

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LOS INSTANTES PREVIOS A UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO

**Edison Guangaje<sup>1</sup>, Diego Pachacama<sup>2</sup>, Mauricio Cruz<sup>3</sup>, Sixto Reinoso<sup>4</sup>,**

<sup>1,2,3</sup> Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,

<sup>4</sup> Departamento de Eléctrica y Electrónica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,

Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

email: diegofran1988@hotmail.com, fercho\_s.g.c@hotmail.es, gmcruz@espe.edu.ec, srreinoso@espe.edu.ec.

## RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó e implemento un sistema electrónico de una caja de registro de información en los instantes previos a un accidente de tránsito, dando una solución a la falta de pruebas para esclarecer las verdaderas causas de un accidente vehicular.

## ABSTRACT

In the present work was designed and implement an electronic system of a box of registration of information in the previous instants to a traffic accident, giving a solution to the lack of tests to clarify the true causes of a vehicular accident.

## I. INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito constituyen un problema económico y social, ya que luego de que se produce deja daños materiales, pérdidas económicas y en el peor de los casos pérdidas humanas que afectan a la ciudadanía en general.

El objetivo de este proyecto es seleccionar los sensores, cámaras, material y memoria para desarrollar una Caja de registro de información capaz de guardar datos que son de gran ayuda al momento de determinar las causas del accidente.



Figura 1. Caja registradora de información.

## II. DESARROLLO

La Caja registradora de información es un sistema actual eléctrico y electrónico de registro, controlado por medio de un mainboard HP, a través de una tarjeta electrónica Arduino R13 y demás componentes electrónicos que ayudan en el registro de datos en el momento en que se suscita un accidente de tránsito.

La Caja registradora de información consta de los siguientes componentes para su funcionamiento:

#### a. Mainboard

La mainboard es la parte principal de un computador ya que nos sirve de alojamiento de los demás componentes permitiendo que estos interactúen entre si y puedan realizar procesos.



Figura 2. Mainboard HP.

#### b. Antena Wireless

Es un router que se coloca conectado al mismo POE que va al CPE, para dar Wifi a los equipos interiores. Esta antena Wireless es utilizado para extraer la información guardada por medio de una conexión en red.



Figura 3. Antena Wireless AirGateway.

#### c. Tarjeta programable arduino R3

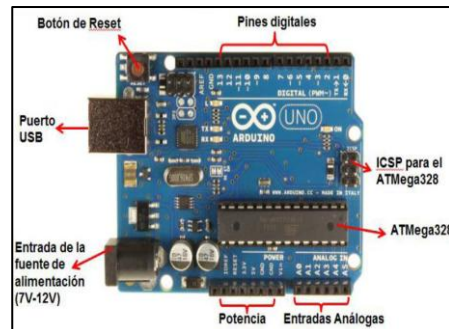


Figura 4. Tarjeta electrónica de control Arduino R3.

#### d. Cámaras ip semi-pro drc-h216w

La cámara Dericam H216W (IR-cut+Megapixel+H.264+ONVIF) es una cámara IP inalámbrica. Tiene una cámara de vídeo digital de alta calidad con conexión de red y un servidor web potente que permiten transmitir vídeos de buena calidad a su ordenador de mesa desde cualquier lugar de su red local o a través de internet.



Figura 5. Dericam H216W.

#### **e. Inversor de energía**

Este inversor es muy eficaz al momento de conectarlo desde la batería, cuenta con 400W de energía de la oleada de pico y un adaptador macho 12V. Con esta potencia del inversor Schumacher, se obtiene una gran cantidad de poder, el ventilador de alta velocidad incorporada ayuda a mantener la unidad a una temperatura adecuada.



Figura 6. Schumacher power inverter 400W.

#### **f. Cámara web genius facecam 320x usb**

La FaceCam 320X, produce imágenes claras, es Plug & Play, por lo que puede usarla para comunicarse rápidamente con familia y amigos. El enganche universal puede usarse con su computadora, equipo portátil, Ultrabook o como soporte independiente. Es una cámara web simple y útil.



Figura 7. FaceCam 320X.

### **III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS**

Previo a la implementación de cada componente que va a conformar el registrador de datos los mismos que fueron construidos, y para este proceso nos hemos limitado a utilizar algunos elementos disponibles en el mercado local para adecuarlos al funcionamiento de un sensor y la protección de las tarjetas en caso de una colisión, es decir no se van a fabricar en si los elementos sino que van a ser acoplados a sensores que se encuentran en el vehículo y desempeñan una función específica e importante.

#### **a. Construcción de la estructura metálica**

Para la construcción de la estructura de la caja se utilizó planchas de acero A 500 de un espesor de 10 mm, por las excelentes propiedades que posee.



Figura 8. Estructura de la caja de registro de información.

La caja de protección del sistema requiere de estas características:

- Soportar altas temperaturas tal que el sistema se conserve en caso de un incendio.
- Gran resistencia física a los impactos.
- Gran resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la humedad.

#### b. Construcción de los circuitos

- **Construcción del circuito rectificador de onda**

El sensor de velocidad (VSS) es de tipo inductivo y emite una señal de voltaje alterna de 20V, motivo por el cual se construyó un circuito rectificador de onda completa para convertir la señal de corriente alterna de entrada del sensor VSS en corriente continua de salida con un voltaje de hasta 5V que es el voltaje límite de la tarjeta programable Arduino Uno R13.



Figura 9. Rectificador de onda.

- **Adaptación del transformador de voltaje**

El sistema de registro y almacenamiento de datos está constituido principalmente de un mainboard de un computador portátil, motivo por el cual se usó su cargador original para alimentar el mismo, es por eso que se adaptó un transformador de voltaje de 12V a 110V, por motivo de que el voltaje de la batería del vehículo no abastece la cantidad de voltaje necesario para encender el mainboard y los demás componentes de registro de datos. El mismo que está ubicado debajo del asiento del piloto.



Figura 10. Transformador de voltaje.

### c. Elaboración del software

Las señales que se generan en los sensores son llevadas hacia la tarjeta programable, el programa interno que se encuentra en el mainboard las reconoce y las registra en la memoria.

El sistema trabaja con dos tipos de señal: analógicas y digitales, las mismas que ingresan en un rango de 0 a 5V debido a los requerimientos de la tarjeta programable Arduino R3.

Además del registro de las señales provenientes de los sensores, se implementó el uso de dos cámaras externas ubicadas en la parte frontal y posterior del vehículo y una cámara interna que se encuentra en la cabina del mismo.

En el siguiente flujograma se muestra el proceso de funcionamiento del programa que se encargara de sensar, procesar y registrar cada uno de los diferentes datos:

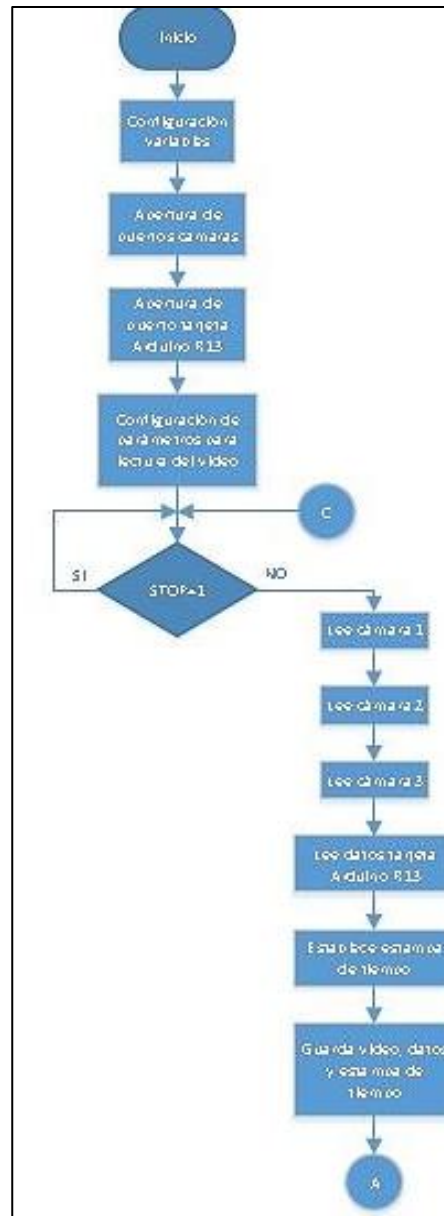


Figura 11. Esquema básico del programa.

Los datos son enviados a la memoria interna del sistema del mainboard para que se guarden en forma permanente. Estos datos son reemplazados cada cierto tiempo según como ingresen a la memoria hasta que ésta se llene, cuando se ha llenado se reemplaza el dato más antiguo que tiene la memoria.

#### **d. Armado del circuito electrónico en la caja**

Luego de verificar el funcionamiento correcto de los circuitos realizados y para su posterior implementación los mismos deben estar sujetos firmemente en una base de un material aislante, en este caso se utilizó madera MDF que garantiza que no exista contacto con la base metálica de la caja como se puede observar en la siguiente figura:

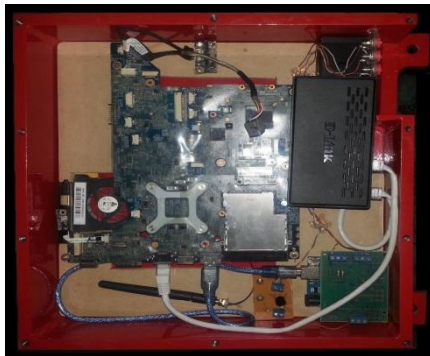


Figura 12. Ensamble completo del Registrador electrónico de datos.

#### **e. Implementación del sistema electrónico de registro en el vehículo**

Una vez concluida la construcción, adaptación y adecuación de los elementos que constituyen el sistema de registro electrónico de datos, se procede a ubicarlos en las zonas previamente especificadas.

- **Conexión del sensor de velocidad (VSS)**

Ubicación sensor de velocidad (VSS):  
Salida de la caja de velocidades.



Figura 13. Sensor de velocidad VSS.

- **Implementación sensor de freno**

Ubicación: Pedal de freno.



Figura 14. Sensor de freno.

- **Implementación del sensor del cinturón de seguridad**

Ubicación: Horquilla del cinturón de seguridad.



Figura 15. Sensor del cinturón de seguridad.

- **Implementación de la caja electrónica registradora de datos en el vehículo**

La caja electrónica registradora de datos se encuentra ubicada debajo del asiento del copiloto, es por eso que se realizó perforaciones en el piso de la cabina para sujetarla y así se mantenga firme.



Figura 16. Perforación y sujeción de la caja electrónica registradora de datos.

- **Ubicación de las cámaras externas**



Figura 17. Ubicación cámara frontal.



Figura 18. Ubicación cámara posterior.

- **Ubicación cámara interna**



Figura 19. Ubicación cámara interna.

#### IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL REGISTRADOR DE INFORMACIÓN.

Ya concluidas las fases de investigación, ajustes, conexiones y adaptaciones, es necesario conocer el comportamiento del registrador en su forma definitiva, para esto es preciso efectuar diferentes pruebas de carretera que facilitan la obtención de los datos los mismos que fueron utilizados en el análisis final.

##### a. Etapa inicial de las pruebas

La realización de la etapa inicial, tiene por finalidad conocer exactamente la relación existente entre cada una de las señales generadas por los sensores ubicados en el pedal del freno, cinturón de seguridad y sensor

VSS en el vehículo, así como, cada una de las cámaras externas e interna.

- **Prueba del sensor de velocidad (VSS)**

Esta prueba se la realizó en forma progresiva partiendo desde una velocidad de 0 km/h hasta alcanzar los 120 Km/h.

En la etapa de la primera prueba se trabaja mediante la medición del voltaje generado con un Multímetro.

SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)	
Velocidad (Km/h)	Voltaje (Voltios)
0 - 10	0,260521
11 - 20	0,484022
21 - 30	0,686515
31 - 40	0,881938
41 - 50	1,21114
51 - 60	1,42003
61 - 70	1,56212
71 - 80	1,59456
81 - 90	1,71885
91 - 100	1,75645
101 - 110	1,8431
111 - 120	1,8533

Figura 20. Relación velocidad-voltaje.

- **Prueba del sensor del freno**

Esta prueba se realiza mediante la medición de continuidad del sensor en las diferentes posiciones del pedal del freno.



Figura 21. Prueba del sensor del freno (Pedal presionado).

- **Prueba del sensor del cinturón de seguridad**

Esta prueba al igual que la anterior se realiza mediante la medición de continuidad del sensor en la posición de abrochado y desabrochado del cinturón.



Figura 22. Prueba del sensor del cinturón (desabrochado).

- **Prueba de las cámaras externas**

Esta prueba se realizó en el trayecto de la vía Toacaso-Laso en condiciones de manejo normal obteniendo videos de excelente calidad y guardados en la memoria del sistema.

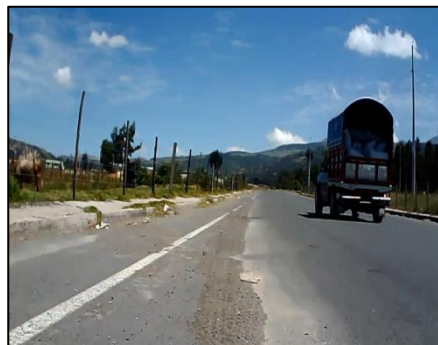


Figura 23. Prueba Cámaras externas.



- Prueba de cámara interior



Figura 24. Prueba Cámara interna.

**b. COMPROBACIÓN Y ANÁLISIS FINAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO.**

La verificación final del registrador electrónico de datos se las realiza en varias condiciones normales de manejo. En este proceso además de utilizar todos los componentes que conforman el sistema electrónico de registro se requiere de una computadora portátil con el que se descargara los datos generados hacia la PC.

Figura 25. Panel de visualización de datos registrados.

- Prueba 1 Registro de velocidad, uso del cinturón y freno

La prueba se realizó con el vehículo en condiciones de manejo normal, obteniendo de esta manera los siguientes resultados:

FECHA	VELOCIDAD	CINTURÓN	FRENO	OBSERVACIÓN
19/07/2014 11:00:55	4,73	SI	NO	
19/07/2014 11:01:00	15,26	SI	NO	
19/07/2014 11:01:05	39,68	SI	NO	
19/07/2014 11:01:10	48,36	SI	NO	
19/07/2014 11:01:15	54,75	SI	NO	
19/07/2014 11:01:20	61,54	SI	NO	
19/07/2014 11:01:25	73,85	SI	NO	
19/07/2014 11:01:30	75,26	SI	NO	
19/07/2014 11:01:35	78,64	SI	NO	
19/07/2014 11:01:40	79,00	SI	NO	
19/07/2014 11:01:50	85,36	SI	NO	
19/07/2014 11:01:55	80,41	SI	NO	
19/07/2014 11:02:00	66,37	SI	NO	
19/07/2014 11:02:05	87,80	SI	NO	
19/07/2014 11:02:10	106,50	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:02:20	78,82	SI	NO	
19/07/2014 11:02:25	1,37	SI	SI	
19/07/2014 11:02:35	41,63	SI	NO	
19/07/2014 11:02:45	56,28	SI	NO	
19/07/2014 11:02:50	59,56	SI	NO	
19/07/2014 11:02:55	65,87	SI	NO	
19/07/2014 11:03:00	66,39	SI	NO	
19/07/2014 11:03:05	76,47	SI	NO	
19/07/2014 11:03:15	90,26	SI	NO	
19/07/2014 11:03:20	111,22	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:25	125,55	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:30	135,87	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:35	123,47	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:40	69,70	SI	NO	
19/07/2014 11:03:45	117,50	SI	NO	EXCESO VELOCIDAD
19/07/2014 11:03:50	86,35	SI	NO	
19/07/2014 11:03:55	69,28	SI	SI	
19/07/2014 11:04:00	8,22	SI	NO	
19/07/2014 11:04:10	10,51	SI	NO	

Figura 26. Datos registrados en la prueba

En el momento que se produce el impacto a través de los sensores, se genera una línea de datos diferente a los que están siendo almacenados, la finalidad de la misma es dar a conocer la fecha, hora, velocidad, uso del cinturón y accionamiento del freno.

Adicionalmente nos muestra una observación indicando los momentos en el cual el conductor excede la velocidad permitida para el tipo de vehículo en el cual se implementó el proyecto.

- Prueba 2 Registro de tiempo de frenado y distancia de frenado

Posteriormente se realizó otra prueba en la cual se muestra el tiempo de accionamiento del freno (tiempo de frenado), al igual que la distancia que tarda el vehículo en detenerse durante el tiempo de accionamiento del pedal del freno (Distancia de frenado).

F/H INICIAL	T. INICIAL	V. INICIAL	F/H FINAL	T. FINAL	V. FINAL	DIST. FRENO	A
26/07/2014 10:57:11	0,00	0,00	26/07/2014 10:57:12	1,00	0,02	-9,00	
26/07/2014 10:57:13	0,00	0,02	26/07/2014 10:57:14	0,40	0,00	-9,00	
26/07/2014 10:57:15	0,00	0,00	26/07/2014 10:57:15	0,40	0,00	-9,00	
26/07/2014 10:57:27	0,00	1,03	26/07/2014 10:57:27	0,40	1,03	-8,94	
26/07/2014 10:57:51	0,00	33,99	26/07/2014 10:57:53	2,20	10,96	-4,41	
26/07/2014 10:59:02	0,00	22,93	26/07/2014 10:59:13	10,80	3,30	10,59	
26/07/2014 11:00:05	0,00	47,13	26/07/2014 11:00:12	6,20	3,63	12,85	
26/07/2014 11:03:34	0,00	0,00	26/07/2014 11:03:36	1,40	0,00	-9,00	
26/07/2014 11:09:50	0,00	0,02	26/07/2014 11:09:54	3,80	0,00	-8,99	
26/07/2014 11:10:37	0,00	0,00	26/07/2014 11:10:39	1,80	0,00	-9,00	
26/07/2014 11:11:00	0,00	0,00	26/07/2014 11:11:01	1,60	0,01	-9,00	
26/07/2014 11:11:09	0,00	0,01	26/07/2014 11:11:13	2,40	0,00	-9,00	
26/07/2014 11:12:17	0,00	46,47	26/07/2014 11:12:24	6,20	2,93	12,26	
26/07/2014 11:13:57	0,00	2,61	26/07/2014 11:14:01	4,60	0,00	-8,17	
26/07/2014 11:14:16	0,00	3,17	26/07/2014 11:14:20	3,60	0,22	-8,15	
26/07/2014 11:16:45	0,00	39,22	26/07/2014 11:16:48	3,40	13,76	3,51	
26/07/2014 11:19:37	0,00	2,54	26/07/2014 11:19:42	4,40	0,35	-8,12	
26/07/2014 11:19:57	0,00	0,40	26/07/2014 11:20:01	3,00	0,00	-8,92	
26/07/2014 11:20:40	0,00	1,69	26/07/2014 11:20:43	2,00	1,24	-8,59	
26/07/2014 11:21:05	0,00	36,86	26/07/2014 11:21:13	7,80	1,44	11,74	
26/07/2014 11:21:16	0,00	0,04	26/07/2014 11:21:18	1,40	0,23	-8,97	
26/07/2014 11:21:32	0,00	36,47	26/07/2014 11:21:32	0,00	36,47	-9,00	
26/07/2014 11:21:39	0,00	39,28	26/07/2014 11:21:39	0,00	39,28	-9,00	
26/07/2014 11:21:39	0,00	39,28	26/07/2014 11:21:43	3,80	13,88	5,02	
26/07/2014 11:39:35	0,00	0,00	26/07/2014 11:40:00	24,60	0,00	-9,00	
26/07/2014 11:40:03	0,00	0,00	26/07/2014 11:40:04	1,00	0,00	-9,00	

Figura 27. Datos registrados tiempo de frenado y distancia de frenado.

Para comprobar la distancia de frenado que registro la caja electrónica, se tomó como punto de referencia un cono de tráfico donde se presionó el pedal de freno, para después realizar la medición con un metro y comparar la medida registrada con la comprobada.



Figura 28. Comprobación de la distancia de frenado.

## V. CONCLUSIONES

- Con la ayuda del software LabVIEW se diseñó el programa, el cual se encargara de llevar los registros de información.
- En el vehículo Mazda BT-50 se adecuó un sensor de frenado (Interruptor fin de carrera), cinturón de seguridad (Interruptor fin de carrera) y cámaras de video externas (Dericam H216W) y una cámara interna (Genius Facecam 320x usb) para él envió de señales al registrador de información.
- Después de haber efectuado varios parámetros de funcionamiento de cada uno de los sensores y cámaras, se constató que la caja registradora de información recibe correctamente cada señal enviada por los componentes antes mencionados.
- Se seleccionó los componentes eléctricos y electrónicos adecuados, y que cumplen la función de enviar señales a la tarjeta Arduino R3 para identificarlas y registrarlas en la memoria del mainboard para el respectivo análisis.
- Realizadas las pruebas de cada uno de los componentes electrónicos y verificando su correcta adecuación, se procedió con la implementación del registrador de datos en el vehículo, realizando la evaluación correspondiente del sistema en condiciones normales de trabajo

obteniendo resultados satisfactorios, y una excelente registraci3n de datos.

## VI. RECOMENDACIONES

- Siempre se debe de tener en cuenta las condiciones para las cuales el sistema va a funcionar, por motivo que existen diferentes tipos de sensores de velocidad y varían de acorde a las marcas de los vehículos.
  - Al momento de realizar las conexiones tener mucho cuidado ya que cualquier pequeño cortocircuito podría afectar seriamente al ECU.
  - Proponemos que este sistema sea implementado en los vehículos de transporte público con el fin de disminuir los impactos vehiculares mediante el correcto análisis de la informaci3n obtenida.
  - Para la correcta utilizaci3n del sistema es recomendable leer el manual de usuario ya que en él se encuentran las instrucciones necesarias para su utilizaci3n.
  - Antes de realizar la instalaci3n de los componentes eléctricos y electrónicos se debe comprobar su correcto funcionamiento, para evitar tener problemas a futuro.
- Dr. Marcelo Alonso/Dr. Onofre Rojo. FÍSICA Mecánica y termodinámica. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. Pág. 35
  - Manual del Autom3vil Reparaci3n y Mantenimiento Suspensi3n, direcci3n, frenos, neumáticos y airbag edici3n 2001, CULTURAL, S.A Polígono industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 M3stoles. MADRID-ESPAÑA. Pág. 108
  - Manual del Autom3vil Reparaci3n y Mantenimiento, Electricidad, accesorios y transmisi3n, edici3n 2001, CULTURAL, S.A Polígono industrial Arroyomolinos. Calle C, núm. 15 M3stoles. MADRID-ESPAÑA. Pág. 114
  - Matemática aplicada para la t3cnica del autom3vil GTZ

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





**Edison Guangaje**, nació en Toacaso. Provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas -

ESPE, presta sus servicios profesionales en asesoramiento en sistemas automotrices.



**Diego Pachacama**, nació en Sangolquí. Provincia de Pichincha, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE,

presta sus servicios profesionales como docente en el Ministerio de Educación.



**Mauricio Cruz**, nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión del Aprendizaje Universitario,

Docente Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2009. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica básica y manejo de software de dibujo asistido.



**Sixto Reinoso**, docente tiempo parcial de la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE extensión Latacunga. Es Ingeniero Industrial, Ingeniero en

Electrónica e Instrumentación y Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa. Ha realizado varios cursos de capacitación en áreas afines a Electrónica como Programación de Microcontroladores PIC, AVR en lenguaje Basic y C.

