

# Guante traductor de lenguaje de señas mexicano para personas sordomudas.

## Mexican Sign Language Translator Glove for Deaf-mutes.

Álvaro Hernández Sol (1).  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tecnológico Nacional de México, Chiapas, México.  
[ing\\_sol10@yahoo.com.mx](mailto:ing_sol10@yahoo.com.mx).

Gilberto Díaz Collazo (2). Estudiante, I. T. de Tuxtla Gutiérrez. [lire77@hotmail.com](mailto:lire77@hotmail.com).

Fidel Alberto Trujillo Miceli (3). Estudiante, I. T. de Tuxtla Gutiérrez. [zeta\\_musume@hotmail.com](mailto:zeta_musume@hotmail.com).

José Ángel Zepeda Hernández (4). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. [jzepeda@ittg.edu.mx](mailto:jzepeda@ittg.edu.mx).

Raúl Moreno Rincón (5). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. [rmoreno@ittg.edu.mx](mailto:rmoreno@ittg.edu.mx).

Francisco Ronay López Estrada (6). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. [frlopez@ittg.edu.mx](mailto:frlopez@ittg.edu.mx).

**Artículo recibido en julio 11, 2017; aceptado en agosto 28, 2017.**

### Resumen.

*El presente artículo describe el diseño de un par de guantes traductor para personas sordomudas, que tienen problemas de habla, debido a enfermedades o accidentes. Al utilizar este prototipo las personas podrán establecer un medio de comunicación con todas las personas normo-oyentes que desconocen el lenguaje de señas mexicano. Los movimientos de las manos son traducidas y sintetizadas a voz. Se adaptó un par de guantes comerciales con sensores, un sistema de traducción y un sintetizador de voz. Se utiliza sensores flex, acelerómetros y giroscopios para determinar las frases que son expresadas por el movimiento de las manos. Para posteriormente ser enviadas al sintetizador de voz que las reproduce. Se realizaron pruebas con personas que tienen problemas del habla por nacimiento, logrando la traducción de 20 frases que fueron reproducidas por el sistema. Un requisito indispensable para usar este prototipo es el de tener conocimientos en el lenguaje de señas mexicano para sordo mudos. La finalidad de este prototipo es que la persona con la incapacidad de hablar pueda darse a entender a pesar de usar su propio lenguaje.*

**Palabras claves:** Guante traductor, traductor de lenguaje de señas mexicano, sordomudo.

### Abstract.

*This paper describes the design of a pair of translating gloves for deaf mutes people who have speech problems due to illness or accidents. When using this prototype, people will be able to establish a way of communication with all the normal-hearing people who do not know the Mexican sign language. Hand movements are translated and synthesized into voice. A pair of commercial gloves was adapted with sensors, a translation system and a voice synthesizer. It uses flex sensors, accelerometers and gyroscopes to determine the phrases that are expressed by the movement of the hands. They can then be sent to the speech synthesizer that reproduces them. Tests were performed with people who have speech problems by birth, achieving the translation of 20 phrases that were reproduced by the system. An indispensable requirement to use this prototype is to have knowledge in Mexican sign language for deaf*

*mute. The purpose of this prototype is that the person with the inability to speak can be understood despite using his own language.*

**Keywords:** Translator gloves, Mexican sign language translator, deaf-mute.

## 1. Introducción.

La comunicación es fundamental para el desarrollo social del ser humano. De hecho, la vida en comunidad no puede concebirse sin la facultad de acceder a la información que se genera en los diferentes entornos. Entre las diversas formas de comunicación, la expresión oral es la más común y acompaña a la persona, como herramienta de participación, durante toda su existencia.

Cuando, por cualquier motivo, el habla se ve impedida, la posibilidad de alcanzar una verdadera realización social se reduce de manera importante. La dificultad de las personas sordas para comunicarse disminuye su capacidad de interacción social; en consecuencia, su desarrollo educativo, profesional y humano queda restringido seriamente, lo que limita las oportunidades de inclusión que todo ser humano merece, y esto representa un acto discriminatorio.

Las estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (INEGI, 2010) indican que en México existen 5,739,270 personas alguna discapacidad o problema de salud; de las cuales el 8.3% presentan problemas con el habla y de comunicación, siendo el estado de Chiapas el cuarto estado con personas con esta discapacidad. Con una población de 15714 personas, solo superado por Colima (10.2%) y Morelos (9.6%), San Luis Potosí (9.5%) y Quintana Roo (9.4%).

Como medio de socialización y mecanismo compensatorio, las personas sordas han desarrollado su propio lenguaje, la lengua de señas. Aun cuando ésta permite a las personas sordas comunicarse entre sí, no les facilita la relación con el resto de la comunidad, en especial, con los oyentes que desconocen ese lenguaje (Serafín y González, 2011). Es por esta razón que se pretende entender mejor el lenguaje de señas mexicano (LSM) y facilitar la comunicación entre personas de habla oral y lenguaje de señas.

Bell (1991), describió el competencia traductora como “los conocimientos y habilidades que debe poseer el traductor para llevar a cabo una traducción” y Hurtado (2001) como “la habilidad de saber traducir”. Además como menciona Parkinson S. (2015) “La elección del léxico también estará condicionada por el estilo, ya que lo que quizá encaje con uno determinado no encaja con otro”, es por esta razón que durante el desarrollo del prototipo se verifica las variables necesarias para lograr la identificación de la posición y movimiento de las manos para identificar que palabra o letra que se están formando y de esta forma se reproduzca en voz.

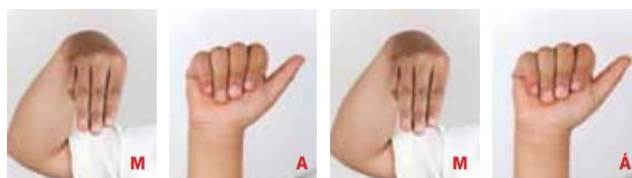
## 2. Métodos.

### Lenguaje de señas mexicano.

Cuando una persona es sorda, o bien, presenta alguna discapacidad de su sistema fono-articulador, se ve en la necesidad de recurrir a alternativas tecnológicas o médicas que le permitan compensar su deficiencia, tales como el aprendizaje del lenguaje a señas, la utilización de audífonos o intervenciones quirúrgicas. Sin embargo, no todas las operaciones resultan exitosas, ni tampoco el audífono puede hacer maravillas, en muchos casos después de algunos años tendrá que cambiarse por otro adaptado a sus nuevas necesidades y se tendrá que hacer un nuevo gasto.

Los sordos tienen un idioma nativo, el lenguaje de señas el cual les permite comunicarse con otros sordos, no se les debe privar de ese lenguaje, ya que les permite comunicarse con sus congéneres y crear comunidades, así como ser aceptados en la sociedad, las ventajas de ser sordo es que puede estar en lugares donde existe mucho ruido o puede estar a gran distancia de su interlocutor y seguirse comunicando sin ningún problema.

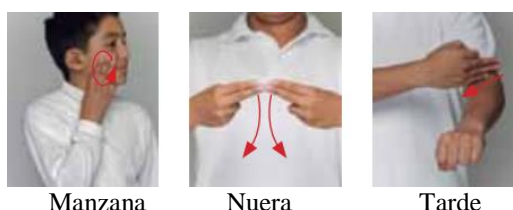
La lengua de señas mexicana está compuesta de la dactilología y los ideogramas. Se conoce como dactilología a lo que bien podría ser el deletreo en la lengua oral, y está representada en este diccionario sobre todo con el abecedario, Cada palabra se puede representar con la articulación de mano correspondiente de cada letra que la conforma. De acuerdo con esto, mamá puede representarse con cada una de sus letras, como se muestra a continuación, ver figura 1.



**Figura 1.** Dactilología.

Mientras los ideogramas representan una palabra con una o varias configuraciones de mano. En este caso entra casi todo el resto de los temas del diccionario; de acuerdo con esta realización, manzana se articula con la letra m de ideograma sobre la mejilla derecha, ver figura 2.

El lenguaje de señas es el medio de comunicación que utilizan las comunidades de sordos. Los sordos buscan una identidad lingüística y cultural al encontrarse con otros sordos, lo cual le permite tener una convivencia de naturaleza visual.



**Figura 2.** Idiogramas.

**Consideraciones.**

Para la realización de este prototipo se consideró que no todas las personas sordomudas de México tienen una sola forma de comunicación, eso quiere decir que no generan la misma simetría de sus palabras entre los mismos sordomudos, así que dentro del proyecto se tomaron en cuenta los siguientes puntos.

- La precisión de sus dedos.
- La aceleración que general el movimiento de sus manos.
- La posición exacta de la palabra que se forme.

Tomando en cuenta lo anterior se utilizaron los materiales de la tabla 1 en el desarrollo del prototipo, ver figuras 3-4.

**Tabla 1.** Dispositivos y función realizada.

| Dispositivo      | Función                       |
|------------------|-------------------------------|
| Sensores flex    | dactilología                  |
| MPU6050          | Ideograma                     |
| Arduino Nano     | Identificación de frases      |
| Modulo Bluetooth | Transmisión remota de frases. |
| Celular          | Sintetizador de voz           |

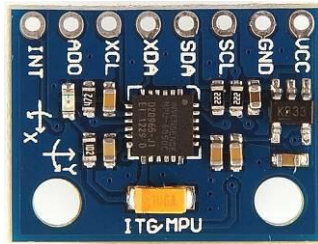


Figura 3. MPU 6050.

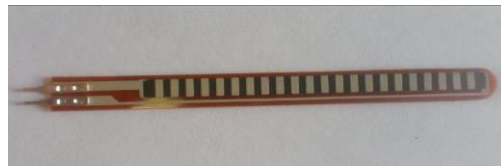


Figura 4. Sensor flex.

El diseño se basa en la elaboración de un par de guantes que envíen datos de la posición de los dedos y del movimiento de las manos a una aplicación Android de un dispositivo móvil y ésta la transforme a voz.

Fue seleccionado el sensor flex, para medir la posición de los dedos, considerando su propiedad de cambiar su resistencia en función a su curvatura (Corona, L., Abarca, G. 2010). Mientras que la medición de la velocidad y movimiento de las manos es sensada usando un acelerómetro y giroscopio.

### Pruebas del sensor flexible.

Los guantes que se diseñó utiliza 10 sensores flex, uno en cada dedo, cada sensor tiene una flexibilidad de 180°, con un rango de 120-10kΩ. Logrando que el guante tenga la flexibilidad necesaria para que el usuario no tenga ninguna dificultad al colocar los dedos en cualquiera de las posiciones que son necesarias dentro del lenguaje de señas mexicano. Al realizar pruebas de los sensores se graficaron el cambio de curvatura del sensor, ver figura 5. La señal analógica que arrojan es convertida a señales digitales de 0 a 1024 para ser interpretadas por el sistema de control.

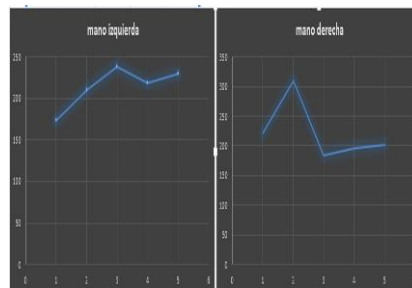
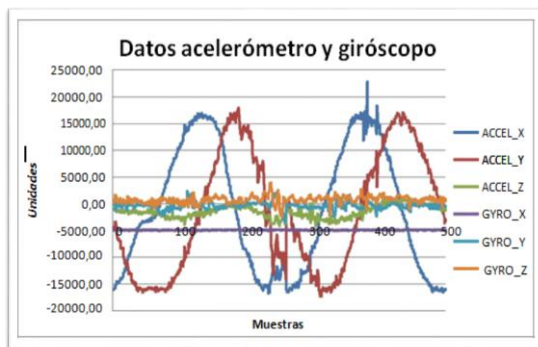


Figura 5. Medición de sensores flex.

### Giroscopio MPU 6050.

Al involucrar el movimiento de las manos se requiere determinar el movimiento de ambas en un plano tridimensional. Se realizaron pruebas del MPU 6050 se utilizaron funciones del software Parallax-DAQ, y se graficaron en Excel. Al tener realizar una serie de movimientos del sensor en su mismo eje se observa la figura 6.



**Figura 6.** Medición de giroscopio.

Las lecturas del giroscopio nos proporciona medidas de velocidad angular, para la obtención del ángulo será necesaria una función que integre dichos valores. Como dice La velocidad angular es la rapidez con la que varía el ángulo en el tiempo y se mide en radianes / segundos. Recordemos que  $2\pi$  radianes es igual a  $360^\circ$ .

La velocidad angular se calcula como la variación del ángulo sobre la variación del tiempo.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- $\omega$  = Velocidad angular [rad/s]
- $\Delta\theta$  = Variación del ángulo [rad]
- $\Delta t$  = Intervalo de tiempo [s]

Considerando que la frecuencia es la cantidad de vueltas sobre el tiempo, la velocidad angular también se puede expresar como:

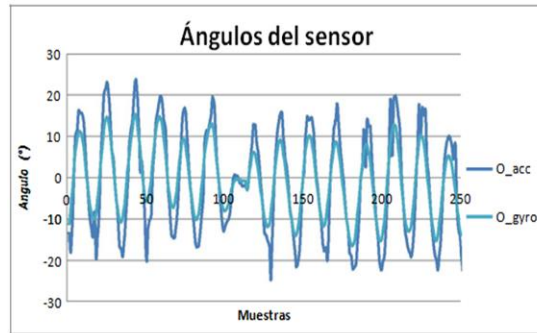
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

- $\omega$  = Velocidad angular [rad/s]
- f = Frecuencia [Hz]

**Tabla2.** Relación de ángulo.

| Núm. De vueltas/ seg | Ángulo | Radianes/seg |
|----------------------|--------|--------------|
| 1                    | 360    | 2π           |
| 2                    | 720    | 4π           |
| 1/2                  | 180    | π            |

En MCU tanto la velocidad angular como la velocidad tangencial son constantes.



**Figura 7.** Ángulo.

Como se ve en la figura 7 después de eliminar el ruido intrínseco del giroscopio, dado por la velocidad de movimiento de las manos, se realiza la decodificación del movimiento. Para lo cual se considera una posición espacial de referencia que está ubicada sobre el ombligo de la persona que está usando el dispositivo. Y a partir de esta posición se toma en cuenta la trayectoria de cada movimiento de las manos para determinar la frase que se desea transmitir.

### 3. Desarrollo.

#### Red.

La comunicación entre los dispositivos se lleva a cabo utilizando una configuración de red tipo estrella, en el cual existe un maestro y varios esclavos. El maestro controla la comunicación, por medio de una verificación de estado de cada uno de los esclavos. En este caso, cada mano envía su trama a través de un módulo bluetooth esclavo (HC-05) hacia el bluetooth maestro (HC-06) que tiene el controlador maestro. Cuando el controlador determina que frase es la que se ejecutó envía esta información al bluetooth del celular (esclavo) en donde tenemos la aplicación de generación de voz. Ver figura 8.

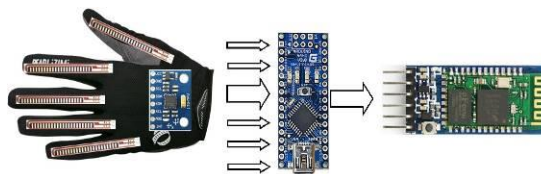


**Figura 8.** Diagrama a bloques del controlador.

#### Guantes.

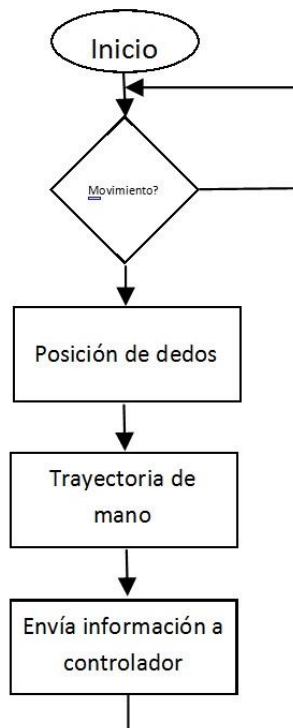
En el diseño del control de frases de los guantes se tiene identificada la posición de cada dedo y la trayectoria que debe seguir cada mano durante la generación de la frase.

Cada guante que se utiliza (2) tiene asignado un número, para identificar la procedencia de los posición de cada uno de los dedos de la mano, sea la mano derecha o izquierda. Cuando el usuario “habla” con las manos, cada guante toman las señales de sus 5 dedos (sensores flex) y del movimiento (giroscopio y acelerómetro) que es procesado por el Arduino nano, que toma estas señales y la convierte en un código de 8 bits. Este código se empaqueta en una trama para ser enviada a través del HC05 (esclavo) a un concentrador que hará la interpretación de la posición y movimientos de ambas manos y con esta información generara el código de frase que será enviada al celular a través del HC06. Ver figura 9.



**Figura 9.** Diagrama a bloques de guantes.

Si no se tiene movimiento de las manos el sistema se mantiene en modo de espera, ver diagrama de flujo de la figura 10.



**Figura 10.** Diagrama de flujo del guante.

Cuando el usuario empieza a mover las manos, se determina la posición de los dedos y se empieza a verificar la trayectoria que sigue las manos a partir de la referencia, cuando se termina el movimiento se verifica con la base de datos y se genera el código, que será enviado en la trama, que incluye un encabezado, mano derecha o izquierda, códigos de la frase y un byte de verificación. El encabezado de un byte está constituido por un identificador (código de identificación de sistema). El byte de número de guante es el código que identifica si el dato es enviado por mano izquierda o mano derecha. El bloque de códigos (posición de dedos y trayectoria de mano) está constituido por dos bytes. Mientras que al final de la trama se coloca un byte de verificación o CHECKSUM. La trama puede observarse en la figura 11.



**Figura 11.** Trama de datos utilizado.

### Controlador.

Está constituido por un Arduino nano y tres bluetooth, ver figura 12, que permiten la comunicación con los dos guantes y el celular. Este controlador siempre está preguntando si alguno de los guantes tiene trama a enviar, cuando alguno de los guantes envía su trama, se almacena. Cuando se tiene ambas tramas se obtiene la información de posición de dedos de ambas manos y sus trayectorias para determinar la frase que se ha ejecutado. Al identificar la frase se envía el código a la aplicación.

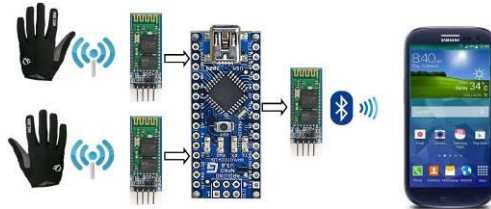


Figura 12. Diagrama del controlador.

### Aplicación Android.

Se diseñó en app inventor la aplicación de reproducción de voz de las frases que se reciben desde el par de guantes traductores de lenguaje de señas. El programa es muy simple, lo primero que hace es conectarse vía bluetooth con el controlador, para quedar en espera de que llegue algún comando de reproducción. Cuando llega el comando se pasa al sistema de reproducción de voz, además de visualizarlo en pantalla. Este comando se guarda en memoria de la aplicación considerando también el tiempo en el que se recibió.



Figura 13. Aplicación.

### Resultados.

En esta investigación se construyeron 2 guantes traductores de lenguaje de señas mexicano, un controlador y la aplicación en Android para llevar a cabo la comprobación del sistema reproductor de LSM a voz. Al utilizar los guantes no representan incomodidades en las manos ya que se diseñaron de tal forma, que son compactos y ligeros.

En la figura 14 se pueden observar los prototipos de guantes diseñados. Ambos guantes, realizan la misma función, pero en cada uno de ellos se determinan trayectorias diferentes dependiendo de las frases que se pueden reconocer.





**Figura 14.** Guantes terminados.

### Pruebas.

Para evaluar la efectividad del prototipo que se desarrolló, se buscó una persona que tuviera el conocimiento del LSM, ya que se requiere comprobar la traducción que se lleva a cabo. Luis Ángel es un joven que tiene el problema de sordera desde nacimiento y por lo consiguiente no pudo desarrollar el habla, y su única forma de comunicación es a través del lenguaje de señas. Toda su familia tuvo que aprender este lenguaje para poder comunicarse con él. Cuando se le presento el prototipo, se tuvieron varios inconvenientes, dentro de los cuales están:

- El ajuste del guante a las manos de Luis.
- La velocidad de sus brazos.

Se le hizo algo incómodo por el tamaño de los guantes que no eran de su talla, ya que se compraron sin considerar ese problema, y ocasionando que los sensores flex, no tuvieran tanta flexión al modificar la posición de sus dedos. Con respecto a la velocidad y trayectorias de las manos para las frases a traducir, Luis Ángel mueve las manos en trayectorias más cerradas y a mayor velocidad a las consideradas por el programador, lo cual ocasiono que el sistema tuviera algunos problemas para identificar las frases. Pero cuando se le pidió que no hiciera las frases tan rápido, el sistema fue capaz de reconocer el 85% de las frases consideradas, ver figura 15.



**Figura 15.** Reconociendo “buenos días”.

### Conclusiones.

Es importante el avance en la enseñanza de lenguas sobre todo cuando se nota el nivel de discriminación que se aplica a las personas sordomudas principalmente al momento de solicitar un empleo, por lo cual tratamos de fomentar que el lenguaje de señas sea tan universal como el hablado ya que así se disminuiría la poca comprensión que tenemos los norma oyentes ante una persona sordomuda. Y de esta misma forma ir reduciendo la discriminación al entender lo que realmente nos expresan y contestar de forma correcta a sus palabras.

Además que durante las pruebas tuvimos la oportunidad de usarlos con una persona sordomuda, por lo cual fue parte

fundamental del proyecto, ya que este trabajo fue especialmente hecho para ellos y por lo tanto fue de su agrado.

Durante la construcción del proyecto se pensó en el uso de los guante en la vida cotidiana y se pensó en lo estorboso que pudiese llegar a ser y por lo tanto se llegó a la conclusión del uso de los guantes de manera inalámbrica, y por lo tanto evitarse todo el cableado, y así tener mejor movilidad en una conversación común y simple, además de que los pocos cables que se llegaron a utilizar, fueron ocultadas con una capa de tela y así darle una apariencia menos tosca. Para la persona que la llegó utilizar fue muy cómodo el uso de los guantes y si se logró el cometido del cual es ayudar a las personas que carecen de sus sentidos auditivos y así puedan darse a entender frente personas normo oyentes.

### Referencias bibliográficas.

**Bell, R. T. (1991).** *Translation and translating*. London: Longman.

**Corona Ramírez Leonel G., Abarca Giménez Griselda S., Mares Carreño Jesús. 2015.** "Sensores y actuadores. Aplicaciones con arduino". Ed.Patria.

**Hurtado Albir, A. (2001).** *Traducción y traductología, introducción a la traductología*. Madrid: Cátedra.

**Parkison, S. (2015).** *Teoría de técnicas de la traducción*. Boletín AESPE no. 31. Centro virtual Cervantes.

**Serafín, María; González, Raúl. (2011).** *Manos con voz, diccionario de lenguaje de señas mexicana*. Consejo Nacional para prevenir la discriminación (CONAPRED).

### Referencias páginas de internet.

**Física Practica. (2011).** "Velocidad angular en movimiento circular uniforme". Recuperado de: <http://www.fisicapractica.com/velocidad-angular-mcu.php>

**Instituto nacional de estadística, geografía e informática (INEGI). (2010).** "Estadísticas de salud, discapacidad y seguridad social". Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mdis03&s=est&c=35212>

### Información de los autores.



**Álvaro Hernández Sol**, es Ingeniero en Electrónica, egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ITTG, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y es investigador desde 1997. Siendo Jefe de proyectos de investigación de ingeniería electrónica desde el 2001. Fundó y asesora el "Club de robótica del ITTG". Colabora en la línea de investigación de "Robótica" de Ingeniería electrónica. Y dirige el área de trabajo en "sistemas aéreos autónomos". Ha realizado investigaciones en el área de los sistemas alternativos de comunicación y en sistemas robóticos, Así como en sistemas traductores de lenguaje.



**Gilberto Díaz Collazo** es Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en Enero del 2016. Se especializa en el desarrollo de aplicaciones en Android para celular. Experto en programación en APP Inventor.



**Fidel Alberto Trujillo Miceli** es Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en Enero del 2016. Se especializa en el desarrollo de sistemas de control electrónico y programación en lenguaje C para Arduino.



**José Ángel Zepeda Hernández**, es Ingeniero Industrial en Eléctrica y Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica, egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ITTG. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez e investigador desde 1999, Imparte cátedra en el área de Ingeniería Electrónica y la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica en el ITTG, donde imparte las asignaturas de Diseño con Transistores y Electrónica Básica respectivamente. Líder de la Línea de Investigación y Generación del Conocimiento “Instrumentación”.



**Raúl Moreno Rincón**, Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la ESIME-IPN, en la ciudad de México, D.F. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Toluca. Maestro en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Chiapas. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y Jefe de Proyectos de Docencia de Ingeniería Electrónica. Es investigador desde 1999 y Colabora en la línea de investigación “Robótica” de Ingeniería electrónica, en donde ha realizado proyectos como: Sistema de alarma para personas con deficiencia auditiva basado en XBEE, robot de cafetería, araña hexápoda, entre otros.



**Francisco Ronay López Estrada** recibió su Doctorado en Ciencias en Control Automático por la universidad de Lorraine, France, en 2014, y su doctorado en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Centro Nacional de Investigación (CENIDET) en 2015. Recibió el grado de maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el CENIDET en 2008. Ha sido profesor del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez desde 2008 adjunto al departamento de Ingeniería Electrónica. Sus intereses de investigación son: Los sistemas lineales de parámetros variantes, sistemas de detección de fallas, sistemas descriptores, control de procesos y control de vehículos aéreos no tripulados.