

Disseny i implementació d'un robot amb connexió WiFi

TFG Enginyeria Informàtica
Sistemes Encastats

Cèsar Guerrero Miralles
Consultor: Jordi Bécares Ferrés
Gener 2013

Índex

- 1. Introducció
- 2. Antecedents
- 3. Disseny Físic
- 4. Disseny Funcional
- 5. Demostració de Funcions
- 6. Conclusions

1. Introducció

1.1. Definició:

Sistema encastat:

- Sistema informàtic d'ús específic, que és encapsulat totalment pel dispositiu que controla.
- Normalment, està basat en un microcontrolador (μC).
- Configurable, però no programable, per l'usuari final.

1. Introducció

1.2 Objectius

Sistema encastat amb motors i rodes capaç de:

- Moviment endavant i endarrere
- Connexió via Wifi
- Control remot des de Internet
- Sistema automàtic de cerca de cobertura

- Sistema de moviment en dues dimensions
- Cerca de cobertura en dues dimensions

2. Antecedents

2.1. Avions no tripulats:



2. Antecedents

2.2 Vehicles teledirigits via wifi

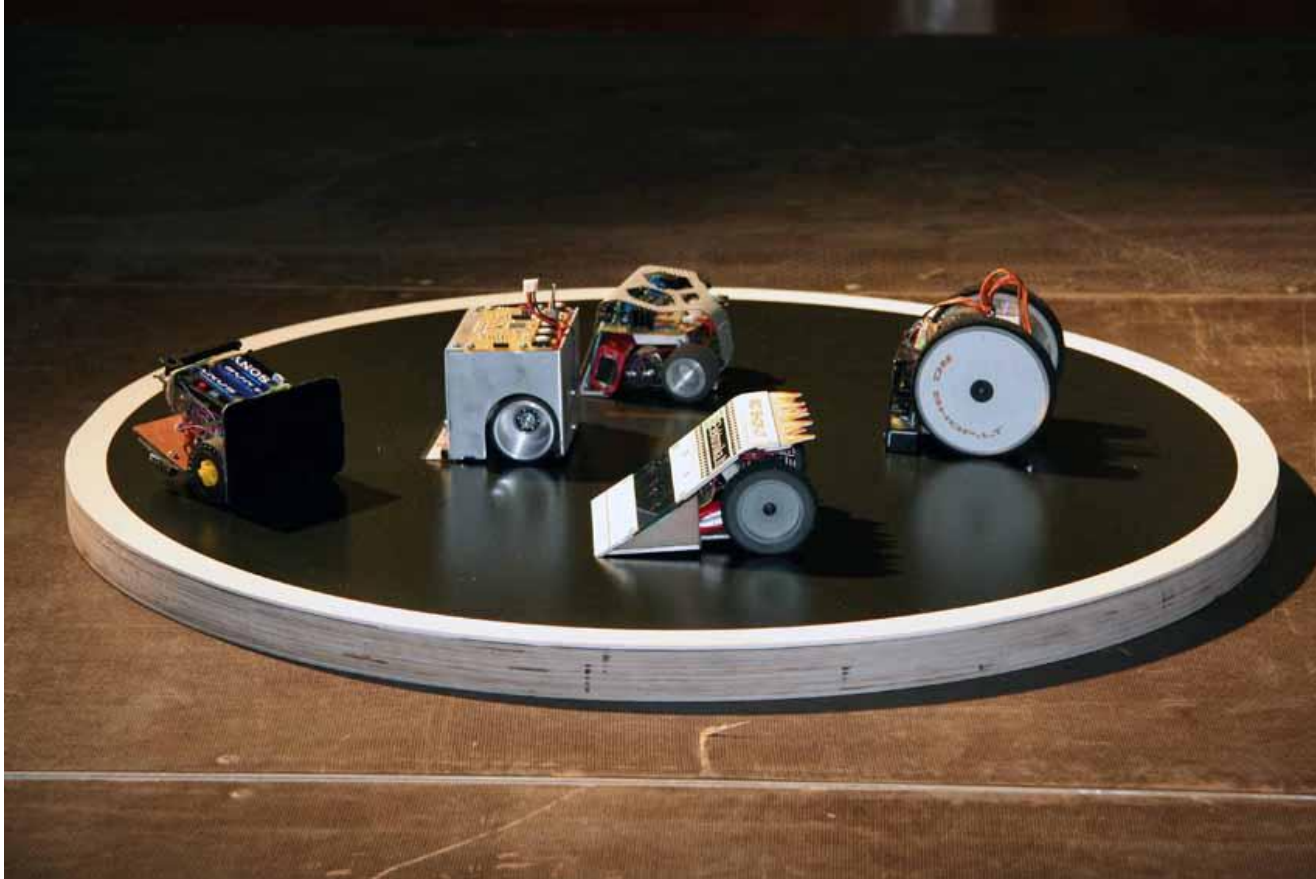
HLB

www.hlbtoys.com



2. Antecedents

2.3 Robots recreatius

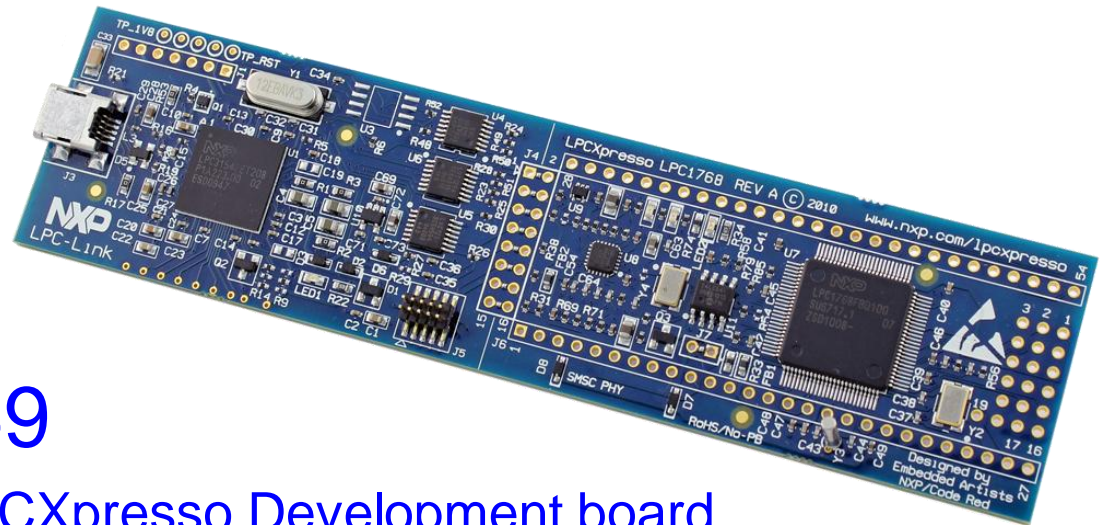


3. Disseny físic

- 3.1 Maquinari
- 3.2 Configuració
- 3.3 Motors
- 3.4 Xassís
- 3.5 Sistema complet
- 3.6 Esquema elèctric

3. Disseny físic

3.1 Maquinari



- NXP LPC1769
- Embedded Artists LPCXpresso Development board
- Target board + JTAG Debugger
- ARM Cortex M3 32bit microcontroller
- 64 kB SRAM, 512 kB Flash, **4xUART**, 3xI2C, SPI, 2xSSP, 2xCAN, **PWM**, USB 2.0 Device/Host/OTG, RTC, Ethernet, I2S, etc.

3. Disseny físic

3.1 Maquinari

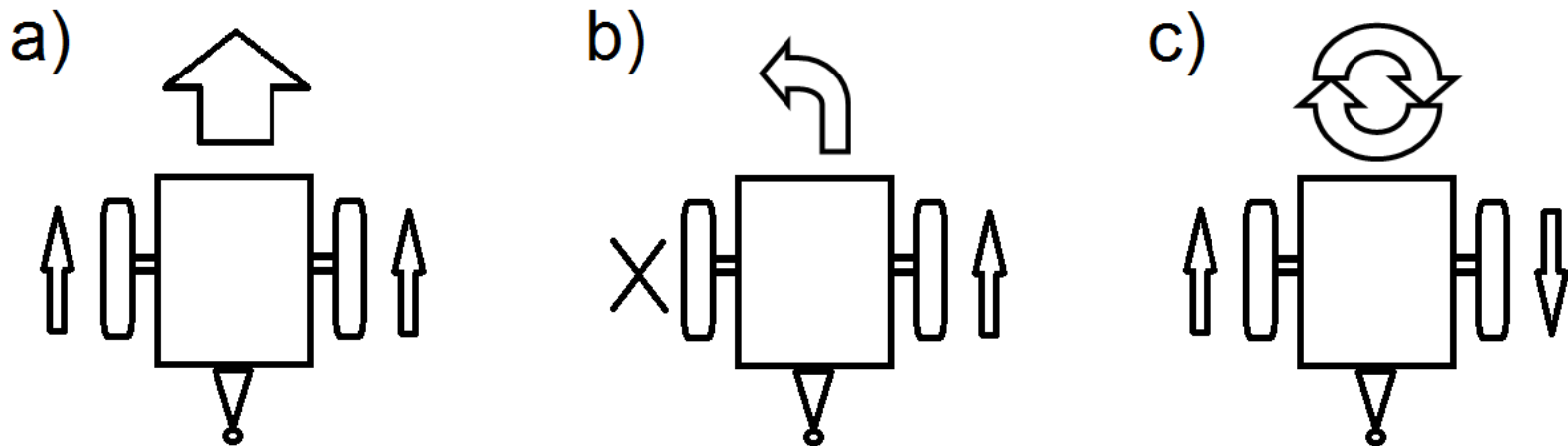
- **RN171XV WiFly**
- 802.11b/g WiFi Module
- Ultra low power
- 32 bit processor, TCP/IP stack, real-time clock, and analog sensor interface
- 3 ADC, 8 GPIO
- 464 kbps UART
- HTTP client
- TCP Client + Server



3. Disseny físic

3.2 Configuració

- 2 rodes + 2 motors + element de suport



3. Disseny físic

3.3 Motors

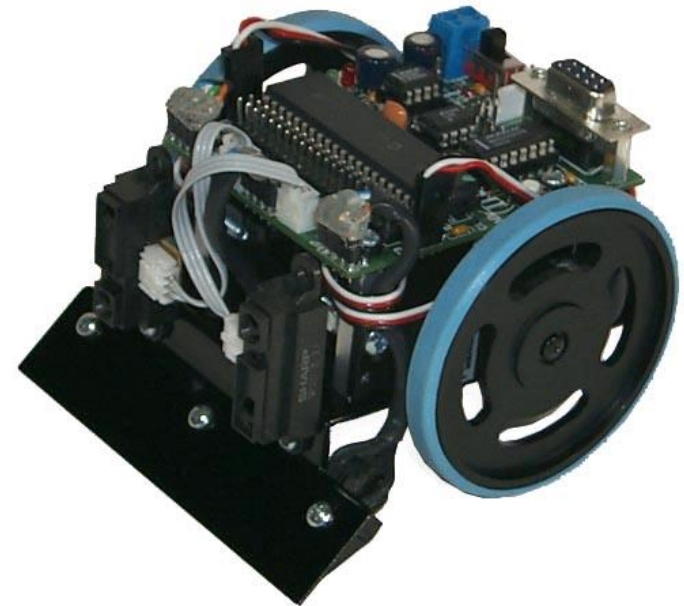
- **Futaba s3003**
- Servo modificat per moviment continu 360°
 - Evitar gir del potenciòmetre
 - Eliminar topall de moviment
- Connector de 3 pins: +4.8 a 6V, GND, CTRL
- Control per senyal PWM de 50 Hz



3. Disseny físic

3.4 Xassís

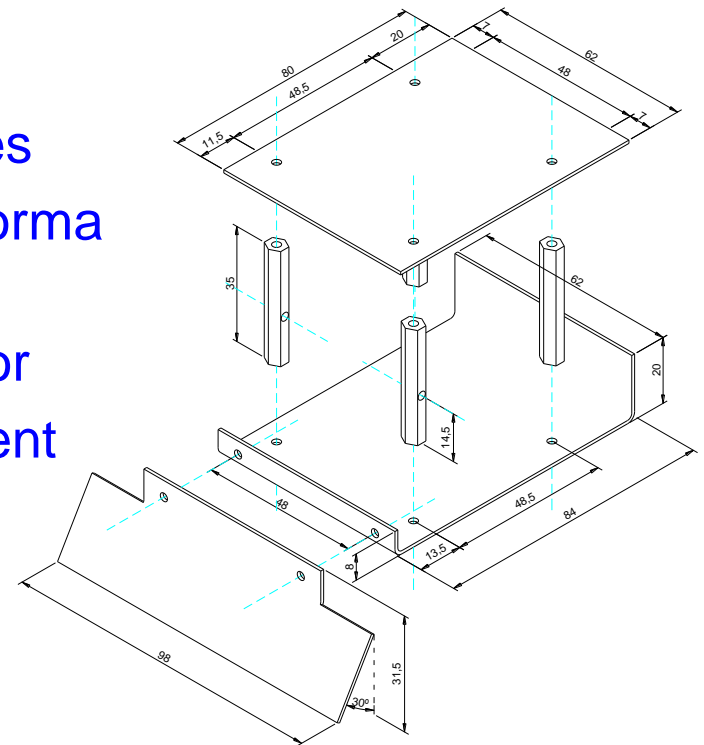
- Robot Mark III de la PARTS
- Copyright (C) 2002 Portland Area Robotics Society. All rights reserved. The Mark III hardware design and associated software are available for any non-commercial or non-profit use provided that the appropriate credit is given to PARTS and that this copyright notice is attached.



3. Disseny físic

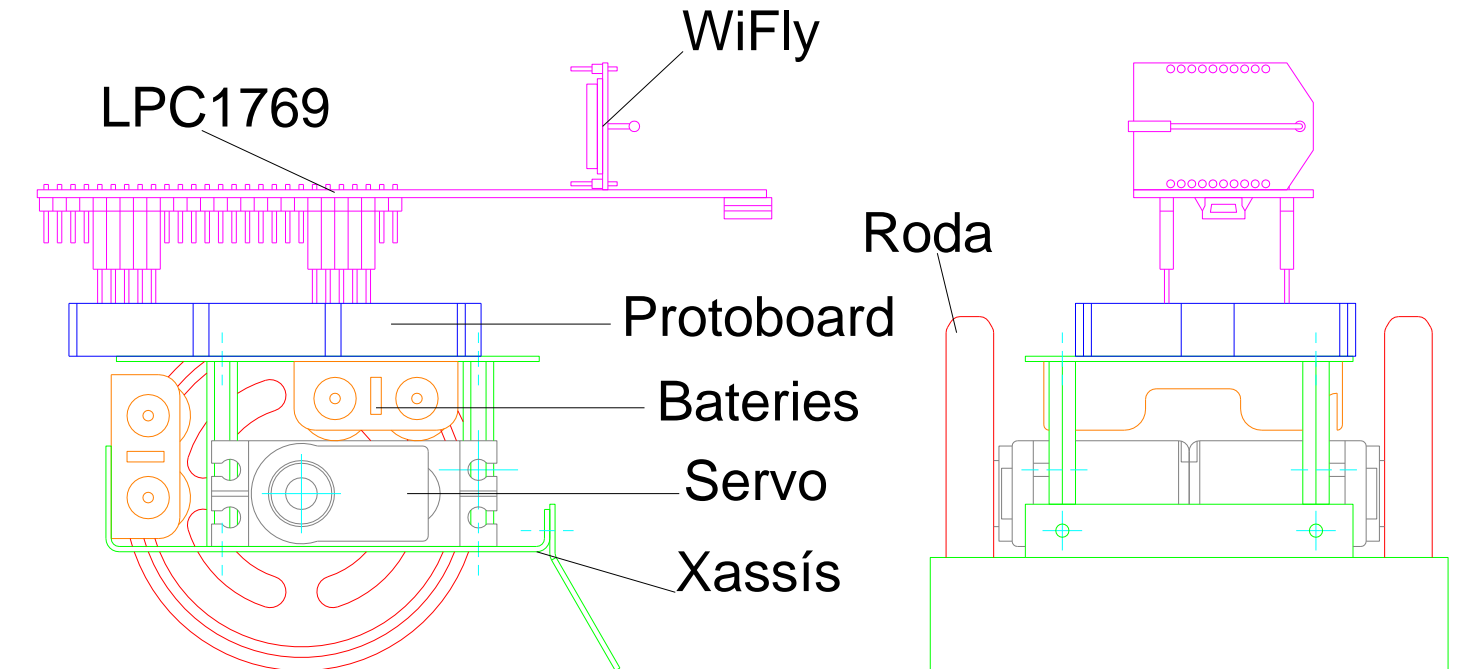
3.4 Xassís

- Planxa d'acer d'1mm
- Fàcil de fabricar sense eines sofisticades
- Mides exactes per 2 servos en la plataforma inferior.
- Microcontrolador a la plataforma superior
- Escut frontal per muntar sensors i element de suport



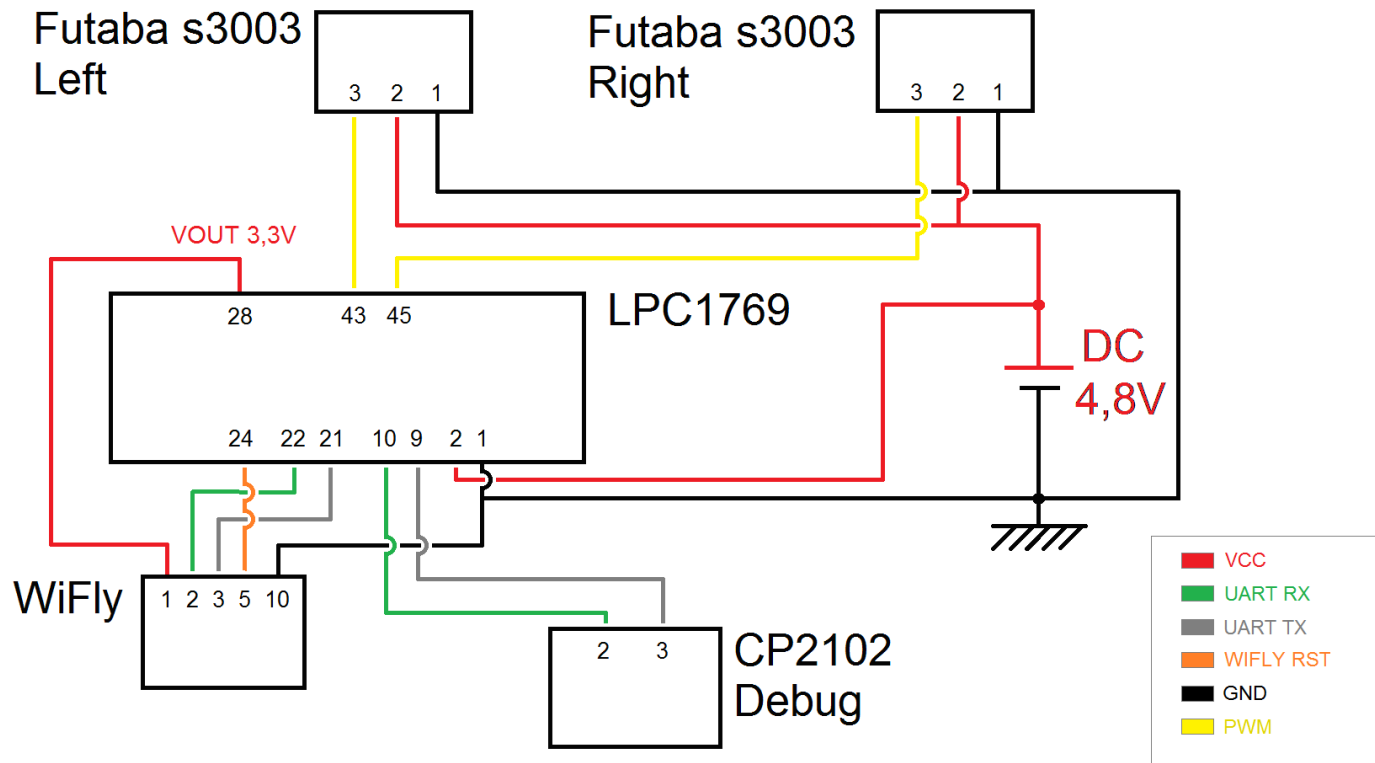
3. Disseny físic

3.5 Sistema complet: Rhyno 1



3. Disseny físic

3.6 Esquema elèctric



4. Disseny Funcional

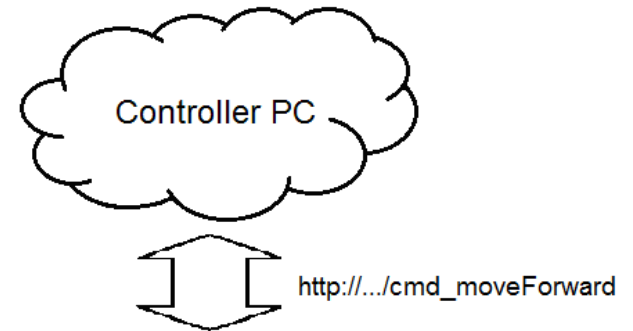
- 4.1 Sistema total
- 4.2 Interfície PC
- 4.3 Disseny Aplicació

4. Disseny Funcional

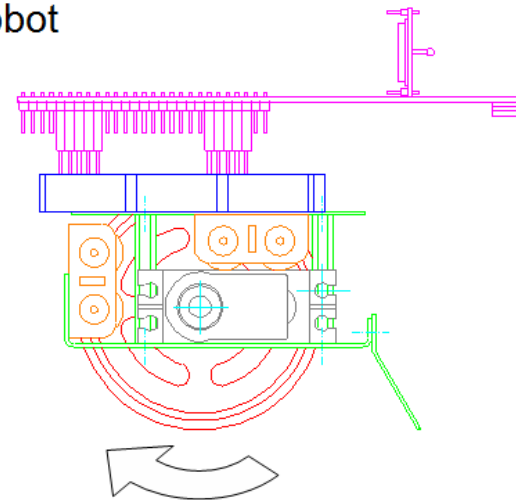
4.1 Sistema Total

- Components:
 - Controlador
 - Robot
- Interacció:
 - Servei Web

➔ Accés des de qualsevol dispositiu amb navegador web



Robot

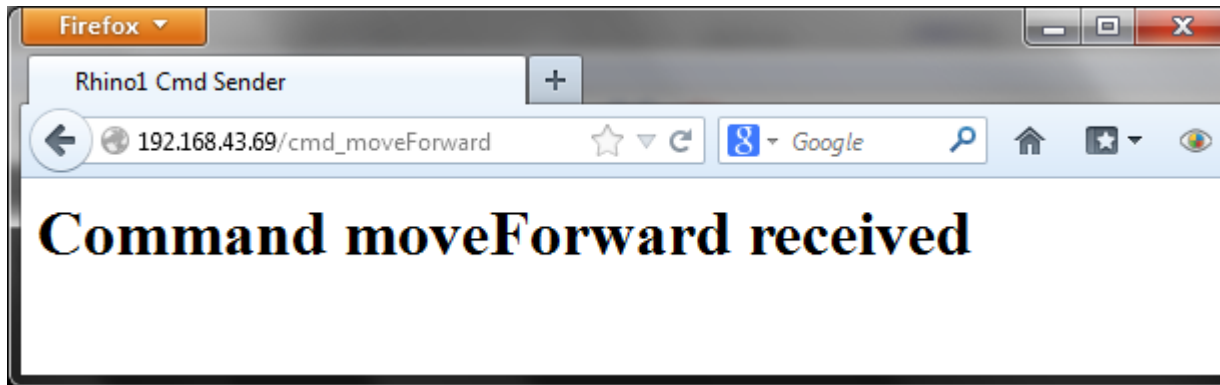


4. Disseny Funcional

4.2 Interfície PC

- `http://` + IP Privada Robot + `/cmd_` + IP Pública Router + NAT + `/cmd_` +

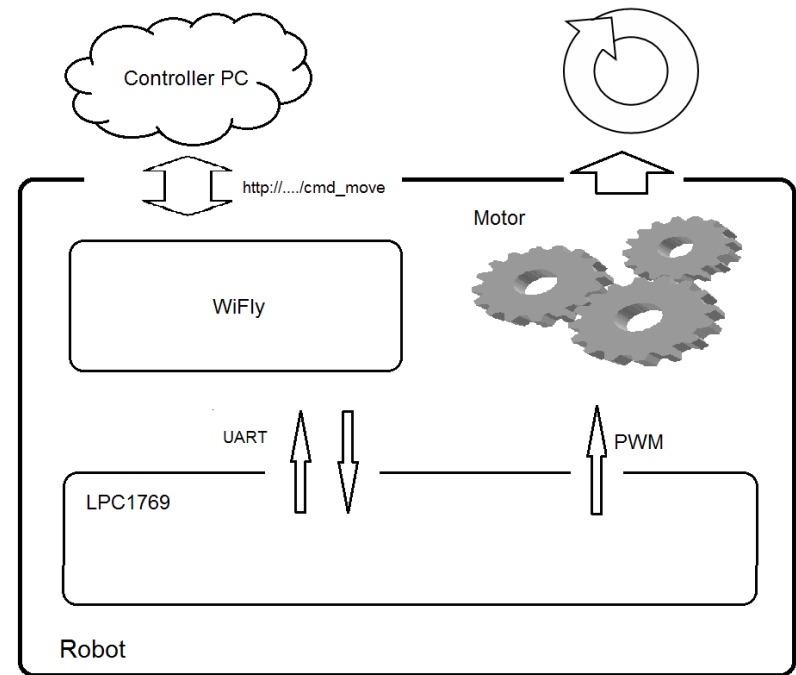
`moveForward`
`moveBack`
`Stop`
`turnLeft`
`turnRight`
`maxRSSI`
`maxRSSI_2D`



4. Disseny Funcional

4.3 Sistema Robot

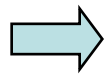
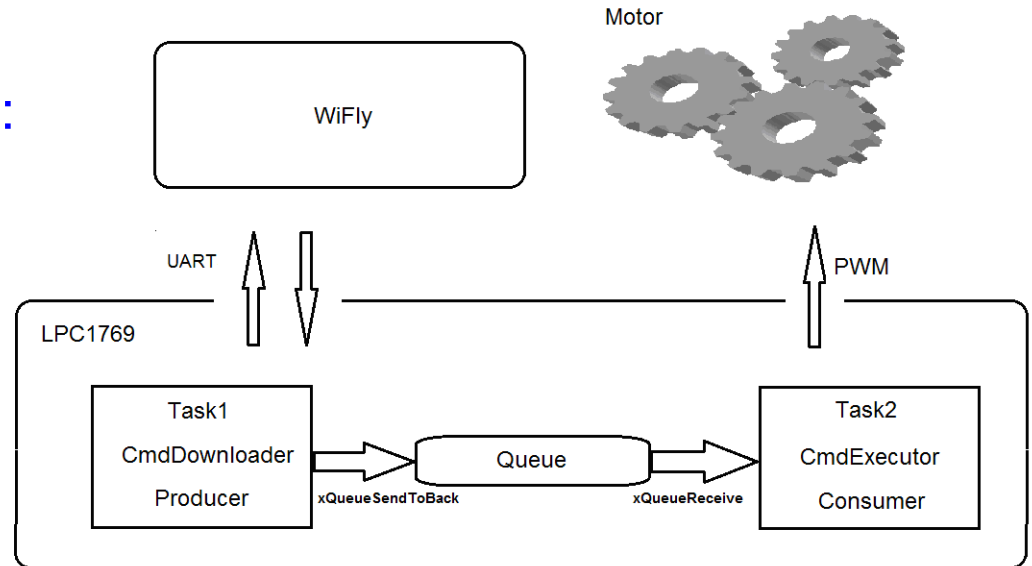
- Subsistemes:
 - Microcontrolador
 - Servidor TCP
 - Control via UART
 - Motors: Sortida del sistema
 - Control via PWM



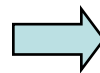
4. Disseny Funcional

4.4 Disseny Aplicació

- Dues feines concurrents:
 - Recollir comandes
 - via WiFly
 - Executar comandes
 - via Motors



Aplicació multitasca
productor/consumidor

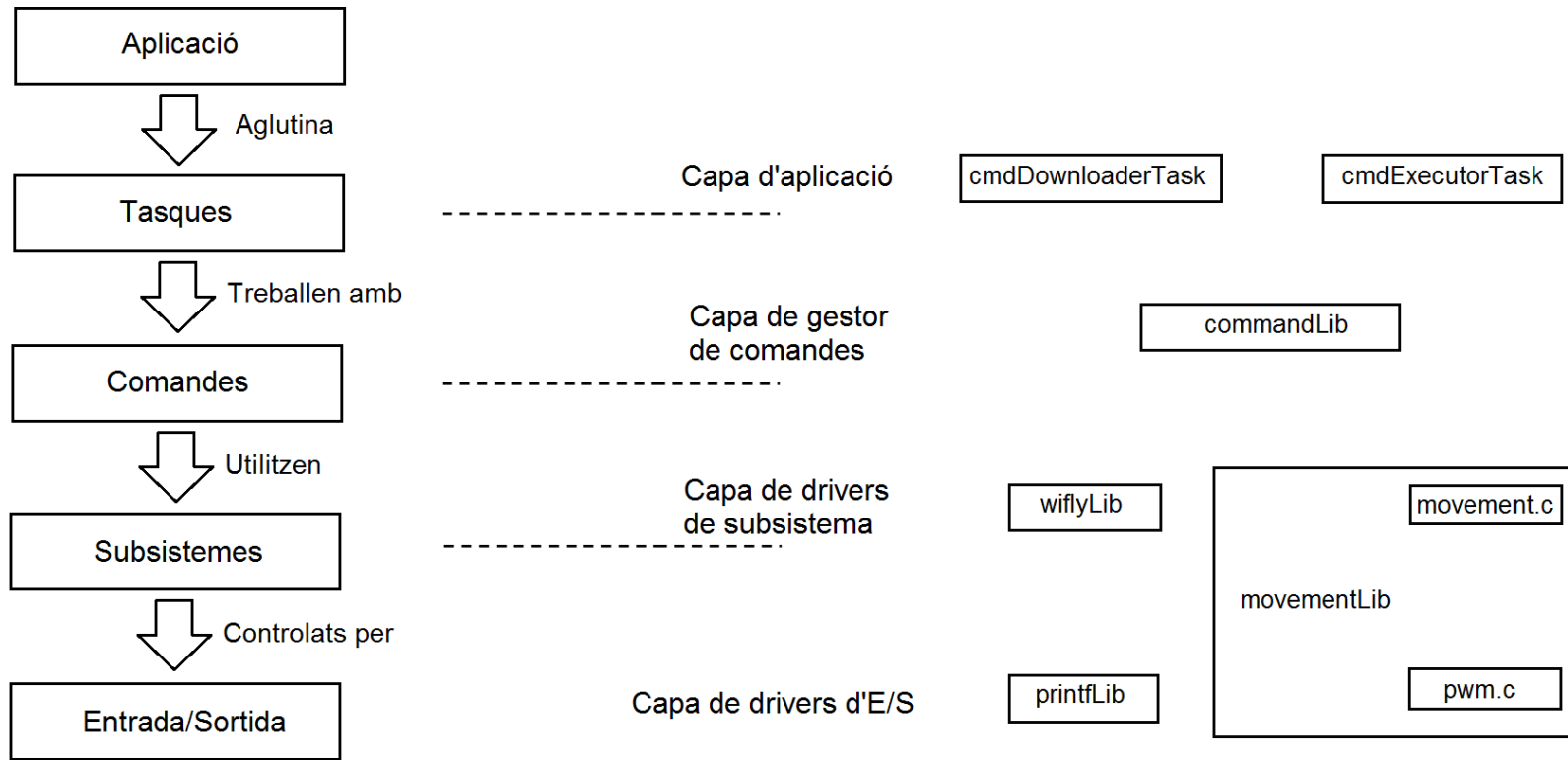


FreeRTOS

4. Disseny Funcional

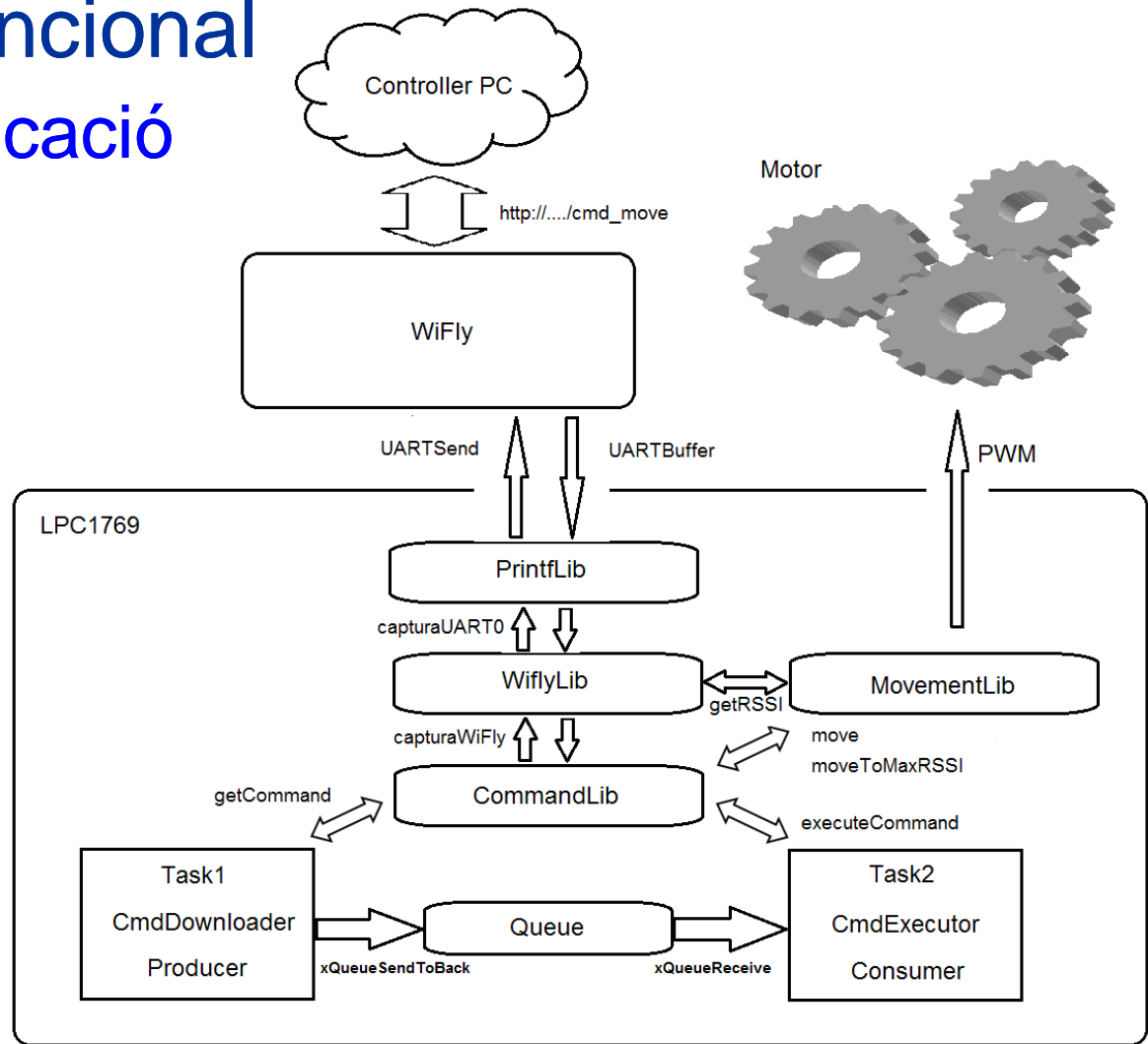
4.4 Disseny Aplicació

- Descomposició en capes:



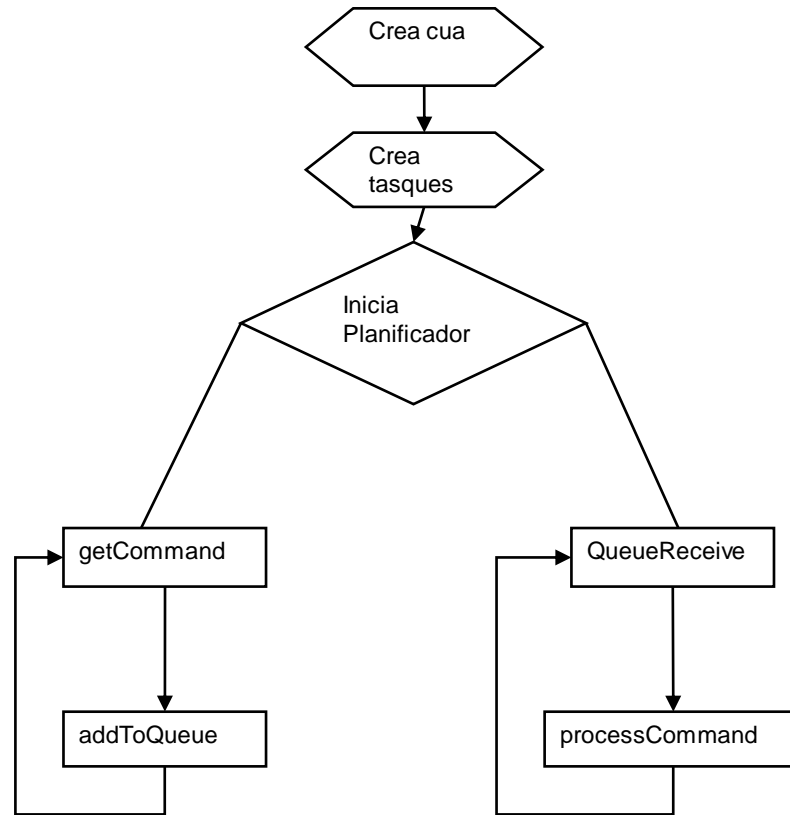
4. Disseny Funcional

4.4 Disseny Aplicació



4.4. Disseny Aplicació

4.4.1 Capa Aplicació



4.4. Disseny Aplicació

4.4.2 Capa gestor de comandes

- `commandInit`
- `processCommand`
 - Selecciona i executa funcions de `MovementLib`
- `getCommand`:
 - Implementa nivell `http`:

- Recupera text de sessió TCP del WiFly
- Extreu comanda

```
OPEN*GET /cmd_moveForward HTTP/1.1
Host: 192.168.43.69
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64; ...
```

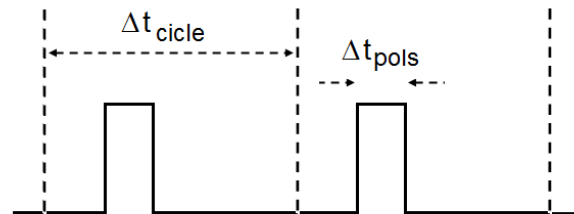
- Envia resposta

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/html
Transfer-Encoding: chunked
<html>
    <title>Rhino1 Cmd Sender</title>
    <body>
        <h1>Command <b>moveForward</b> received</h1>
    </body>
</html>
```

4.4. Disseny Aplicació

4.4.3 Capa drivers E/S

- printfLib: Comunicacions via UART
 - Sortida depuració PC
 - Entrada/Sortida WiFly
 printfString, capturaUART
- movementLib/PWM.c: Gestió sortides PWM
 - Control de motors
 Pulse Width Modulation: informació de control en l'amplada del pols



$$\Delta t_{cicle} = 20 \text{ ms}$$

$$\Delta t_{pols} = 1,5 \text{ ms}$$

Aturat

$$1 \text{ ms} < \Delta t_{pols} < 1,5 \text{ ms}$$

Endavant

$$1,5 \text{ ms} < \Delta t_{pols} < 2 \text{ ms}$$

Endarrera

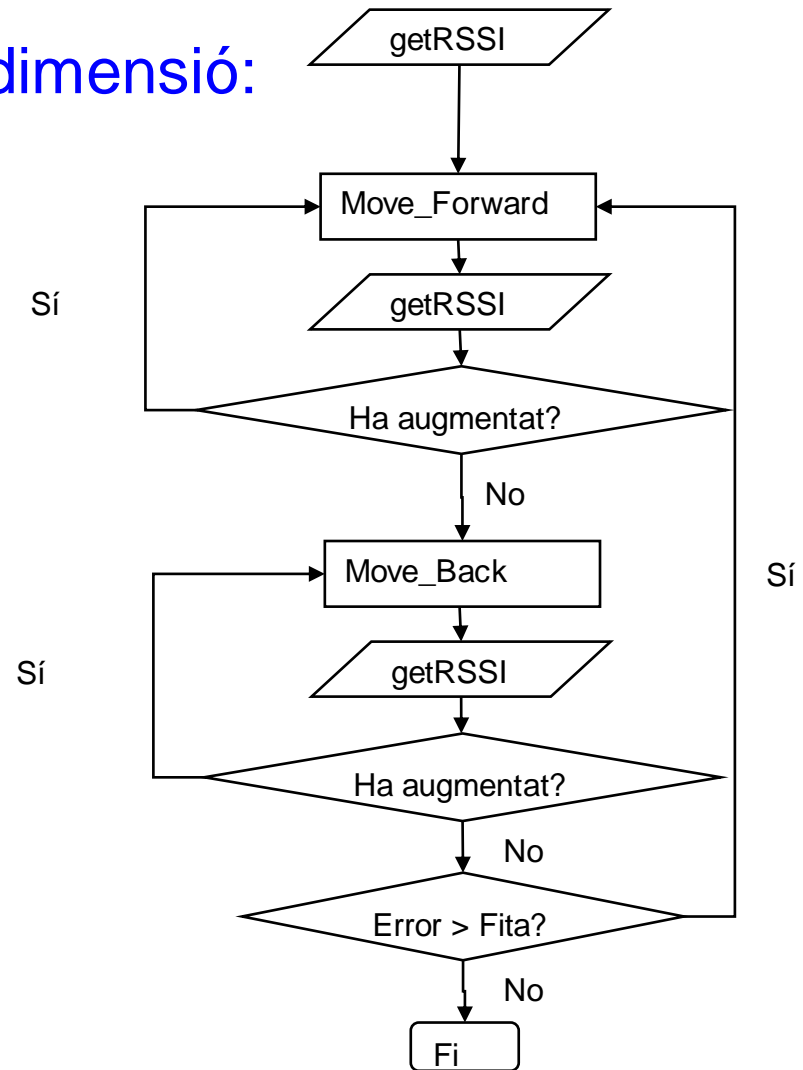
4.4. Disseny Aplicació

4.4.4 Capa de drivers de subsistema

- Mòdul WiFly: wiflyLib
 - wifly_setTcpServerConfig
 - wifly_closeTcp_Connection
 - Wifly_getRSSI
- Motors: movementLib/movement.c
 - Moviment: moveForward, moveBack, stop, turnLeft, turnRight
 - Cerca de cobertura:
 - moveToMaxRSSI_1D
 - moveToMaxRSSI_2D

Cerca de cobertura en una dimensió:

- moveToMaxRSSI_1D



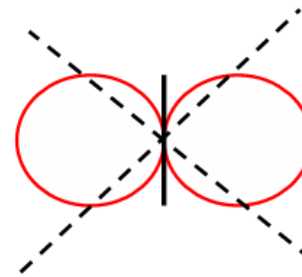
Cerca de cobertura en dues dimensions:

- moveToMaxRSSI_2D

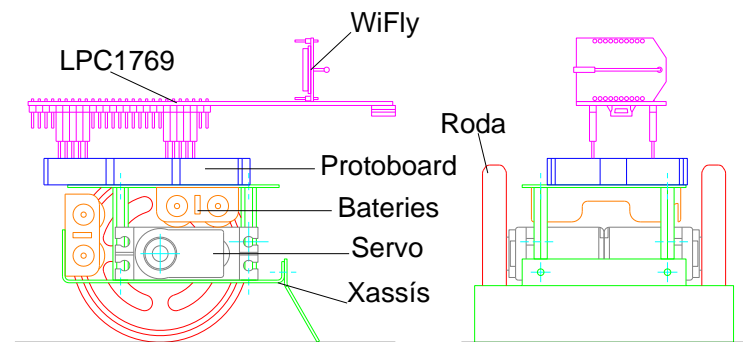
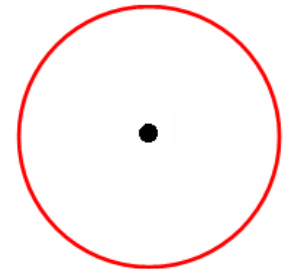
Concepte: Distribució d'energia radiada per l'antena de fil de 3 cm ($\lambda/4$) té forma de toroide (“donut”). La major part de l'energia s'emet a prop del pla perpendicular a l'antena:

Aplicació: Col·locar l'antena en paral·lel al terra i cap a un costat per donar-li direccionalitat (màxima cobertura endavant i endarrere)

Distribució vertical (vista lateral)

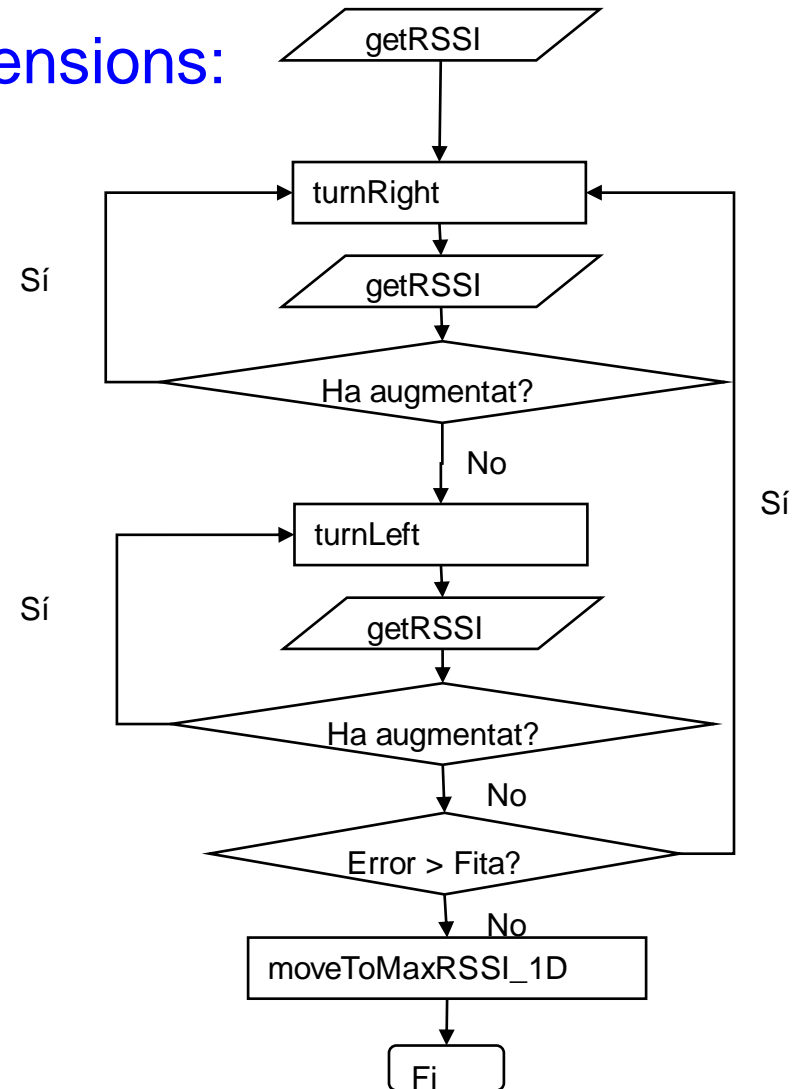


Distribució Horitzontal (vista azimuthal)



Cerca de cobertura en dues dimensions:

- moveToMaxRSSI_2D



5. Proves d'execució

- Vídeos Annexos:
 - Annex I: Comandes de moviment
 - Annex II: Cerca de cobertura 1D
 - Annex III: Cerca de cobertura 2D

6. Conclusions

6.1 Assoliment d'objectius

- Objectius bàsics:
 - ✓ – Moviment endavant i endarrere
 - ✓ – Connexió via Wifi
 - ✓ – Control remot des de Internet
 - ✓ – Sistema automàtic de cerca de cobertura
- Objectius de valor afegit:
 - ✓ – Sistema de moviment en dues dimensions
 - ✓ – Cerca de cobertura en dues dimensions

6. Conclusions

6.2 Possibilitats de millora

- Antena direccional
- Sensors: posició i orientació
- Millora de la interfície client