

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Desenvolupament d'un node sensor wireless per a pràctiques d'electrònica

**Document:** Resum

**Alumne:** Adrià Tort Serra

**Tutor:** Carles Pous Sabadí

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any)** febrer / 2021

## ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	2
2. PRINCIPI DE FUNCIONAMENT .....	3
3. ANÀLISI DE LA SOLUCIÓ OBTINGUDA.....	4
4. CONCLUSIONS .....	5

## 1. INTRODUCCIÓ

Actualment, existeix una gran necessitat de mesurar tot tipus de senyals mitjançant sensors, per recollir tot tipus de dades i poder realitzar monitoritzacions, o estudis diversos. Gràcies a l'aparició de les anomenades WSN (Wireless sensor network) es pot realitzar aquesta tasca de forma automatitzada i pràcticament des de qualsevol punt remot.

Aquestes xarxes, es componen de nodes sensors, que són els dispositius autònoms, encarregats de mesurar i enviar les dades de telemetria, a un servidor o núvol, per a posteriorment ser analitzades i tractades. Les possibilitats són infinites, les podem trobar a les grans ciutats realitzant tasques com de monitorització de temperatura, presència, nivells de la qualitat de l'aire, vigilància del trànsit, entre molts altres usos.

La placa Libelium Waspote, és l'actual node sensor per a pràctiques d'electrònica, que usen els alumnes de diversos graus d'enginyeria de la Universitat de Girona. Aquesta, consisteix en una placa electrònica molt útil, amb moltíssimes funcionalitats, entre elles, destaquen la possibilitat funcionar amb bateries de forma completament autònoma, o també, la gran varietat de comunicacions, amb i sense fils, que ofereix, com ara SPI, I2C, I2S, UART, XBee, SigFox, LoRa, WiFi, BLE entre altres. Tot i tenir molts avantatges, també té diversos inconvenients com ara l'elevat preu d'adquisició, la incompatibilitat entre versions antigues i modernes, i els costos per a determinats serveis.

Tots aquests motius han plantejat la necessitat de buscar altres nodes sensors, per tal de substituir Waspote. Malauradament, en el mercat actual, tot i haver una gran varietat de nodes sensors de diverses marques, encara no existeix una solució que ofereixi una combinació de prestacions, com les que ofereix Waspote, i això obre les portes al present projecte, que té com a objectiu, desenvolupar un node sensor amb un menor cost, sense posar en compromís els requeriments necessaris, per a poder desenvolupar les tasques de docència a la Universitat de Girona.

## 2. PRINCIPI DE FUNCIONAMENT

El node sensor desenvolupat, de reduïdes dimensions, i amb l'ús de components SMD de avantguarda, incorpora un microcontrolador ESP-32-WROOM-32 del fabricant Espressif. Aquest dota al la placa així com permet l'ús de fins a 34 pins GPIO, amb funcionalitats de lectura i escriptura de valors analògics, comunicacions I2C, I2S, SPI, UART, i CAN 2.0.

Mitjançant el connector micro-USB, es permet comunicar gràcies al bridge USB/UART, i programar de forma automatitzada, o manual el microcontrolador, com també realitzar-ne monitoritzacions per el port sèrie. A més a més, seguint les pautes de l'estàndard USB, es tenen en compte els consums de la placa, i es realitza una detecció del port USB, per a determinar si aquest, apart d'alimentar la placa, pot carregar-ne la bateria de liti, en cas que aquesta estigui connectada.

Gràcies a la combinació de diversos circuits integrats es permet un corrent de càrrega de bateria màxim de 480 mA, concebut per a poder reaprofitar les bateries de Libelium. De forma addicional, s'han tingut en compte diverses precaucions, mitjançant l'ús de circuits de protecció de bateria, per augmentar el nivell de seguretat, així com allargar-ne la seva vida útil, evitant que aquesta sobrepassi certs valors que la poden degradar al llarg del temps.

Un dels requeriments, més destacables, era la possibilitat de mesurar el consum elèctric, per poder mostrar-ho en l'àmbit docent. Així doncs, s'ha facilitat un punt de mesura, que permet visualitzar-ne el consum, i així poder mostrar el consum elèctric que té el microcontrolador, en els seus diferents modes de funcionament.

En quan a comunicacions radio, s'han preparat dos sòcols. Un dels quals, apart de ser usat de forma lliure, també permet l'acoblament de la majoria de mòduls ràdio de Libelium, que tenen el pinout, i el factor de forma, de les conegudes plaques XBee del fabricant Digi. L'altre en canvi, està estratègicament dissenyat per a poder acoblar diversos sensors, en cas que el primer sòcol s'hi acobli un mòdul ràdio, i poder usar així de forma simultània les dues funcionalitats.

### 3. ANÀLISI DE LA SOLUCIÓ OBTINGUDA

Partint dels esquemàtics del disseny electrònic, realitzats amb el programa Altium Designer 20, s'ha creat també la placa PCB. La bona distribució de components, ha permès obtenir un disseny òptim, de molt reduïdes dimensions, condicions idònies per a poder instal·lar el node sensor en qualsevol indret, minimitzant l'ús de l'espai.

La placa PCB manufacturada, de reduïdes dimensions (84x36mm), es conforma per quatre capes de material FR-4 amb una oz de coure i amb control d'impedància entre altres característiques. Al tractar-se d'un prototip, i amb l'objectiu de reduir costos, tots els components s'han instal·lat a la placa, mitjançant un equip complet de soldadura SMD amb microscopi.

El prototip obtingut ha resultat ser tot un èxit, malgrat alguns errors de disseny, que malauradament s'han solucionat anul·lant alguns elements que entraven en conflicte durant el funcionament rutinari del node sensor.

Duran la fase de proves, s'ha comprovat el correcte funcionament dels diversos leds, entre ells, els d'indicació d'estat de càrrega de bateria, els de comunicacions, o el del propi microcontrolador. També s'han comprovat tots els pins d'entrades i sortides tan analògiques com digitals, així com de comunicacions cablejades.

Sense perdre de vista la prioritat d'obtenir un disseny de baix consum, s'han realitzat diverses mesures del consum elèctric, gràcies al fàcil accés que permet el disseny. Aquestes mesures, s'han efectuat en els diferents modes sleep del microcontrolador, tenen en compte el consum del conjunt format per el convertidor buck boost i el microcontrolador, i s'ha aconseguit reduir aquest fins a un màxim de 30µA,

S'han provat diversos entorns de programació, i mitjançant diversos programes inclosos al projecte, s'han verificat el correcte funcionament de les comunicacions. Entre elles destaquen l'exitosa comunicació mitjançant els mòduls ràdio XBee, així com l'enviament de telemetria al núvol Google Cloud.

#### 4. CONCLUSIONS

Tot i les diverses dificultats, presents al llarg del desenvolupament del present projecte, en remarcuem l'èxit obtingut i demostrat empíricament, amb el seu funcionament.

Com a tot prototip, malauradament s'han comès alguns errors durant la fase de disseny. Aquests però no han impedit dur a terme totes les proves necessàries per validar-ne les diferents funcionalitats que n'ofereix el seu disseny, entre les quals, en recordem el seu baix consum de funcionament, la completa autonomia elèctrica, gràcies a l'ús de bateries, les diverses tecnologies de comunicació, així com la facilitat de programació en diversos entorns, entre ells Arduino.

Per acabar, agrair totes les persones que han participat i han estat implicades en aquest projecte, gracies a elles s'han aconseguit assolir els objectius del projecte

Durant la realització d'aquest projecte s'han complert els objectius inicialment marcats, d'obtenir una placa electrònica (node sensor), per a que els alumnes de diversos graus d'enginyeria de la Universitat de Girona puguin utilitzar-la durant l'ensenyament docent que són les pràctiques. Alhora s'ha concebut per a ser suficientment competent, i viablement econòmica, com per ser digne de substituir Libelium Waspote, i per tant, resultant ser viable la seva completa execució.