

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Desenvolupament d'un anemòmetre basat en ultrasons

Document: Resum

Alumne: Sohayb Azibou-Mokrai Nabrisi-Bakkioui

Tutor: Lluís Pacheco Valls

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Convocatòria (mes/any): juny/2018

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	2
2. DISSENY ELECTRÒNIC	3
3. PROGRAMACIÓ	5
4. CONCLUSIONS	6

1. INTRODUCCIÓ

Es redacta el present projecte amb l'objecte de dissenyar i implementar un anemòmetre basat en sensors ultrasònics del tipus dual emissor receptor. Aquest serà capaç de mesurar la velocitat del vent a partir de la mesura del temps que tarda una ona enviada des d'un transductor (emissor) cap a un altre encarat a aquest i situat a una distància de separació determinada (receptor), aquest temps és l'anomenat temps de vol i a partir d'aquesta mesura es determinarà la velocitat del vent. Amb el mateix sistema es calcula la direcció del vent amb el càlcul del temps de vol dels quatre sensors col·locats en les direccions nord, sud, est i oest.

L'anemòmetre proporcionarà les velocitats del vent en els dos eixos i la direcció respecte un eix de referència amb una freqüència de resposta suficient i amb la màxima resolució i precisió que sigui capaç de donar el sistema.

Les dades finals que ha de proporcionar l'anemòmetre seran visualitzades en una pantalla LCD i amb l'opció de poder enviar-les per port sèrie en cas que es vulgui prescindir de la pantalla.

També es faran proves amb diferents intensitats de vent i una comparació amb un altre tipus d'anemòmetre comercial per tal de comprovar el correcte funcionament de l'anemòmetre desenvolupat en diverses condicions de vent i la veracitat i precisió de les dades que proporciona.

2. DISSENY ELECTRÒNIC

Considerant que la tècnica que utilitzem per determinar la velocitat del vent és el temps de vol (temps que tarda en arribar un senyal ultrasònic des de l'emissor fins al receptor) i el tipus d'anemòmetre que escollim és l'anemòmetre del tipus emissor-receptor format per dos parelles de sensors subjectats per quatre braços perpendiculars entre ells. En base a això ja podem determinar les fórmules que hem d'utilitzar, que en el nostre cas aquestes ens donen resultats de la velocitat del vent independents als factors que afecten la velocitat del so tal com la temperatura i la humitat i els retards produïts per la part electrònica.

Per determinar el disseny electrònic, abans fem les comprovacions adients sobre el sensor ultrasònic a utilitzar per tal de determinar que sigui apte per la nostra aplicació i alhora estudiar algun dels paràmetres com el temps d'establiment del senyal ultrasònic que també influeixen en el disseny del programari. Amb les proves del sensor ultrasònic determinem quin és el número de polsos òptim a enviar per determinar el temps de vol i l'amplitud del mateix senyal, per tal d'assegurar-nos que estem utilitzant el sensor en les millors condicions possibles. De tal manera que fixem un senyal quadrat de 5 polsos amb una amplitud de 5V per utilitzar com a senyal a l'emissor.

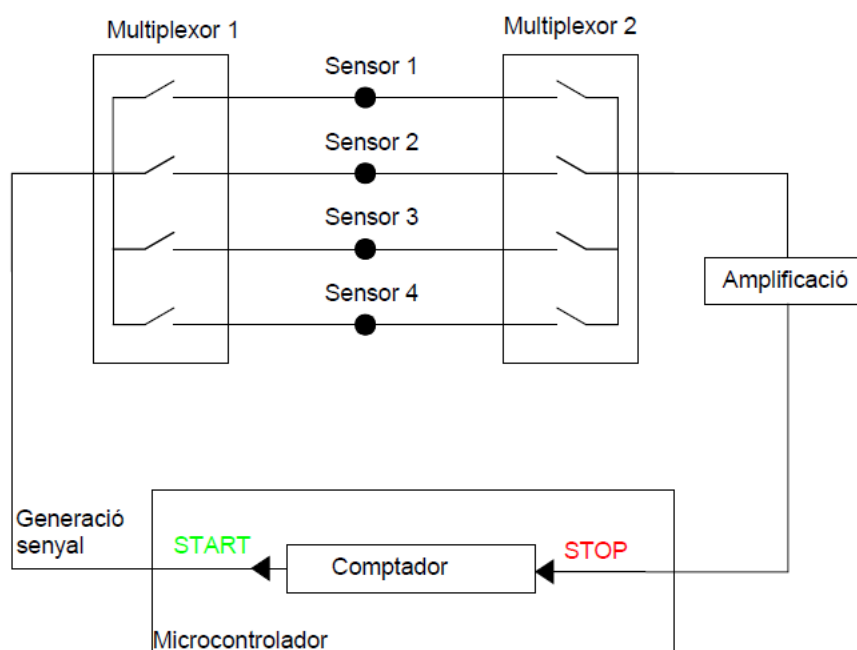


Figura 1. Esquema electrònic general de l'anemòmetre

A la figura anterior podem veure a grans trets com és el circuit electrònic que proposem per tal de dur a terme les mesures del temps de vol així com el tractament de les dades per mostrar la velocitat i direcció del vent.

Els multiplexors seran els encarregats de determinar quin sensor funciona com a emissor i quin com a receptor de manera coordinada i alternada per tal de fer les mesures sobre les parelles de sensors amb la rapidesa suficient per tenir un nombre de dades de suficients pel seu tractament posterior. Considerant que el senyal que ens arriba al receptor té una amplitud de 30 mV aproximadament, el multiplexor ha de ser de precisió i de baix soroll ja que determinats multiplexors tenen un valor de diafonia elevat que pot fer que el senyal que ens arribi sigui eliminat pel propi soroll del multiplexor. Per això escollim el multiplexor MAX4518, amb un aïllament OFF de -75dB i una atenuació de la diafonia de 92dB valor que suposa una atenuació suficient de 5V del senyal generat per a què no afecti el senyal de recepció.

Així mateix degut a que el senyal de recepció és molt dèbil incorporem una etapa de filtratge i amplificació per eliminar el soroll que el sistema d'alimentació ens pugui introduir al nostre sistema i un detector de creuament de zero per tenir com a senyal d'arribada un senyal quadrat d'amplitud fixe i suficient com per disparar la interrupció que guardarà el temps de vol.

El senyal PWM que utilitzem per l'emissor, el comptatge del temps de vol i el control dels multiplexors són tasques que s'encarrega el nostre microcontrolador per tant l'elecció del microcontrolador és essencial ja que determina la precisió del sistema i les seves prestacions. En el nostre disseny escollim l'Arduino Uno que disposa d'un rellotge de 16MHz que suposa una resolució de la velocitat de 0,06 m/s i que té un arquitectura que ens permet fer el comptatge del temps de vol amb 16 bits i generar una senyal PWM de 5 V amb una precisió elevada. El mateix microcontrolador serà l'encarregat de fer el tractament de les dades i proporcionar a l'usuari les dades requerides.

L'alimentació de tot el muntatge es fa a través del pin de 5V de l'Arduino ja que d'aquesta manera ens estalviem tenir que incorporar connectors i/o sistemes addicionals d'alimentació.

3. PROGRAMACIÓ

Utilitzem el comptador de 16 bits de l'Arduino (format per 2 registres de 8 bits) per generar el senyal PWM de 5 polsos a una freqüència de 40kHz i per comptar el temps de vol que tarda en anar de l'emissor al receptor. Per fer la generació del pols PWM s'utilitza el mode "Fast PWM" que ens genera un servei de rutina d'interrupció cada vegada que enviem un pols i per tant ens permet comptabilitzar el número de polsos.

Pel que fa el comptatge del temps de vol, el fem a través dels registres ICR que es troben dins la unitat de captura d'entrada (ICU) que compara un voltatge de referència que en el nostre cas és fix i d'un valor de 2,22 amb el senyal que tenim a la sortida de l'etapa de filtratge i en cas que aquest sigui superior es para de fer el comptatge i es guarda el valor el seu valor.

En referència al tractament de dades en un primer moment s'extreu la mediana de tres mostres del temps de vol de cada sentit i després amb aquestes medianes es fa la mitjana per obtenir unes dades més filtrades i amb un temps de resposta adequat. La mediana s'utilitza per descartar valors de temps de vol que estiguin molt allunyats degut a errors o la imprecisió del mateix microcontrolador.

Implementant el programa obtenim un sistema que ens facilita les dades de velocitat en cada eix i la direcció respecte l'eix EO amb un temps de resposta de 0,25 segons i que fa les mesures en una mateixa parella de sensors amb una freqüència de 3,76 ms temps suficient per no tenir problemes amb el temps d'establiment del sensor que utilitzem.

4. CONCLUSIONS

En aquest projecte s'han descrit tots els elements, procediments i comprovacions per dissenyar un anemòmetre basat en sensors ultrasònics del tipus dual, capaç de proporcionar la velocitat del vent en els dos eixos de mesura i la direcció del vent respecte l'eix de referència EO.

La tècnica utilitzada per saber la velocitat del vent es basa en el temps de vol, temps que tarda en arribar un senyal ultrasònic des d'un sensor emissor fins a un sensor receptor situat a una determinada distància i encarat a aquest. Les mesures dels temps de vol es fan de manera alternada en tots els eixos i amb una velocitat suficientment gran com per facilitar les dades amb una freqüència adequada, en aquest cas el temps de resposta del sistema és de 0,25 segons obtenint quatre mostres per segon. La resolució teòrica de les mesures de la velocitat del vent és de 0,06 m/s valor que coincideix a la pràctica quan la mesura es fa en condicions ambientals i de vent òptimes.

Les equacions utilitzades per determinar la velocitat del vent en un eix simplifiquen el programa i la part electrònica ja que no fa falta tenir en compte paràmetres que afecten la velocitat del so (temperatura, humitat, etc) ni els retards produïts per la part electrònica.

Així mateix les dades poden ser enviades a través del port sèrie que incorpora l'Arduino o a través de la pantalla LCD.

En relació amb les comprovacions fetes a l'anemòmetre hem pogut estudiar com és el funcionament a baixes velocitats i la seva precisió, i a velocitats més altes amb un ventilador més potent concloent que la falta d'estabilitat en l'estructura és la causa de la imprecisió a altes velocitats. Tot i així les mesures de velocitat són coherents i comparant-les amb un anemòmetre comercial d'aletes no trobem diferències majors de 0,5 m/s.

Per acabar convé destacar que es preveuen millores a curt termini en l'anemòmetre dissenyat emmarcades dins un conveni de cooperació educativa amb la Universitat de Girona. On es treballarà amb sensors resistents a l'aigua per tenir un sistema que pugui ser apte en condicions ambientals adverses, una millora de l'etapa de filtratge com a conseqüència de la baixa sensibilitat que ofereixen aquest tipus de sensors a implementar i un reforç en els braços de l'estructura per aconseguir augmentar la velocitat màxima a la que pot treballar amb la màxima precisió i així mateix millorar l'estabilitat dels sensors.