

# Disseny d'un Mòdul Monitor per USB

Cristian Carmona Gómez<sup>1</sup>, Pau Sampol Aznar<sup>2</sup>, Jaume Mestre Genovart<sup>3</sup>, Diego Quinzo Ortega<sup>4</sup>, Fèlix Coll Carrera<sup>5</sup>, Pau Riera Benito<sup>6</sup>.

*Tercer curs d'Enginyeria Tècnica Industrial, Especialitat en Electrònica Industrial*

<sup>1</sup>crayom@gmail.com

<sup>2</sup>pau.sampol@gmail.com

<sup>3</sup>jaumemestreg@hotmail.com

<sup>4</sup>diegofqo@gmail.com

<sup>5</sup>felix.coll85@gmail.com

<sup>6</sup>paurierabenito@gmail.com

**Resum**—Al següent document es mostra la proposta de disseny d'un mòdul que s'encarrega de llegir les dades d'uns sensors i enviar-les via USB a l'ordinador. La placa consta de quatre sensors principals, humitat, temperatura, proximitat i llum. A més del pic, la placa està condicionada amb les respectives resistències, cristall i els condensadors de desacoblament necessaris.

## I.

### INTRODUCCIÓ

Els darrers anys els sensors han desenvolupat i millorat les seves prestacions, a la vegada que s'han reduït considerablement les seves dimensions. També cal destacar que el procés de construcció d'una placa com la nostra, avui en dia és relativament senzill ja que es disposa de diferents programes com el 'Capture', el 'Layout plus' i la fresadora automàtica per a la realització de la placa impresa, i no s'han de fer servir mètodes manuals com per exemple el procés químic que s'utilitzava anteriorment.

Per a la realització del mòdul primer es varen escollir els elements que conformarien la placa a partir de les especificacions donades:

- Alimentació via USB ( $V=5V$  i  $I=0.5A$ )
- Visualització de les dades dels sensors, via USB o mitjançant un LCD sobre la placa.
- Incloure quatre sensors: Un de temperatura, un de humitat, un de llum i un de lliure elecció.
- El sensor de llum s'ha d'emprar obligatòriament el circuit integrat Taos TSL2550D.

## II.

### PRESELECCIÓ DELS COMPONENTS

Per elegir els components s'han trobat varies opcions i dins aquestes s'ha intentat seleccionar les més econòmiques i eficients.

#### A. Selecció del PIC

Amb les diferents opcions que hi havia es va elegir un que tingues una interfície USB com a característica principal. A més també que complís el requisit d'entrades i sortides analògiques i digitals. Així doncs finalment varem estudiar el PIC18F4550; que es caracteritza per tenir una freqüència de 48Mhz, 13 ports E/S i 32k bytes de memòria, el PIC18F2455;

que es caracteritza per tenir una freqüència de 48Mhz, 24 ports E/S i 24k bytes de memòria i el FT232 + PIC18F4550.

#### B. Sensor de Temperatura

Es varen elegir dues opcions pel sensor de temperatura, el DS600U que tenia una molt bona precisió de  $\pm 0.5^{\circ}C$  amb un rang de temperatura de  $-20^{\circ}C$  fins a  $100^{\circ}C$ ; l'altra opció eren els sensors MCP9801, els quals s'ofereixen amb sortida analògica o sortida digital, però els seus rangs i precisions són molt més variables, que el primer sensor, els quals es mostren a la Taula 1. Per altra banda, el voltatge de funcionament dels dos sensors és el mateix, de 2.7V fins a 5.5V.

TAULA I

PRECISIÓ I RANG DELS SENSORS MCP9801

| Precisió           | Rang                                 |
|--------------------|--------------------------------------|
| $\pm 0.5^{\circ}C$ | $25^{\circ}C$                        |
| $\pm 1^{\circ}C$   | $-10^{\circ}C$ fins a $85^{\circ}C$  |
| $\pm 2^{\circ}C$   | $-10^{\circ}C$ fins a $125^{\circ}C$ |
| $\pm 3^{\circ}C$   | $-55^{\circ}C$ fins a $125^{\circ}C$ |

#### C. Sensor de Humitat

Pel sensor de humitat, es va seleccionar la mesura de la humitat relativa (RH) i es varen proposar dues opcions per al tipus de sensor, la primera era la selecció d'un sensor amb el seu respectiu circuit de condicionament ja dissenyat i muntat pel propi fabricant, i l'altra opció era la d'elegir una capacitat variable amb la humitat i crear el circuit de condicionament amb un circuit integrat 555. Com a sensor de humitat se va optar pels HIH-4030-001 i pel TDK CHS-MSS, el dos funcionen amb 5V i el sensor HIH té un rang del 0-100% de RH, mentre que el sensor de la companyia TDK té un rang del 20-85%; com a capacitat variable es van proposar les HCH-1000-001 i HCH-1000-002 i un 555 poc sensible, amb comparació als altres 555, a les variacions de tensió i temperatura, el circuit integrat ICM7555. Les dues capacitats tenen un rang del 0-100% de RH però amb un temps de resposta de 15 segons.

### D. Sensor de Lliure Elecció

La primera proposta que va fer el grup va ser la de realitzar una estació meteorològica completa i afegir als sensor que ja hi ha, un sensor de pressió atmosfèrica, però degut a l'elevat cost d'aquest i a la complexitat del mateix per a implementar-lo, va quedar descartat d'es del primer moment. Dues propostes més van ser el muntatge d'un sensor de so, i un sensor de proximitat. Al final, el sensor de lliure elecció escollit per al projecte fou el de proximitat, del qual només s'ha cercat un sol component, ja que s'adequa de manera satisfactòria a totes les demandes i expectatives que se li demanen, aquest sensor és el CNY70.

### III. DISSENY DEL CIRCUIT

Arribats a aquest punt es passarà a seleccionar el sensor més adequat. Això es durà a terme amb uns criteris de selecció condicionats amb certa manera pel preu del sensor, per les seves característiques i per les facilitats que dona el circuit integrat a l'hora d'afegir-lo a l'esquema i de programar-lo una vegada que ja es tingui el prototip llest i a punt.

#### A. Selecció dels components principals

Els components (i les seves característiques principals) que finalment s'han seleccionat es mostren a la Taula 2. A més, també hi ha un connector USB de tipus A, per on s'alimentarà la placa i es realitzaran les comunicacions amb l'ordenador, un pulsador de *reset*, el connector de programació de 6 pins i un cristall de 12MHz que dona la senyal de rellotge al PIC.

TAULA II  
COMPONENTS SELECCIONATS PER A LA PCB

| Component                 | Funció             | Característiques     |         |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------|
|                           |                    | Sortida              | Tensió  |
| PIC18F2455                | Microcontrolador   | --                   | 4,2-5,5 |
| MCP9801                   | Sensor temperatura | SMBus                | 2,7-5,5 |
| TAOS<br>TSL2550D          | Sensor llum        | SMBus                | 2,7-5,5 |
| HCH-1000-001<br>+ ICM7555 | Sensor humitat     | Pulsos de freqüència | 2-16,5  |
| CNY70                     | Sensor proximitat  | Analògica            | 5       |

#### B. Esquema Elèctric de la PCB

El primer pas que es realitza és la selecció del components, però una vegada que aquests ja estan seleccionats, el següent punt és el disseny de l'esquema elèctric per tal de poder continuar després amb el disseny del *layout* de la PCB.

La primera passa per a dissenyar l'esquema elèctric fou la selecció dels components al programa 'Capture' de la companyia ORCAD, per tal de configurar el nombre de pins d'entrada, sortida, alimentació i terra. La gran majoria d'elements es van haver de crear a partir d'elements comuns a la llibreria del propi programa.

L'ordre seguit a l'hora de realitzar el disseny va ser segons la prioritat i importància del component dins el propi disseny. Així l'element més important és el PIC, ja que és el microcontrolador del circuit i tota la informació l'ha de processar aquest dispositiu, Fig. 1, després ve el connector

USB, ja que proporciona l'alimentació, el node de terra i la connexió amb l'ordenador.

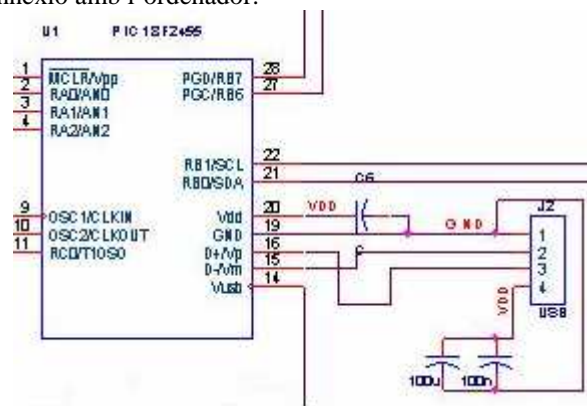


Fig. 1 Connexions del PIC i del connector USB.

Després es va continuar amb les connexions del sensor de temperatura, Fig. 2, del sensor de llum, Fig. 3, del sensor de proximitat, Fig. 4, i del sensor de humitat, Fig. 5.

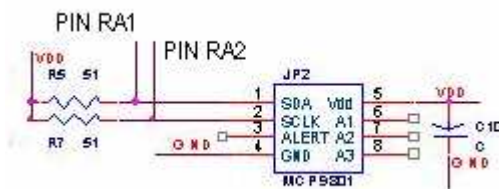


Fig. 2 Connexió del sensor de temperatura

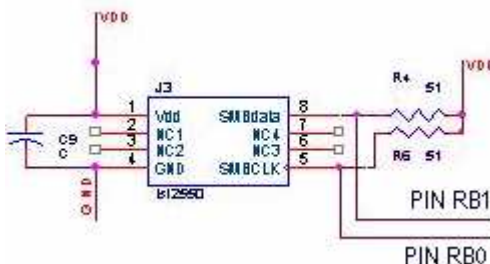


Fig. 3 Connexió del sensor de llum

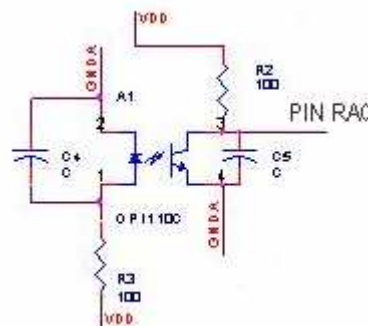


Fig. 4 Connexió del sensor de proximitat

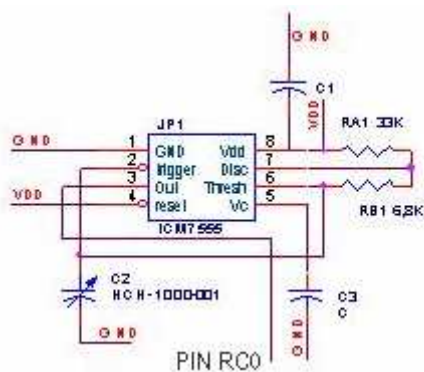


Fig. 5 Connexió del sensor de humitat

Per a acabar d'unir els dispositius amb el PIC, es connecta el connector de programació i el pulsador de *reset*, Fig. 6, i el cristall de 12MHz, Fig. 7.

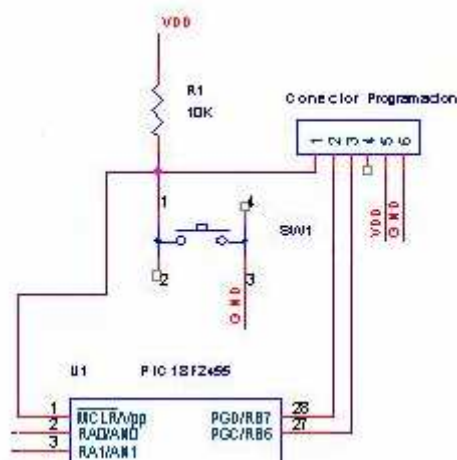


Fig. 6 Connexió del pulsador de reset i del connector de programació

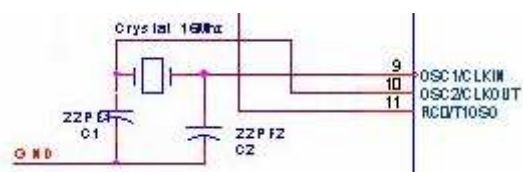


Fig. 7 Connexió del cristall

Després d'obtenir un primer esquema es passa a comprovar si hi ha errades de disseny al circuit elèctric, i en cas de trobar-ne alguna es modificarà el disseny per solucionar-les. Així, una vegada que tot està en condicions per a un correcte funcionament, s'aplicaran al disseny una sèrie de tècniques per evitar els efectes del renou, i s'obtindrà el disseny final, Fig. 9, amb el que es passarà a realitzar el *layout*.

### C. Tècniques de minimització de renou

Es coneixen múltiples tècniques per tal de minimitzar al màxim els efectes provocats pel renou electromagnètic. Per aquest motiu només ens centrarem en les tècniques efectives per a evitar renou a nivell de targes de circuit imprès.

- Desacoblament a nivell de circuit integrat, que consisteix en situar uns condensadors, el més propers possibles del circuit integrat, entre els seus pins d'alimentació i massa.
- Desacoblament a nivell de tarja, el qual es du a terme amb la regulació de l'entrada de tensió a la PCB. Per a realitzar aquest desacoblament es situaran dos condensadors (un de tàntal per a eliminar les caigudes de tensió a les demandes de corrent, i un de ceràmic, per eliminar la component d'alta freqüència) en paral·lel entre l'entrada de tensió i massa.
- Desacoblament dels plans de terra digital i terra analògica, per això els dos plans solament estaran units en un sol punt i a través d'una ferrita, Fig. 8.



Fig. 8 Detall de la ferrita

## IV. DISSENY DEL LAYOUT

Una vegada que ja es té el disseny final de l'esquema elèctric, Fig. 9, se li assignarà a cada element d'aquest el seu *footprint* corresponent amb el tipus d'encapsulat que s'hagi seleccionat a l'hora de fer la selecció i la comanda a l'empresa distribuïdora. Així, després de comprovar que no hi ha errors al disseny s'extraurà un arxiu vinculat amb l'esquema elèctric i el qual s'executarà al programa '*Layout Plus*' amb el que es realitzarà el disseny de la nostra PCB.

### A. Tècniques de minimització de renou al disseny del layout

- S'evitaran els creuaments entre senyals digitals i analògiques.
- Les pistes no tindran cap canvi de direcció amb un angle de 90°, sempre amb angles d'uns 45°-60°.
- S'evitaran les variacions de l'amplada de les pistes de la PCB.
- Es reduiran els llaços de corrent emprant plans d'alimentació i terra, en el nostre cas el pla d'alimentació serà el pla superior, mentre que el pla de terra serà el pla inferior.
- Els condensadors de desacoblament es situaran el més prop possible dels circuits integrats als que estan associats.
- Els dos condensadors de filtratge del senyal d'alimentació aniran situats just al costat de l'entrada d'alimentació, en el nostre cas, al costat del connector USB.

### B. Disseny del Layout

Tenint en compte les directrius anteriors es situaran els components com a l'esquema que es mostra a la Fig. 10, per després unir els components amb les pistes i obtenir el layout, Fig. 11. A l'esquema s pot veure que s'ha situat el PIC al costat del connector USB i del connector de programació, per minimitzar els efectes de renou sobre les comunicacions. Per a finalitzar el disseny es limitarà la superfície de la PCB.

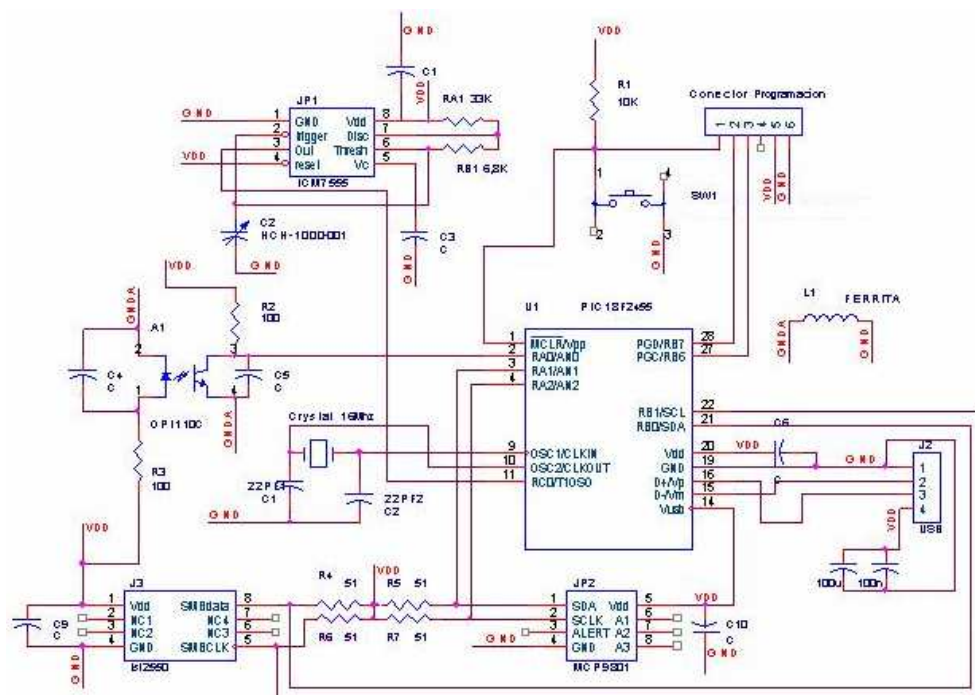


Fig. 9 Esquema elèctric del mòdul monitor per USB

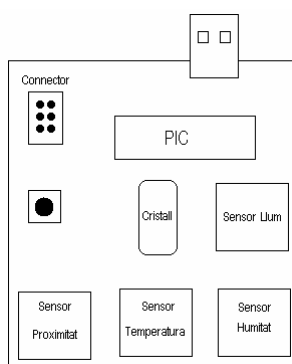


Fig. 10 Esquema del disseny del layout

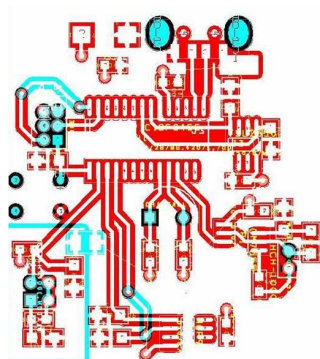


Fig. 11 Esquema del disseny del layout

## V. FABRICACIÓ I MUNTATGE

Tal vegada que ja es té el disseny del *layout* s'enviaran els arxius obtinguts d'aquests a la fresadora per a plasmar a sobre la placa, el disseny final. Després de que la fresadora realitzi

les pistes, els forats per als components d'inscripció i les vies, es continuarà amb el procés químic per a estanyar l'interior de les vies. Per acabar es soldaran els components a sobre la placa, començant pel PIC i pels elements de programació, ja que així es comprovarà el correcte funcionament i comunicacions d'aquest amb l'ordenador, com també amb els diferents sensors a mesura que aquests es vagin muntant a sobre. Un cop tots els dispositius estiguin muntats i havent comprovat prèviament que no hi ha curtcircuits deguts a les soldadures, es passarà a acabar el projecte amb la programació del PIC, per a després obtenir el producte acabat.

## VI. CONCLUSIONS

El resultat final ha estat ha estat bastant satisfactori, com també han estat satisfactoris els coneixements adquirits durant l'assignatura de Disseny i Simulació Electrònica. Pel que fa al projecte, poques coses es canviarien arribats a aquests punt, ja que no hem hagut de fer massa modificacions durant el procés, possiblement es substituirien els components per una mida més grossos i es modificaria la forma final de la placa, per a encaixar el connector USB sense haver de fer retocs d'última hora.

## AGRAÏMENTS

Volem agrair al professor Tomeu Alorda, per així com va plantejar les classes, per fer-les tan útils i alhora entretingudes. També donar les gràcies a n'en Mateu, el tècnic del laboratori, per explicar-nos el funcionament del processat químic.

Assignatura: Disseny i Simulació Electrònica  
Impartida per: Bartomeu Alorda