



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

# **SISTEMAS DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO INDUSTRIAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

**P R E S E N T A**

CÉSAR CASTRO RENDÓN

**DIRECTOR DE TESIS**

ING. GLORIA MATA HERNÁNDEZ



MÉXICO DF. 2010

# DEDICATORIA

---

Cierro los ojos y me pregunto, ¿Dónde empezó todo? No hace falta meditarlo durante varias horas porque ya se la respuesta.

Todo empezó con ustedes dos. Las admiro. En tiempos difíciles supieron responder ante las adversidades de la vida, en lugar de que estas las derribaran fueron un impulso, un motivo, una razón para extender sus alas, volar y desafiar los límites de lo permitido. Son para mí un ejemplo de vida, mi inspiración. Han sido unas grandes guerreras, me hubiera gustado observar sus batallas de cerca, haber sido su aliado. El tiempo no me permitió ser partícipe, aunque sí, un escucha de sus grandes historias. Estas primeras líneas están dedicadas a ustedes. A ustedes, que cada una me ha dado un bello e invaluable regalo... una me regaló a mi madre y otra a mi padre.

A mis abuelitas: mamá Ciris y mamá Rufi.

Cuando era pequeño, recuerdo que mis amigos me preguntaban, ¿Quién es tu superhéroe favorito? A decir verdad no lo tenía. A mi parecer todos eran muy ficticios.

Hoy en día mi respuesta es: No tengo un superhéroe, itengo dos!, la mujer maravilla y el hombre de acero. La mujer maravilla hace posible lo imposible, transforma la oscuridad en luz, da vida y de la nada puede crearlo todo. Él es invencible, tiene brazos de acero, crea mundos con la imaginación, es sabio y uno nunca está desprotegido a su lado. Ambos empezaron una lucha por separado y como siempre, hoy bendigo el día en que decidieron unirse y pelear por los mismos ideales. Ellos también me han dado unos maravillosos regalos. Me han regalado a mis hermanos.

A mis padres: La mujer maravilla, Lupita y el hombre de acero, Fermín.

Y ¿Qué es un niño cuando no tiene un amigo de juegos en su infancia? Y vaya, yo no tuve únicamente uno.

Nosotros siempre hemos estado juntos, hemos jugado, reído, carcajeado, nos hemos peleado, nos hemos defendido, hemos sido cómplices, hemos hecho y deshecho, hemos vivido tantas cosas. Cada uno es diferente, único e inigualable pero si alguno de nosotros falta entonces quedaríamos incompletos.

A mis hermanos: Fermín, David, Adriana y Karen.

La vida también se encarga de rodearnos de personas maravillosas que siempre velan por nosotros.

Por sus palabras de aliento, por sus abrazos, por su cariño, por su interés, por preocuparse, por estar pendiente de mí directa e indirectamente.

A mis tíos, primos, Ely, Rouse, sobrinos y demás familiares.

Y después, creo que ya recorrí la mitad de la historia de mi vida... aunque ¿les digo un secreto? ¡Aún hay más! Dale vuelta a la hoja y verás...

Día tras día y año tras año cada uno de nosotros va creciendo. Algunos más rápido que otros, pero al fin y al cabo cada uno a tu tiempo.

Pertenecemos a la misma generación. Hemos descubierto la vida, hemos sido testigos de los grandes cambios en nuestras vidas. Ustedes que sin ninguna obligación están aquí, somos un hombro en quien llorar, somos un diario en el que no tenemos que escribir, somos como las aves que vuelan en el cielo, no hay materia que las una pero siempre van volando juntas. Hemos sido cómplices del primer amor, hemos disfrutado de las victorias de nuestros juegos aunque también hemos sufrido las derrotas. Hemos armado tremendos chubascos y hemos compartimos nuestros sueños. Disfrutamos de nuestra compañía tomando una taza de café o viendo una película. Hemos aparecido y desaparecido de nuestras vidas. Aunque algunas veces no nos veamos tan seguido, siempre los llevo conmigo; aunque no me comuniqué con ustedes, siempre los tengo en la mente.

A ustedes mis amigos.

Un hombre esta completo cuando tiene en equilibrio tres pilares que son fundamentales en la vida: la familia, los amigos y los maestros.

Nos conocimos en un salón de cuatro paredes y varios pupitres, recuerdo un pizarrón y una manzana sobre el escritorio. Ustedes se preocupan por enseñarnos a escribir, a sumar, a restar, a leer, a multiplicar, a dividir, a iluminar, etc. Y ¿por qué no? Varios años después nos enseñan a derivar, a integrar, a analizar señales, a usar microcontroladores, a usar esquemas de control, a entender de electrónica, las leyes de kirchhoff, el teorema de Norton, el teorema de Thévenin. En fin, nos enseñan tantas cosas. Ustedes que nos dedican tiempo de su vida para convertirnos en unos profesionistas.

A ustedes maestros.

Escribiendo estas líneas he regresado en el tiempo y he revivido varios momentos. Se lo que fui, lo que soy y deduzco lo que seré. Por ahí escuche alguna vez una canción que dice:

“una silla es una silla, incluso cuando nadie está sentado en ella, pero una silla no es una casa y una casa no es un hogar si no hay alguien quien te pueda abrazar.”

Y mi vida no sería lo que es si ustedes no estuvieran a mi lado, muchas cosas cambiarían si faltara al menos uno de ustedes. En verdad soy afortunado al tener una persona como tú en mi vida.

GRACIAS A TODOS, PERO SOBRE TODO... GRACIAS A TI ☺

*César Castro Rendón*

# AGRADECIMIENTOS

- A la ingeniera Gloria Mata Hernández. Una profesionalista inteligente, con visión, objetiva, activa y con convicción. Gracias por ayudarme a crecer tanto académica como profesionalmente. Si bien un alumno es bueno, es porque su maestro ha sido el mejor.

A mis sinodales:

- MI Luis Arturo Haro Ruiz un profesionalista con pericia.
- MI Antonio Salva Calleja un profesionalista con experiencia.
- MI Ricardo Garibay Jiménez un profesionalista líder, gracias por su tiempo y apoyo ofrecidos.
- Ing. Jesús Franco Ortega un profesionalista con gran personalidad y entereza. Gracias por su interés y atenciones.