



# Sistemas recolectores de energía: teoría y diseño práctico

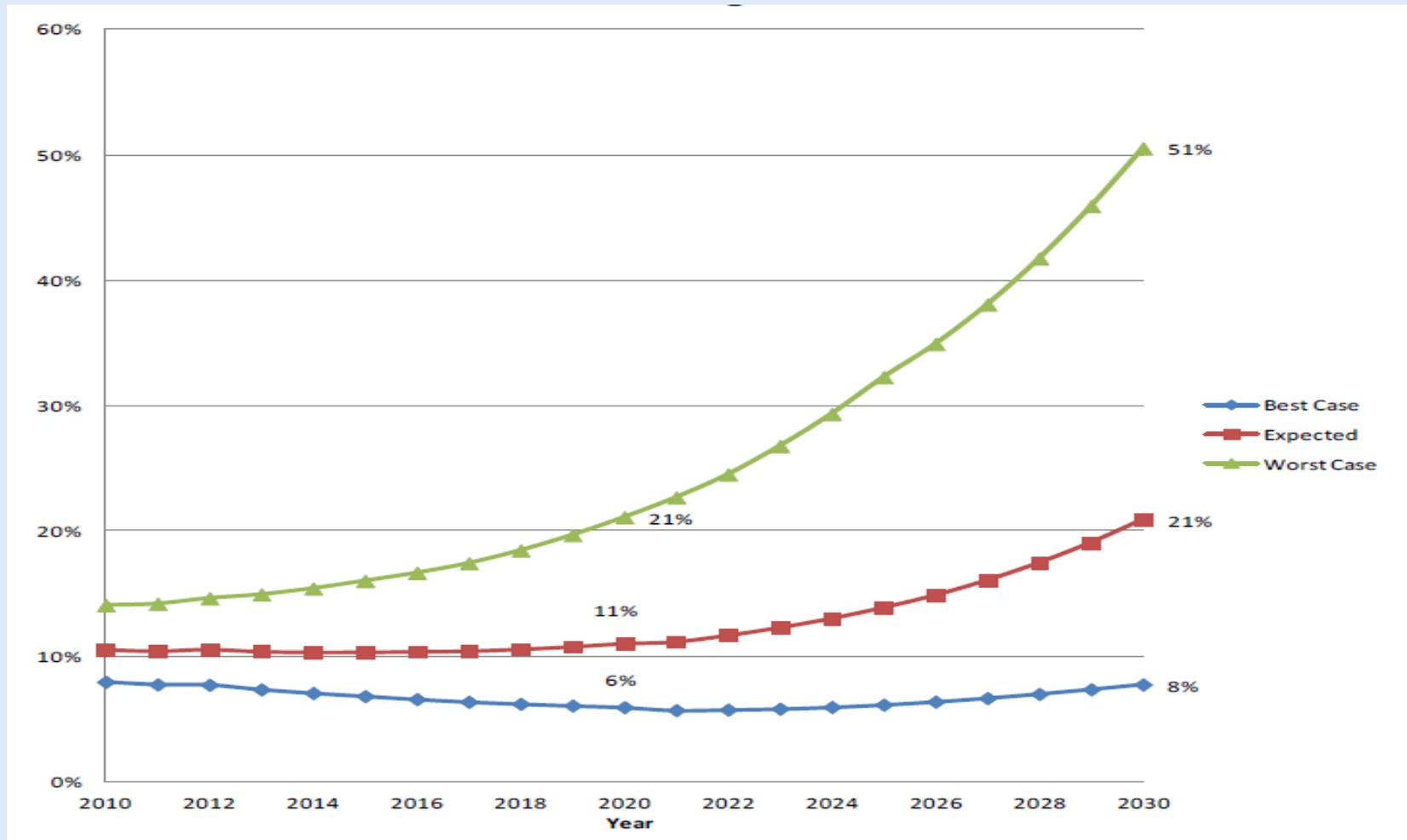
Autores: David A. Urquiza Villalonga  
DrC. Jorge Torres Gómez

Dpto. de Telecomunicaciones y Telemática, CUJAE.  
Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas, CITI.

# Sumario

- Introducción.
- Descripción de los sistemas recolectores de energía.
- Técnicas de optimización de energía orientadas a la transmisión.
- Técnicas de optimización de energía orientadas al procesamiento.
- Radio cognitiva en sistemas recolectores de energía de RF.

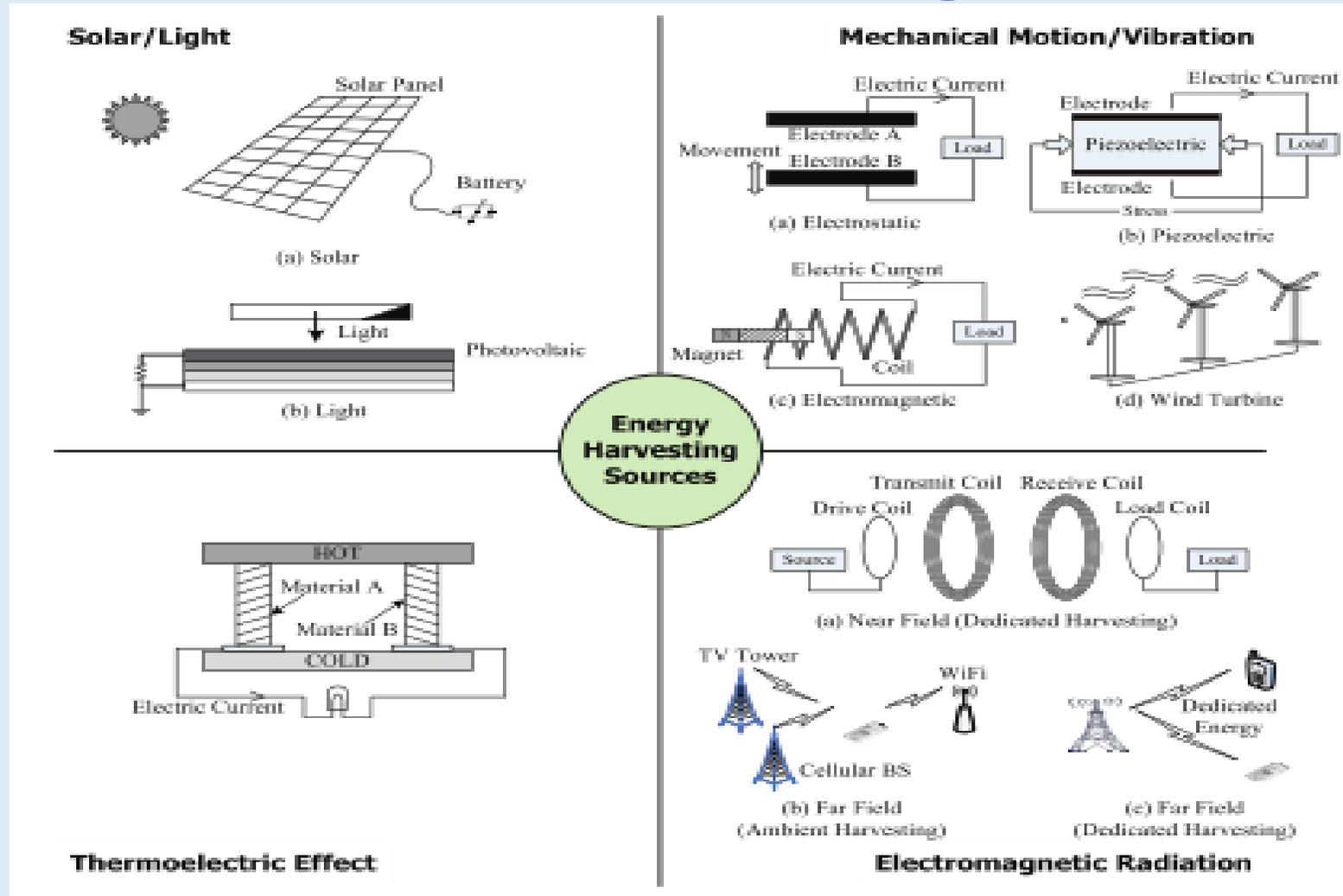
# Consumo eléctrico de las TICs



# Comunicaciones verdes (*Green Communications*)

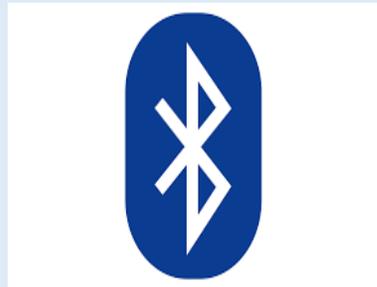


# Fuentes de energías





## Fuentes de energía de RF





# Aplicaciones



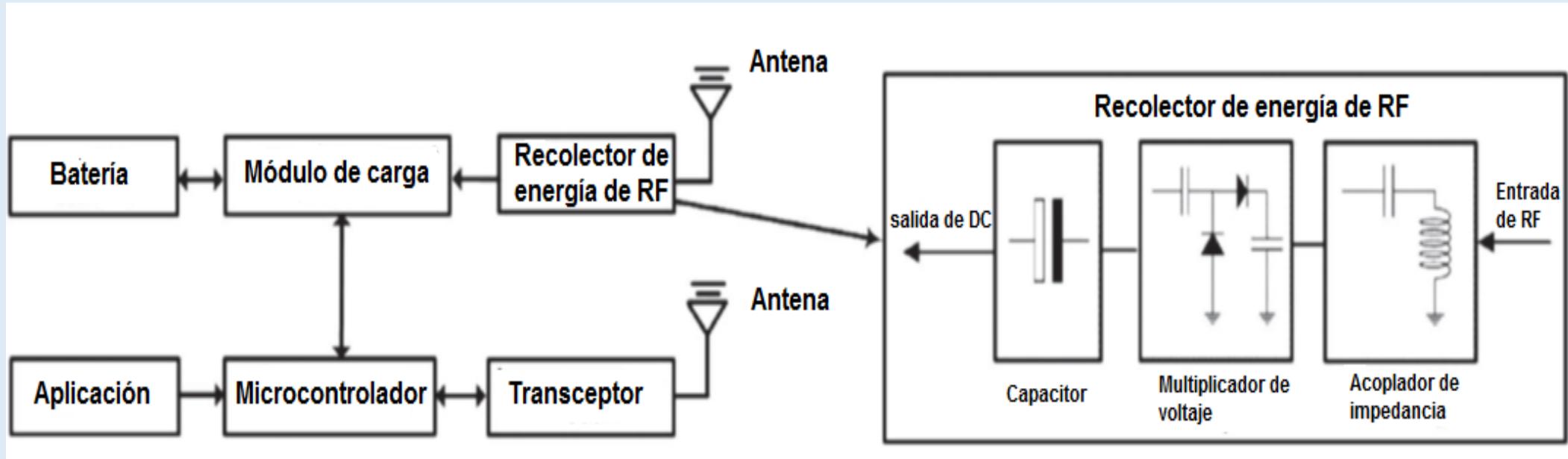
# Principales empresas



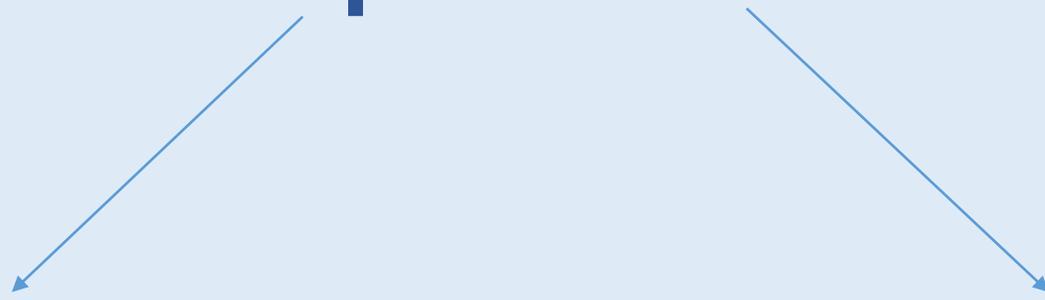
# Principales desafíos de la recolección de energía de RF

- Comportamiento aleatorio de las fuentes de energías
- No hay un flujo constante de energía hacia la batería
- La energía recolectada es muy escasa ( $\mu\text{J}$ )

# Arquitectura general de un dispositivo recolector de energía



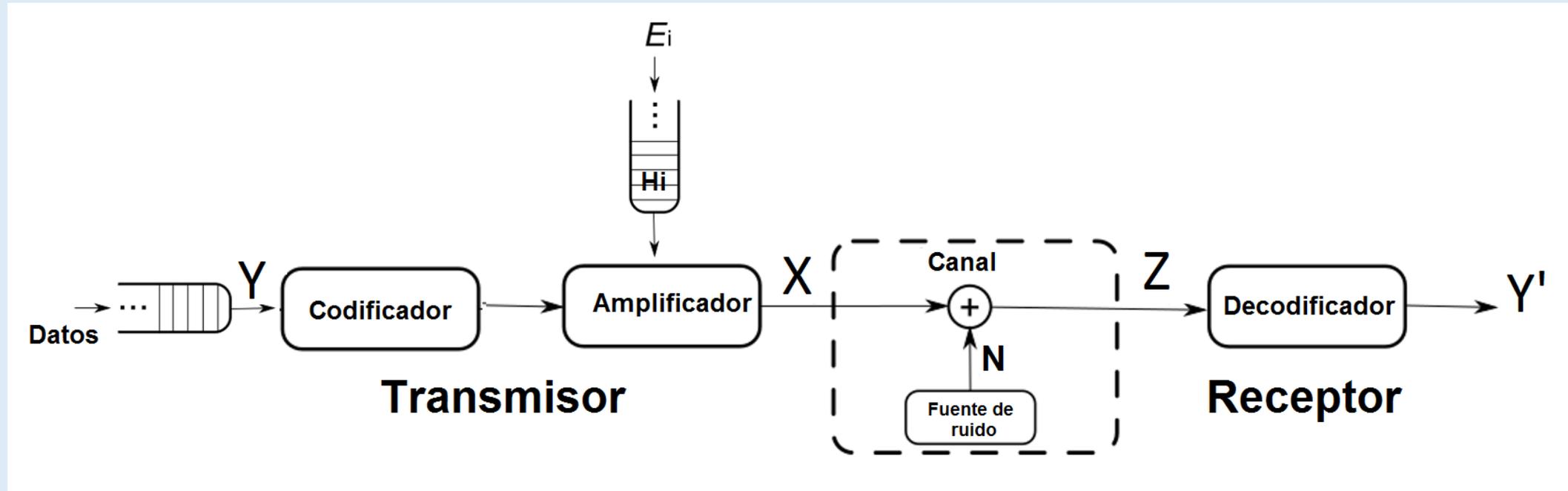
# Algoritmos de optimización energética



1. Optimización orientada a la transmisión

2. Optimización orientada al procesamiento

# Modelo de un sistema recolector de energía de RF



$$\sum_{i=1}^k X_i^2 \leq \sum_{i=1}^k E_i \quad k = 1, 2, \dots, n \quad \bullet \text{ Restricción de causalidad energética}$$

# Optimización de energía

- Ecuación de Shannon:

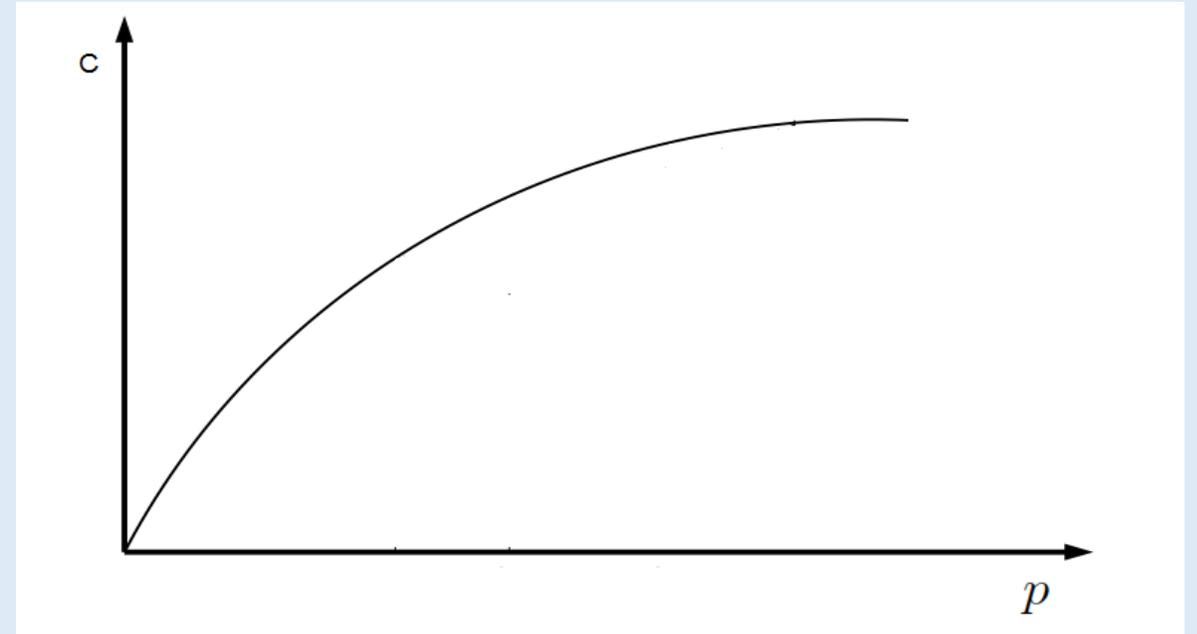
$$C = \log_2(1 + P) \text{ [bits/transmisión]}$$

$$P = 2^{2C} - 1$$

- Sea:

$$E = P * T_b \quad C = \alpha R$$

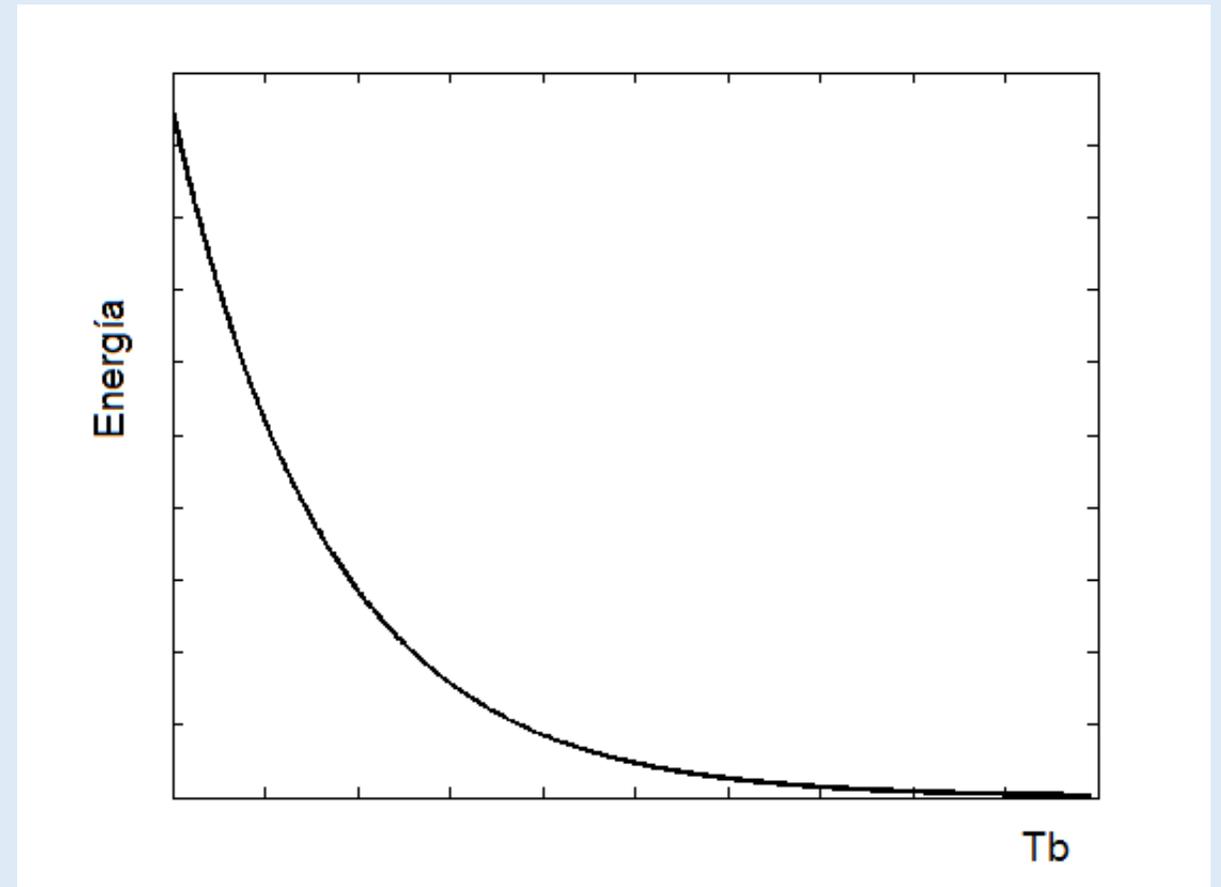
$$\text{Si } \alpha = 1 \Rightarrow C = 1/T_b$$



# Optimización de energía

- Ecuación de energía:

$$E = T_b(2^{\frac{2}{T_b}} - 1)$$



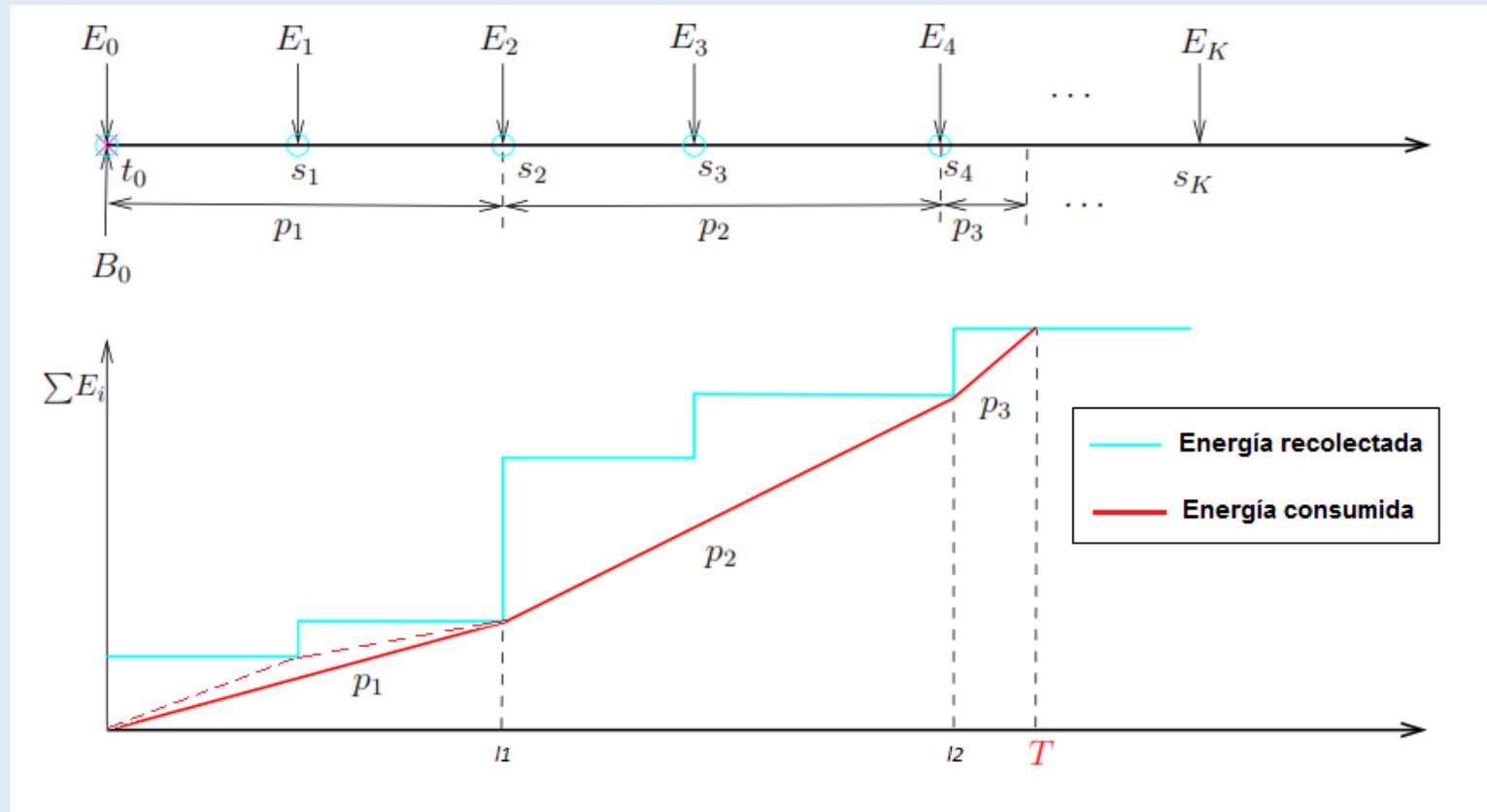
# Problemas de optimización

```
graph TD; A[Problemas de optimización] --> B[Minimización del tiempo de transmisión completa]; A --> C[Maximizar la cantidad de bits a transmitir libre de errores en un tiempo límite];
```

- Minimización del tiempo de transmisión completa

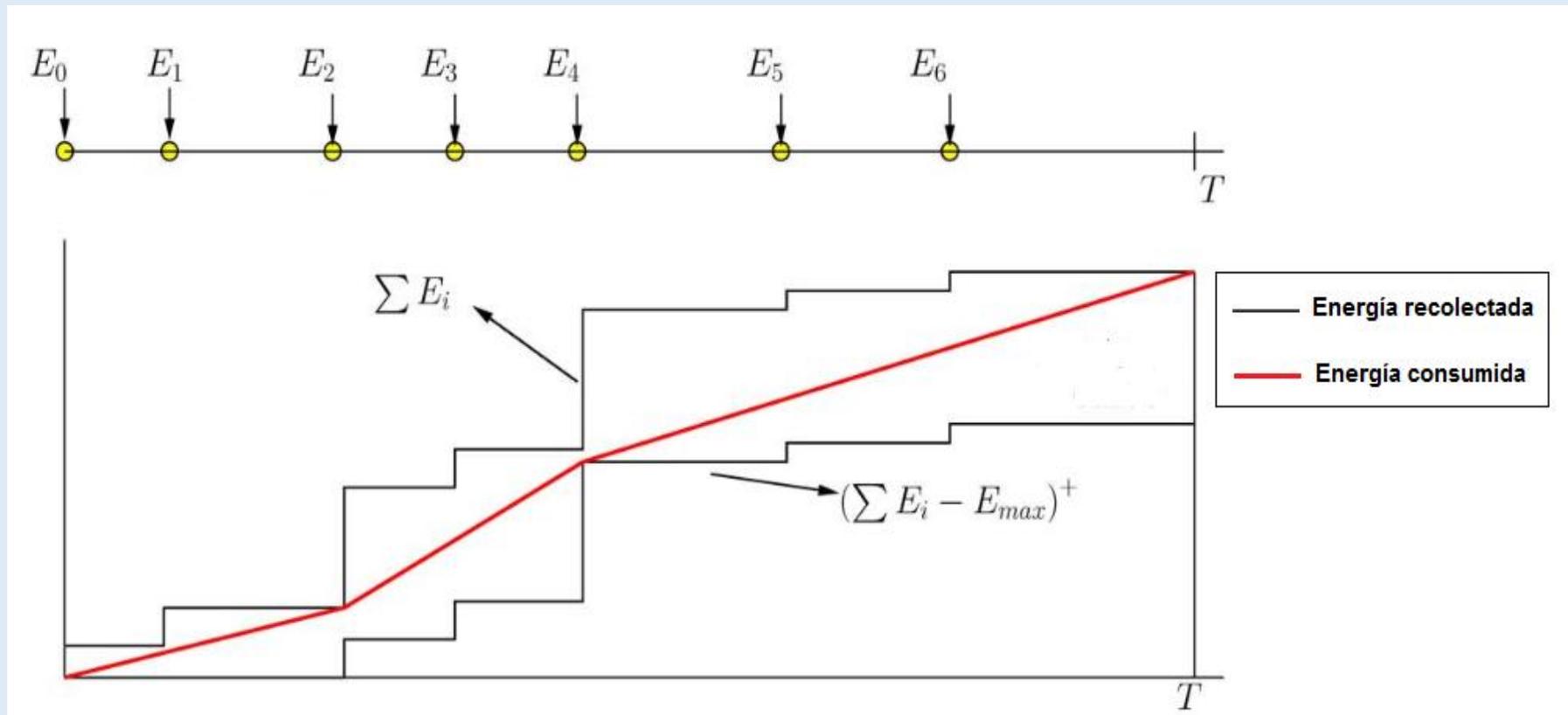
- Maximizar la cantidad de bits a transmitir libre de errores en un tiempo límite

# Curva de energía recolectada y consumida para una batería con energía infinita



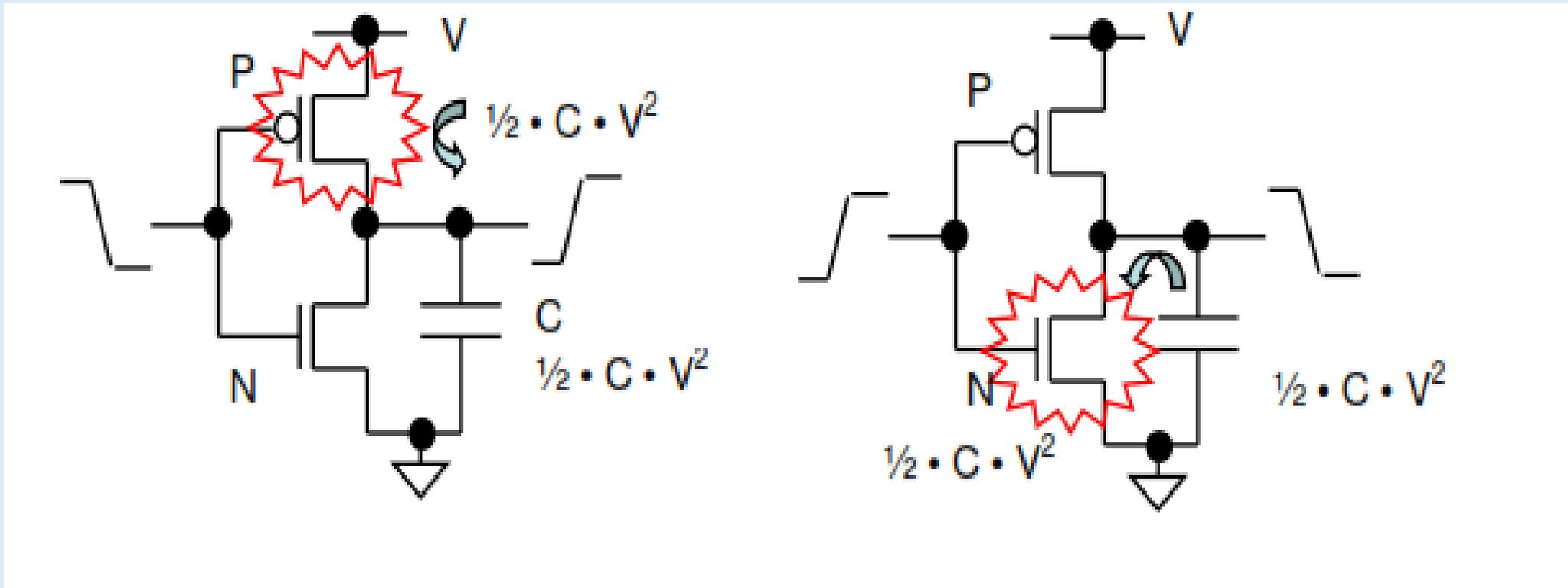
[1] J. Yang y S. Ulukus, «Transmission completion time minimization in an energy harvesting system», en *2010 44th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS)*, 2010, pp. 1-6.

# Curva de energía recolectada y consumida para una batería con energía finita



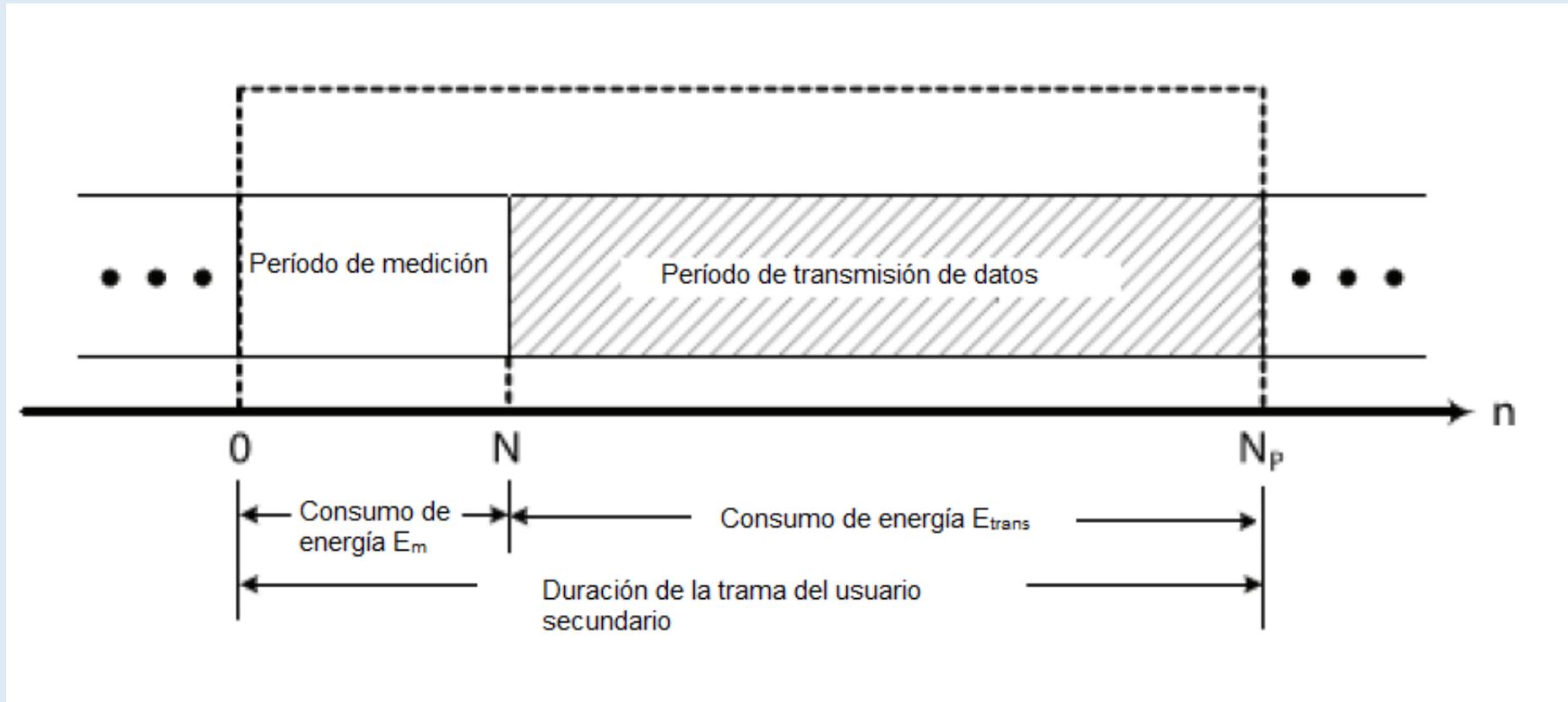
[2] K. Tutuncuoglu y A. Yener, «Optimum Transmission Policies for Battery Limited Energy Harvesting Nodes», *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 11, n.º 3, pp. 1180-1189, mar. 2012.

# Energía consumida por operación del microprocesador





# Radio cognitiva



# Conclusiones

- Los sistemas recolectores de energía se consideran como un componente clave para el desarrollo de las comunicaciones verdes.
- Son una solución prometedora al lento crecimiento de la densidad de las baterías que afectan a los equipos móviles actuales.
- Las principales aplicaciones se reportan en el campo de las comunicaciones inalámbricas, fundamentalmente en dispositivos de bajo consumo como redes de sensores inalámbricos.
- La desventaja radica en el comportamiento aleatorio de las fuentes de energía.
- En la literatura científica se reportan soluciones enfocadas a la optimización de energía en un nodo de comunicación.

# Líneas de investigación

- Valorar el desempeño energético de diferentes detectores en escenarios contaminados por ruido.
- Identificar el consumo energético de diferentes técnicas de sensado en escenarios de Televisión Digital con valores de  $P_{fa}$  por debajo de 0.1,  $P_d$  por encima de 0.9 y SNR en un rango de -20 dB.
- Encontrar la forma óptima en que el nodo de sensado debe ejecutar las operaciones para minimizar el consumo energético.



# Sistemas recolectores de energía: teoría y diseño práctico

Autores: David A. Urquiza Villalonga  
DrC. Jorge Torres Gómez

Dpto. de Telecomunicaciones y Telemática, CUJAE.  
Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas, CITI.