



Optimización en redes de energía

Andrés Ferragut - Universidad ORT Uruguay

Foro de 2a. transición energética: hacia la descarbonización de la demanda

Agosto 2024.



Algunos números

- En Uruguay se vendieron **860.000 m³** de gasolina en 2021.
- Corresponden a **10300 millones de kms.** (a 12 km/l)
- Se requieren **1300 GWh** anuales para sustituir la gasolina (a 0.125 kwh/km)
- Uruguay consumió **11200 GWh** en 2021, y exportó **2800 GWh**, mayormente de fuentes renovables.



La energía está:

Uruguay dispone de la energía eléctrica para electrificar todo su parque automotor inmediatamente.

Desafío:

Se requiere **gestionar** la demanda para evitar la **congestión** de la red eléctrica.

¿Cómo lo hacemos?: Optimización, optimización, optimización...

Nuestro equipo:

Grupo de Matemática Aplicada a Telecomunicaciones y Energía
Universidad ORT Uruguay

Investigadores:

- Fernando Paganini (SNI Nivel III)
- Andrés Ferragut (SNI Nivel II)

Colaborador:

- Enrique Briglia

Proyectos y Estudiantes

- Múltiples proyectos financiados a través del Fondo Sectorial de Energía (DNE-ANCAP-UTE-ANII) desde 2012.
 - **Gestión de recarga de vehículos eléctricos y su integración inteligente con la red eléctrica, 2019-2021.**
 - **Red de recarga adaptativa para vehículos eléctricos. 2021-2022.**
- Una decena de estudiantes y graduados del grupo en estos años.
- Mantenemos además colaboración activa con UdeLaR y universidades del extranjero (Caltech, Johns Hopkins, Georgia Tech).

Aportes realizados

Mencionamos ahora algunos ejemplos de aportes que hemos construido en este tiempo.

Foco común: Incorporar estrategias de *optimización* y *probabilidad* para generar algoritmos con impacto práctico.

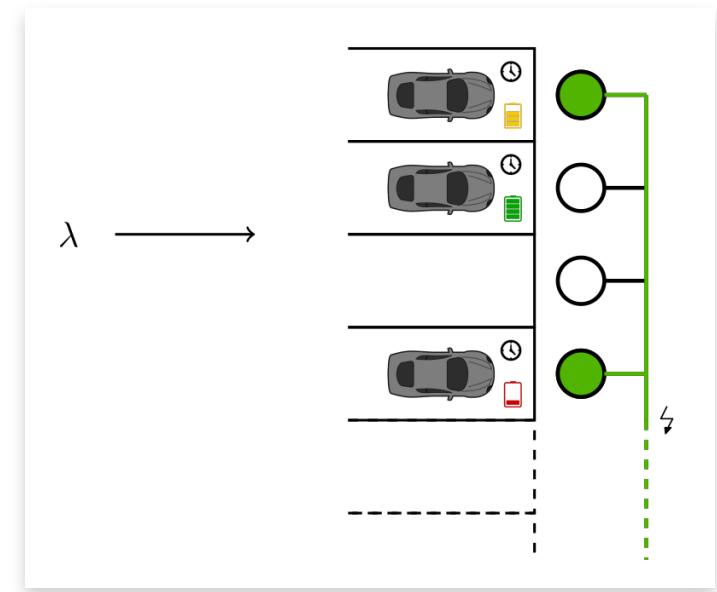
Ejemplo: agenda de vehículos

Consideremos un parking que ofrece servicio de carga de vehículos.

Pregunta:

Si tengo congestión, ¿en qué orden se deben cargar los vehículos?

¿En orden de llegada? *Muy mala idea*



Solución 1:

Priorizar por *urgencia* de la carga (tiempo de partida).

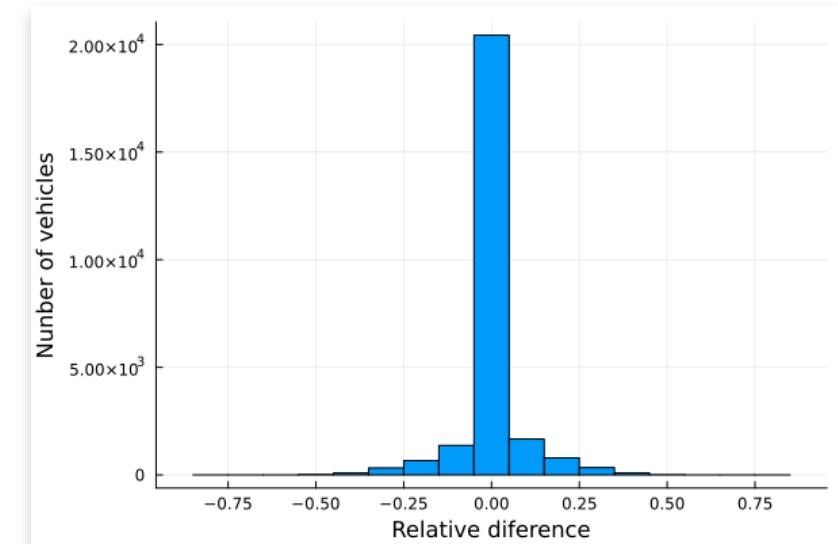
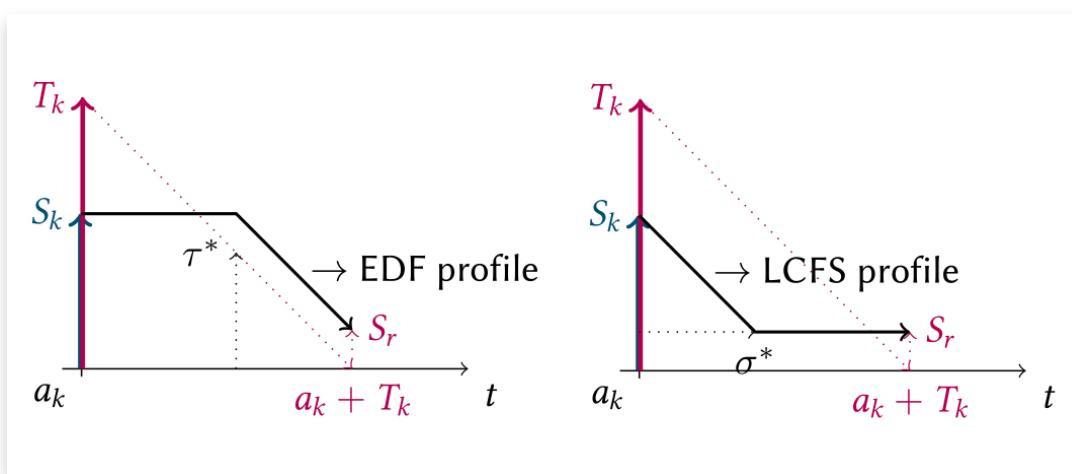
Mejor...pero tengo que confiar en los usuarios...

Ejemplo: agenda de vehículos

Solución 2:

Cargarlos en orden **inverso** al de llegada.

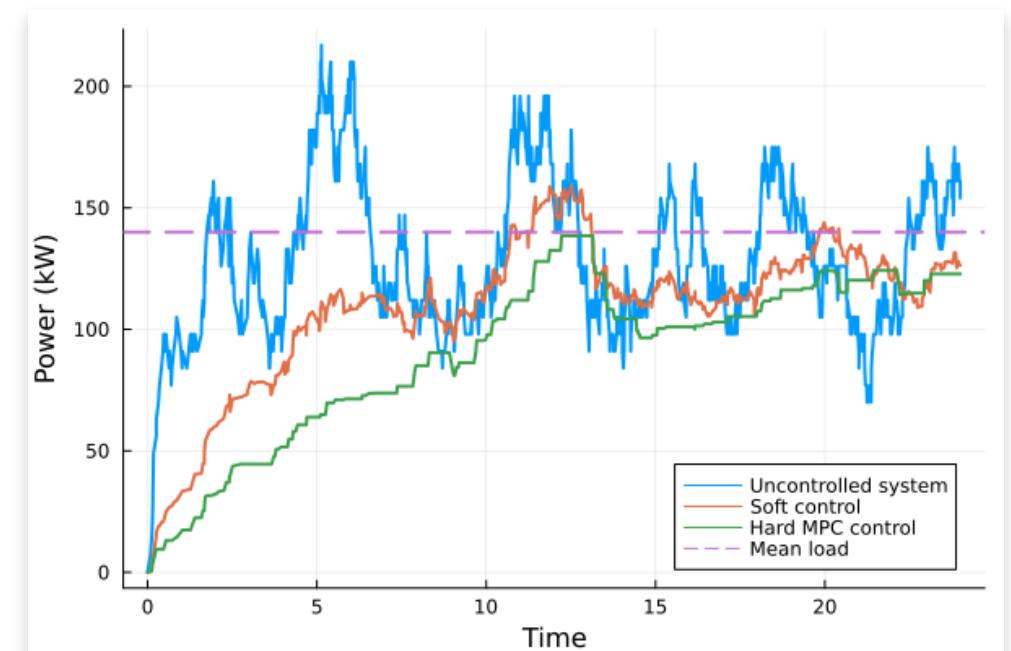
Contraintuitivo, pero aproxima perfectamente el algoritmo anterior *sin necesidad de saber el tiempo de permanencia*.



Ejemplo: gestión de demanda de EVs

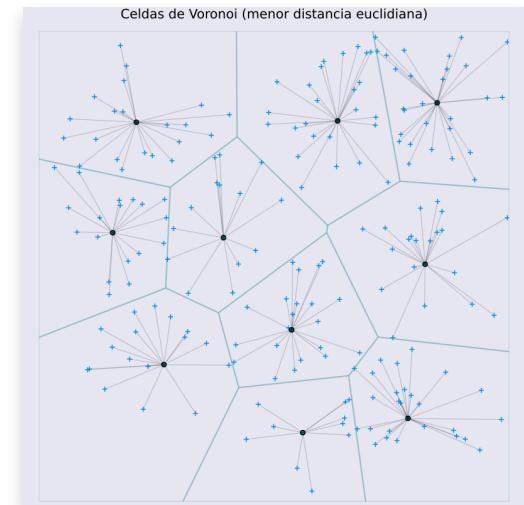
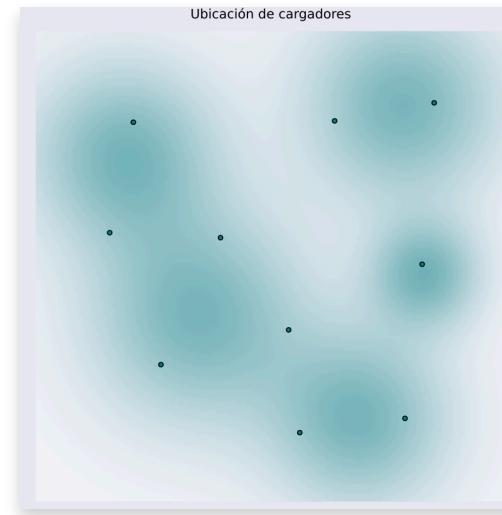
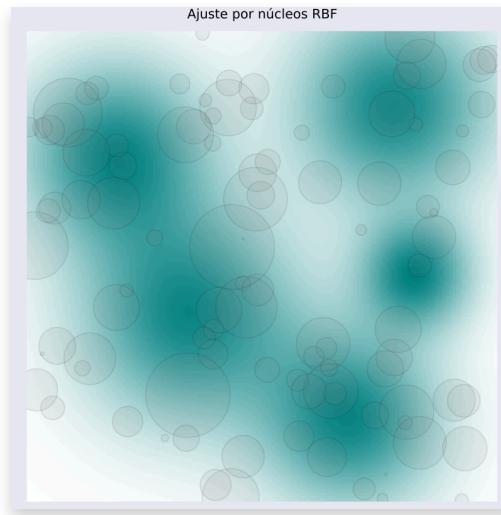
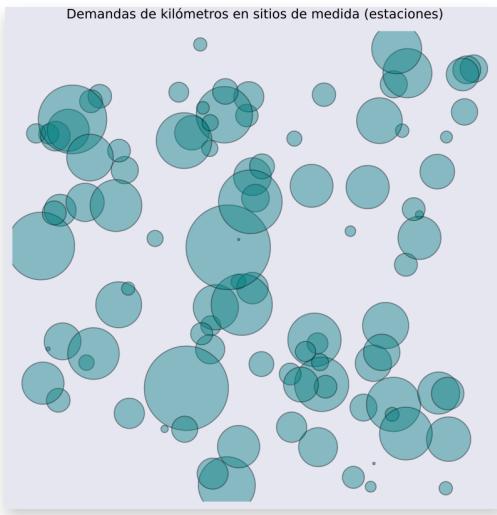
Idea: Si tengo control sobre la carga puedo aprovechar la **flexibilidad** de los usuarios.

- Ejemplo: en Canadá, 95% del tiempo los vehículos están *parados*.
- Podemos *optimizar* la gestión de carga para minimizar el impacto en la red:
 - Disminuir picos de potencia.
 - Reducir el desbalance trifásico.



Ejemplo: ubicación de puestos de carga

Idea: a partir del consumo actual georreferenciado, diseñar una infraestructura de carga óptima para una región:



Solución: diseñamos un algoritmo de Machine Learning para estimar la demanda, y calculamos los puntos de ubicación óptima de cargadores.

Ejemplo: asignación dinámica de usuarios

Idea: estudiar cómo funciona la congestión en una red *urbana* de cargadores.

- Los usuarios eligen el cargador más cercano?
- O eligen uno que les proporcione más tiempo de carga/energía?

Pregunta: Si dejamos a los usuarios elegir de manera egoísta, ¿se llega a un equilibrio?
¿Es eficiente?

Resultado: Probamos que las decisiones egoístas alcanzan un equilibrio y
caracterizamos su ineficiencia.

Ejemplo: asignación dinámica de usuarios



Conclusiones

- Debemos adecuar la *gestión* de la red para evitar la *congestión*.
- Debemos incorporar algoritmos y matemática para llevarlo a cabo.
- El desafío ahora es incorporar la investigación en el desarrollo de nuevos proyectos.





Muchas gracias

Contacto: ferragut@ort.edu.uy

Website: <https://aferragu.github.io>

