

GUANTE INTERPRETE DE LENGUAJE DE SEÑAS MEXICANO PARA COMUNICAR NECESIDADES BASICAS, UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR

Marco Antonio Pinto Ramos, José Jaime Esqueda Elizondo, Ceseña Smith Gustavo, Méndez Casiano Victor,
Mendoza Gómez Alejandro
mpinto@uabc.edu.mx, jjesqueda@uabc.edu.mx, gustavo.cesena@uabc.edu.mx, victor.mendez@uabc.edu.mx,
alejandro.mendoza.gomez@uabc.edu.mx

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.
Universidad Autónoma de Baja California.

Calzada Universidad 14418 Parque Industrial Internacional Tijuana, Tijuana B.C. 22390
01 (664) 979-75-00 ext 54310

RESUMEN.

Se presenta el desarrollo de un sistema que tiene como objetivo primordial la capacidad de interpretar el lenguaje a señas mexicano para comunicar las necesidades básicas del usuario. Se utiliza un Sensor de 9DOF (9 Degrees of Freedom), flexómetros (FS), un microcontrolador y Labview sólo como interfaz gráfica de datos. El sensor 9DOF, tanto como los flexómetros y el microcontrolador interaccionan para lograr el objetivo. El sensor 9DOF se encarga de detectar los movimientos de las manos en los tres ejes X, Y y Z, mientras que los flexómetros, ubicados en cada uno de los dedos, indican el grado de flexión respectivo. El microcontrolador recibe esta información para procesarla y de acuerdo con el resultado, tomar una decisión para desplegarla en una pantalla de LabView, el mensaje que se desea comunicar.

Palabras Clave: Lenguaje de señas, guante, microcontrolador, comunicación básica.

ABSTRACT.

A system capable of interpreting de Mexican signs language to communicate basic needs of the user as the primary objective is developed. A 9DOF (9 Degrees of Freedom), SparkFun Sensor Stick, SpectraSymbolFlex Sensor (FS), microcontroller and Labview only as a GUI data are used.

The 9DOF as much as the FS and microcontroller perform task individually to plot them together and achieve the goal. The 9DOF is responsible for detecting the hand movements along the three axes, X, Y and Z while the FS's located in each finger indicate the respective degree of flexion. The microcontroller receives this information for then plot them in Labview to confirm the operation of each element. Finally, the microcontroller processes the signals acquired and based on some patterns can take a decision that can be displayed on a screen with the message desirable to communicate.

Keywords: Sign language, glove, microcontroller, basic communication.

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano tiene un gran número de necesidades, de las cuales algunas sobresalen de otras. Estas necesidades básicas necesitan estar cubiertas a cierto grado para que el individuo se encuentre estable, tanto de salud física como mental. Dentro de estas se puede encontrar la necesidad de desarrollo humano, la de alimentación y la comunicación o interrelación con otros individuos. Por naturaleza el ser humano es un ser social, el cual necesita estar rodeado por aquellos de su misma especie, de ahí el nacimiento de las sociedades. Para poder establecer vínculos con aquellos que les rodea es necesario establecer una comunicación entre estos mismos. Al no poder ser capaz de establecer este nivel de comunicación se pierde una de las necesidades básicas del ser humano.

Cada ser humano es diferente entre sí en el aspecto físico y mental. Hay personas con diferentes facultades y capacidades ya sea por recursos a disposición, clases sociales o factores de nacimiento. Personas que nacen con problemas de audición o habla presentan un grado de dificultad a la hora de querer entablar una conversación. De este modo se pierde una de las necesidades primordiales del ser humano que es el de la comunicación.

Estadísticamente hablando, gracias a los datos presentados por el INEG (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía) se puede decir que en México se encuentran, aproximadamente, 400 mil personas que presentan discapacidades de lenguaje o auditivas [1]. El artículo 12 de la Ley General de las Personas con Discapacidad afirma que el LSM (Lengua de Señas Mexicana) es una lengua nacional. Desafortunadamente la difusión de su enseñanza y estudio a lo largo del país no es suficiente a pesar de ser parte del patrimonio lingüístico.

Las discapacidades en la población mexicana van desde el carácter motriz hasta los procesos de aprendizaje del individuo. Hablando de porcentajes las limitaciones más

sobresalientes de la población corresponden a la capacidad de moverse con un 58.3%, dificultades para ver con un 27.2% discapacidades auditivas del 12.1%, aquellos de carácter mental de 8.5% y problemas con el habla y la comunicación representan un 8.3%. Con lo anterior podemos decir que la comunidad sorda en México está conformada por 649.451,75 individuos durante el 2010 (Figura 1). Cabe mencionar que estas estadísticas pueden aumentar con el transcurso del tiempo ya sea por el nacimiento de personas con esta misma discapacidad o los posibles accidentes que se pueden presentar, impidiéndoles de estas facultades [2].

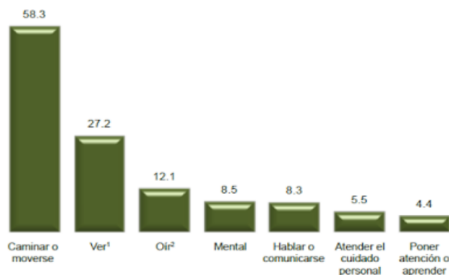


Figura1. Porcentajes de discapacidades. Nota: La suma de porcentajes excede a 100% debido a la población que tiene más de una limitación

Teniendo estos datos en mente se pretende brindar ayuda a aquellas personas limitadas por sus diferentes facultades para cubrir una de sus más básicas y primordiales necesidades, para expresar lo necesario en el momento oportuno y hacer conciencia de este aspecto en la comunidad mexicana.

Hasta el momento, no es posible dialogar de una forma fluida oraciones o palabras del individuo. No obstante, el LSM es conformado también por el abecedario con una representación respectiva de cada letra (Figura 2). Teniendo esto como avance se pueden expresar pequeñas palabras necesarias para comunicar mensajes que el usuario desee. Esto siendo la base del lenguaje se podrá desarrollar el sistema capaz de detectar ambas manos, tanto el movimiento como la posición de los dedos, para así expresar de manera fluida el lenguaje de señas mexicano. Por último, la ventaja de este sistema es que no se limita únicamente al lenguaje mexicano, es decir, el sistema es reprogramable y es posible modificar el aspecto de software para extrapolarlo a diferentes lenguajes una vez detectado correcta y eficazmente cada uno de los movimientos del usuario.



Figura2. Abecedario de Lenguaje de Señas Mexicano (LSM)

2. SENSORES

Los sensores que se utilizaron fueron 5 flexómetros, uno para cada dedo de una mano y un acelerómetro, el cual sirvió como referencia para identificar la posición estática de la mano así como distinguir cuando se efectúa un movimiento y poder identificar entre una letra y otra.

2.1 FLEXOMETROS

En este proyecto se utilizaron sensores resistivos lineales para detectar el grado de doblez de cada uno de los dedos de la mano respectiva [3]. Estos sensores son los flexómetros Spectrasymbol con una longitud total de 2.9 pulgadas y su parte funcional de 2.18 pulgadas (Figura 3), esta medida es suficiente para lograr cubrir de manera segura la longitud de los dedos. Sus características de operación se muestran en la Tabla 1.

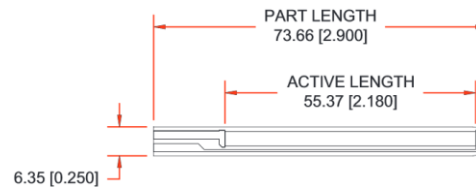


Figura3. Dimensiones del flexómetro lineal

Tabla1. Características del flexómetro lineal

Parámetro	Valor
Ciclo de vida	>1 millón
Rango de temperatura	-35°C a +80°C
Resistencia plana	25K Ohms
Tolerancia resistiva	±30%
Rango de resistencia al doblar	45K a 125K Ohms
Potencia continua	0.5 Watts
Potencia pico	1 Watt

Para poder adquirir la información del grado de flexión del dedo cada uno de ellos, se conectó en arreglo de divisor de voltaje. De esta manera, al flexionar el dedo, el valor resistivo varía y con esto la caída de tensión en el sensor. Se tomaron lecturas con una frecuencia de muestreo de 122 Hz, de cada uno de estos flexómetros a través de los puertos de entrada del microcontrolador. Dado que cada uno de los flexómetros, como es de esperarse, presenta pequeñas variaciones de valores resistivos, al momento de tomar la lectura de la tensión en el sensor se corrigieron estas variaciones en software en donde se tomarían valores máximos de 255 y valores mínimos de 0 al tener el dedo completamente estirado o doblado, respectivamente.

2.2 ACELERÓMETRO

Se aprovechó una característica en particular del sensor SparkFun 9DOF de interfaz I2C. Este dispositivo es un sensor muy pequeño con nueve grados de libertad. Este incluye el acelerómetro ADXL345, el magnetómetro HMC8383L y el giroscopio ITG-3200. Se aprovechó únicamente el acelerómetro, ya que el giroscopio y el magnetómetro no fueron necesarios para detectar los movimientos de la mano [4]. En la Tabla 2 se enlistan sus características de operación del dispositivo.

Tabla2. Características del acelerómetro ADXL345

Parámetro	Valor
Rango de medición (cada eje)	$\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g, \pm 16g$
No linealidad	$\pm 0.5\%$
Error de alineamiento inter-ejes	± 0.1 grados
Sensibilidad de eje transversal	$\pm 1\%$
Resolución de salida $\pm 2g$ (cada eje)	10 bits
Resolución de salida $\pm 4g$ (cada eje)	11 bits
Resolución de salida $\pm 8g$ (cada eje)	12 bits
Resolución de salida $\pm 16g$ (cada eje)	13 bits
Voltaje de operación	2.5
Temperatura de operación	$-40^{\circ}\text{C} + 85^{\circ}\text{C}$
Peso del dispositivo	g

El acelerómetro se conectó al microcontrolador a través de su puerto de comunicación I2C, de igual manera que los flexómetros se toman muestras con una frecuencia de muestreo de 70 Hz. Esto permite conocer la posición en la que se encuentra la mano, así como los movimientos que presenta en cada uno de los ejes por medio del procesamiento de la señal.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Cada uno de los sensores utilizados se conectaron al microcontrolador para así procesar los datos obtenidos y poder

hacer que identifique la letra a desplegar mediante la comparación de los valores obtenidos, con los valores ideales de cada letra, previamente guardados, dada por el lenguaje a señas mexicano.

3.1 FLEXÓMETROS

Para caracterizar los flexómetros primeramente se conectó cada uno de ellos en configuración de divisor de voltaje, alimentados desde la fuente digital del microcontrolador de 3.3 V y se montaron el primer prototipo del guante (Figura 4).

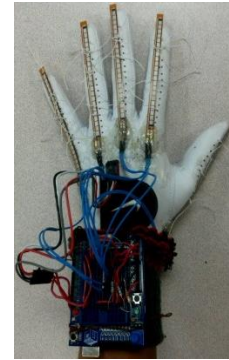


Figura 4. Flexómetros montados al primer prototipo del guante

Se tomaron las lecturas a una frecuencia de 122 Hz a través de los puertos de entrada del microcontrolador y se utilizó la interfaz gráfica de Labview como apoyo para graficar el comportamiento de cada uno de los flexómetros. Se realizaron pruebas en donde los dedos se encontraban completamente extendidos (Figura 5), completamente doblados (Figura 6) y una combinación de dedos completamente doblados, extendidos e intermedio (Figura 7).

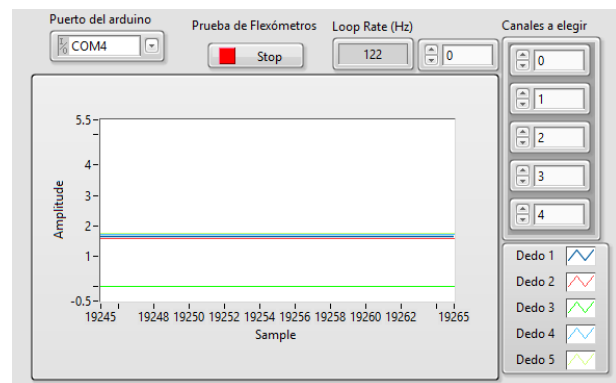


Figura5. Dedos completamente extendidos

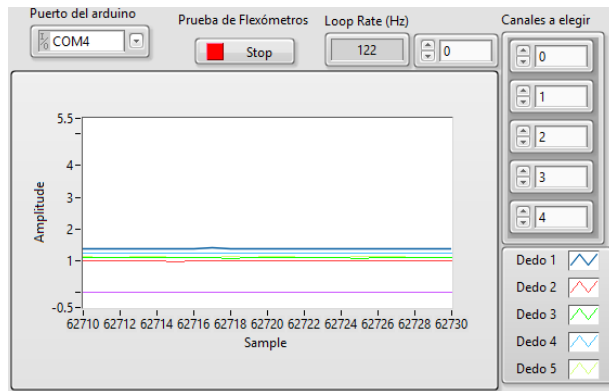


Figura6. Dedos completamente doblados

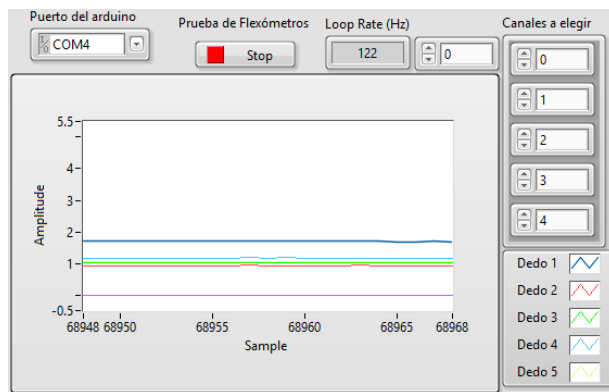


Figura7. Combinación de dedos extendidos y doblados

Con esto, se puede observar el comportamiento de cada uno de los sensores montados en cada dedo y detectar con facilidad si uno se llega a dañar por alguna razón o presenta un malfuncionamiento para después reemplazarlo con otro o aproximar el problema para darle solución.

3.2 ACELERÓMETRO

Para probar que el acelerómetro ADXL345 estuviera en buenas condiciones bajo operación, antes que nada, se estableció la comunicación con el microcontrolador a través de la interfaz I2C, para posteriormente tomar muestras continuamente, a una frecuencia de 70 Hz, a lo largo del tiempo necesario como para poder observar su funcionamiento sin ningún inconveniente.

Se realizaron pruebas para cada uno de los ejes X, Y y Z. Estas pruebas se basaron bajo el principio de funcionamiento del acelerómetro, el cual detecta fuerzas g . Aprovechando esta característica, el acelerómetro se colocó en cierta posición en donde cada uno de los ejes fuese afectado por la fuerza gravitacional, individualmente entre sí. Es decir, para someter únicamente un eje a la vez a la fuerza de gravedad y observar

en la interfaz gráfica de Labview los resultados. Se colocó de tal manera que el eje X estuviese colocado paralelamente a la fuerza g y oscilando (Figura 8), luego se repitió el proceso para el eje y (Figura 9) y el eje Z (Figura 10).

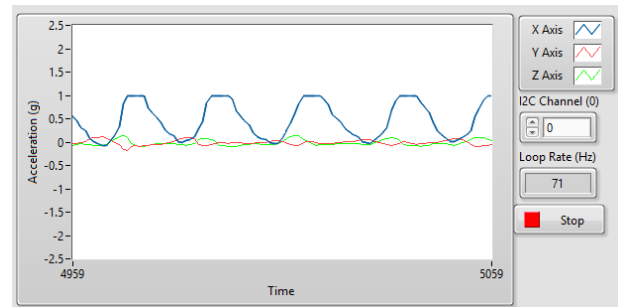


Figura8. Prueba del eje X

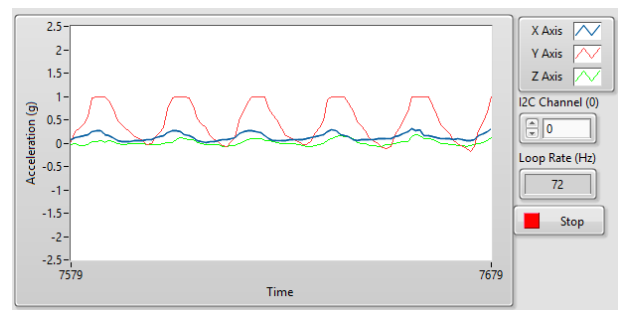


Figura9. Prueba del eje Y

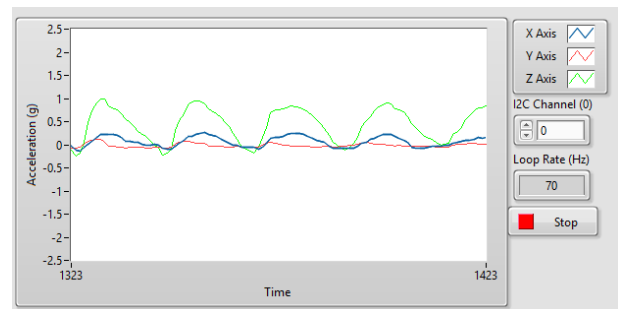


Figura10. Prueba del eje Z

Una vez corroborado el funcionamiento del ADXL345, se prosiguió a medir los tres ejes para la detección del movimiento de la mano. Para eso se utilizó la interfaz de Labview en donde ya no se grafican cada uno de los ejes por separado, sino en conjunto para observar el movimiento de la mano en pantalla. Se hicieron pruebas simulando las condiciones a las cuales se sometería el guante al interpretar el LMG, movimientos circulares (Figura 11) y movimientos irregulares (Figura 12).

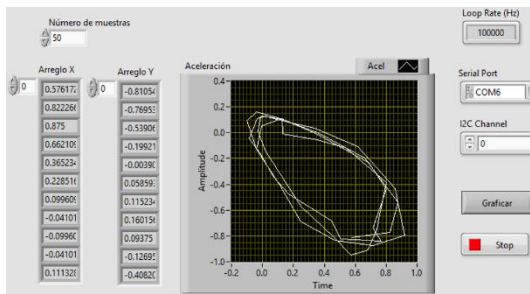


Figura11. Movimientos circulares de la mano

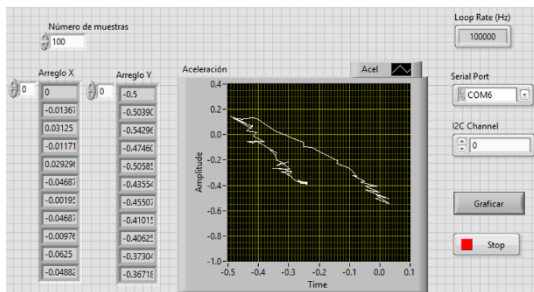


Figura12. Movimientos irregulares de la mano

Teniendo la detección de movimientos y la flexión de los dedos, así como el monitoreo de cada uno de los elementos, el sistema es capaz de discernir entre una letra y otra, independientemente si esta tiene movimientos de mano o permanece estática durante la flexión de los dedos. Tras capturar los datos y obtener la información de forma numérica, el microcontrolador procesa la información y toma decisiones al desplegar en la pantalla el mensaje deseado, según las condiciones detectadas a través de los sensores.

4. Algoritmo del programa

Una vez obtenidos los valores de cada uno de los sensores junto con el valor del acelerómetro, se crea un vector el cual será comparado con otro vector que representará el valor ideal de la letra deseada [5]. En la Figura 13 se muestra el diagrama de flujo del programa desarrollado.

Cuando inicia el programa se tienen 10 segundos para calibrar cada uno de los sensores de flexión, obteniendo los valores máximos y mínimos que puede entregar cada dedo, posteriormente se mandan esos valores para hacer una igualación, declarando que el valor máximo será proporcional a 255 y el valor mínimo será proporcional a 0. El resultado de esta operación se mandará a un vector que contiene el resultado de cada uno de los sensores y el valor del acelerómetro, después el mismo vector se va a comparar con una matriz donde se encuentran los valores ideales de cada posición para la letra. Se obtiene el valor máximo de la

correlación y este debe ser mayor o igual a 0.85 para asegurar que el valor nos arroja una buena correlación y finalmente se desea imprimir la letra que dio la mayor correlación.

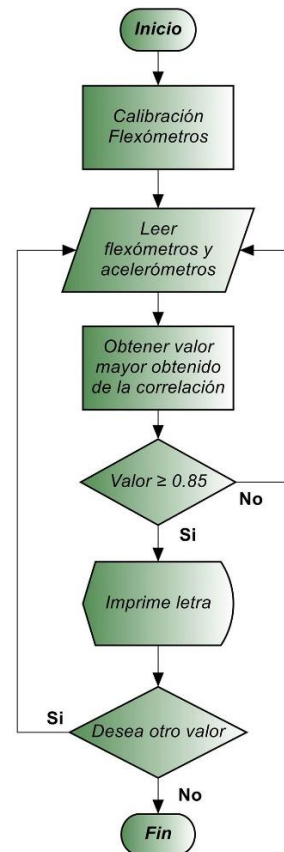


Figura13. Diagrama de flujo de la programación

Como paso final para este primer prototipo se realizaron pruebas para diferentes condiciones de posición de la mano, tanto flexión de dedos como movimientos de la misma. Los resultados se vieron reflejados en pantalla, los cuales se muestra en las Figuras 14, 15 y 16. Estos resultados corresponden a las letras A, B y F, respectivamente.



Figura14. Resultados correspondientes de la posición de mano para la letra "A"

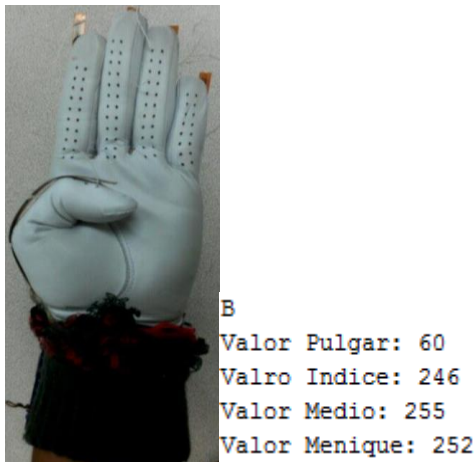


Figura15. Resultados correspondientes de la posición de mano para la letra "B"

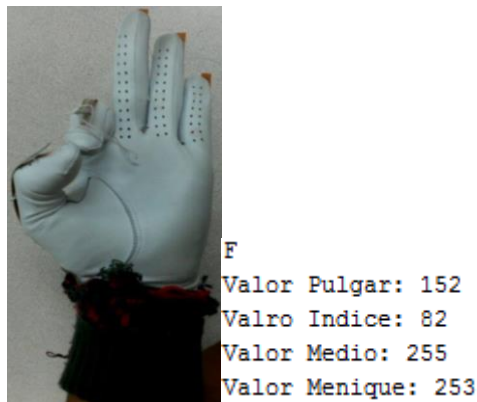


Figura15. Resultados correspondientes de la posición de mano para la letra "F".

Para el caso de la letra "A", se muestra el comportamiento de cada uno de los elementos desplegado en la interfaz gráfica de Labview. En la figura 16 se muestra el comportamiento de los flexómetros y en la figura 17 se muestra el acelerómetro.

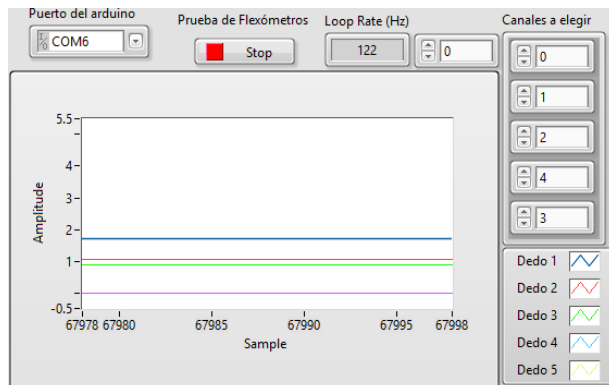


Figura16. Comportamiento de los flexómetros para la letra "A"

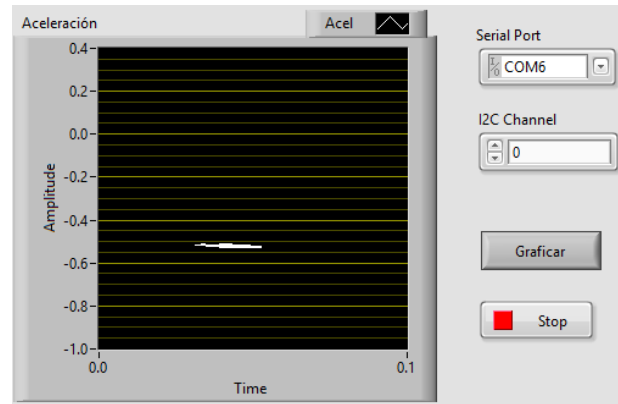


Figura17. Comportamiento del acelerómetro para la letra "A"

3. Conclusiones

El poder identificar las letras del abecedario del lenguaje a señas mexicano, fue gracias a manejar pequeños problemas como lo pueden ser, distinguir que tanto se flexiona un dedo, saber en qué posición estática se encuentra la mano y detectar si hay movimiento. Al juntar pequeñas soluciones a cada uno de los problemas, se creó un sistema el cual puede identificar cada letra para posteriormente desplegarla en la pantalla. Hay letras que requieren una mayor precisión por el parecido que tienen con otras, es por eso que gracias a la correlación se logró poder identificar un vector, el cual se creó en el programa con los datos obtenidos, contra el vector ideal de cada una de las letras ya declaradas en la creación del sistema..

6. REFERENCIAS

- [1] *Lenguaje de señas, certificación de competencias y equidad*, México, D.F., Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C, 2009,1.
- [2] *Personas con discapacidad y estadísticas de las personas sordas*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México, D.F., XXI Censo General de Población y Vivienda, 2010,1.
- [3] *Flex Sensor FS special edition length*, Salt Lake City, Utah, USA, Spectrasymbol, 2009, 1-2.
- [4] *Digital accelerometerADXL345*, Norwood, Massachusetts, USA, Analogdevices, 2009, 1-2.
- [5] *Procesamiento de señales analógicas y digitales*, Ambardar, A., Urbina, E., & Nagore, G., México D.F., Thomson Learning, 2002, 8-12.