

Modelado e implementación de un sistema de enseñanza de Lenguaje de Señas Mexicano

Juan F. García Mejía*, Luz A. Tinoco Monroy*, Germán González Hernández*,
José A. García Mejía**, Judith Moreno Jiménez***

Recepción: 25 de mayo de 2006
Aceptación: 13 de diciembre de 2006

* Centro Universitario UAEM Atlacomulco.
Carretera Toluca-Atlacomulco Km 60. Atlacomulco, México.

** Instituto Tecnológico de Toluca. Av. Tecnológico s/n Colonia la Virgen, Metepec, México.

*** Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México.
correo electrónico:
fernando_garcia_mejia@hotmail.com

Nuestro agradecimiento a la Dirección de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México por su apoyo a este trabajo mediante el proyecto registrado con clave 2088/2005U; al Dr. Fidel Alejandro Camarena Vudoyra, adscrito al Instituto Tecnológico de Toluca, por sus sugerencias y valiosas aportaciones.

Resumen. En este artículo se muestra un sistema que permite el estudio y práctica del Lenguaje de Señas Mexicano (LMS), el cual es el método de comunicación de las personas que padecen un trastorno de procesamiento auditivo.

El sistema propuesto en este artículo consta de un guante de tela instrumentado con sensores de flexión, una etapa de acondicionamiento de señales y una tarjeta de adquisición de datos; que en su conjunto constituyen el Hardware. El software está formado por un programa de adquisición de datos y una interfaz de usuario, ambos codificados en Visual Basic Net.

El sistema propuesto se modela por medio del lenguaje de modelado unificado (UML), ya que Visual Basic es un lenguaje orientado a eventos.

Palabras clave: Sistema de enseñanza del Lenguaje de Señas Mexicano, Visual Basic Net lenguaje de modelado unificado, sensores de flexión.

Modeled and Implementation of a System of Education of Mexican Language of Signs

Abstract. In this paper a system is shown that allows the study and practice of the Mexican Sign Language; the communication method of people with problems in auditive processing. The system proposed in this paper consists of a fabric glove equipped with flexion sensors, a signal conditioning stage and a data acquisition card; these elements constitute the Hardware. The software is formed by a data acquisition program and a user interface, coded in Visual Basic Net.

The proposed system is modeled by means of the unified modeling language (UML), since Visual Basic is a language oriented to events.

Key words: system of education for the Mexican Sign Language, Visual Basic Net, unified modeling language, flexion sensors.

Introducción

Se presenta el proceso de diseño y construcción de un instrumento virtual de medición de la posición de los dedos de la mano, aplicado en la implementación de un sistema de enseñanza del Lenguaje de Señas Mexicano (LMS), empleado para cubrir las necesidades de comunicación de las personas que padecen algún trastorno de tipo auditivo.

En esta sección se muestran los aspectos históricos en la enseñanza del lenguaje empleado por las personas sordomudas, así como conceptos sobre instrumentación virtual y modelado UML, los cuales son necesarios para este desarrollo.

Aspectos históricos

En 1755 Abbe Charles Michel de L' Epee fundó la primera escuela libre para sordomudos en París, Francia. Demostró

que estas personas pueden desarrollar la comunicación entre ellos y el mundo oyente a través de un sistema de gestos convencionales basados en señales realizadas con las manos (Davis, 2004).

Otro prominente educador sordo del mismo periodo (1778) fue Samuel Heinicke de Leipzig, Alemania, quien no usó el método manual de comunicación, pero enseñó oralización y lectura relatada. Además estableció la primera escuela pública para sordos que logró el reconocimiento gubernamental (Davis, 2004).

Estos dos métodos (el manual y oral) fueron los precursores del actual concepto de comunicación total, que utiliza todos los medios disponibles como el lenguaje de señas, gestos, el *fingerspelling*, *speechreading*, oralización, audífonos, lectura, escritura y representaciones gráficas (Davis, 2004).

En 1817 Gallaudet fundó la primera escuela nacional para las personas sordas, en Hartford, Connecticut, y Clerc se convirtió en el primer maestro sordo de lengua de señas de los Estados Unidos (Davis, 2004).

En la actualidad, el interés por el lenguaje de señas continúa creciendo, esto se ve en el aumento de las clases del lenguaje de señas en las diversas comunidades, iglesias y universidades de los Estados Unidos de tal forma que es el cuarto idioma que se usa en ese país.

Instrumentación virtual

Los constantes avances en el *software* y el *hardware* de las computadoras han dado como resultado el surgimiento de nuevos sistemas de información conocidos bajo el nombre de instrumentación virtual.

La instrumentación virtual reemplaza instrumentos de medición reales por un programa de cómputo que se encarga de la lectura, procesamiento, almacenamiento, impresión y representación de los datos y resultados obtenidos. Las razones para utilizar un instrumento virtual en lugar de un instrumento real son las siguientes: permite la medición de diferentes variables, el almacenamiento de datos, se tiene una interfase más amigable con el usuario, permite realizar cualquier tipo de procesamiento y son más exactos que los sistemas de instrumentación real.

De lo anterior se desprende la definición de instrumento virtual, el cual es un módulo de software que simula los aspectos funcionales de un instrumento real, basándose en todos los dispositivos físicos que pueden ser operados por la computadora a través de sus diferentes puertos: USB, paralelo, RS-232, entre otros (Antoni, 1999).

Los componentes de un sistema de instrumentación virtual se enumeran a continuación:

a) *Mensurando*: la magnitud o variable física a medir.

b) *Sensor*: encargado de convertir la variable física en una señal eléctrica.

c) *Etapas de acondicionamiento de señales*: formada por dispositivos pasivos (tales como resistencias, capacitores, inductores) y en algunos casos por amplificadores.

d) *Etapas de adquisición de datos*: encargada de tomar los datos de la etapa de acondicionamiento y convertirlos a un equivalente digital que es leído por medio de una computadora personal.

e) *Visualización*: es la etapa encargada de mostrar en una interfase gráfica los resultados de la medición realizada.

Lenguaje Unificado de Modelado

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) surge como una técnica computacional que permite especificar, visualizar, construir y documentar programas de cómputo. Lo anterior permite también entender, diseñar, configurar, mantener y controlar información de sistemas a implementar.

El UML capta la información sobre la estructura estática (conceptos clave de la aplicación, sus propiedades internas y las relaciones entre cada una de ellas) y el comportamiento dinámico (estructura de los datos, control y flujo de datos) de un sistema.

El modelado por medio de UML se basa en construcciones gráficas denominadas diagramas, los cuales se muestran a continuación (Booch, 2004):

a) *Diagramas de objetos*: muestran la encapsulación de un objeto que también es reconocido como una instancia, lo cual permite una alta cohesión.

b) *Diagramas de clases*: presentan las clases del sistema con sus relaciones estructurales y de herencia.

c) *Diagramas de iteración*: describen secuencias de intercambios de mensajes entre los roles que implementan el comportamiento de un sistema.

d) *Diagramas de caso de uso*: constituyen una técnica que permite obtener información de cómo un sistema realiza o deberá realizar sus funciones.

e) *Diagramas de componentes*: describen los elementos físicos del sistema y sus relaciones. Los componentes representan todos los tipos de elementos *software* que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas.

f) *Diagramas de actividad*: especialización del diagrama de estado, organizado respecto de las acciones y usado para especificar.

g) *Diagramas de despliegue*: muestran la disposición física de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos.

h) *Diagramas de estado*: conjunto de estados por los cuales pasa un objeto durante su vida en una aplicación, junto

con los cambios que permiten pasar de un estado a otro.

i) Diagramas de paquetes: divide la información en unidades más pequeñas, de modo que se puede trabajar con una cantidad de información limitada, para que los equipos de trabajo no interfieran entre sí.

1. Modelado del sistema

Las letras del abecedario del LMS se generan por medio de diversos movimientos de los dedos y muñeca, por tal motivo se construye un instrumento virtual que mida su posición. Como se explica en la sección anterior uno de los aspectos importantes en la instrumentación virtual es el *software* por lo tanto, en esta sección se muestra su modelado.

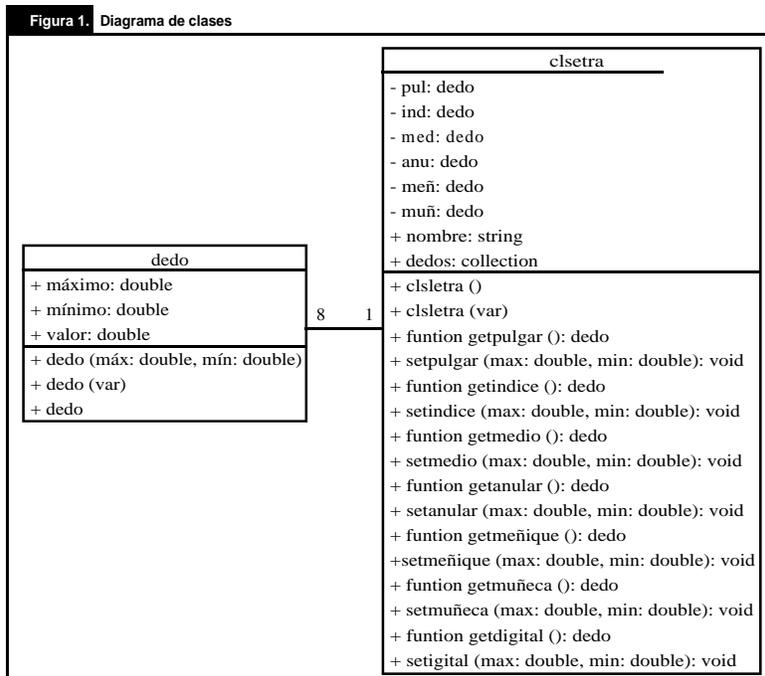
1.1. Diagrama de clases

En esta sección se modela la estructura del programa que constituye una parte del instrumento virtual. La figura 1 muestra el diagrama de clases donde se observa que la clase *clsletra* está formada por:

- a) Seis objetos públicos de variable tipo *dedo*, las cuales representan los movimientos de los dedos y la muñeca de la mano.
- b) El objeto privado nombre de variable del tipo *string* (carácter).
- c) Dedos es una colección de la clase letras, es decir un conjunto ordenado de objetos almacenados en una estructura de datos dinámica, la cual almacena los valores correspondientes a los movimientos de las falanges y la muñeca.

La clase *clsletra* tiene dos funciones:

- Una es colocar los datos numéricos representativos de la posición de los dedos y muñeca característicos para cada una de las letras del LMS, los cuales fueron determinados de



forma experimental con el guante y con ayuda de una persona especializada en ese lenguaje.

- Otra, recuperar estos datos para compararse con los adquiridos por el sistema con la finalidad de conocer qué falange no se encuentra en la posición adecuada para la representación de alguna letra.

La variable *dedo* está formada por las variables públicas, mínimo, máximo y valor del tipo *double* (doble).

1.2. Diagrama de casos de uso

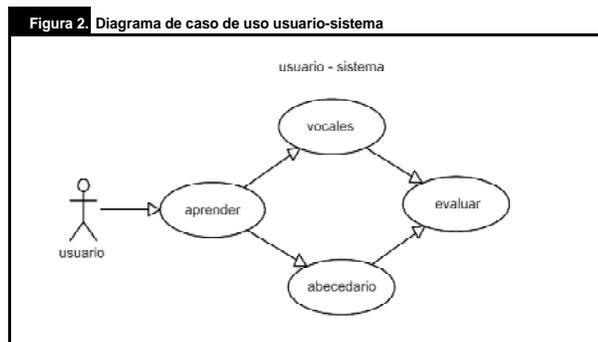
El diagrama de casos de uso se divide en dos:

- a) Usuario-sistema: se muestra en la figura 2 donde aparecen las acciones y reacciones del estudiante del LMS con el programa, es decir, el sistema permite el aprendizaje de vocales o el resto del abecedario, ya que ambas actividades son evaluadas.

- b) Sistema-letras: representa cómo funciona el sistema, es decir, se adquieren datos que corresponden a los movimientos de la mano característicos de las letras, posteriormente se validan y se realiza una evaluación que representa la relación de la adquisición de datos con letras del sistema (figura 3).

1.3. Diagrama de componentes

La figura 4 muestra el aspecto físico del sistema en forma de *hardware*, es decir, el instrumento virtual propuesto (guante, tarjeta de adquisición de datos, etapa de acondicionamiento y la computadora personal) y el *software* (programa de aplicación, dll's, sistema operativo, etc.).



1.4. Diagrama de interacción

A continuación se muestra la interacción que el usuario tiene con el sistema. Se debe recordar que este diagrama se divide en diagrama de secuencia y de colaboración que a continuación se muestran.

El diagrama de secuencia que se muestra en la figura 5 denota lo siguiente:

- a) El usuario flexiona los dedos o la muñeca.
- b) Los sensores convierten el ángulo de flexión de dedos o muñeca a una señal analógica.
- c) La tarjeta de adquisición de datos convierten las señales analógicas a digitales para posteriormente analizarlas por el sistema.

El siguiente diagrama de colaboración de la figura 6 muestra cómo el usuario pide al sistema una letra de la colección, ingresa los movimientos correspondientes a la misma por medio del guante y se evalúan por la computadora mediante un bloque específico para ese propósito.

1.5. Diagrama de actividad

En la figura 7 se puede ver el comportamiento de la ejecución del sistema, el cual se explica a continuación:

a) Elegir una letra para la cual ya han sido determinados los valores correspondientes a la posición de los dedos.

b) El sistema adquiere datos correspondientes a la flexión de las falanges y la muñeca.

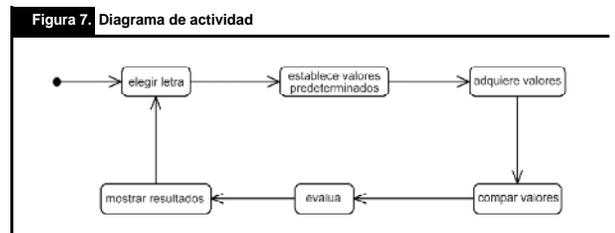
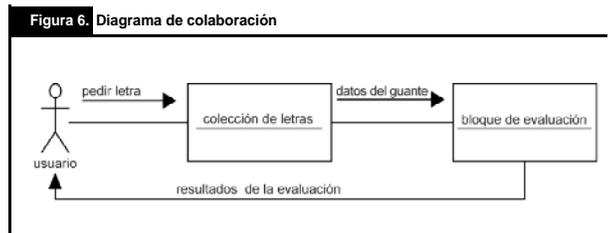
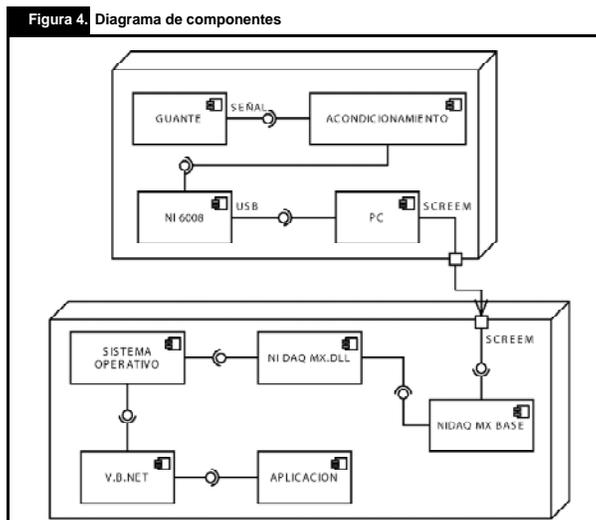
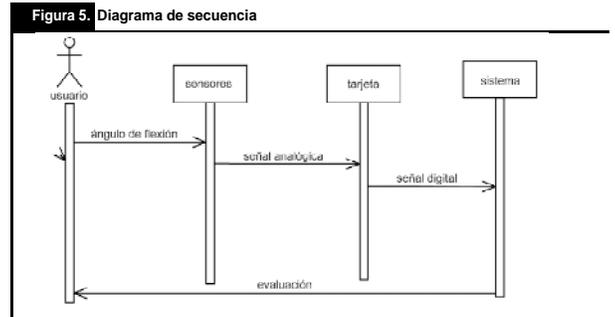
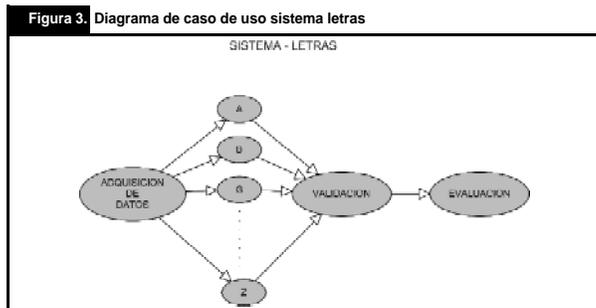
c) Se comparan los valores adquiridos con los establecidos por el sistema.

d) Se evalúa, es decir se establece si todas las falanges y la muñeca están en la posición correcta para la letra seleccionada.

e) Se muestran los resultados, de tal modo que el usuario verifica cuál falange se encuentra en una posición incorrecta, permitiendo su corrección.

2. Construcción del guante propuesto

Es necesario implementar un guante que permita medir la posición de los dedos de la mano (figura 8), esto se realiza a partir de un dispositivo conocido como sensor de flexión (*flex sensor*, en inglés), el cual está formado por una tira delgada de plástico polímero que puede ser fácilmente flexionado, cubierto por una capa de carbón que forma una resistencia, ésta a su vez se encuentra cubierta por unas láminas de metal que están adheridas a lo largo del dispositivo.



Para este desarrollo se utilizaron seis sensores de flexión, uno para cada falange y la muñeca. También es necesario detectar el contacto entre los dedos anular, índice y medio, así como en la uña y yema de estos últimos puesto que algunas letras requieren detectar las uniones entre sí. Lo anterior se consigue mediante la colocación de láminas metálicas en los miembros antes mencionados.

Debido a que el sensor proporciona variaciones de resistencia es necesario realizar un circuito de acondicionamiento de señal que se muestra en la figura 9 (González, 2006), el cual es utilizado para cada uno de los sensores empleados en este desarrollo.

Dicho circuito está formado por un divisor de tensión que se alimenta con cinco volts, y que tiene la finalidad de obtener una variación de voltaje con respecto a la del sensor de flexión denotado en el diagrama por la etiqueta *flex sensor* y un amplificador operacional, configurado como seguidor de voltaje, el cual acopla las impedancias del divisor de tensión con la tarjeta de adquisición de datos.

Los datos obtenidos del guante diseñado a partir de los sensores de flexión son adquiridos y procesados por una tarjeta de adquisición de datos NI 6008 de *National Instruments*, cuyas características se muestran en la tabla 1. El procesamiento y la adquisición de datos son realizados por un programa codificado mediante Visual Basic. Net.

3. Interfase de usuario

Debido a que el sistema se diseñó como una herramienta de aprendizaje del lenguaje de señas para gente sordomuda, lo ideal es que el alumno sea guiado por un instructor para el reforzamiento del conocimiento, sin embargo, puede ser utilizado sin la presencia del instructor.

Una ventana principal (figura 10), que se inicia al momento de arrancar el programa, muestra la pantalla de inicio que contiene un menú que se explica a continuación.

Tabla 1. Características de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6008	
Puerto de conexión a la computadora	Universal Serial Bus (USB)
Número de canales analógicos de entrada	8 simples/4 diferenciales
Resolución del convertidor analógico digital	12 bits
Número de líneas digitales de salida/entrada	12
Número de canales analógicos de salida	2
Resolución de canales analógicos de salida	12 bits
Velocidad de muestreo.	10 kilo muestras/segundo

Figura 8. Guante propuesto

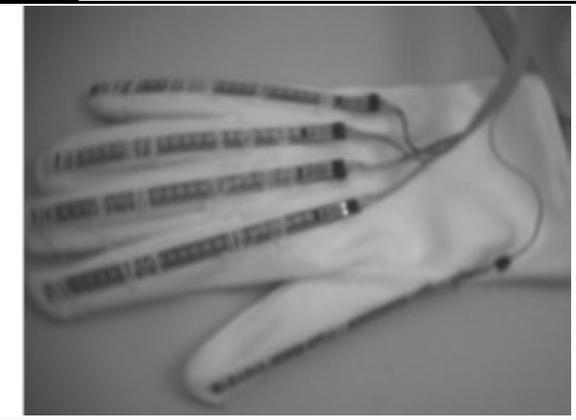


Figura 9. Circuito de acondicionamiento de señal

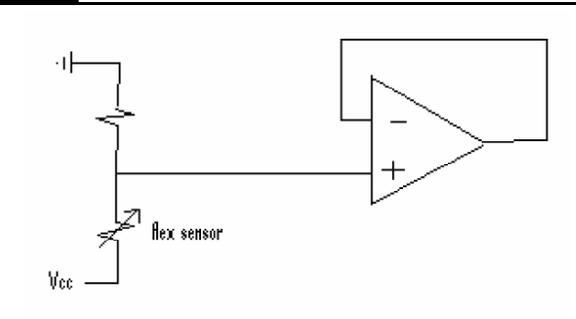


Figura 10. Pantalla inicial



Figura 11. Instrucciones de uso



En el control instrucciones (figura 11) se despliegan los pasos a seguir para el buen funcionamiento del programa.

En el sistema se ofrecen dos maneras de aprender el abecedario del lenguaje de señas, se puede empezar con vocales y posteriormente seguir con todo el abecedario completo aunque esto queda a consideración del usuario.

Como que el funcionamiento y apariencia es igual en las dos secciones restantes del sistema, se presentará la parte de ABCDario (figura 13) sin abordar vocales que es el mismo para ambas pantallas.

Esta pantalla también contiene la opción de pasarse a la parte de ABCDario si es que se encuentra en la sección de vocales y viceversa. Por último, el sistema cuenta con un botón de salir (figura 14).

Al abrirse la pantalla se iniciará la adquisición de datos (figura 15) que ayuda para la medición de la posición de los dedos de la mano; a partir de ese momento se puede empezar la evaluación de las letras, al pulsar la letra que se desee, en la pantalla se muestra una imagen de la posición correcta de la seña.

En la parte derecha se encuentran los nombres de cada dedo, de la muñeca y del espacio o contacto entre dedos.

El programa indica dedo por dedo si la postura es correcta, así como la posición de la muñeca y el espacio entre cada dedo. Indica si se debe flexionar o abrir más y si debe existir contacto entre los dedos (figura 16.)

Si la postura es correcta en la pantalla aparecerá el mensaje “listo” en cada dedo que se evaluó, en el momento que todos sean correctos el programa pasará a la siguiente letra para que se evalúe.

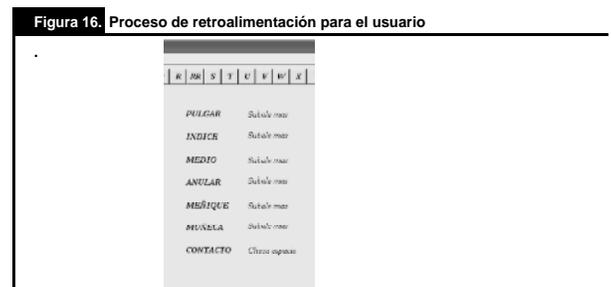
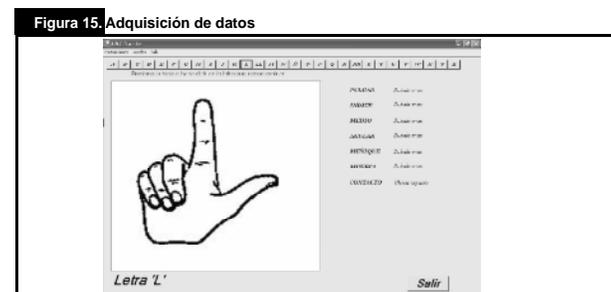
El proceso que se sigue para cada letra es el mismo ya sea para la versión vocales y ABCDario.

Los requerimientos mínimos del sistema para su correcto funcionamiento son:

- a) Sistema operativo: Windows XP o 2000
- b) Memoria RAM: 128 MB
- c) Microprocesador Pentium IV 1.7 GHZ o equivalente
- d) Windows Media Player 8.0
- e) Puerto USB

Conclusiones

El sistema propuesto es una herramienta que facilita el proceso de aprendizaje del lenguaje de señas para sordomudos. El uso de técnicas UML para el modelado facilitó la comprensión y el diseño del programa. El empleo de una tarjeta de adquisición de datos basada en USB confiere a este desarrollo una portabilidad aceptable.



Bibliografía

Antoni, M. (1999). *Instrumentación virtual: adquisición, procesamiento y análisis*. Alfa Omega, México.

Booch, G. (2004). *El UML Lenguaje Unificado de Modelado*. 2a Ed. Prentice Hall, Pearson, México.

Davis, E. (2004). *La historia de la lengua de señas*. Página de divulgación. Sociedad Argentina de personas sordomudas. <http://www.sitiodesordomudos.com/ar/historia_Isa.htm> (15 de agosto 2004).

González, G. (2006). *Caracterización de un sensor de flexión aplicando un sistema de instrumentación virtual*. Tesis de licenciatura. Unidad Académica Profesional Atlacomulco, Universidad Autónoma del Estado de México.