UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTROL DE VELOCIDAD Y TENSION EN UN INTERPRETADOR DE RADIOGRAFIAS

POR

ING. FRANCISCO AGUSTIN VAZQUEZ ESQUIVEL

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA CON ESPECIALIDAD EN CONTROL

Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.
Junio 2002.

F.A.V.E

CONTROL DE VELOCIDAD Y TENSIÓN EN UN INTERPRETADOR DE RADIOGRAFIAS

TM
TJ225
.V39
2002
c.1

2002

1080116305

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTROL DE VELOCIDAD Y TENSION EN UN INTERPRETADOR DE RADIOGRAFIAS

POR

ING. FRANCISCO AGUSTIN VAZQUEZ ESQUIVEL

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA CON ESPECIALIDAD EN CONTROL

Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Junio 2002.

TM
TJ225
.V39
2002

B U Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS MAESTRIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTROL DE VELOCIDAD Y TENSION EN UN INTERPRETADOR DE RADIOGRAFIAS

POR

ING. FRANCISCO AGUSTIN VAZQUEZ ESQUIVEL

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA CON ESPECIALIDAD EN CONTROL

Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza Nuevo León.
Junio 2002.

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
División de Estudios de Post-Grado

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Control de velocidad y tensión en un interpretador de radiografías", realizada por el alumno Ing. Fco. Agustín Vázquez Esquivel matricula 1069311sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con especialidad en Control.

El comité de Tesis

DR EFRAÍN ALCORTA GARCÍA
Asesor

DR. CÉSAR ELIZONDO GONZÁLEZ
Coasesor

M.C. CORNELIO POSADAS CASTILLO
Coasesor

Vo.Bo.
DR. GUADALUPE ALAN CASTILLO RODRIGUEZ
Subdirector de la División de Estudios de Post-Grado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León; a 7 de Junio de 2002.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero darle las gracias a Dios por haberme permitido dar término satisfactorio a uno de mis muchos objetivos trazados en la vida.

Quiero dedicarle este trabajo hecho con el mayor esfuerzo, a mis padres, que con su amor y ayuda han estado presentes en toda mi carrera. Les dedico este logro más en mi vida esperando que sea motivo de orgullo para ellos.

Muy especialmente dedico a mi esposa este trabajo y le agradezco porque con su paciencia y apoyo incondicional me ha ayudado a concluirlo y a continuar siempre adelante.

A toda mi familia: mis hijos Gaby, Marcel y Antonio, porque con su alegría me dieron la fuerza para seguir adelante; mis hermanas, quienes me brindaron su apoyo a lo largo de mis estudios.

Gracias a todas aquellas personas que con su ayuda y sus consejos también me han apoyado especialmente a mi asesor: Dr. Efraín Alcorta García y a mi amigo y maestro: M.C. Carlos Herrera Pérez.

PROLOGO

La innovación está asociada fuertemente con la habilidad para mejorar el funcionamiento de un todo. Dentro de la ingeniería, frecuentemente se requieren y se proponen procesos innovadores, en una búsqueda constante de operatividad y funcionalidad.

La ingeniería de control es una más de las áreas, en las que si se logra conjuntar la teoría y la práctica, los conocimientos pueden resultar más provechosos. Así pues, la teoría de control como parte de la ingeniería busca optimizar el desempeño de los sistemas para obtener de ellos el máximo rendimiento posible.

El presente trabajo se ha desarrollado como un caso práctico en el que se ha implementado un sistema de control electrónico analógico a un equipo conocido como interpretador ó visualizador de radiografías. El equipo originalmente contaba con un sistema de accionamiento semiautomático, caracterizado como un lazo abierto de control. Esta estructura presenta ciertas desventajas, tales como: un mayor consumo de energía y la no- regulación tanto en la velocidad de movimiento como en la tensión de una tira ó banda transportadora.

Parte importante en la implementación del modo de control aquí desarrollado se basa en un equipo, que aunque sea por demás conocido en algunas otras aplicaciones, se le da un uso muy particular.

Este trabajo también va dirigido a estudiantes cuya licenciatura es cursada en el área de ingeniería eléctrica y de control, ya que se abordan conceptos interesantes dentro del tema de control de máquinas eléctricas. Por lo tanto se espera que el presente estudio y desarrollo físico del mismo contribuyan hacia todos aquellos interesados en estos temas.

INDICE

Capítulo Página

Síntesis 1

1.- Introducción 3

1.1.- Descripción del problema 3

1.2.- Objetivos de la tesis. 4

1.3.- Hipótesis 4

1.4.- Límites del estudio. 4

1.5.- Justificación del trabajo de tesis 5

1.6.- Metodología 5

1.7.- Revisión bibliográfica 5

2.- Fundamentos y terminología 7

2.1.- Introducción 7

2.2.- Conceptos básicos 8

2.2.1.- Modelado de sistemas 8

2.2.2.- Características de un sistema lineal de control de tiempo continuo 9

2.2.3.- Respuesta en el tiempo de sistemas continuos 12

2.2.4.- Sistemas de segundo orden 13

2.2.5.- Representación de sistemas en el dominio de la frecuencia ... 15

2.3.- Control de velocidad en motores de corriente directa 17

2.3.1.- Principios de funcionamiento y operación 18

2.3.2.- Convertidores de modo conmutado de corriente directa 21

3.- Modelado del sistema 28

3.1.- Introducción 28

3.2.- Datos de los componentes eléctricos y mecánicos 29
3.2.1.- Especificaciones de los motores eléctricos 29
3.2.2.- Especificaciones de los reductores de velocidad y rodillos 30
3.2.3.- Especificaciones de los convertidores 30
3.3.- Modelado del sistema a controlar 31
3.4.- Modelado del sistema completo..... 37
4.- Características y antecedentes del sistema de control..... 40
4.1.- Generalidades del sistema de control..... 40
4.2.- Descripción y características de los convertidores modelo PRD-2.... 41
4.2.1.- Descripción general 42
4.2.2.- Conexiones y encendido inicial 43
4.2.3.- Ajustes de instalación..... 45
4.2.4.- Potenciómetros de ajuste 46
4.3.- Prueba de los convertidores..... 48
4.4.- Antecedentes del sistema de control 49
5.- Desarrollo e implementación del sistema de control 52
5.1.- Introducción 52
5.2.- Regulación en los convertidores 53
5.2.1.- Funcionamiento del límite de corriente 55
5.2.2.- Conexiones 60
5.3.- Circuito de accionamiento..... 63
5.3.1.- Conexiones..... 67
5.4.- Operación del sistema 70
6.- Conclusiones y Recomendaciones 72
6.1.- Conclusiones 72
6.2.- Recomendaciones 73
Bibliografía..... 75
Listado de figuras..... 76
Glosario 78
Anexos 81
Resumen Autobiográfico 105