



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Diseño, construcción y caracterización de un  
transductor ultrasónico angulado para aplicaciones  
médicas.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO**  
(ÁREA: INGENIERÍA BIOMÉDICA)

PRESENTA:

**AMADO ZAMORA VÁZQUEZ**



DIRECTOR DE TESIS: DR. PEDRO ACEVEDO CONTLA  
CODIRECTOR: M. C. ISRAEL SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ

# Agradecimientos

*Al creador por hacerlo todo posible.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México y a sus profesores, por la formación profesional que me han brindado, y por mi desarrollo intelectual y físico.*

*A la Facultad de Ingeniería – UNAM*

*Al Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS), así como al Departamento de Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización (DISCA), por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo de tesis.*

*Al proyecto PAPIIT-1N113610, por el apoyo otorgado para la realización del presente trabajo.*

*Al Dr. Pedro Acevedo Contla por su apoyo y confianza para el desarrollo de este trabajo.*

*Al Ing. Fernando Molina y al Sr. Víctor Díaz del Instituto de Investigaciones en Materiales, por su asesoría y apoyo en la construcción de las piezas necesarias para este trabajo.*

*Al Dr. Lorenzo Leija Salas y al M. en C. Rubén Pérez Valladares del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, por las facilidades otorgadas para la realización de las pruebas del dispositivo que se construyó.*

*Al Ing. Eliseo Díaz Nácar y a la Dra. Mónica Vázquez Hernández, por sus ideas y sugerencias para la realización de este trabajo.*

*Al Ing. Martín Fuentes Cruz por su colaboración y apoyo en las pruebas del dispositivo.*

*Y especialmente al M. en C. Israel Sánchez Domínguez por dirigirme en esta tesis, en donde me brindó asesoría, apoyo, paciencia, tiempo y su amistad.*

*Y a todos mis amigos del DISCA-IIMAS, Facultad de Ingeniería y Preparatoria 5-UNAM, compañeros de Atletismo Universitario y todas aquellas personas que me orientaron a lo largo de mi carrera.*

*Dedico la presente tesis a mi madre por su amor, apoyo, paciencia, comprensión y por enseñarme a caminar por la vida; a mi padre por enseñarme a ser perseverante; a mis hermanos por su apoyo incondicional; y especialmente a Alondrita por ser mi inspiración, por su paciencia, amor, tolerancia, por estar conmigo en mis éxitos y en mis fracasos, y por enseñarme a ser mejor persona.*

## Corredor de las Áridas Arenas (4 de Agosto de 1982)

El Rey quiere pescado en desayuno  
y ordenó al pueblo llevarlo a su casa.  
Nadie se ofreció traer uno a la mesa.  
Desde entonces permanece en ayuno.  
Hubo alguien que estuvo de si seguro  
vástago atlante de la antigua raza  
la liebre veloz logra darle caza  
de sus pies y piernas sentía orgullo  
Tirano que sembró nunca algún fruto  
a su gente no enseñó a pescar nada  
y olvidó<sup>o</sup>1 prevenir para el futuro.  
Atleta que vino desde la playa  
tu fama en estas palabras intuyo  
hasta el desierto entregaste tu carga.  
¡Deja que a tu lado marche en honor!