



REVISTA
TECNOLOGÍA
DIGITAL

“Semillero de Investigadores”

ISSN: 2007-9400

www.revistatecnologiadigital.com

Volumen Número

1 1

Año 2011

CONSEJO EDITORIAL.

Presidente. Dr. Héctor Guerra Crespo.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
hgcespo@hotmail.com

Secretario. M.C. Walter Torres Robledo.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
waltertorres@elgrupo.mx

Editor de forma. M.C. Octario Ariosto Rios Tercero.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
oarios_oarios@yahoo.com.mx

Editor de forma. M.C. Imelda Valles López.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
imevalles@yahoo.com.mx

Editor traductor. Dra. Magdalena Guerra Crespo.

Instituto de Biotecnología de la UNAM, Cuernavaca Morelos.
magdagmx@hotmail.com

Vocales:

Universidad Gral. Pablo Guardado Chávez. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

M.C. Galdino Belisario Nango Solís. gbnango@hotmail.com

Dr. German Ríos Toledo. german_rios@hotmail.com

Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Dra. Rebeca Garzón Clemente. rebecca_garzon@hotmail.com

Instituto Tecnológico de la Paz. La Paz, Baja California Sur.

M.S.C. Javier Alberto Carmona Troyo. jcar68@gmail.com

Revista Tecnología Digital.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

Carretera Panamericana Km. 1080. C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Departamento de Sistemas y Computación.

01-961-6150380 Ext. 319

www.revistatecnologiadigital.com

Editor Responsable.

Editorial Tecnológica Didáctica®.

Dr. Héctor Guerra Crespo.

Registro del padrón de editores: 970-94054 de fecha 22-junio-2004.

Palenque 139 Col. ISSSTE, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29060,

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. www.tecnologiadidactica.com

Revista Tecnología Digital. Año 1, Volumen 1, número 1 de 22 de

diciembre de 2011 es una publicación anual on-line

www.revistatecnologiadigital.com editada por Héctor Guerra Crespo

oficinas en Palenque 139 Col. ISSSTE Tuxtla Gutiérrez Chiapas,

México C.P. 29060. Teléfono 01-961-1214311, correo-e

hgcespo@hotmail.com Editor responsable: Héctor Guerra Crespo.

Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2011-100610303600-

102 otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN

2007-9400. Responsable de la última actualización de este número

Dr. Héctor Guerra Crespo, Presidente del consejo editorial, Palenque

139 Colonia ISSSTE Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29060, fecha de la

última modificación, 22 de diciembre de 2011.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor responsable.

COMITÉ DE ARBITRAJE.

Dr. Francisco José Abad Cerdá.

Universidad Politécnica de Valencia, España.

Doctor en Informática, Universidad Politécnica de Valencia.

Dr. Emilio Camahort.

Universidad Politécnica de Valencia, España.

Doctor of Philosophy (PhD), The University of Texas at Austin, Austin, TX, USADr.

Dr. Jorge Luis Camas Anzueto.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Dr. en Ciencias con especialidad en Óptica, INAOE, Puebla, México.

Dr. Luis Enrique Colmenares Guillen.

Universidad Autónoma de Puebla.

Dr. en Ciencias con especialidad en Sistemas distribuidos por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona España.

Dr. Iván Antonio García Pacheco.

Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca.

Doctor en Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software, Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Dr. Enrique Guzmán Ramírez.

Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca.

Doctor en Ciencias de la Computación, Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.

Dr. Alejandro Medina Santiago.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas,

Doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, Cinvestav-IPN, Unidad México.

Dr. Antonio Orantes Molina.

Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca.

Doctor en Sistemas Automáticos, Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA), Toulouse, Francia

M.C. Gustavo Alberto Rovelo Ruiz.

Universidad Politécnica de Valencia.

Máster en Inteligencia Artificial. Universidad Politécnica de Valencia, España.

M.C. Eva Valdez Alemán.

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Estado de México, México.

Maestra en Ciencias de la Educación, Universidad del Valle de México. Campus Lomas Verdes.

Índice.

Página.

Mapa del transporte público	1
Centro meteorológico.....	11
Traductor español-tseltal	27

Mapa del transporte público de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Map of public transportation in the city of Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico.

Héctor Guerra Crespo (1)
I. T. de Tuxtla Gutiérrez
hgcrespo@hotmail.com

Walter Torres Robledo (2), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, waltertorres@elgrupo.mx

Jose Alberto Morales Mancilla (3), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, amancilla58@hotmail.com

Artículo recibido en julio 28, 2011; aceptado en noviembre 25, 2011.

Resumen.

Mapa del transporte público de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es una aplicación que informa al usuario sobre qué rutas del transporte público abordar para poder trasladarse de un punto a otro dentro de la ciudad. Los grafos por su parte, son el modelo matemático utilizado que fundamenta la abstracción y búsqueda de las vialidades mediante mapas cuya plataforma de desarrollo es "google maps". La aplicación resultante de este trabajo ya se encuentra operando y puede consultarse en el sitio www.tuxmapa.com.

Palabras clave: Algoritmos de búsqueda, grafos, mapas, transporte público.

Abstract.

"Map of public transportation in the city of Tuxtla Gutierrez" is an application that notifies the user about the best available route from one point to another within the city. "Graph" is the mathematical model that allows the abstraction of routes through the platform of Google maps. The resulting application of this work is already operating and is available on the website www.tuxmapa.com.

Keywords: Search algorithm, graph, maps, public transportation map.

I. Introducción.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es la capital del Estado de Chiapas, México, cuenta con una población de 553,374 habitantes y una superficie de 340.74 km² [4], es el centro de una zona metropolitana integrada por los municipios de Chiapa de Corzo (87,603 habitantes), Berriozábal (43,179 habitantes), San Fernando (33,060 habitantes), Suchiapa (21,045 habitantes), Ocozocoautla de Espinosa (82,059 habitantes) y Osumacinta (3,792 habitantes) [4].



Fig. 1. Zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez.

Ante tal crecimiento se hace necesario que la ciudad cuente con mecanismos que le proporcionen información de cómo poder trasladarse en la ciudad.

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez existen 124 rutas de colectivos y 5 rutas suburbanas, en total 129 rutas y se disponen de 1930 colectivos [6].

La Secretaría de Transportes del Gobierno Estatal es la responsable de la administración del transporte público.

La Secretaría del Transporte tiene “mapas”, en realidad croquis de cada una de las rutas, El problema con estos croquis es que no están a escala real, ni tienen el detalle de las calles de la ciudad como se muestra en la figura 2.

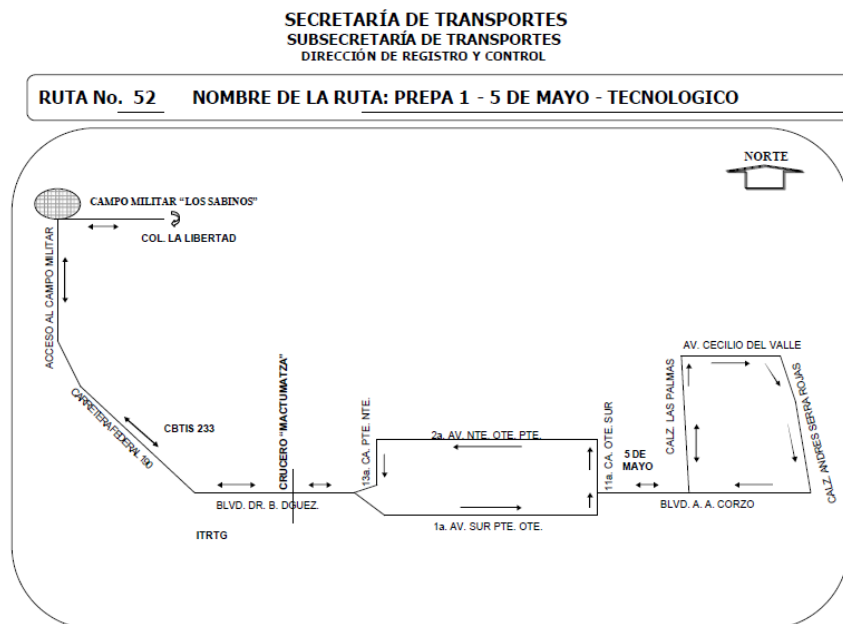


Fig. 2. Trayecto de la ruta 52, prepa 1 – 5 de mayo - tecnológico.

Mapeo conceptual de las rutas. Para desarrollar el mapa del transporte público fue necesario registrar las rutas en el mapa oficial de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, el levantamiento se llevó a cabo directamente con los choferes de los colectivos.



Fig. 3. Mapa en papel de las rutas del transporte colectivo.

Mapeo digital de las rutas. Una vez registradas las rutas de manera natural se digitalizaron en la herramienta AutoCAD 2010, el mapa oficial digitalizado de la ciudad fue proporcionado por la Secretaría de Obras del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.

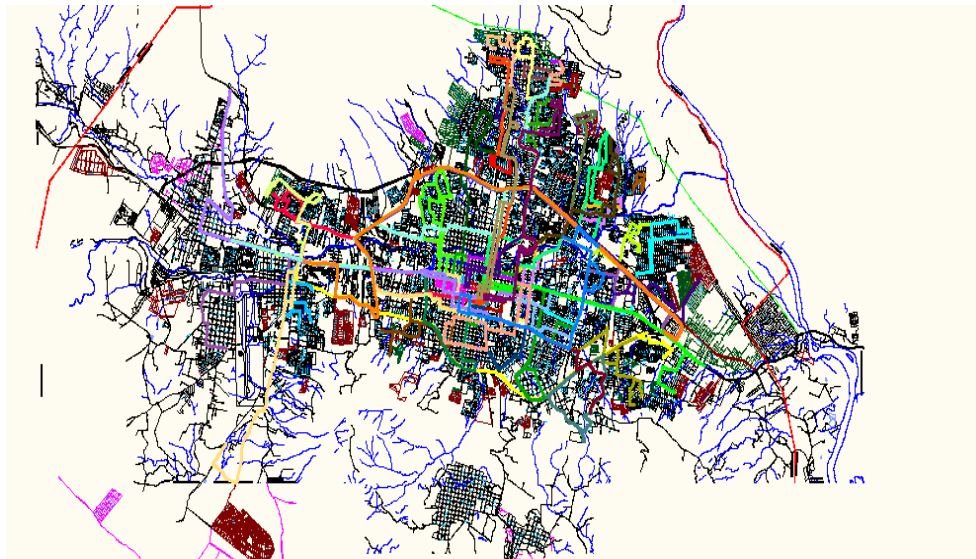


Fig. 4. Mapa en AutoCAD 2010 con las rutas digitalizadas.

II. Métodos.

A la par de la solución del registro de las rutas se revisaron los modelos matemáticos y computacionales necesarios para automatizar el proceso de búsqueda de rutas.

Para la implementación del algoritmo se requiere del modelo matemático grafo.

Grafos [1]. Un grafo es un modelo matemático que nos permite representar gráficamente entidades y sus relaciones, lo que los hace muy prácticos para modelar matemáticamente mapas, planos, objetos tridimensionales, entre otros.

Un grafo consta de dos partes:

1. Un conjunto V cuyos elementos son llamados vértices, puntos o nodos.
2. Un conjunto L de pares no ordenados de vértices distintos, llamados arcos o lados.

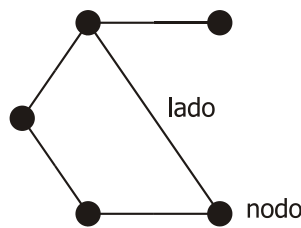


Fig. 5. Grafo

Definición formal [1]. Un grafo se define como una triplete $G = (V, L, R)$.

V es el conjunto de vértices en el grafo, L el conjunto de lados, y R la relación que especifica la conexión entre los nodos.

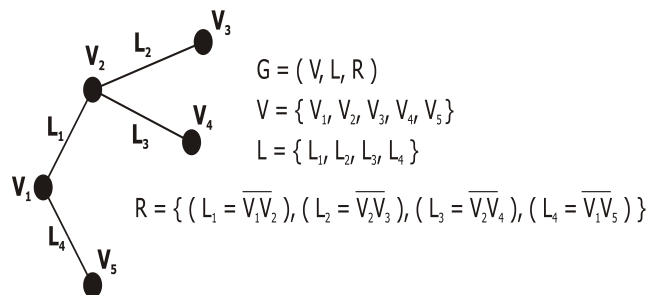


Fig. 6. Grafo formal

En la parte de trabajo de campo se digitalizaron las rutas del transporte público, para sistematizarlas es necesario representarlas en datos.

En este sistema cada ruta del transporte público se representa con una lista de puntos, cada punto es una pareja latitud, longitud, para capturar cada punto fue necesario desarrollar una aplicación independiente, en la cual el usuario va “punteando” la ruta real en el mapa y el sistema registra los puntos en una tabla de datos, este proceso se tiene que hacer por cada ruta a considerar.

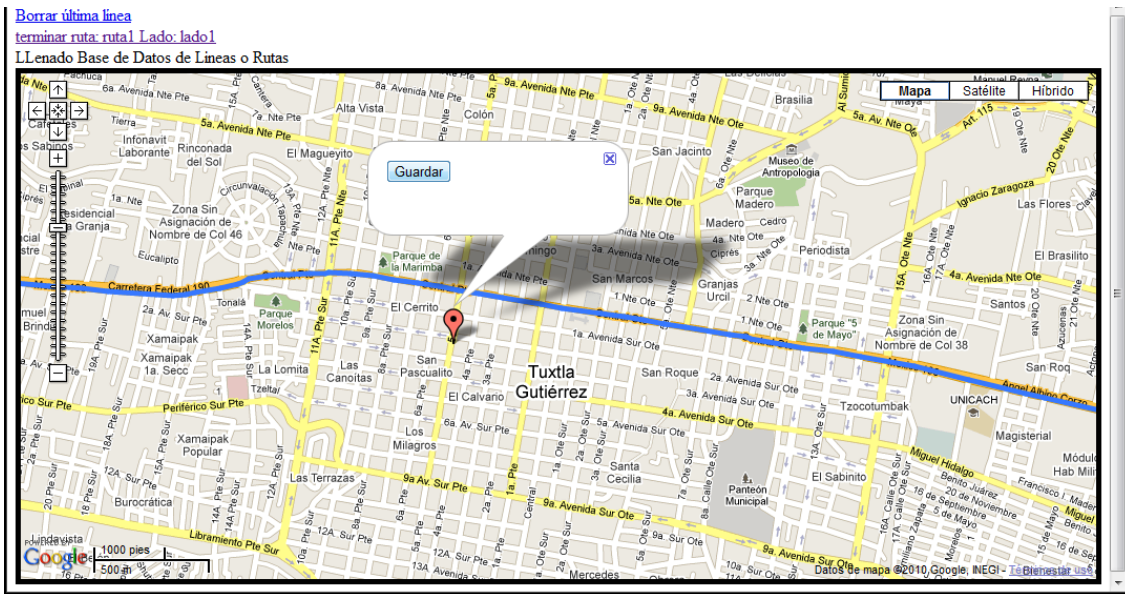


Fig. 7. Programa para registrar en datos las rutas.

Otro paso en la aplicación es la abstracción de las rutas del mapa al modelo matemático grafos [7], para lograrlo cada intersección de las rutas debe considerarse como un vértice, una pequeña muestra de cómo se lleva a cabo el traslape del mapa con relación al grafo se muestra en la siguiente figura donde se representan, no en datos reales, cinco rutas con ocho intersecciones, cada una de éstas representa un vértice en el grafo donde se realizará la búsqueda.

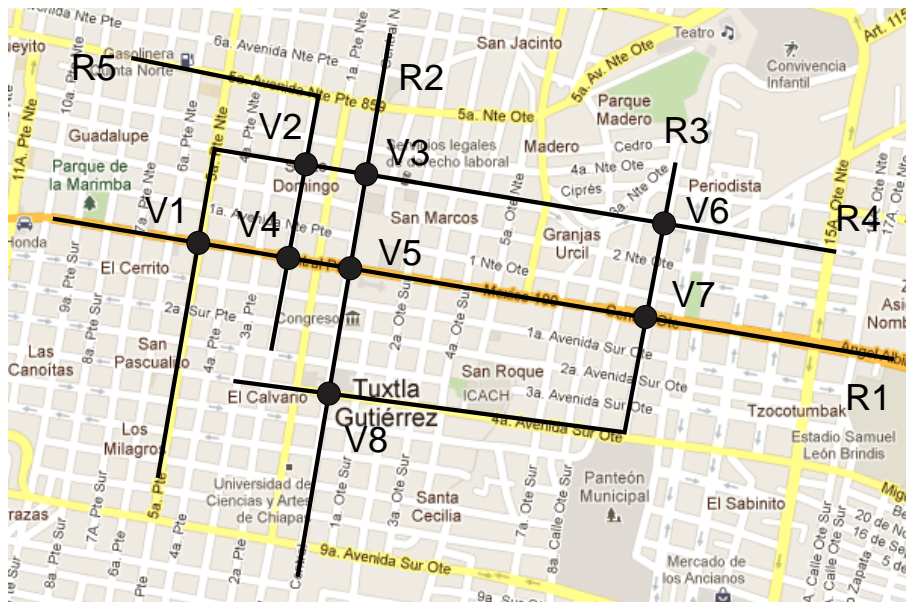


Fig. 8. Grafo del transporte público del centro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

El grafo se representa computacionalmente en una matriz donde cada fila representa una ruta y cada columna la ruta de intersección.

Tabla 1. Matriz de incidencias.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
R1	1	0	0	1	1	0	1	0
R2	0	0	1	0	1	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	1	1	1
R4	1	1	1	0	0	1	0	0
R5	0	1	0	1	0	0	0	0

II.1 Algoritmo propuesto.

Entradas. Punto origen y punto destino.

Salida. Lista de rutas o mezcla de rutas que llevan al usuario del punto origen al punto destino.

1. Se establece un radio de 400mts para generar una lista de las rutas que pasan por el punto origen y otra lista por el punto destino.
2. Por cada ruta de la lista punto origen se hace lo siguiente.
 - 2.1. Si la ruta también se encuentra en la lista de punto destino entonces el algoritmo encontró una ruta directa y ésta se almacena para ser graficada en el mapa posteriormente.
 - 2.2. En caso contrario por cada intersección de la ruta actual se hace lo siguiente.
 - 2.2.1 Si el nodo de intersección se encuentra en la lista de nodos del punto destino entonces el algoritmo encontró una mezcla de dos rutas, los datos de esta mezcla son registrados para posteriormente ser graficados en el mapa de salida.
 - 2.2.2 En caso contrario se continúa buscando intersecciones para la ruta actual.

Los algoritmos de búsqueda basados en grafos consultados para la implementación del mapa es la siguiente [2]:

- *Bellman–Ford* [5].
- *Breadth-first Search* [5].
- *Depth-first search* [5].
- *Dijkstra* [5].
- *k Shortest Simple Paths* [3].

Los algoritmos anteriores fueron estudiados para implementar un algoritmo que determinara la mejor ruta, sin embargo, hasta este momento del proyecto la aplicación informa de todas las rutas posibles y el usuario gráficamente determina cual abordar, por lo que la complejidad del algoritmo disminuye, el algoritmo propuesto revisa todas las adyacencias cercanas en el punto de origen y despliega la porción de ruta correspondiente a los puntos de origen y destino seleccionados.

II.2. Salida al mapa.

Cada ruta generada por el algoritmo tiene el registro de intersección por lo que se genera una nueva lista de puntos involucrando sólo a los que conviene graficar, de esta manera se puede presentar el lugar exacto de abordar y el de arribar.

El sistema genera el código en lenguaje php a partir de los registros de salida del algoritmo para que el sistema los grafique al mapa de manera automática.

```

view-source:localhost/tuxmapa_googleMapsV3/include/algorithmo.php
Galería de Web Slice Sitios sugeridos CSS Vertical Menu || ... Versión 3 de Google ... Otros marcadores

117 <linea1 id="6695" nombre="ruta49" lng="-93.09174746274948" lat="16.770778355401273"/>
118 <linea1 id="6696" nombre="ruta49" lng="-93.09152752161026" lat="16.77152311049344"/>
119 <linea1 id="6697" nombre="ruta49" lng="-93.09138000011444" lat="16.77205984597504"/>
120 <linea1 id="6698" nombre="ruta49" lng="-93.09132635593414" lat="16.7722755669857"/>
121 <linea1 id="6699" nombre="ruta49" lng="-93.09108227491379" lat="16.77321805948262"/>
122 <linea1 id="6700" nombre="ruta49" lng="-93.09081941843033" lat="16.774178523868212"/>
123 <linea1 id="6701" nombre="ruta49" lng="-93.09047073125839" lat="16.77547283183419"/>
124 <linea1 id="6702" nombre="ruta49" lng="-93.09016764163971" lat="16.776618184310443"/>
125 <linea1 id="6703" nombre="ruta49" lng="-93.08997184038162" lat="16.77731412381158"/>
126 <linea1 id="6704" nombre="ruta49" lng="-93.08964997529984" lat="16.778431216944202"/>
127 <interseccion0 lng_x="-93.114616" lat_x="16.753372"/>
128 </recorrido0>
129 <recorrido1>
130 <linea2 id="25" nombre="ruta1" lng="-93.17134737968445" lat="16.75905449866361"/>
131 <linea2 id="26" nombre="ruta1" lng="-93.17023694515228" lat="16.758813079781913"/>
132 <linea2 id="27" nombre="ruta1" lng="-93.16901385784149" lat="16.758535704518405"/>
133 <linea2 id="28" nombre="ruta1" lng="-93.16817164421082" lat="16.758348219157565"/>
134 <linea2 id="29" nombre="ruta1" lng="-93.16710948944092" lat="16.75810679937973"/>
135 <linea2 id="30" nombre="ruta1" lng="-93.16614925861359" lat="16.757883357397507"/>
136 <linea2 id="31" nombre="ruta1" lng="-93.16580593585968" lat="16.757816581581793"/>
137 <linea2 id="32" nombre="ruta1" lng="-93.1650361418724" lat="16.757641937029867"/>
138 <linea2 id="33" nombre="ruta1" lng="-93.16411882638931" lat="16.757439040952086"/>
    
```

Fig. 9. Código generado para graficar las rutas al mapa..

El archivo algoritmo.php generado se presenta de manera visual bajo la herramienta *Google Maps* quedando.



Fig. 10. Mezcla de rutas encontradas por el algoritmo del punto origen 1 “I.T. de Tuxtla Gutiérrez” y punto destino 2 “Estadio Víctor Manuel Reyna” sede del equipo Jaguares de Chiapas de la primera división. La que se ilustra es la primera, ruta 1 y ruta 100.

III. Desarrollo.

En el sitio www.tuxmapa.com se implementa el mapa del transporte público de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, la interfaz principal se describe a continuación.



Fig. 11. Descripción del prototipo de TuxMapa.

1. Menú Rutas: Muestra los recorridos completos de las rutas.
2. Menú Tipos de Mapas: Muestra diferentes vistas de los mapas.
3. Contenedor: Resultados obtenidos en la consulta de la mejor ruta.
4. Teclas rápidas de manipulación del mapa: Desplazar *click* izquierdo sin soltar, *zoom* (+) doble *click* izquierdo, *zoom* (-) doble *click* derecho.
5. Desplazamiento: Desplaza el mapa a la derecha, izquierda, arriba, abajo.
6. *Zoom*: Acerca y aleja al mapa, (+) acercar, (-) alejar.
7. Marcadores: El marcador en forma de ficha es una referencia a inicio o final de una ruta.
8. Recorrido de una ruta: Líneas verdes y azules.
9. Botón Limpiar Mapa: Limpia objetos que estén encima del mapa.
10. Botón Buscar: Busca colonias de la ciudad.

Conclusiones.

El algoritmo implementado se diseñó pensando en ofrecer una aplicación completa cuyo tiempo de desarrollo fuera relativamente rápido y económico manteniendo un balance entre la información primaria y la detallada que necesita el usuario final.

El algoritmo se sigue desarrollando para incorporar mayor eficiencia en la búsqueda como son la mejor ruta considerando diferentes variables como distancia, número de unidades, tráfico, obras, bacheo, entre otras.

Agradecimientos

Al Ing. Carlos Héctor Zebadúa Guillén Jefe de la Unidad de Informática de la Secretaría de Transportes del Estado de Chiapas por su colaboración en la obtención de los datos necesarios para la realización de este proyecto.

Créditos

Los autores agradecen y dan créditos al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez por todas las facilidades y apoyo para la realización de este proyecto.

Referencias Bibliográficas.

- [1] **Guerra Crespo, H.** (2005). *Compiladores, el comienzo...*, Editorial Tecnología Didáctica, ISBN 970-94054-1-1, México.
- [2] **Hershberger, J., Suri, S., and Bhosle, A.** (2007). *On the Difficulty of Some Shortest Path Problems*, ACM Transactions on Algorithms, Vol. 3, No. 1, Article 5, 15 pages, Publication date: February 2007.
- [3] **Hershberger, J. Suri, S., and Maxel, M.** (2007). *Finding the k Shortest Simple Paths: A New Algorithm and Its Implementation*, ACM Transactions on Algorithms, Vol. 3, No. 4, Article 45, 19 pages, Publication date: November 2007.
- [4] **Instituto Nacional de Estadística y Geografía.** (2011), *México en cifras*, acceso: 12/07/2011, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=07>.
- [5] **Khuller, S. Raghavachari, B.** (2010). *Algorithms and theory of computation handbook*, Editorial Charpman & Hall/CRC, ISBN 978-1-58488-822-2, Chapter 7, Basic Graph –algorithms, Digital Library ACM.
- [6] **Secretaría del Transporte del Estado de Chiapas.** (2008), *Mapas del transporte público*, archivos internos.
- [7] **Vanhove, S. Fack, V.** (2010). *Applications of graph algorithms in GIS*, ACM The SIGSPATIAL Special, Vol. 2, No. 3, pp. 31-36, Publication date: November 2010.

Información de los autores.



Héctor Guerra Crespo es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 2011. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y en el área de Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Universidad Autónoma de Chiapas, en ambas desde 1995, líder del cuerpo académico “tecnologías de información para el desarrollo regional” donde impulsa el área de trabajo “aplicaciones sobre mapas”.



Walter Torres Robledo, Maestro en Ciencias en Ingeniería en Electrónica graduado en el Instituto Tecnológico de Toluca, actualmente es catedrático del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ha sido director varios proyectos de investigación registrados con apoyos de CONACyT, premio estatal de innovación 2005 y 2006, premio nacional de ahorro de energía 2010.



José Alberto Morales Mancilla es Maestro en Ciencias Computacionales en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico CENIDET, es profesor investigador en el I.T. de Tuxtla Gutiérrez desde 1991 y se especializa en tecnología RFID y traductores para lenguas indígenas.

Centro de monitoreo de parámetros meteorológicos basado en dispositivos móviles.

Monitoring center of meteorological parameters based on mobile devices.

Walter Torres Robledo (1)
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
waltertorres@elgrupo.mx

Héctor Guerra Crespo (2), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, hgcespo@hotmail.com

Gloria de J. Escobar Guillén (3), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, gloriaescobar88@hotmail.com

Geovanni Emmanuel Escobar Trinidad (4), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, geovanni-escobar@hotmail.com

Diana Beatriz Vázquez Cruz (5), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, betty-vazquez10@hotmail.com

Yadira Kristell Vázquez Vázquez (6), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, yadira_vazquez_vazquez@hotmail.com

Artículo recibido en agosto 03, 2011; aceptado en diciembre 01, 2011.

Resumen.

En el presente documento se describe el diseño y aplicación de un protocolo de comunicaciones entre dispositivos móviles (teléfonos celulares) y una computadora central, con el objetivo de monitorear a distancia los diferentes parámetros meteorológicos como temperatura, humedad, cantidad de precipitación, velocidad y dirección del viento. El presente trabajo es resultado del proyecto registrado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (CLAVE SII-2010-33) que lleva el mismo nombre de esta publicación, en convenio con el Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C.

Palabras clave: Dispositivos móviles, Trama PDU, Comandos AT, Protocolos de comunicación.

Abstract.

The present paper describes the design and implementation of a communication protocol between mobile devices (cell phones) and a central computer. The main purpose of this protocol is to establish a new method for the remote monitoring of several meteorological parameters such as temperature, humidity, precipitation amount, speed and wind direction. This work was developed with the collaborative efforts between the Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (CLAVE SII-2010-33) and the Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C.

Keywords: Mobile devices, PDU frame, AT Commands, Communication protocol.

I. Introducción.

El cambio climático puede parecer un fenómeno lejano y poco relacionado con las personas. Sin embargo, no lo es. Debido a que el clima conforma y determina el ambiente, cualquier variación de temperatura, de humedad, o de velocidad de vientos tiene repercusiones directas sobre las actividades humanas. Por lo que es necesario mantener un constante monitoreo de estos parámetros ya que pueden cambiar por razones naturales o artificiales.

El monitoreo de parámetros meteorológicos es llevado a cabo por diferentes instituciones tanto gubernamentales como privadas encargadas del desarrollo y protección social. El estado de Chiapas cuenta con el programa: Sistema de Alertamiento ante Fenómenos Naturales aplicado por el Instituto de Protección Civil que consiste en la implementación de una Red de Estaciones Meteorológicas Automatizadas (Fig.1), la cual comprende 13 estaciones distribuidas estratégicamente en la entidad. Los parámetros recolectados son transmitidos a una estación central [4].

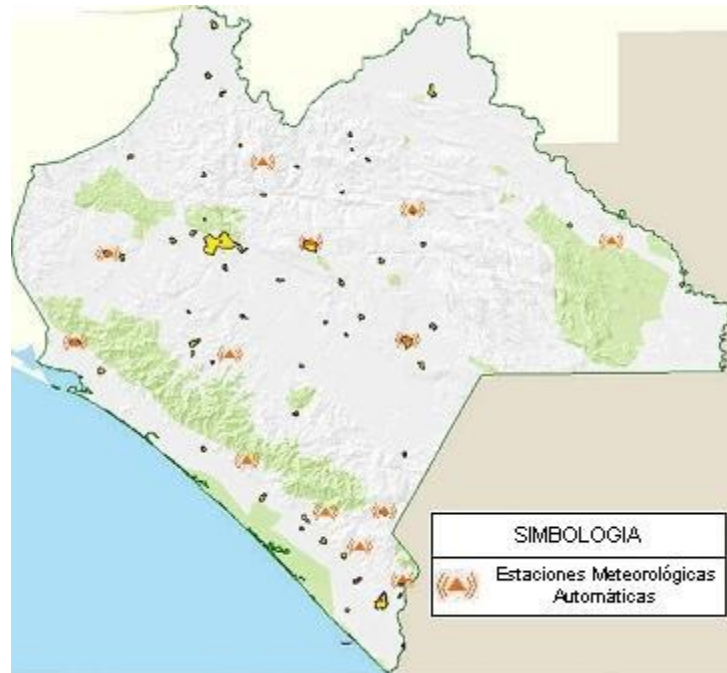


Fig. 1. Estaciones Meteorológicas Automáticas del Gobierno del Estado de Chiapas

Los monitoreos se realizan a través de estudios periódicos, sin embargo debido al intervalo de tiempo entre los mismos, es difícil llevar a cabo un control actualizado de estos datos.

Con el fin de obtener datos de una manera eficiente, oportuna y fiable de una estación meteorológica, se está aplicando la tecnología *GSM* (*Global System for Mobile Communications*). Un ejemplo de esto es el proyecto “*Diseño de una Estación Meteorológica Autónoma Gestionada mediante mensajes SMS*” realizado en la Universidad Politécnica de Catalunya, en Barcelona, España; consta de un desarrollo de hardware (sensores, la comunicación con el sistema GSM, la alimentación, entre otros) y un desarrollo de software que permite la gestión de usuarios, sensores y las comunicaciones [8].

Otro ejemplo de sistemas de monitoreo de parámetros a distancia es el proyecto “*Monitoreo de parámetros físico-químicos con redes distribuidas de fibra óptica simulando un cuerpo superficial de agua*” desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez tiene como objetivo identificar los principales tipos de contaminantes presentes en el agua. El Sistema de monitoreo consiste en tener una estación central o un servidor Web, al menos cinco estaciones remotas y aplicaciones de medios de comunicación telefónica móvil. Cada estación está conformada por sensores, una interfaz electrónica, un sistema proveedor de energía (panel y batería), un dispositivo móvil y una estructura de protección, mientras que la central: un dispositivo móvil, una interfaz electrónica, una computadora personal, un software, o en su caso, un servidor Web. Los sensores utilizados son cuatro: pH, continuidad (L), temperatura (T) y oxígeno disuelto (OD). Los datos son transmitidos desde un dispositivo móvil (celular), usando un protocolo de comunicación basado en comandos AT, aplicando SMS dirigidos a un servidor Web que se encarga de ponerlos en internet a la disposición del usuario, cuando éste así lo requiera.

El proyecto “Centro de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos basado en dispositivos móviles”, pretende crear un sistema de monitoreo que funcione a través de dispositivos móviles conectados en red. Se basa en el diseño y desarrollo de una interfaz electrónica y un protocolo de comunicaciones que permita el envío de parámetros meteorológicos a través de la tecnología GSM y así contribuir en el análisis de los diferentes parámetros meteorológicos para una mejor toma de decisiones. Aunado a esto, la utilización de un sistema de monitoreo facilita la centralización de información y elimina los errores de personal mal capacitado para las observaciones de las mismas. La lectura de los parámetros meteorológicos es constante ya que se cuenta con la capacidad para muestrear en intervalos de tiempo muy cortos, la transmisión de estos parámetros es haciendo uso de comandos AT los cuales permiten enviar mensajes *SMS (Short Message Service)* mediante los teléfonos celulares.

La información que se recopila de este monitoreo es gestionada a través de un software y una base de datos, para posteriormente poder visualizarlos e interpretarlos mediante graficas estadísticas, generar reportes de los datos recabados, y estos están disponibles en la web lo que permite que la tarea del especialista sea eficiente. Con la problemática que existe con los fenómenos climatológicos adversos, los datos obtenidos serán de gran ayuda para mejorar el modelo de prevención de desastres climatológicos para la región.

II. Métodos.

En este apartado se hace una descripción de las herramientas y técnicas empleadas para el desarrollo del sistema de monitoreo, cada una de ellas representa una parte muy importante para llevar a cabo el proyecto.

2.1 Herramientas.

Las herramientas mencionadas a continuación corresponden a las etapas de análisis, diseño y desarrollo del hardware y software.

- Microsoft Visual Studio 2010 [9]. Herramienta de desarrollo para la generación del software de adquisición y concentración de los valores de los parámetros obtenidos y la aplicación web para la visualización y publicación de los mismos en internet.
- MySQL [10]. Servidor de base de datos utilizado para almacenamiento de los valores de los parámetros meteorológicos recabados por la estación.
- CCS CCompiler[3]. Herramienta para generar el código fuente en C para el microcontrolador PIC16F877 encargado de recabar los datos de cada uno de los sensores de la estación meteorológica.
- Proteus ISIS [7]. Herramienta que permite la simulación del diseño del circuito basado en sensores, microcontrolador y comunicación serial, antes de construir un prototipo físico.

2.2 Técnicas.

Los puntos a analizar en este apartado son la forma en que se monitorean los parámetros meteorológicos de manera periódica, el uso de la tecnología móvil, aprovechamiento de la red de telefonía celular y el bajo costo de los mensajes de texto.

2.2.1 Sistema Global para Comunicaciones Móviles

La comunicación en todas partes, con todo el mundo, y en cualquier momento, hoy en día casi se ha alcanzado. La digitalización de los sistemas de comunicación, un enorme progreso en la microelectrónica, la informática y la tecnología de software, la invención de algoritmos eficientes y los procedimientos para la compresión, la seguridad y el procesamiento de todo tipo de señales, así como el desarrollo de protocolos de comunicación flexibles han sido requisitos importantes para este progreso. En la actualidad, se dispone de tecnologías que permiten la realización de los sistemas de comunicación de alto rendimiento y rentables para muchas áreas de aplicación.

Los sistemas de comunicaciones móviles son, en términos generales, aquellos capaces de proporcionar servicios de telecomunicación sobre zonas geográficas extensas y con capacidad para mantener la continuidad de las comunicaciones mientras el usuario se va desplazando. En los sistemas de comunicaciones móviles el principal medio de transmisión son las ondas electromagnéticas [6].

El sistema de comunicación inalámbrica más popular es GSM, proporciona la libertad para deambular dentro de una red, y entre diferentes redes. Los componentes fundamentales en una red GSM se muestra en la Fig. 2.

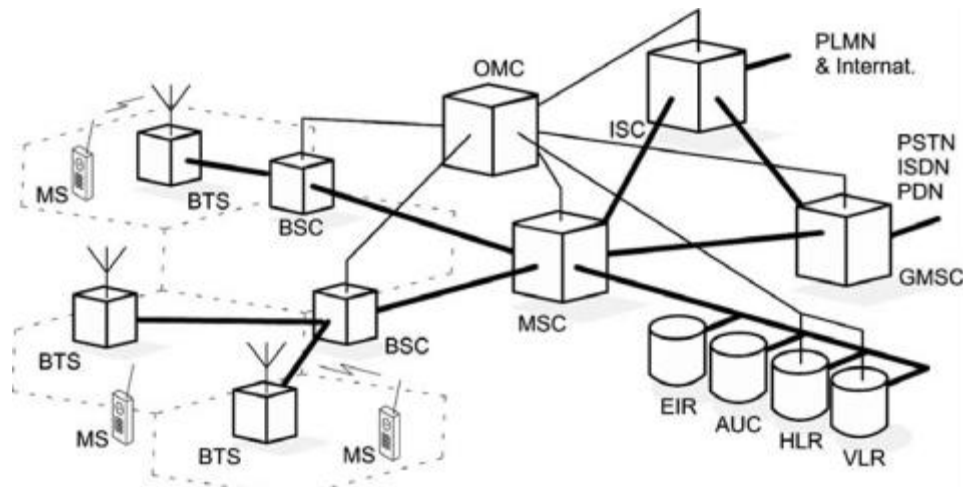


Fig. 2. Arquitectura del sistema GSM

Mobile Station (MS), puede comunicarse de forma inalámbrica con una estación base, llamada *Base Transceiver Station* (BTS) en las redes GSM. BTS contiene el transmisor y el equipo receptor, como antenas y amplificadores, así como algunos componentes de la señal y el procesamiento de protocolos.

A fin de mantener las estaciones base pequeñas, el control y la inteligencia esencial del protocolo reside en el llamado *Base Station Controller* (BSC). En la práctica, BTS y BSC están conectados por líneas fijas o de punto a punto de enlaces de radio. BTS y BSC en conjunto forman la red de acceso radio.

El tráfico combinado de los usuarios se canaliza a través de un interruptor, llamado *Mobile Switching Center* (MSC). Realiza todas las funciones de conmutación, de un nodo de conmutación en una red de telefonía fija, por ejemplo, una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Las llamadas con origen o terminación en la red fija son manejadas por un dedicado *Gateway Mobile Switching Center* (GMSC). La interconexión de una red celular y una red fija se realiza mediante *Interworking Function* (IWF), necesaria para asignar los protocolos de la red celular en las de la red

fija correspondiente. Las conexiones a otras redes móviles o internacionales suelen ser conducidas a través del *International Switching Center* (ISC) de los respectivos países.

Una red GSM también contiene varios tipos de bases de datos: *Home Location Register* (HLR) y *Visited Location Register* (VLR), esto es necesario ya que la red debe conocer la celda actual de un usuario para establecer una llamada a la estación base correcta. Además, estos registros se guardan los perfiles de los usuarios, que son necesarios para el cobro y facturación y otras cuestiones administrativas.

Otras bases de datos relacionadas con funciones de seguridad son: *Authentication Center* (AUC) que almacena claves utilizadas para la autenticación del usuario y *Equipment Identity Register* (EIR) que registra datos de los equipos en lugar de datos de suscriptor.

La gestión de la red se organiza desde un lugar central, *Operation and Maintenance Center* (OMC). Sus funciones incluyen la administración de suscriptores, terminales de carga de datos, configuración de red, operación, monitoreo y mantenimiento de la red [6].

Los servicios básicos en una red GSM son:

- Servicios portadores. Proporcionan la capacidad de transferencia entre terminales conectados a la red GSM local.
- Teleservicios. Son la telefonía (voz), llamadas de emergencia, servicio de mensajes cortos (SMS).

Comandos AT.

La tecnología GSM contiene las funciones esenciales para el apoyo a la movilidad personal, especialmente en lo que respecta a la identificación y autenticación de usuarios, y para la localización y administración de usuarios de telefonía móvil.

Cada terminal GSM implementa su juego de comandos AT; los comandos AT, son un “lenguaje” que permite realizar comunicaciones con el módem [1].

Después de ejecutar un comando, el módem regresa un código de resultado de confirmación. A continuación se describen los comandos AT utilizados en el proyecto, los comandos deben ir precedidos por AT, Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de Comandos AT.

Comandos	Función
+CFUN	Apaga/Enciende la terminal. 0=Apagar 1=Encender
+CGMI	Devuelve información del fabricante del móvil.
+CBC	Estado de la batería y nivel de carga.
+CMGF	Formato de los SMS. 0= Modo PDU 1= Modo texto.
+CMGS	Enviar mensajes SMS, indicar longitud PDU, finalizar con CTRL+Z
+CMGR	Leer mensaje. 0= Sin leer 1= Leídos 2= Sin enviar 3= Enviados 4= Todos

Trama PDU.

Hay dos formas de tratar los mensajes SMS:

- Modo texto.
- Modo PDU.

El modo *PDU* (Unidades de Datos de Protocolo). La estructura dentro de la cual viaja un SMS se le denomina *PDU* la cual además de llevar la información propia del mensaje de texto, lleva otra serie de caracteres con los que se pueden hacer algunas funciones de control en la presentación del mensaje. Una de las principales ventajas que este modo presenta, es que el mensaje antes de ser enviado a la red debe pasar por un algoritmo, el cual hace una codificación a nivel de bits con lo que si el mensaje se intenta leer no podrá ser interpretado a primera vista [2]. A continuación se muestra el formato *PDU*, Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de la Trama *PDU*.

	DCS	TIPO PDU	DD	PID	NR	COD	PV	LD	DATOS
Bytes	1-12	1	2-12	1	1	1	1-7	1	0-140

Donde:

DCS: Dirección del Centro de Servicio.

TIPO PDU: Describe detalles del entramado.

DD: Dirección destino.

PID: Protocolo de Identificación.

NR: Número de referencia.

COD: Codificación de la trama de datos (7, 8 ó 16 bits).

PV: Periodo de vigencia del SMS.

LD: Longitud de la cadena de datos.

DATOS: El mensaje a enviar codificado.

III. Desarrollo.

El desarrollo del proyecto está basado en el modelo V [11], que hace referencia al ciclo de vida de sistemas embebidos. El modelo en V define las siguientes etapas de desarrollo:

- *Definición de especificaciones (Fase 1)*: Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. Entre ellos debe estar la especificación del nivel de integridad, o SIL, en caso de ser requerido.
- *Diseño global (Fase 2)*: También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.
- *Diseño en detalle (Fase 3)*: Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior.
- *Implementación (Fase 4)*: Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle.
- *Test unitario (Fase 5)*: En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.
- *Integración (Fase 6)*: En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas. Por una parte, se debe comprobar en todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.
- *Test operacional del sistema (Fase 7)*: Se realizan las últimas pruebas pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos

En los apartados siguientes se muestran cada uno de los diagramas utilizados para este modelo.

3.1 Diagramas a bloques.

La estación meteorológica es un equipo de adquisición, transmisión remota y concentración de datos meteorológicos que permite el almacenamiento y transmisión de los mismos a un centro de proceso de datos (centro meteorológico), Fig. 3.

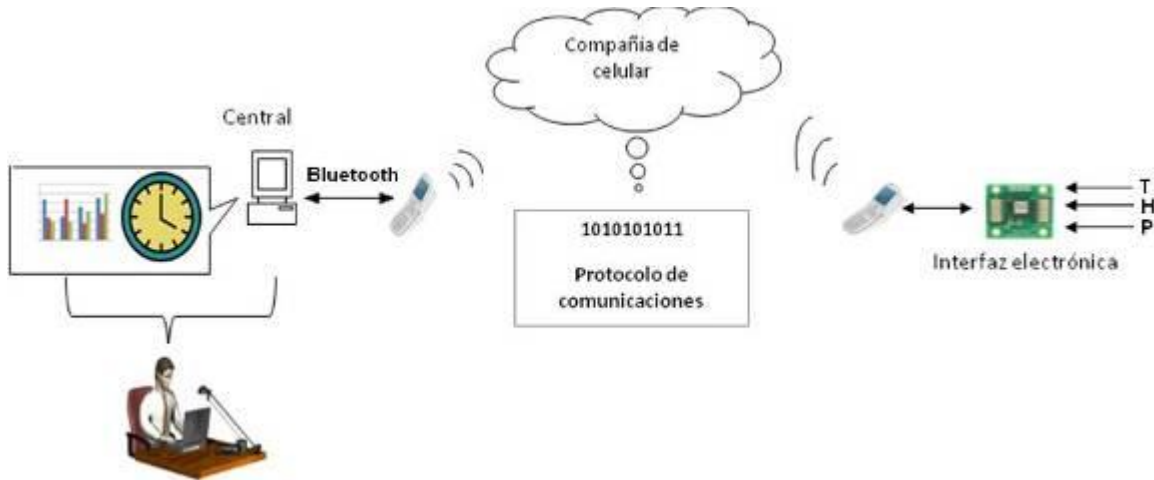


Fig. 3. Diagrama a bloques del sistema de monitoreo de parámetros meteorológicos.

El centro meteorológico consta de una PC en la cual se lleva a cabo el tratamiento de los datos obtenidos. La comunicación realizada entre la estación meteorológica y el centro meteorológico es remota por medio de teléfonos celulares, GSM.

La estación meteorológica obtiene datos meteorológicos como velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, precipitación. Estos datos son enviados por teléfonos celulares a través de SMS.

Su operación y control, así como la visualización de datos, se hacen de modo remoto desde un centro de observación, dándole así al usuario mayores prestaciones y ventajas sobre los equipos convencionales al utilizar la comunicación con tecnología GSM.

3.2 Diagrama de flujo.

El programa del microcontrolador es simple (Fig.4). A continuación se describen los procesos:

- 1.- Al iniciar la ejecución del programa lo primero que se hace es configurar el microcontrolador (entradas del convertidor analógico-digital, interrupciones, etc.).
- 2.- Leer el ADC del microcontrolador, el cual contiene los datos obtenidos de cada uno de los sensores y se hace la conversión a 10 bits.
- 3.- Convertir los nuevos datos a la trama PDU.
- 4.- Construir el formato completo de la trama PDU.
- 5.- El microcontrolador se encarga de enviar trama completa, utilizando comandos AT.
- 6.- Esperar un tiempo y recibe un "OK", como respuesta.

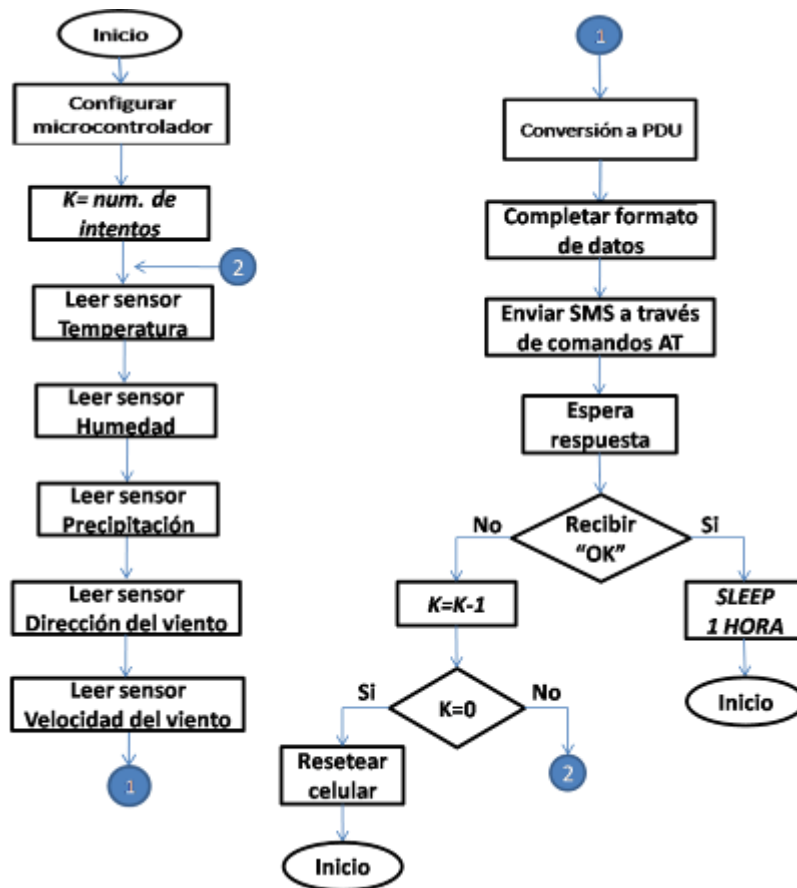


Fig.4. Diagrama de Procesos realizados por la estación meteorológica.

3.3 Diagramas Esquemático.

A continuación se presenta el diagrama esquemático, básico, de la interfaz electrónica para la comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular (Fig. 5). En la interfaz electrónica los sensores están conectados al microcontrolador, el cual obtiene los valores de cada uno de los sensores los codifica en tramas PDU y las envía haciendo uso de comandos AT en forma de SMS, mediante el teléfono celular [13].

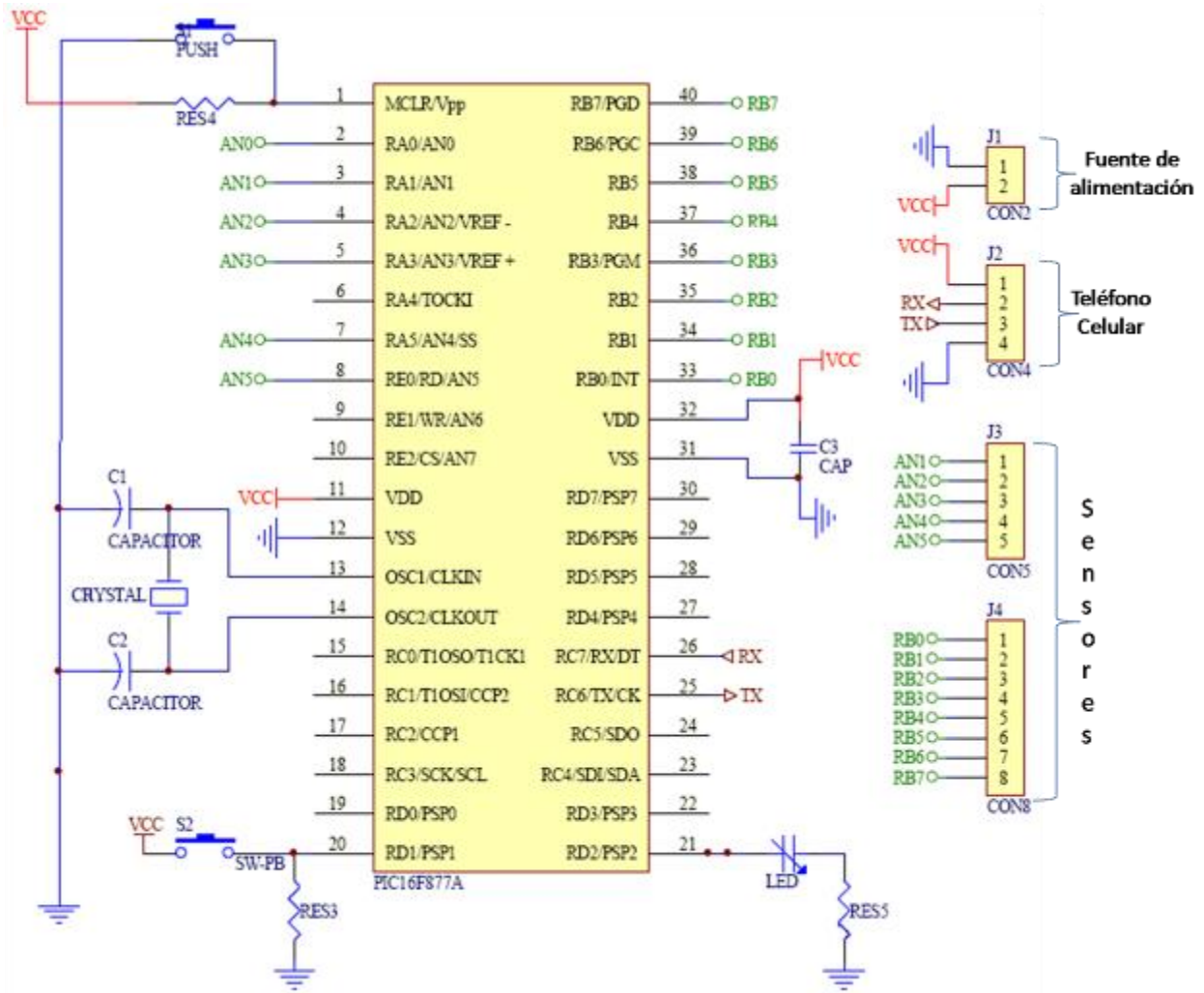


Fig. 5 Diagrama esquemático, básico, de la interfaz electrónica.

3. 4 Diseño del sistema.

El sistema de monitoreo remoto está formado por 3 módulos:

1. Interfaz electrónica.
2. Protocolo de comunicaciones.
3. Software de adquisición de datos.

3.4.1 Interfaz electrónica.

A continuación se describen las actividades para la interfaz electrónica, Fig. 6.

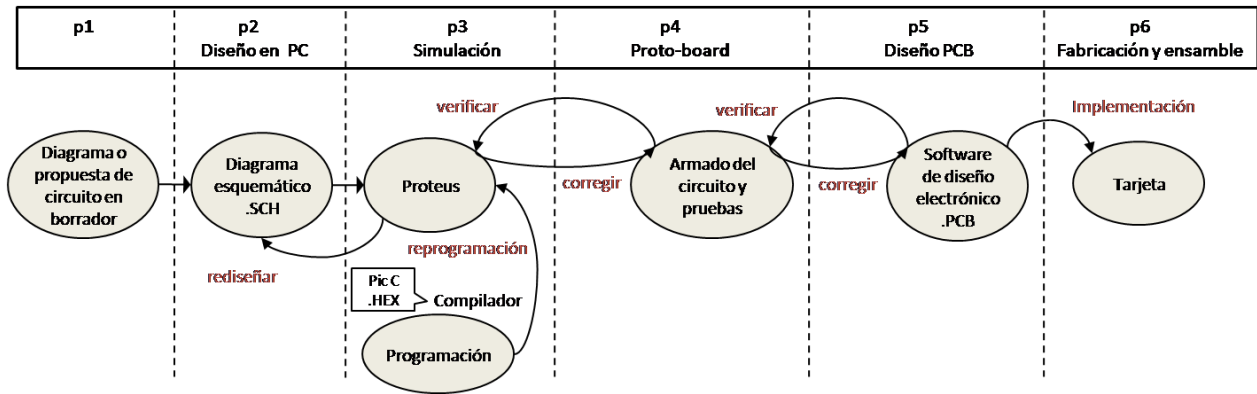


Fig.6. Diagrama de Procesos.

Descripción de procesos:

p1: Hacer la propuesta del circuito a realizar en borrador, tomando en cuenta todas las consideraciones.

p2: Elaborar un diagrama esquemático a partir del borrador realizado, en el programa Proteus ISIS.

p3: Realizar la simulación en el programa Proteus ISIS, en caso que falle se hace el rediseño del esquemático.

Hacer la programación del microcontrolador en PIC C; en caso de que falle habrá que reprogramar:

- Comunicación Microcontrolador - Teléfono celular. Consistió en lograr manipulara través de comandos AT un dispositivo móvil, en este caso el celular Sony Ericsson K300 cumplió los requisitos que se necesitaban, ya que cuenta con líneas de transmisión(TX) y recepción (RX)de datos y acepta comandos AT. Para el envío de mensajes de texto maneja el formato de PDU.
- Diseñar y programar la trama PDU. El entramado de datos en PDU para su transmisión vía SMS por medio del celular llevó un poco más de tiempo del considerado debido a la dificultad de comprender bien el formato PDU.

p4: Una vez que los pasos anteriores funcionen correctamente se arma el circuito en un proto-board para hacer las pruebas de manera física, verificando y corrigiendo con la simulación realizada anteriormente.

p5: Diseñar el PCB en el software de diseño electrónico.

p6: Finalmente se implementa haciendo el proceso de fabricación y ensamblaje de la tarjeta, Fig.7.



Fig.7. Interfaz Electrónica (prototipo)

El programa del microcontrolador, de la interfaz electrónica, es muy simple y contiene las funciones para enviar los datos obtenidos de los sensores a través de SMS en formato PDU. A continuación se describen las partes que la componen, Fig.8.

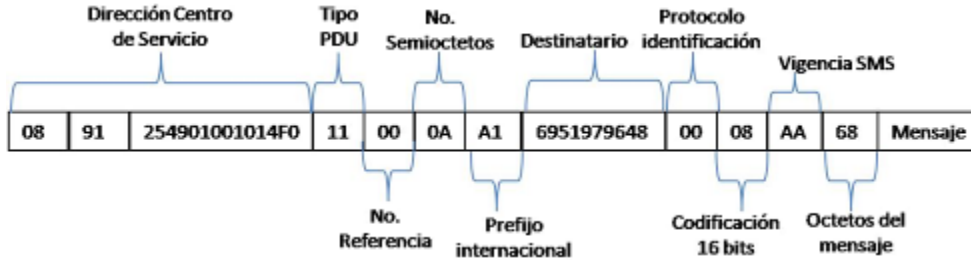


Fig.8. Descripción de la trama PDU

La estructura del mensaje que se envía es la que se muestra en la Fig.9.

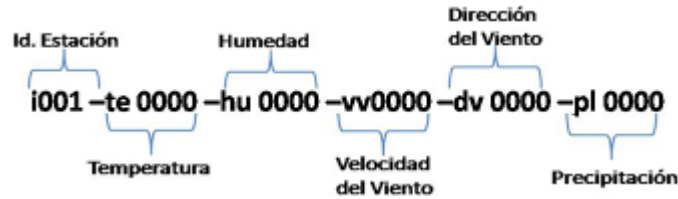


Fig.9. Contenido del mensaje enviado

3.4.2 Protocolo de comunicación.

Un protocolo de comunicación está formado por un conjunto de reglas y formatos de mensajes establecidas a priori para que la comunicación entre el emisor y un receptor sea posible.

Tres elementos clave:

- Sintaxis: formato de los mensajes (datos + comandos).
- Semántica: significado de los comandos.
- Secuencia y temporización: adecuado de las acciones que se toman respecto de los comandos.

Existen diversos protocolos que permiten el control de errores en la comunicación entre emisor y receptor. Uno de ellos es el protocolo de Parada y Espera, en este método el emisor espera una respuesta después de cada trama que se envía. Sólo se podrá enviar la siguiente trama cuando se recibe la respuesta [5].

Las reglas del Protocolo de Comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular (Fig. 10) son las siguientes:

1. El microcontrolador envía trama al dispositivo móvil central (DMC) y espera un tiempo "T" para recibir un "OK" como respuesta.
2. El DMC recibe trama, haciendo uso de comandos AT, y responde con un "OK" al microcontrolador.
3. Si el microcontrolador no recibe respuesta después de un tiempo "T", entonces ir al paso 1 "K" veces.
4. Si el número de repeticiones K es cero, reiniciar el celular.

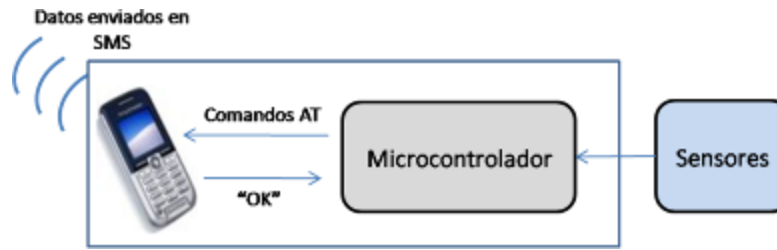


Fig. 10. Descripción del Protocolo de comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular.

3.4.3 Software de adquisición de datos.

El mensaje de texto con los datos obtenidos de los sensores son enviados al Centro Meteorológico, el cual cuenta con un sistema que incluye un teléfono celular y un software, para la adquisición e interpretación de los valores del mensaje enviado[12].

El software de adquisición consta de varios apartados, a continuación se describen los más destacados.

- Configuración. Permite configurar la conexión con el dispositivo móvil, vía bluetooth y la conexión a la base de datos, Fig. 11.

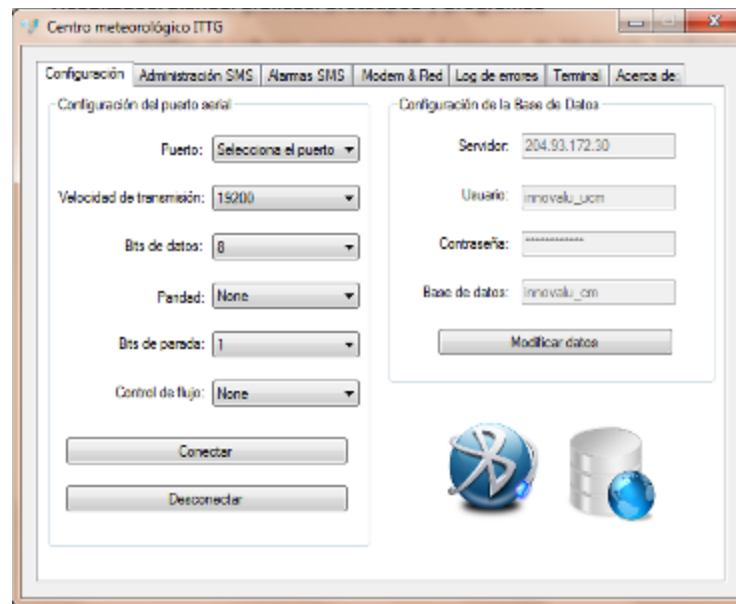


Fig. 11. Configuración del software de adquisición de datos.

- Administración SMS. Permite administrar los mensajes que existen en la bandeja de entrada del celular, Fig. 12. Posteriormente estos datos almacenados presentados a través de graficas en el sitio web (Fig.13).

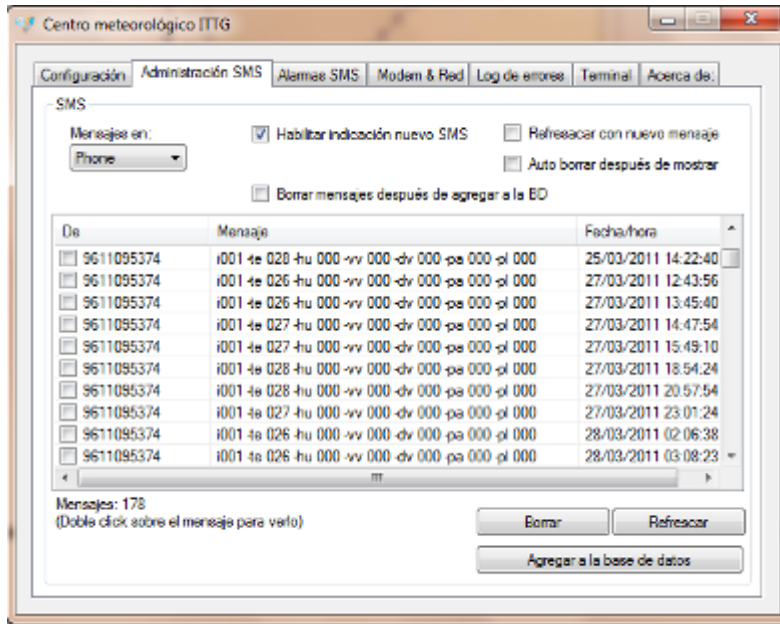


Fig. 12. Administración de SMS.

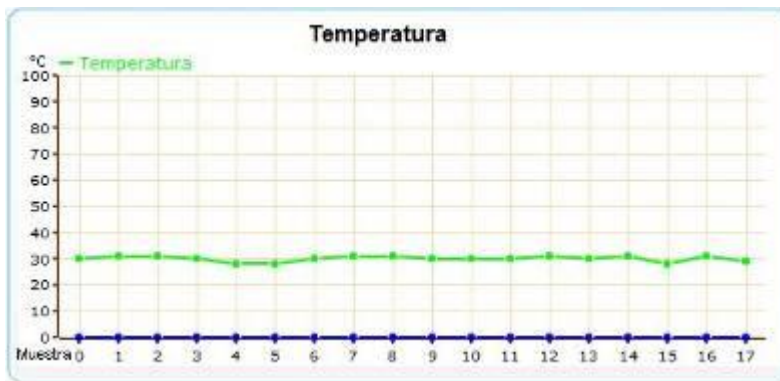


Fig. 13. Gráfica correspondiente al parámetro de temperatura presentada en el sitio web.

3. 5 Relación de herramientas utilizadas.

Tabla 3. Relación de herramientas utilizadas.

	Procesos generales	Procesos particulares	Herramienta
1	Interfaz electrónica	Diseño y simulación	Proteus ISIS
2		Programación del microcontrolador	CCS C Compiler
3	Software de adquisición de datos	Interfaz de usuario	Microsoft Visual Studio 2010 (Visual C#), MySQL
4		Administración de SMS	

Conclusiones.

En el presente trabajo se logra la adquisición y transmisión remota de datos a través de la comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular por medio de comandos *AT*, lo que permite el monitoreo de parámetros meteorológicos.

La tecnología celular lleva muchos años en el mercado y evoluciona día a día, por lo que el sistema no se verá obsoleto muy pronto. La integración de un conjunto de tecnologías de vanguardia como ésta, le da a este proyecto un grado de innovación, que al menos en Chiapas su implementación es muy poco conocida.

El desarrollo de este proyecto y el monitoreo realizado permite el análisis y la toma de decisiones a través de los datos obtenidos, considerando que se puedan conformar redes de estaciones meteorológicas automáticas como herramientas de monitoreo a distancia con aplicaciones en diversos campos. Con lo anterior se logra un mayor beneficio para la sociedad cuando se cuenta con la disponibilidad de compartir y difundir la información recopilada.

A futuro se considera realizar mejoras en las interfaces del Hardware, utilizando Módems GSM/GPS como sistemas abiertos, para evitar la dependencia de marcas y modelos de dispositivos móviles; además de implementar nuevos métodos de ahorro de energía, con el objetivo de optimizar los tiempos de comunicación y a la vez reducir tamaños de los dispositivos generadores de energía.

Referencias Bibliográficas.

- [1] **Bansal, N., Srivastava, P., Mukherjee, A., Panjiyar, P., Mourya, P.** (2008). *Transport security using mobile technology*, acceso 25/05/2011, http://www.ieee.org/publications_standards/index.html
- [2] **Benítez Olivo, Edgar Eduardo y Moya Osorio Diana Pamela** (2008). *Prototipo de una Tarjeta para el Control y Localización Vehicular utilizando mensajes SMS*, acceso 20/09/2011, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/173/1/T-ESPE-020222.pdf>
- [3] **CCS.** (2011). *Compilador C*, acceso: 20/06/2011, <http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers>.
- [4] **Instituto de Protección Civil.** (Año no indicado). *Red de estaciones Meteorológicas Automáticas*, acceso: 10/07/2011, <http://www.proteccioncivil.chiapas.gob.mx/nSite/monitoreos.php?action=22>.
- [5] **Jamrich Parsons, June.** (2008). *Conceptos de Computación: nuevas perspectivas*, décima edición, CengageLearning, pp.244, ISBN-10:970-686-834-8, México.
- [6] **JörgEberspächer, Hans-JörgVögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann** (2009). *GSM - Architecture, Protocols and Service*, tercera edición, WILEY, pp.43-44, ISBN 978-0-470-03070-7, Inglaterra.
- [7] **LabcenterElectronics.** (año no indicado). *Proteus VSM*, acceso: 20/06/2011, http://www.labcenter.com/products/vsm_overview.cfm.
- [8] **Lujan de Francisco, Jorge.** (2008). *Diseño de una Estación Meteorológica Autónoma gestionada mediante mensajes SMS*, acceso 25/09/2010, <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6137/1/memoria.pdf>.
- [9] **Microsoft.**(2011). *Introducción a Visual Studio*, acceso: 20/06/2011, <http://msdn.microsoft.com/es-MX/library/fx6bk1f4.aspx>.
- [10] **MySQL.**(2011). *MySQL 5.0 Manual de Referencia*, acceso: 20/06/2011, <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/what-is.html>.

[11] **Pérez, A., Berreteaga, O., Ruiz de Olano, A., Urkidi, A., Pérez, J.** (año no indicado). *Una metodología para el desarrollo de hardware y software embebidos en sistemas críticos de seguridad*, acceso 22/09/2011, [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/risci/pdfs/C863GM.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/risci/pdfs/C863GM.pdf)

[12] **QianZhicong, LuoDelin, Wu Shunxiang.** (2009). *Analysis and Design of A Mobile Forensic Software System Based on AT Commands*, 20/05/2010, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4810559.

[13] **Sommerville, Ian.** (2005). *Ingeniería de Software*, séptima edición, Prentice Hall, pp. 130-142, ISBN: 84-7829-074-5, Madrid.

Información de los autores



Walter Torres Robledo, Maestro en Ciencias en Ingeniería en Electrónica graduado en el Instituto Tecnológico de Toluca, actualmente es catedrático del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ha sido director varios proyectos de investigación registrados con apoyos de CONACyT, premio estatal de innovación 2005 y 2006, premio nacional de ahorro de energía 2010.



Héctor Guerra Crespo es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 2011. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y en el área de Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Universidad Autónoma de Chiapas, en ambas desde 1995, líder del cuerpo académico “tecnologías de información para el desarrollo regional” donde impulsa el área de trabajo “aplicaciones sobre mapas”.



Gloria de Jesús Escobar Guillén es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Pertenece al Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C. (GICDT AC), desde Diciembre del año 2009, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como: visual C#, PHP, ASP, CSS, entre otros, cuenta con conocimientos en Sistemas Manejadores de Datos como: MySQL y SQL Server.



Geovanni Emmanuel Escobar Trinidad es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como PHP, ASP, AJAX, C#, Wordpress, manejadores de base de datos como MySQL y SQL Server, también cuenta con formación relacionada con marketing en línea, arquitectura de información, y SEO.



Yadira Kristell Vázquez Vázquez es ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Es integrante del Grupo de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico A.C., con el cual ha sido acreedora del premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica 2010, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como: C, C#, ASP.Net, PHP, SQL Server 2008, MySQL, desarrollo e implementación de Interfaces Electrónicas.



Diana Beatriz Vázquez Cruz es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Pertenece al Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C., con el cual ha sido acreedora de diversos premios entre los que destaca el Premio Nacional de Ahorro de Energía en el 2010. Ha colaborado en proyectos de investigación relacionados con dispositivos móviles, microcontroladores y comandos AT. Se especializa en lenguajes de programación: C, Visual C# (sharp) y JAVA, manejadores de bases de datos: MySQL y SQL Server y en herramientas web como PHP y ASP.NET.

Traductor del lenguaje Español a la lengua *tseltal* Spanish to *tseltal* translator

José Alberto Morales Mancilla (1)
I.T. de Tuxtla Gutiérrez
amancilla58@hotmail.com

Héctor Guerra Crespo (2), I.T. de Tuxtla Gutiérrez, hgcrespo@hotmail.com

Galdino Belizario Nango Solís (3), I.T. de Tuxtla Gutiérrez, gbnango@hotmail.com

Imelda Valles López (4), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, imevalles@yahoo.com.mx

Aida Guillermina Cossio Martínez (5), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, acossio_m@yahoo.com.mx

Artículo recibido en septiembre 23, 2011; aceptado en diciembre 13, 2011.

Resumen.

Este artículo presenta un panorama general sobre la lengua tseltal y hace referencia a una metodología lingüística para comprender sus variantes dialectales para introducirse a su estructura gramatical y conocer sus diferencias gramaticales con el español. Este artículo muestra también los avances significativos en el desarrollo de un traductor de textos que es una herramienta de software que está actualmente bajo desarrollo en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez para traducir archivos de texto escritos en español a la lengua tseltal.

Palabras clave: Traductor, población indígena, lenguas indígenas, lengua tseltal, educación indígena.

Abstract.

The present article depicts a general view of the tseltal language and makes reference to a linguistic methodology that allows the understanding of its grammatical structure and the knowledge to compare the grammar differences with the Spanish language. This article also reveals the significant progress in the development of a text translator, a software tool currently in development in the "Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez" that translates text files from Spanish to the tseltal language.

Keywords: Translator, indian languages, tzeltal indian language, indian education.

I. Introducción.

A pesar de los 23 años de existencia de la Dirección General de Educación Indígena, no ha logrado consolidar el uso de la lengua indígena en cada una de las aulas escolares donde trabajan maestros bilingües. Esto es debido a que son insuficientes los materiales pedagógicos con relación a los valores culturales y lingüísticos de las comunidades, ya que se siguen utilizando libros de texto nacionales, los cuales son elaborados y dirigidos para niños hispanohablantes, asimismo, no hay diferencia en el horario u organización de actividades [2].

La Subsecretaría de Educación Federalizada (SEF), en el período 2005-2006 tenía inscritos a 217,179 alumnos, con un índice de reprobados de 21,261, y de aprobados de 195,918.

Si bien podemos reconocer los esfuerzos de la Dirección General de Educación Indígena en la producción de materiales en lenguas indígenas, no se puede decir que tengan una utilidad práctica en el aula, ya que algunos son simples y pésimas traducciones de los materiales nacionales, dificultando con esto su uso [2].

Desde el año de 1998, el Centro Estatal de Lenguas, Arte y Literatura Indígenas, a través del Departamento de Lenguas y Traducciones, inició cursos en la enseñanza de las lenguas tseltal y tsotsil, debido a la existencia de una demanda considerable en su aprendizaje, misma que continua y va en aumento. La mencionada situación ha obligado a una sistematización de la enseñanza, por lo que se requirió de una definición de contenidos y de varias estrategias didácticas. Durante este proceso, se consultaron teorías relacionadas con los métodos de enseñanza y aprendizaje de la segunda lengua y lenguas extranjeras [6].

Durante años se ha hablado del desarrollo y del respeto a la diversidad lingüística pero hasta la fecha se ha hecho poco al respecto. Se puede decir que efectivamente, en todas las comunidades indígenas donde funcionan escuelas primarias atendidas por la Dirección General de Educación Indígena, no se inicia con la lengua propia, ya que el uso de ésta no es obligatorio. Desde los primeros días de clases se introduce ya la enseñanza en español [2].

México es uno de los países con mayor diversidad lingüística y cultural, algunas instituciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (**UNESCO**) reconocen que ocupa el octavo lugar en el mundo en cuanto a la presencia de pueblos indígenas. Oficialmente se estiman 62 idiomas indígenas, cada uno de ellos con su complejidad dialectal; sin embargo, varios lingüistas comentan que son más de 100 lenguas que se hablan en territorio mexicano.

Según los datos del II conteo de población y vivienda (**INEGI**) 2005, hay un total de 6,011,202 hablantes de lenguas indígenas mayores de 5 años, en tanto que en año 2000 en el XII censo de población y vivienda se registraron 6,044,547. Los datos anteriores revelan que en un lapso de cinco años, la población descendió en 33,345 personas. Lo cual no significa que la población indígena sea menor [4].

La diversidad de la cultura de Chiapas se refleja en la variedad de lenguajes que hablan sus pobladores, ya que el idioma es el principal elemento transmisor de las experiencias, conocimientos, mensajes y sensaciones del ser humano.

En Chiapas al igual que en todo el país el idioma oficial es el español. Sin embargo, también se hablan varias lenguas autóctonas, que son producto de la enorme herencia cultural que aun guardan nuestros pueblos.

Estas lenguas son idiomas, no dialectos como comúnmente se les llama, ya que cuentan con todas las características gramaticales y fonéticas, como cualquier otro idioma, como el inglés, el francés o el alemán.

Actualmente se cuenta con la Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas [7], que fue promulgada en 13 de Marzo de 2003, en la cual se declara a las lenguas indígenas como una lengua oficial del país y cuenta con varios artículos sobre la educación en los pueblos indígenas, en donde se citan algunos:

- Incluir en los programas de estudio de la educación básica y normal, el origen y evolución de las lenguas indígenas nacionales, así como de sus aportaciones a la cultura nacional.
- Es derecho de todo mexicano comunicarse en la lengua de la que sea hablante, sin restricciones en el ámbito público o privado, en forma oral o escrita, en todas sus actividades sociales, económicas, políticas, culturales, religiosas y cualesquiera otras.

- Supervisar que en la educación pública y privada se fomente o implemente la interculturalidad, el multilingüismo y el respeto a la diversidad lingüística para contribuir a la preservación, estudio y desarrollo de las lenguas indígenas nacionales y su literatura.
- Garantizar que los profesores que atiendan la educación básica bilingüe en comunidades indígenas hablen y escriban la lengua del lugar y conozcan la cultura del pueblo indígena de que se trate.

Con ello se pretende que la educación indígena sea de mejor aprovechamiento y así como también, tanto los niños como los adultos conserven sus valores y culturas. Debido a la importancia que tienen las lenguas indígenas en la actualidad según Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas es importante el desarrollo de materiales educativos en lenguas originarias, para ser cursados mediante el uso de las Tecnologías de la Comunicación e Información (TIC's) [7].

I.1 Antecedentes.

La diversidad lingüística de origen indoamericano presente en México se encuentra registrada en el Catálogo de las lenguas indígenas de la siguiente manera: 11 familias lingüísticas, 68 agrupaciones lingüísticas y 364 variantes lingüísticas [9].

Una **familia lingüística** se define como un conjunto de lenguas cuyas semejanzas en sus estructuras lingüísticas (fonológicas, morfosintácticas y léxicas) obedecen a un origen histórico común.

En México se hablan lenguas de *once familias lingüísticas indoamericanas* diferentes, lo cual da muestra de la gran riqueza lingüística que tenemos en contraste con otras regiones del mundo, como Europa, donde se hablan lenguas de cinco familias lingüísticas.

Las familias presentes en nuestro país, son como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Familias lingüísticas en México

1. Álgica	7. Maya
2. Yuto-nahua	8. Totonaco-Tepehua
3. Chimí-yumana	9. Mixe-Zoque
4. Seri	10. Chontal de Oaxaca
5. Oto-mange	11. Huave
6. Tarasca	

Una **agrupación lingüística** es el conjunto de variantes lingüísticas comprendidas bajo el nombre dado tradicionalmente a un pueblo indígena. El término agrupación lingüística no es un sinónimo de lengua, sino una categoría intermedia de catalogación [9].

En México existen *68 agrupaciones lingüísticas* a las cuales les corresponden, una o más variantes lingüísticas.

La categoría **variante lingüística** se refiere a una forma de habla que presenta diferencias internas con tras variante de la misma agrupación. Estas diferencias varían, según cada caso, a nivel de sonidos, de palabras, de su significado o del uso que se les da.

Para algunas agrupaciones, las diferencias entre una variante y otra implican, además cambios en su estructura, diferencias de tipo sociocultural, condicionadas a la territorialidad, las creencias o la vida política. En México se hablan **368 variantes lingüísticas** [9].

Por cuestiones del fin de estudio nos enfocaremos a la familia maya por ser esta donde se encuentra la agrupación de interés, la lengua **tseltal**. En la tabla 2 se listan las diversas agrupaciones lingüísticas pertenecientes a la familia maya.

Tabla 2. Agrupaciones lingüísticas de la familia maya.

Agrupación lingüística	Variante lingüística
huasteco	3
Maya	1
Lacandón	1
Ch'ol	2
Chontal de Tabasco	4
Tseltal	4
Tsotsil	7
Q'anjob'al*	1
Akateko*	1
Jakalteko*	1
Qato'k	2
Chuj*	1
Tojolabal	1
Q'eqchi'	1
K'iche'*	3
Kaqchikel*	1
Teko*	1
Mam*	5
Awakateko*	1
Ixil*	2

I.2 Planteamiento del problema.

La Educación indígena comparada con la de los otros años no ha mejorado a grandes rasgos según las estadísticas: La Subsecretaría de Educación Federalizada (SEF), en el período 2005-2006 tenía inscritos a 217,179 alumnos, con un índice de reprobados de 21,261, y de aprobados de 195,918. Según esto la educación ha mejorado un poco, pero no en su totalidad ya que la mayoría de los niños pasan con bajos promedios y por lo cual falta mejorar este aspecto [3]. Es importante reconocer que en las comunidades donde se hablan lenguas indígenas en particular la tseltal se ofrece una educación informal debido a que los docentes que imparten las clases no hablan, ni escriben la lengua, además actualmente no existen diversas herramientas didácticas apropiadas para facilitar la enseñanza educativa en su lengua materna.

Gran parte de los problemas que se presentan en la educación indígena, se deben a la falta del conocimiento de la lengua, esto causa la falta de poder interpretar las necesidades de los pueblos indígenas debido a las deficiencias que existen en la comunicación. Esto hace más evidente la necesidad de crear un sistema, que ayude a traducir e interpretar el significado de una frase u oración para poder hacer más eficiente la comunicación que es un factor importante en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Anteriormente la metodología de enseñanza para la educación indígena era a base de libros de textos gratuitos que estaban en español, y no en su lengua por lo cual a los niños se les hacía más difícil su aprendizaje, no por ser niños sin conocimientos, sino por su lento aprendizaje y por los materiales que no estaban en su lengua materna, además los profesores no eran bilingües, y sobre todo la lengua indígena no había sido reconocida como una lengua más de nuestro país. Actualmente la SEF cuenta con 134 zonas indígenas, las cuales no todas cuentan con libros de textos gratuitos en lenguas indígenas, además que no cuentan también con ningún tipo de traductor o programas bilingües que los ayude hacer más eficiente el trabajo de los maestros para ayudar a incrementar el aprendizaje de los niños a nivel primaria; ya que según la SEF, los únicos traductores con que cuentan son los profesores bilingües que tienen en algunas zonas, lo cual hace más lento el trabajo de los profesores que no están capacitados para impartir clases.

De acuerdo con hablantes del Instituto de Educación para Adultos Indígenas (IEA) no existen libros o materiales didácticos para combatir el analfabetismo en las zonas indígenas solamente cuadernillos que tienen como finalidad rescatar y fortalecer las lenguas indígenas, así como el Centro Estatal de Lenguas Arte y Literatura Indígenas (CELALI) que se encarga del rescate de las lenguas indígenas a base de diferentes eventos ya sea través de las Artes o de la espontaneidad de mujeres y hombres indígenas aprovechando los diferentes medios de comunicación con la convicción de conservar sus tradiciones.

I.3. Objetivo.

Traducir textos o archivos de textos escritos en idioma español a la lengua tseltal, por medio de un sistema traductor.

I.3.1 Objetivos específicos

- Traducir oraciones enunciativas con verbos en tiempo presente simple las cuales contienen una aseveración o se enuncia un contenido destinado a su comunicación.
- Traducir oraciones simples, es decir, aquellas que contienen un único verbo, y por lo tanto expresa solamente una acción verbal.
- Traducir oraciones enunciativas afirmativas, es decir, aquellas cuando la aseveración es una afirmación: *mi mamá compra su ropa.*
- Traducir oraciones enunciativas que contengan solamente los siguientes elementos: Sujeto nominal = Artículo + Adjetivo Posesivo + Sustantivo + Adjetivo Calificativo.
Predicado nominal = Verbo en Presente Simple + Sujeto nominal + Preposición + Sujeto nominal.
- Abrir archivos de textos en formato de texto plano (.txt) y en formato Word (.doc).
- Guardar texto traducido en formato de texto plano (.txt) y en formato Word (.doc).
- Exportar texto traducido a formato de documento portátil (PDF).
- Imprimir texto traducido.
- Personalizar texto traducido (color, fuente, tamaño, etc.).
- Contar con un diccionario de palabras como ayuda en la traducción de textos.

II. Métodos.

II.1 Análisis de la lengua tseltal.

La metodología que aquí se propone comienza desde el proceso de analizar la lengua tseltal para diseñar y crear una gramática de esta lengua.

La estructura gramatical de las lenguas mayas es totalmente distinta a las lenguas occidentales, para lo cual hay que procurar prescindir de nuestra lengua para comprender en sí misma la estructura de la lengua tseltal.

El alfabeto tseltal consta de 26 grafías: 21 son consonantes y 5 vocales [1].

Al agregado de palabras ordenadas con que expresamos nuestros pensamientos se llama en lenguaje común *habla*, y entre gramáticos *oración*, por lo cual se llaman con propiedad las palabras *partes de la oración*. Para fines de este proyecto se identificaron 10, en este orden:

1. Sustantivo
2. Adjetivo Calificativo
3. Pronombre Personal
4. Marca Posesiva
5. Artículo Determinante
6. Marca de Sujeto
7. Preposición
8. Marca Aspectual de Tiempo
9. Marca de Pregunta
10. Verbo

Ante las grandes diferencias estructurales de las lenguas mayas, en particular la lengua tseltal con el castellano, la metodología usada para dar inicio al desarrollo del proyecto es comparar las mismas frases en español y la lengua tseltal, por ejemplo:

(1)	¿Cómo estás?	¿Bin awilel?
(2)	Estoy bien	Lek ay on
(3)	¿A dónde vas?	¿Banti ya x bajat?
(4)	Voy a mi milpa	Ya x bon ta jk'altik
(5)	Que te vaya bien	Te x awil aba

Posteriormente hacer un análisis de las palabras que forman parte de la oración, para identificar la estructura gramatical de cada frase y ver sus diferencias tanto en español como en tseltal, se observa que existen serias diferencias en el significado y la concepción del mundo, por lo que el siguiente paso es analizar el significado de cada frase.

(1) *¿Bin awilel?* significa *¿Cómo está tu mirar?*

Bin es un adverbio lo que significa cómo, es una pregunta por el modo de ser de tu acción verbal, tu modo de ver.

Aw es el posesivo de segunda persona, pronombre para decir tuyo, tu acción.

Ilel es el verbo ver puesto en infinitivo. **Il** es la raíz del verbo *ver*, **el** es el sufijo que indica el infinitivo del verbo *ver*.

La frase (1) en tseltal no significa *cómo estás tú* sino cómo orientas tu mirada; cómo con tu mirar defines las cosas para tu ánimo. Parece decir cómo tú tienes una manera de ver, que puede ser un buen o mal estado, cómo te miras tú.

(2) *Lek ay on* significa *estoy bien*

En la frase (2) pareciera que la respuesta no corresponde a la pregunta ya que no se responde *mi mirar está bien* sino *yo estoy bien*. Esta implícito que mi modo de definir mi mirar que es una forma de autodefinirme hace que yo esté bien, en consecuencia es una forma del buen modo de mirarme a mí mismo [5].

(3) *¿A dónde vas?* significa *¿Banti ya x bajat?*

Al parecer en todas las lenguas mayas existe una doble estructura que hace diferente la conjugación de los verbos transitivos e intransitivos, con el verbo transitivo *ilel* aparecido en la oración (1) e infinitivo se puede decir *ya hkil* que significa *mi mirar*, al usar el prefijo *hk* ya no se usa la forma infinitiva *ilel* solo se deja la raíz del verbo *il*. El prefijo *hk* significa mi acción de mirar, es un pronombre posesivo de primera persona, pero hay que tener cuidado ya que es el modo de referir a mi acción sólo si la raíz del verbo transitivo a la que se aplica comienza con vocal. Si se dice *yo te miro a ti* se usa la fórmula *ya hkilat* donde *at* es el sufijo para decir *a ti* [5].

A continuación después de haber analizar las oraciones para identificar las diferencias estructurales se hace un análisis de los pronombres personales, los cuales son:

Yo	<i>Jo on</i>
Tú	<i>Ja at</i>
Él	<i>Ja</i>
Nosotros todos	<i>Jo tik</i>
Nosotros excluyente de uno o de muchos	<i>Jo ot kotik</i>
Ustedes	<i>Ja ex</i>
Ellos	<i>Ja ik</i>

Esto significa que se tienen dos pronombres para la primera persona del plural con funciones diferentes. El pronombre es la parte de la oración que sustituye al nombre, sin embargo, no es una parte de la oración en el mismo sentido que lo son los sustantivos, el adjetivo, el verbo o el adverbio. La denominación personales sólo está parcialmente acertada, ya que existen formas que no designan a personas necesariamente, o a seres personificados. En español las dos primeras personas son realmente personales, pero no la tercera, que puede designar también seres no personales. Se basan en las personas que pueden intervenir en el coloquio, que son por lo menos tres: la que habla, aquella a quien se habla, y aquella de quien se habla y sus respectivos plurales.

II.2 Gramática de la lengua tseltal

Esta es la primera gramática libre de contexto que se generó de acuerdo a las investigaciones realizadas sobre la escritura de las oraciones enunciativas simples en la lengua Tseltal, las cuales tienen una estructura diferente a la del español, pero comparten la mayoría de los elementos fundamentales de la oración. La estructura general de las oraciones en español es la siguiente:

Oración español → Sujeto + Predicado

Que en tseltal son los mismos elementos principales pero de manera inversa:

Oración tseltal → Predicado + Sujeto

Tomando estos dos elementos principales (predicado y sujeto), procedemos a desglosarlos y sus componentes interiores generando así la *gramática Tseltal versión 1* que fue el premier acercamiento a la descripción de la estructura de las oraciones enunciativas.

Gramática tseltal versión 1

O → <P> <S>

P → <MA> <V> <C> | <V> <C>

V → <MS> <Vt> | <Vi> <MS> | Vinf

C → ta <MP> <Sust> | <MP> <Sust> | <Sust>

MA → ya | la | ya x- | yakal ta

S → te <Ss> | te <AC> <Sust> | te <Sust> | te <Adv> <Adv> | te <Adv>

MP → k | aw | y | j | a | s

O : Oración

P : Predicado

S : Sujeto

MA : Marca Aspectual de Tiempo

V : Verbo

C : Complemento

MS : Marca de Sujeto

Vt : Verbo Transitivo

Vi : Verbo Intransitivo

MP : Marca Posesiva

Sust : Sustantivo

Ta : Preposición

Te : Artículo Determinante

Ss : Sustantivo del Sujeto

AC : Adjetivo Calificativo

Vinf : Verbo Infinitivo

Adv : Adverbio

De acuerdo a un análisis detallado de la primera gramática se depuró y generó una segunda gramática de la cual se excluyó la marca del sujeto (**MS**) que se encontraba junto al verbo, se optó por conjugar todos los verbos en tseltal para incluirlos dentro del lexicón, ya que conjugados facilitarían el proceso a la hora de traducir dicho verbo.

La otra modificación fue quitar dentro de la Marca Aspectual (**MA**) el símbolo terminal “**ya x-**”, ya que este se generaba al formular una oración en tiempo presente con un verbo intransitivo y los verbos intransitivos ya fueron conjugados dentro de lexicón.

O → <P> <S>

P → <MA> <V> <C> | <V> <C>

V → <VC> | <Vinf>

C → ta <MP> <Sust> | ta <Sust> | <MP> <Sust> | <Sust>

MA → ya | la | yakal ta

S → te <Ss> | te <AC> <Sust> | te <Sust> | te <Adv> <Adv> | te <Adv>

MP → k | aw | y | j | a | s

O : Oración

P : Predicado

S : Sujeto

MA : Marca Aspectual de Tiempo

V : Verbo

C : Complemento

VC : Verbo Conjugado

MP : Marca Posesiva

Sust : Sustantivo

ta : Preposición

te : Artículo Determinante

Ss : Sustantivo del Sujeto

AC : Adjetivo Calificativo

Vinf : Verbo Infinitivo

Adv : Adverbio

III. Desarrollo.

III.1 Modelo conceptual del sistema propuesto.

Para desarrollar el Traductor de lenguaje español al tseltal se diseñó el siguiente modelo conceptual del sistema como se muestra en la figura 1.

El siguiente diagrama a bloques muestra cómo funciona el traductor español-tseltal.

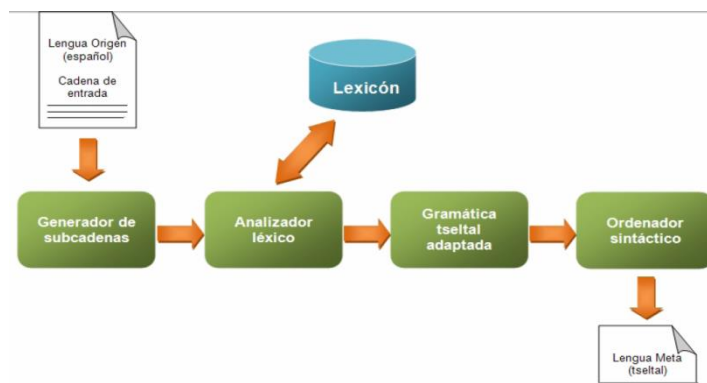


Fig. 1. Modelo conceptual del sistema Traductor de lenguaje español al tseltal.

Descripción del funcionamiento del traductor:

1. Interface Usuario envía cadena que se escribió en español al generador de subcadenas.
2. El generador de subcadenas divide las cadenas que el usuario ingresó en subcadenas y luego se las envía al analizador léxico.

3. El analizador léxico determina si es una palabra terminal o no terminal, si es una palabra terminal le agrega su equivalente en tseltal (la, las, el, los, etc.), en caso contrario, si es una palabra no terminal (verbos, sustantivos, etc.) envía la primera palabra en español al lexicón para que se le regrese la misma palabra pero en tseltal, es decir, su equivalente.
4. El lexicón recibe la palabra en español y le devuelve al analizador léxico la misma palabra, pero en tseltal, además también le devuelve una etiqueta del tipo de palabra al que pertenece.
5. El analizador léxico envía las palabras en tseltal al método especial para que elimine o complete la oración en tseltal pero de manera lineal.
6. Una vez que el método especial haya completado la oración con las palabras en tseltal linealmente, envía esa oración lineal al analizador léxico.
7. El analizador léxico envía la subcadena en tseltal con sus respectivas etiquetas al analizador sintáctico (gramática del tseltal) para que ésta, establezca cómo debe estar construida la oración tseltal.
8. El analizador sintáctico después de recibir la palabra en tseltal y la etiqueta, y si no son válidas se imprime un mensaje de error.
9. Una vez que el analizador sintáctico haya establecido el orden de la oración y por lo tanto no hay errores, entonces le manda al analizador léxico un mensaje que la subcadena es válida.
10. El analizador léxico envía a Ordena, la etiqueta enumerada y la palabra en tseltal para que éste ordene las palabras en tseltal para formar una oración tal como lo estableció la gramática del tseltal.
11. Una vez que Ordena haya formado la oración correctamente, la envía a Imprimir para que sea visualizado en pantalla.

Conclusiones.

El traductor español-tseltal de oraciones simples enunciativas en tiempo presente, es un proyecto que se desarrolló en la Secretaría de Educación Federalizada (SEF) en el Departamento de Fortalecimiento de Lenguas Indígenas, es un proyecto muy importante, ya que con ello se está contribuyendo al rescate y a la preservación de una lengua indígena representativa en el Estado de Chiapas.

Durante las pruebas, se hace una traducción de una oración que contenga predicado con los elementos verbo y sustantivo:

Ejemplo. Ya sk'ut ixim : desgrana maíz;

Se observa que es una oración simple, no compleja pero que describe algo.

En el caso de otras pruebas se hace una traducción de una oración que contenga sujeto y predicado, con los elementos pronombre posesivo, sustantivo, verbo, pronombre posesivo, sustantivo, adjetivo, preposición, sustantivo y adjetivo:

Ejemplo: ya sk'ut yach' ixim ta muk mexa te jme'e : mi mamá desgrana su maíz nuevo en la mesa grande.

Se observa que es una oración simple pero más completa, es decir está compuesta con más elementos que conforman una oración.

Con el resultado anterior de los casos de prueba, se aprecia que los resultados arrojados por el traductor español-tseltal, fueron satisfactorios para el proyecto ya que cumplen con los objetivos propuestos.

Cabe mencionar, que el proyecto se enfocó a solucionar únicamente las oraciones simples enunciativas en tiempo presente, por lo que se sugiere, que para resolver otro tipo de oración, primero se debe hacer un análisis a profundidad de la lengua tseltal y luego proponer soluciones a las demás oraciones y elegir la mejor.

Los beneficios obtenidos del presente trabajo fueron:

- Se ha demostrado que se han podido traducir oraciones simples del español en tiempo presente a la lengua tseltal.
- Este proyecto está contribuyendo al rescate y a la preservación de una lengua indígena tseltal en el estado de Chiapas.

Créditos.

Los autores agradecen y dan créditos al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y al Instituto de Educación para Adultos Indígenas (IEA) por todas las facilidades y apoyo para la realización de este proyecto. También un profundo agradecimiento a los hablantes de la lengua indígena que han apoyado con las traducciones y aprendizaje de la lengua tseltal.

Referencias Bibliográficas.

- [1] Guzmán Velasco A. (2009). *Jnoptik bats'íl kóp*. Aprendamos tseltal. Centro Estatal de Lenguas, Arte y Literatura Indígena.
- [2] López Gómez J. y Hernández Núñez H. (2003). *Pensamiento y palabra. Snopbenal k'op a'yej*. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas.
- [3] López Hernández G. (2007). *Subsecretaría de Educación Federalizada (SEF)*. Estadística de Educación Primaria.
- [4] Ochoa Nájera J. D. (2007). *¿Lengua y Cultura? Estructura de la conversación en contextos bilingües*. Textos de los pueblos originarios.
- [5] Paoli A. (2006). *Aprender la lengua y la cultura tseltal*. Reencuentro, diciembre, número 047, Universidad Metropolitana, Xochimilco, México Distrito Federal.
- [6] Vázquez López M. R. (2007). *Chano Bats'í K'op*. Aprenda tsotsil. Centro Estatal de Lenguas, Arte y Literatura Indígenas.
- [7] (2003). *Ley General De Derechos Lingüísticos De Los Pueblos Indígenas*. Publicada en el D.F.
- [8] (2010). *Instituto de Educación para Adultos Indígenas (IEA)*. Departamento de Atención a grupos étnicos.
- [9] (2011). *Catálogo de las lenguas indígenas nacionales INALI*. Gobierno Federal SEP. Disponible en URL: <http://www.inali.gob.mx/>.

Información de los autores.



José Alberto Morales Mancilla es Maestro en Ciencias Computacionales en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico CENIDET, es profesor investigador en el I.T. de Tuxtla Gutiérrez desde 1991 y se especializa en tecnología RFID y traductores para lenguas indígenas.



Héctor Guerra Crespo es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 2011. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y en el área de Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Universidad Autónoma de Chiapas, en ambas desde 1995, líder del cuerpo académico “tecnologías de información para el desarrollo regional” donde impulsa el área de trabajo “aplicaciones sobre mapas”.



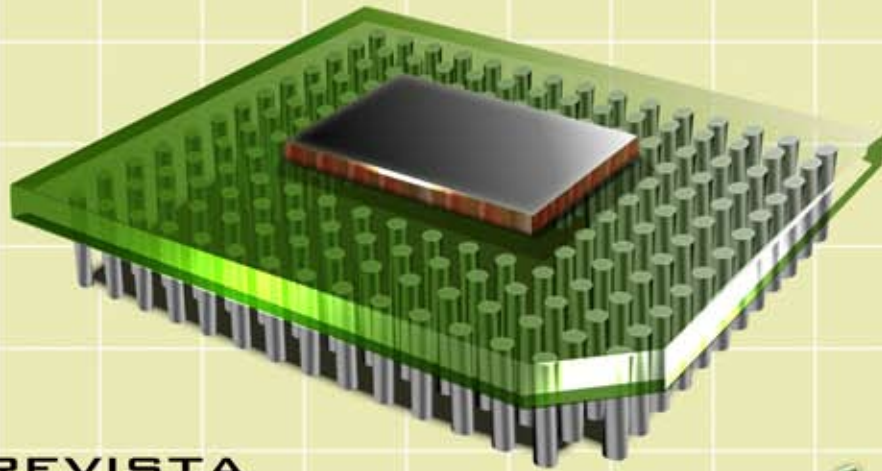
Galdino Belizario Nango Solís es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez desde 2008, es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 1996. Es Maestro en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, en 2001.



Imelda Valles López es Ingeniera en Sistemas Electrónicos graduada del ITESM y Maestra en ciencias en Administración por ITTG, actualmente profesora de tiempo completo en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez desde 1992. Experiencia docente impartiendo las materias de matemáticas para computación, teoría de la computación, programación de Sistemas, lenguajes y autómatas, redes y desarrollando proyectos e investigaciones en el área de teoría de compiladores y redes.



Aida Guillermina Cossio Martínez es profesora en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez desde 1995. Es Licenciada en Informática Administrativa por la Universidad Autónoma de Guadalajara en 1991. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Administración en junio de 2002 por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



REVISTA
TECNOLOGÍA
DIGITAL

www.revistatecnologiadigital.com