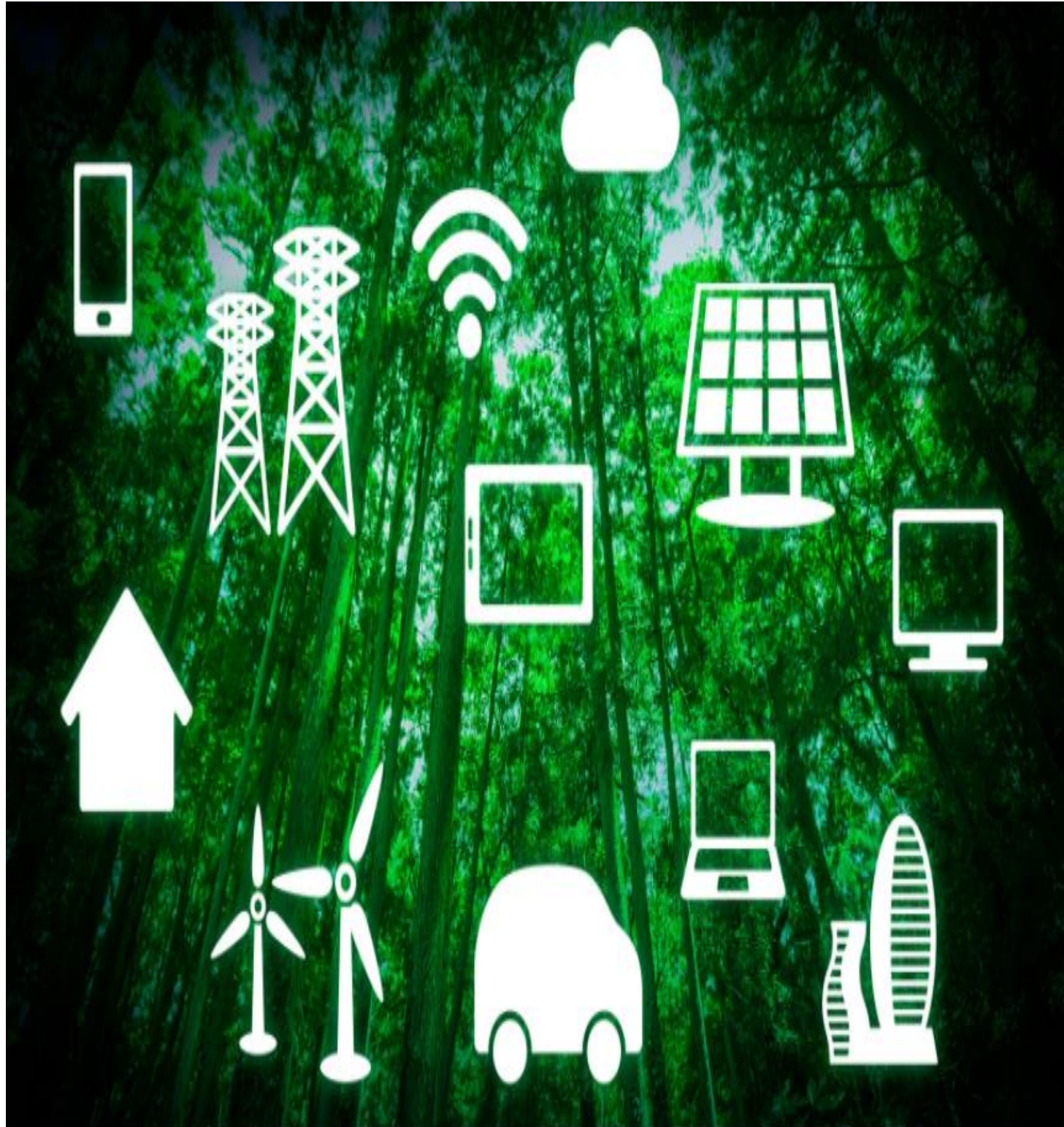
Presenta:

Johnny Posada, [jposada@uao.edu.co](mailto:jposada@uao.edu.co), Colombia

Prof. Investigador en la Universidad Autónoma de Occidente,  
Colombia

[www.uao.edu.co](http://www.uao.edu.co)

1. Droop control, impedancia virtual
2. Máquinas virtuales síncronas





# Módulo 13

## 13.1 - DESAFÍOS E IMPACTOS TÉCNICOS DE LAS MICRORREDES CONECTADAS A LA RED (3 HORAS) – 09/12/2020

Presentan:

Gustavo Ramos, [gramos@uniandes.edu.co](mailto:gramos@uniandes.edu.co) , Colombia

Prof. Investigador del Depto de Electricidad y Electrónica, Escuela de Ing.,  
Universidad de los Andes, Colombia

<https://uniandes.edu.co/>

María Isabel Carvajal, [carvajal.maria@correounivalle.edu.co](mailto:carvajal.maria@correounivalle.edu.co) , Colombia

Ingeniera electricista

<https://www.univalle.edu.co/>

1. Calidad de Energía (V,I): Distorsión armónica de tensión y corriente
2. Variación de tensión en el nodo: Variación de magnitudes ante inyección de energía
3. Protecciones eléctricas: Comportamiento ante flujos bidireccionales, adaptabilidad
4. Estabilidad del sistema: Pérdida de Inercia
5. Cargabilidad: el problema de la gestión de la demanda





# Módulo 14

## 14.1 - RELACIÓN TECNOLOGÍA-COMUNIDAD, DESAFÍOS Y FUTURO DE LAS MICRORREDES – CIERRE DEL CURSO (3 HORAS) – 16/12/2020

### Relación Tecnología-Comunidad en Experiencias de Microrredes Eléctricas en Poblaciones Rurales Aisladas: Análisis Comparado de Modelos de Gestión en Casos de Argentina y Colombia (1 hora)

Presentan:

Guillermo Pleitavino, [glpleitavino@gmail.com](mailto:glpleitavino@gmail.com) , Argentina  
ONG 500 RPM

<http://www.500rpm.org/>

Jaime Benavides Martínez, [jbenavides@uao.edu.co](mailto:jbenavides@uao.edu.co) , Colombia  
Universidad Autónoma de Occidente

[www.uao.edu.co](http://www.uao.edu.co)



1. **Introducción: contextualización geográfica, ambiental, tecnológica y sociocultural de casos**
2. **Relación tecnología - comunidad: variables socioculturales, sistema de toma de decisiones, factores de resistencia, estructura social comunitaria, acervo de conocimientos, aceptación-barreras-resistencia a la tecnología. Apreciaciones conceptuales**
3. **Diagnóstico socio-cultural participativo. Insumos para el diseño de la gestión y el monitoreo participativo de Microrredes eléctricas en poblaciones rurales aisladas: metodología, impactos multidimensionales, herramientas y material didáctico.**
4. **Diseño participativo de la microrred. empatía - persuadir o sensibilizar, obstáculos y abordajes**
5. **Gestión comunitaria de microrredes eléctricas en poblaciones rurales aisladas. Co-construcción desde el diseño a la ideación de la solución. Sostenibilidad cultural.**
6. **Gestión familiar del recurso energético. Control del consumo energético en el hogar: roles en la gestión del servicio energético**
7. **Consideraciones sobre la dimensión género. La mujer y sus contextos en relación a las problemáticas y soluciones de electrificación rural aislada**
8. **Lecciones aprendidas, impactos, particularidades, desafíos teóricos y metodológicos**



## Mesa Redonda: “Futuro de las Microrredes - Visión Desde la Investigación, las Empresas y los Gobiernos” (2 horas)



# COORDINADORES DEL CURSO

Eduardo Gómez Luna, [eduardo.gomez@pti.com.co](mailto:eduardo.gomez@pti.com.co) , Potencia y Tecnologías Incorporadas SA, Colombia  
Guillermo Oscar Garcia, [ggarciasapino@gmail.com](mailto:ggarciasapino@gmail.com) , Universidad Nacional de Rio Cuarto y CONICET, Argentina  
Johnny Posada Contreras, [jposada@uao.edu.co](mailto:jposada@uao.edu.co) , Universidad Autónoma de Occidente, Colombia  
José Antenor Pomilio, [japomilio@gmail.com](mailto:japomilio@gmail.com) , Universidad de Campinas, Brasil  
Juliana Ulian, [juliana@ghmsolutions.com.br](mailto:juliana@ghmsolutions.com.br) , GHM Solutions, Brasil





# GRACIAS!

## EDUARDO GÓMEZ LUNA, PhD

Ing. Líder de investigación, desarrollo e innovación.

**PBX:** +57 (2) 336-6461 Ext 542 **CEL:** 3173794004

**DIR:** Carrera 56, 2-50, Cali – Colombia

[eduardo.gomez@pti-sa.com.co](mailto:eduardo.gomez@pti-sa.com.co) - [www.pti-sa.com.co](http://www.pti-sa.com.co)



**MEIHAPER**  
MICRORREDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES HÍBRIDAS  
CON ALTA PENETRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

PROGRAMA  
IBEROAMERICANO

**CYTED**  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO