

# Disseny i implementació d'un controlador de motor BRUSHLESS

Guillem Pons, Sebastià Ferretjans, Vicenç Salas, Alfredo García i Antoni Rosselló.

Tercer curs d'Enginyeria Tècnica Industrial, Especialitat en Electrònica Industrial  
[gponsm@coitt.es](mailto:gponsm@coitt.es)

[sebastian.ferretjans@hotmail.es](mailto:sebastian.ferretjans@hotmail.es)

[salasgomila@gmail.com](mailto:salasgomila@gmail.com)

[electr-pro@hotmail.com](mailto:electr-pro@hotmail.com)

[inot.bunyola@msn.com](mailto:inot.bunyola@msn.com)

**Resum**— A aquest article s'explica el procés que s'ha seguit per al disseny i fabricació d'un controlador per un motor trifàssic brushless. Partint de l'esquema d'una placa entrenadora s'ha estodiat i modificat aquesta per aconseguir les especificacions de disseny. Aquest projecte és l'objectiu de l'assignatura Disseny i Simulació Electrònica que consisteix en aprendre a dissenyar i fabricar circuits impresos.

## I. INTRODUCCIÓ

Per a la realització de les pràctiques de tres assignatures d'Enginyeria Tècnica Industrial, Especialitat en Electrònica Industrial, s'ha proposat un projecte conjunt que consisteix en el disseny i fabricació de minimotos. Les assignatures de Sistemes Mecànics, Disseny i Simulació Electrònica i Sistemes Industrials de Potència són les encarregades de dur-lo a terme. L'assignatura de Sistemes Mecànics s'encarregarà de dissenyar la transmissió del motor amb les rodes de la minimoto. L'assignatura de Disseny i Simulació dissenyarà el controlador d'aquestes, que servirà per generar una tensió trifàsica a partir de les bateries DC. Finalment l'assignatura de Potència, implementarà el codi del microcontrolador que du la placa controladora. Aquest article es centra exclusivament a la part de Disseny i Simulació, és a dir, a la fabricació de la placa.

## II. PUNT DE PARTIDA I DEFINICIÓ DELS BLOCS

Per al disseny d'aquesta placa és parteix de l'esquema d'una placa entrenadora que compleix amb uns requeriments semblants als nostres. La diferència principal és que el nostre controlador ha de poder subministrar una potència superior, i és per això que serà necessari redissenyar la part d'alimentació del motor a més s'haurà de simplificar ja que la placa entrenadora té una sèrie de funcionalitats que podem prescindir.

Definim que el nostre controlador ha de tenir quatre parts ben diferenciades.

*A. Alimentació:* aquesta part s'encarregarà de proporcionar a tots els components de placa la tensió que necessitin, comptarà, per tant, amb tots els reguladors de tensió necessaris. En el nostre cas tindrèm els 12V que ens proporciona la bateria, 5V pels drivers, i 3'3V pel

microcontrolador, els sensors de control i el potenciòmetre del gas.

- B. Microcontrolador:* aquesta part serà de senyal, hi haurà el microcontrolador i la interfície de programació ISCP, és on s'executa el codi generant els senyals de control dels drivers en funció de la realimentació rebuda i les consignes preprogramades.
- C. Drivers:* aquesta part de la placa rebrà la tensió de referència i en funció d'aquesta generarà un corrent que serà la que alimentarà al motor. Pot ser fins a 20A i serà la part de la placa més problemàtica en el sentit que el pas de tanta corrent pot fer malbé la placa.
- D. Realimentació:* Serveix per tenir un control del motor mitjançant un sensor d'intensitat de cada una de les branques de potència del motor.

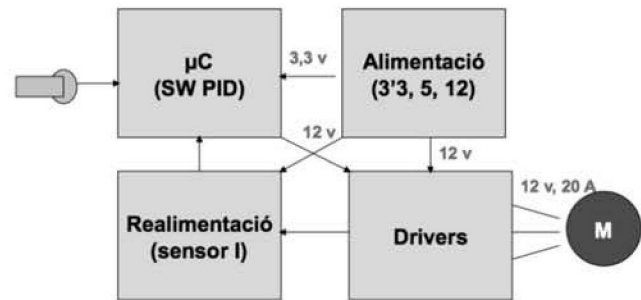


Fig. 1 Digrana de blocs de partida.

## III. DISSENY ESQUEMÀTIC

Una vegada tenim ben fixat els blocs podem passar a dissenyar l'esquemàtic, com ja hem comentat abans, treballam damunt l'esquema de la placa entrenadora.

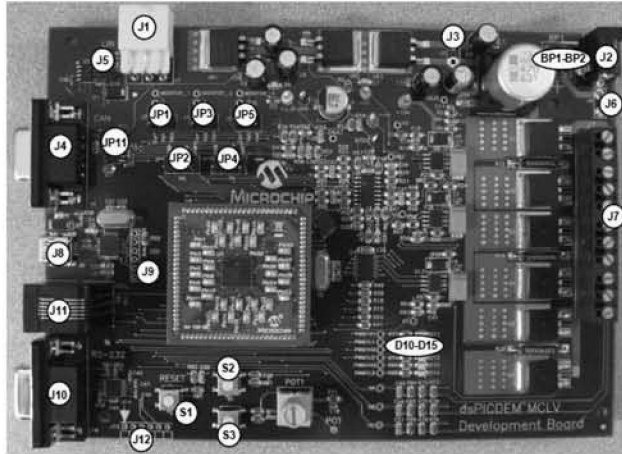


Fig. 2 Placa entrenadora de Microchip.

La placa entrenadora compta amb:

- 1) Programació del  $\mu$ C (Port Serie, Interfície CAN, USB, ISCP i LIN).
- 2) Alimentació (Pulsador de reset, reguladors: 15, 5 i 3V)
- 3) Drivers motor.
- 4) Realimentació (Per efecte hall, per tensió de referència i per control de corrent).
- 5) Altres components per diferents funcionalitats com: leds i pulsadors.

D'aquesta placa prescindim de de tots els ports de programació manco ISCP, els sensors d'efecte hall i tensió de referència, tots els leds i tots els pulsadors manco el de reset. A més adaptam la resta de funcionalitats per aconseguir les nostres especificacions de disseny.

Canviem l'alimentació per treballar amb una tensió màxima de 12V de la bateria, convertir-la a 5 i després a 3'3V. D'aquesta manera obtenim les tres tensions que necessitam a les diferents parts de la placa.

La placa entrenadora esta pensada per donar una intensitat màxima de 5A mentre que els nostres motors en necessiten 20A per fase. És per això que haurem de redissenyar aquesta part. Canviem els transistors que són els que donen el corrent al motor, i a més les resistències de potència.

El control d'aquest corrent és fa posant un resistència i mesurant la diferència de potencial als seus bornes. Si volem els mateixos increments de tensió per poder usar un circuit igual al de la placa entrenadora, si per 5A teniem una resistència de 5m $\Omega$ , per 20A necessitam una resistència 4 vegades menor (1'25m $\Omega$ ).

Una vegada tenim això podem començar a passar l'esquemàtic al programa EAGLE. Aquest programa serveix per dissenyar circuits impresos.

L'esquema de la placa el dividim en 10 parts:

- Microcontrolador (DSPIC33FJ1MC202).
- Conector de programació (Connector RJ-12).
- Pulsador de reset.
- Potenciòmetre – Accelerador.
- Condensadors d'alimentació del  $\mu$ C.
- Fonts d'alimentació (Reguladors de tensió).
- Bornes de sortida de la placa.
- Amplificadors i sensors d'intensitat.
- Buffer, drivers i transistors.
- Connectors interconnexió de plaques.

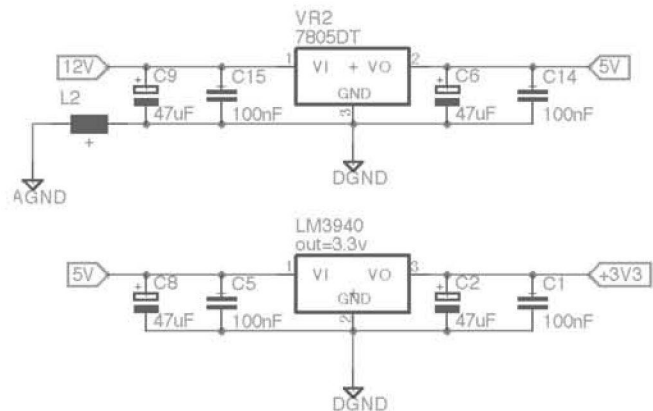


Fig. 3 Esquemàtic Fonts d'alimentació.

Degut a les limitacions de la versió per estudiants del programa EAGLE el qual limita el tamany de placa i el número de components vam haver dividir el projecte en dues parts i implementar-lo en dues plaques:

Placa digital:

- Microcontrolador (DSPIC33FJ1MC202).
- Conector de programació (Connector RJ-12).
- Pulsador de reset.
- Potenciòmetre – Accelerador.

Placa potència:

- Condensadors d'alimentació del  $\mu$ C.
- Fonts d'alimentació (Reguladors de tensió).
- Bornes de sortida de la placa.
- Amplificadors i sensors d'intensitat.
- Buffer, drivers i transistors.
- Connectors interconnexió de plaques.

Per fer aquesta divisió requereix haver de connectar les dues plaques entre elles.

Cal assenyalar que per aquest apartat vam haver de crear llibreries de components ja que no tots els que necessitavem hi estaven definits.

#### IV. DISSENY DEL LAYOUT

Pel disseny del layout s'ha fet ús del mateix programa, EAGLE, on a partir de l'esquema definit a l'apartat anterior es genera el Layout.

El primer pas és definir el tamany de la placa, a continuació ve una de les parts més importants que és l'ubicació dels components a la placa, tant a la cara superior com l'inferior. La millor manera de fer-ho és anar analitzant l'esquema i col·locant els diferents components per proximitat entre ells. Moltes vegades, a mesura que avança el disseny, s'han de recol·locar component ja fixats.

Una vegada es tenen els components fixats és comença la tasca de connexió entre ells, enrutament. Aquesta tasca s'ha de fer de manera manual i suposa una gran inversió de temps fins que s'aconsegueix tot l'enrutament. Amb l'ús dels plans d'alimentació i massa es simplifica la tasca de l'enrutament a més d'evitar la problemàtica derivada als dissenys de plaques.

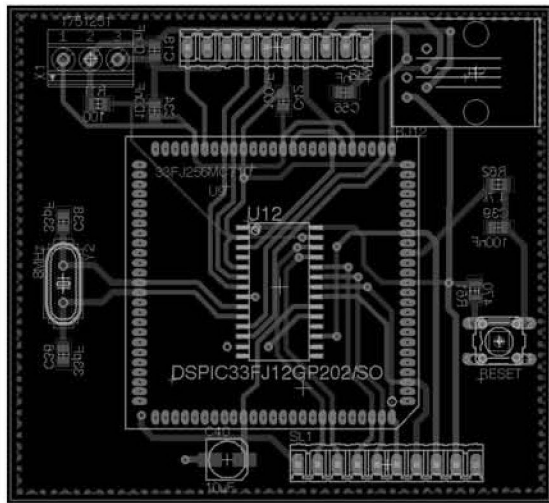


Fig. 4 Layout placa Digital.

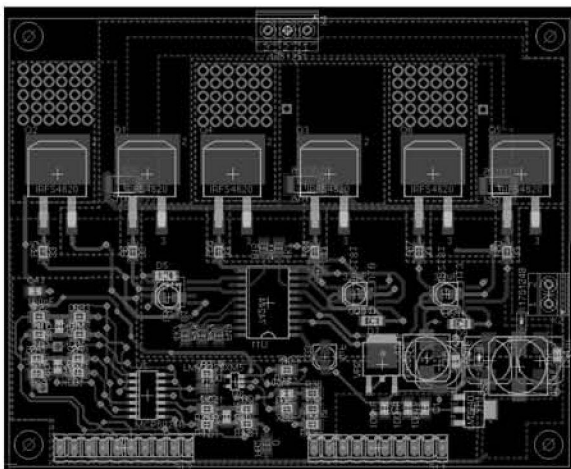


Fig. 5 Layout placa Potència.

L'enrutament no només es tracta de connectar els components sino fer-ho aplicant les tècniques de reducció d'interferències, explicades pel professor. D'aquestes destacam:

- Interferències per soroll: L'aplicació d'aquesta tècnica consisteix en evitar que les pistes tinguin angles 90°.
- Interferències conductives: L'aplicació d'aquesta tècnica es basa en la creació de diferents plans d'alimentació i terra, aconseguint la connexió a massa i alimentació en un sol punt. Evitant així els laços de corrent no desitjats.
- Tècniques de desacoblament a nivell de tarjeta. Fent ús de condensadors de desacoblament sobre els circuits integrats, reguladors...

Per tal de que la placa suporti els corrents que necessita la placa, les pistes de potència hauràn de tenir la màxima superfície possible. Per aquest motiu ho implementam fent servir plans d'alimentació, tal com es pot veure a la Fig. 5.

Una utilitat adicional amb que compta el programa EAGLE és poder fer una exportació per a visualitzar el resultat final en 3D.

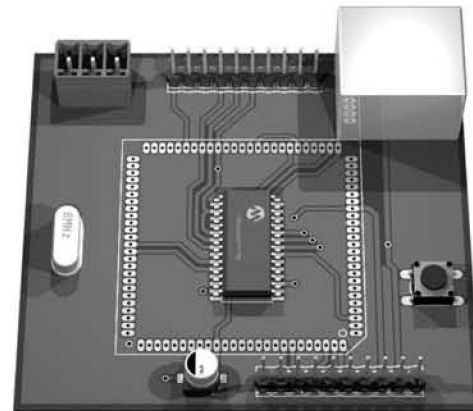


Fig. 6 Vista simulada placa Digital.

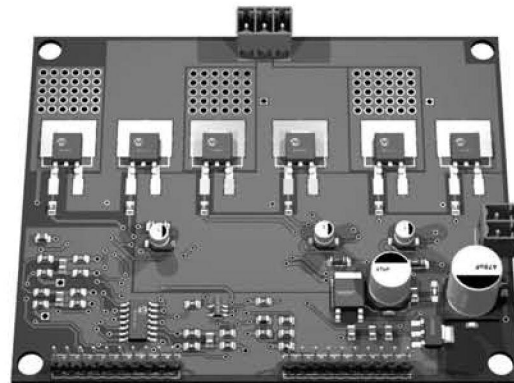


Fig. 7 Vista simulada placa Potència.

## V. MUNTATGE DE LA PLACA

Una vegada finalitzat el layout comença el procés de fabricació de les plaques. D'on s'obté el circuit imprès on hi soldarem els components per obtenir el muntatge final.

Degut a que els components són SMD s'ha de tenir molta cura a l'hora de soldar-los. Sempre començant pels components més petits que un cop identificats i conegut el lloc on van, es solden a la placa. És fa un ús d'un soldador de punta fina i pasta de soldadura.

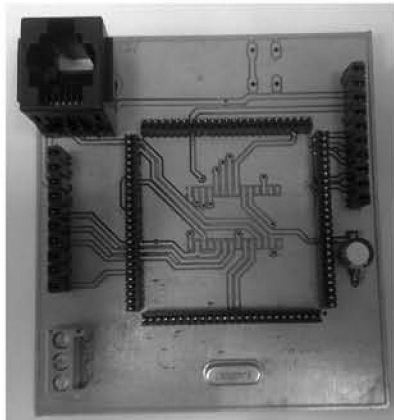


Fig. 4 Placa Digital.

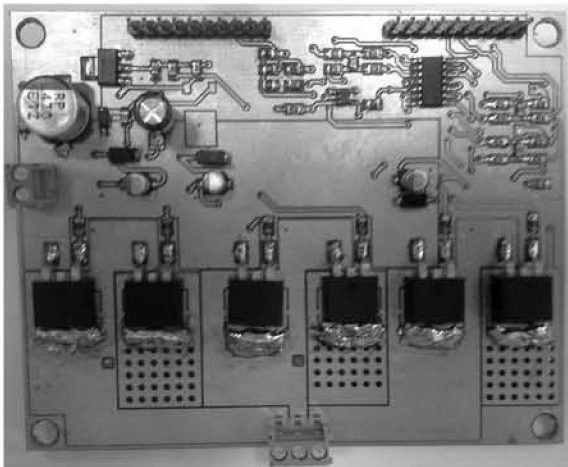


Fig. 4 Placa Digital.

## CONCLUSIONS

Amb la realització d'aquest projecte hem pogut conèixer el procés de disseny i fabricació de circuits impresos: concepte, disseny i fabricació.

Cal citar que podent esser una assignatura molt aprofitosa i atractiva per nosaltres, ens ha resultat, per varis motius, un projecte d'una dificultat exagerada. On problemes fàcilment resolubles se'ns han allargat per falta d'atenció i coordinació dels professors.

Per aquest motiu, juntament amb els canvis introduïts al disseny final degut a les limitacions del programa, el qual no podia amb la magnitud del projecte, hem hagut de suportar exigències molt majors a les esperades. Hem pogut aconseguir-ho sacrificant moltes hores, amb una bona coordinació del grup i gràcies als coneixaments que tenien alguns membres del grup, no adquirits a aquesta assignatura.

És per això que ens sentim gratament satisfets amb el nostre resultat final.

## REFERÈNCIES

- [1] DSPICDEM DEVELOPMENT BOARD USERS GUIDE. Microchip technology Inc.
- [2] Tutorial EAGLE Sparkfun Electronics-
- [3] Electronics\_EAGLE\_3D Tutorial <http://eagle.pcbpics.es/3dbasico.pdf>
- [4] Presentacions de l'assignatura Disseny i Simulació Electrònica. Bartomeu Alorda- UIB