







INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS

*Trabajo Terminal II*

**“SISTEMAS HÍBRIDOS”**

*Que para obtener el título de*  
**“Ingeniero en Mecatrónica”**

Presentan:

**joni Karel**

**iohannes Karl**

**Jan Kaarle**

**Giovanni Karol**

Asesores:

Dr. Jean Karolis

Dr. Johannes Carolus

Dr. Ivan Karurosu



JULIO 1999





# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS

*Trabajo Terminal II*

## “SISTEMAS HÍBRIDOS”

*Que para obtener el título de*

## “Ingeniero en Mecatrónica”

Presentan:

joni Karel

iohannes Karl

Jan Kaarle

Giovanni Karol

Asesores:

Dr. Jean Karolis

Dr. Johannes Carolus

Dr. Ivan Karurosu

Presidente del Jurado

Profesor titular

Dr. Juan Carlos

Dr. John Charles





# DEDICATORIA

dedico este trabajo a y aa ....

porque ...

bla bla bla bla

bla bla





# AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la beca-crédito otorgada para la realización de mis estudios.

Así mismo agradezco a mis maestros, compañeros y a toda aquella persona que de alguna manera contribuyó al término de mis estudios de maestría.



---

## Contenido

---

<b>Nomenclatura</b>	<b>XI</b>
<b>Simbología</b>	<b>XIII</b>
<b>Resumen/Abstract</b>	<b>XV</b>
<b>Objetivos</b>	<b>XVII</b>
<b>Introducción</b>	<b>XIX</b>
<b>1. Marco de referencia</b>	<b>1</b>
<b>2. Diseño</b>	<b>3</b>
2.1. Diseño Conceptual . . . . .	3
2.1.1. Necesidades . . . . .	3
2.1.2. Requerimientos . . . . .	3
2.1.3. Descomposición por funciones . . . . .	3
2.1.4. Conceptualización . . . . .	3
2.1.5. Selección Diseño Conceptual . . . . .	3

## CONTENIDO



2.2. Diseño Detallado . . . . .	4
2.2.1. Diseño Área Funcional . . . . .	4
2.2.2. Diseño Área Funcional 1 . . . . .	4
2.2.3. Diseño Área Funcional n . . . . .	4
2.2.4. Integración de Áreas funcionales . . . . .	4
2.3. Validación y Simulación . . . . .	4
<b>3. Implementación</b>	<b>5</b>
3.1. Implementación Área Funcional . . . . .	5
3.2. Implementación Área Funcional 1 . . . . .	5
3.3. Implementación Área Funcional n . . . . .	5
3.4. Integración de Áreas funcionales . . . . .	5
<b>4. Análisis de resultados</b>	<b>7</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>9</b>
<b>Referencias</b>	<b>11</b>
<b>Apéndices</b>	<b>15</b>
<b>Apéndice 1</b>	<b>17</b>
<b>Der Zweite Anhang (Apéndice 2)</b>	<b>19</b>
<b>Der dritte Anhang (Apéndice 3)</b>	<b>21</b>
<b>Anexos</b>	<b>23</b>
<b>Anexo 1. Hoja de datos</b>	<b>25</b>
<b>Anexo 2 (Anexo2 )</b>	<b>27</b>



**Anexo 3(Anexo 3)**

**29**



---

## Índice de figuras

---





---

## Índice de Tablas

---



---

## Nomenclatura

---

lista de nomenclaturas



---

## Simbología

---

Simbolo1



**”Diseño, modelado y construcción de un robot bípedo de 10 grados de libertad con morfología humanoide”**

**Palabras Clave:** Robot, Bípedo, Humanoide, Marcha humana, Criterio de equilibrio, Punto de momento Cero, Actuadores, Sensores, Fuerza, Par torsor, Modelo matemático, Estructura, Diseño mecánico, Esfuerzos, Desplazamientos, Optimización, Simulaciones, Trayectoria, Cinemática directa e inversa, Análisis.

**Abstract:**

**Resumen:**





---

## Objetivos

---

**Objetivo general**

**Objetivos Particulares.**



---

## Introducción

---

**Antecedentes**

**Planteamiento del problema**

**Descripción de los capítulos**



---

Marco de referencia

---



## **2.1. Diseño Conceptual**

### **2.1.1. Necesidades**

### **2.1.2. Requerimientos**

### **2.1.3. Descomposición por funciones**

### **2.1.4. Conceptualización**

### **Análisis Morfológico (opcional)**

### **2.1.5. Selección Diseño Conceptual**

### **Concepto Final**



## **2.2. Diseño Detallado**

### **2.2.1. Diseño Área Funcional**

### **2.2.2. Diseño Área Funcional 1**

### **2.2.3. Diseño Área Funcional n**

### **2.2.4. Integración de Áreas funcionales**

## **2.3. Validación y Simulación**



---

Implementación

---

- 3.1. Implementación Área Funcional**
- 3.2. Implementación Área Funcional 1**
- 3.3. Implementación Área Funcional n**
- 3.4. Integración de Áreas funcionales**



---

## Análisis de resultados

---



---

## Conclusiones

---



---

## Referencias

---

- [Abramovich et al., 1995] Abramovich, Y. A., Aliprantis, C. D., and Burkinshaw, O. (1995). Another characterization of the invariant subspace problem. *Operator Theory in Function Spaces and Banach Lattices*. The A.C. Zaanen Anniversary Volume, *Operator Theory: Advances and Applications*, 75:15–31. Birkhäuser Verlag.
- [Aupetit, 1991] Aupetit, B. (1991). *A Primer on Spectral Theory*. Springer-Verlag, New York.
- [Conway, 1978] Conway, J. B. (1978). *Functions of One Complex Variable*. Springer-Verlag, New York.
- [Conway, 1990] Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*. Springer-Verlag, New York, second edition.
- [Daughtry, 1975] Daughtry, J. (1975). An invariant subspace theorem. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 49:267–268.
- [Davidson, 1988] Davidson, K. R. (1988). *Nest algebras*, volume 191 of *Pitman Research Notes in Mathematics Series*. Longman Scientific & Technical, Harlow UK.



- [de Branges, 1959] de Branges, L. (1959). The Stone-Weierstrass Theorem. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 10:822–824.
- [de Branges, 1993] de Branges, L. (1993). A construction of invariant subspaces. *Math. Nachr.*, 163:163–175.
- [de la Vallée Poussin, ] de la Vallée Poussin, C. L. X. J. A strong form of the prime number theorem, 19th century.
- [Devinaz, 1968] Devinaz, A. (1968). *Advanced Calculus*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- [Douglas, 1972] Douglas, R. G. (1972). *Banach Algebra Techniques in Operator Theory*. Academic Press, New York.
- [Dunford and Schwartz, 1957a] Dunford, N. and Schwartz, J. T. (1957a). *Linear Operators, Part I: General Theory*, page 456. Interscience, New York.
- [Dunford and Schwartz, 1957b] Dunford, N. and Schwartz, J. T. (1957b). *Linear Operators, Part I: General Theory*. Interscience, New York.
- [Enflo, 1987] Enflo, P. (1987). On the invariant subspaces problem for Banach spaces. *Acta. Math.*, 158:213–313. Seminare Maurey-Schwartz (1975-1976).
- [Gamkerlidze, 1990] Gamkerlidze, R. V., editor (1990). *Analysis II: Convex Analysis and Approximation Theory*, volume 14 of *Encyclopaedia of Mathematical Sciences*. Springer-Verlag, New York.
- [Gantmacher, 1959] Gantmacher, F. R. (1959). *Applications of the Theory of Matrices*. Interscience, New York.
- [Halmos, 1982] Halmos, P. R. (1982). *A Hilbert Space Problem Book*. Springer-Verlag, New York, second edition.
- [Henderson, 1993] Henderson, P. (1993). *Object-oriented specification and design with C++*. McGraw-Hill, London.





- [Kadison and Ringrose, 1983] Kadison, R. V. and Ringrose, J. R. (1983). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras, Part I*. Academic Press, New York.
- [Kadison and Ringrose, 1986] Kadison, R. V. and Ringrose, J. R. (1986). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras, Part II*. Academic Press, New York.
- [Kim et al., 1975] Kim, H. W., Percy, C., and Shields, A. L. (1975). Rank-one commutators and hyperinvariant subspaces. *Michigan Math. J.*, 22(3):193–194.
- [Knuth, 1984] Knuth, D. E. (1984). *The T<sub>E</sub>Xbook*. Addison-Wesley.
- [Lamport, 1986] Lamport, L. (1986). *L<sub>A</sub>T<sub>E</sub>X: A Document Preparation System*. Addison-Wesley.
- [Ljubič and Macaev, 1965] Ljubič, J. I. and Macaev, V. I. (1965). On operators with a separable spectrum. *Amer. Math. Soc. Transl. (2)*, 47:89–129.
- [Lomonosov, 1973] Lomonosov, V. I. (1973). Invariant subspaces for operators commuting with compact operators. *Functional Anal. Appl.*, 7:213–214.
- [Lomonosov, 1991] Lomonosov, V. I. (1991). An extension of Burnside’s theorem to infinite dimensional spaces. *Israel J. Math*, 75:329–339.
- [Lomonosov, 1992] Lomonosov, V. I. (1992). On Real Invariant Subspaces of Bounded Operators with Compact Imaginary Part. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 115(3):775–777.
- [Mathes et al., 1991] Mathes, B., Omladič, M., and Radjavi, H. (1991). Linear Spaces of Nilpotent Operators. *Linear Algebra Appl.*, 149:215–225.
- [Paulsen, 1986] Paulsen, V. I. (1986). *Completely bounded maps and dilations*, volume 146 of *Pitman Research Notes in Mathematics Series*. Longman Scientific & Technical, Harlow UK.
- [Radjavi, 1987] Radjavi, H. (1987). The Engel-Jacobson Theorem Revisited. *J. Alg.*, 111:427–430.



- [Radjavi and Rosenthal, 1973] Radjavi, H. and Rosenthal, P. (1973). *Invariant Subspaces*. Springer-Verlag, New York.
- [Read, 1985] Read, C. J. (1985). A solution to the invariant subspace problem on the space  $l_1$ . *Bull. London Math. Soc.*, 17:305–317.
- [Rudin, 1973] Rudin, W. (1973). *Functional Analysis*. McGraw-Hill, New York.
- [Simonič, 1990] Simonič, A. (1990). Grupe operatorjev s pozitivnim spektrom. Master's thesis, Univerza v Ljubljani, FNT, Oddelek za Matematiko.
- [Simonič, 1991] Simonič, A. (1991). Notes on Subharmonic Functions. Lecture Notes, Dalhousie University, Department of Mathematics, Statistics, & Computing Science.
- [Simonič, 1992] Simonič, A. (1992). Matrix Groups with Positive Spectra. *Linear Algebra Appl.*, 173:57–76.
- [Simonič, 1994] Simonič, A. (1994). *An Extension of Lomonosov's Techniques to Non-Compact Operators*. PhD thesis, Dalhousie University, Department of Mathematics, Statistics, & Computing Science.
- [Simonič, 1996a] Simonič, A. (1996a). A Construction of Lomonosov Functions and Applications to the Invariant Subspace Problem. *Pacific J. Math.*, 175:257–270.
- [Simonič, 1996b] Simonič, A. (1996b). An extension of Lomonosov's Techniques to non-compact Operators. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 348:975–995.
- [Spivak, 1965] Spivak, M. (1965). *Calculus on Manifolds*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, New York.

# Apéndices



---

## Apéndice 1

---

Incluyen información que ayuda a interpretar parte del contenido del libro, o aspectos más técnicos y menos esenciales del libro, como información complementaria.

Ab hier beginnt der **backmatter**.



---

## Der Zweite Anhang (Apéndice 2)

---

Das Appendix (Anhang) Fragment wird einmal an der gewünschten Position im Dokument eingefügt. Weitere Anhänge können dann mittels der Zuweisung von Abschnitten (sections) erzeugt werden.

Ab hier beginnt der **backmatter**.





---

## Der dritte Anhang (Apéndice 3)

---

Das Appendix (Anhang) Fragment wird einmal an der gewünschten Position im Dokument eingefügt. Weitere Anhänge können dann mittels der Zuweisung von Abschnitten (sections) erzeugt werden.

Ab hier beginnt der **backmatter**.



# Anexos



---

## Anexo 1. Hoja de datos

---

Una ficha técnica, hoja técnica u hoja de datos (datasheet en inglés), también ficha de características u hoja de características, es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente (por ejemplo, un componente electrónico) o subsistema (por ejemplo, una fuente de alimentación) con el suficiente detalle para ser utilizado por un ingeniero de diseño y diseñar el componente en un sistema.

Comienza típicamente con una página introductoria que describe el resto del documento, seguido por los listados de componentes específicos, con la información adicional sobre la conectividad de los dispositivos. En caso de que haya código fuente relevante a incluir, se une cerca del extremo del documento o se separa generalmente en otro archivo.

Las fichas técnicas no se limitan solo a componentes electrónicos, si no que también se dan en otros campos de la ciencia, como por ejemplo compuestos químicos o alimentos.

Ab hier beginnt der **backmatter**.



---

## Anexo 2 (Anexo2 )

---

Das Appendix (Anhang) Fragment wird einmal an der gewünschten Position im Dokument eingefügt. Weitere Anhänge können dann mittels der Zuweisung von Abschnitten (sections) erzeugt werden.

Ab hier beginnt der **backmatter**.





---

## Anexo 3(Anexo 3)

---

Das Appendix (Anhang) Fragment wird einmal an der gewünschten Position im Dokument eingefügt. Weitere Anhänge können dann mittels der Zuweisung von Abschnitten (sections) erzeugt werden.

Ab hier beginnt der **backmatter**.

