

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Disseny d'una plataforma amb NI CompactRIO per la regulació de velocitat en cascada d'un motor de corrent continu

Document: Resum

Alumne: Jordi Suy Ollé

Director/tutor: Joan Puigmal Pairot

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any) febrer/2015

ÍNDIX

1	INTRODUCCIÓ	2
2	MAQUINARI	3
3	INTERFÍCIE DE CONDICIONAMENT DE SENYALS	4
4	PROGRAMARI	5
5	CONCLUSIONS	6

1 INTRODUCCIÓ

En aquest projecte s'ha dissenyat una plataforma didàctica per poder realitzar la regulació de velocitat en cascada d'un motor de corrent continu. La plataforma està controlada per l'arquitectura NI CompactRIO que es programa mitjançant el software LabVIEW.

Per a la realització d'aquest projecte es disposa dels següent equipament: un motor de corrent continu Vascot d'excitació independent, l'arquitectura CompactRIO de National Instruments amb mòduls d'entrades i sortides analògiques i digitals, un doble pont de tiristors Semikron trifàsic totalment controlat amb la seva electrònica de control d'angle de fase i un motor brushless Infranor amb el seu driver de control i el seu eix acoblat a l'eix del motor de corrent continu.

Aquest projecte té com a objectiu realitzar tres aplicacions independents que permetin estudiar i entendre el principi de funcionament d'un sistema de regulació de velocitat d'un motor de corrent continu.

La primera de les aplicacions realitzada es basa en el control manual del motor brushless per tal de que treballi com a motor o com a fre segons es desitgi. Aquest motor simula la càrrega accionada pel motor de corrent continu.

La segona aplicació dissenyada permetrà fer treballar el motor de corrent continu en els quatre quadrants, fent treballar la màquina brushless com a motor o com a fre segons convingui.

La tercera aplicació és la que permet la regulació en cascada del motor de corrent continu. L'usuari pot donar una consigna de velocitat de rotació i el sistema de control realitza els càlculs corresponents per tal de que l'eix del motor de corrent continu giri a la velocitat de consigna. Es poden generar graons i rampes de consigna així com també es controla el parell de fre del motor brushless. L'aplicació visualitza totes les variables d'interès del sistema.

Per realitzar totes aquestes aplicacions s'ha dissenyat una interfície d'adquisició i condicionament de senyals per interconnectar tots els elements que intervenen en el projecte.

2 MAQUINARI

L'element fonamental d'aquest projecte és el motor de corrent continu ja que és la màquina rotativa de la qual es vol regular la seva velocitat. El motor de corrent continu és de 3,7 kW, amb una intensitat d'induït nominal de 15A i una velocitat de 2700 rpm. És d'excitació independent de 195 V de tensió nominal i 0,4 A d'intensitat.

L'equip de disparament de tiristors és l'equip que engloba l'electrònica de potència i l'electrònica de control necessàries per alimentar l'induït del motor de corrent continu amb una tensió variable i permetre també canviar-ne la seva polaritat. Aquest equip està construït de tal manera que donant-li una consigna de tensió analògica i indicant-li quin pont treballa ell ja s'encarrega de disparar els tiristors del pont amb l'angle de disparament corresponent per fer girar el motor de corrent continu.

El motor brushless és la màquina que simula la càrrega acoblada en l'eix del motor de corrent continu. Per comunicar-se amb el brushless es disposa del seu driver Infranor de control que permet escriure i llegir dades del motor de tal manera que es podrà donar-li ordres en tot moment. El driver i el motor ja estan degudament connectats amb un automatisme de funcionament que recomana el propi fabricant.

Pel que fa als sensors, en aquest projecte s'utilitza una dinamo tacomètrica per tenir una mesura real de la velocitat de rotació de l'eix. Aquesta dinamo dóna una tensió proporcional a la velocitat que caldrà condicionar abans de ser adquirida pel CompactRIO. L'altre sensor utilitzat és un transductor d'intensitat per efecte Hall que dóna una tensió proporcional a la intensitat d'induït del motor de corrent continu.

L'equip que dóna ordres a tota la instal·lació és l'arquitectura NI CompactRIO. És un sistema robust i reconfigurable de control i monitorització de processos industrials que inclou un controlador encastrat i un xassís reconfigurable. Aquest xassís incorpora tres mòduls necessaris per desenvolupar el projecte: un mòdul d'entrades analògiques, un mòdul de sortides analògiques i un mòdul d'entrades/sortides digitals. Aquesta arquitectura disposa també d'un nucli FPGA programable també des del propi LabVIEW.

3 INTERFÍCIE DE CONDICIONAMENT DE SENYALS

La interfície d'adaptació i condicionament de senyals fa possible la interconnexió entre els diferents elements del projecte i permet l'intercanvi d'informació entre els sistemes de control així com també permet la comunicació amb l'usuari de l'equip.

Pel que fa a l'adquisició de senyals analògiques, la interfície disposa d'una placa d'aïllament galvànic de la casa Lenze que fa el condicionament de la dinamo tacomètrica per tenir un rang d'entrades de $\pm 10V$. Per la mesura d'intensitat, s'ha realitzat un circuit electrònic de condicionament de senyal amb guany variable per obtenir també els nivells de tensió adequats per aprofitar tot el rang d'entrades analògiques.

En quant a les sortides digitals, totes elles tenen una electrònica comuna formada per un transistor i un optoacobrador per aïllar galvànicament el mòdul de sortides digitals de la resta de l'electrònica.

Per llegir correctament les entrades digitals del sistema, s'ha realitzat una etapa electrònica alimentada per un convertidor contínua-contínua que manté l'aïllament galvànic entre els mòduls i l'electrònica de la interfície.

Pel que fa a la alimentació de la interfície, s'ha realitzat una font d'alimentació simètrica de $\pm 15V$ que alimenta a tota l'electrònica i encara té marge per alimentar futures ampliacions de la interfície.

En la tapa superior de la interfície hi ha una sèrie de comandaments i connectors que permeten la interacció entre l'usuari i l'equip. L'usuari ha de connectar correctament la dinamo tacomètrica, el transductor d'intensitat i l'excitació del motor. La interfície disposa de diversos interruptors i pulsadors per donar ordres a l'equip.

4 PROGRAMARI

El programari representa una de les parts fonamentals d'aquest projecte i és on es defineixen tots els programes realitzats amb el software de programació gràfica LabVIEW de National Instruments.

Els dos primers programes realitzats són dos programes de funcionament manual: el primer del motor brushless i el segon del motor de corrent continu als quatre quadrants. Aquests dos programes han estat realitzats dins el sistema operatiu Real-Time que ofereix el propi CompactRIO.

L'aplicació de la regulació de la velocitat en cascada s'ha dividit en dos programes principals: un situat dins l'entorn FPGA i l'altre situat dins el propi Windows. S'ha necessitat la programació FPGA per poder fer el càlcul dels controladors i la lectura/escriptura de senyals de forma molt ràpida i precisa (temps d'execució de 200 us). Aquesta velocitat d'execució no la permet ni Windows ni el sistema Real-Time. Pel que fa al programa dins el sistema operatiu de Windows, es tracta de la interfície d'usuari on es poden donar ordres de consigna de velocitat (amb control manual, generació de graons o generació de rampes), consigna de parell de fre (fre constant o fre segons la velocitat) i es poden visualitzar les variables d'interès del sistema. Aquest programa estableix un canal de comunicació amb el programa FPGA per donar i rebre ordres i informació.

El programa FPGA es realitza amb LabVIEW i és compilat i implementat físicament mitjançant les eines de compilació Xilinx. S'ha de procurar fer un ús raonable dels recursos de l'FPGA i implementar només allò que sigui imprescindible que sigui executat de forma determinista.

5 CONCLUSIONS

S'han assolit de forma satisfactòria els tres grans objectius d'aquest projecte gràcies a la programació LabVIEW i l'arquitectura CompactRIO. Per una banda s'ha confeccionat un programa de control manual de la màquina brushless així com un programa de control manual de la màquina de corrent continu als quatre quadrants. Finalment, amb la programació FPGA també s'ha realitzat una aplicació pràctica per a la regulació en cascada de la velocitat del motor de corrent continu.

S'ha dissenyat una interfície d'adquisició i condicionament de senyals mitjançant plaques de circuit imprès que fan totes les connexions necessàries entre els elements del sistema.

També s'ha tingut en compte la implementació de dos sistemes de seguretat per protegir tots els equips. Es tracta d'un polsador d'emergència en la plataforma i d'un sistema de detecció de l'alimentació de l'excitació del motor de corrent continu.

L'equipament d'aquest projecte servirà com a plataforma didàctica per a la realització de les pràctiques de control de velocitat del motor de corrent continu en el Laboratori de Màquines Elèctriques.