

**PROJECTE FINAL PROCESSADORS  
DIGITALS:**

**CONTROL D'UNA MÀ ROBÒTICA VIA  
WEB**

**JANA LLORET SELLABONA  
MARTA PITARCH GRANELL**

# 1. Introducció

Aquest projecte ha consistit a dissenyar i desenvolupar un sistema funcional que permet controlar una mà robòtica a distància a través d'una pàgina web.

L'objectiu principal era aconseguir una connexió entre un usuari i un braç robòtic, de manera que aquest es pogués manipular de forma senzilla, només utilitzant un navegador web i un microcontrolador ESP32. Això ens ha permès aplicar i consolidar coneixements d'electrònica digital, programació de microcontroladors i desenvolupament web.

Aquesta experiència ens ha ajudat a entendre de forma pràctica com es comuniquen diferents tecnologies i sistemes entre si.

## 2. Objectius del projecte

- Crear una interfície web intuïtiva i fàcil d'utilitzar, que permetés escollir quin dit volem moure i a quin angle.
- Controlar diversos servomotors, els quals representen els dits de la mà robòtica.
- Establir una comunicació eficient entre el navegador web i el microcontrolador ESP32.
- Integrar components diversos (web, electrònica, programació) en un sistema robust i coordinat.

## 3. Procés de desenvolupament

### 3.1 Impressió i muntatge de la mà

La mà robòtica que hem utilitzat forma part del projecte **InMoov**, un projecte open source de robòtica. El nostre professor ens va facilitar les peces impreses en 3D ja parcialment muntades. Això ens va permetre centrar-nos més en l'electrònica i el programari.

Referència: [InMoov Hand Assembly Guide](#)

Durant la fase inicial de recerca, vam trobar alguns projectes similars que feien servir interfícies senzilles per controlar servos a través d'internet. Tot i així, la majoria d'exemples no s'adaptaven del tot a les necessitats del nostre projecte, especialment perquè volíem implementar una interfície web pròpia.

Així doncs, vam haver de desenvolupar el nostre propi sistema, combinant HTML, i utilitzant tecnologies com Arduino i/o ESP32 per rebre els senyals i controlar els servos.

### 3.2 Arquitectura general del sistema

El sistema es compon dels següents elements:

Component	Funció principal
<b>ESP32</b>	Microcontrolador que genera una xarxa WiFi i rep les ordres.
<b>PCA9685</b>	Driver I2C que permet controlar múltiples servomotors amb precisió.
<b>Interfície Web</b>	Formulari HTML que envia les ordres des del navegador.
<b>Usuari final</b>	Interactua amb el sistema mitjançant la pàgina web.

## 4. Explicació del codi

### 4.1 Configuració punt d'accés i servidor

El microcontrolador ESP32 crea un **punt d'accés** amb SSID i contrasenya pròpia, permetent a qualsevol dispositiu connectar-se directament sense necessitar internet.

```
const char* ap_ssid = "MA_ROBOTICA";  
const char* ap_password = "12345678";  
WiFi.softAP(ap_ssid, ap_password);
```

El servidor escolta peticions HTTP al port 80 i serveix la pàgina web principal i el gestor d'instruccions.

### 4.2 Interfície web

Es tracta d'una pàgina HTML molt simple que permet:

- Seleccionar el dit a moure.
- Indicar l'angle entre 0° i 180°.
- Enviar la petició GET al servidor.

```
<form action="/mou" method="GET">  
  <label for="servo">Selecciona un dit:</label>  
  <select id="servo" name="servo">...</select>  
  <label for="angle">Angle (0-180):</label>  
  <input type="number" id="angle" name="angle" min="0" max="180">  
  <input type="submit" value="Moure">  
</form>
```

### 4.3 Control dels servos amb PCA9685

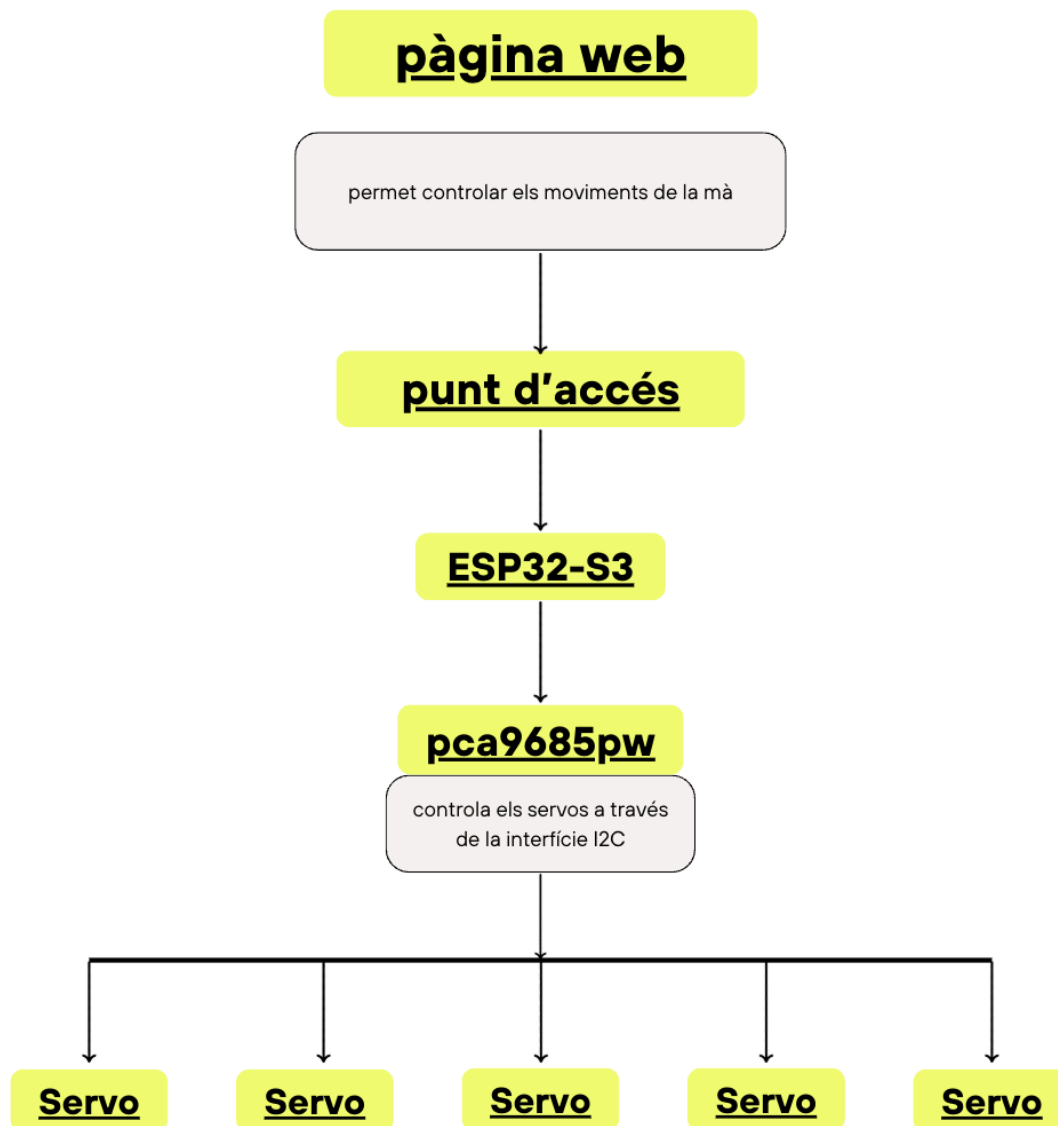
La conversió de l'angle (en graus) a valor PWM per al servo es fa amb una funció que mapeja l'interval 0-180 a 50-400 (rang acceptat pel driver).

```
uint16_t angleAServoPWM(uint8_t angle) {  
    return map(angle, 0, 180, 50, 400);  
}
```

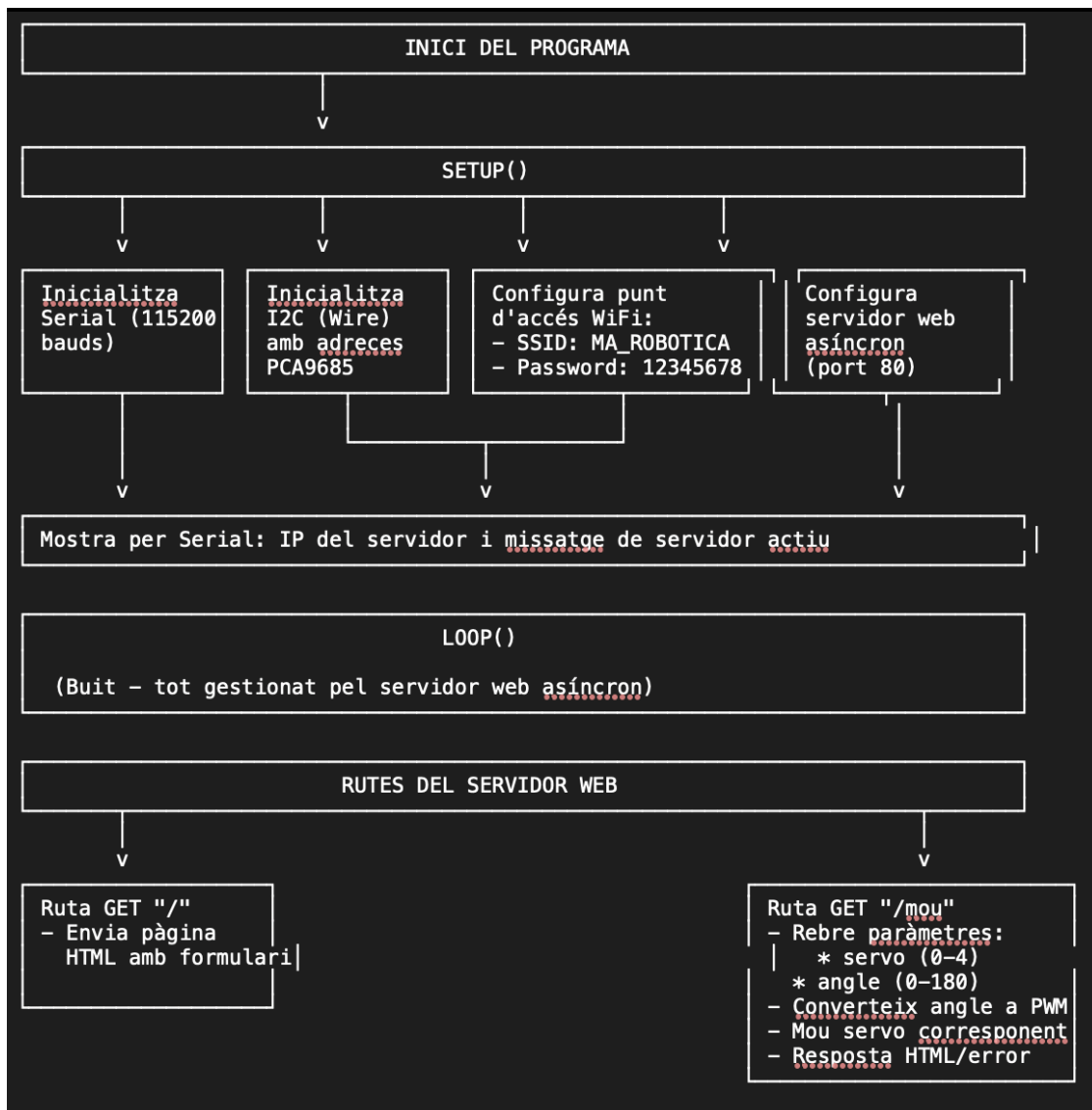
Quan es rep la petició `/mou`, el servidor:

1. Extreu el número de servo i l'angle.
2. Converteix l'angle a PWM.
3. Envia l'ordre al driver PCA9685 perquè mogui el servo corresponent.

#### 4.4 Diagrama de blocs



## 4.5 Diagrama de flux del sistema



### 1. Inicialització:

- S'inicia la comunicació serial
- Es configura el bus I2C pels controladors PCA9685
- Es crea un punt d'accés WiFi
- S'inicia el servidor web asíncron

### 2. Rutes web:

- `/`: Mostra un formulari HTML per seleccionar dit i angle
  - `/mou`: Processa la petició:
    - Converteix l'angle a valor PWM
    - Envia l'ordre al servo corresponent
    - Retorna resposta al client
3. Loop principal:
- Buit, ja que el servidor web gestiona les peticions de manera asíncrona

### Flux de dades:

Client Web → Sol·licita formulari → Servidor → Retorna HTML

Client Web → Envia dades (servo, angle) → Servidor → Mou servo → Confirma acció

El diagrama mostra com el programa respon a sol·licituds HTTP per controlar els servos de manera remota a través d'una interfície web senzilla.

---

## 5. Conclusions

Aquest projecte ens ha permès entendre millor:

- Com comunicar un microcontrolador amb una interfície web.
- Com utilitzar controladors com el PCA9685 per controlar múltiples servos.

Tot i ser un projecte funcional, com a millores de futur podríem:

- Fer que la interfície permeti controlar múltiples dits alhora.
- Afegir sensors de pressió als dits.