

Índice de contenidos

| | |
|--|--------------|
| Resumen | ii |
| Abstract | iii |
| Índice de contenidos | v |
| Índice de figuras | viii |
| Índice de tablas | xviii |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Motivación | 5 |
| 1.2. Objetivos | 5 |
| 1.3. Outline | 5 |
| 2. Vibraciones en el mecanizado de piezas | 7 |
| 2.1. Vibraciones en el torneado | 7 |
| 2.2. Vibraciones en el fresado | 13 |
| 2.3. Soluciones al chatter | 15 |
| 2.3.1. Uso del diagrama de lóbulos | 16 |
| 2.3.2. Diseño de herramienta afín | 17 |
| 2.3.3. Variación de la velocidad de husillo | 18 |
| 2.3.4. Compensación de las vibraciones | 18 |
| 3. Control de vibraciones | 21 |
| 3.1. Sistemas mecánicos flexibles | 21 |
| 3.2. Control pasivo de vibraciones | 22 |
| 3.3. Control activo de vibraciones | 24 |
| 3.3.1. Retroalimentación | 24 |
| 3.3.2. Sistema <i>colocado</i> | 25 |
| 3.4. Estabilidad de sistemas mecánicos flexibles | 25 |
| 3.5. Estrategias de control para el control de vibraciones | 27 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.1. | Controlador de adelanto de fase | 28 |
| 3.5.2. | Controlador de retroalimentación directa de velocidad | 29 |
| 3.5.3. | Controlador de realimentación positiva de posición | 30 |
| 3.5.4. | Filtro <i>Notch</i> | 32 |
| 4. | Implementación de la facilidad de prueba | 33 |
| 4.1. | Diseño de facilidad de prueba | 33 |
| 4.2. | Selección del actuador | 35 |
| 4.3. | Selección de sensor | 37 |
| 4.4. | Selección de electrónica de adquisición | 40 |
| 4.5. | Implementación de la electrónica | 41 |
| 4.5.1. | Selección de interface de adquisición | 41 |
| 4.5.2. | Interfaz gráfica | 41 |
| 4.5.3. | Consideraciones sobre latencia de sistema y período de muestreo | 44 |
| 4.5.4. | Comunicación | 47 |
| 5. | Diseño e implementación de actuadores | 50 |
| 5.1. | Actuador inercial | 50 |
| 5.1.1. | Modelo del actuador inercial | 51 |
| 5.1.2. | Selección de parámetros de actuador inercial | 56 |
| 5.1.3. | Diseño mecánico del actuador inercial | 57 |
| 5.2. | Actuador no inercial | 64 |
| 5.2.1. | Modelo del actuador no inercial | 65 |
| 5.2.2. | Diseño del actuador no inercial | 66 |
| 6. | Modelo dinámico de la facilidad de prueba | 70 |
| 6.1. | Modelo de la facilidad de prueba | 70 |
| 6.1.1. | Modelo orientado al control | 71 |
| 6.1.2. | Modelo para validación | 75 |
| 6.1.3. | Comparación de los modelos de la facilidad | 78 |
| 6.2. | Identificación de la facilidad | 82 |
| 6.2.1. | Respuesta libre | 82 |
| 6.2.2. | Respuesta forzada | 84 |
| 6.3. | Conclusiones del capítulo | 88 |
| 7. | Implementación de Control y Resultados | 89 |
| 7.1. | Filtrado del sensor | 89 |
| 7.1.1. | Filtro de <i>Butterworth</i> | 89 |
| 7.1.2. | Implementación del filtro | 91 |
| 7.2. | Control activo de vibraciones | 93 |

| | |
|---|------------|
| 7.2.1. Control utilizando el actuador no inercial | 94 |
| 7.2.2. Control usando el actuador inercial | 99 |
| 7.2.3. Control usando el actuador inercial más un filtro <i>notch</i> | 104 |
| 7.3. Conclusiones del capítulo | 107 |
| 8. Conclusión | 109 |
| Bibliografía | 111 |