

PRECISION MACHINE DESIGN



Prentice-Hall International Editions

ALEXANDER H. SLOCUM



* S K N 0 0 1 2 2 8 *

H 111
S 634



621.82

8534

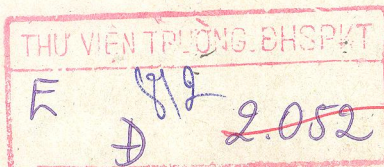
**This book is dedicated to my children
They renew the life within me
They drive my problems from me
They help me to stay on the right path**

**This book is dedicated to my wife
She is the light that lets me work into the night
She is the power that allows my imagination to flower
She is the half that makes me whole**

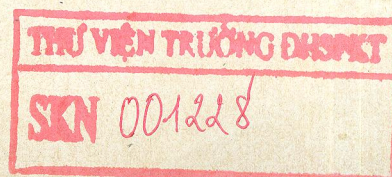
**This book is dedicated to my mom
She gave me my life
She molded my mind
She is why I can never slow down**

**This book is dedicated to Bubsie
With her life she helped to raise me
With her death she helped to mold me
Bubsie, I will never forget thee**

**This book is dedicated to the Almighty
Who gave us our curiosity and our puzzles
Who gave us the ability to create or stagnate
Who we must not let down**



812



Contents

Preface	vii
Corporate Acknowledgments	ix
Institutional Acknowledgments	xi
Personal Acknowledgments	xiii
Chapter 1	
Introduction to Precision Machine Design	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Fundamentals of Economic Analysis.....	2
1.3 Project Management.....	10
1.4 The Design of a Design Engineer.....	17
1.5 Design Case Study: A High Speed Machining Center.....	31
1.6 Design Case Study: A Coordinate Measuring Machine.....	45
Chapter 2	
Principles of Accuracy, Repeatability, and Resolution	58
2.1 Introduction.....	58
2.2 Formulating the System Error Budget.....	61
2.3 Quasi-static Mechanical Errors.....	80
2.4 Errors Caused by Dynamic Forces.....	104
2.5 Design Case Study: Carriage Straightness Errors Caused by Leadscrew Misalignment.....	107
Chapter 3	
Analog Sensors	114
3.1 Introduction.....	114
3.2 Nonoptical Sensor Systems.....	120
Chapter 4	
Optical Sensor Systems	158
4.1 Introduction.....	158
4.2 Autocollimators.....	158
4.3 Optical Encoders.....	163
4.4 Fiber Optic Sensors.....	174
4.5 Interferometric Sensors.....	176
4.6 Laser Triangulation Sensors.....	206
4.7 Photoelectric Transducers.....	207
4.8 Time of Flight Sensors.....	212
4.9 Vision Systems.....	213
Chapter 5	
Sensor Mounting and Calibration	218
5.1 Introduction.....	218
5.2 Sensor Location.....	218
5.3 Sensor Alignment.....	222
5.4 Sensor Mounting Structure Design.....	224
5.5 Sensor Mounting Environment.....	227
5.6 Contact Between Curved Surfaces.....	228
5.7 Metrology Frames.....	236
5.8 Sensor Calibration.....	247
5.9 Effects of Sensor Output and Location Errors on Accuracy.....	250
5.10 Design Case Study: Design of a Laser Telemetric System.....	253

Chapter 6	
Mapping Geometric and Thermal Errors in a Turning Center	268
6.1 Introduction.....	268
6.2 Assembling the HTM Model of the Superslant™.....	274
6.3 Machine Tool Metrology.....	279
6.4 Calibration Measurement Results.....	286
6.5 Compensating for the Measured Errors.....	296
6.6 Real-time Implementation of the Error Compensation System.....	298
6.7 Summary and Conclusions.....	302
Chapter 7	
System Design Considerations	304
7.1 Introduction.....	304
7.2 Manufacturing Considerations.....	305
7.3 Materials.....	332
7.4 Structural Design.....	340
7.5 Joint Design.....	365
7.6 Support Systems.....	393
7.7 Kinematic Coupling Design.....	401
7.8 Design Case Study: A Unique Machine for Grinding Large, Off-axis Optical Components.....	412
Chapter 8	
Bearings with Mechanical Contact between Elements	421
8.1 Introduction.....	421
8.2 Sliding Contact Bearings.....	425
8.3 Rolling Element Bearings.....	444
8.4 Rolling Element Rotary Motion Bearings.....	460
8.5 Rolling Element Linear Motion Bearings.....	479
8.6 Flexural Bearings.....	521
8.7 Design to Limit Thermal Effects on Bearing Performance.....	539
8.8 Case Study: Measurement of a Spindle's Error Motions.....	543
Chapter 9	
Bearings without Mechanical Contact between Elements	551
9.1 Introduction.....	551
9.2 Hydrostatic Bearings.....	551
9.3 Aerostatic Bearings.....	580
9.4 Magnetic Bearings.....	625
Chapter 10	
Power Generation and Transmission	640
10.1 Introduction.....	640
10.2 Dynamic Matching of Components.....	640
10.3 Linear and Rotary Electric Servomotors.....	650
10.4 Limited Range of Motion Electromagnetic Actuators.....	663
10.5 Piezoelectric Actuators.....	666
10.6 Fluid Power Systems.....	674
10.7 Rotary Power Transmission Elements.....	683
10.8 Linear Power Transmission Elements.....	699
10.9 Design Case Study: Increasing Axial Stiffness Through Control.....	739
Index	745

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for writing. There are 18 lines in total, providing a structured space for text.



Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines for writing, arranged in a central column. There are 18 lines in total, providing space for the donor information.

