

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Plataforma estabilitzadora de càmeres

Document: Resum

Alumne: Bo Wei Lai

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria elèctrica, electrònica i automàtica

Àrea: Enginyeria de sistemes i automàtica

Convocatòria (mes/any) Setembre/2023

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	2
2.	CIRCUIT ELECTRÒNIC	3
3.	CARCASSA	4
4.	DETERMINACIÓ DE L'ORIENTACIÓ	5
5.	PROGRAMACIÓ	6

1. INTRODUCCIÓ

Actualment al mercat es disposa d'una àmplia gamma de sensors i actuadors amb funcions molt diverses. Aquest, juntament amb plaques tipus Arduino, que amb velocitats de rellotge de 16 MHz disposen de velocitats de processament molt elevades i per tant permeten implementar multitud d'aplicacions de manera relativament senzilla i econòmica. D'altra banda, la creació de contingut audiovisual és una activitat molt popular avui en dia que requereix d'eines com els estabilitzadors de càmera, coneguts com a "gimbal".

L'objecte del treball és dissenyar una plataforma d'estabilització de càmeres portàtil de tres eixos fent servir un microcontrolador Arduino i el repertori de sensors i actuadors disponibles al mercat. Concretament es faran servir mòduls combinats d'acceleròmetre i giroscopi digital per captar el moviment i tres servomotors que compensin el moviment mesurat en cada eix. D'aquesta manera es vol controlar la posició de la plataforma de tal manera que aquesta sigui capaç de compensar oscil·lacions provocades pel moviment i així aconseguir una imatge més estable.

El treball abastarà la selecció dels components, disseny del circuit electrònic i PCB, la programació necessària pel funcionament del dispositiu, així com la carcassa física impresa en 3D del mateix. Es farà un estudi de l'autonomia del dispositiu.

2. CIRCUIT ELECTRÒNIC

Per tal de complir amb l'objecte d'aquest projecte, es requereix d'un circuit electrònic que permeti determinar l'angle girat en cada eix del dispositiu i corregir posteriorment aquesta rotació, tot això alimentat per una bateria recarregable. Es planteja el següent diagrama de blocs pel circuit.

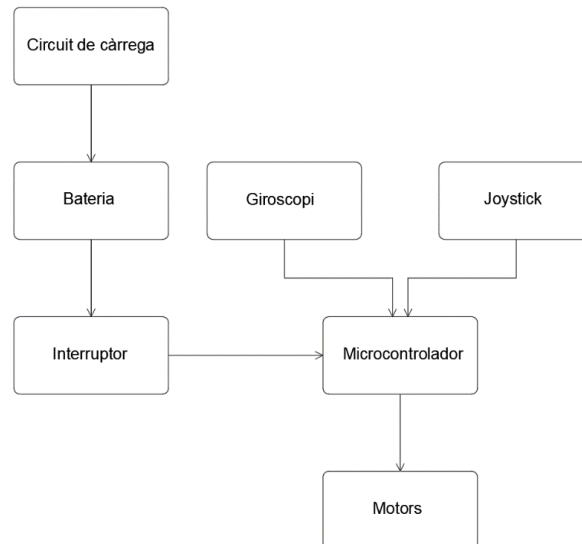


Figura 1. Diagrama de blocs del gimbal.

El microcontrolador es tracta d'un Arduino ProMini, basat en el AtMega 328P de 16kHz de velocitat. Disposa de dotze pins GPIO, sis pins PWM, vuit ADCs, i un consum per sota de trenta miliampers.

Els motors seran tres, un per cada eix. El model específic és el DS3220 PRO, via senyal PWM. Pel que fa al giroscopi es tracta d'un MPU6050, que integra un acceleròmetre de tres eixos i un giroscopi també de tres eixos. Es presenta en un mòdul que facilita la seva comunicació per via I2C.

Tot el conjunt és alimentat per dues bateries 18650 en sèrie, amb una tensió nominal conjunta de 7,4V. Aquestes poden ser recarregades per via de un carregador USB tipus C a 5V en un temps de 150 minuts, amb una autonomia de 33 minuts.

3. CARCASSA

La carcassa és impresa en 3D i diposa d'un total de cinc peces, dues composen el cos principal del gimbal, on hi van les dues bateries, la PCB i un dels tres motors. Aquest motor porta acoblat un braç en el qual es fixa el següent motor, del qual es fixa un altre suport idèntic. Finalment en aquest últim suport es col·loca el tercer motor que disposa d'un acoblament magnètic per enganxar una càmera o qualsevol objecte amb una placa ferromagnètica.

4. DETERMINACIÓ DE L'ORIENTACIÓ

El sensor MPU6050 només és capaç de mesurar acceleracions angulars i velocitats lineals, amb aquesta informació es pot determinar l'orientació respecte la posició inicial del gimbal mitjançant fórmules cinemàtiques. Es presenta el problema de la deriva provocada per la imprecisió de les lectures del giroscopi. Això fa necessari la implementació d'un filtre complementari, que combina la informació del giroscopi amb la de l'acceleròmetre per obtenir informació més fidedigna i atenuar el problema de la deriva.

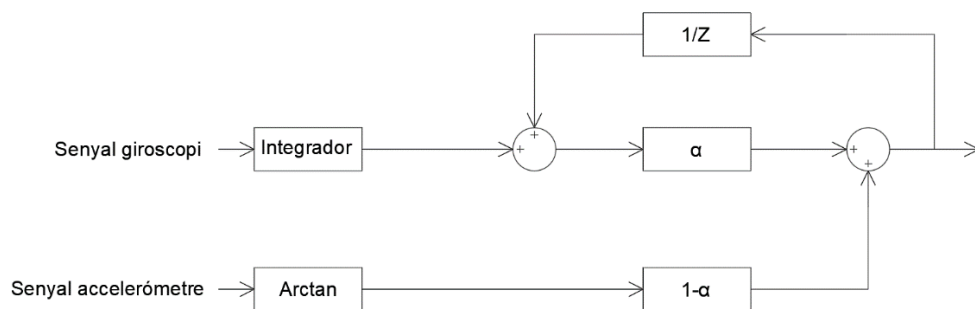


Figura 2. Estructura del filtre complementari.

Aquesta estructura primerament transforma el senyal del giroscopi i acceleròmetre en angles de yaw i pitch, en el cas de l'acceleròmetre ho fa per via de les equacions 20 i 21 descrites anteriorment, i el giroscopi multiplicant el senyal pel temps de mostreig, integrant el senyal. Posteriorment a aquest senyal integrat del giroscopi se li ha de sumar l'angle de sortida calculat amb un període de retard.

A partir d'aquí entra en joc el filtre complementari, aquest es basa en combinar una fracció, α , d'un senyal amb la part complementaria, $1 - \alpha$, del segon senyal. El giroscopi dona lectures fiables en condicions dinàmiques, mentre que l'acceleròmetre les dona en condicions estàtiques. Per tant, si s'estableix valors de alfa elevats, es permetrà que els canvis ràpids detectats pel giroscopi siguin processats i tinguin més pes davant de l'acceleròmetre en moments de moviment i en moments en el qual el gimbal estigui en repòs l'acceleròmetre contribuirà marginalment a compensar la deriva provocada pel giroscopi.

5. PROGRAMACIÓ

L'Arduino Pro Mini es programa en llenguatge C. Tot i que Arduino disposa d'un IDE oficial, es fa servir la plataforma Visual Studio Code, un editor de codi molt potent i versàtil, amb l'extensió PlatformIO, una eina multiplataforma que permet programar multitud de sistemes embedded, plaques Arduino incloses. S'ha de remarcar que, l'Arduino ProMini no disposa de connexions USB de cap mena, per tant per poder carregar el programa des d'un PC caldrà fer servir un adaptador com per exemple un programador CP2102, també és necessari aquest accessori si es vol fer servir el monitor sèrie.

El codi principal s'estructura en diferents subfuncions que simplifiquen visualment el flux del codi.

Existeix un codi de calibració que obté els valors aproximats d'offset del sensor, aquests valors han de ser introduïts posteriorment al programa principal.

6. CONCLUSIONS

S'han assolit els objectius d'aquest projecte, tot i que de manera parcial. El gimbal projectat permet compensar rotacions del dispositiu, funciona per via de bateries recarregables, les quals es recarregen sense necessitat de treure-les mitjançant un carregador USB tipus C estandard. Però presenta mancances a l'hora de compensar les oscil·lacions ràpides, a causa de limitacions sobre el control dels servomotors i l'error que introdueix el sensor MPU6050.

Les característiques del gimbal es resumeixen a la següent taula.

Paràmetre	Valor
Tensió de càrrega (V)	5V
Temps de càrrega (minuts)	150
Autonomia (minuts)	33
Rang de moviment (°)	Eix X i Z: ± 135 ; Eix Y: -135~75
Massa màxima acoblable (gr)	300

Taula 1. Característiques del gimbal.

En relació a possibles millores futures, seria convenient substituir els servomotors per un altre tipologia com ara motors sense escombretes específics per aconseguir un moviment més suau i amb capacitats més àmplies de control de velocitat i posició. La incorporació de sensors més avançats, com ara el MPU9050, possibilita una reducció de l'error causat per deriva i una millor capacitat de determinació de l'orientació.