

# Introducción a las Fuentes Intencionales de Interferencias que Contribuyen al Ambiente Electromagnético

Hildeberto Jardon Aguilar: CINVESTAV-IPN

**Nota:** esta plática también está relacionada con:

**Fuentes de ambiente  
electromagnético intencional**

**Armas electromagnéticas**

# Introducción

**La sociedad para su funcionamiento diario se apoya en su infraestructura vital**

**Ejemplos de infraestructura prioritaria de la sociedad**

**Sistema de tráfico aéreo**

**Sistema de distribución de petróleo**

**Sistema financiero**

**Sistemas de control de tráfico terrestre**

**Sistemas de telecomunicaciones**

**Hospitales y otros sistemas de salud**

**Sistemas de seguridad y de emergencias**

**Característica fundamental de  
toda esta infraestructura**

**Empleo intensivo de sistemas  
electrónicos, de telecomunicaciones e  
informáticos**

**Característica fundamental de todo sistema moderno electrónico, de telecomunicaciones e informático:**

**Realizar funciones cada vez más complejas y a más altas velocidades**

## **Particularidad:**

**casi todos los circuitos integrados que constituyen a la mayoría de los sistemas electrónicos, de telecomunicaciones y de informática se basa en tecnología del silicio**

## **Notas:**

**Para que los circuitos integrados puedan realizar funciones más complejas éstos deben contener mayor número de transistores**

**Para que un circuito integrado contenga cada vez mayor número de transistores éstos deben ser más pequeños**

**Para que los circuitos integrados realicen funciones de forma más rápida los transistores deben ser cada vez más pequeños**



# **Evolución de los dispositivos electrónicos que conforman a los sistemas electrónicos, de telecomunicaciones e informáticos**

**Generaciones: Vulnerabilidad al ambiente  
electromagnético intencional**

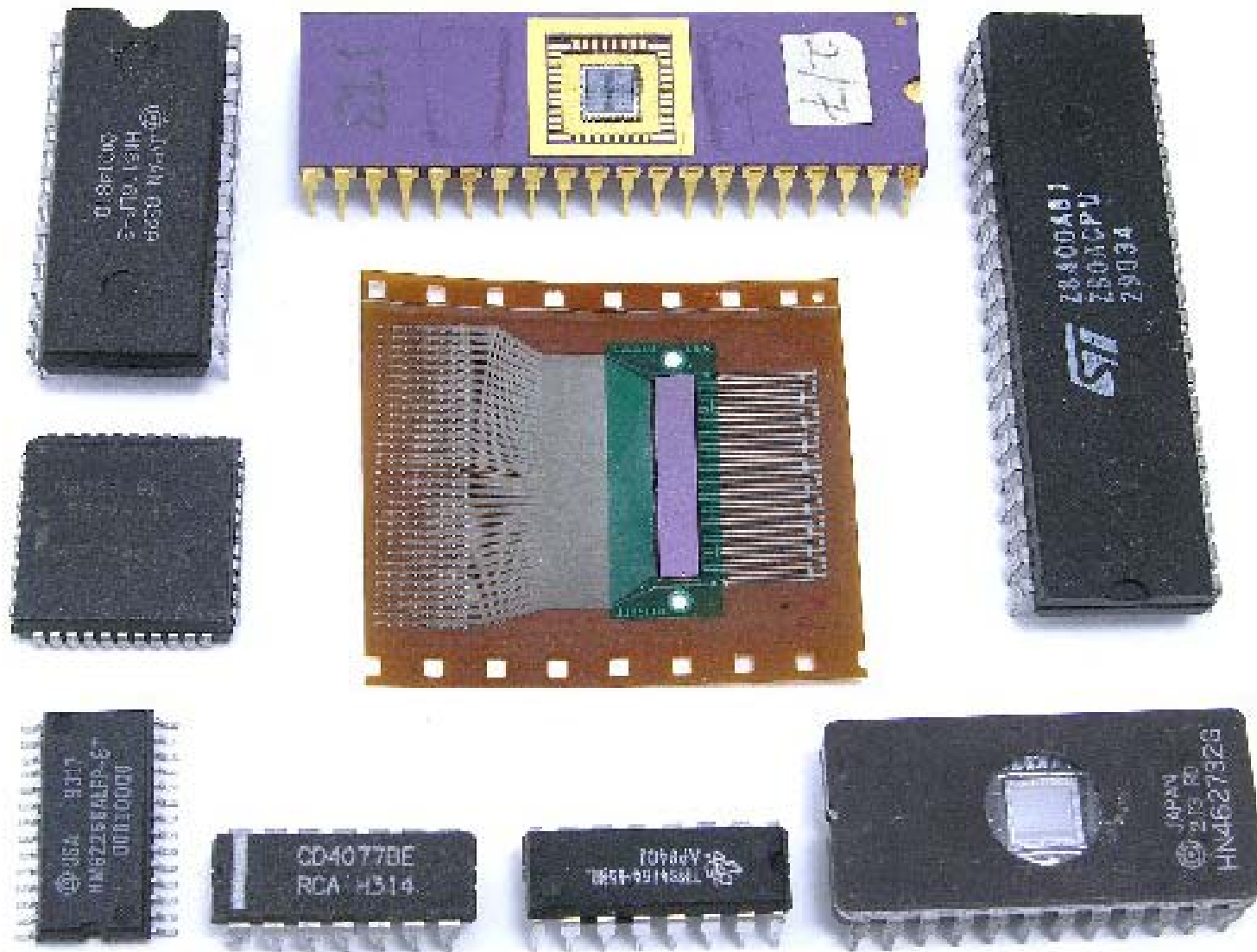


**Primera generación:** tubos al vacío



## Segunda generación:

Diodos y transistores discretos



## Tercera generación:

**Pequeña escala de integración:** menos de 100 transistores por circuito integrado

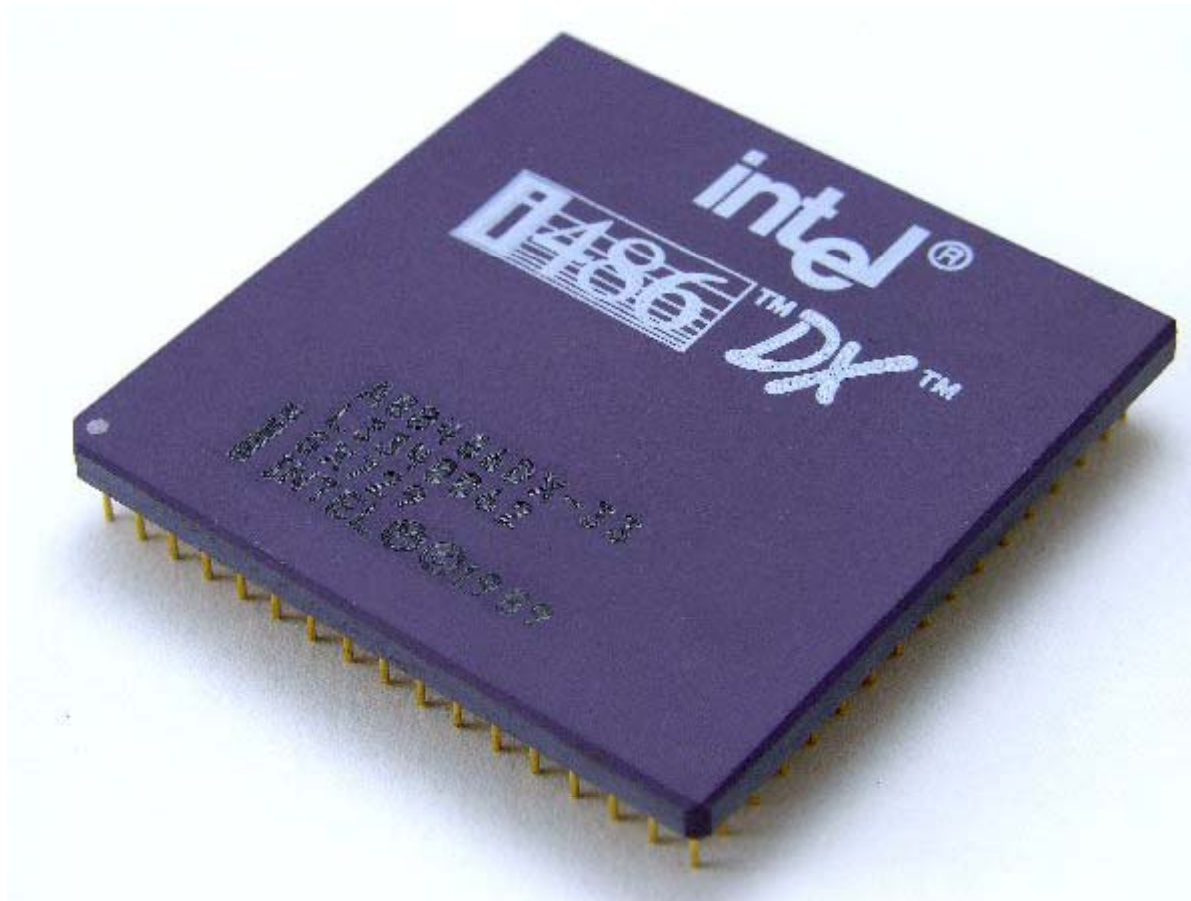
**Mediana escala de integración:** de 100 a 1000 transistores por circuito integrado



## Cuarta escala de integración

**Gran escala de integración (LSI): 1000 a 10,000 transistores por circuito integrado**

**Muy gran escala de integración (VLSI): diez mil a un millón de transistores por circuito integrado**



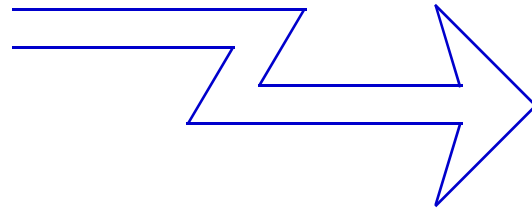
**Quinta generación:** ultra alta escala de integración (ULSI)

**Más de un millón de transistores por circuito integrado**

# **Fuentes de energía electromagnética**

**Operación de todo dispositivo,  
equipo o sistema que emplea energía  
eléctrica para su funcionamiento**

**Dispositivo,  
equipo o  
sistema  
eléctrico  
o  
electrónico**

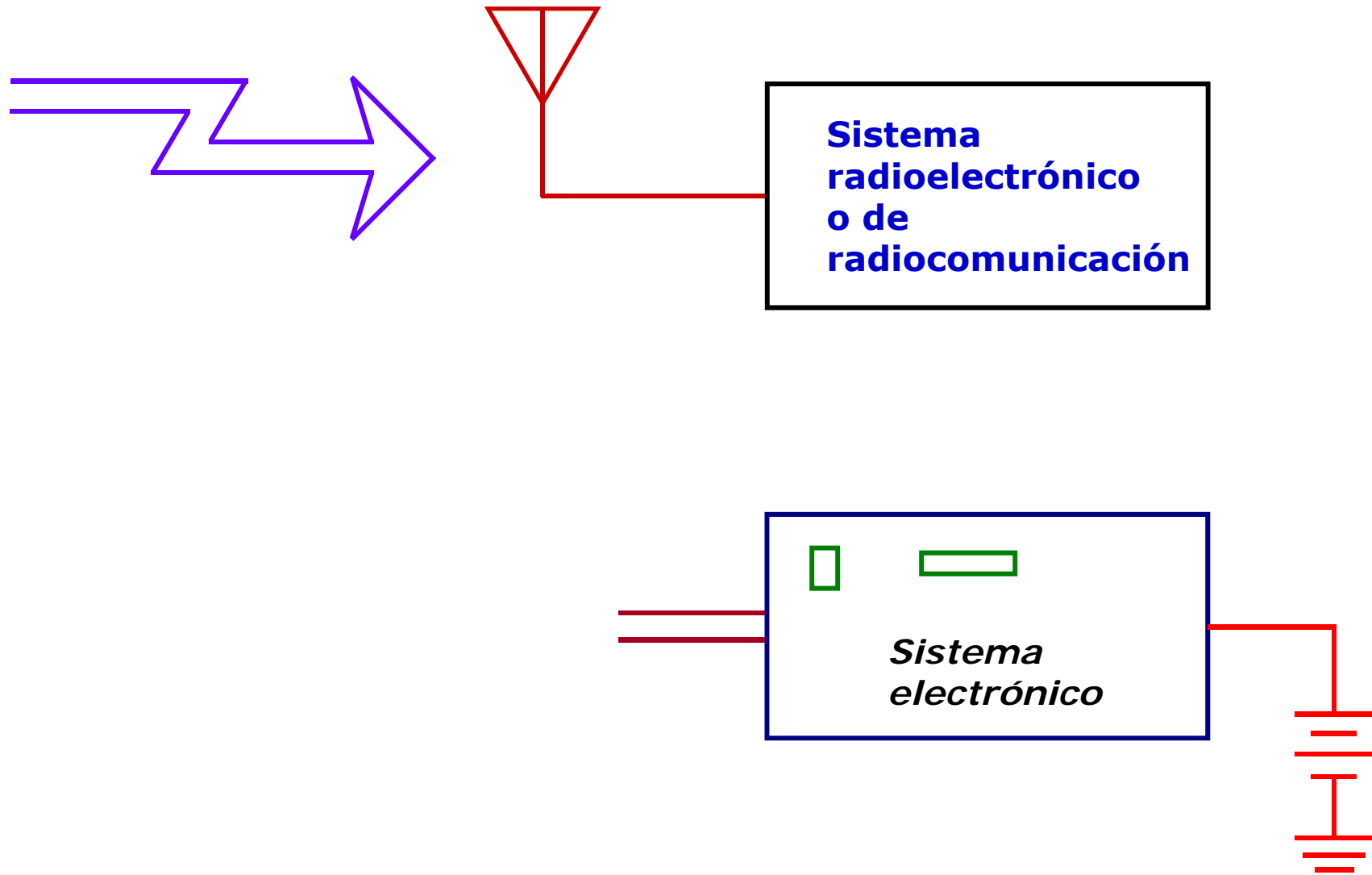


***Energía  
electromagnética***

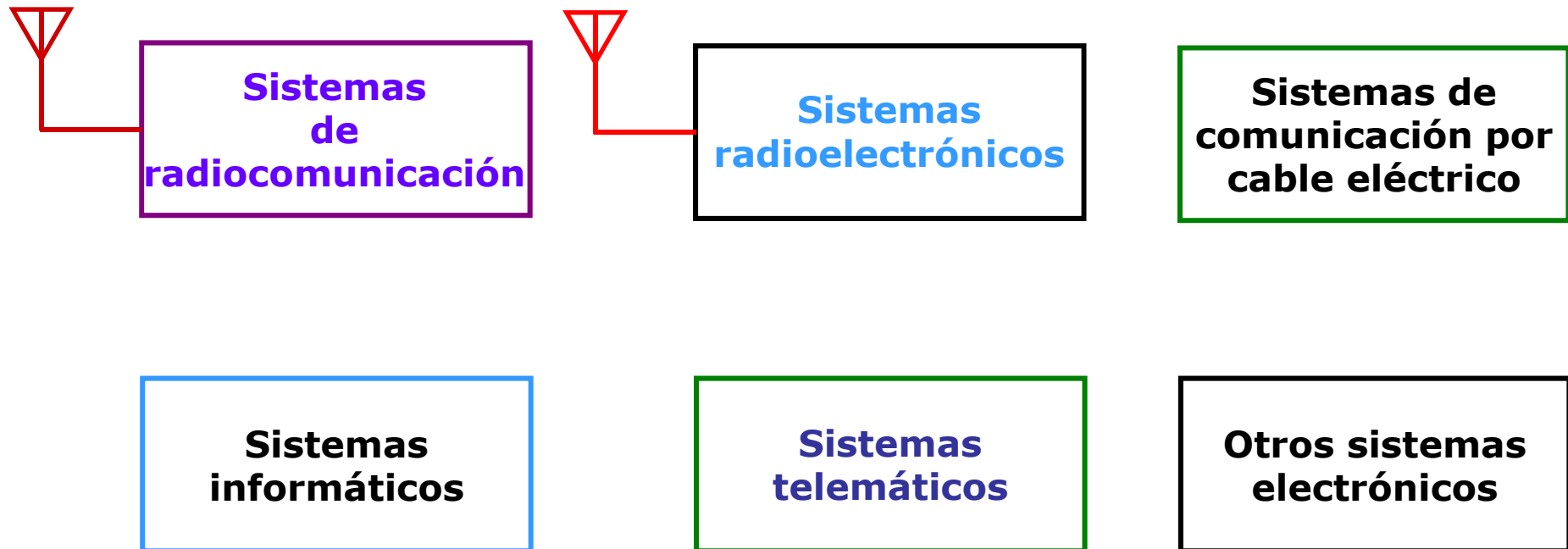


# **Dispositivos, equipos y sistemas susceptibles a ser interferidos, indispuestos, dañados o destruidos**

**Todo dispositivo, equipo o sistema electrónico, de telecomunicaciones o de informática es susceptible a sufrir degradaciones en su funcionamiento o daños permanentes**



# Principales blancos de las fuentes de ambiente electromagnético intencional



# Fenómeno de resonancia

Resonancia serie: **amplificación de voltaje**

Resonancia paralelo: **amplificación de corriente**

Factor de amplificación = **factor de calidad**

# Camino de penetración de la energía electromagnética en equipos electrónicos

## 1.- Espacio

Inducción magnética

Inducción eléctrica

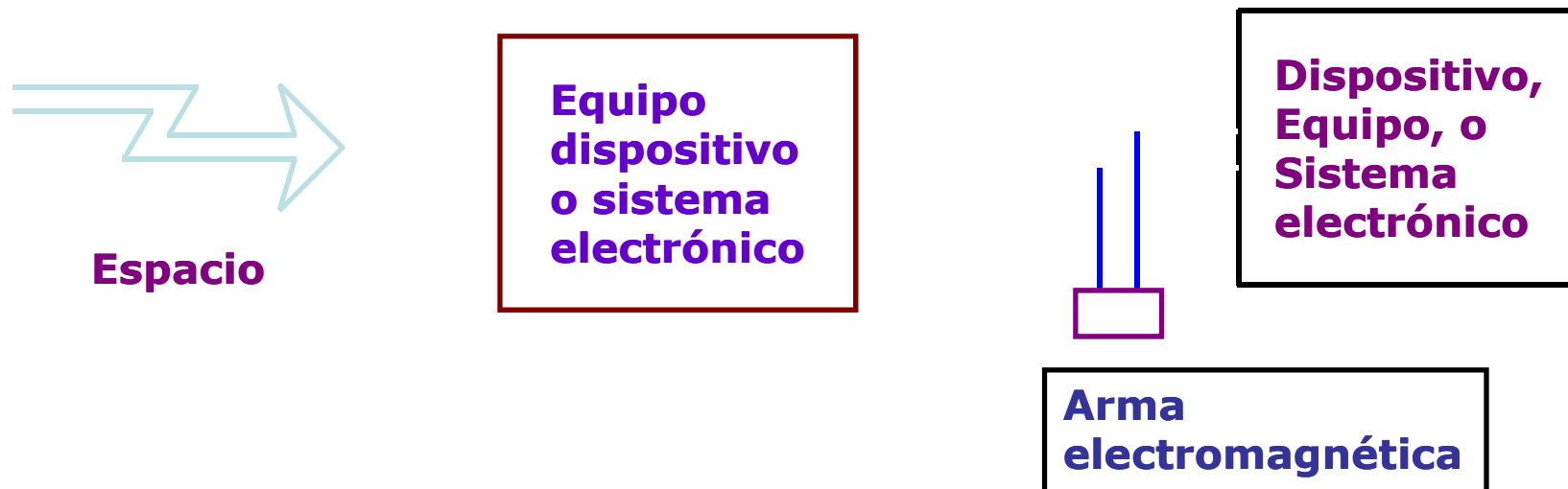
**Radiación**

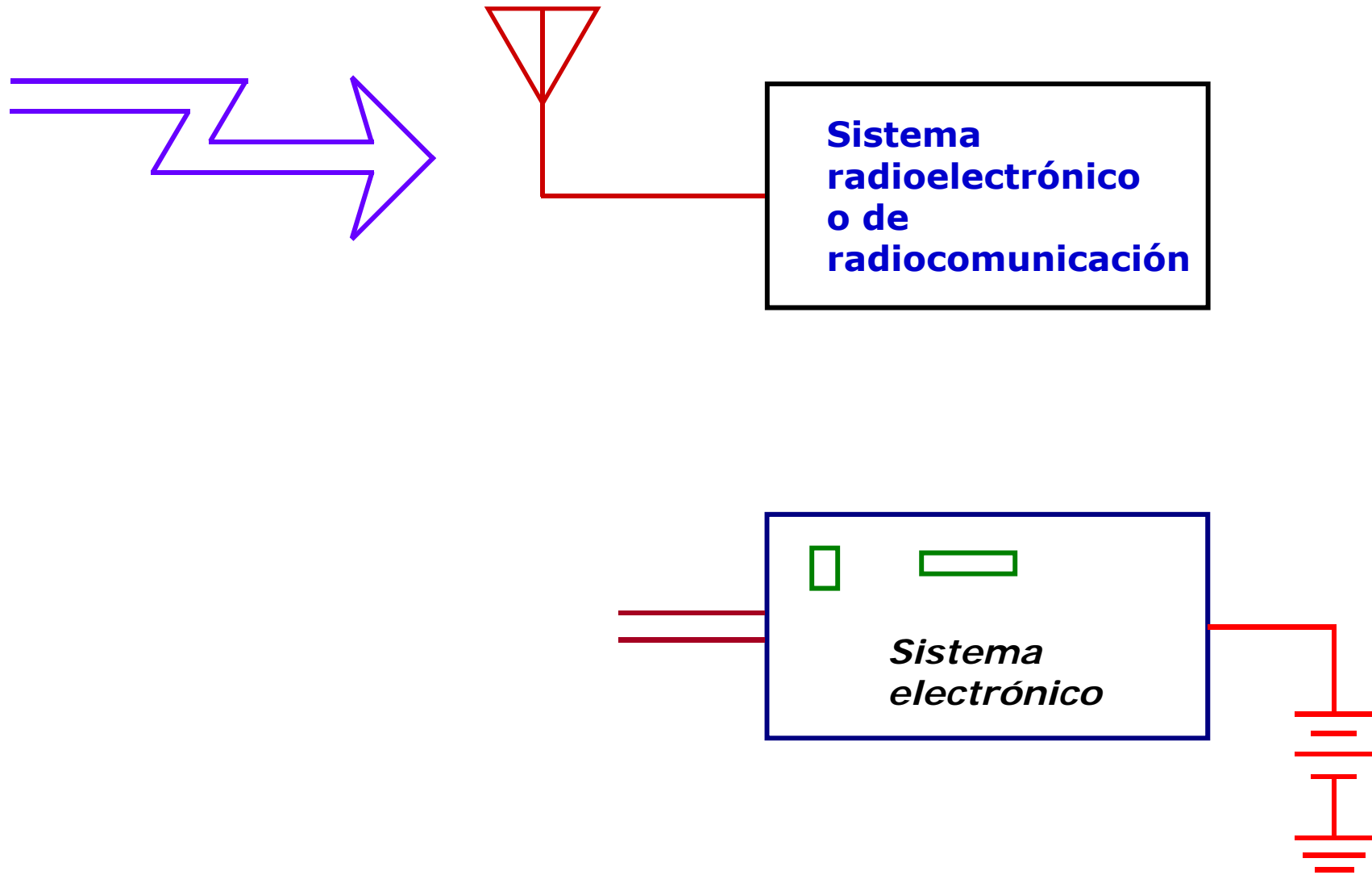
## 2.- Conductores

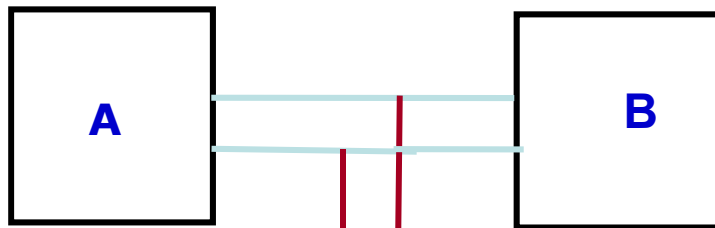
# *Medios de acoplamiento*

**A.- Espacio: Inducción o radiación**

**B.- Contacto físico: Conducción**





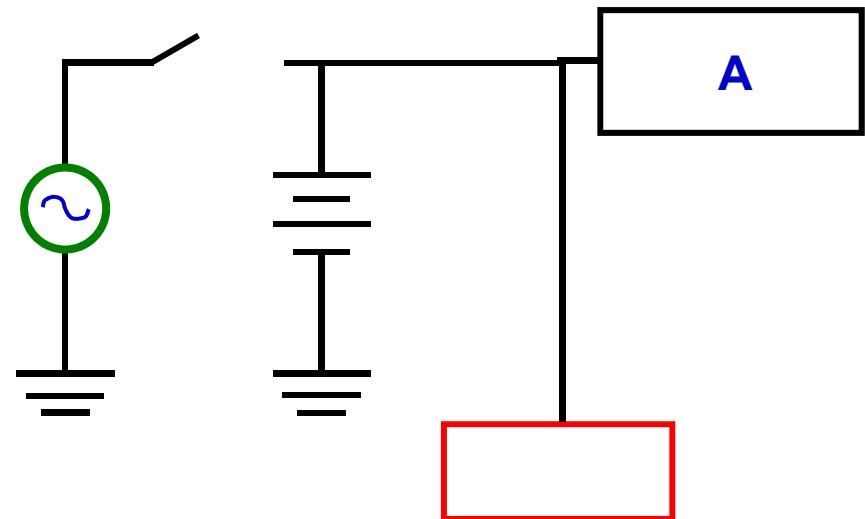


**Fuente  
electromagnética**



**Medio de  
transmisión**

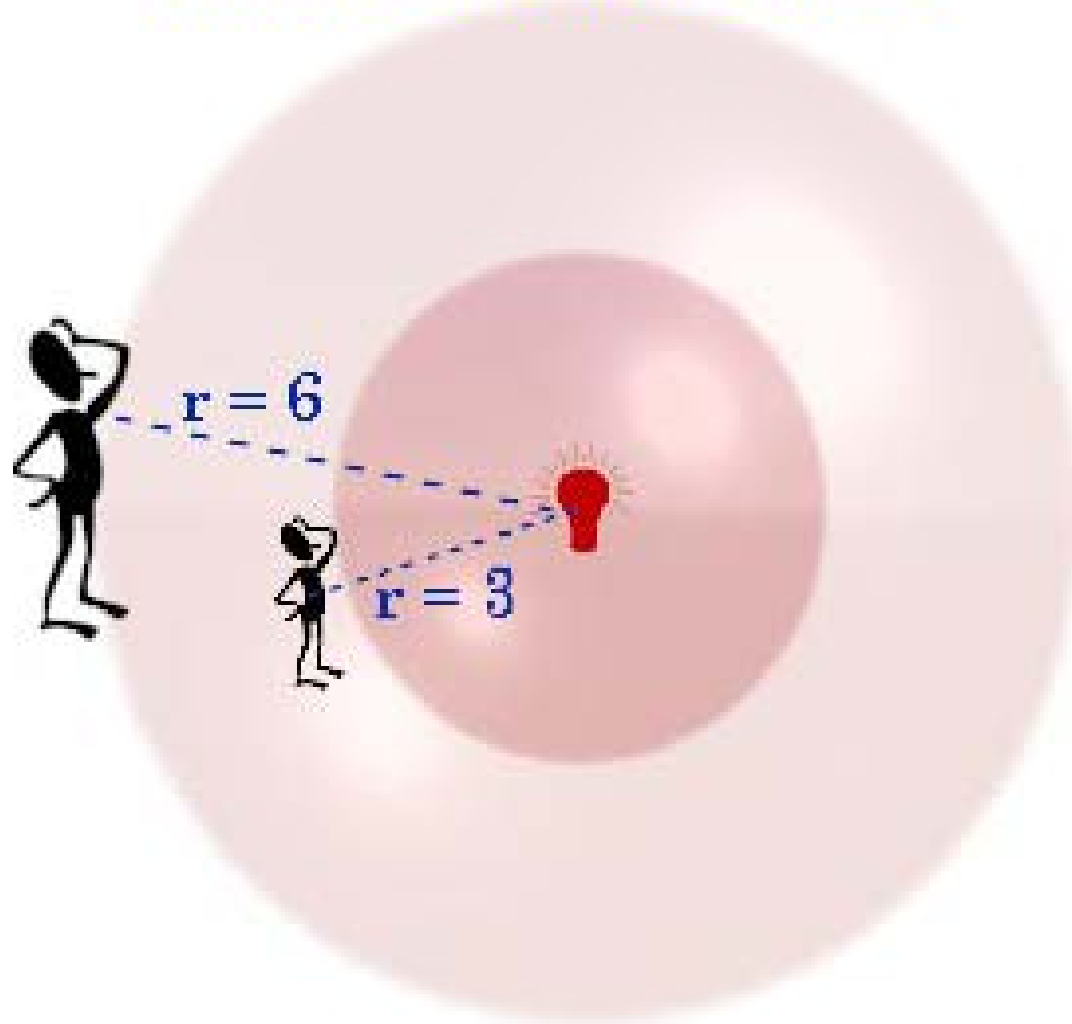
**Sistema de  
alimentación**



**Fuente  
electromagnética**

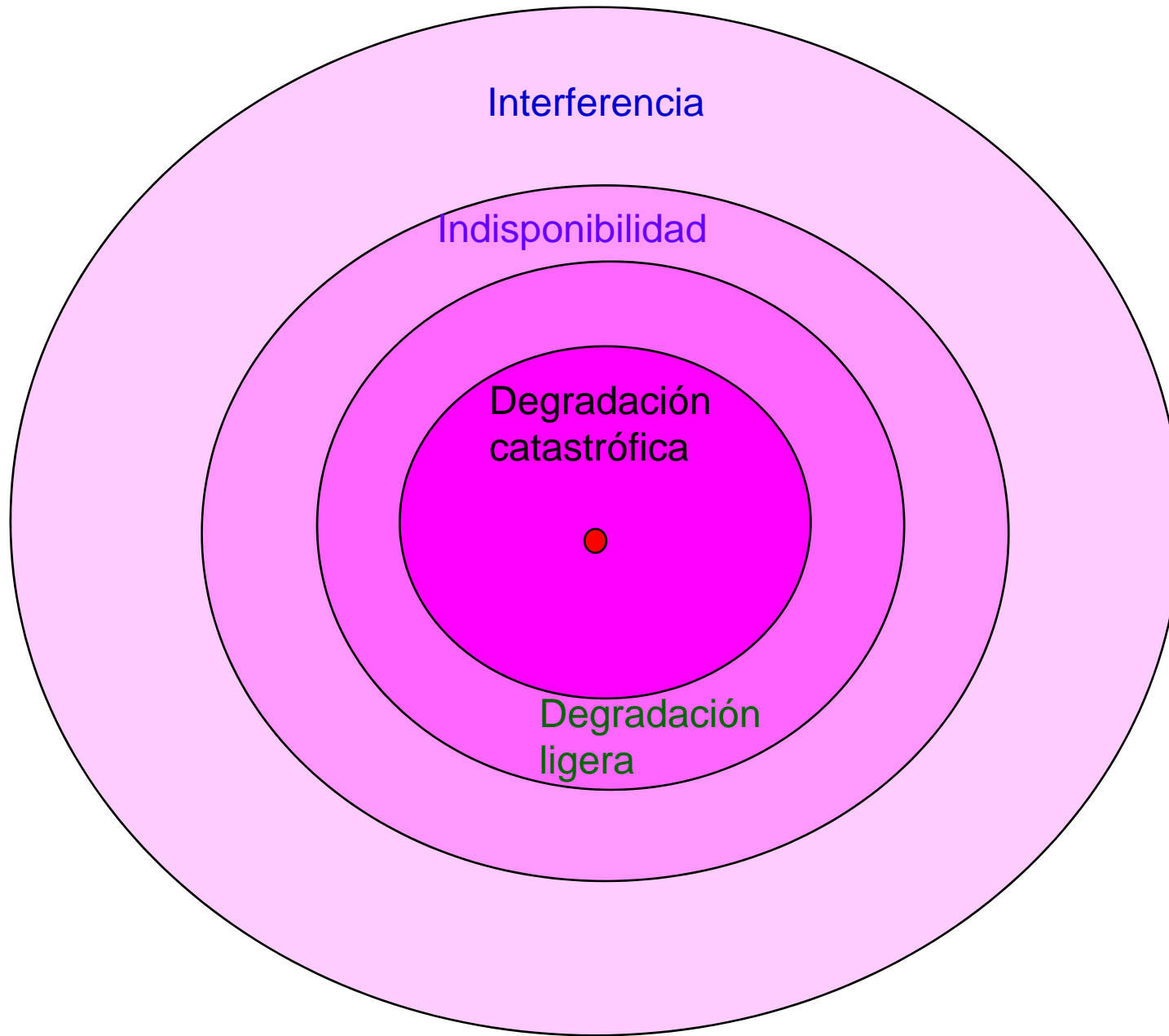


## Reducción del nivel de energía al cuadrado de la distancia



# **Efectos potenciales causados por las fuentes de ambiente electromagnético intencional**

- ⚙ **Interferencia**
- ⚙ **Indisponibilidad**
- ⚙ **Degradación permanente ligera**
- ⚙ **Degradación permanente catastrófica**



Interferencia

Indisponibilidad

Degradación  
catastrófica

Degradación  
ligera

# *Operación de las fuentes*

**Experiencia** : Ninguna  
Mínima

**Protección** : Ninguna  
Mínima

**Huella o trazo** : Ninguna

**Condición** : Camuflaje total  
: Superación de obstáculos

**Distancia** : Corta distancia  $\approx$  metros  
Larga distancia  $\approx$  decenas de km

**Huella** : Metros a cientos de metros.

# Clasificación de fuentes de ambiente electromagnético intencional

## Forma de onda

⚙ **Onda continua**

⚙ **Onda pulsante**

😊 **Un solo pulso**

😊 **Tren de pulsos**

# *Nivel de potencia: 1 W – 1 TW*

- ⚙ **Baja potencia**
- ⚙ **Potencia Media**
- ⚙ **Alta potencia**
- ⚙ **Ultra alta potencia**

# Por complejidad tecnológica

⚙ **Baja**

⚙ **Media**

⚙ **Alta**

# Por alcance

**De corto alcance  $0 < d < 10$  m**

**De mediano alcance  $10 < d < 100$  m**

**De gran alcance  $d > 100$  m**



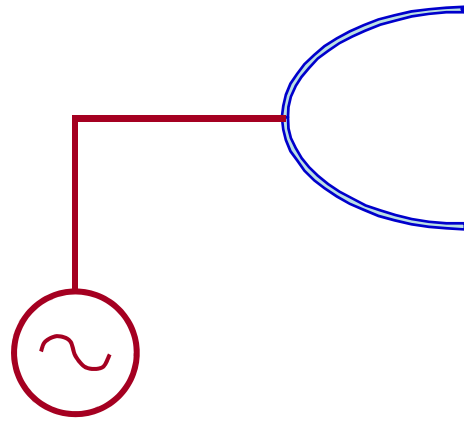
# Ancho de banda

- ⚙ **Banda angosta**
- ⚙ **Banda media**
- ⚙ **Banda ancha**
- ⚙ **Ultra banda ancha  
( > Una década)**

# Conclusiones

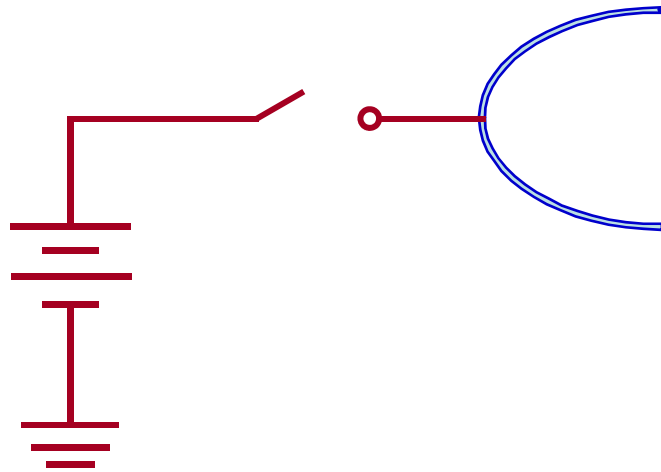
Crece la potencialidad que se presenten situaciones de ambientes electromagnéticos anómalos

- Pulsos de energía electromagnética de nivel muy grande
- Pulsos de energía electromagnética de muy corta duración
- Se presenta la necesidad de disponer de medios para
  - Detectar y **medir** la presencia de pulsos de muy corta duración y de gran nivel
  - Desarrollar medidas de protección contra ambientes electromagnéticos anómalos
  - **Nuevos retos a** laboratorios de medición de compatibilidad electromagnética



Antena

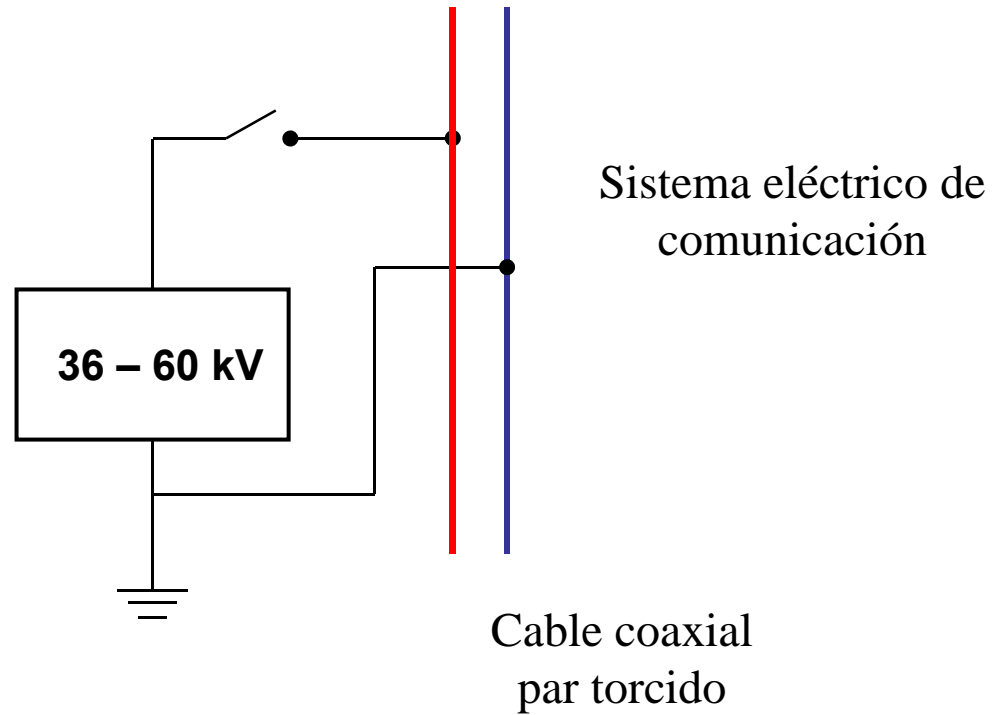
Oscilador

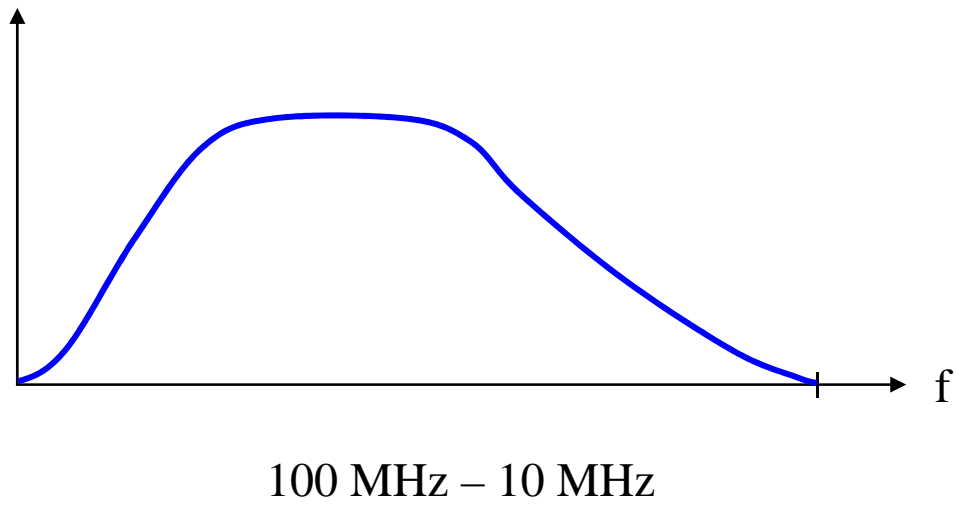
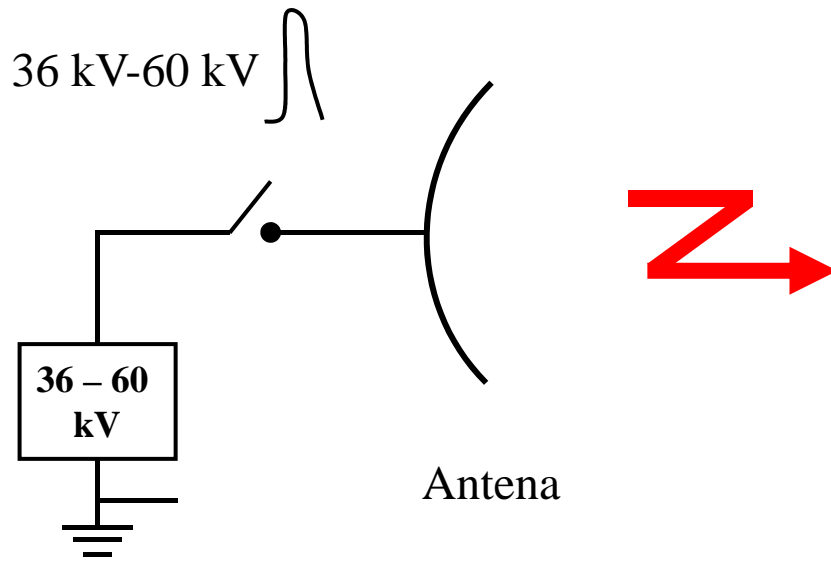


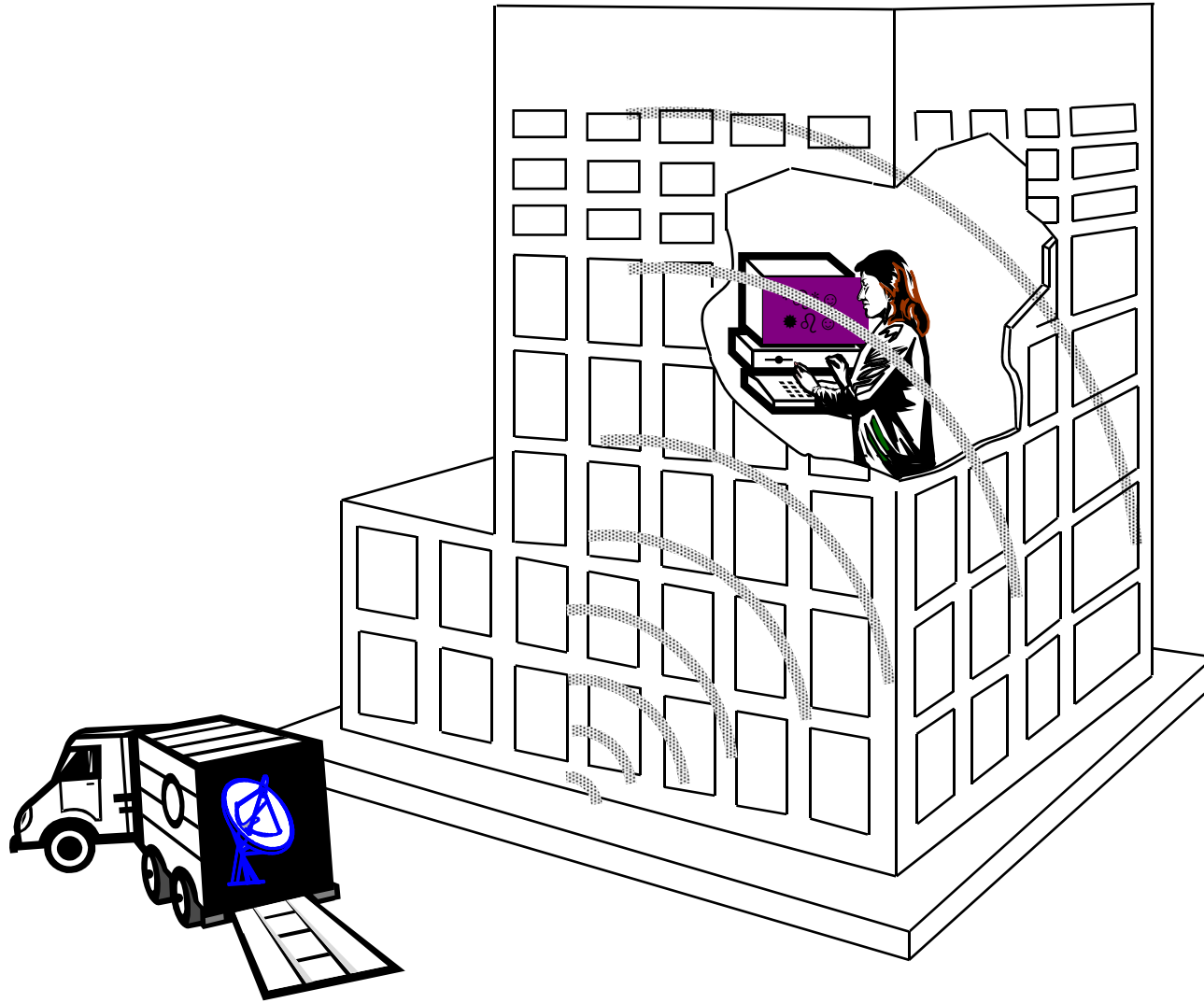
Antena

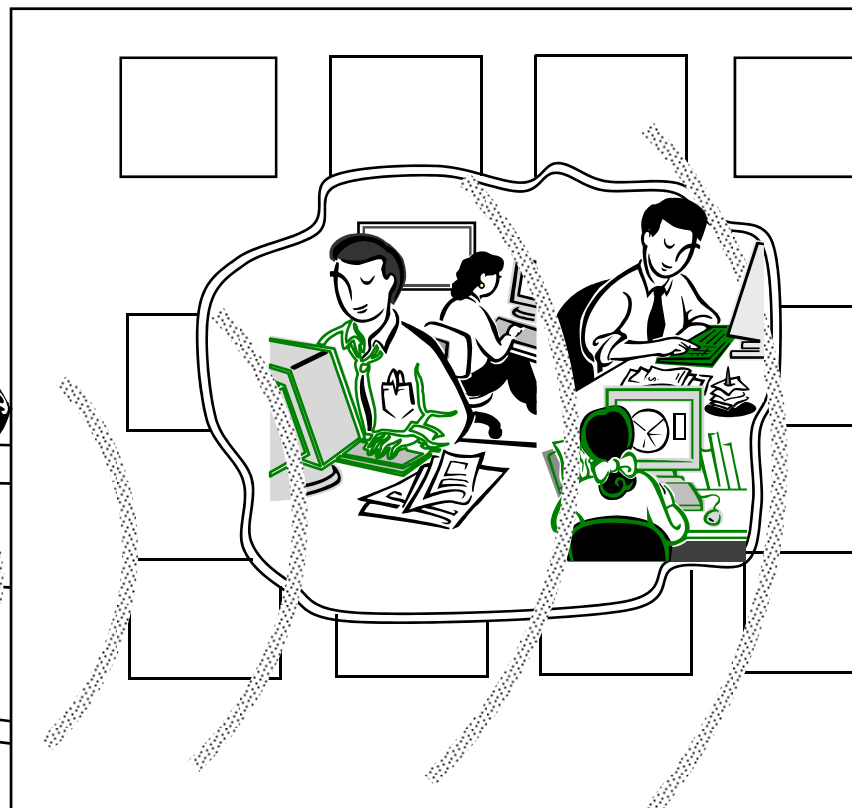
Fuente de alto  
voltaje

# Sistema de alimentación de equipo electrónico

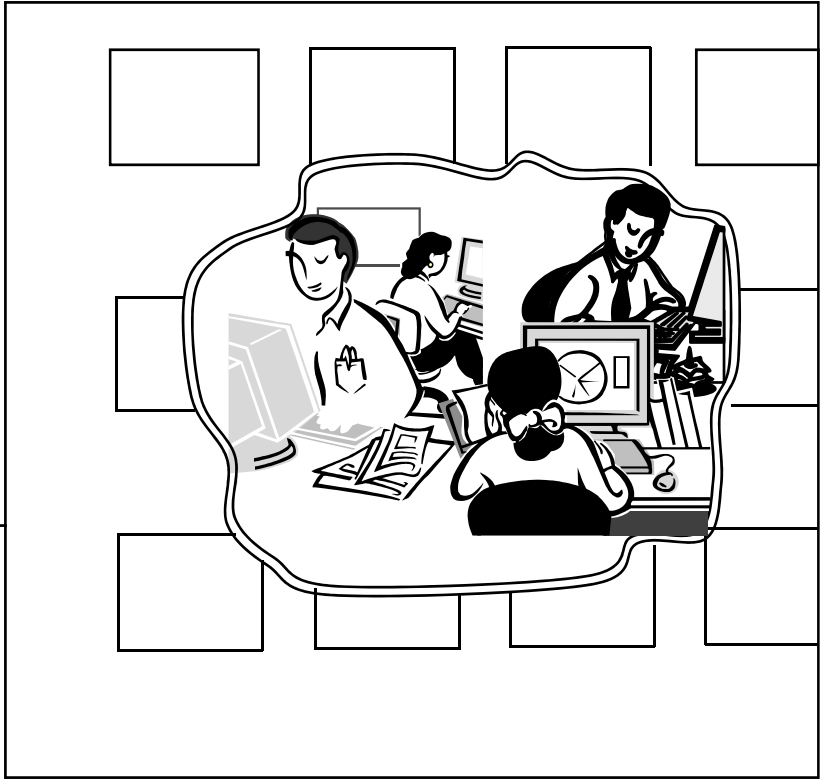
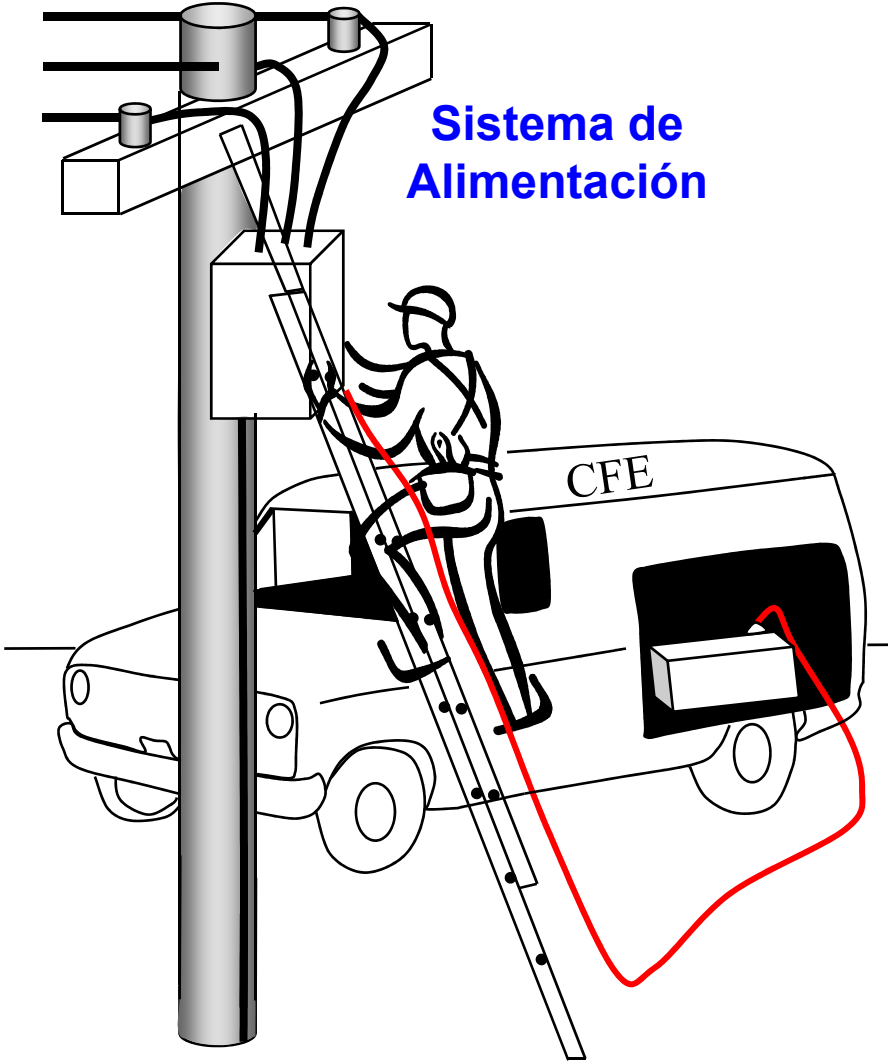




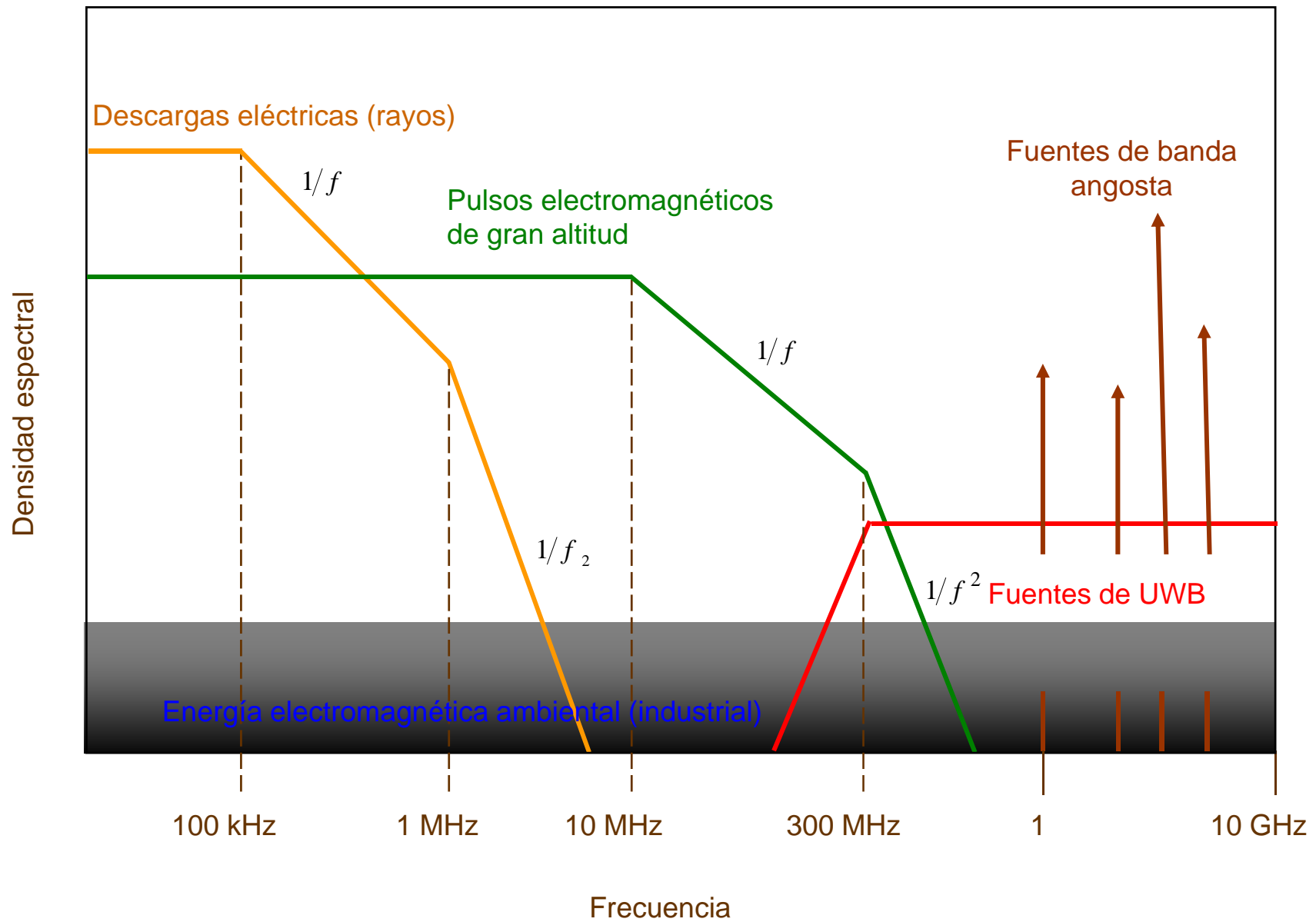




**Sistema de Alimentación**







## *Ejemplos*

*Fuentes electromagnéticas de baja tecnología:*

Hornos de microondas

**Pistolas no letales: Taser**

**“Generadores Marx”**

**“Sistema de ignición de vehículos de combustión interna”**

# Fuentes de mediana tecnología

**Acondicionamiento de radares**

**Acondicionamiento de sistemas de  
contramedidas**

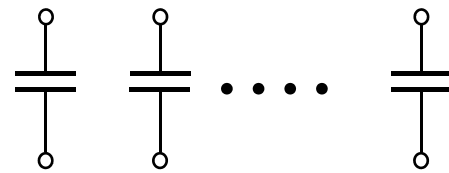
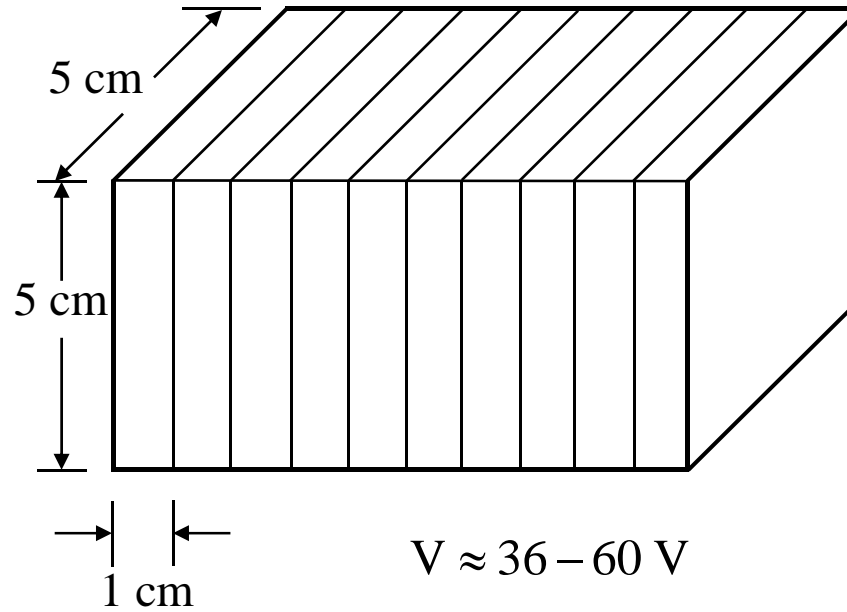
**Fuentes de alta potencia**

# Fuentes de alta tecnología

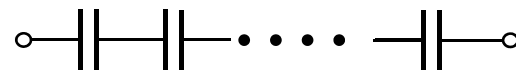
**Bombas electromagnéticas**

**Osciladores pulsantes**

**Armas de alta y ultra alta potencia (>10 MW)**



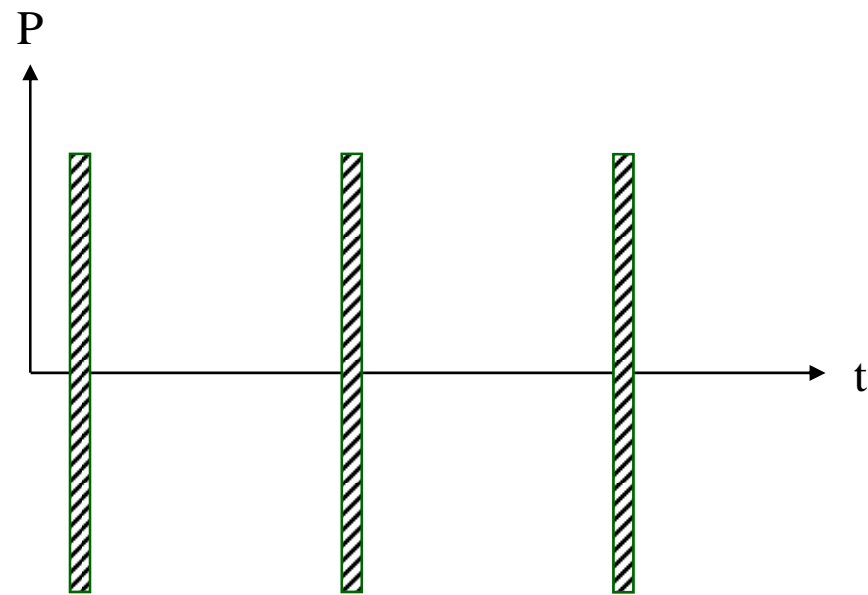
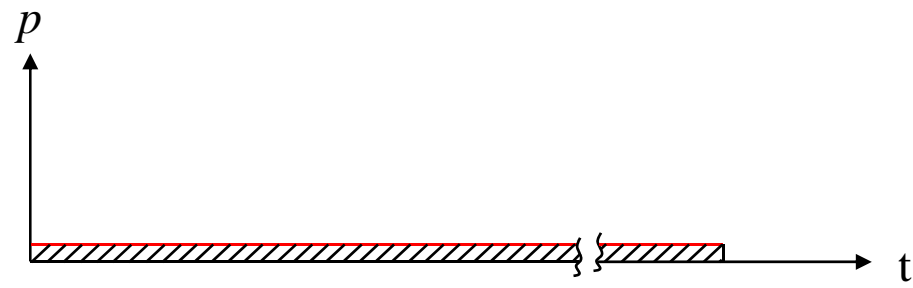
**1000 capacitores en paralelo se cargan**

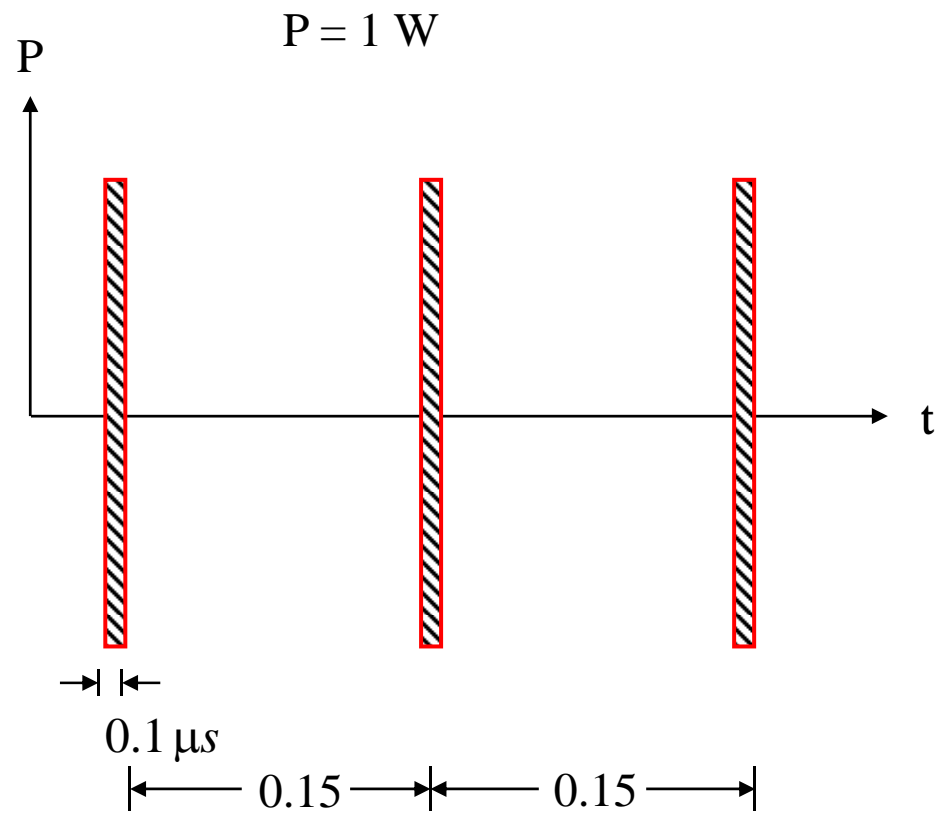


36 kV - 60 kV

**1000 capacitores se descargan en serie**

# Potencia pico – Potencia media





$$P_P \approx \frac{T_v}{T_d} P_m = \frac{0.1}{10^{-7}} P_m$$

$\approx 10 \text{ MW}$