

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Control electrònic universal d'un aire condicionat

Document: Resum

Alumne: Eudald Arbós Camps

Tutor: Lluís Pacheco Valls

Departament: Arquitectura i Tecnologia dels computadors

Àrea: Arquitectura i Tecnologia dels computadors

Convocatòria (mes/any) Setembre/2019

Índex

1	Introducció	2
2	La placa.....	3
3	Disseny del controlador	4
4	Programa del PIC	5
5	Conclusions	6

1 Introducció

Aquest projecte conté els dissenys i les especificacions tècniques suficients pel desenvolupament d'una placa universal per controlar un aire condicionat. Aquesta placa ha de permetre controlar la màquina interior i exterior.

La placa conté tots els components necessaris per ser compatible amb els diferents tipus d'aire condicionat. En funció de l'equip d'aire condicionat, porta diferents tipologies de motor i ha de ser compatible amb tots ells. De la mateixa manera amb tots els actuadors i sensors que necessita cada una de les màquines.

Les unitats interior i exterior comparteixen sensors de temperatura, els tacòmetres per detectar la velocitat de rotació dels ventiladors i les entrades booleanes. La unitat exterior a més a més necessita adquirir la pressió de descàrrega i aspiració del compressor.

El microcontrolador és el coll d'ampolla de tota la placa i limitarà les funcions que pugui executar. S'ha escollit el PIC16F18877, aquest té ports digitals i analògics, mòduls PWM, SPI, UART i temporitzadors suficients per complir amb l'abast del projecte. A més a més aquest microcontrolador té un mòdul, anomenat PPS, que permet intercanviar els pins dels perifèrics i facilita el disseny del circuit imprès.

Per obtenir un òptim funcionament de la màquina, el condensador exterior ha de tenir una temperatura constant. Per aquesta raó s'ha desenvolupat un controlador PI per realitzar aquesta tasca. Aquest manté la temperatura modificant la velocitat de rotació del ventilador exterior.

S'ha desenvolupat diferents programes i scripts per realitzar el projecte. El programa principal del microcontrolador PIC gestiona totes les funcions i es comunica amb les diferents unitats. Les plaques de potència d'Infineon contenen un script per llegir un voltatge entre 0 i 5 volts i transformar-lo a la velocitat de consigna. El comandament a distància és una aplicació mòbil per Android. També s'ha desenvolupat un script amb MATLAB per linealitzar les sondes de temperatura i un programa de LabVIEW per calcular un dels paràmetres del motor.

2 La placa

Aquesta placa ha de ser compatible amb les diferents tipus d'unitats interiors: split, cassette, conductes i terra-sostre. A més a més també ho ha de ser amb les diferents configuracions que pot tenir la unitat exterior. Aquesta pot tenir només 1 evaporador o més d'un, amb un màxim de 4.

Els aires condicionats poden dur tres tecnologies diferents de ventilació: motors de fase partida, motors sense escombretes amb les plaques de gestió incorporades i amb la gestió externa. Cada un d'aquests motors necessita una alimentació i control diferent. Pels motors de fase partida s'ha instal·lat un conjunt de relés per seleccionar la velocitat. Els motors sense escombretes necessiten una tensió d'alimentació a 315V en corrent contínua, però els que duen el control incorporat es controlen mitjançant una senyal de PWM. En canvi els que exigeixen una placa de potència externa es comanden amb un bucle de tensió a través d'un potenciòmetre digital MCP4161.

Tant la unitat interior com l'exterior porten motors pas a pas, però la feina que realitzen són molts diferents. A la unitat interior mouen els flaps que dirigeixen l'aire, en canvi, a la unitat exterior mouen les vàlvules d'expansió. L'integrat L298N té la capacitat de controlar les dues potències, altrament, l'entrada de tensió té un convertidor buck per ajustar la tensió.

Les dues unitats necessiten tot un seguit de sensors per poder gestionar la màquina. La temperatura és molt important, no només per saber quan s'ha assolit la consigna tèrmica, sinó que també es pot utilitzar per detectar averies. La unitat exterior és la que necessita més sondes, un total de 8. També és necessari altres sensors, com un tacòmetre per saber la velocitat del motor, o bé, entrades booleanes per detectar el nivell d'aigua dels condensats a la unitat interior o els pressòstats a l'exterior. Finalment, la unitat exterior també necessita sensors de pressió del gas, un per la descàrrega del compressor i un per la succió.

Les plaques tenen dos mètodes de comunicació, un pel termòstat i un per la notificació entre plaques. El termòstat és una aplicació per Android que s'enllaça amb la placa via Bluetooth. Per la comunicació entre la màquina interior i exterior s'ha desenvolupat un sistema asíncron Half-duplex que permet usar un sol fil i té com a referència el neutre de la instal·lació elèctrica. Aquesta comunicació ha de ser molt robusta per poder transferir la informació a través de la mànega elèctrica que subministra potència de la unitat interior a l'exterior.

3 Disseny del controlador

El controlador s'ha desenvolupat utilitzant sistemes empírics. El primer pas ha sigut identificar el sistema, s'estabilitza el sistema a un regim conegut i s'hi aplica un graó per trobar un nou punt d'estabilització. Amb les dades que s'obtenen es pot realitzar un estudi del sistema per obtenir un control.

La resposta transitòria obtinguda prèviament de la temperatura del condensador es processa mitjançant la toolbox IDENT de MATLAB. S'obté la funció de transferència de primer ordre amb retard que més s'ajusta en el comportament del condensador.

La funció de transferència del sistema permet desenvolupar un control per aconseguir que l'error d'establiment sigui zero i accelerar la resposta. L'adquisició de la temperatura té molt de soroll, per aquesta raó no és recomanat utilitzar la part derivativa del control PID.

Es desenvolupen dos controladors PI, aquests es basen amb el model Skogestad IMC per guany i el MIGO. El Skogestad IMC és basa amb les idees de Ziegler i Nichols combinat amb les síntesis directe de Smith i Corripio. Per l'altre banda el controlador MIGO també es basa amb les idees de Ziegler i Nichols però fent-lo més robust als canvis de consigna i optimitzant l'integrador.

Els controls anteriors s'han desenvolupat de forma continua, però el PIC els executarà de forma discreta. Per aquest motiu s'han hagut de transformar del pla S al pla Z mitjançant l'aproximació d'Euler.

Es comprova la resposta dels dos controladors en el sistema. En els dos s'observa una oscil·lació a la resposta causada per les dinàmiques tèrmiques del condensador. El controlador amb la resposta més acorada és el Skogestad IMC, per aquesta raó és l'escollit per mantenir la consigna de temperatura.

4 Programa del PIC

Quan el microcontrolador rep l'alimentació elèctrica comença a treballar, el primer pas és establir el rellotge intern del processador. El segon pas és inicialitzar tots els perifèrics que s'utilitzen durant el codi i les memòries del PIC.

La rutina principal del microcontrolador gestiona el flux asíncron del programa que actualitza els diversos sensors de la placa cada 500 mil·lisegons. Després s'executen les funcions de comandament, en aquesta subrutina es valida el funcionament de la unitat. Es comprova si ha arribat a la temperatura desitjada per l'usuari i que la màquina funcioni correctament.

En el cas que es detecti una anomalia en el funcionament es comprova si és provocada per condicions ambientals extremes o per una avaria de la màquina. En el primer dels casos ens podem trobar un excés de temperatura en el condensador perquè la temperatura exterior és molt alta. Abans de desconnectar la unitat es realitzen modificacions en el funcionament per intentar retornar-la a un funcionament òptim. En el cas que perduri la anomalia o sigui provocada per una averia es procedirà a desconnectar la màquina.

En el següent pas es comproven les rutines de comunicació. Primer es verifica que els canals de comunicació estiguin lliures per evitar una col·lisió. En el cas que estiguin ocupats s'atén la recepció abans d'iniciar la funció de comunicació sortint. La placa té dos canals de comunicació, un entre les diferents unitats i l'altre via Bluetooth amb el comandament de l'usuari.

En paral·lel en aquest flux, hi ha dues rutines síncrones comandades per dos rellotges independents del PIC. Una de les rutines s'executa cada 0.8s, és el controlador discret del condensador. L'altra rutina controla les seqüències dels motors pas a pas. Aquests motors tenen un temps d'espera entre un pas i un altre i amb gràcies a la interrupció s'evita ocupar la CPU amb esperes que retardaria el flux principal del controlador.

Com que la placa és compatible amb moltes configuracions d'aire condicionat cal adaptar el programa per abans de lliurar-la.

5 Conclusions

L'objectiu del present projecte ha estat el disseny d'una placa universal d'aire condicionat, que pugui comandar els actuadors i llegir els sensors, tant de la unitat interior com de l'exterior. A més a més aquesta placa havia de ser compatible en diversos tipus d'unitats interior i exterior.

Inicialment la placa principal s'ha desenvolupat amb el pic 16F18875, però s'ha canviat el PIC pel 16F18877 que té més memòria per poder assumir totes les funcions de la placa.

La placa conté les fonts d'alimentació necessàries per alimentar els diferents actuadors que es troben en un aire condicionat. S'ha desenvolupat un sistema de comunicació per poder aprofitar les connexions elèctriques existents a la instal·lació.

Per maximitzar el rendiment de la màquina s'ha desenvolupat un controlador PI del sistema format pel condensador i la seva ventilació. Aquest control permet mantenir la temperatura del condensador constant.

Respecte el termòstat i comandament de la màquina, s'ha desenvolupat una aplicació per Android. Aquesta realitza la funció d'interfície gràfica entre la màquina i l'usuari. La connexió entre la placa i l'aplicació es sense fils mitjançant Bluetooth.

S'han assolit els objectius plantejats inicialment. S'han realitzats prototips per comprovar el funcionament de diferents aspectes del projecte. Tot i així, es plantegen altres aspectes a tenir en compte en futurs projectes del mateix àmbit. Les possibles millores d'aquest projecte podrien ser: desenvolupar més lleis de control per a diferents casos ambientals, aprofitar energia renovable per alimentar el bus de 315Vdc de potència o connectar la placa al Wi-Fi per ampliar les funcions del termòstat.