# Día virtual sobre Internet de las Cosas en Latinoamérica Investigación y Desarrollo Universitario

Experiencias de investigación y aplicaciones de loT sobre 802.15.4 en Uruguay

Leonardo Steinfeld

Inst. de Ingeniería Eléctrica, Fac. de Ingeniería Universidad de la República (Uruguay)





Organizan:



6 de julio de 2016

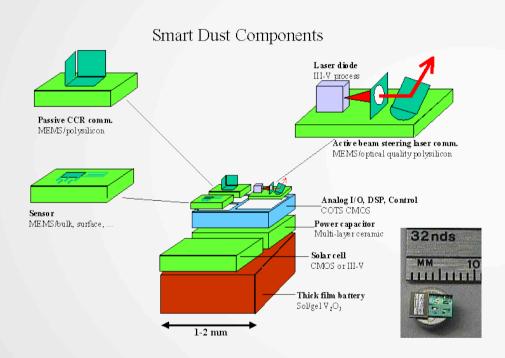
### Breve presentación

- Grupo de Microelectrónica (Dpto. Electrónica)
  - Diseño Circuitos Integrados de muy bajo consumo
  - Enlaces de RF de corto alcance y bajo consumo.
  - Sensores
  - Sistemas electrónicos (embebidos)

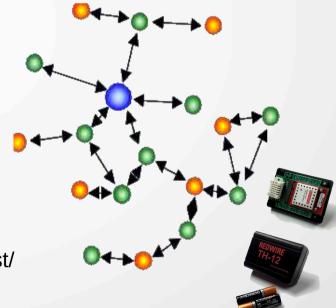


### Redes de sensores inalámbricas

#### "smart dust"



- definición
- nuestro énfasis



Fuente: http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/SmartDust/

# Experiencias aplicación: agricultura

- Razones: importancia económica, otras
- Oportunidad: agricultura rentable y sustentable
- Dos aplicaciones
  - Montitoreo microclima: manejo de producción
  - Monitoreo de plagas: reducción de plaguicidas



Impacto económico y medio ambiental

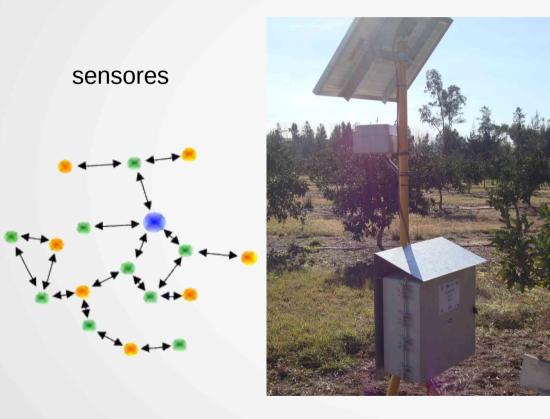
# Monitoreo microclimático: problema



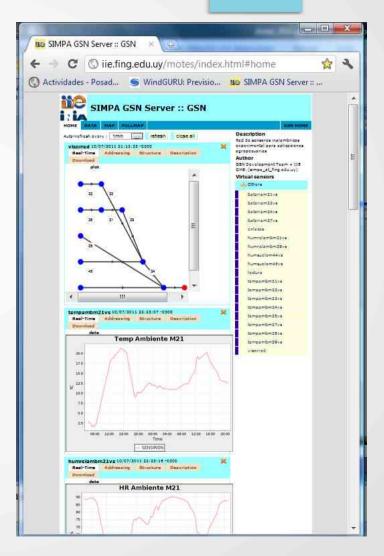
# Monitoreo microclimático: problema



### Monitoreo microclimático: solución



base



### Monitoreo microclimático: nodos sensores

primera versión (2009-2011)









Red Clara IoT

©2016 Universidad de la República, Uruguay

### Monitoreo microclimático: nodos sensores

segunda versión (2014-2016)





EMB-Z2538PA

- C2538
- CC2592

Texas Instruments



EC-05 Decagon

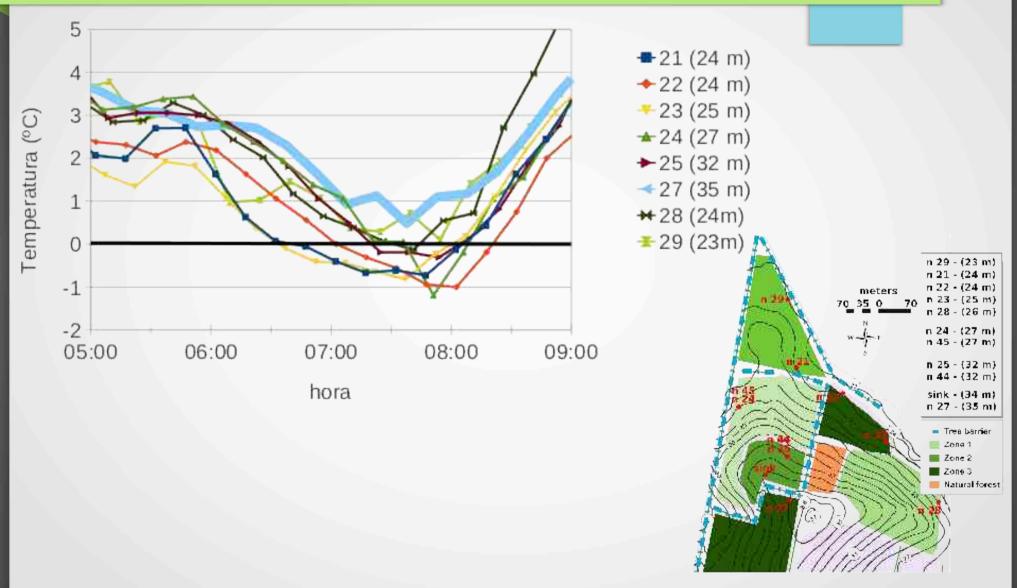


SHT25 Sensirion

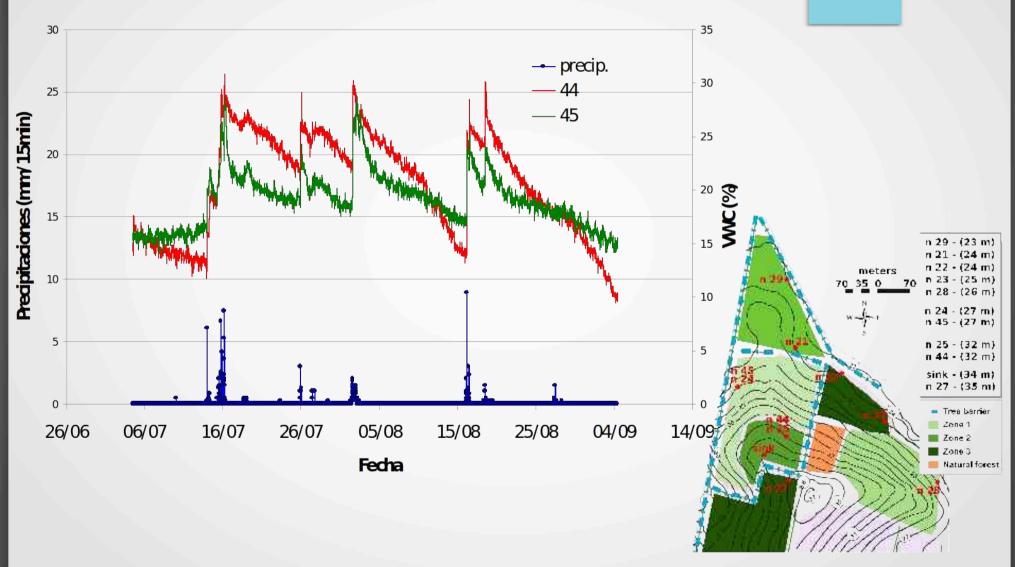


TMP75C
Texas Instruments

### Cítricos: detección de heladas



# Cítricos: manejo riego



# Monitoreo de plagas: problema

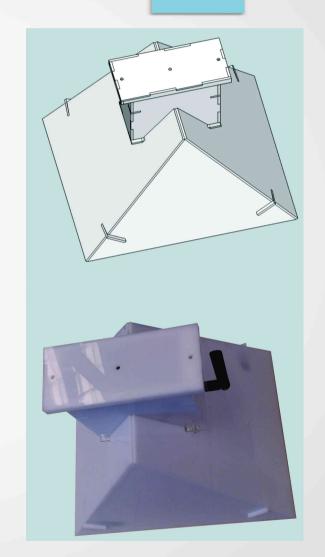






# Monitoreo de plagas: solución

- Trampa para monitoreo remoto
  - cámara
  - nodo común con cítricos
- Ventajas
  - Automatización
  - Alerta temprana
  - Fumigación localizada
- enviar imagen vs. procesamiento local



### Investigación: tratamiento de imágenes

#### Procesamiento local en el nodo

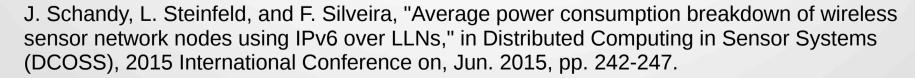




M. González, J. Schandy, N. Wainstein, M. Bertrán, N. Martinez, L. Barboni, and A. Gómez, "A wireless sensor network application with distributed processing in the compressed domain," in Activity Monitoring by Multiple Distributed Sensing. Springer, 2014, pp. 104-115.

### Investigación: consumo protocolos

- Análisis de consumo
  - CPU/LPM
  - Rx / Tx
    - CoAP poco peso
    - RPL
    - 6LoWPAN
    - IEEE 802.15.4 MAC (LPL)
    - Radio Duty Cycling (ContikiMAC)
    - IEEE 802.15.4 PHY



Circuito de wake-up

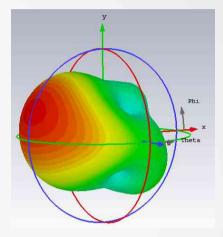


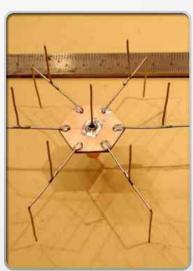


domina

# Investigación: antenas direccionales

- Antena direccionales
  - dinámicamente
  - controladas digitalmente
- Beneficios
  - aumentar alcance
  - transmisión simultánea
- Desafíos
  - descubrimiento de vecinos





### Conclusiones

- Empezamos con WSN terminamos con IoT
  - Pregunta: ¿Qué pasó?
  - Respuesta:
    - madurez (investigación, desarrollo)
    - proceso de normalización "subiendo" por capas (IEEE, IETF)
- Costos aún algo altos pero en descenso permanente
- Dificultad en encontrar la "killer application"

# Trabajos futuros

- Tecnología:
  - Continuar con líneas actuales
  - Banda sub-GHz
- Aplicaciones:
  - Continuar con aplicaciones productivas
  - Smart Grid
  - Smart City

# Muchas gracias....

# ¿preguntas?

- Agradecimientos:
  - Miembros del Grupo de Microelectrónica y Estudiantes
  - INIA-FPTA, CSIC-Universidad de la República, ANII
  - Ing. Agr. Alvaro Otero, INIA-Salto Grande
- Milagro S.A, Urud'or, Jumecal, Fac. Agronomía- Universidad de la República
- Contacto:
  - e-mail: leo@fing.edu.uy
  - web: iie.fing.edu.uy/vlsi

