



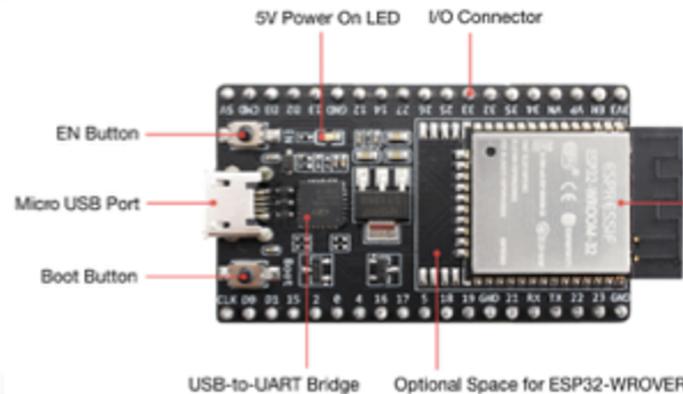
UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

# ARQUITECTURA INTERNA DEL NODO IoT

*Hablemos de sensores*

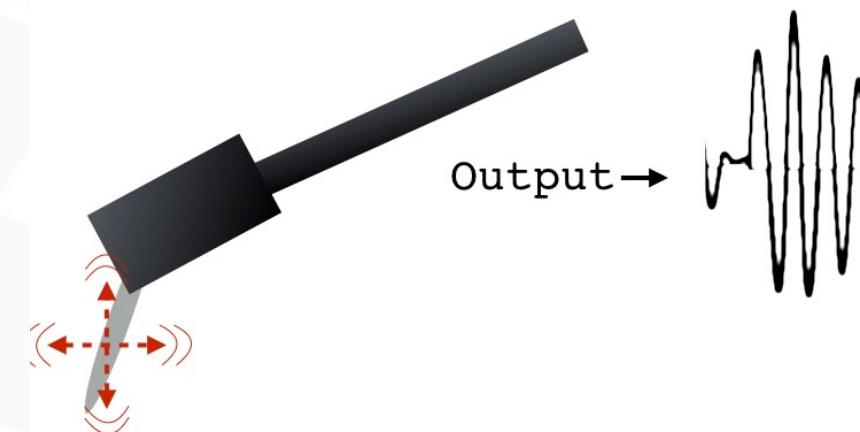
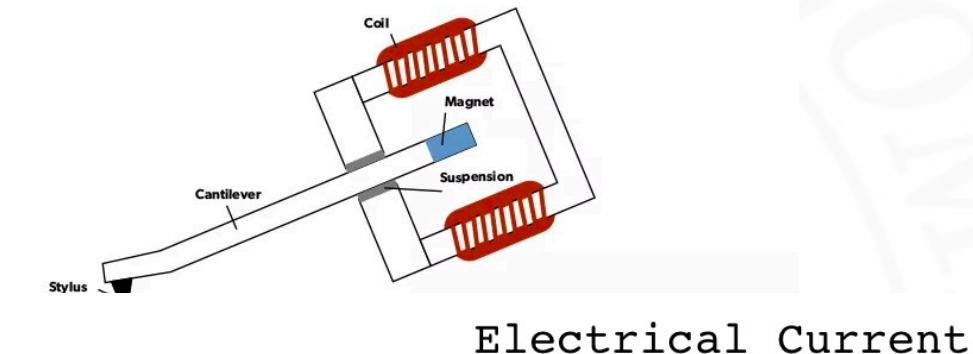
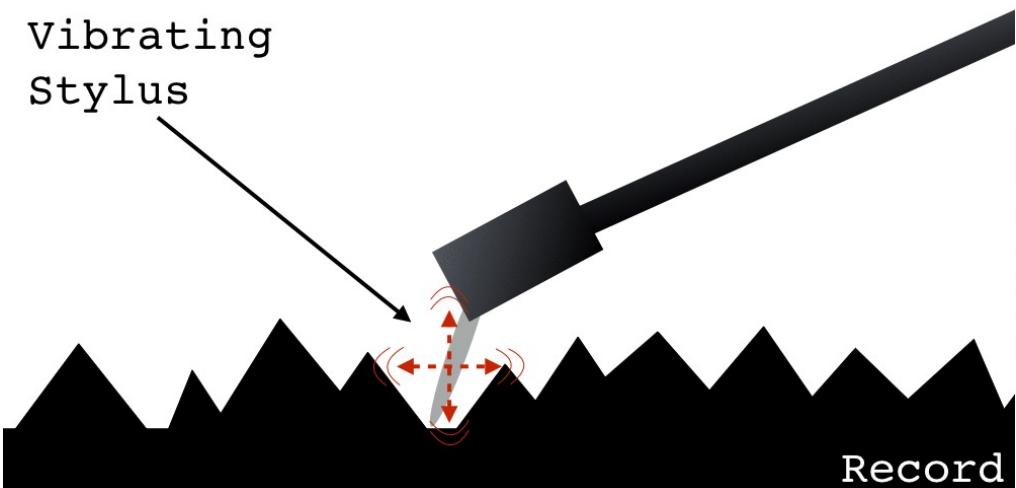
# Análisis de las especificaciones: sensores

- Temperatura
- GPS
- Imagen
- IMU (acelerómetro, giróscopo, magnetómetro)
- .....



## □ ¿Qué es un sensor?

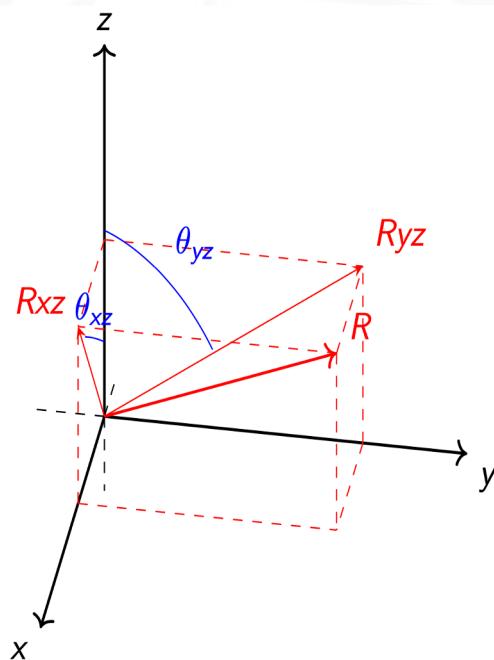
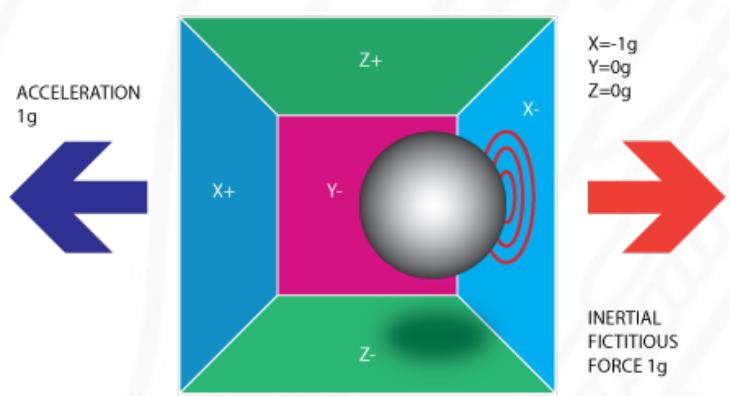
- “Dispositivo que recibe y responde a una señal o estímulo”



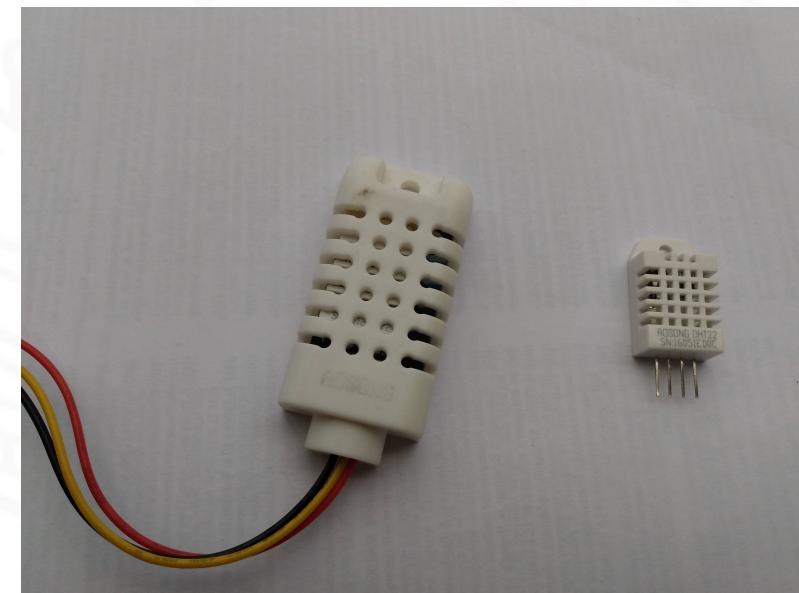
# Marchando una de sensores

## □ Unidades inerciales (IMU)

- Acelerómetro, giroscopio, compás electrónico



## □ Temperatura, humedad



## □ Dispositivos GPS (Global Positioning System)

- GLONASS, GALILEO, BeiDOU
- Proporcionan información de latitud, longitud, hora actual...
- Formato de información NMEA



## □ Modo de *tracking* continuo o consulta esporádica

- ¡¡ Ojo con el consumo de energía !!



### Ejemplo de salida NMEA de Tripmate 850 GPS logger

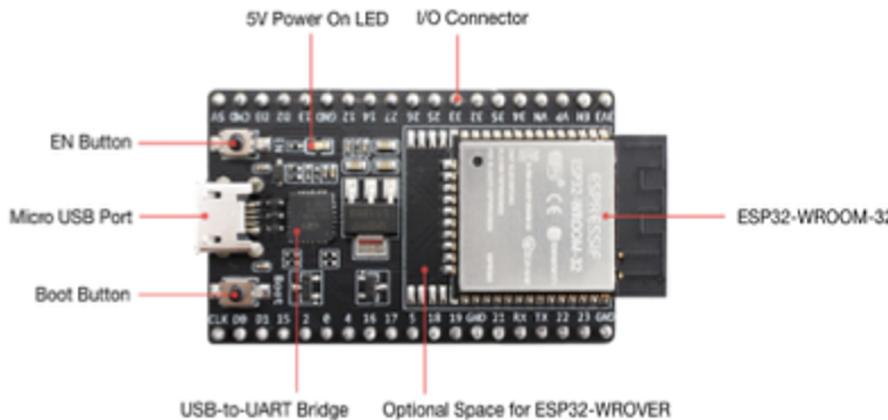
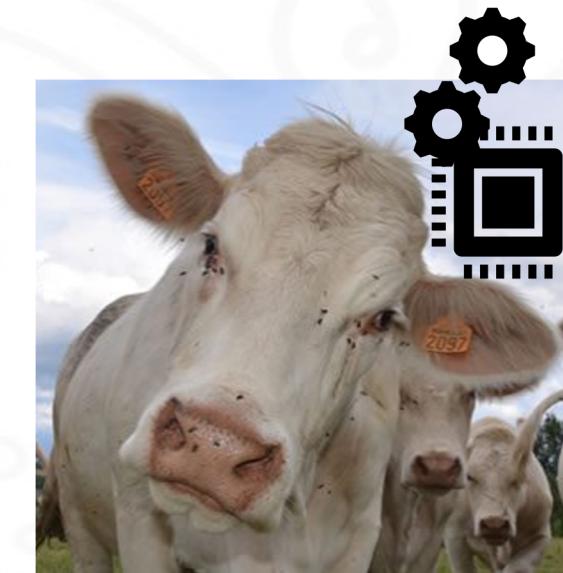
```
$GPGGA,092750.000,5321.6802,N,00630.3372,W,1,8,1.03,61.7,M,55.2,M,,*76
$GPGSA,A,3,10,07,05,02,29,04,08,13,,,,,1.72,1.03,1.38*0A
$GPGSV,3,1,11,10,63,137,17,07,61,098,15,05,59,290,20,08,54,157,30*70
$GPGSV,3,2,11,02,39,223,19,13,28,070,17,26,23,252,,04,14,186,14*79
$GPGSV,3,3,11,29,09,301,24,16,09,020,,36,,,*76
$GPRMC,092750.000,A,5321.6802,N,00630.3372,W,0.02,31.66,280511,,,A*43
$GPGGA,092751.000,5321.6802,N,00630.3371,W,1,8,1.03,61.7,M,55.3,M,,*75
$GPGSA,A,3,10,07,05,02,29,04,08,13,,,,,1.72,1.03,1.38*0A
$GPGSV,3,1,11,10,63,137,17,07,61,098,15,05,59,290,20,08,54,157,30*70
$GPGSV,3,2,11,02,39,223,16,13,28,070,17,26,23,252,,04,14,186,15*77
$GPGSV,3,3,11,29,09,301,24,16,09,020,,36,,,*76
$GPRMC,092751.000,A,5321.6802,N,00630.3371,W,0.06,31.66,280511,,,A*45
```

# Y cámaras, claro

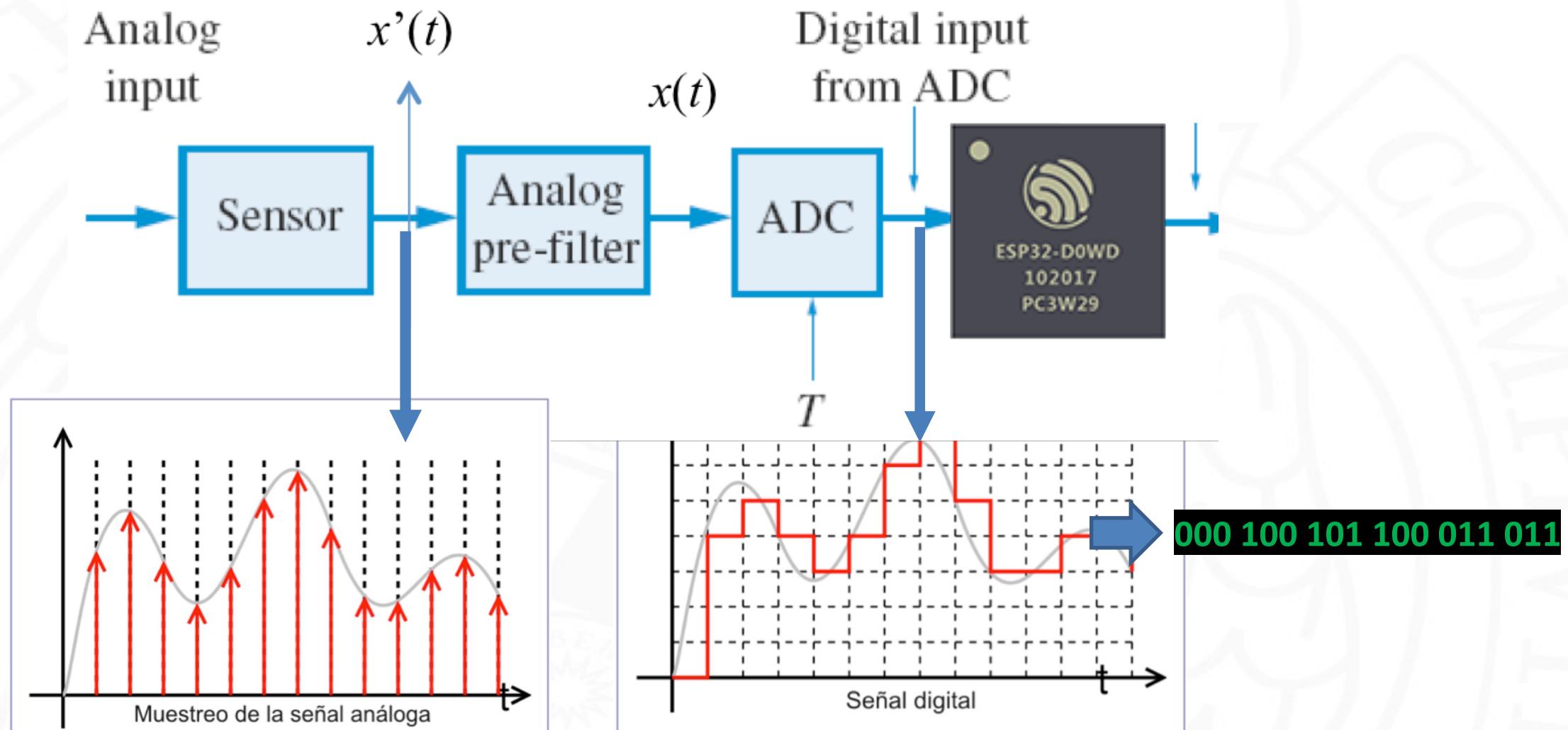


# Pero, ¿cómo usamos los sensores?

- Proporcionan una señal eléctrica analógica
- ¿Cómo procesamos esa información? ¿Cómo la enviamos a *la nube*?
  - Nodos de procesamiento (controladores, microprocesadores, SoCs....)

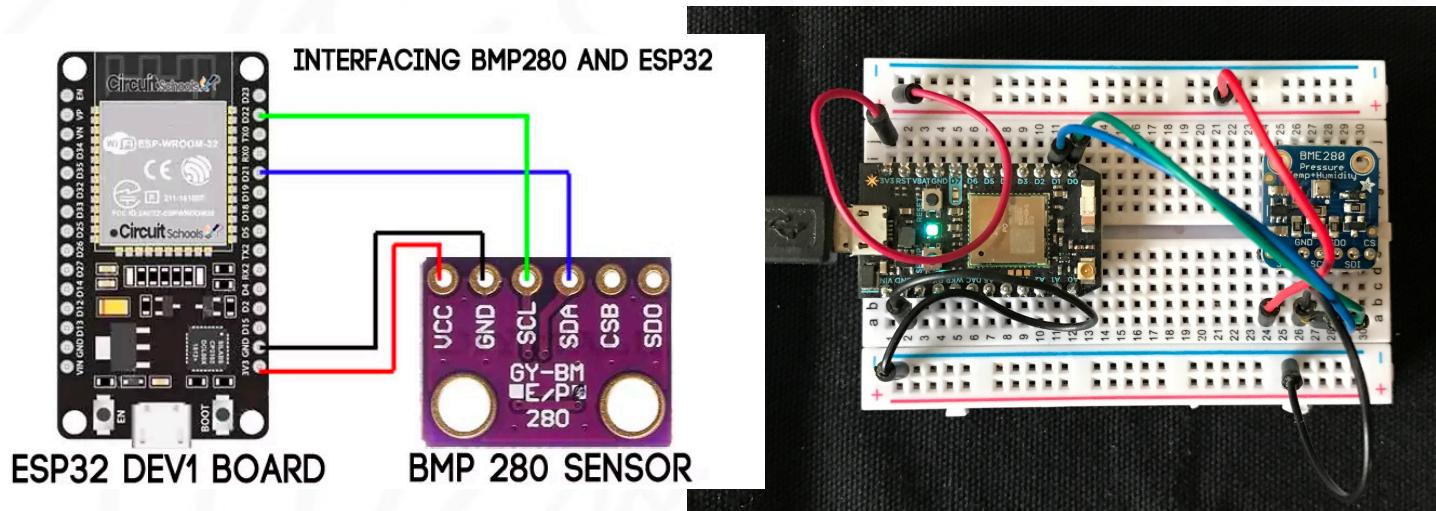


# Procesadores.... ¡digitales!

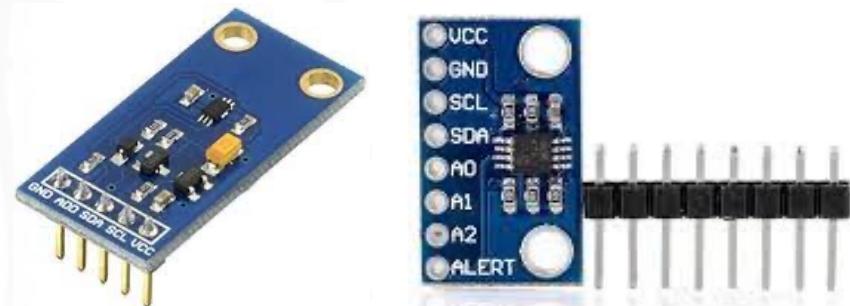


# Primeros prototipos: placas, buses estándar

- Placas de prototipado con SoC y pines expuestos
  - Antenas, memoria extra, USB...
- Sensores montados en placas con buses estándar
  - I2C, SPI, UART
  - ADC incorporado



Placa basada en ESP32. Conexión en *protoboard*



**I2C.** Sensores de luz ambiental, temperatura, presión



**SPI.** Sensores de presión atmosférica, calidad de aire (CO)

Fenómeno  
Conversión

Físicos

Químicos

Biológicos

Termoeléctrico

Fotoeléctrico

Fotomagnético

Electromagnético

Transformación química

Proceso electroquímico

Espectroscopía

Transformaciones bioquímicas

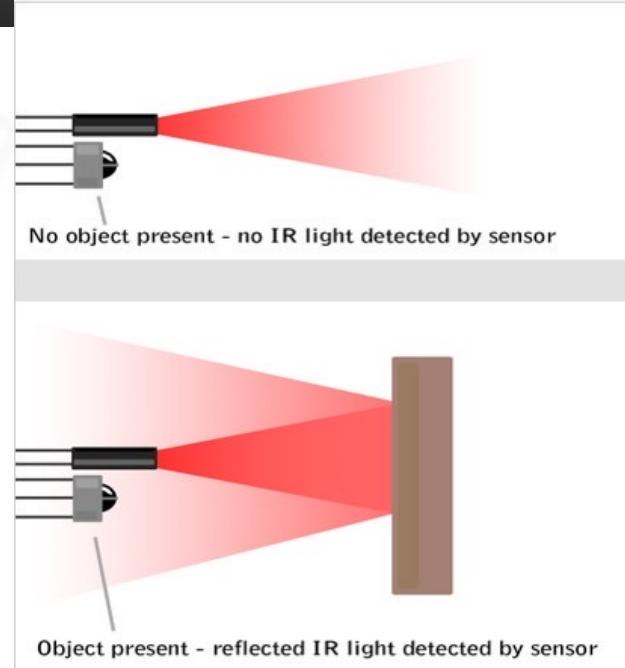
Efecto en un organismo de test

Espectroscopía

# Sensores de presencia / distancia

## □ Infrarrojos

- Activos



- Pasivos

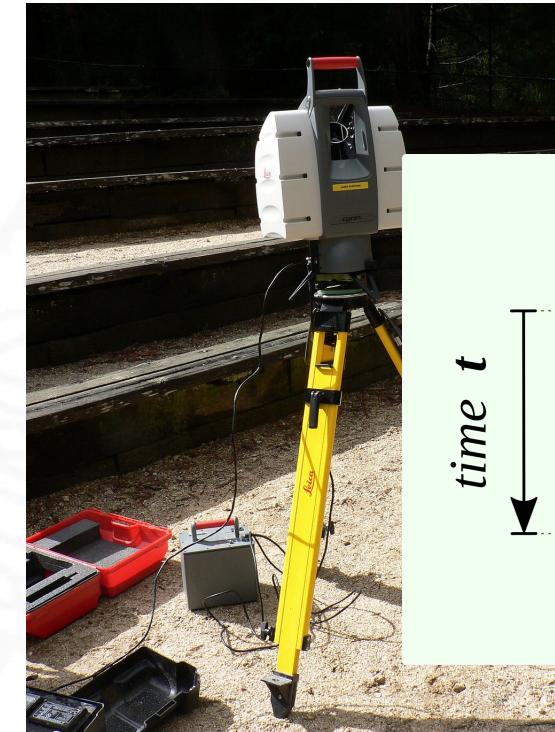


Sensor PIR

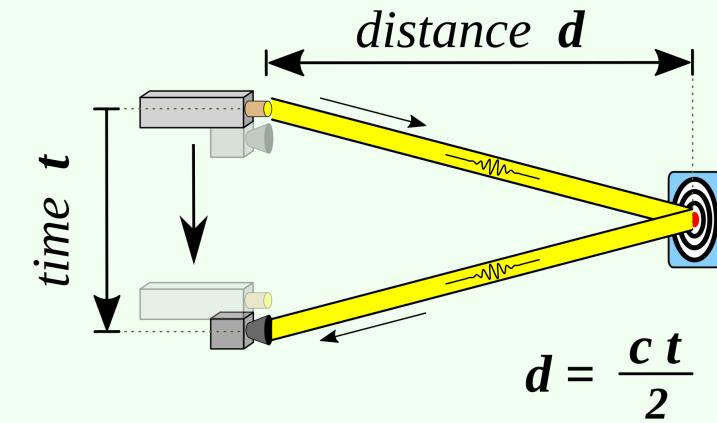


Cámara de infrarrojos

## □ LIDAR

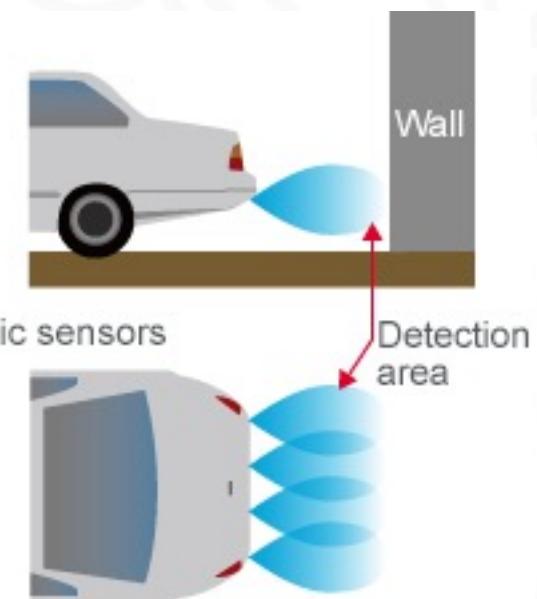
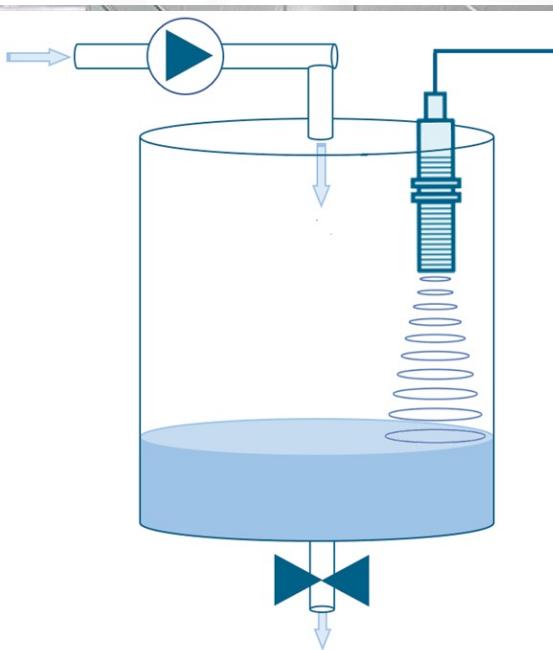


This [Leica](#) terrestrial [lidar](#)  
Fuente: Wikipedia



# Sensores de presencia / distancia

## ❑ Ultrasonidos



Control de nivel de tanques.... o contenedores

# Sensores Ambientales

- ❑ CO - CO<sub>2</sub> - VOC
- ❑ PM 2.5 – PM 10
- ❑ Humedad – Temperatura
- ❑ Luminosidad
- ❑ Ruido
  
- ❑ **Proyecto propio:** monitorización de calidad del aire en aulas de FDI
  - <http://kelvin.dacya.ucm.es:3000/d/DzJhKDrMz/laboratorio-9?orgId=1&refresh=5s&kiosk>

Sensores con interfaz I2C

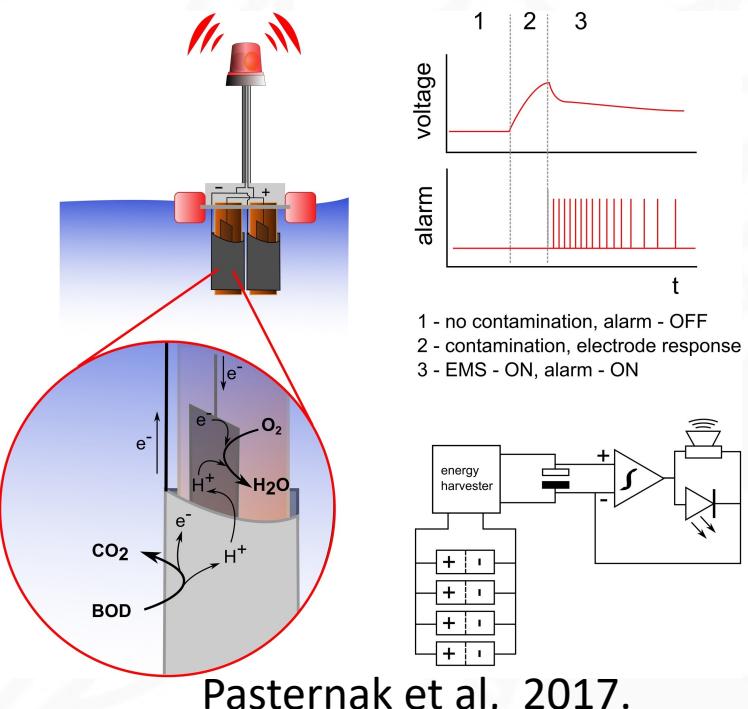


Soluciones completas (incluyendo nodo)



## ❑ Biosensores

- Elementos biológicos detectan la existencia (y concentración) de una sustancia
  - Elementos habituales: Enzimas, anticuerpos...
- Dichos elementos *cambian* al entrar en contacto con la sustancia buscada
  - Cambio de temperatura, de resistencia eléctrica, de color, absorción de luz/fluorescencia...
- Un transductor *lee* ese cambio y lo transforma en una señal eléctrica
- Similar en sensores químicos



# Control de canalizaciones / suministros

## □ SmartMetering

- Electricidad: Wattímetro
- Agua / gas: caudalímetro



## □ Localización de fugas

- Contadores por tramos
- Hidrófono (acústicos)
- Fibra óptica que percibe perturbaciones

## □ Diferencias entre agua - gas

- Seguridad - *no chispas*



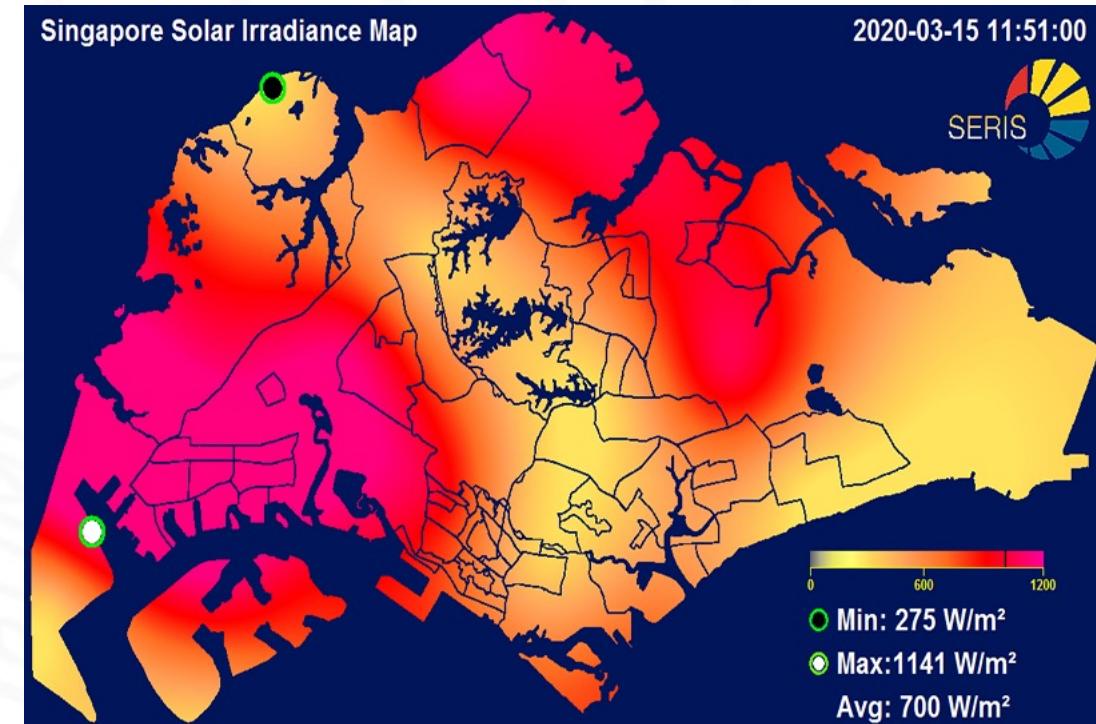
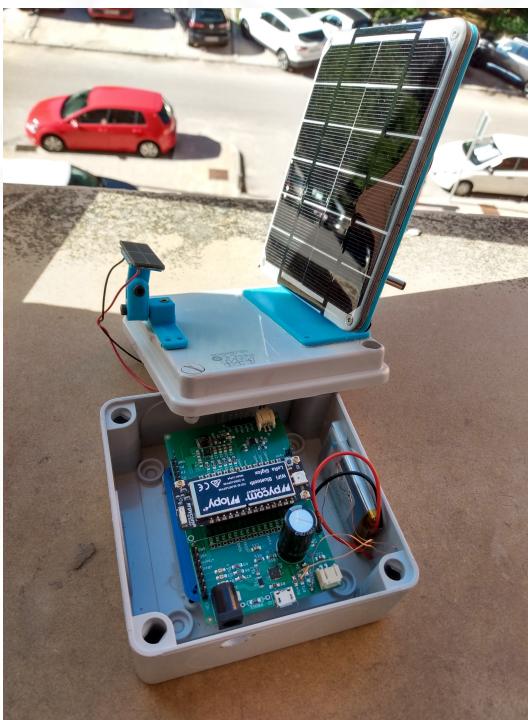
# Sensores de aparcamiento



<https://www.the-iot-marketplace.com/solutions/smart-parking>

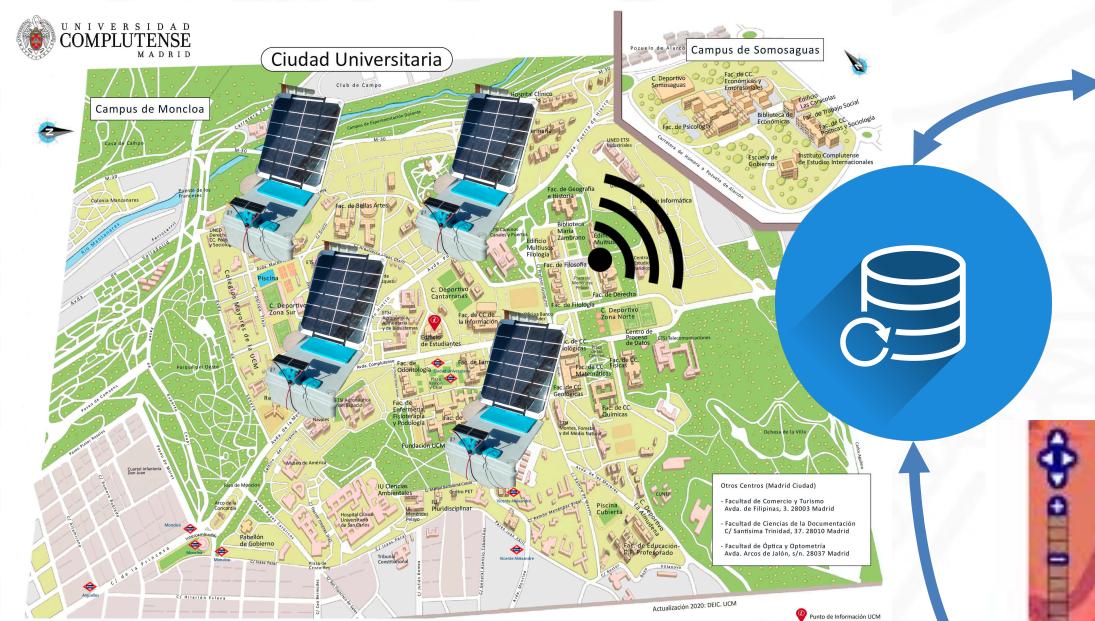
# Radiación solar

- ❑ Proyecto de elaboración propia: predicción de radiación solar
- ❑ Basado en nodos de bajo coste

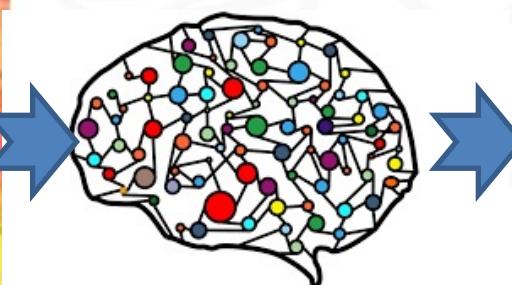


<https://www.seris.nus.edu.sg/services/Real-Time-Monitoring-System-of-Irradiance.html>

# Predicción de radiación solar



Monitorización en tiempo real (Grafana)



Predicción del próximo mapa

Generación de mapas de calor

# Cámaras hiperespectrales y térmicas

## □ Cámaras térmicas para gestión de tráfico

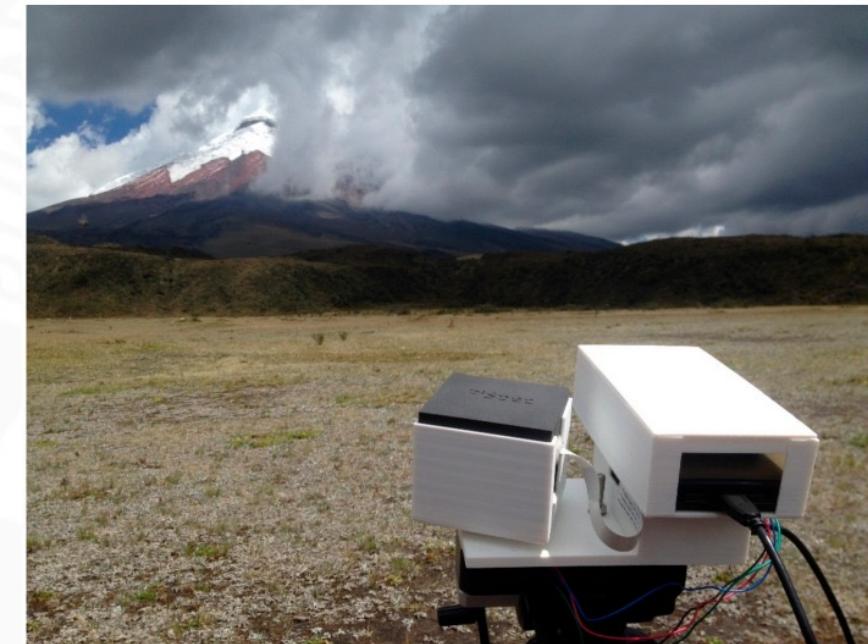
- Mayor robustez a cambios de luminosidad....



<https://www.flir.com/products/its-series/>

## □ Imágenes hiperespectrales

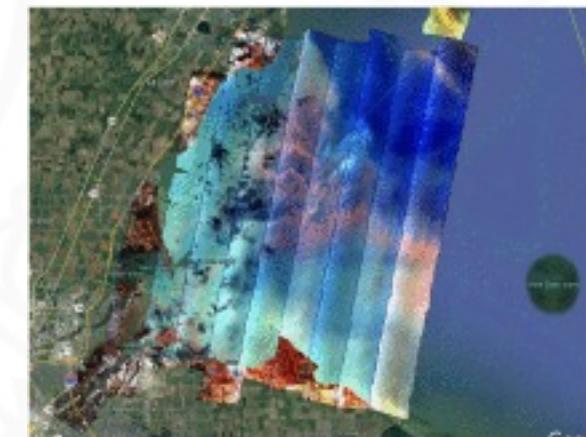
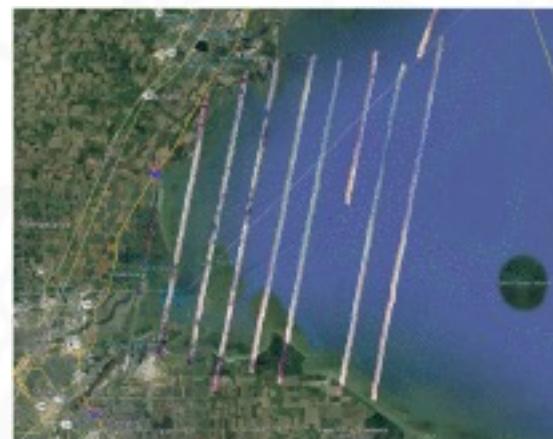
- Registro de espacios verdes y reservas de agua
- Sensor medioambiental



<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6678368/>

## □ Imágenes aéreas y satelitales

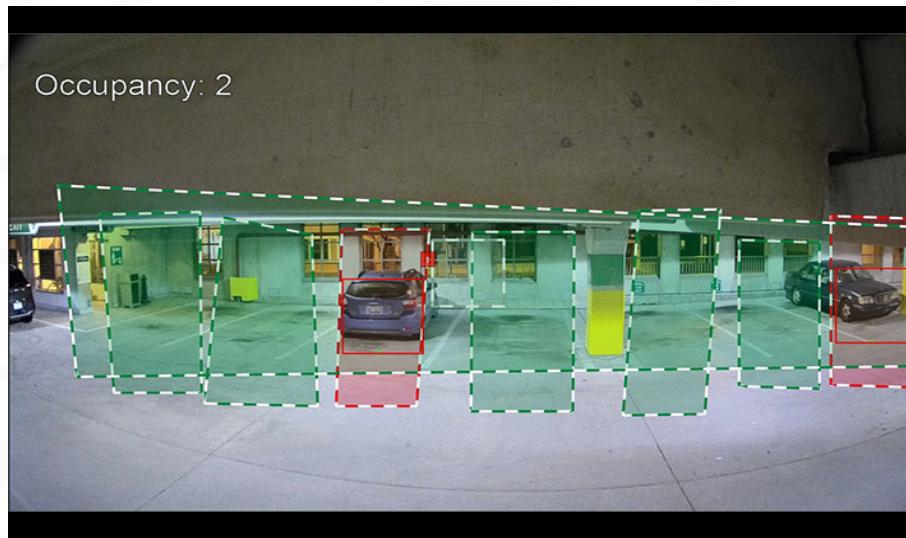
- Permiten detectar la presencia de algas dañinas, exceso de clorofila, cianobacterias...



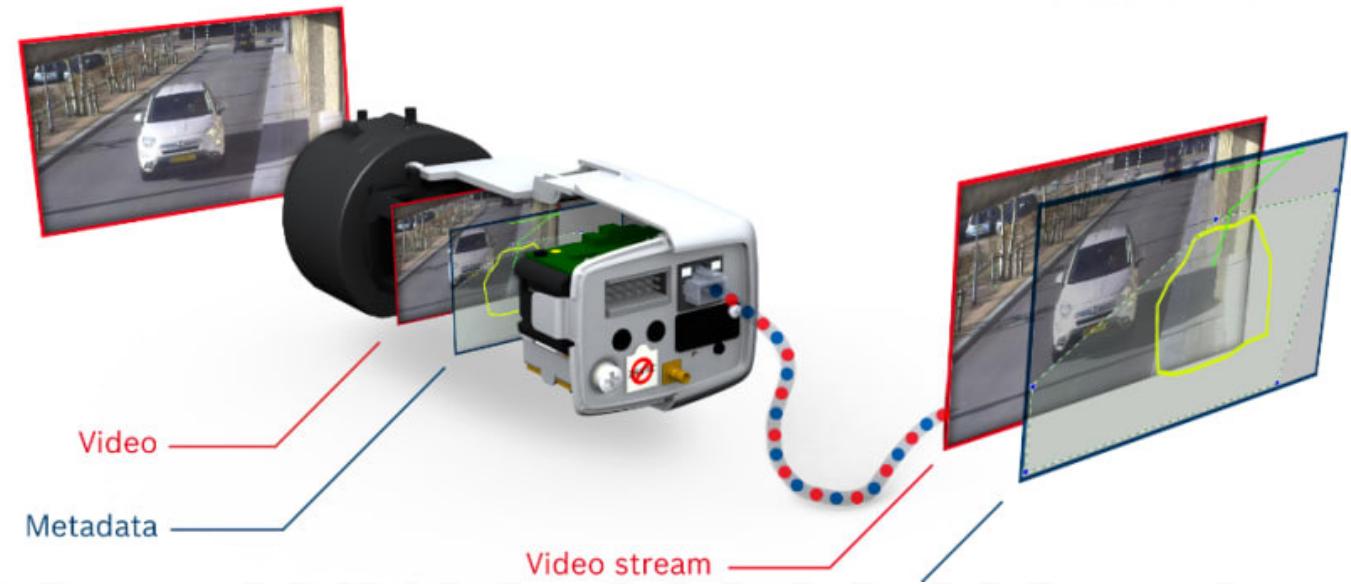
John Lekki et al. "Airborne hyperspectral and satellite imaging of harmful algal blooms in the Great Lakes Region: Successes in sensing algal blooms" Journal of Great Lakes Research, 2019

# Y, por supuesto, cámaras

**Flexidome 8000**



**InteoX 7000**



 **BOSCH**  
Invented for life

- ❑ Enviar vídeo a la nube es demasiado costoso
  - Ancho de banda
  - Capacidad de cómputo
- ❑ Cada vez hay más cámaras con capacidad de procesamiento
  - .... Y tratamiento *inteligente* configurable
- ❑ Podemos verlo en este vídeo en que usamos cámaras de Bosch en la Facultad de Informática
  - ¡¡ Disponibles para TFM a través de la Cátedra Bosch – UCM !!