



Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics
and Information Technology
BOOKLET



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Secuenciador dinámico para el control de movimiento de robot hexápodo en una arquitectura FPGA

Authors: IBARRA-BONILLA, Mariana Natalia, SÁNCHEZ-TEXIS, Fernando, EUSEBIO-GRANDE, Raúl y QUIÑONES-NOVELO, Fernando Julián

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-227
BCIERMMI Classification (2019): 241019-227

Pages: 15
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Contenido

- 1. Introducción**
- 2. Objetivo**
- 3. Desarrollo**
- 4. Resultados**
- 5. Conclusiones**
- 6. Referencias**

1. Introducción

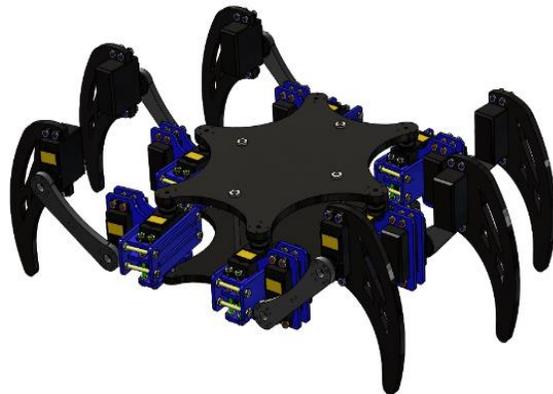
División de Ingeniería Mecatrónica

Crear + Diseñar + Construir

sistemas que involucren dispositivos

Electrónica + Mecánica

seleccionando los materiales mas adecuados y realizando la **Programación** de software necesaria, para hacer frente a la creciente demanda de sistemas automatizados e inteligentes.



Robot Hexápodo

1. Introducción

¿Por qué un robot hexápodo?

Los robots araña se construyen e investigan para una variedad de propósitos:

- Exploración espacial.
- Limpieza de minas en campos de batalla.
- Trabajos de rescate en zonas de desastre, etc.

La principal ventaja de estos robots es su capacidad para caminar a través de áreas o terrenos rocosos, escalando obstáculos donde las ruedas no pueden operar.



1. Introducción

Especificaciones generales:

- 6 piernas ubicadas en ambos lados del cuerpo.
- Cada pierna tiene 3 articulaciones, es decir 3 grados de libertad (GDL).
- La estructura completa incorpora 18 GDL.
- Material de acrílico de 3 mm de espesor.
- El esqueleto está formado por 23 piezas.
- Fijación por tornillos estándar M3.
- **Actuadores:** 18 servomotores de 15 kg/cm de engranaje de metal.



Los robots necesitan usar un **controlador** para ejecutar la operación del robot.

1. Introducción

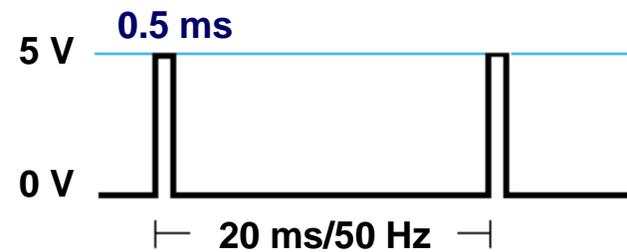
Señal PWM para control de servos:

En un ángulo efectivo de trabajo de 180°:

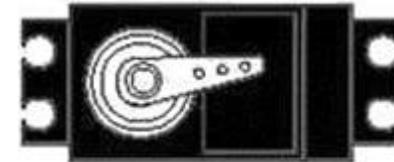
Duty cycle	Posición
0.5 ms	Mínima (0°)
1.5 ms	Central (90°)
2.5 ms	Máxima (180°)



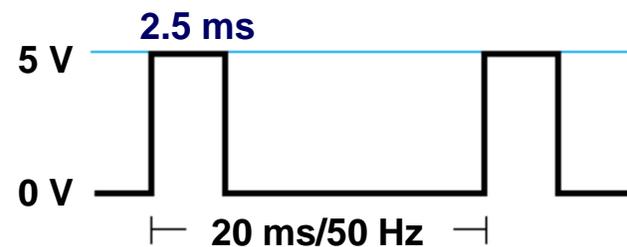
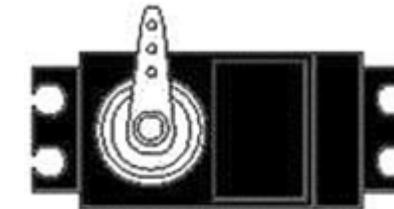
Señal PWM



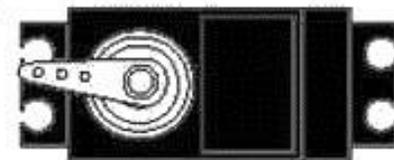
Posición Mínima



Posición Central



Posición Máxima



1. Introducción

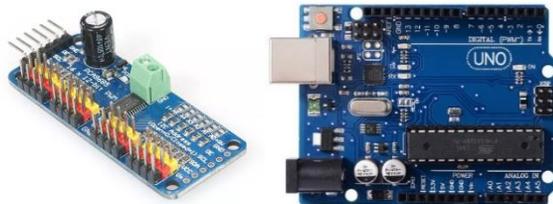
¿Qué tecnología usar?

Por lo general, en un robot hexápodo el controlador es un circuito integrado, siendo muy común un microcontrolador (MCU).

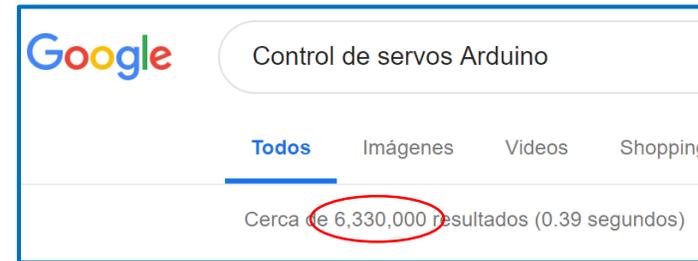
- Arduino.
- PIC.
- ARM, etc.

En este trabajo el controlador es implementado en un **FPGA.**

Módulo PCA9685 para control de 16 servos



Consulta: 22/05/2019



6,330,000 resultados

Búsqueda	Resultados
Arduino	6, 330, 000
FPGA	1, 250, 000

1. Introducción

¿Por qué acercarnos a la tecnología FPGA?

Automotriz Espacial
Aviación

Misión espacial **Exomars**, cuyo objetivo es buscar vida en marte, el principal procesador de información del robot explorador es un **FPGA**. En dicho procesador se realizará todo el procesamiento de información que recabará el explorador durante la misión en 2020.

Muchos procesos iguales o diferentes, se ejecutan al mismo tiempo en un solo integrado.

Rover Exomars 2018.



2. Objetivo

Desarrollar el control de movimiento por PWM de un robot hexápodo en un **FPGA**.

PC-Interfaz Gráfica

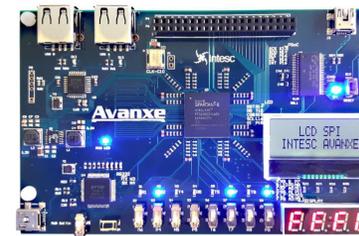


Guardar 6 secuencias de movimiento.
Cambiar la secuencia sin detener la ejecución.
Posición y Tiempo.

Comunicación serial (Bluetooth)



FPGA



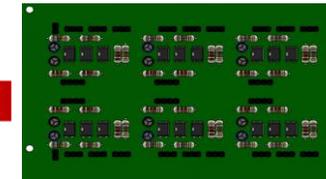
XC6SLX16-Spartan6

Genera las 18 señales PWM.
Genera la secuencia de movimiento



Robot Hexápodo

Placa de aislamiento óptico



3. Desarrollo

Esquema a bloques

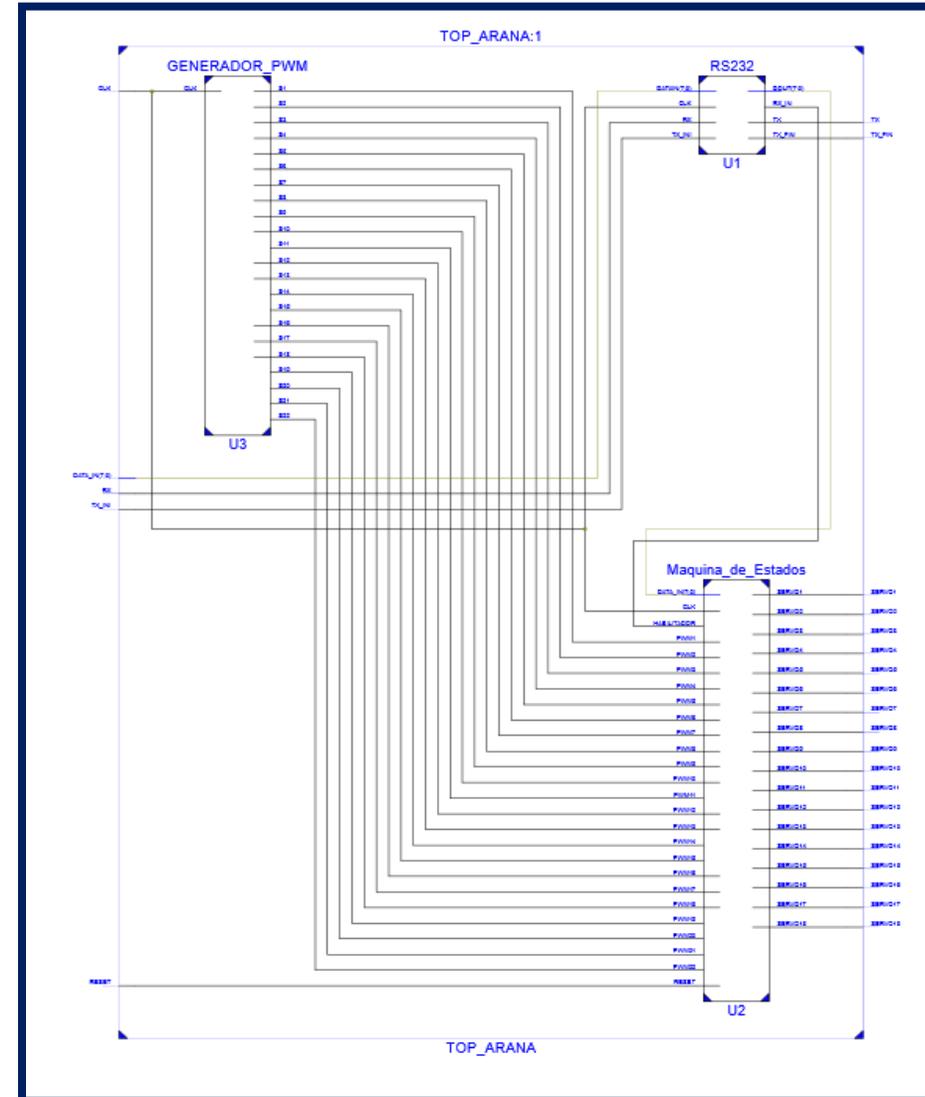
Lenguaje VHDL.



- RS232
- Generador PWM
- Máquina de Estados

FPGA XC6SLX16-Spartan6 de Xilinx

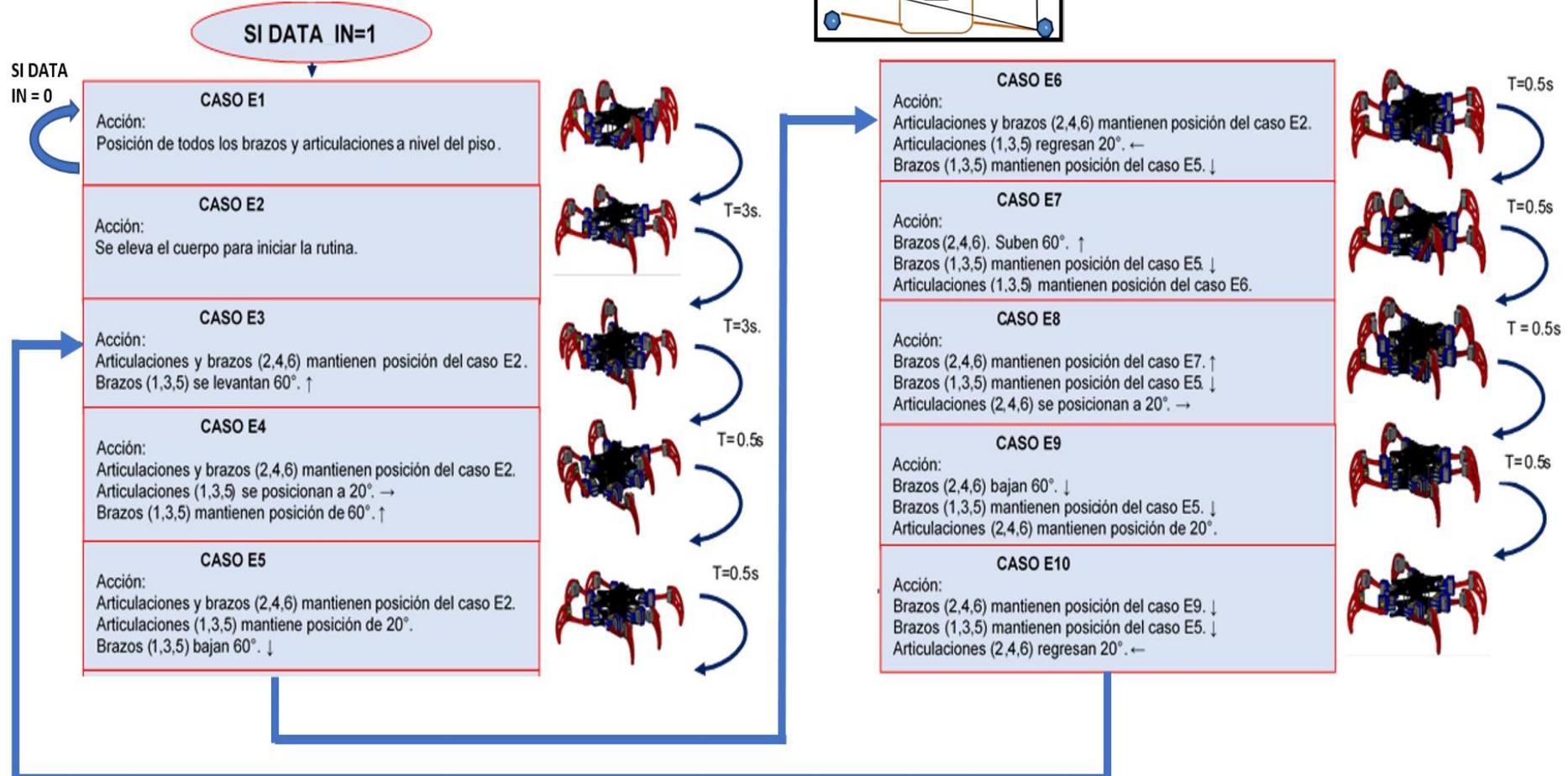
View RTL Schematic



3. Desarrollo

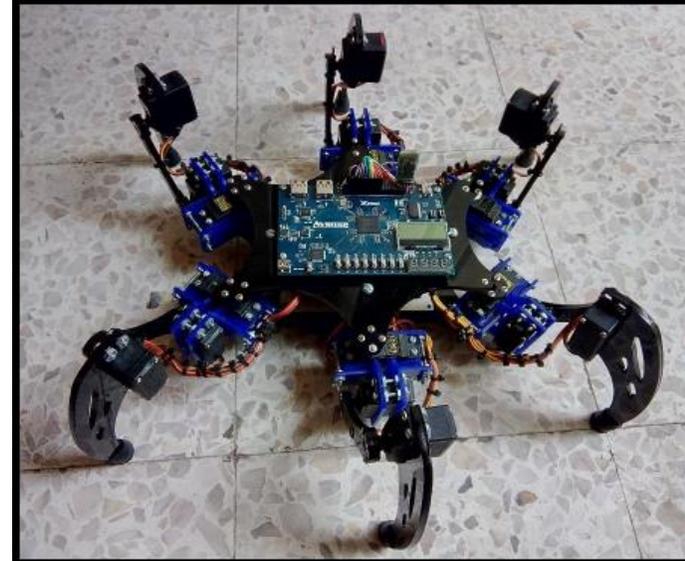
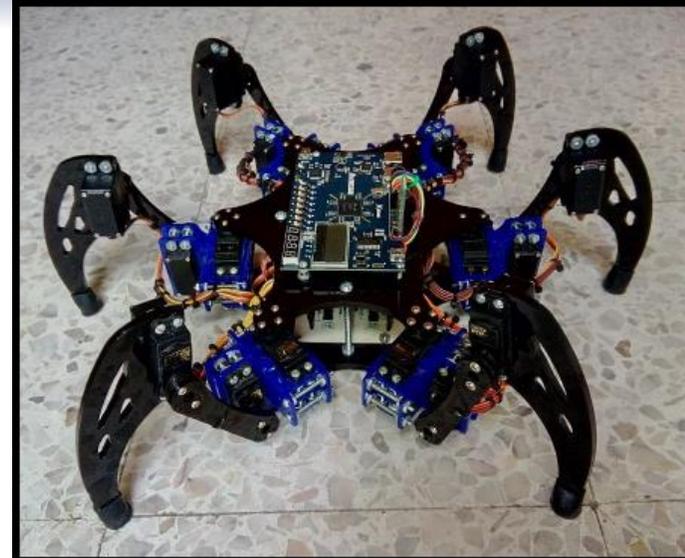
Máquina de estados:

Línea recta



4. Resultados

Maquinado CNC



4. Resultados

Movimiento en línea recta

Proyección de Video

5. Conclusiones

- El control de movimiento por señal PWM es exitosamente implementado en un FPGA y es capaz de posicionar todos los 18 servomotores usando un solo chip.
- El controlador es capaz de sincronizar la rotación de todos los servomotores.
- La implementación en FPGA ofrece gran flexibilidad para modificar el controlador con fin de cumplir con una expansión futura en la plataforma de hexápodos.
- El trabajo en progreso es incorporar técnicas de inteligencia como lógica difusa y un sistema de detección de obstáculos.

Referencias

1. BANJANOVIC-MEHMEDOVIC, Lejla, et al. Hexapod Robot Navigation Using FPGA Based Controller. En *International Conference “New Technologies, Development and Applications”*. Springer, Cham, 2019. p. 42-51.
2. Pullteap, Saroj. Development of a walking robot by using FPGA controller. En 2016 11th France-Japan & 9th Europe-Asia Congress on Mechatronics (MECATRONICS)/17th International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM). IEEE, 2016. p. 054-057.
3. Aguilar, L.M., Tores, J.P., Jimenes, C.R., Cabrera, D.R.: Balance of a hexapod in real time using a FPGA. In: 2015 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies, 2015.
4. Soon, C.-Y.: FPGA-based hexapod robot controller, Bachelor Degree of Electronic Engineering (Computer Engineering), Universiti Teknikal Malaysia, Melaka, 2016.
5. Zak, M., Rozman, J., Zboril, F.: Overview of bio-inspired control mechanisms for hexapod robot. *Int. J. Comput. Inf. Syst. Industr. Manag. Appl.* 8, 125–134 (2016)



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)