

# El nuevo sistema eléctrico

## Redes inteligentes y gestión de la demanda

Dr. Ing. Mario Vignolo

TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN ENERGÍAS RENOVABLES



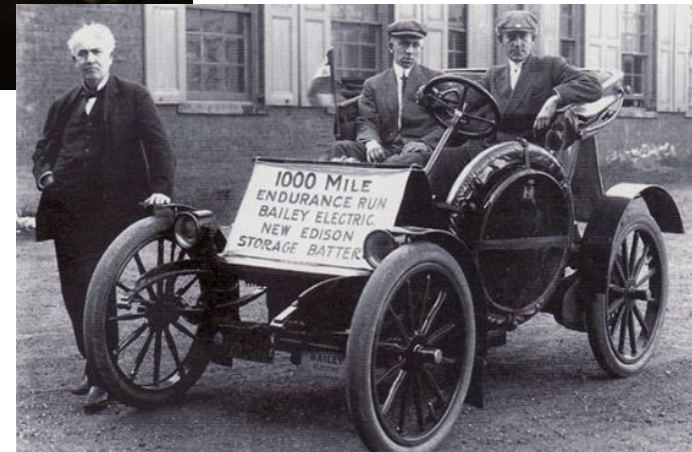
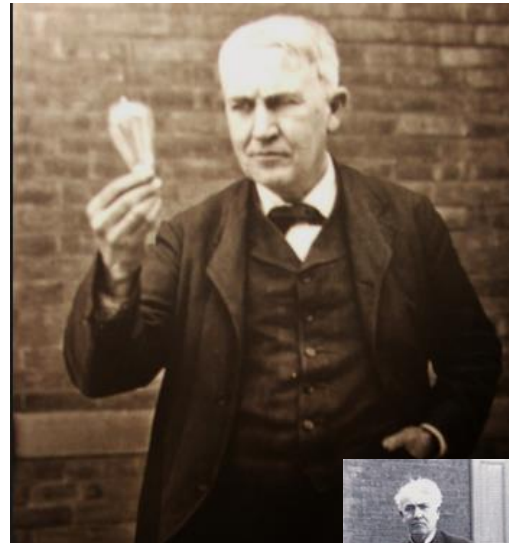
INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA



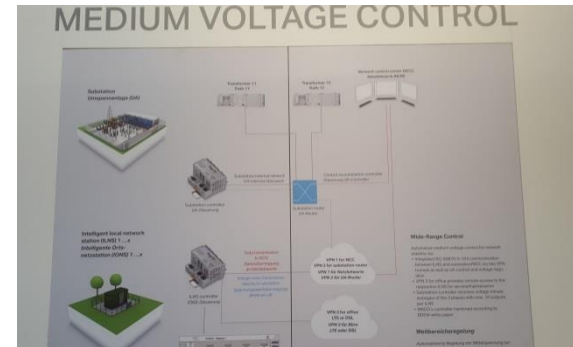
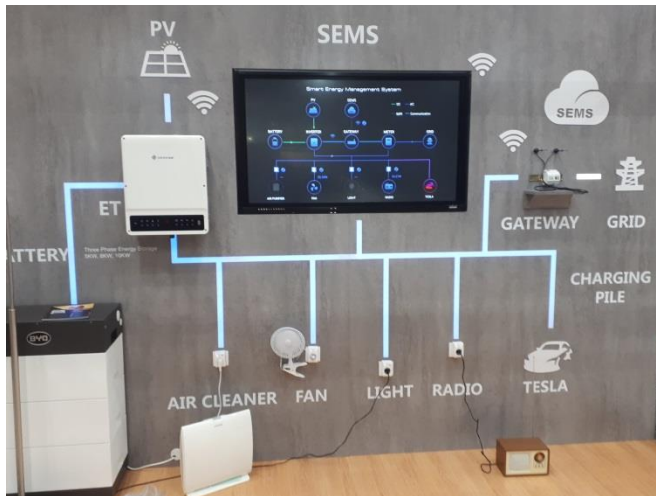
# Contenido

This Room Is Equipped With  
***Edison Electric Light.***  
Do not attempt to light with  
match. Simply turn key  
on wall by the door.

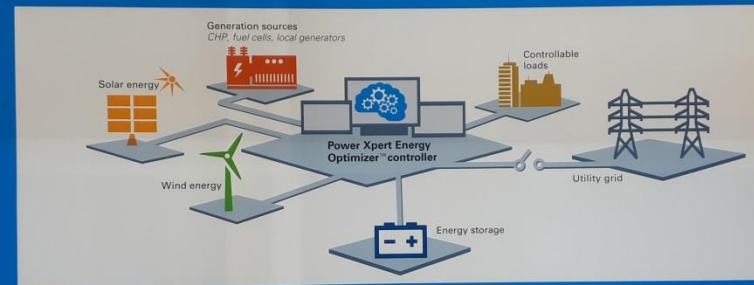
The use of Electricity for lighting is in no way harmful  
to health, nor does it affect the soundness of sleep.



# Contenido

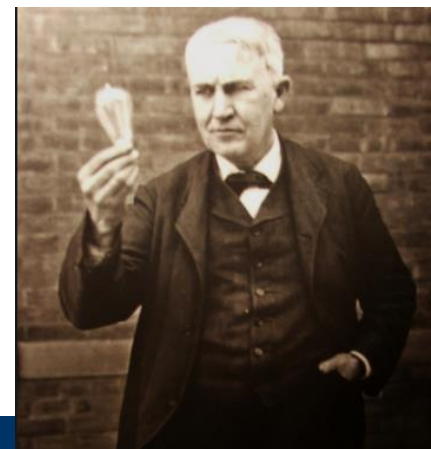


## Microgrid Energy System



Advanced intelligent controls  
Utility-proven automation solutions  
Configurable, modular, scalable  
Project turnkey experience

# El principio de los Sistemas Eléctricos...



- 1879: Edison muestra el uso de la electricidad en Nueva York
- Rápidamente se implementa el uso de la electricidad en varias ciudades a través de la instalación de generadores y redes eléctricas locales (**generación distribuida**)
- Las plantas de generación eran construidas por las propias industrias para abastecer sus necesidades (autoproducción) o por empresas privadas o municipios para abastecer una ciudad

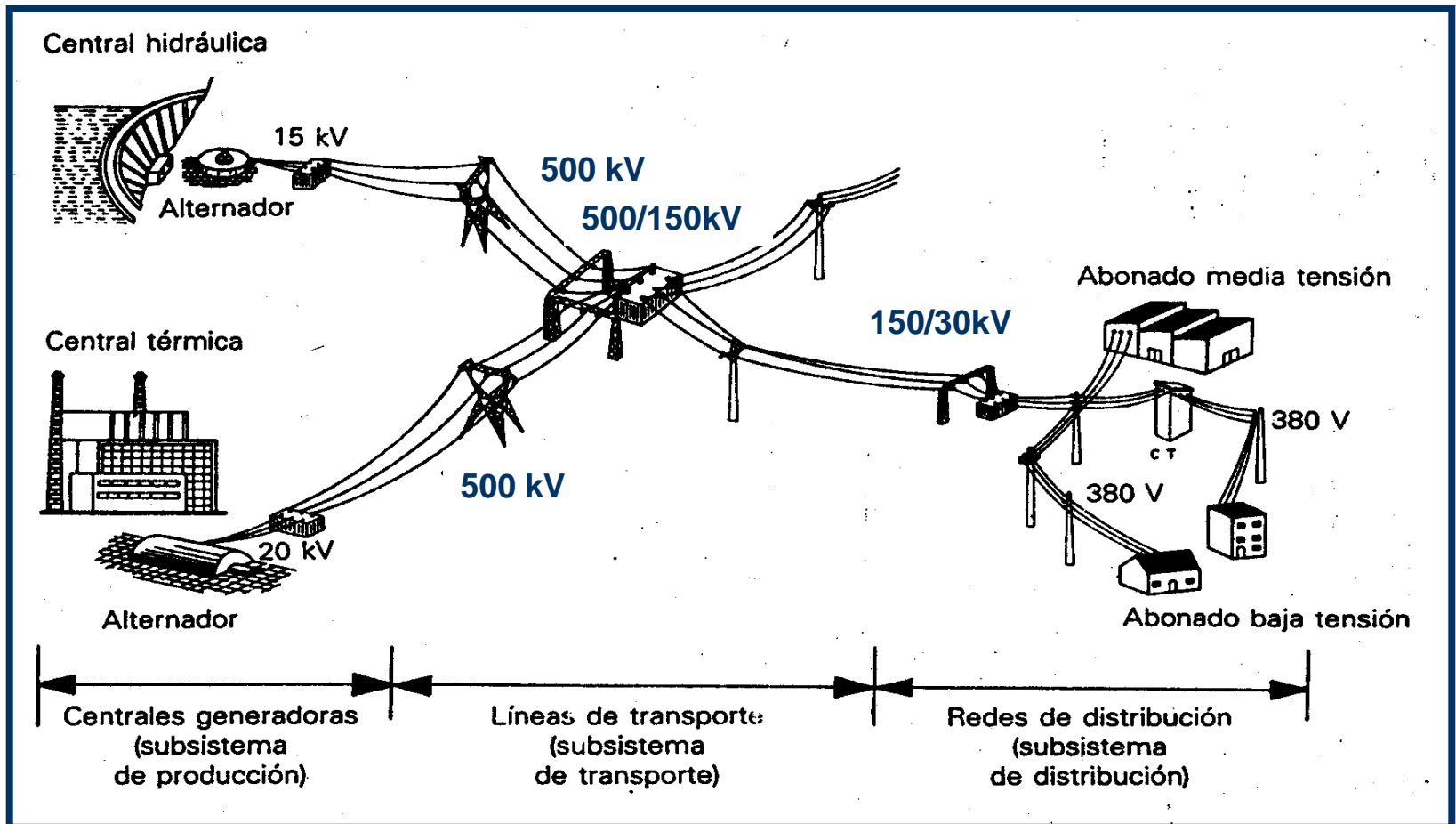
# El principio de los Sistemas Eléctricos...1930 GD

- No existía regulación, solo **concesiones con creación de servidumbres**
- En EEUU se comenzaron a desarrollar los sistemas interconectados a través de los holdings de empresas
- 1930: La Gran Depresión. En América Latina las empresas enfrentan dificultades y el Estado se comienza a hacer cargo del sector eléctrico, creando las **empresas eléctricas nacionales**.

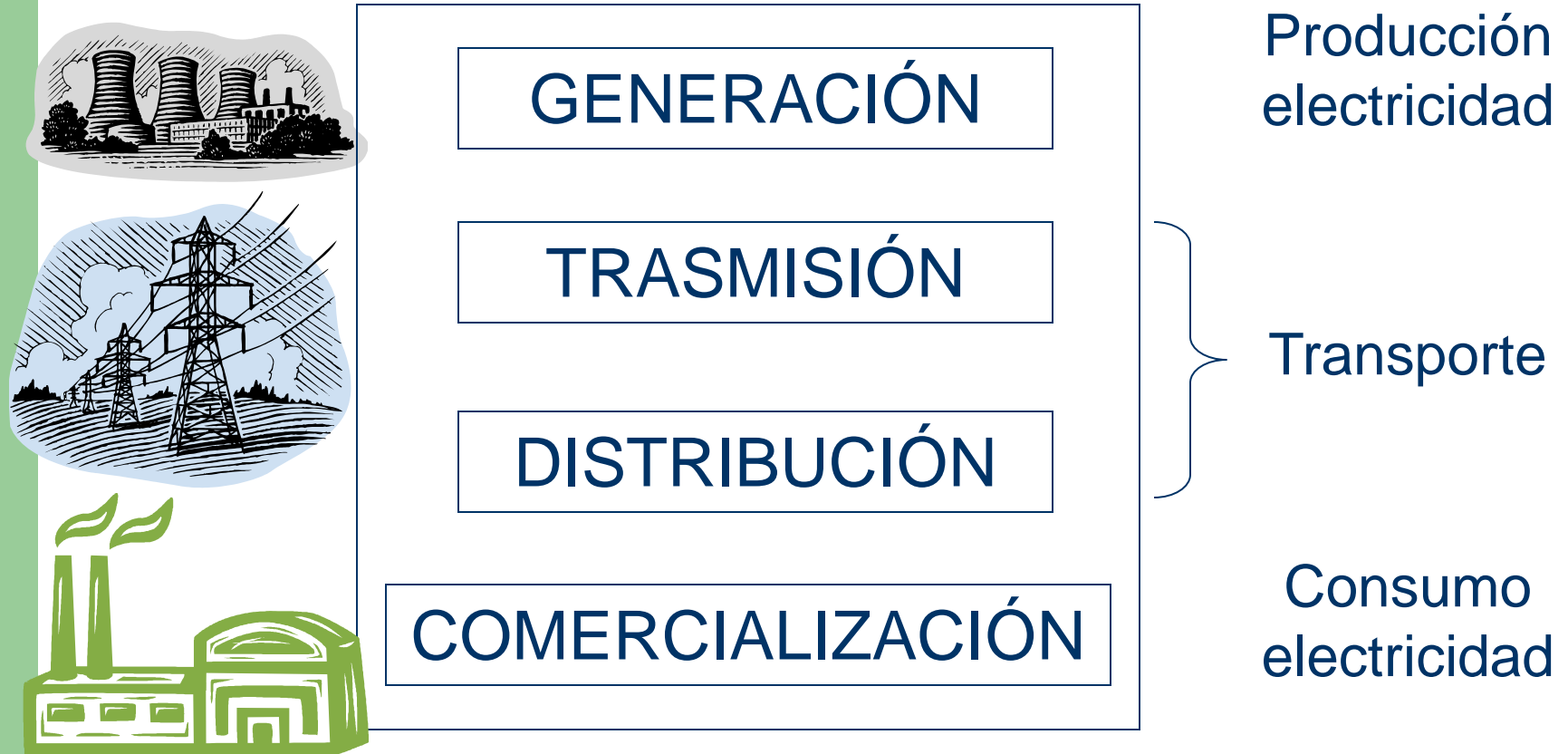
# Evolución de los Sistemas Eléctricos....1940-1970

- En EEUU el sector eléctrico sigue en manos privadas pero **aumenta la regulación** en el sector
- En el Reino Unido se mantiene el CEB (Central Electricity Board), creado en 1920, inicialmente en manos de algunas empresas privadas y municipios y luego nacionalizado.
- Los sistemas eléctricos crecen, se desarrollan proyectos de generación, transmisión y distribución.
- Se interconectan los sistemas

# El Sector Eléctrico del Siglo XX



# El Sector Eléctrico del Siglo XX

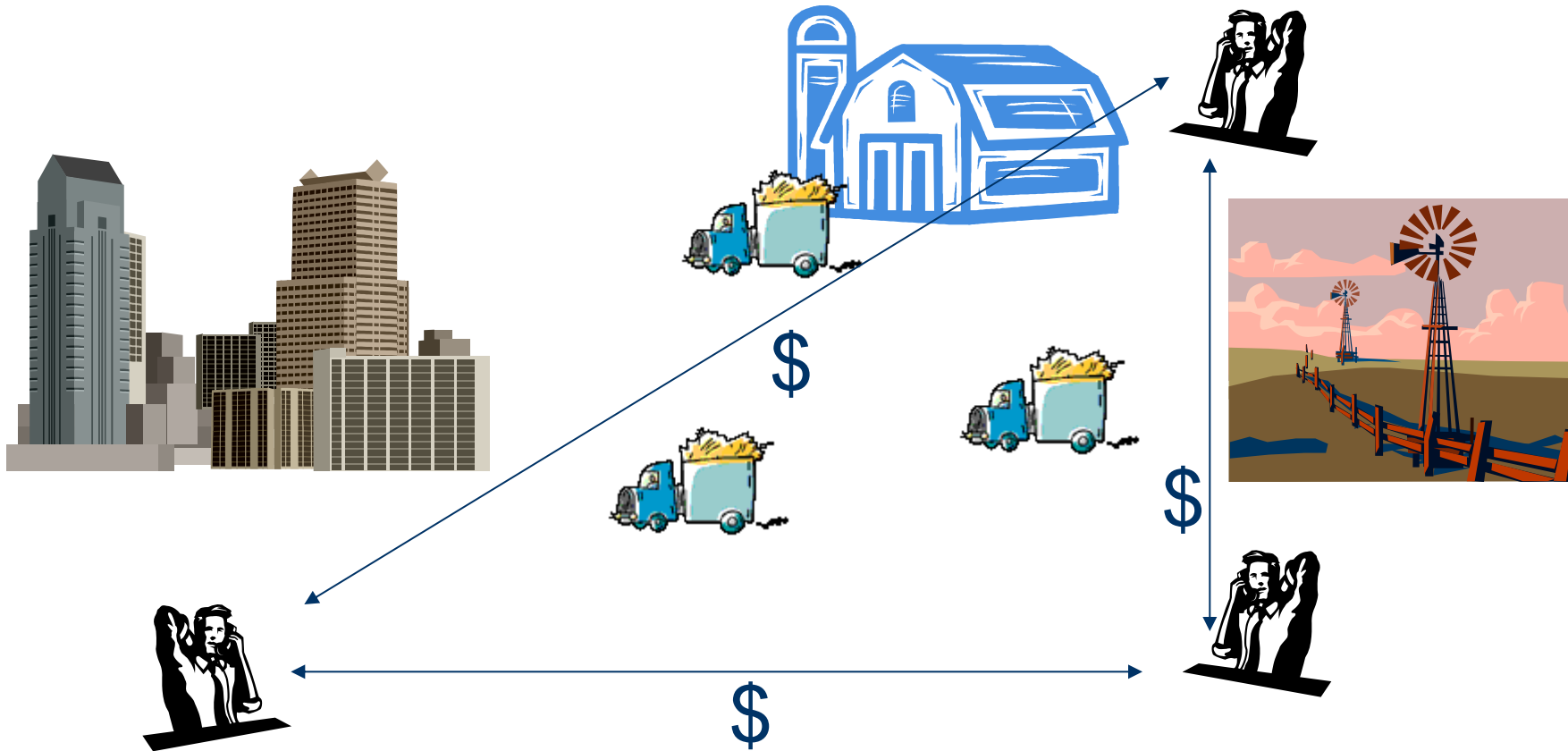




# La reforma del Sector Eléctrico

- **Modelo de libre mercado:** reducción de la intervención del Gobierno en la economía y aumento de la participación privada
- Nigel Lawson, Secretary of State for Energy, 1982: *“UK energy policy is to have no policy, markets will deliver”*
- **Base conceptual:** Las decisiones descentralizadas tomadas por productores y consumidores llevan a la eficiencia económica del sistema

# El mercado del trigo...



# ¿Puede separarse la electricidad de su transporte?

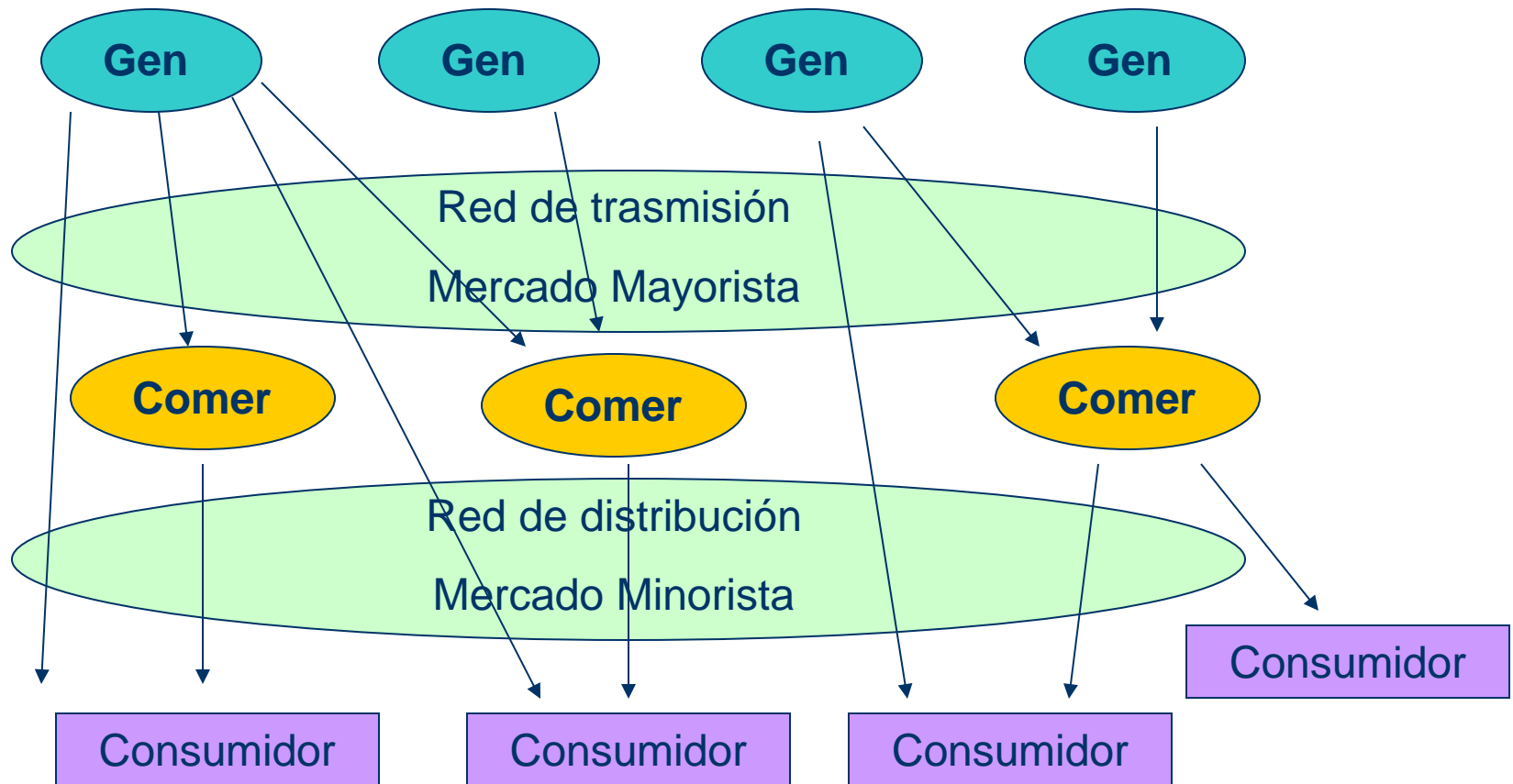
GENERACIÓN

TRASMISIÓN

DISTRIBUCIÓN

COMERCIALIZACIÓN

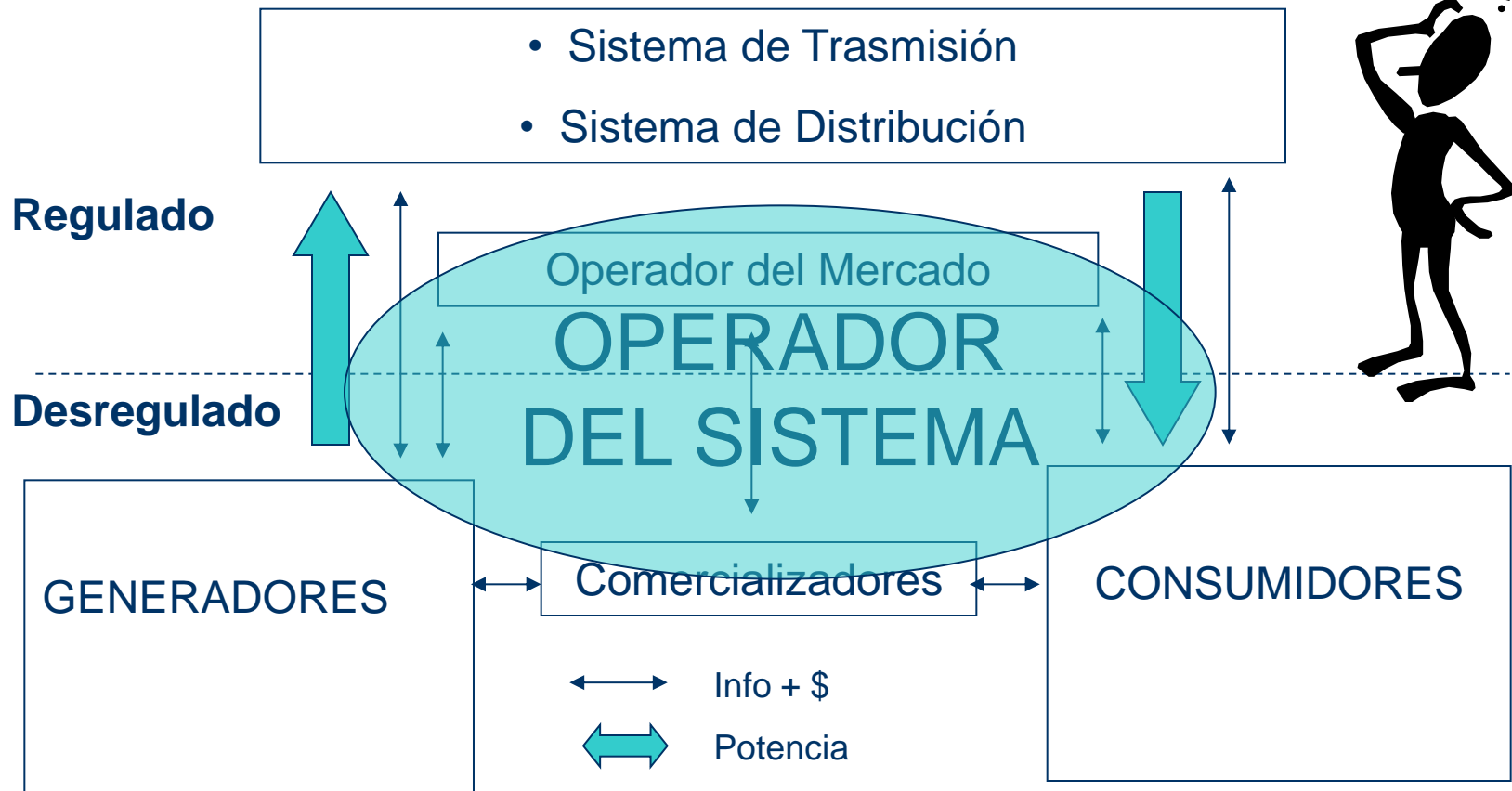
# El mercado eléctrico



# El mercado eléctrico

- Necesita balance instantáneo entre oferta y demanda
  - Limitada capacidad de almacenamiento
  - Sin un sustituto en el corto plazo
- Muy alto valor de la continuidad del suministro
  - Una discontinuidad en el funcionamiento del mercado es intolerable
  - La demanda es inelástica

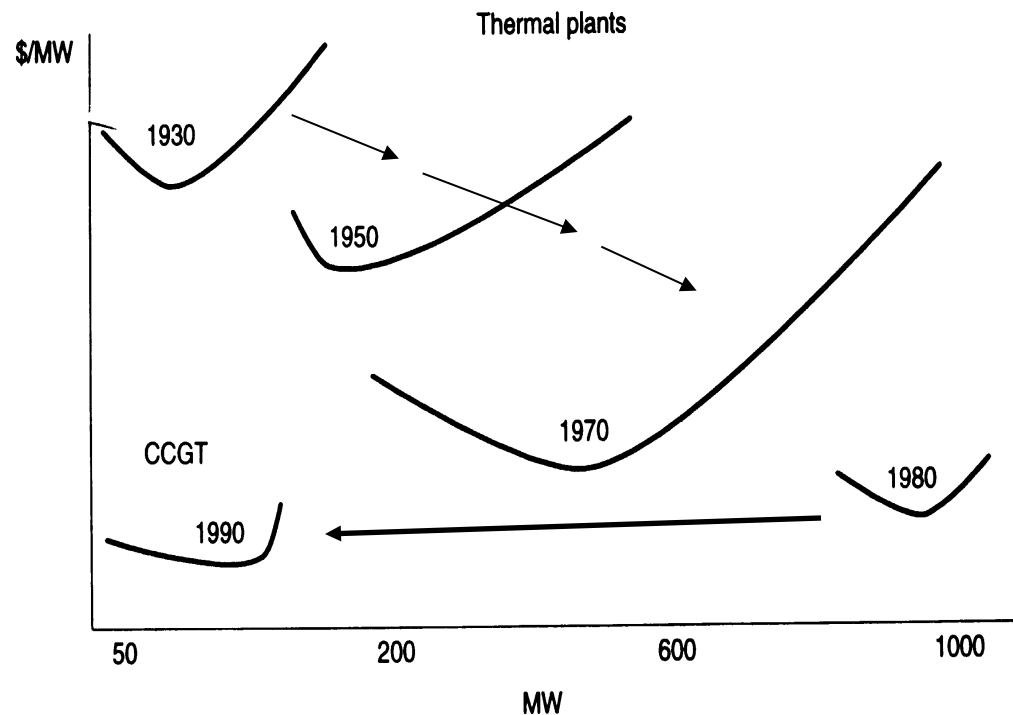
# El mercado eléctrico



# Los cambios tecnológicos de fines del siglo XX

- Hasta los 80' el tamaño óptimo de una planta de generación fue en aumento
- Existían economías de escala construyendo generadores de mayor tamaño (monopolio natural)
- Luego de 1980 la situación cambió (nuevas tecnologías provenientes de los programas espaciales, baja de los precios de gas)
- Más barato construir una central nueva que pagar los costos hundidos de las viejas

# Los cambios tecnológicos de fines del siglo XX

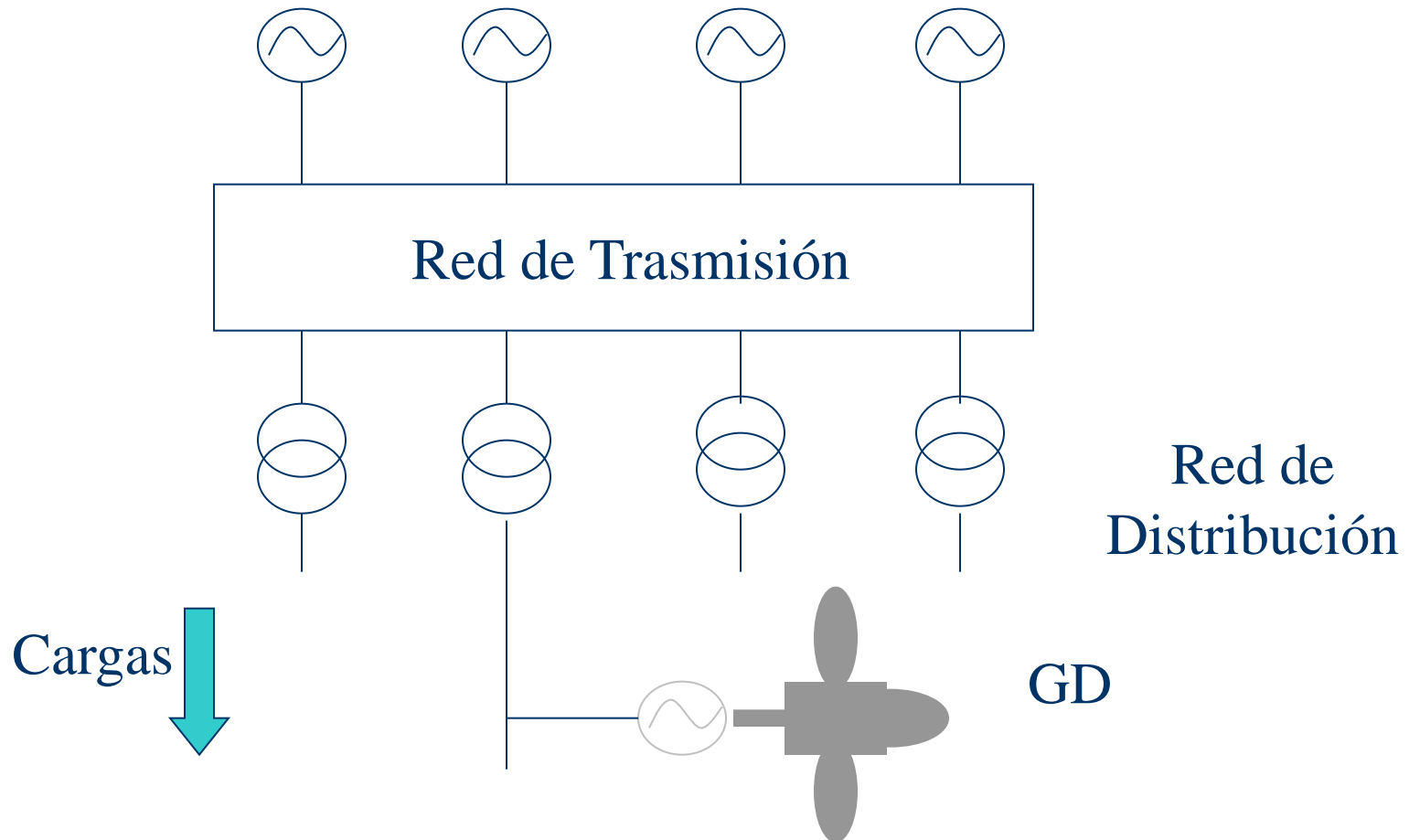




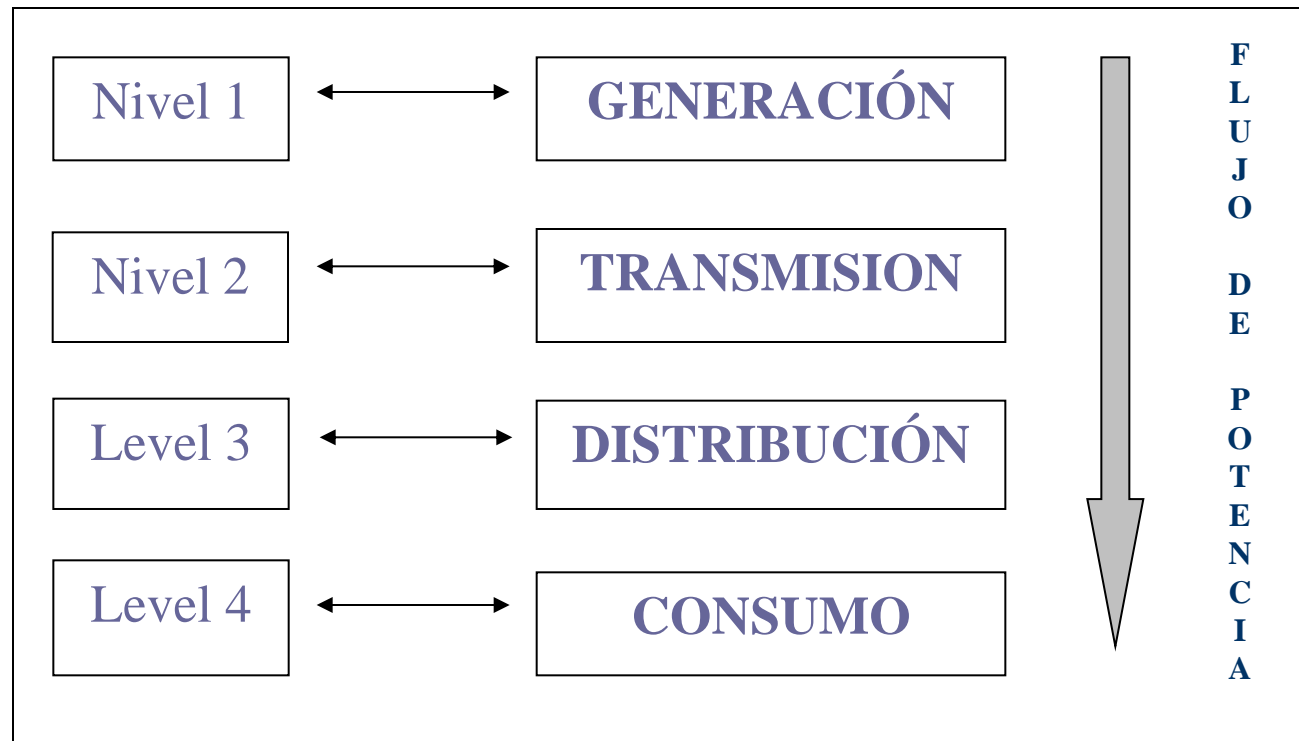
# Los cambios tecnológicos de fines del siglo XX

- Los consumidores comenzaron a pensar en construir su propio generador
- Se preguntaban además por qué no podían cambiar de proveedor comprando energía más barata

# ¿Qué es la Generación Distribuida?

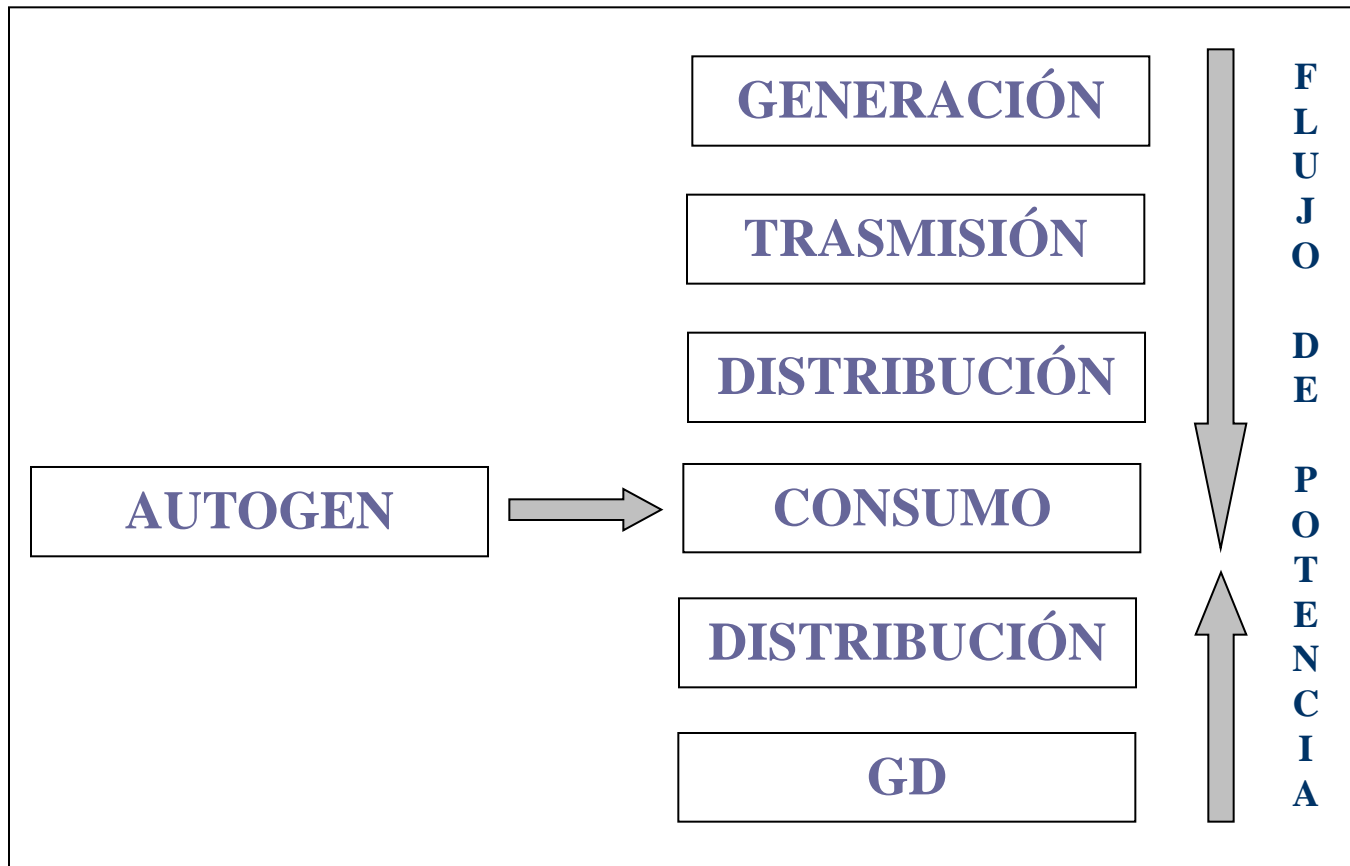


# Evolución de los sistemas eléctricos



Redes de distribución pasivas

# Evolución de los sistemas eléctricos



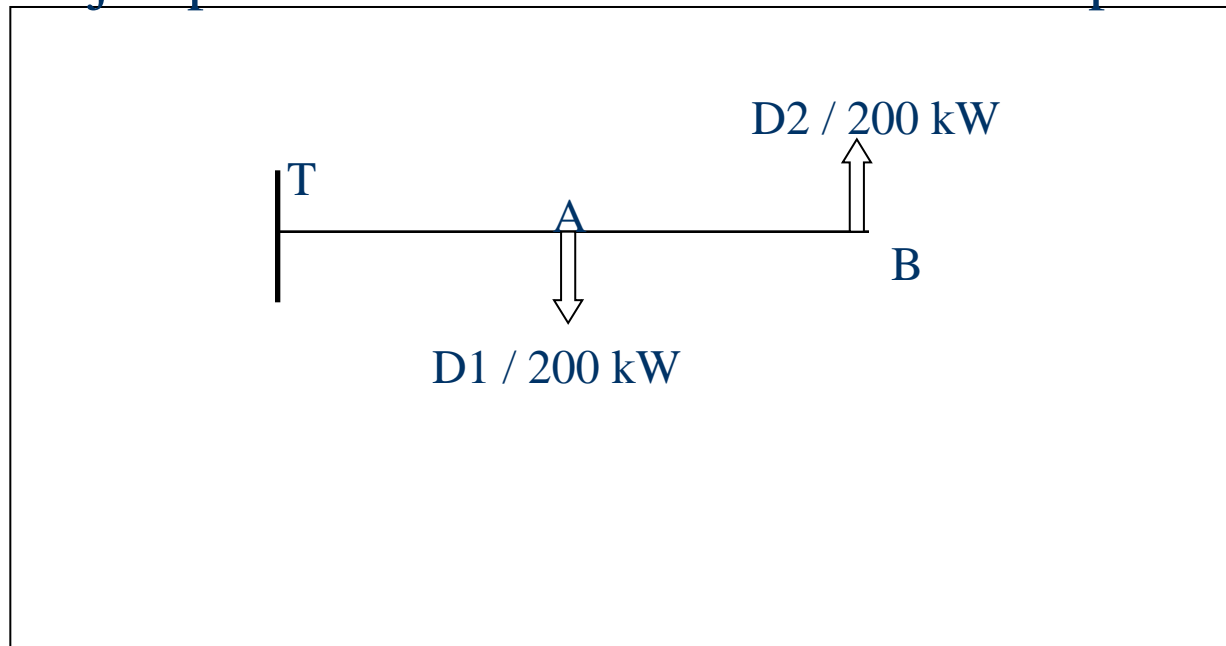
Redes de distribución activas

# Potenciales beneficios de la GD

- Aplicaciones en cogeneración
- Impacto en la confiabilidad del suministro
- **Impacto en las pérdidas y en el uso de la red**
- Control de voltaje
- Postergación de inversiones en generación central convencional
- Beneficios ambientales
- Beneficios en los mercados eléctricos

# Pérdidas y uso de la red

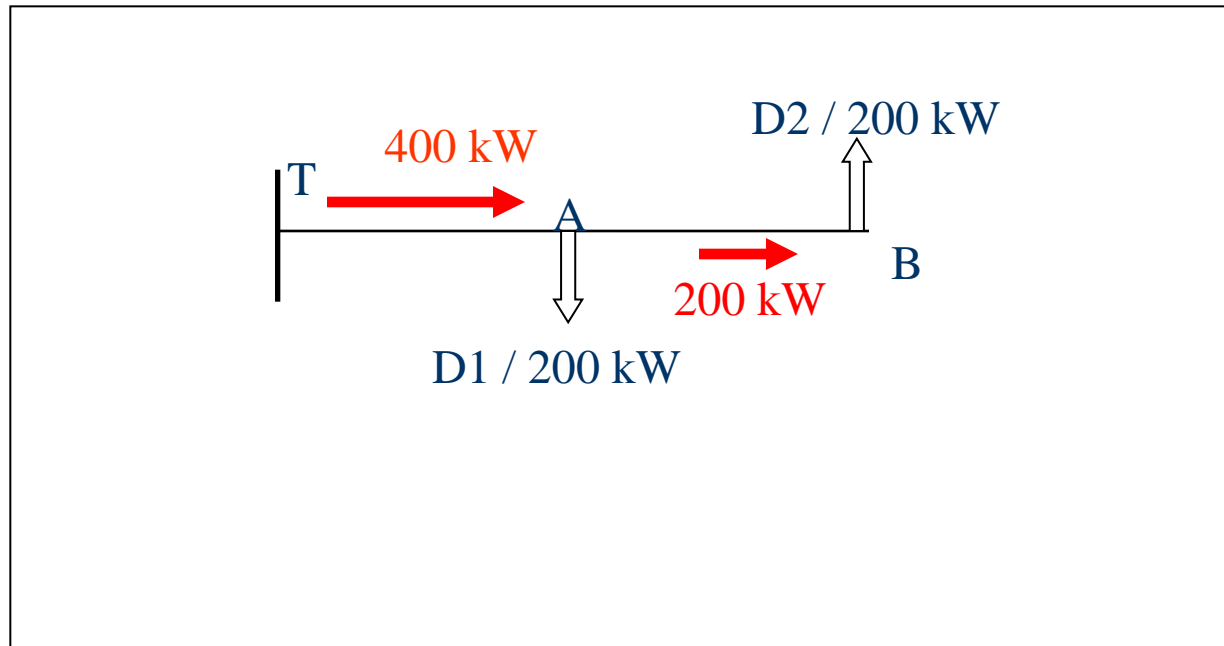
Ejemplo: Red de distribución radial simple



Potencia base: 100 kW

$r = 0.001$  p.u.

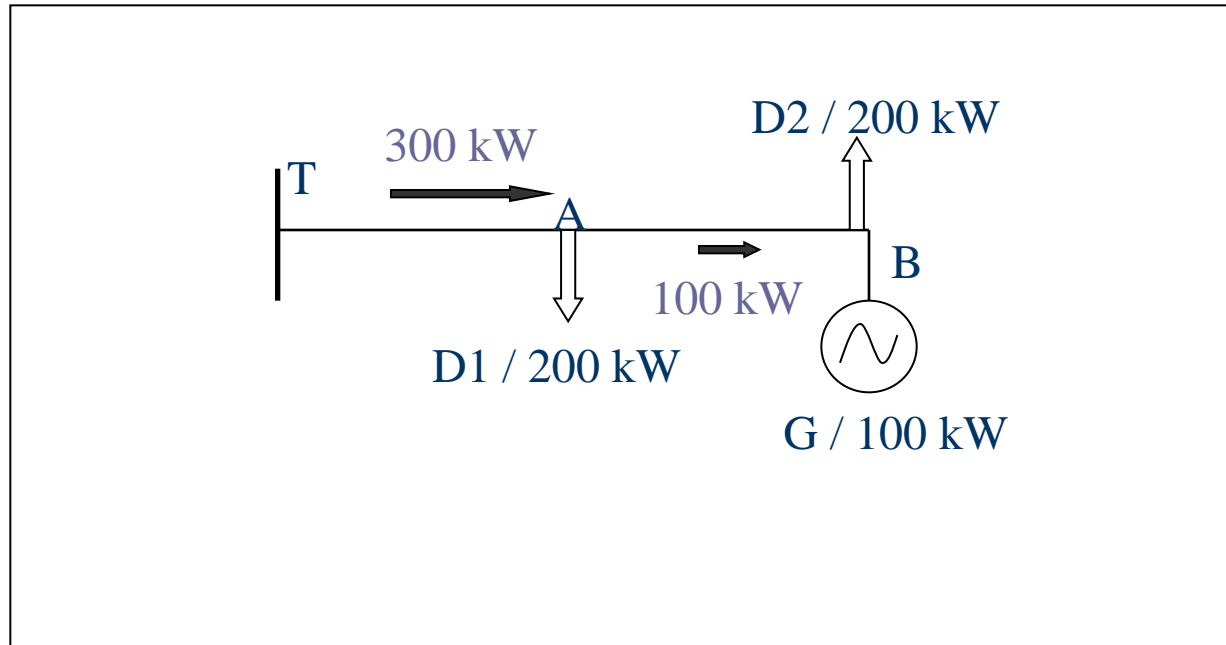
# Pérdidas y uso de la red



$$\text{Perdidas} = I^2 R = r \cdot p^2$$

$$I = (0.001)(4^2 + 2^2) = 0.02 \text{ p.u. (2 kW)}$$

# Pérdidas y uso de la red

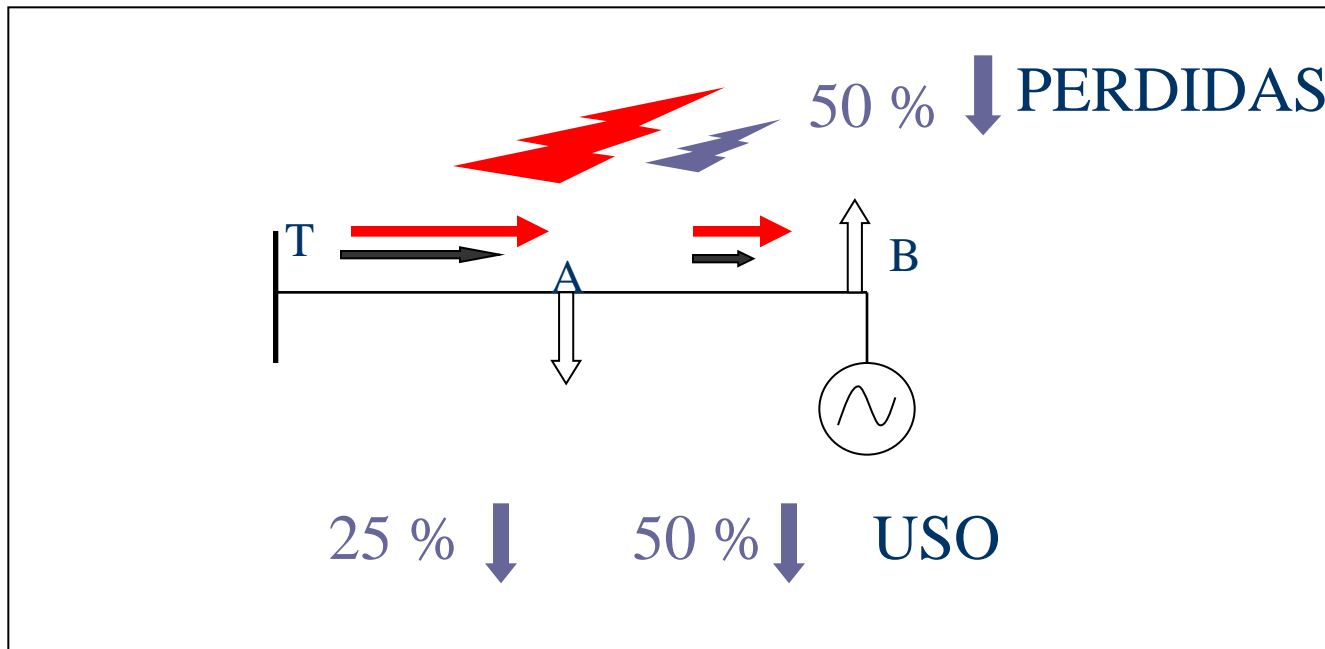


$$\text{Perdidas} = I^2 R = r \cdot p^2$$

$$I = (0.001)(3^2 + 1^2) = 0.01 \text{ p.u. (1 kW)}$$

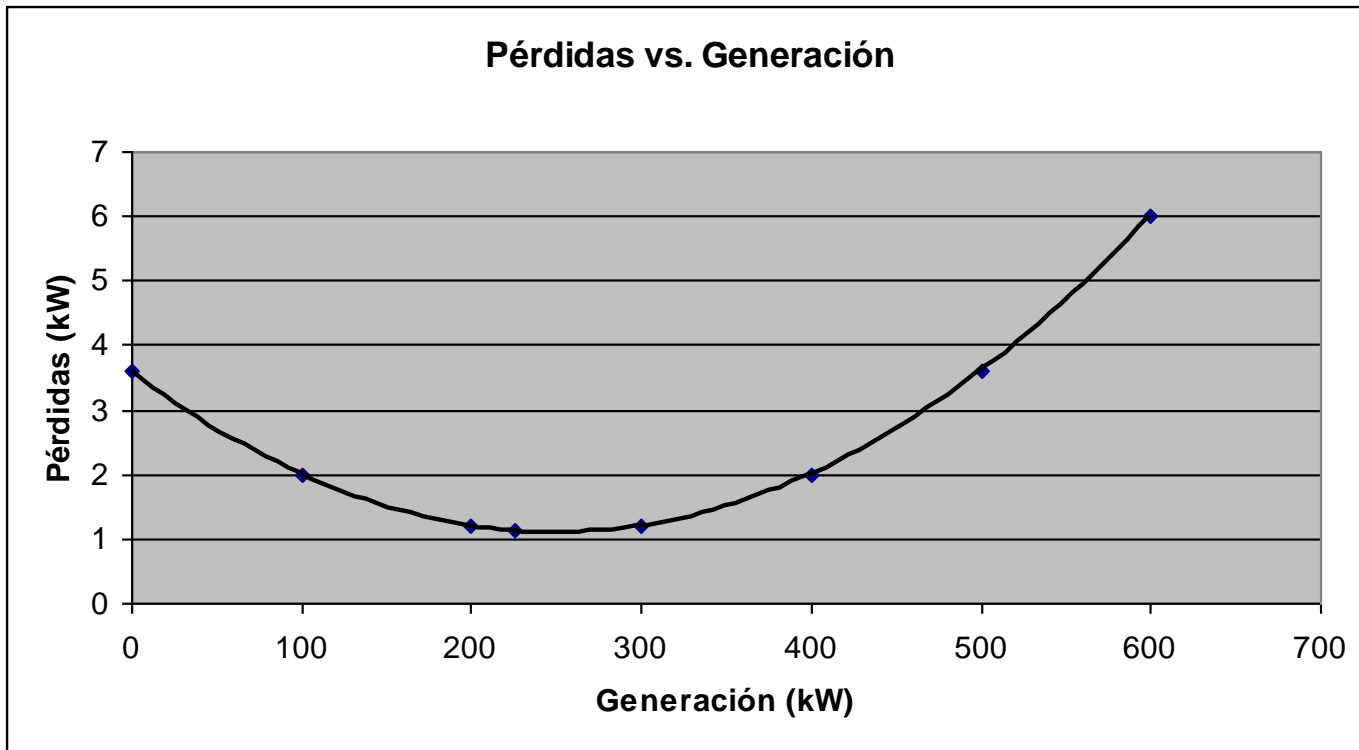


# Pérdidas y uso de la red

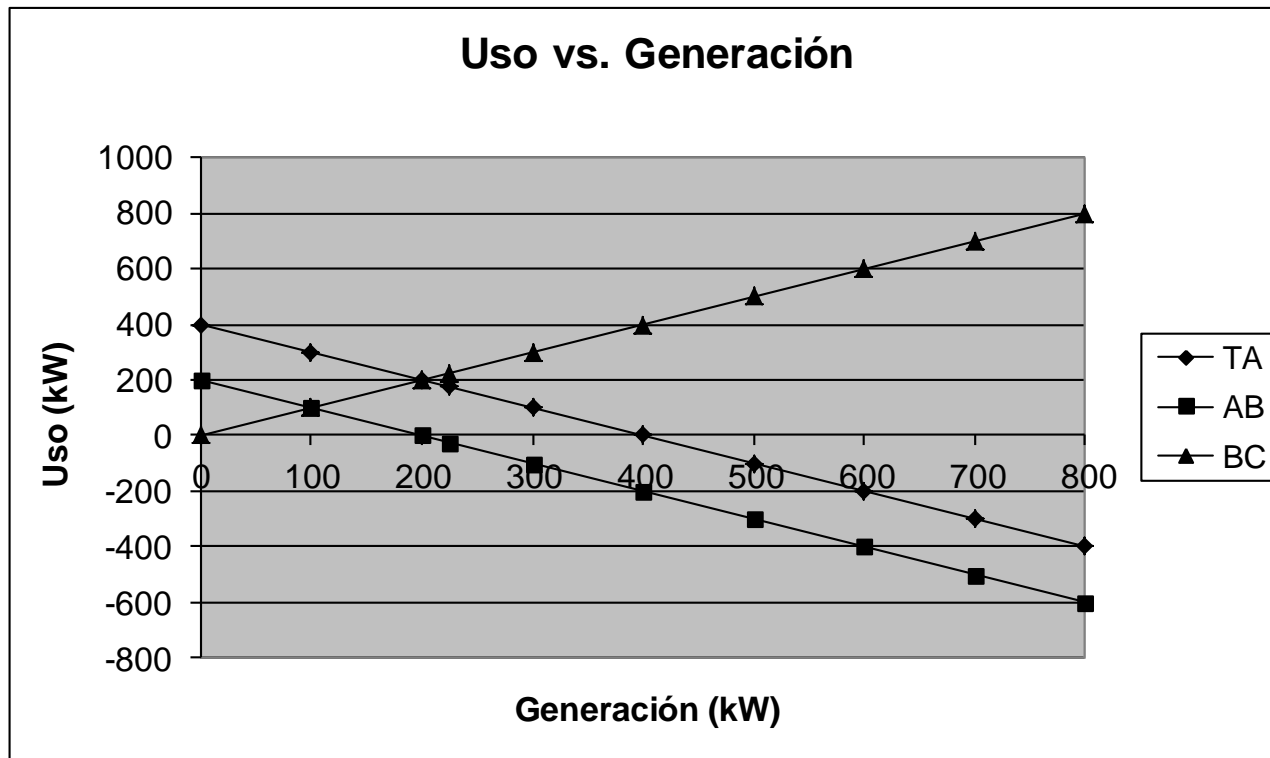


**LA GD MODIFICA LOS FLUJOS DE POTENCIA Y POR LO TANTO LAS PÉRDIDAS Y EL USO DE LA RED**

# Pérdidas y uso de la red

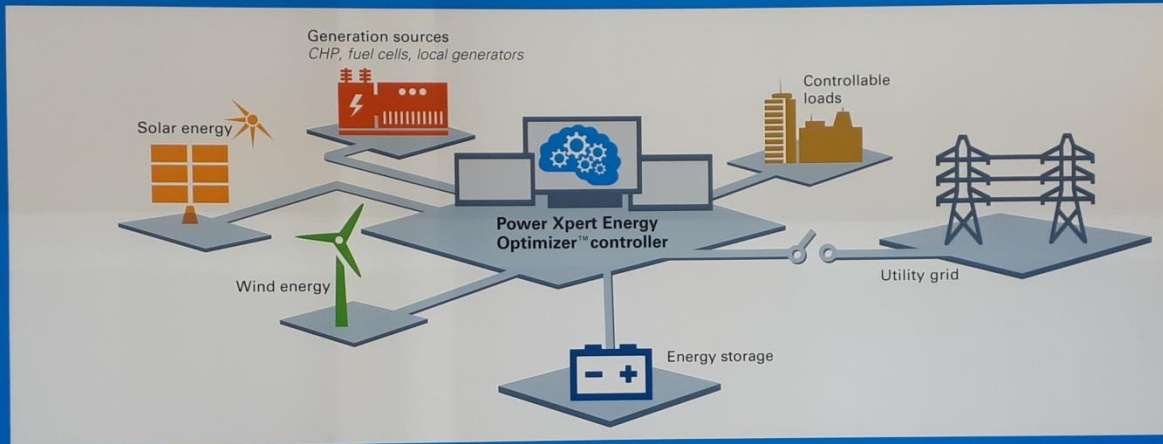


# Pérdidas y uso de la red



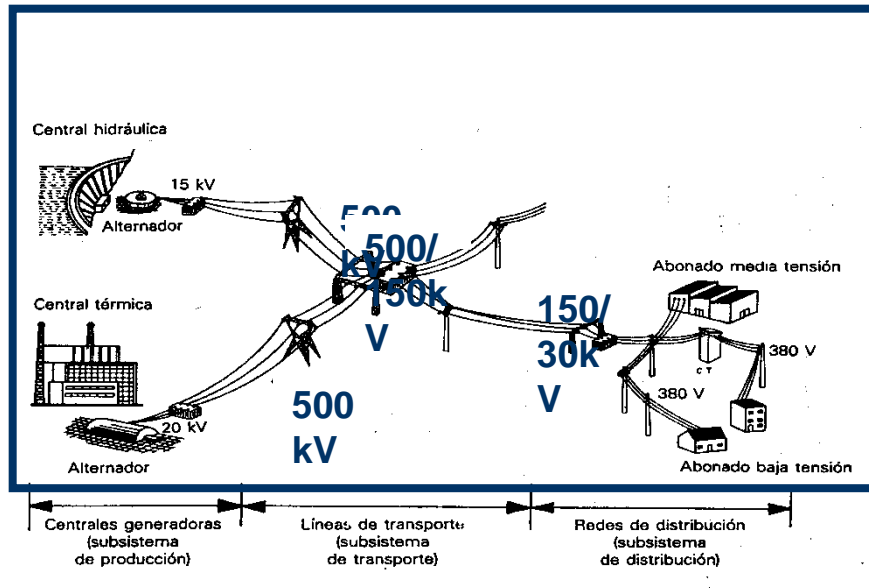
# Un paso más... .... de la GD a las Microgrids

## Microgrid Energy System



Advanced intelligent controls  
Utility-proven automation solutions  
Configurable, modular, scalable  
Project turnkey experience

# El nuevo sistema eléctrico



+ TICs

= Redes Inteligentes (*Smart Grids*)

# Balance oferta-demanda y Gestión de la Demanda

- Tradicionalmente en el despacho de los sistemas eléctricos la demanda se consideraba inelástica .
- Para cada paso de tiempo la demanda se tomaba como un dato estimado, debiendo la generación ajustarse a ella.
- Las energías renovables intermitentes exigen mayor flexibilidad en la gestión del sistema y las TICs permiten el envío de información, decisiones y control, para gestionar la demanda.

# Gestión de la demanda

- La gestión de la demanda requiere de un sistema tarifario que transmita las señales de precios adecuadas para que el consumidor tome decisiones sobre cuándo utilizar sus equipamientos (ej. tarifas multihorario, tarifas hora a hora).
- Requiere además la disponibilidad de una infraestructura de comunicación, medición y control (ej. Medidores inteligentes, controladores, redes de datos).

# Preguntas ....

