



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



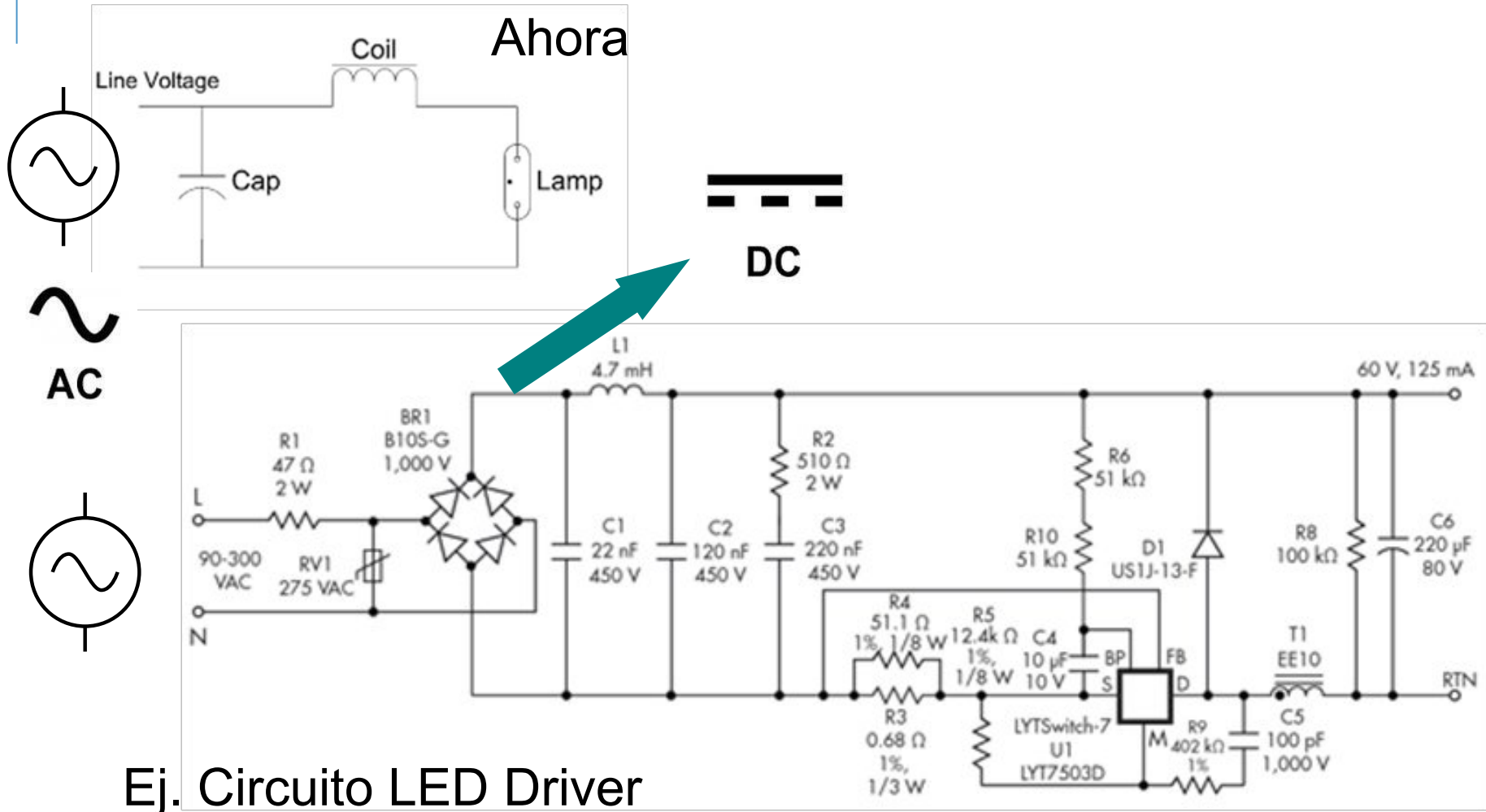
“Inteligencia” y Confiabilidad en Iluminación LED

Fernando Silveira

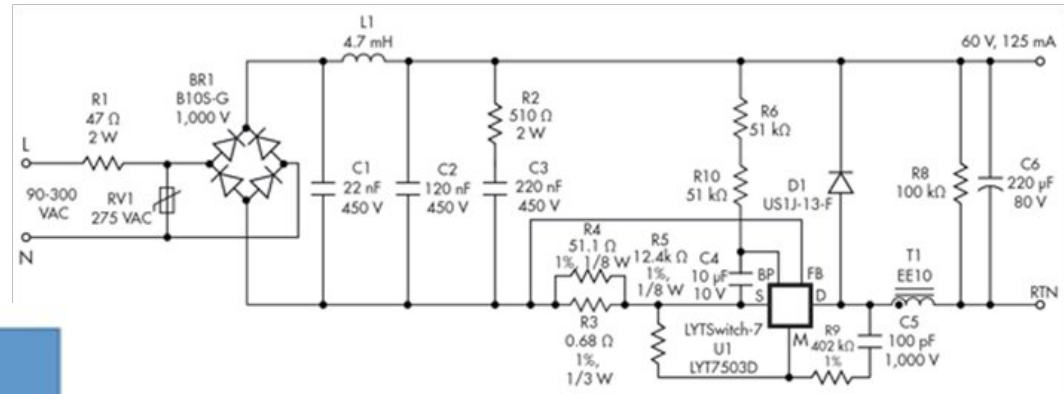
Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Cambio Tecnológico en Iluminación LED

- ¡Electrónica en cada luminaria (driver)!



Drivers



Examples of Luminaire Drivers



W.D. van Driel et al. (eds.), *Solid State Lighting Reliability Part 2*

Electrónica en cada luminaria: Consecuencias

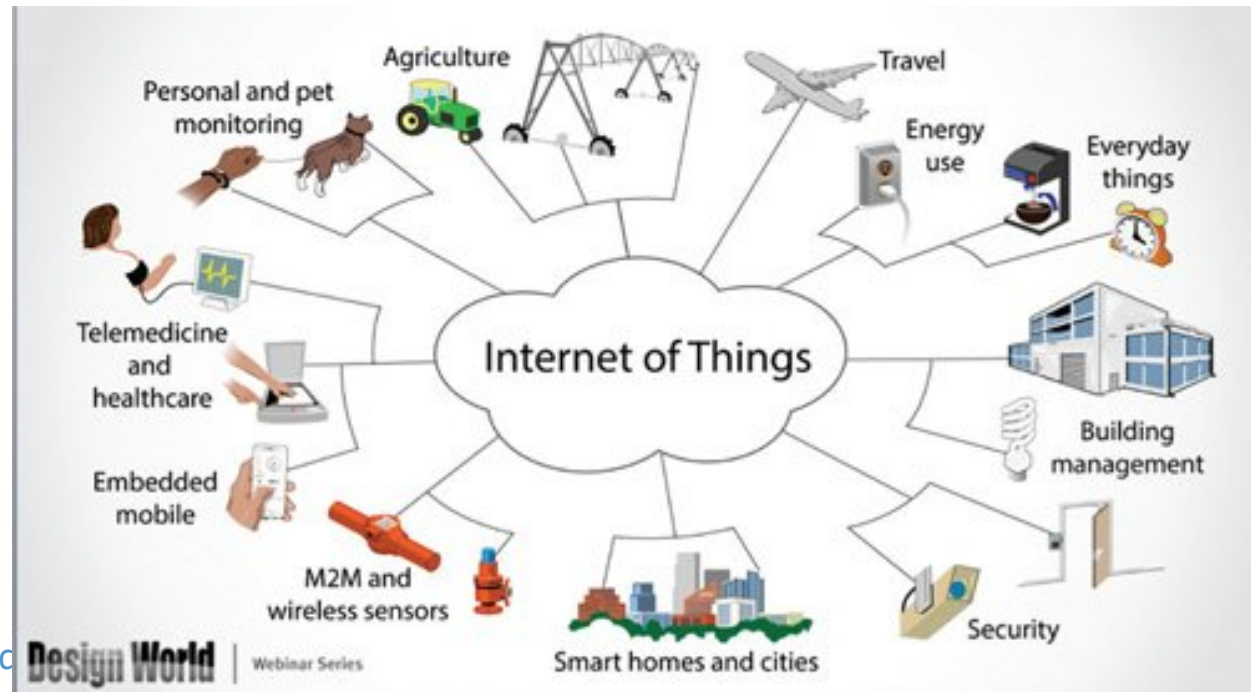
- **¡Instalación histórica!**
- **Oportunidades:** control a distancia, inteligencia, comunicación



- **Cambio:** en aspecto confiabilidad

Electrónica a bordo → “Internet de las cosas”

- Generalización de **conexión a Internet de objetos, IoT: “Internet of Things”**
- ⇒ **inclusión** en objetos de **dispositivos electrónicos** que les permitan conectarse a Internet
- ⇒ generalización del **despliegue de sensores y actuadores** con conexión (directa o indirecta) a Internet



Dos revoluciones en una

- Pasaje a **iluminación pública LED** (ahorro, calidad de iluminación, duración, ...)
- Primer gran ejemplo / base para “**Internet de las cosas**” a nivel de la ciudad (“**Ciudad inteligente**”)

“Inteligencia”

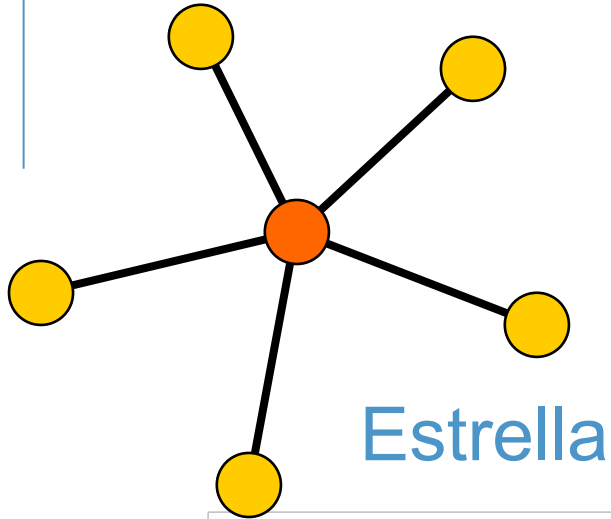
- Comandos de:
 - encendido
 - apagado
 - “dimerización”
- Reportar datos de:
 - voltaje (V),
 - corriente (I)
 - potencia (W)
 - energía (kWh)
 - factor de potencia (cos ϕ)



Estructura

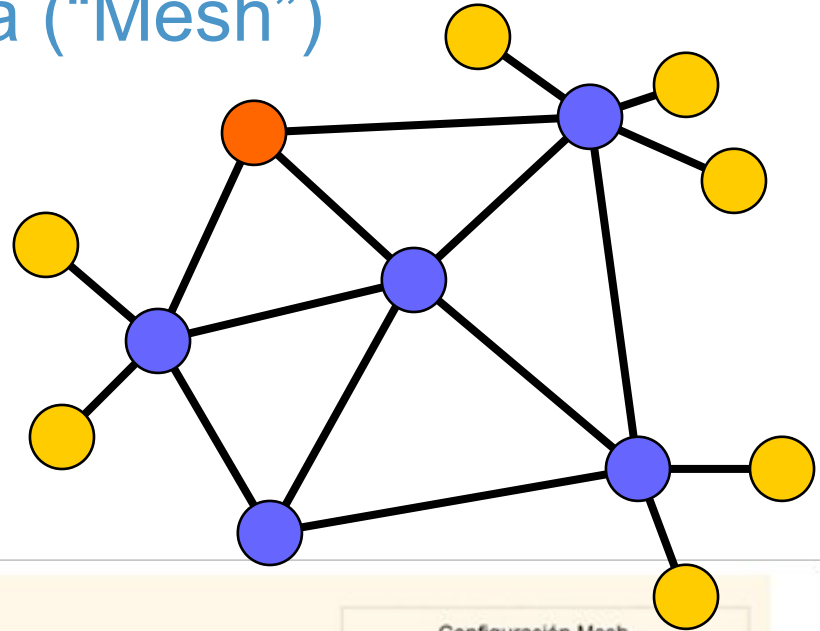


Topologías de red

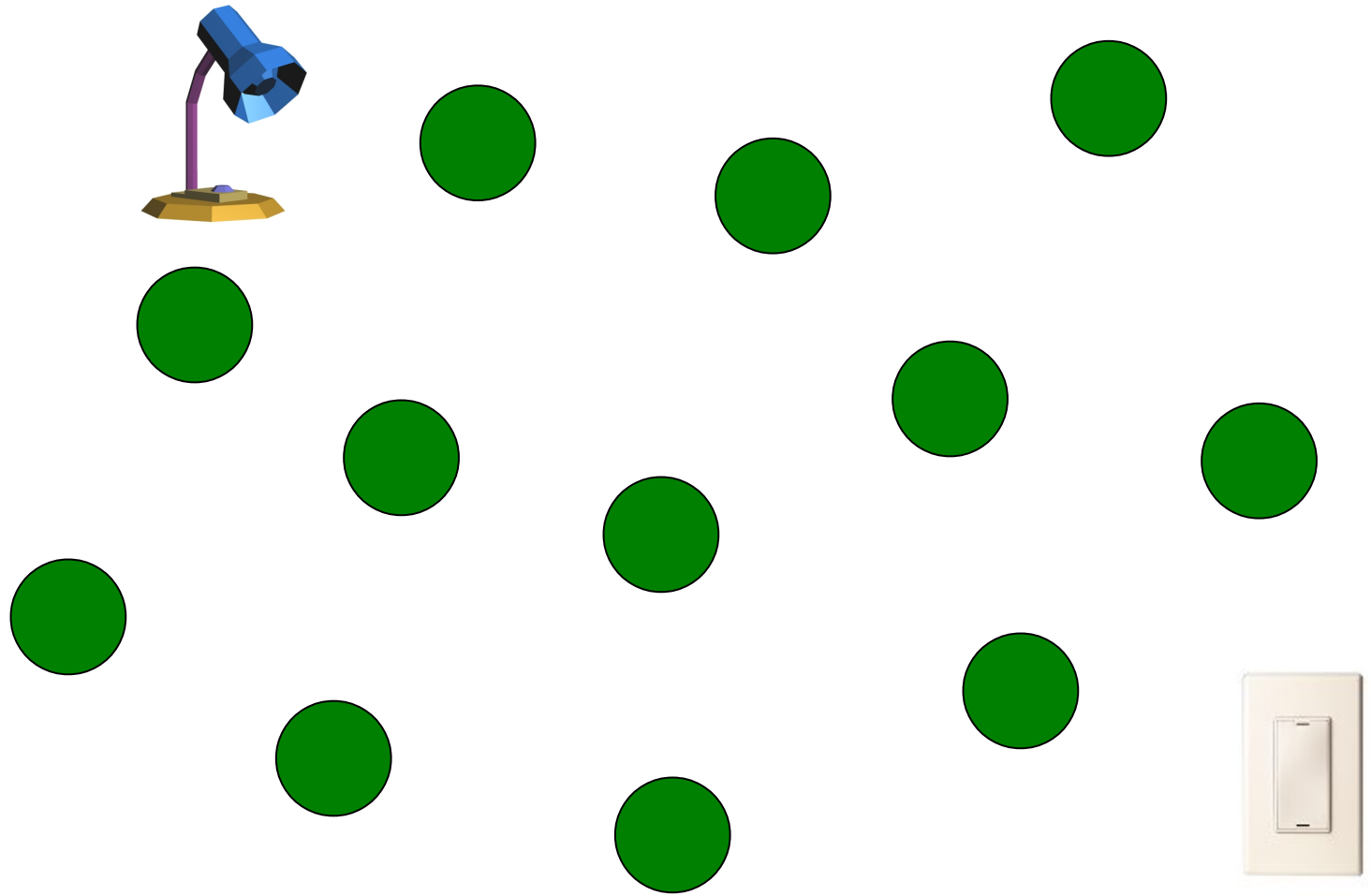


Estrella

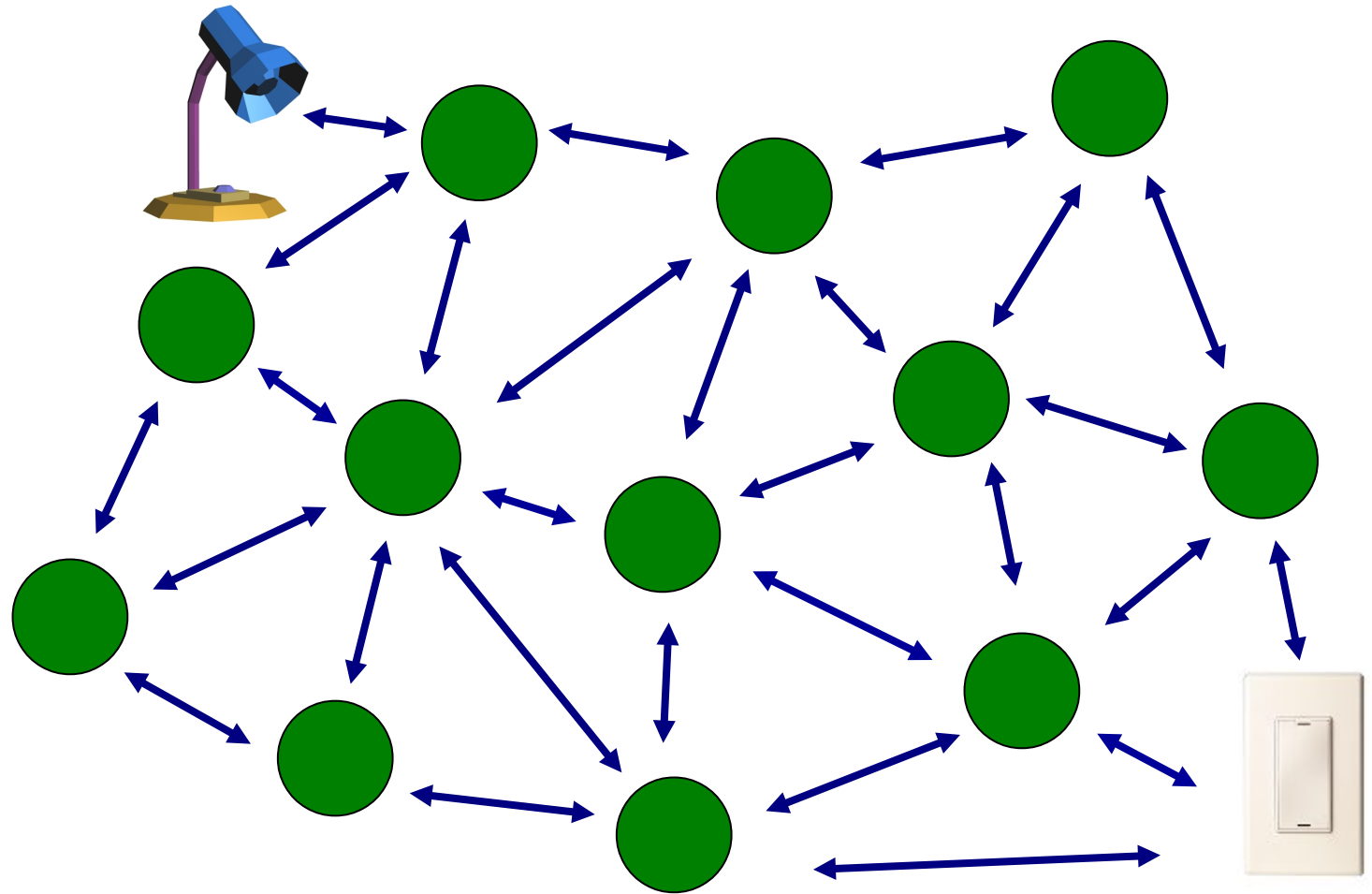
Malla ("Mesh")



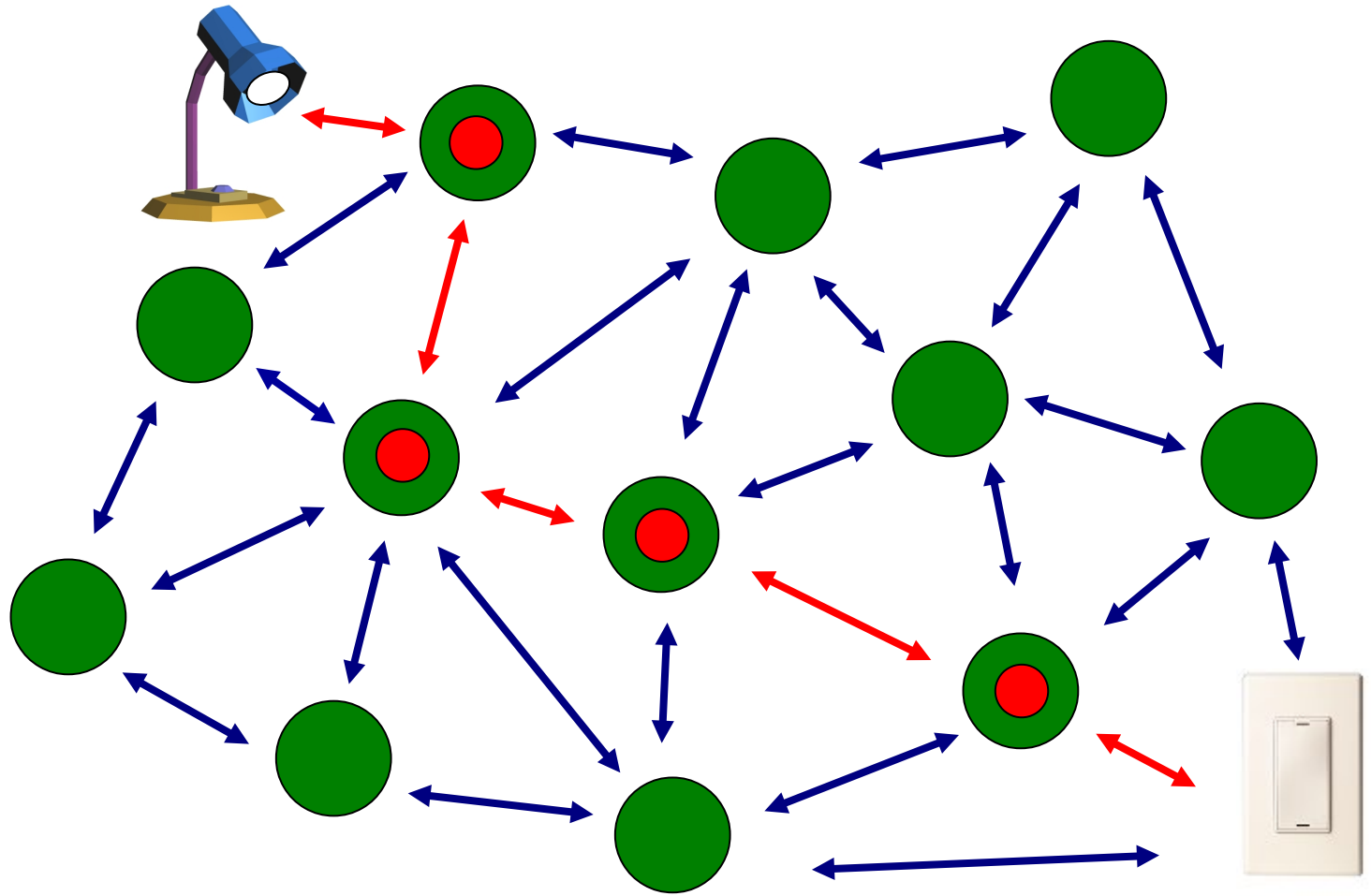
Red Mesh



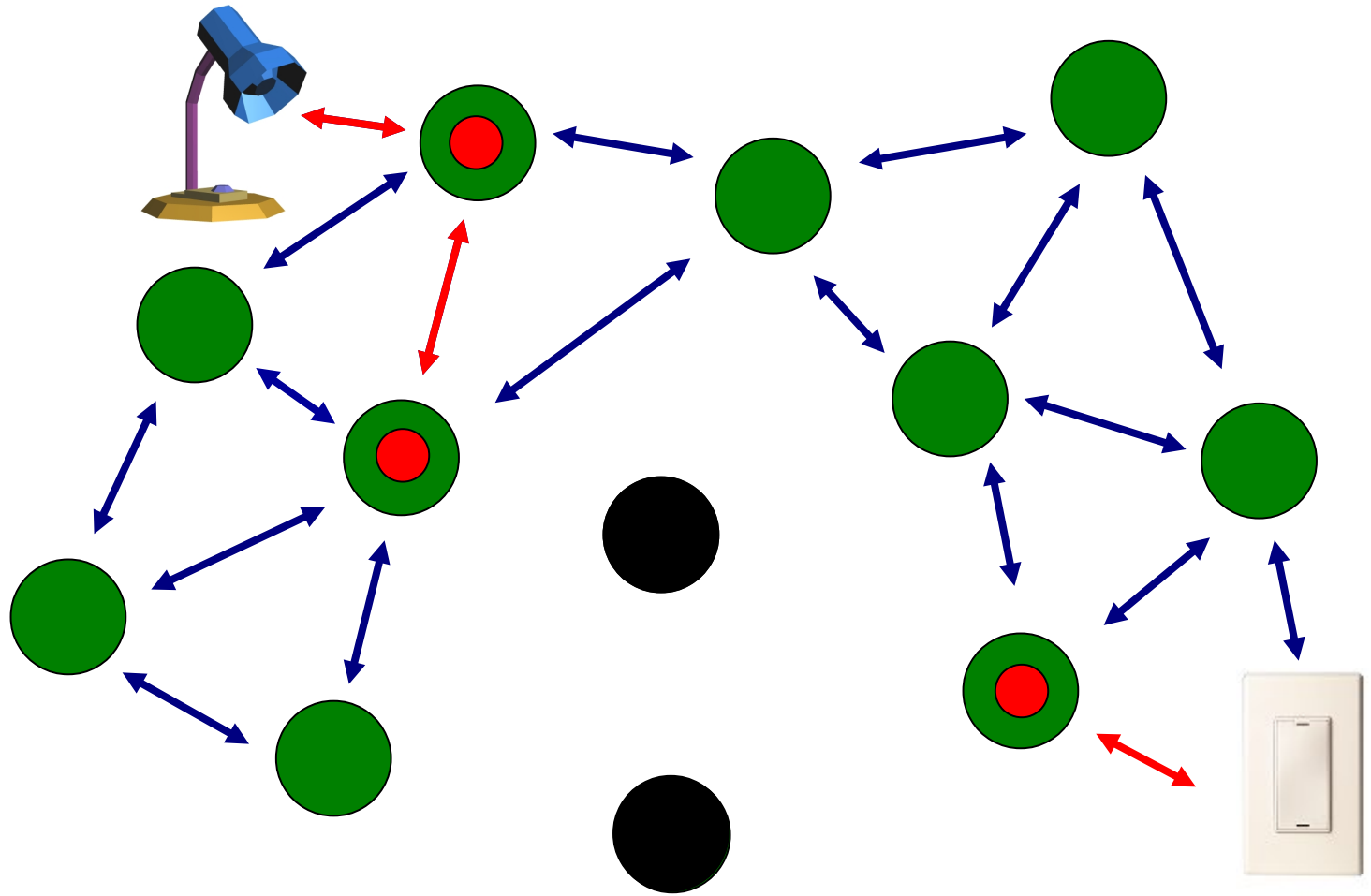
Red Mesh



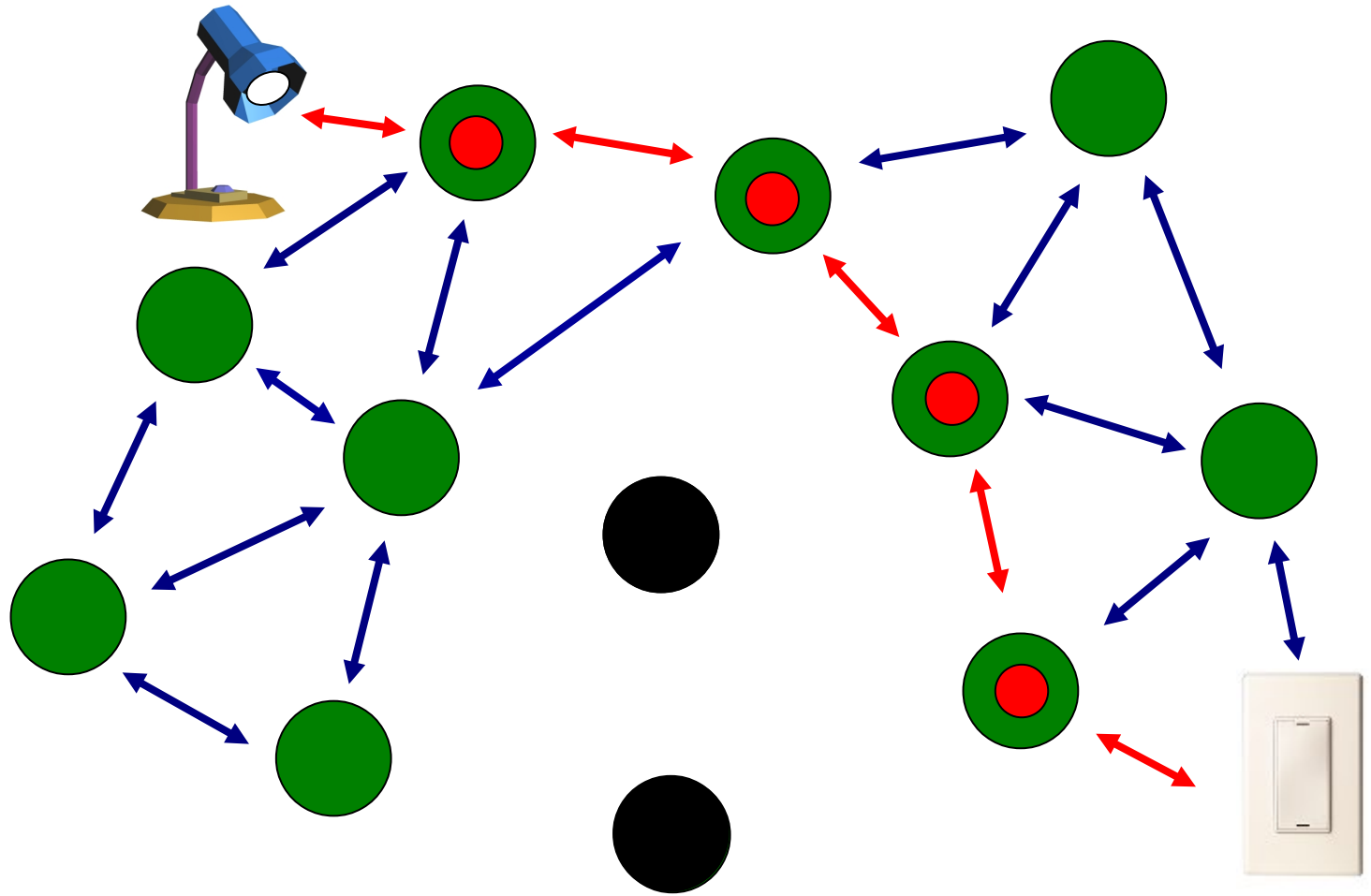
Red Mesh



Red Mesh



Red Mesh



Electrónica en cada luminaria: Consecuencias

- ¡Instalación histórica!
- **Oportunidades:** control a distancia, inteligencia, comunicación



- **Cambio:** en aspecto confiabilidad

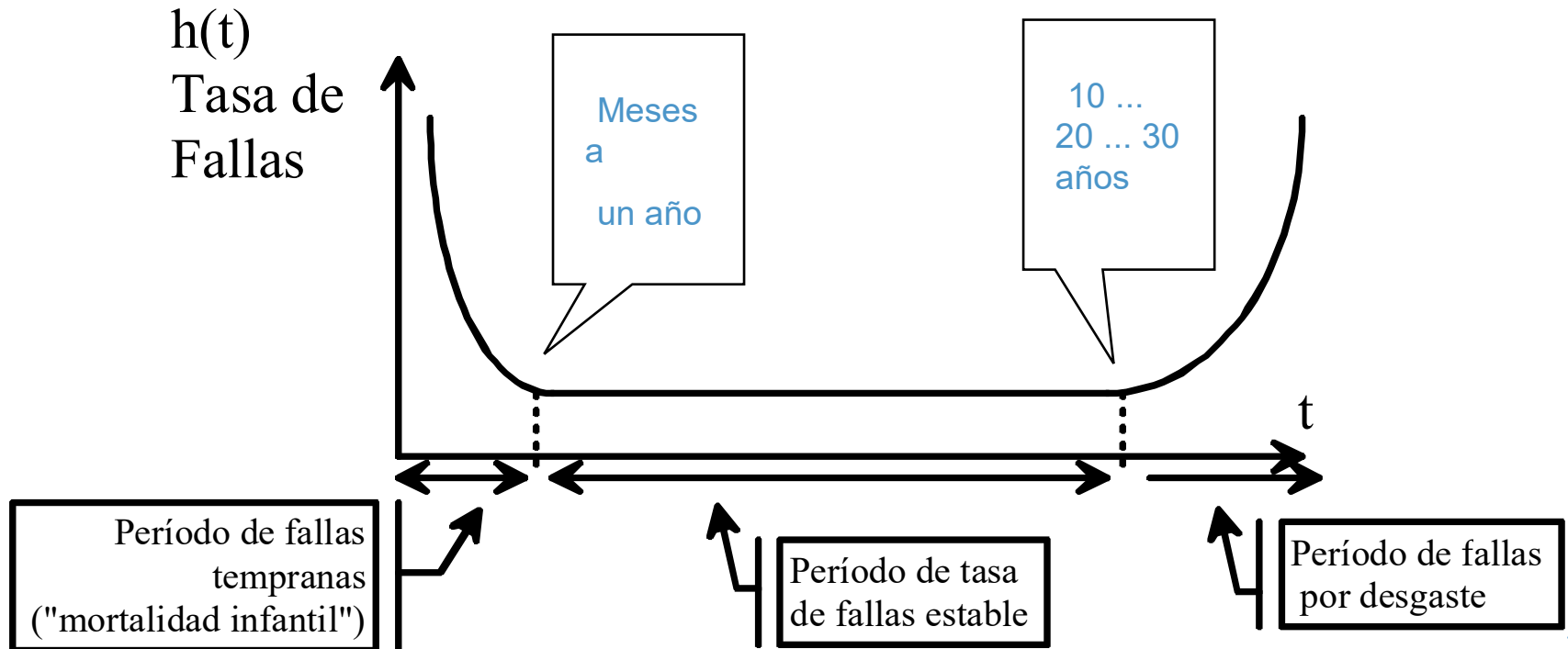
Confiabilidad



¿Cómo fallan los dispositivos electrónicos?

- Tasa de fallas:
cantidad de fallas por unidad de tiempo de operación
= cantidad de dispositivos * tiempo de operación de c/u

- **Curva “de la Bañera”**



Mecanismos de falla: A nivel de circuito integrado

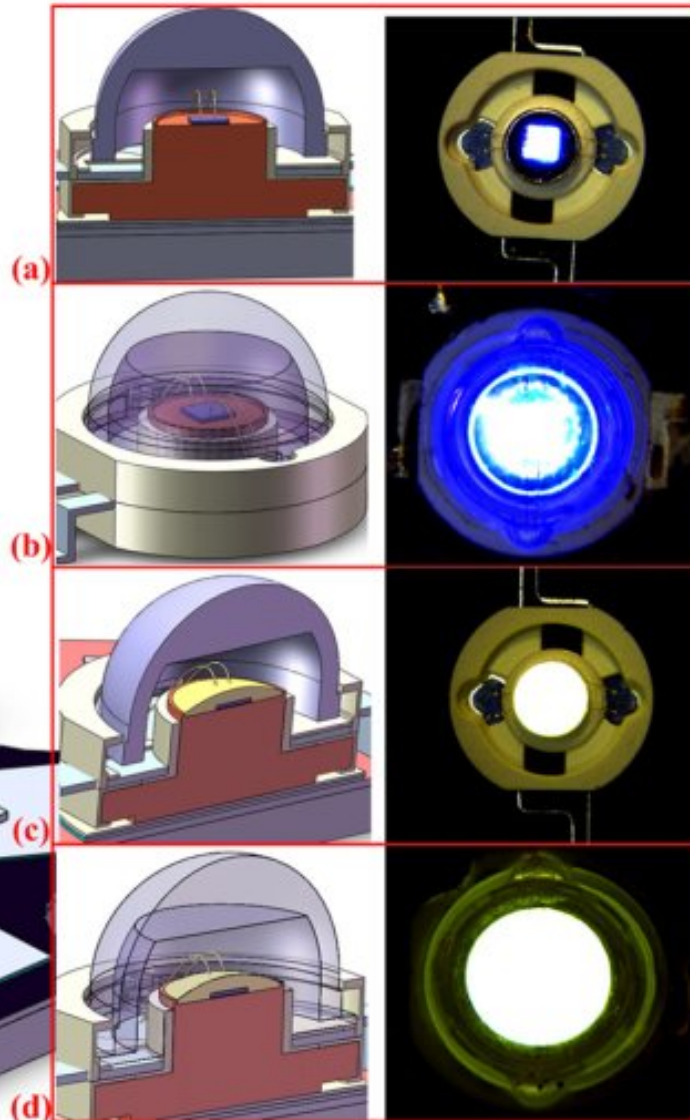
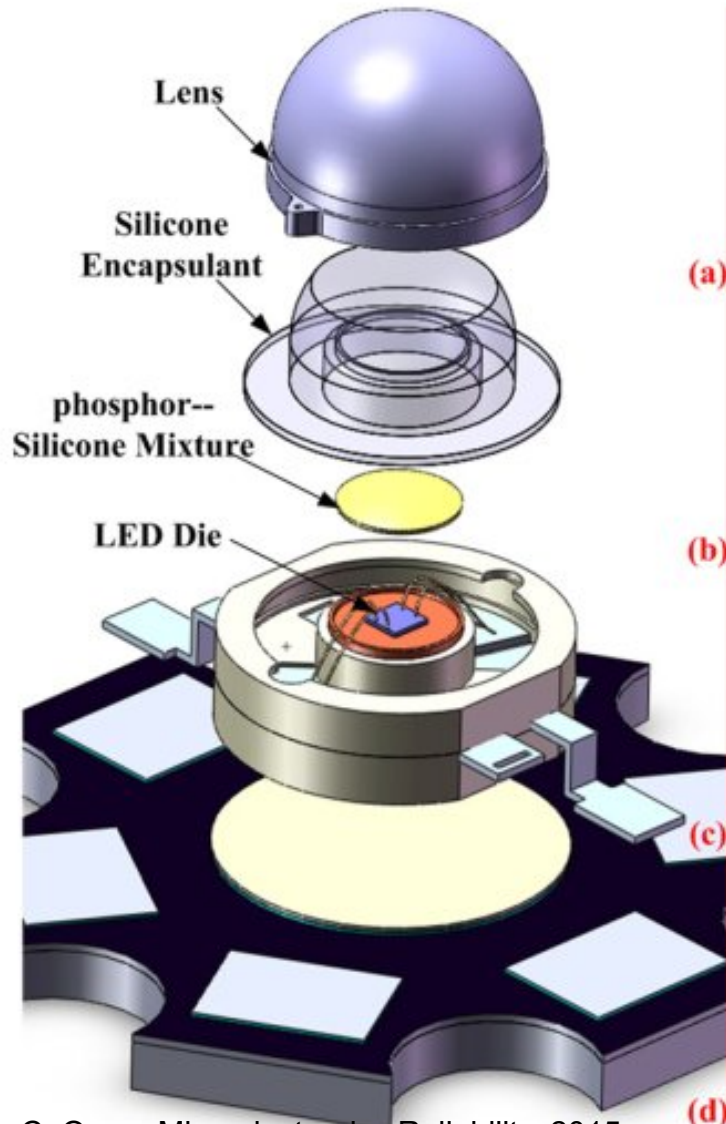
- Time Dependent Dielectric Breakdown
- Electromigration
- Hot Carrier Injection
- Defectos puntuales
- Corrosión
- Defectos mecánicos en el encapsulado
-

Más todas los otros mecanismos de fallas propios de los otros componentes (LEDs, lentes, Rs, Cs, Ls, PCB, conectores, carcaza,)

Luminaria LED: Sistema electro-óptico-mecánico



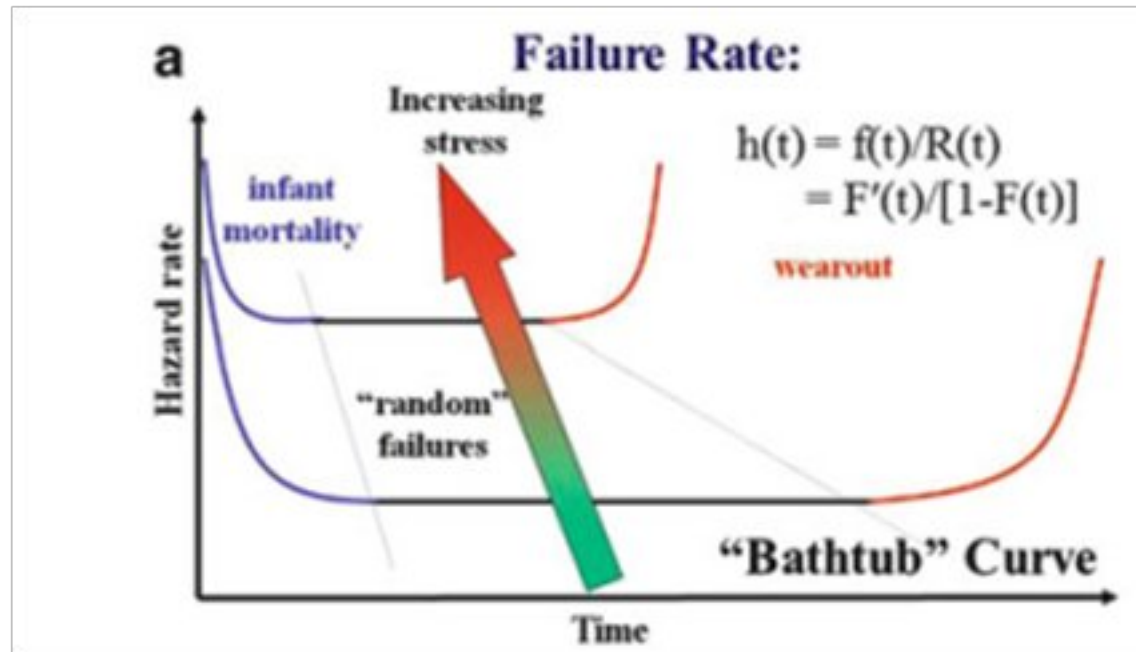
"LED"



C. Quan, Microelectronics Reliability, 2015

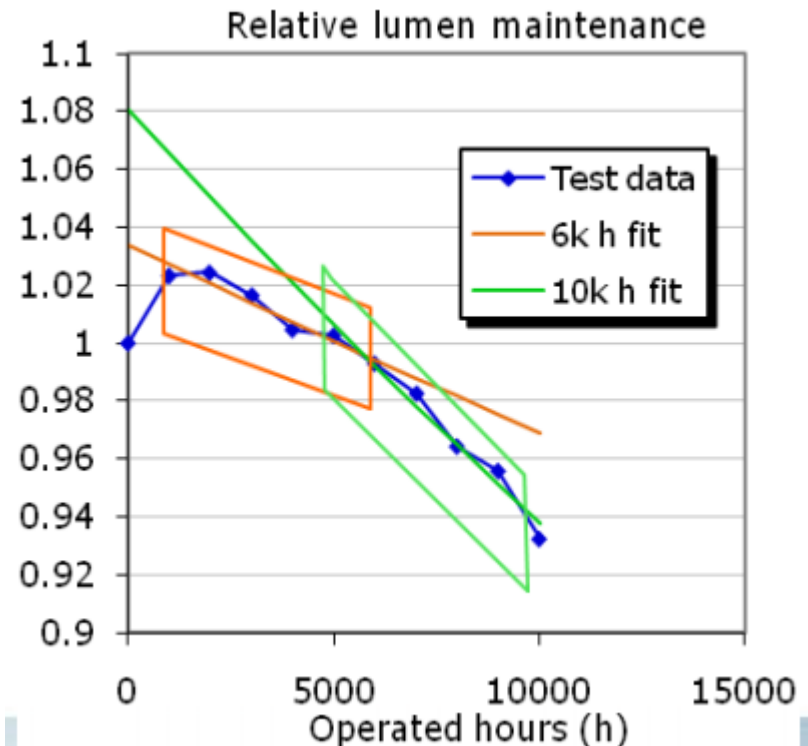
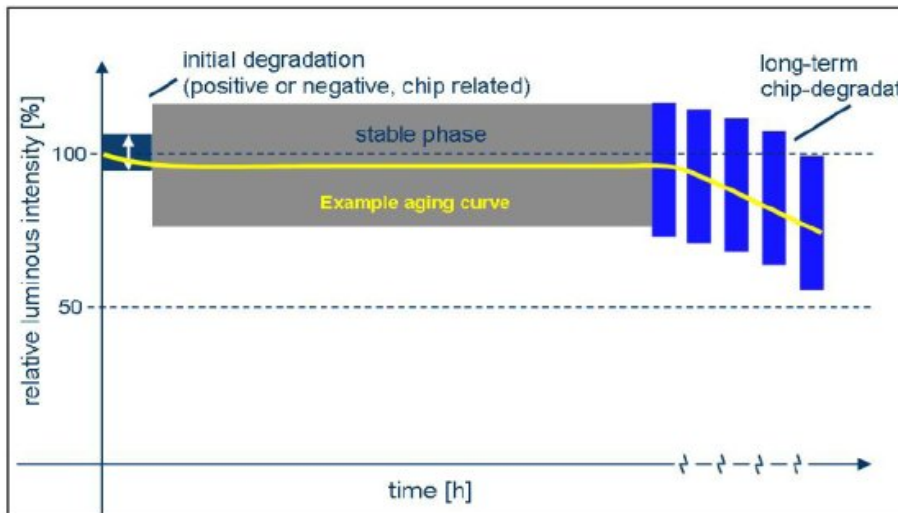
¿De qué depende la tasa de fallas?

- Materiales y proceso de fabricación
- Diseño
- Ambiente:
 - Tensión de alimentación
 - Temperatura, cambios de temperatura
 - Humedad



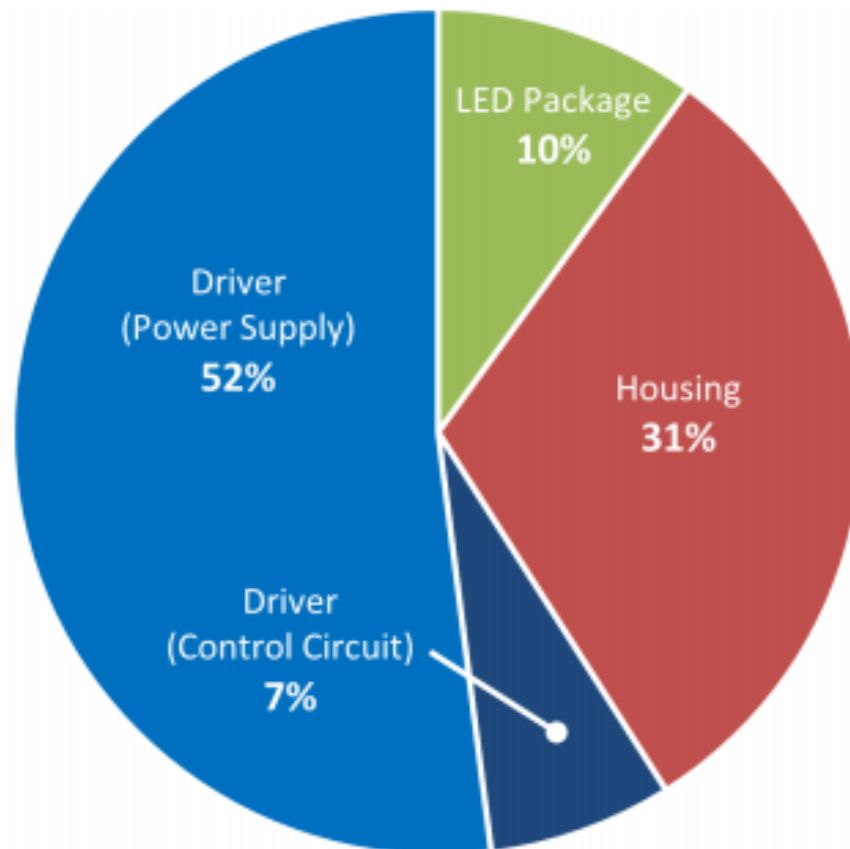
Luminarias LED

- Fallas “catastróficas” (siguiendo curva de la bañera)
 - Intensidad luminosa cae mucho
 - Consumo o perturbaciones hacia la red eléctrica aumenta mucho
- Degradación paulatina de los LEDs



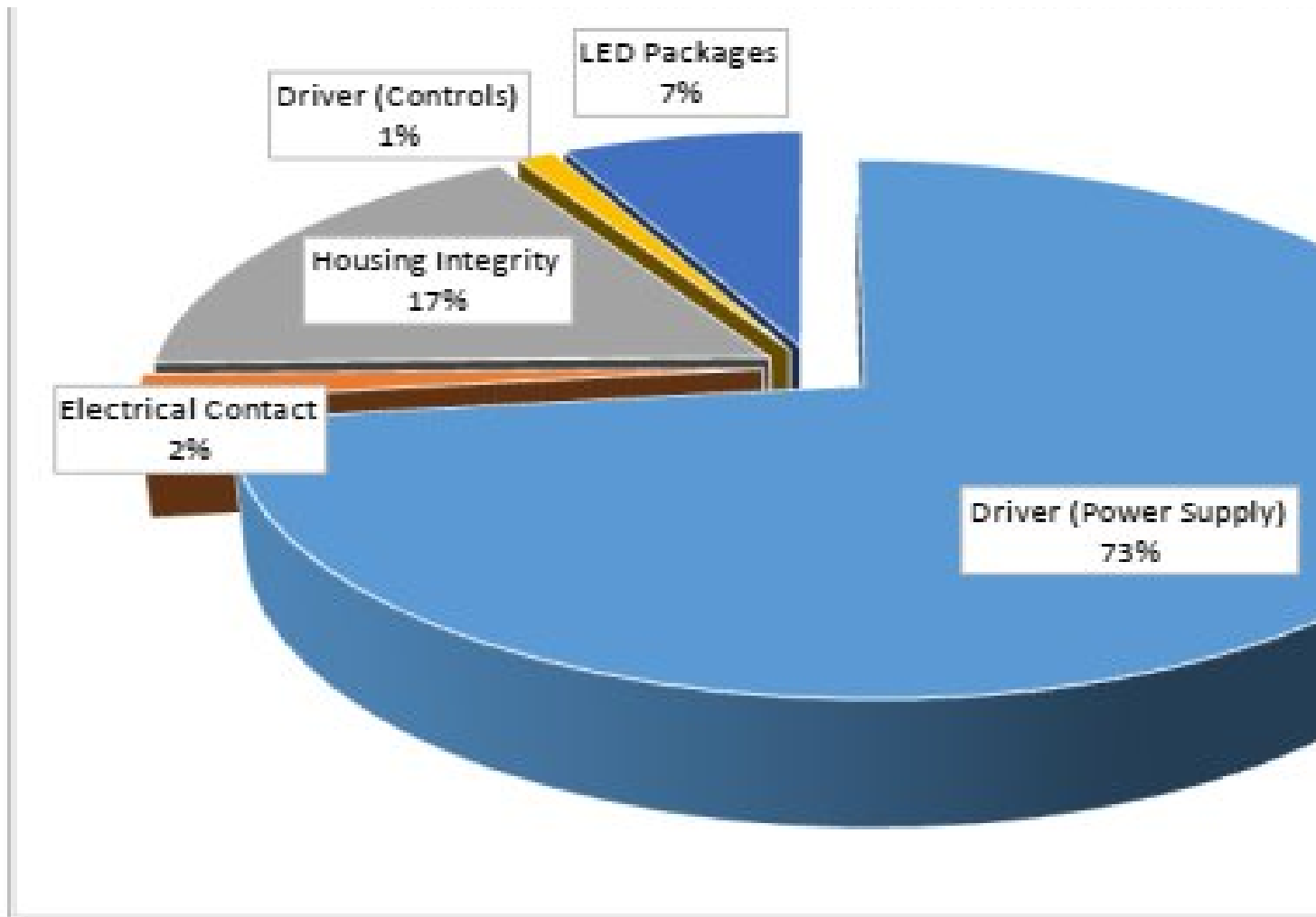
¿En que fallan las luminarias LED?

- Estudio en EEUU para un tipo de luminaria:
5400 luminarias, 34M hs de operación (casi 2 años),
29 fallas (0.56%)

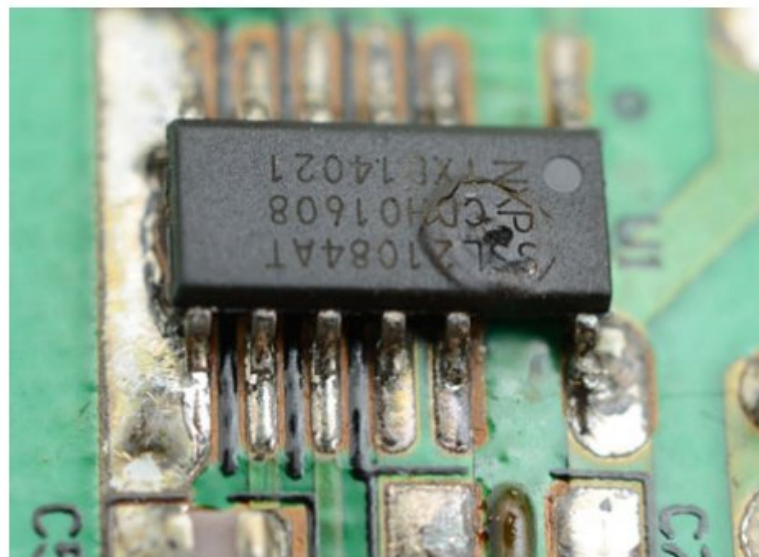
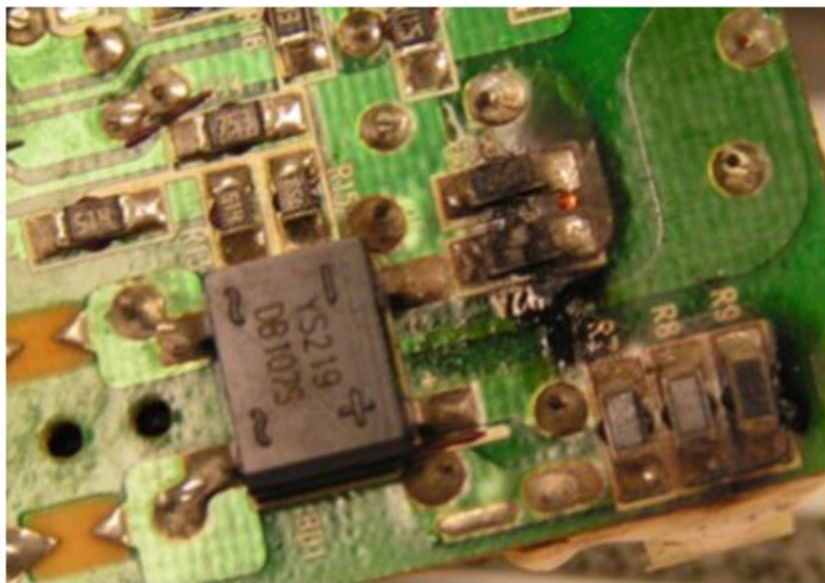
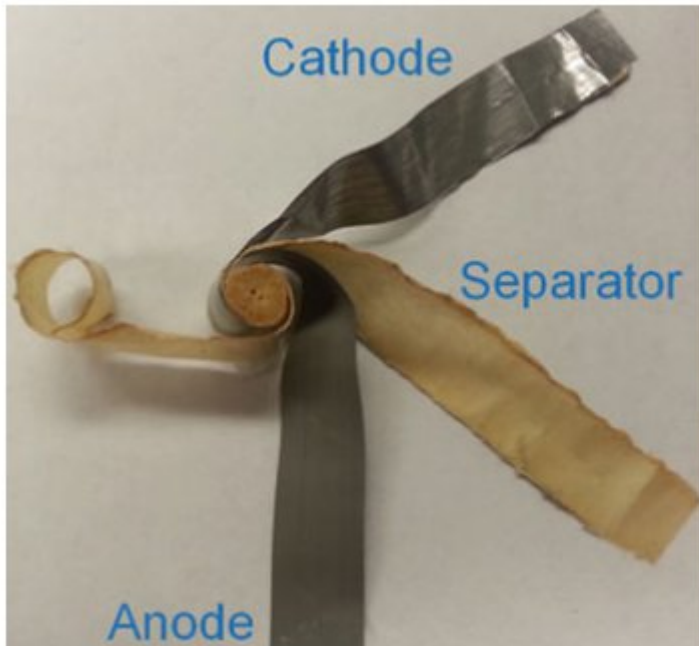


¿En que fallan las luminarias LED?

- Estudio en EEUU para un tipo de luminaria:
212M hs de operación (en 7 años → aprox.8000 luminarias operando, 5% de fallas en total)



Autopsias: Drivers



Autopsias



¿Cómo se trata de predecir la confiabilidad?

- Envejecimiento acelerado: Ensayos a:
 - Mayor temperatura
 - Por ej. Ensayo a 85oC, entonces cada hora equivale a entre aprox. 50 a 150hs a 15oC
 - Ciclado térmico, vibración
 - Temperatura y humedad

Si quiere saber más:

Seminario en confiabilidad de dispositivos electrónicos:
el caso particular de las luminarias LED (Light Emitting Diode) para alumbrado público

Conclusiones



- Estamos siendo parte de dos revoluciones (LEDs & IoT)
- Luminarias LEDs incorporan electrónica, entonces:
 - Permiten mayores funciones (“Inteligencia”, IoT)
 - Cambian mecanismos de falla