The background of the slide features a network diagram. It consists of numerous small circles, some solid and some hollow, connected by thin lines. Some circles are highlighted with a blue outline. The network is distributed across the slide, with a higher density of nodes in the top-left and bottom-right corners.

CONTROLADOR CENTRAL PARA UN SISTEMA DOMÓTICO UTILIZANDO EL PROTOCOLO INALÁMBRICO ZIGBEE

Bienvenidos!

Trabajo de Fin de Grado

“Controlador central
para un sistema
domótico utilizando el
protocolo inalámbrico
ZigBee”

Por Enrique Hernández Bello



Índice

INTRODUCCIÓN

Antecedentes
Elementos de partida
Objetivos

ANÁLISIS

Fases del proyecto
Observaciones
Decisiones tomadas
Presupuesto

DESARROLLO

Sistema Operativo
Adaptador XBee
Interfaz de Usuario
Integración

CONCLUSIONES

Líneas a seguir
Repercusión en la
comunidad
Conclusions



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Antecedentes
Elementos de partida
Objetivos

ANÁLISIS

Fases del proyecto
Observaciones
Decisiones tomadas
Presupuesto

DESARROLLO

Sistema Operativo
Adaptador XBee
Interfaz de Usuario
Integración

CONCLUSIONES


Líneas a seguir
Repercusión en la
comunidad
Conclusions



A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines, with some nodes highlighted in blue and others in grey.

1.

Antecedentes

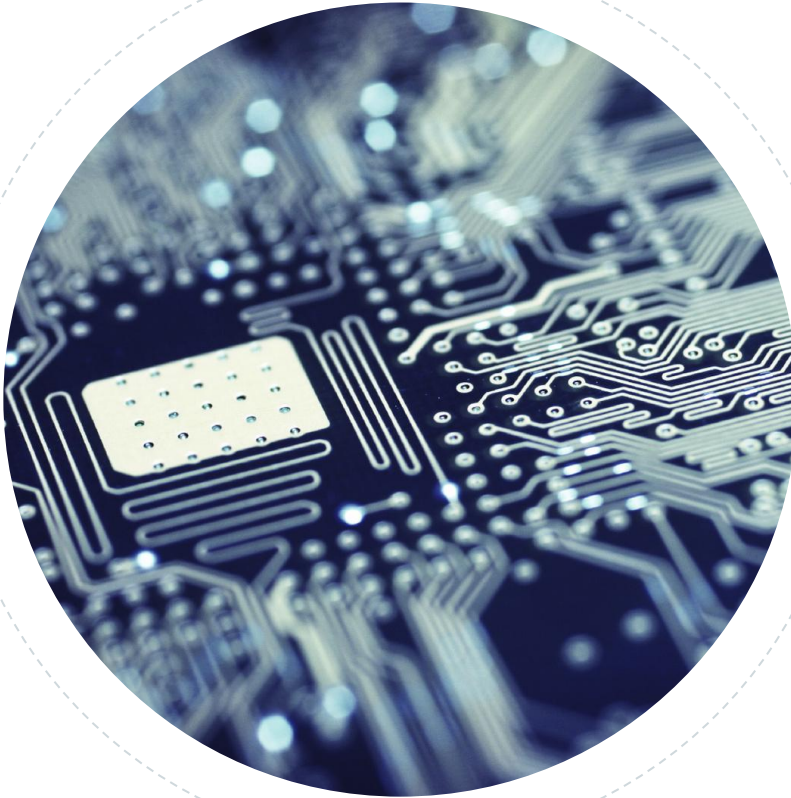
- Internet of things
 - Placas de desarrollo
 - Protocolo ZigBee
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines, with some nodes highlighted in blue and others in grey.

Definición

Se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con **Internet**.



Placas de desarrollo



- ◎ Bajo coste
- ◎ Filosofía libre
- ◎ Solución alternativa

Características

- ⦿ Zigbee Alliance
- ⦿ Basado en IEEE 802.15.2
- ⦿ Banda ISM 2.4Ghz
- ⦿ Bajo coste
- ⦿ Topologías: árbol, estrella y malla



Protocolo ZigBee

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are larger and have concentric circles, suggesting different levels or types of connectivity. The lines are thin and gray, creating a mesh-like structure.

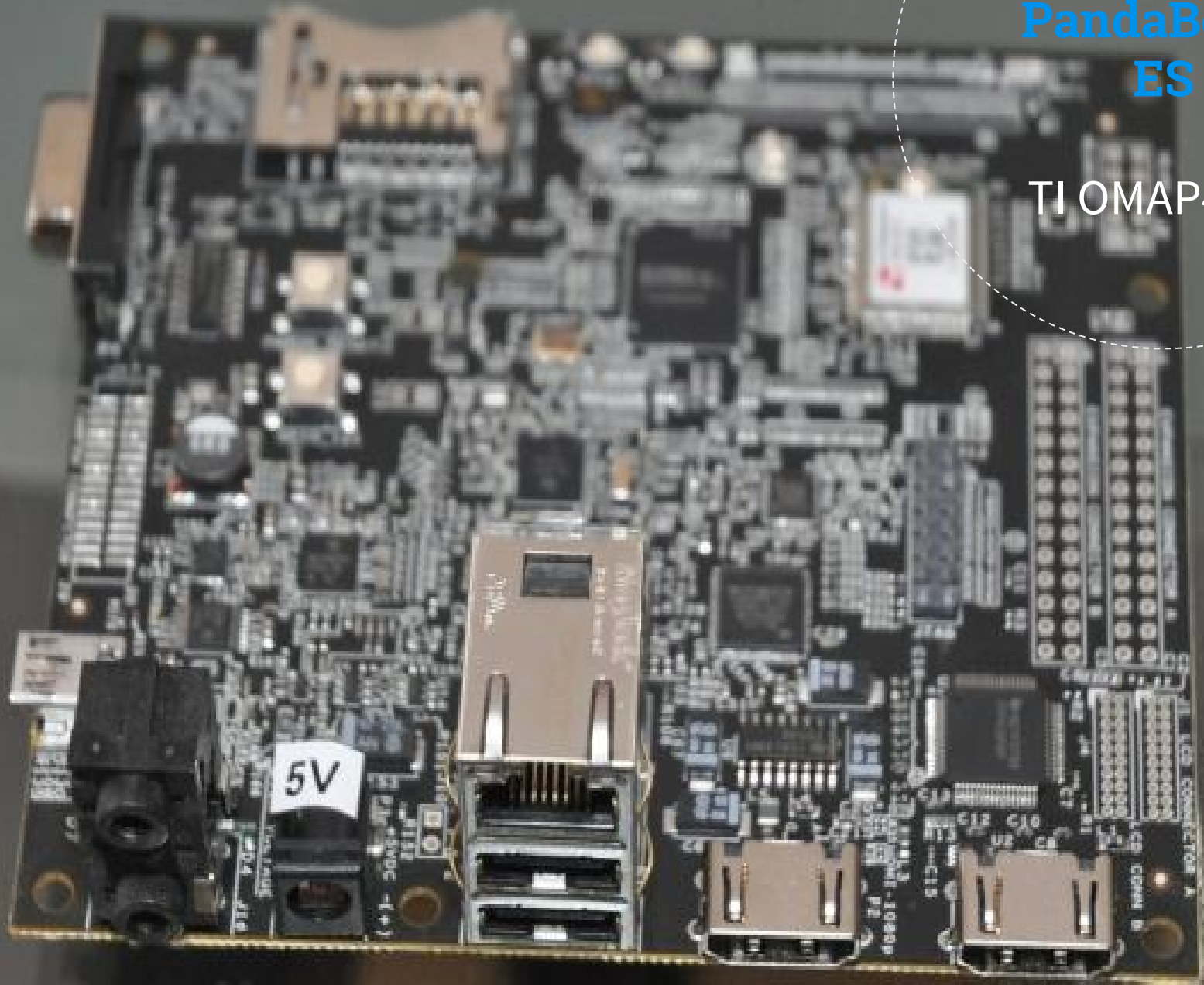
2.

Elementos de partida

- PandaBoard ES
 - Módulos XBee
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being larger and more prominent than others, indicating a hierarchical or central node structure.

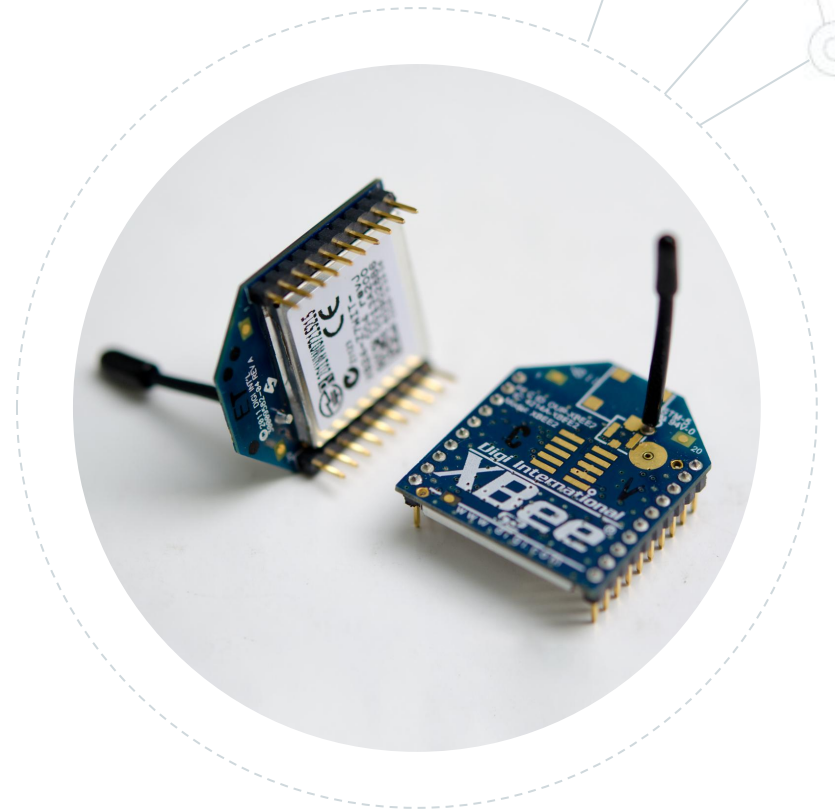
PandaBoard
ES

TI OMAP4460



Módulos XBee


- ⦿ Nodo **coordinador** y **nodo final**
- ⦿ No se contemplan nodos tipo *router*
- ⦿ Sin microcontrolador intermedio
- ⦿ Preconfigurados
- ⦿ Nodo final:
 - Botón
 - Led
 - Potenciómetro



A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are highlighted with a double-circle outline. The lines are thin and gray, creating a mesh-like structure.

3.

Objetivos

- Descripción global
 - Tabla resumen
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes having a double-circle outline. The overall style is minimalist and technical.

Descripción Global



Resumen de objetivos



Sistema Operativo

Instalación y configuración de GNU/Linux



Conexión XBee

Conexión del emisor/receptor ZigBee y realización del driver que lo controle.



Demonio

Desarrollo del programa de control haciendo uso del protocolo diseñado



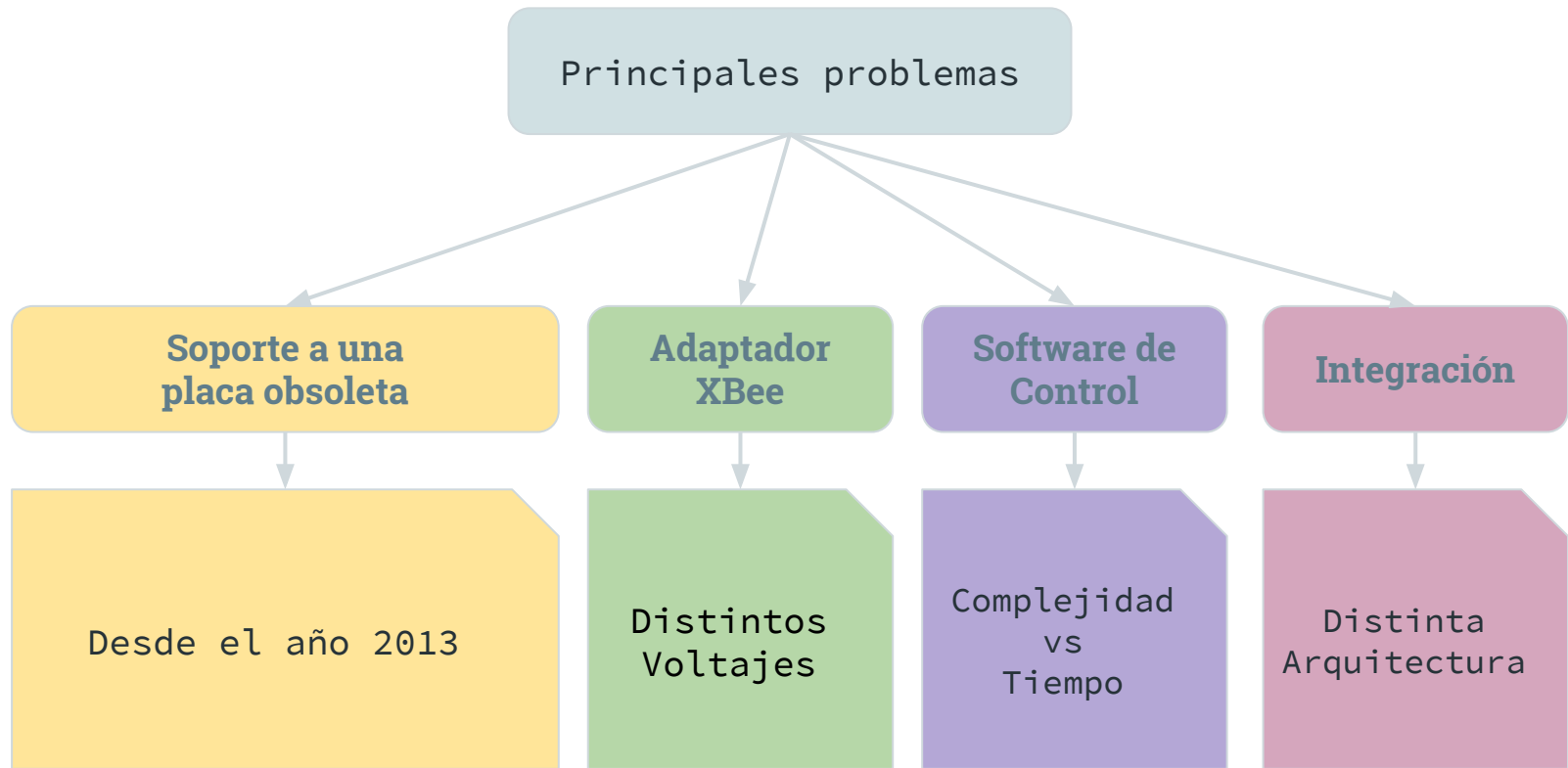
Interfaz de usuario

Elección y desarrollo de al menos una interfaz de usuario propuesta p.ej.:
Servidor Web, Control Remoto,
Pantalla TFT o Salida HDMI

ANÁLISIS

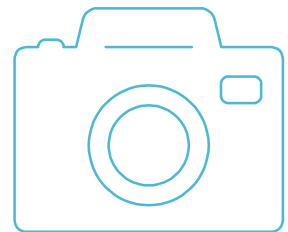


Fases del proyecto



Observaciones

- ◎ Funcionalidades genéricas
- ◎ Mayor acabado posible
- ◎ Perdurable en el tiempo
- ◎ Construcción y mantenimiento simple

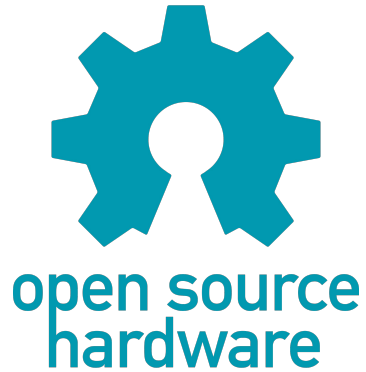


Decisiones tomadas



Distribución

Ubuntu Core
Contenedores
Snapcraft



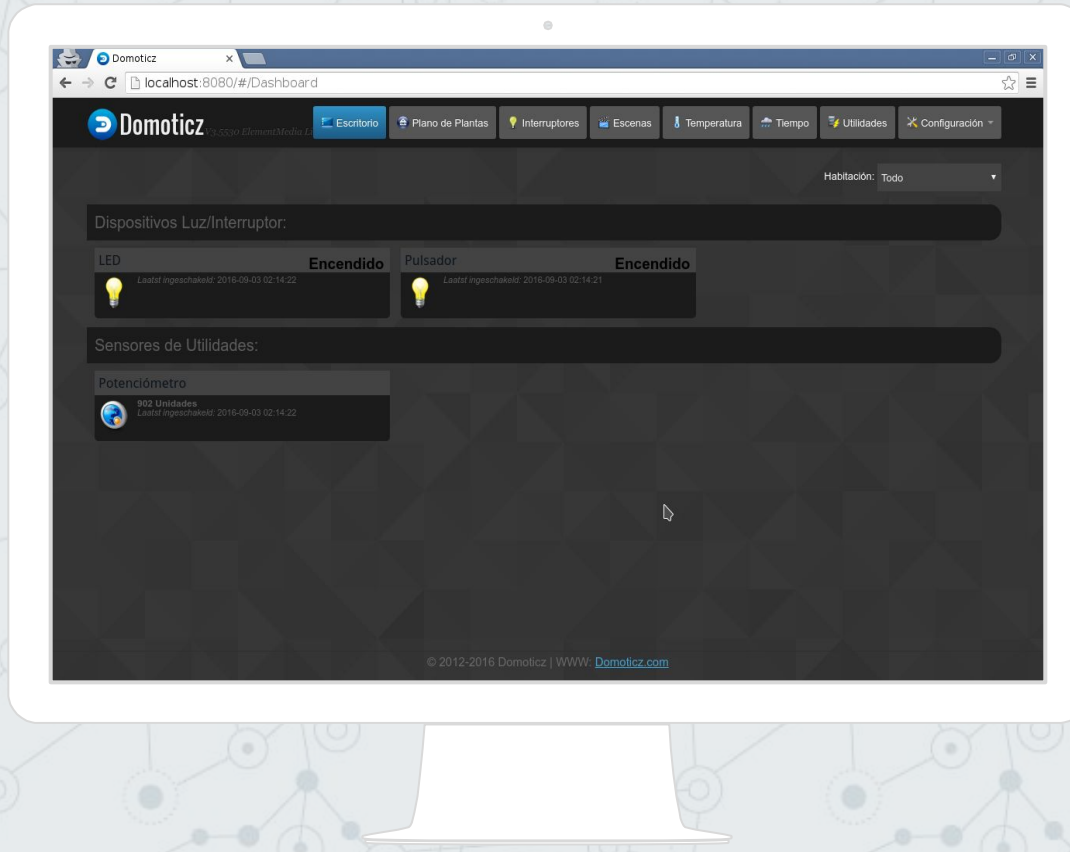
Adaptador

DiY ready
Componentes THT
KiCad EDA



Interfaz de usuario

Interfaz web existente
Añadir soporte XBee
Se descarta OpenHAB
Se elige Domoticz

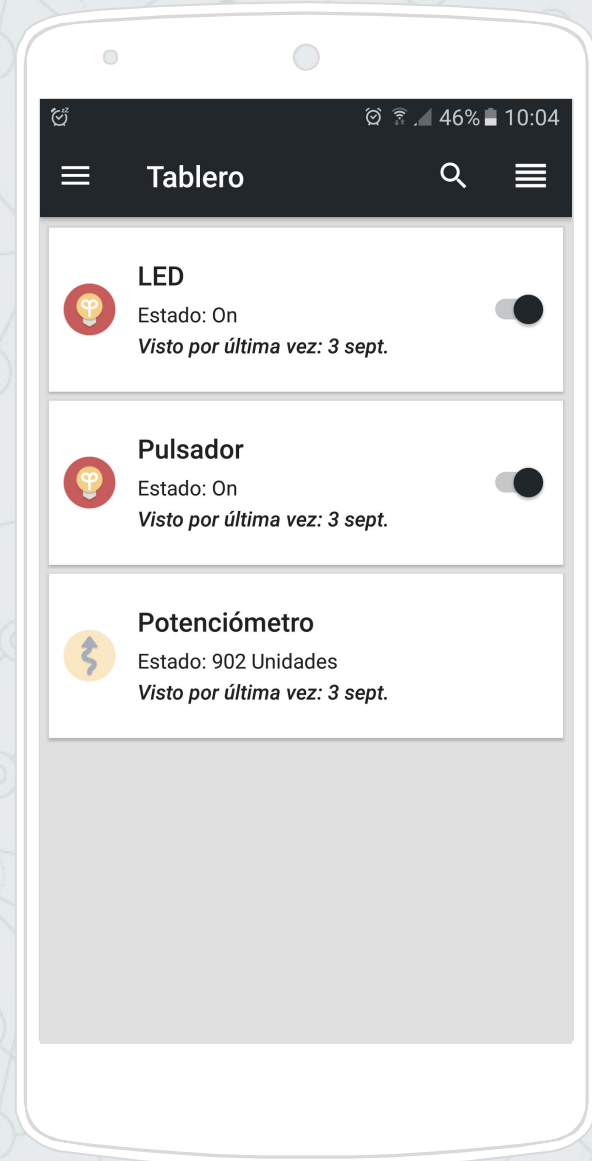


Tablero de instrumentos

Pestaña de la interfaz web donde se recogen los dispositivos seleccionados como favoritos

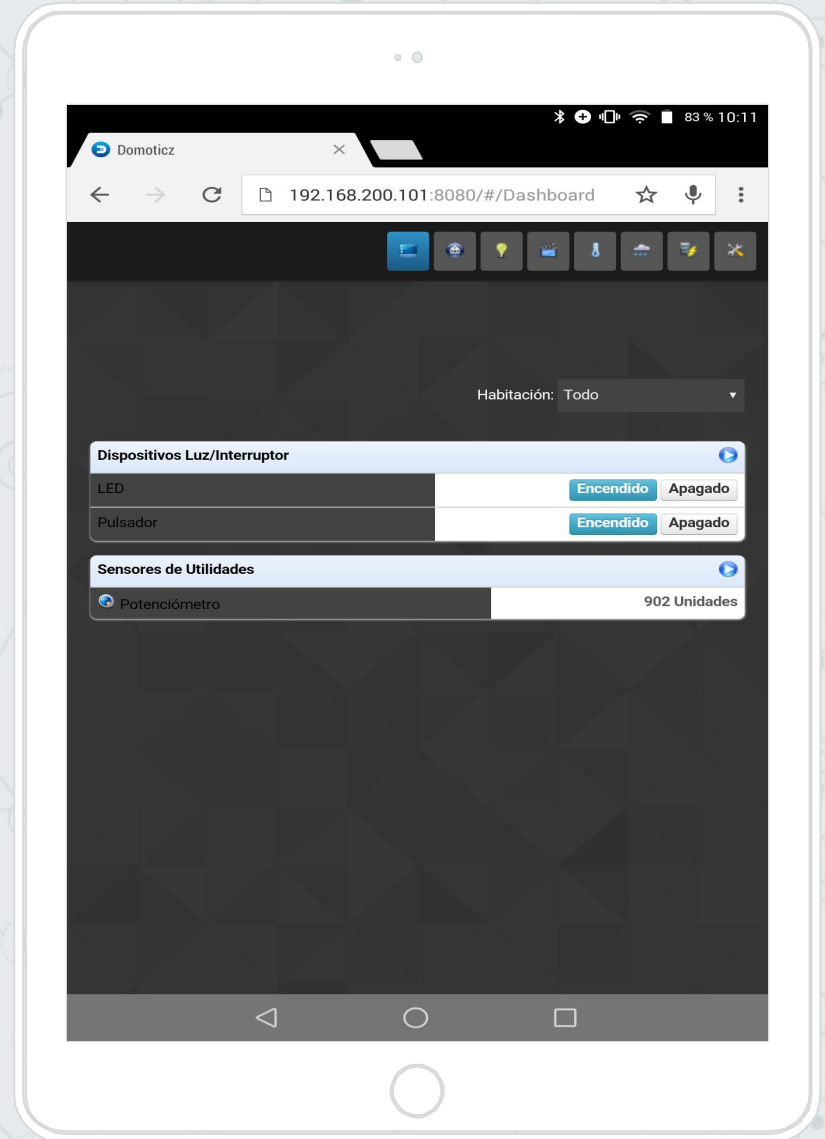
Domoticz Lite

Tablero de instrumentos en la aplicación para dispositivos Android



Navegador en Tablet

Estilo móvil de la interfaz web
en una Tablet



Presupuesto

	Horas	Precio/Hora	Subtotal
Desarrollo	420	10€	4200€
Puesta en marcha	20	10€	200€
Hardware			254,90€
TOTAL			4654,90€



DESARROLLO

INTRODUCCIÓN

Antecedentes
Elementos de partida
Objetivos

ANÁLISIS

Fases del proyecto
Observaciones
Decisiones tomadas
Presupuesto

CONCLUSIONES

Líneas a seguir
Repercusión en la
comunidad
Conclusions

DESARROLLO


Sistema Operativo
Adaptador XBee
Interfaz de Usuario
Integración





1.

Sistema Operativo

- Kernel snap
 - Gadget snap
 - Imagen distribuible
 - Problemas
- 

Kernel snap

```
1 name: linux-panda
2 version: 4.4.19
3 summary: A PandaBoard kernel built from source
4 description: This is the reference kernel for PandaBoard and PandaBoard ES
5 type: kernel
6 grade: stable
7 confinement: devmode
8 architectures: [armhf]
9
10 parts:
11   kernel:
12     plugin: kernel
13     source: https://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/git/stable/linux-stable.git
14     source-tag: v4.4.19
15     source-type: git
16     kdefconfig: [omap2plus_defconfig]
17     kconfigs:
18       - CONFIG_LOCALVERSION="-panda"
19       - CONFIG_DEBUG_INFO=y
20       - CONFIG_SQUASHFS=y
21       - CONFIG_SQUASHFS_XZ=y
22       - CONFIG_DEVPTS_MULTIPLE_INSTANCES=y
23       - CONFIG_FB_PRE_INIT_FB=y
24       - CONFIG_FB_OMAP2=y
25       - CONFIG_RTC_DRV_TWL4030=y
26       - CONFIG_USB=y
27       - CONFIG_USB_KBD=y
28       - CONFIG_USB_MOUSE=y
```

```
29   - CONFIG_USB_OHCI_HCD=y
30   - CONFIG_USB_EHCI_HCD=y
31   - CONFIG_USB_STORAGE=y
32   - CONFIG_OMAP2_DSS=y
33   - CONFIG_DISPLAY_CONNECTOR_DVI=y
34   - CONFIG_DISPLAY_CONNECTOR_HDMI=y
35   - CONFIG_DISPLAY_PANEL_DPI=y
36   - CONFIG_SECURITY_APPARMOR=y
37   - CONFIG_SECURITY_APPARMOR_BOOTPARAM_VALUE=1
38   - CONFIG_DEFAULT_SECURITY_APPARMOR=y
39   - CONFIG_AUDIT=y
40   - CONFIG_TI_ST= m
41   - CONFIG_BT_WILINK=m
42   - CONFIG_RFKILL=y
43   - CONFIG_RFKILL_INPUT=y
44   kernel-image-target: zImage
45   kernel-device-trees:
46     - omap4-panda-a4
47     - omap4-panda
48     - omap4-panda-es
49   build-packages: [crossbuild-essential-armhf, bc, kmod, cpio]
50   w1xxx-firmware:
51     plugin: dump
52     source: https://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/git/firmware/linux-firmware.git
53     source-type: git
54     organize:
55       ti-connectivity: lib/firmware/ti-connectivity
```

snapcraft.yaml



Gadget snap

```
1 device-tree-origin: kernel
2 volumes:
3   panda:
4     schema: mbr
5     bootloader: u-boot
6     structure:
7       - type: mbr
8         size: 131072
9         offset-write: 131072
10        content:
11          - image: MLO
12      - type: mbr
13        size: 393216
14        offset-write: 393216
15        content:
16          - image: u-boot.img
17      - type: 0C
18        filesystem: vfat
19        filesystem-label: system-boot
20        size: 128M
21        content:
22          - source: uEnv.txt
23            target: .
24          - source: MLO
25            target: .
26          - source: u-boot.img
27            target: .
```

meta/gadget.yaml

```
1 name: panda
2 vendor: Enrique Hernández Bello <ehbello@gmail.com>
3 icon: meta/panda.png
4 license: meta/readme.md
5 version: 16.04-0.3
6 type: gadget
7 architectures: [armhf]
```

meta/snap.yaml



Tabla de soporte

Característica	Funciona
Sensores de temperatura	SÍ
Ethernet	SÍ
Wireless	SÍ
Bluetooth	Sin testear
HDMI/DVI	SÍ
Aceleración 3D	No
Sonido	Sin testear
USBs	SÍ

Imagen distribuible

```
1 | type: model
2 | authority-id: ngd1JO1HoTUHRzR5N2t34YEgbbQi2gjE
3 | series: 16
4 | brand-id: ngd1JO1HoTUHRzR5N2t34YEgbbQi2gjE
5 | model: panda
6 | architecture: armhf
7 | gadget: panda
8 | kernel: linux-panda
9 | timestamp: 2016-09-16T19:01:43+00:00
10 | sign-key-sha3-384: reXoK9znpgFWgOzdEPE_ePlW8jt0v8QHq3UtSsrWAXyoyG8xT5PNhQyu2KaF5Oqn
11 |
12 | openpgp 2cln
```

ASSERTION FILE

Archivo con contenido similar al superior.

- Define los parámetros que debe cumplir una máquina específica.

<machine>.assertion

ubuntu-image

Herramienta para construir imágenes arrancables de Ubuntu.

- Soporta *assets*.
- Sustituye a sus antecesoras **ubuntu-device-flash** y **linaro-media-create**.
- Aún está en continuo desarrollo.

Un comando



```
$ ubuntu-image panda.assertion -c edge -o panda.img [--extra-snaps <snap>]
```

Problemas

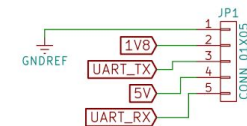
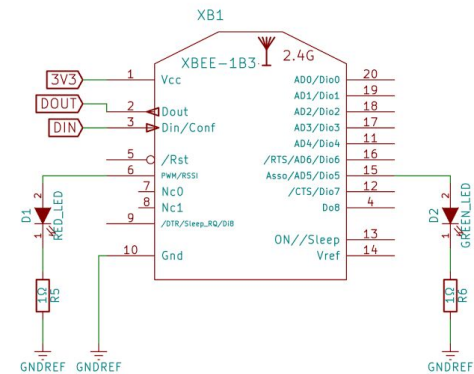
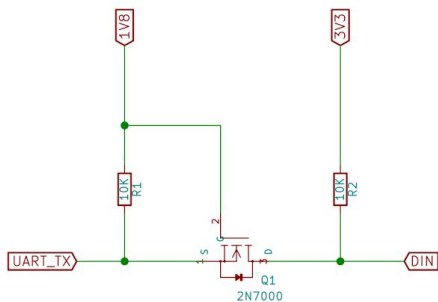
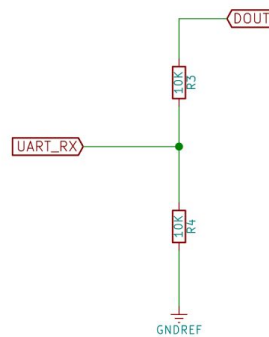
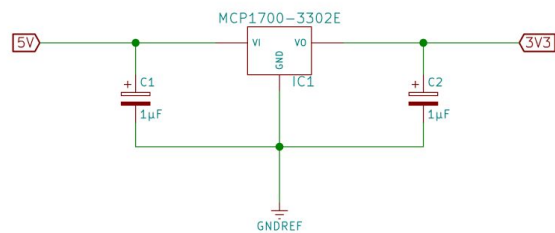
- ◎ Falta de documentación
- ◎ Snappy, Snapcraft 1.x y Ubuntu Core 15.04 obsoletos
- ◎ Constante evolución de Ubuntu Core 16
- ◎ Largos tiempos de compilación

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines, with some nodes highlighted in blue and others in grey.

2.

Adaptador XBee

- Esquema electrónico
 - Prototipo
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines, with some nodes highlighted in blue and others in grey.

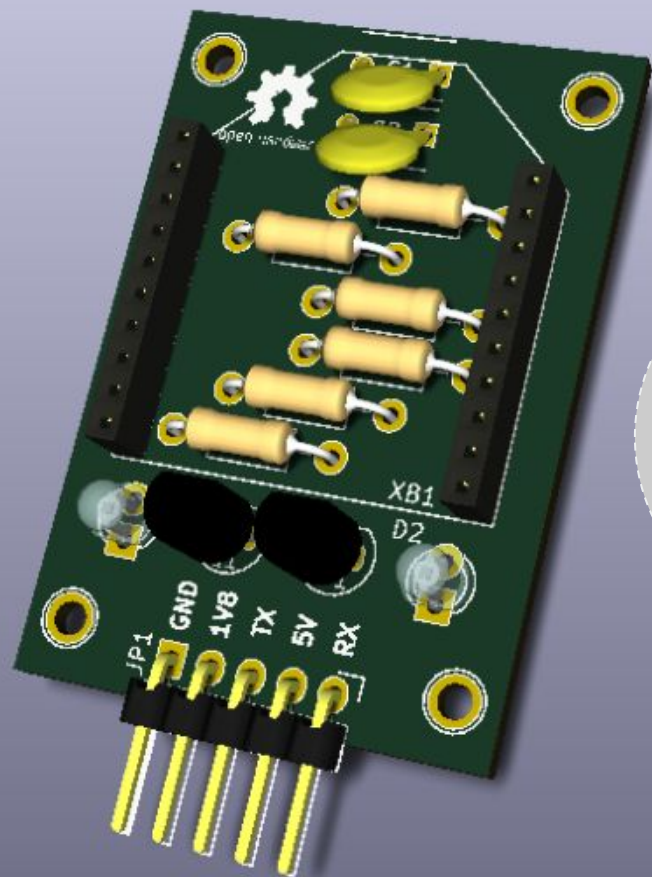


Esquema electrónico del adaptador XBee

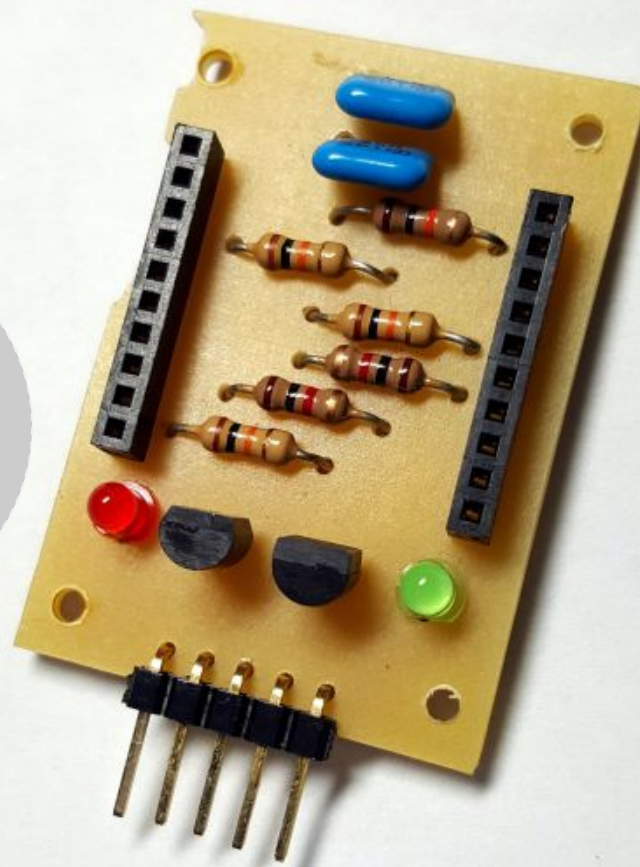
Enrique Hernández Bello <ehbello@gmail.com>
CERN Open Hardware License 1.1
(Based on wifyl-adapter-board from Dirk Grappendorf)

Sheet: /
File: xbee-pandaboard-adapter.sch
Title: xbee-pandaboard-adapter

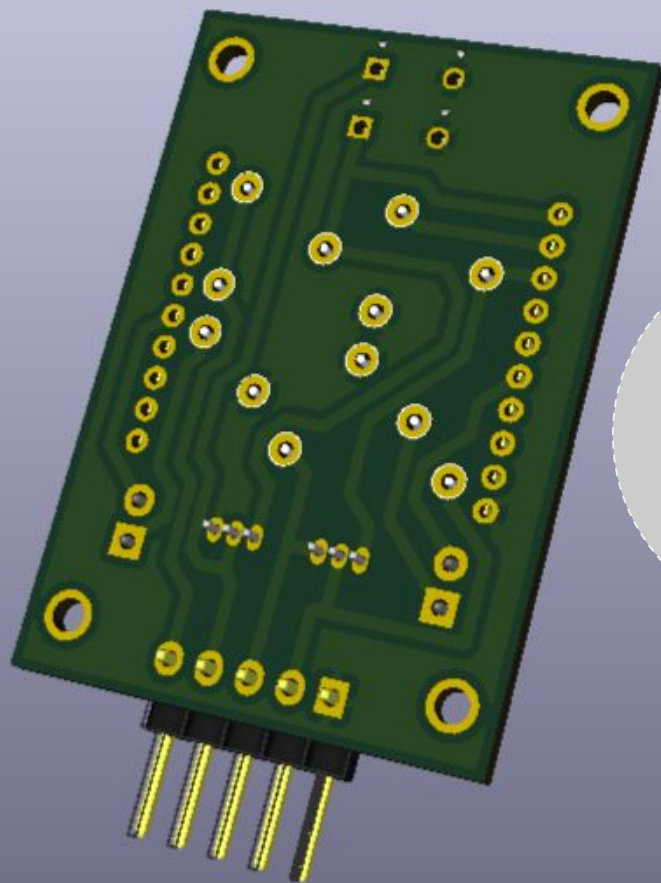
Size: A4 Date: 2016-08-02 Rev: 1.0
KiCad E.D.A. kicad 4.0.2+e4-62253ubuntu16.04.1-stable Id: 1/1



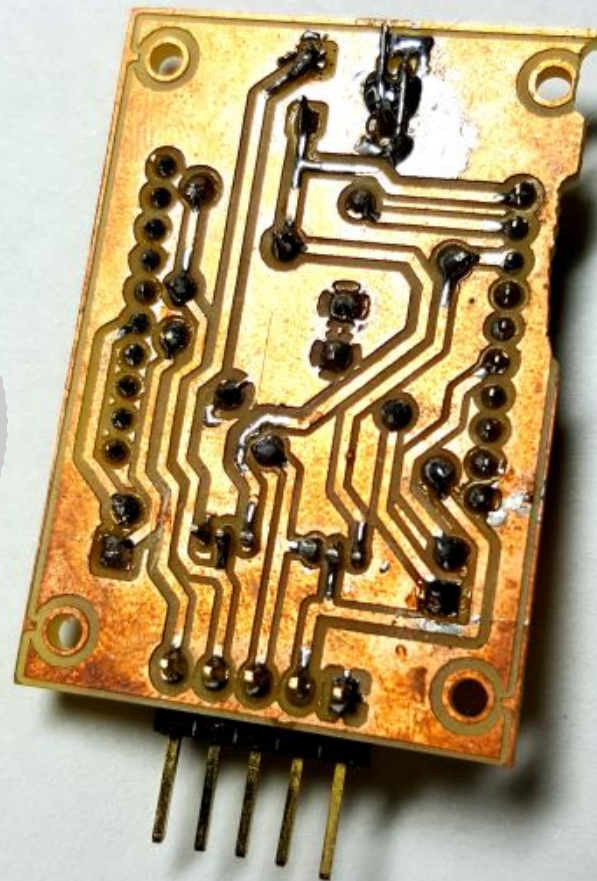
Front
3D-Real



Adaptador XBee resultante



Back
3D-Real



Adaptador XBee resultante





3.

Interfaz de usuario

- Nueva estrategia
 - MQTT
 - xbee2mqtt
 - DomoticZ
 - Traducción MQTT
 - Salida HDMI
- 

A decorative network diagram at the top of the slide, featuring a central node with a dashed circle around it, connected to several other nodes. The nodes are represented by small circles, some solid and some dashed, connected by thin lines. The central node contains a large blue double quote symbol.

“

*“Más vale una retirada a tiempo,
que una batalla perdida”*

Cambio de estrategia

Diagrama de funcionamiento MQTT

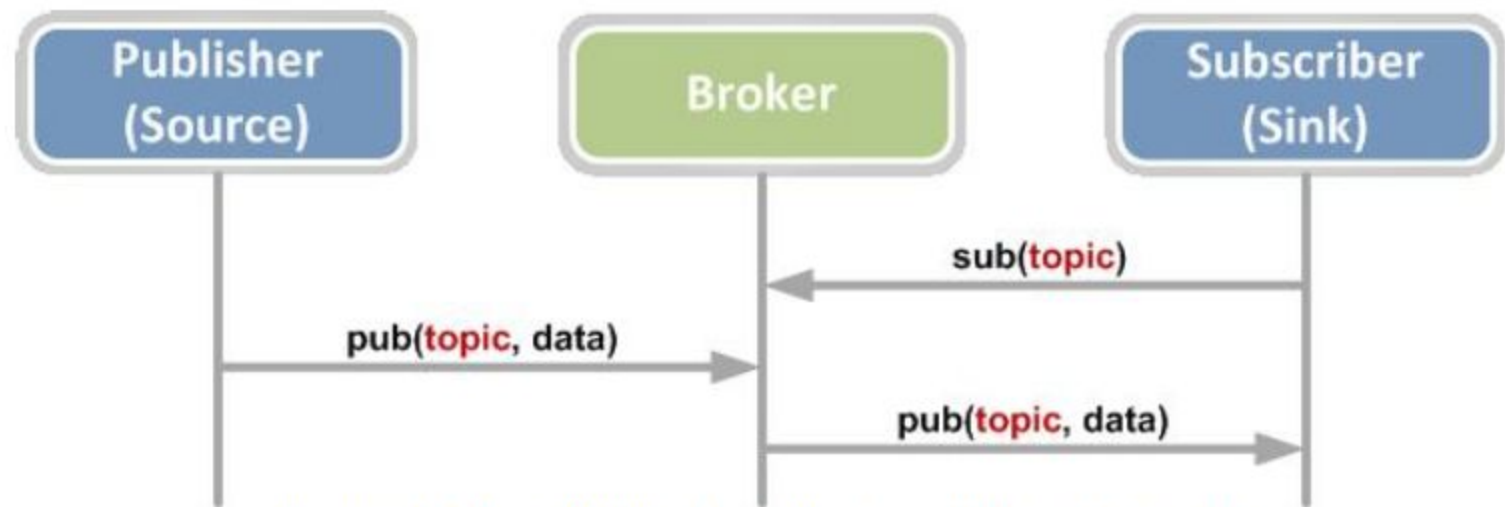
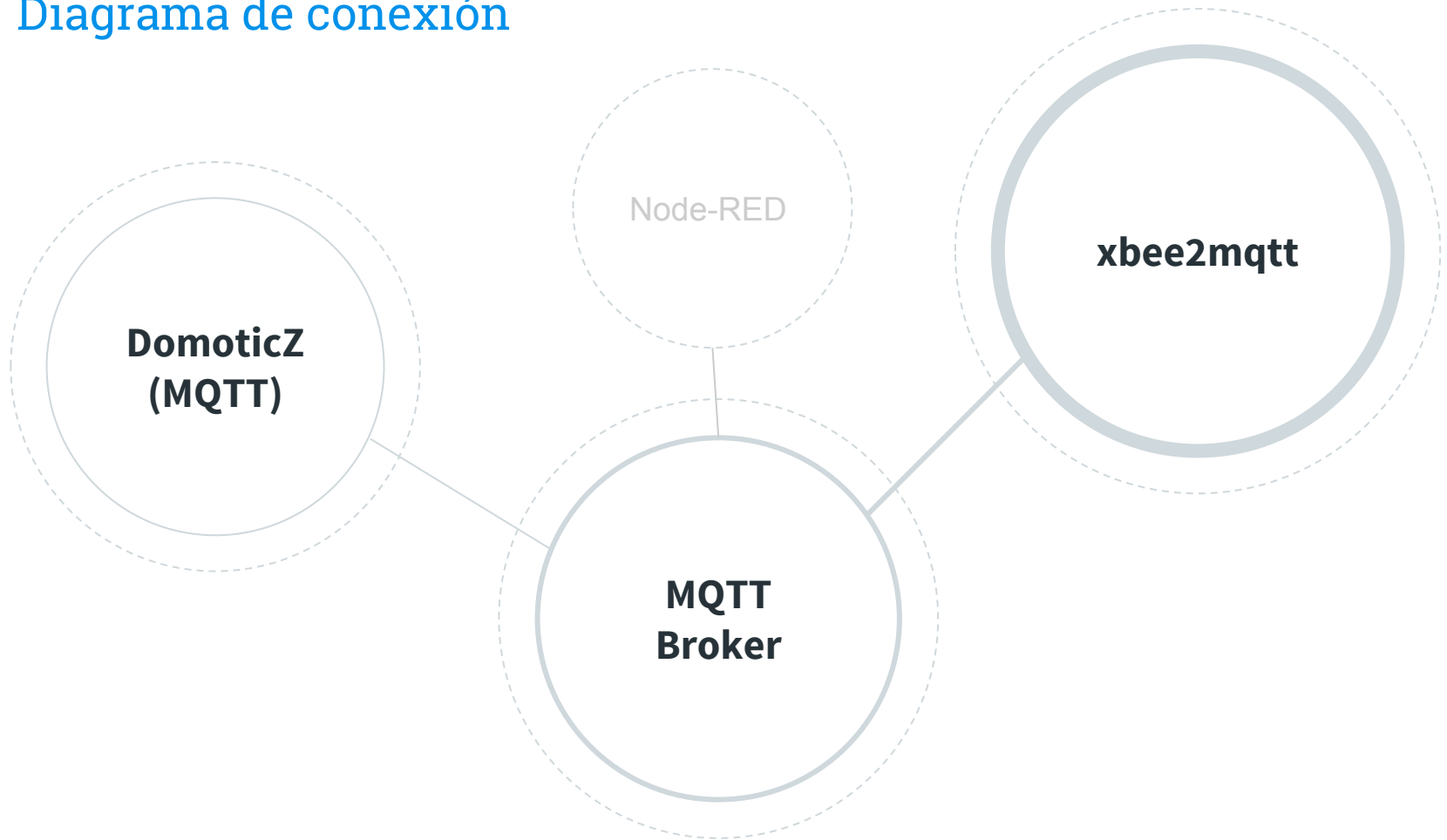


Figure 1: The publish/subscribe communication model

Diagrama de conexión



xbee2mqtt

Pasarela XBee a protocolo MQTT
escrita en Python

- ◎ Puesta en funcionamiento
- ◎ Ampliación del protocolo
 - Node Discovery
 - IO Sampling
 - Pin Modes
 - Etc.
- ◎ Subscripciones dinámicas



Xose Pérez <xose.perez@gmail.com>

Domoticz V3.5530 ElementMedia Ltd

Escritorio Plano de Plantas Interruptores Escenas Temperatura Tiempo Utilidades Configuración

Visualizar entradas 25 Buscar :

Idx	Nombre	Activado	Tipo	Dirección	Puerto	Tiempo de espera
2	MQTT	SI	MQTT Client Gateway with LAN interface Add MQTT Devices	localhost	1883	5 Minutos

Visualizando 1 a 1 del 1 de entradas

Actualizar Borrar

Activado: ☒

Nombre: MQTT

Tipo: MQTT Client Gateway with LAN interface

Tiempo de espera: 5 Minutos

Especificando un tiempo de espera, se reiniciará el dispositivo de hardware si no se reciben datos durante el tiempo especificado.
¡No habilite esta opción para dispositivos que no reciben datos!

Dirección Remota: localhost

Puerto: 1883

Usuario:

Contraseña:

Publish Topic: <Device Topic>

Select the Topic(s) Domoticz will use to publish outgoing messages.
Flat - publish outgoing messagen on topic domoticz/out.
Hierarchical - publish outgoing messagen on topic domoticz/out/{floorplan name}/{plan name}.
Individual - publish outgoing messagen on topic domoticz/out/{device topic}.
Combined - Use each Flat, Hierarchical and Individual topic schemes simultaneously.
None - disable outgoing messages.

Note that **Hierarchical** only reports sensor updates for sensors that are placed on a floorplan/plan.

Create Virtual Sensor

Nombre: Mi interruptor

Tipo de Sensor: Interruptor

Device Topic: /domoticz/out/{address}/{pin}

OK Cancel

Configuración de hardware MQTT en DomoticZ

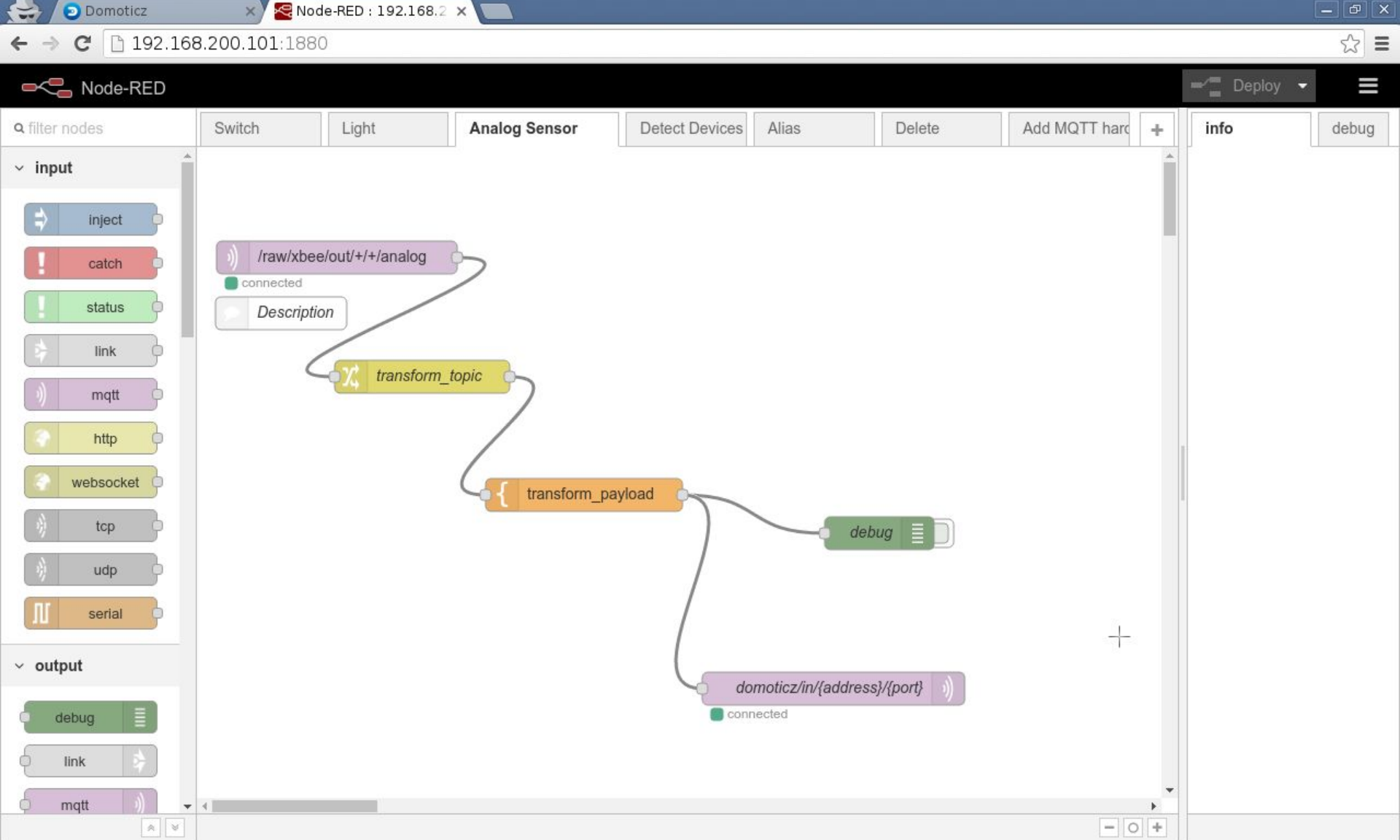


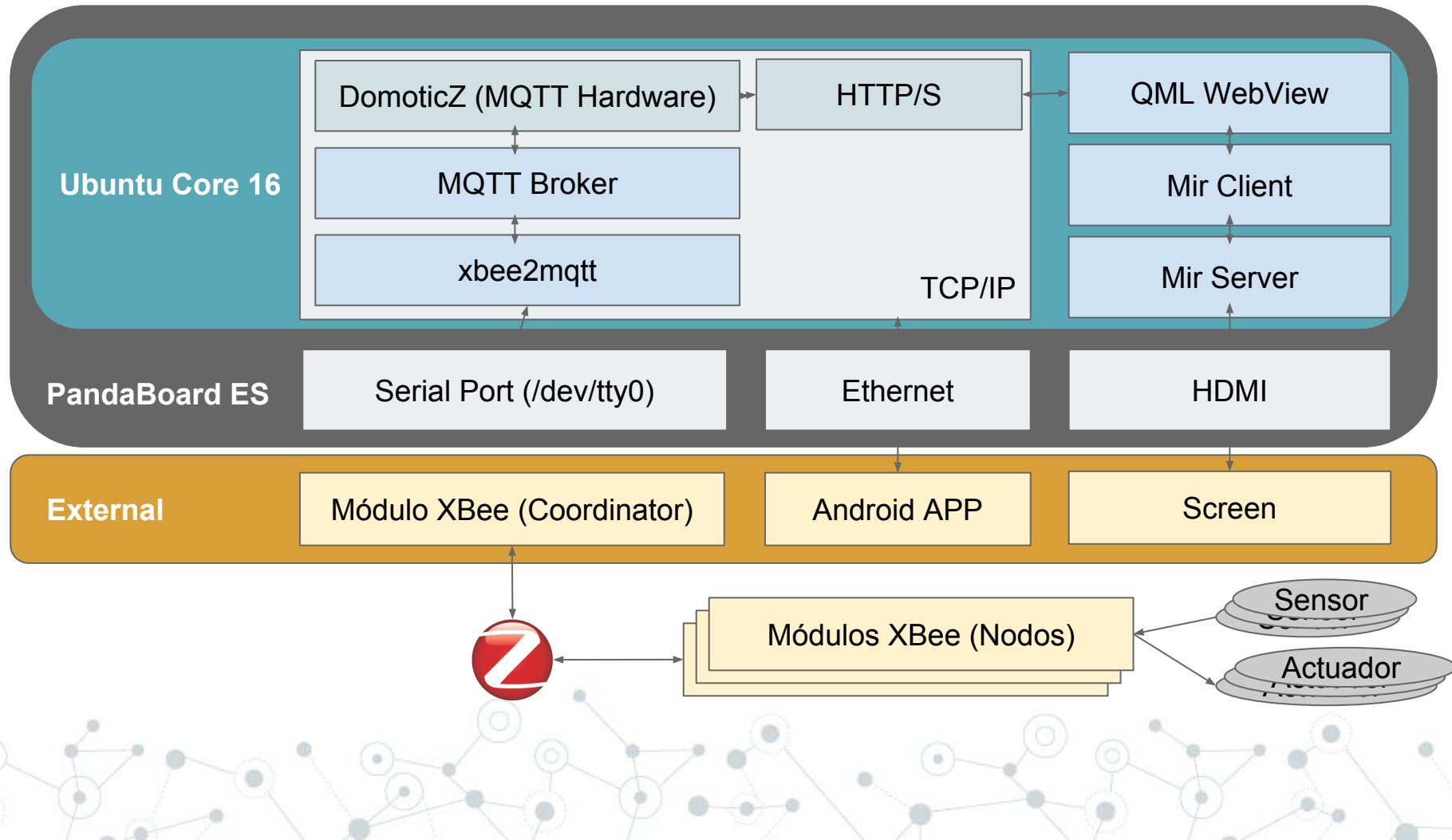
Diagrama de un flujo en **Node-RED**

A decorative network diagram in the top-left corner, featuring a complex web of interconnected nodes and lines. The nodes are represented by small circles, some of which are larger and have concentric circles inside, suggesting a hierarchical or multi-layered structure. The lines are thin and gray, connecting the nodes in a non-linear fashion.

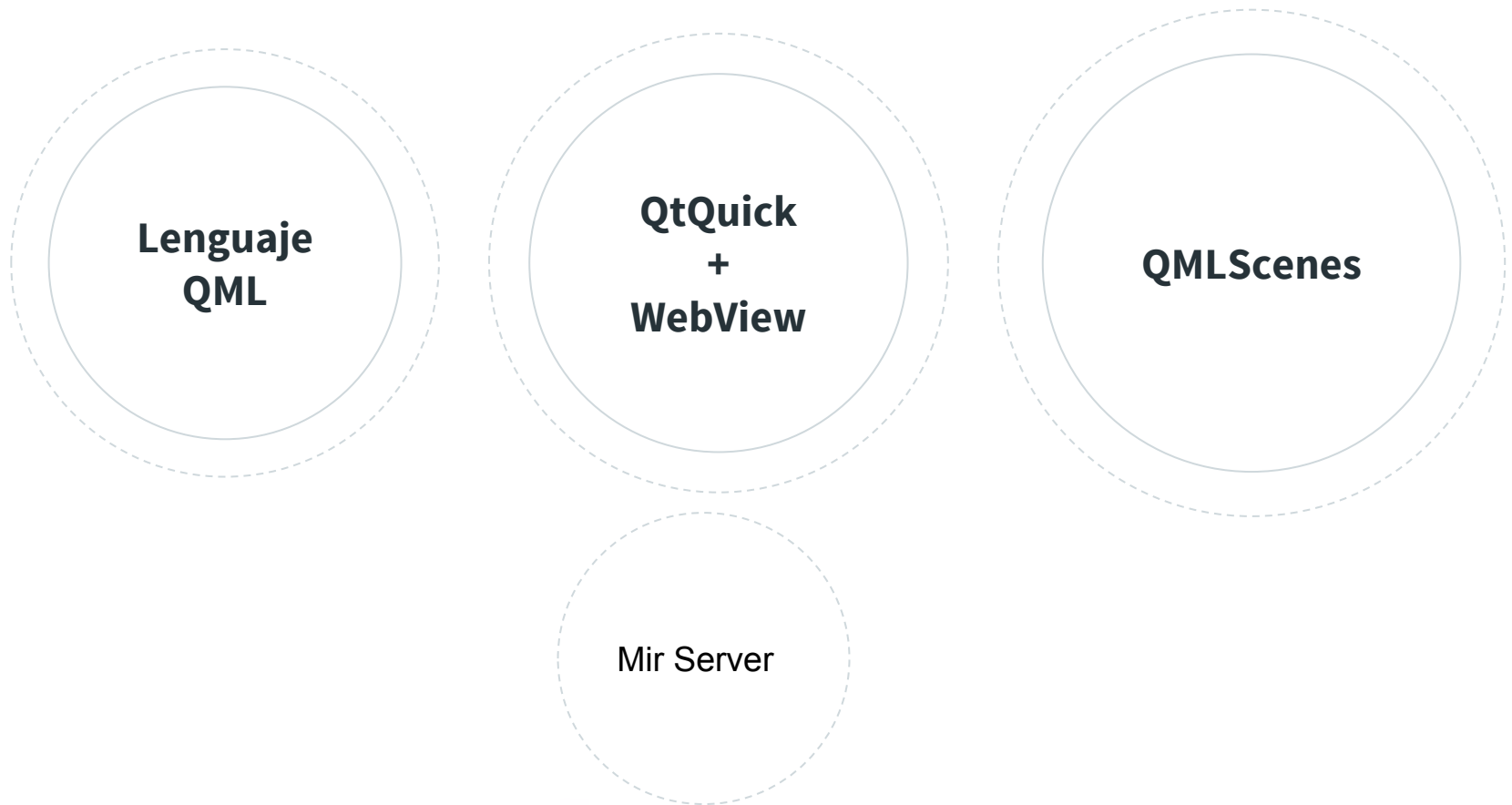
4. **Integración**

- Visión global
 - Qt WebView con QMLScenes
- 
- A decorative network diagram in the bottom-right corner, similar to the one in the top-left. It shows a cluster of nodes connected by lines, with some nodes being larger and more prominent than others, creating a sense of depth and complexity in the network structure.

Visión global del sistema



Qt WebView con QMLScenes



CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

Antecedentes
Elementos de partida
Objetivos

ANÁLISIS

Fases del proyecto
Observaciones
Decisiones tomadas
Presupuesto

DESARROLLO

Sistema Operativo
Adaptador XBee
Interfaz de Usuario
Integración
Documentación

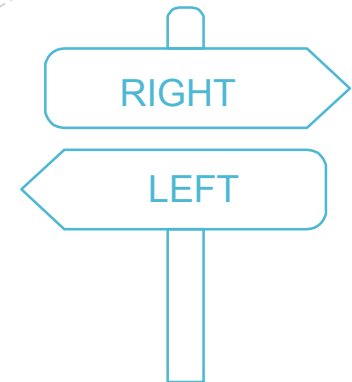
CONCLUSIONES

Líneas a seguir
Repercusión en la
comunidad
Conclusions



Líneas a seguir

- ◎ Asegurar snaps
(confinement, interfaces...)
- ◎ Configuración de red XBee
- ◎ Modos de sueño
- ◎ Ampliar o sustituir flujos de red Node-RED



A decorative network diagram at the top of the slide, featuring a central node with a blue double quote icon, surrounded by a dashed circle. This central node is connected to several other nodes, which are further connected to a larger, more complex network of nodes and lines extending across the top of the slide. The nodes are represented by small circles, some solid and some dashed, connected by thin lines.

“

*[...] the pandaboard is a **dead beef** nowadays.*

Oliver Grawert <ogra@ubuntu.com>

15-09-2016

Repercusión en la comunidad

+ 13min

“Thanks! [...] I’ll give it a twirl.”

Andreas Hasenack
<andreas@canonical.com>

+ 15min

“wow, this is impressive! I even see assertions and all... you should blog about it so we can share it on social media!”

Oliver Grawert
<ogra@ubuntu.com>

+4h

“+1, definitely!”

Jammie Bennett
<jammie.bennet@canonical.com>

Conclusions

This project attempted to provide a functional and highly customizable solution.

It has been a great challenge focused on the integration of elements of different characteristics to achieve the goals.

Although the project still has continuity and some aspects can be changed, I believe that these requirements have been surpassed.

On the other hand, this project has taken advantage of free software so it also has been designed to return the favor to the community.

I hope that, individually or completely, this work will be useful to someone.





Gracias!

¿Preguntas?

Enrique Hernández Bello

alu0100355833@ull.edu.es

Repositorio GitHub:

https://github.com/ULL-InformaticaIndustrial-Empotrados/TFG_ZigBee_Embedded_Controller.git





Créditos

Un agradecimiento especial a todas las personas que realizan y publican recursos impresionantes de forma libre y gratuita.

© Plantilla de presentación por [SlidesCarnival](#)

