MONITOREO Y CONTROL PREDICTIVO DE MICRORREDES CON GENERACIÓN RENOVABLE

Rodrigo M. Schierloh Jose L. Godoy Fabio M. Vincitorio Cristian L. Salcedo

CyT: Ciencia y Tecnología; UTN-FRP; Paraná, Entre Ríos

1) INTRODUCCIÓN

Situación energética actual

La necesidad de abastecer la creciente demanda de energía eléctrica a nivel mundial de manera eficiente, flexible y sustentable ha promovido el interés en nuevos esquemas de generación y consumo. Por el lado de la generación, surgieron los conceptos de Generación Distribuida y Renovable asociadas a las microrredes; por el lado de la carga, surgieron las estrategias de Gestión de la Demanda, que permiten optimizar el consumo (ideales para los sistemas de climatización, dado que representan el 10% de consumo de energía mundial).

¿Qué es una microrred?

Una microrred eléctrica puede definirse como un grupo de cargas interconectadas y de recursos de energía distribuidos dentro de límites eléctricos definidos que actúa como una entidad controlable con respecto a una red de distribución de energía eléctrica. Las microrredes pueden funcionar conectadas a la red de distribución o en modo isla.

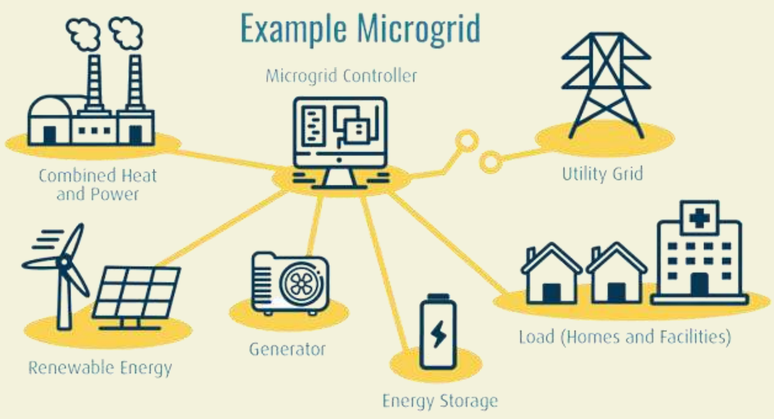


Figura 1: diagrama de una microrred on grid.

Desafíos

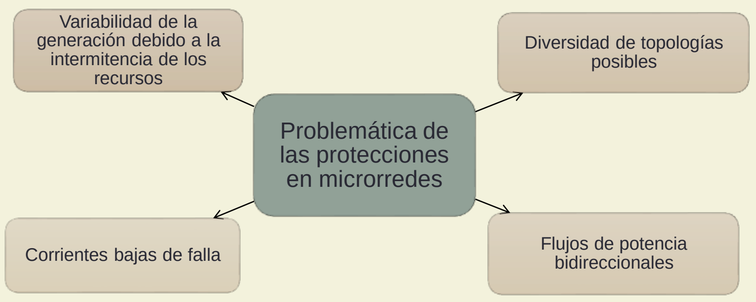
La operación de las microrredes implica una serie de desafíos asociados a la **gestión de la energía** y a los **sistemas de monitoreo y protección de fallas**, para garantizar una operación eficiente, segura y estable.

A) Gestión de la energía

La gestión de la energía (nivel terciario) debe lograr la operación eficiente de la microrred, a través de la **gestión del despacho** de los recursos de energía distribuidos (paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas, baterías, etc.) y de **la gestión de la demanda.**

Figura 2: jerarquía de control en microrredes.

B) Monitoreo y protección de fallas



2) PROPUESTA DEL PROYECTO

Gestión de energía

Se desarrolló un esquema de gestión óptima de energía, aplicable a **dos casos de interés regional**, capaz de gestionar tanto el despacho como la demanda (equipos de climatización). El esquema se basa en un **control predictivo** (MPC) que incluye modelos térmicos mono-zona y multi-zona (análogos RC), y un modelo para las baterías. Además, se desarrollaron modelos de predicción de radiación solar, temperatura ambiente y demanda de la carga (el primero a partir de reconciliación de escala y los últimos a través de reconciliación de nivel).

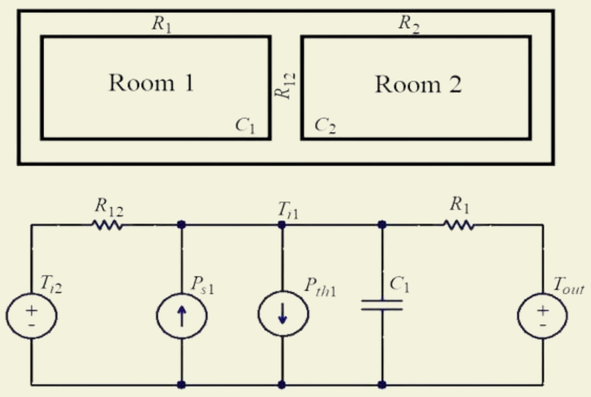


Figura 3: Modelo térmico análogo a circuito RC.

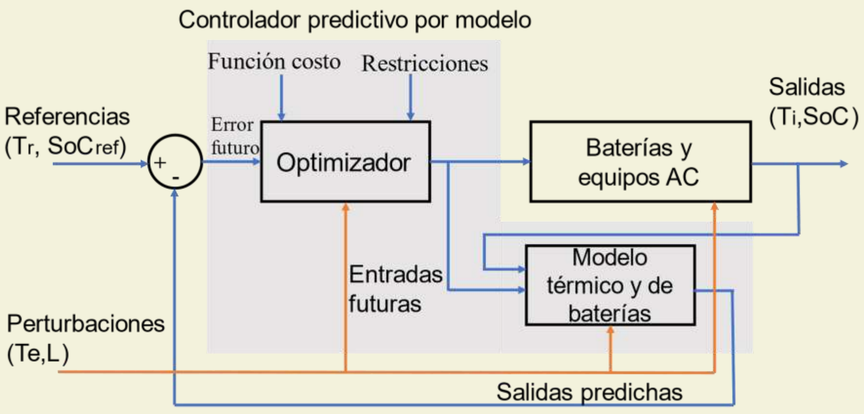


Figura 4: esquema del controlador MPC.

- **Caso 1 (granja avícola):** microrred con funcionamiento aislado, integrada por 15 kW de PV, generador diésel de 10 kW, 5 kWh de baterías, cargas no controlables y cargas controlables (equipos de AC de 10 kW).
  - Objetivo de control: maximización de la utilización de energía solar y del confort térmico.

- **Caso 2 (gran usuario de energía con elevado consumo en equipos AC y varios ambientes):** microrred conectada a la red con integración de 20 kW de PV, 15 kWh de baterías, cargas no controlables y cargas controlables (equipos AC, con potencia instalada de 220 kW). La demanda total es superior a los 300 kW.
  - Objetivo de control: minimizar el gasto de factura eléctrica, dado el mecanismo de facturación de la empresa distribuidor, manteniendo el confort térmico.

Monitoreo de fallas

Se diseñó una algorítmica capaz de detectar, identificar y aislar fallas que se produzcan dentro de la microrred. La lógica se basa en la diferencia entre valores de corrientes medidos en cada malla y los calculados por modelos (utilizando la impedancia de líneas).

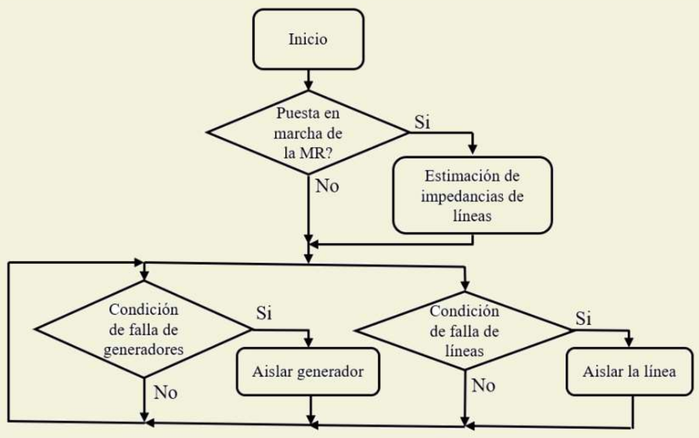


Figura 5: estrategia de detección de fallas.

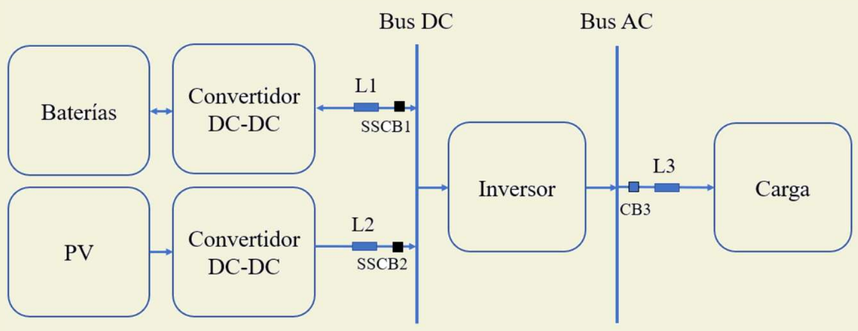


Figura 6: microrred propuesta para monitoreo de fallas.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Mediante simulación se obtuvo que para el Caso 1, la estrategia utiliza mejor las baterías, aprovecha 10% mas de la energía solar generada, requiere 55% menos de diésel y utiliza 19% menos de energía en los equipos AC. Para el Caso 2, la estrategia produce un beneficio económico mensual de 26%, manteniendo la temperatura en el rango (23ºC-26ºC).

La evaluación arrojo resultados satisfactorios, ya que se cumplieron los objetivos de control, respetando las restricciones del sistema.

El desempeño del algoritmo de detección, identificación y localización de fallas se observa en la Tabla I.

TABLA I
CONDICIONES DE FALLA PARA CADA CASO SIMULADO

Caso	Falla	SoC %	Rad W/m²	Carga kW	R_{falla} Ω	Lugar	Detecta
1	C.C.	20	300	1	R_{cc}=10	L1	Si
2		50	1000	6	R_{cc}=1	L2	Si
3		100	500	3	R_{cc}=0.1	L3	Si
4	D.T.	20	300	1	R_{GND}=0.1	L1	Si
5		50	1000	6	R_{GND}=1	L2	Si
6		100	500	3	R_{GND}=10	L3	Si
7	C.A.	20	300	1	-	L1	Si
8		50	900	6	-	L3	Si
9		100	500	3	-	L2	Si
10	PV	50	800-400	3	-	-	Si
11	Carga	50	500	6	-	L3	Si

En la tabla se aprecia que el algoritmo fue capaz de detectar correctamente las fallas en las líneas como en los paneles además de detectar el arranque de cargas pesadas, sin falla.