

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA



TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE GENERAL
**Desarrollo de un prototipo de sistema de
cronometraje para competencias atléticas de la
universidad.**

AUTORES:

Paúl Esteban Barros Ayabaca

Paúl Fernando Delgado Espinoza

TUTOR:

Ing. Eduardo Robinson Calle Ortiz.

CUENCA – ECUADOR

2017

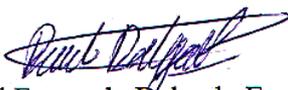
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Paúl Esteban Barros Ayabaca con documento de identificación N° 0104474416 y Paúl Fernando Delgado Espinoza con documento de identificación N° 0105495993, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE CRONOMETRAJE PARA COMPETENCIAS ATLÉTICAS DE LA UNIVERSIDAD”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de Junio del 2017


Paúl Esteban Barros Ayabaca
CI:0104474416


Paúl Fernando Delgado Espinoza
CI: 0105495993

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi **tutoría** fue desarrollado el trabajo de titulación: “**Desarrollo de un Prototipo de sistema de Cronometraje para competencias atléticas de la universidad**”, realizado por Paúl Esteban Barros Ayabaca y Paúl Fernando Delgado Espinoza, obteniendo el **Proyecto Técnico con enfoque general** que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de Junio del 2017



Ing. Eduardo Robinson Calle Ortiz.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Paúl Esteban Barros Ayabaca con número de cédula CI. 010447441 y Paúl Fernando Delgado Espinoza con número de cédula CI. 0105495993, autores del trabajo de titulación **“Desarrollo de un Prototipo de sistema de Cronometraje para competencias atléticas de la universidad”** certificamos que el total contenido del **Proyecto Técnico con enfoque general**, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, 28 de Junio del 2017



Paúl Esteban Barros Ayabaca
CI: 0104474416



Paúl Fernando Delgado Espinoza
CI: 0105495993

AGRADECIMIENTOS

En este día muy especial, quiero dar gracias en primer lugar a Dios que siempre me pudo guiar por el camino del bien dándome fuerzas para poder seguir adelante, además del apoyo de mis padres por todo el esfuerzo que han realizado a lo largo de mis estudios universitarios.

Y por último pero no menos importante, les agradezco a mis profesores que nos supieron difundir sus vastos conocimientos en estos años de mi pasar por esta universidad tan prestigiosa.

Paúl Esteban Barros Ayabaca

Agradezco a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en toda mi vida universitaria, estando en los momentos donde más los necesitaba. También agradezco a los profesores que tuve en todo este camino, gracias a ellos he adquirido todos los conocimientos que me serán útiles en mi vida profesional.

Paúl Fernando Delgado Espinoza

DEDICATORIAS

Dedico este proyecto de titulación en primer lugar a mis padres por haber confiado en mí y por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios universitarios, a mi compañero y amigo de proyecto de titulación por su apoyo, paciencia y dedicación, a las autoridades de la universidad por impulsar el desarrollo del proyecto, y a mi tutor por su confianza, amistad y enseñanzas a lo largo de la realización de este proyecto.

Paúl Esteban Barros Ayabaca

Agradezco a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en toda mi vida universitaria, estando en los momentos donde más los necesitaba. También agradezco a los profesores que tuve en todo este camino, gracias a ellos he adquirido todos los conocimientos que me serán útiles en mi vida profesional.

Paúl Fernando Espinoza Delgado

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	X
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XI
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XII
OBJETIVOS.....	XIII
OBJETIVO GENERAL.....	XIII
OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	XIII
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE.....	14
1.1. Introducción.....	14
1.2. Historia.....	14
1.2.1. Cronometraje de carreras populares.....	16
1.3. Tecnología RFID.....	17
1.3.1. Etiquetas RFID Pasivas.....	18
1.3.2. Etiquetas RFID Semi-Pasivas.....	18
1.3.3. Etiquetas RFID Activas.....	18
1.4. Reglamento de Competición 2016-2017.....	19
1.5. Tipos de Cronometraje.....	20
1.6. Sistemas de Cronometraje Homologadas por R.F.E.A.....	21
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.....	24
2.1. Introducción.....	24
2.2. Sistemas de Cronometraje.....	24
2.2.1. ChampionChip.....	24

2.2.2.	JAGUAR CHIP TIMING SYSTEM.	26
2.2.3.	MDG-Carreras Timing System- Cronometraje con chip de bajo coste... 27	27
2.2.3.1.	Software de cronometraje MDG-Carreras.	28
CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA		29
3.1.	Introducción.....	29
3.2.	Principio de Funcionamiento.....	29
3.3.	COMPONENTES DEL SISTEMA.....	31
3.4.	DIAGRAMAS DE FLUJO	38
3.4.1.	REGISTRO DE COMPETIDORES.....	38
3.4.2.	SISTEMA DE CRONOMETRAJE.....	39
3.5.	MANUAL.	41
3.5.1.	Programa: Sistema de Registro de Chips.....	41
3.5.2.	Programa: Sistema de Cronometraje.	48
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS		53
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	53
4.1.1.	EXPERIMENTO 1: Usabilidad de los Programas.	53
4.1.2.	EXPERIMENTO 2: Colocación correcta del chip.	54
4.1.3.	EXPERIMENTO 3: Cronometraje de los Tiempos.....	55
4.2.	Noticia Publicada en el diario “El Mercurio”.....	57
CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		1
APÉNDICES.....		3
APÉNDICE A: PRESUPUESTO DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE CRONOMETRAJE.....		3
APÉNDICE B: SISTEMA DE CRONOMETRAJE.....		4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Primer sistema de cronometraje implementado en competencias atléticas.	16
Figura 2: Funcionamiento alfombras lectoras.....	25
Figura 3: Arquitectura Física del Sistema de Cronometraje.....	30
Figura 4: Antena RFID	31
Figura 5: Lector RFID.....	32
Figura 6: Demultiplexor Impinj	34
Figura 7: Chips RFID.....	35
Figura 8: Computador Industrial.....	36
Figura 9: Diagrama de Flujo de Registro de Competidores.....	38
Figura 10: Registro Tiempo de Salida de Competidores.	39
Figura 11: Registro Tiempos de Llegada de Competidores.....	40
Figura 12: Interfaz Sistema de Registro de Chips.....	41
Figura 13: Botones (Cargar Carrera-Nueva Carrera).....	42
Figura 14: Estado Desconectado del Lector con la Antena.	42
Figura 15: Estado Conectado Lector RFID con la Antena.	42
Figura 16: Ventana de Registro de competidores.	43
Figura 17: Botón para registro de competidores.	43
Figura 18: Función Comprobar Campos.....	44
Figura 19: Registro de competidor en chip RFID.....	44
Figura 20: Chip Grabado con Datos personales.....	45
Figura 21: Botón cancelar	46
Figura 22: Campos para búsqueda de competidor.	46
Figura 23: Vista Base de Datos de competidores.....	47
Figura 24: Base de datos con participantes para la carrera.	47
Figura 25: Interfaz Sistema de Cronometraje.	48
Figura 26: Carga de Base de datos para carrera.	48
Figura 27: Botón Conectar inhabilitado.....	49
Figura 28: Indicador de Conexión exitosa del sistema.	49
Figura 29: Indicador de desconexión del sistema	49
Figura 30: Indicador de sistema desconectado.....	50
Figura 31: Botón limpiar tabla.	50
Figura 32: Interfaz de lectura de chips de cada competidor.....	50

Figura 33: Herramienta Ordenar	51
Figura 34: Comprobación de la herramienta Ordenar.....	51
Figura 35: Herramienta Guardar Base de Datos.	52
Figura 36: Base de datos generada.....	52
Figura 37: Creación de Archivo de Respaldo.	52
Figura 38: Colocación CORRECTA de etiqueta RFID.	54
Figura 39: Colocación INCORRECTA de etiquetas RFID.	54
Figura 40: Noticia publicada en el diario "EL MERCURIO"	57
Figura 41: Sistema de Cronometraje.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistemas de Cronometrajes homologados por la R.F.E.A[14]	21
Tabla 2: Especificaciones físicas Antena RFID [20].	31
Tabla 3: Especificaciones Eléctricas Antena RFID [20].....	32
Tabla 4: Especificaciones Físicas Lector Impinj RFID [20].....	32
Tabla 5: Especificaciones Eléctricas Lector Impinj RFID [20].	33
Tabla 6: Especificaciones Físicas Demultiplexor Impinj[20].....	34
Tabla 7: Especificaciones Eléctricas Demultiplexor Impinj[20]	34
Tabla 8: Especificaciones Físicas Chips RFID[20].	35
Tabla 9: Especificaciones Eléctricas Chips RFID [20].....	36
Tabla 10: Especificaciones Físicas Computador Industrial [20].....	36
Tabla 11: Especificaciones Eléctricas Computador Industrial [20].	37
Tabla 12: Comparación Tiempo Software y Tiempo Cronometrado.....	55

RESUMEN

El presente proyecto técnico consiste en la realización de un sistema de cronometraje para competencias partiendo desde una investigación teórica de los diferentes tipos de cronometraje que existen para competencias pedestres. Posteriormente se dio una breve descripción sobre tecnología RFID centrándonos principalmente en las características de los diferentes tipos de etiquetas RFID que posee esta tecnología. A continuación se describieron cada una de las reglas IAAF que rigen las competencias pedestres a nivel mundial, las mismas nos sirvieron para realizar el diseño y la correcta implementación del software de acuerdo a los requerimientos exigidos dentro del departamento de Cultura Física de la Universidad y el reglamento con tal. Uno de los puntos importantes que tomamos en consideración fue la diferencia entre tiempo chip y tiempo oficial, siendo el primero el utilizado para considerar el tiempo de carrera de los competidores y su posición.

Se realizó una evaluación de los diferentes tipos de sistemas de cronometraje que existen a nivel mundial y que han sido avalados por las federaciones de cada país, realizando un análisis de las ventajas y desventajas que cada uno posee.

Al tomar en consideración cada uno de los aspectos que rigen los sistemas, así como los sistemas que más sobresalen a nivel mundial se procedió a la elaboración del sistema de cronometraje en función de los requerimientos del departamento de Cultura Física. En primer lugar se explicó el principio de funcionamiento del sistema mediante la realización de un diagrama de bloques en donde se enlazo los elementos del mismo con los dos programas de control del sistema (Programa de Grabación de Chips y Programa de Cronometraje).

Posteriormente se realizó una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el sistema haciendo énfasis en datos técnico y físicos de cada uno. Se presentó los diagramas de flujo que rigen el funcionamiento de los dos programas realizados tanto para registro de competidores como para el cronometraje de los mismos, en donde se puede evidenciar el funcionamiento de cada uno de los programas. Al final se elaboró un manual en donde se explica paso a paso la función de cada botón que forman parte de las interfaces, de la misma manera se explicó el proceso que se debe de realizar en el programa de grabación de chips para el registro

de competidores, por otra parte dentro del Programa de Cronometraje se detalló la manera en la cual se carga la base de datos con los datos personales de cada participante para su respectivo cronometraje. Dentro del programa de registro de competidores se realizó la clasificación de la población en diferentes categorías, ya que al tratarse de una competencia abierta de varios kilómetros se contará con la participación de personas de diferentes edades entre hombres y mujeres.

Para la validación del sistema de cronometraje se realizaron varios experimentos resumiéndolos principalmente en los siguientes: El primer experimento al que fue sometido el sistema fue la familiarización de este con los docentes de la carrera, los cuales serán los encargados de utilizarlo en las competencias. Como segundo experimento se evaluó la manera eficiente y óptima de la colocación de los chips para garantizar una efectividad en la lectura de los mismos.

El tercer experimento como tal se desarrolló tanto en la pista atlética como en la EXPO UPS 2017. La primera se contó con el apoyo de 15 estudiantes de la carrera de Cultura Física mediante la realización de un pequeño circuito cerrado realizado en la pista, en donde mediante el programa de registro de competidores se pudo tomar los datos personales de cada estudiante y distribuirlos en las diferentes categorías y mediante la utilización del programa de cronometraje se dio a conocer los tiempos, las posiciones a nivel general, las posiciones por categorías de cada participante.

De la misma manera se mostraron los resultados obtenidos en el pequeño circuito atlético realizado en la EXPO UPS 2017 en donde además de los participantes de la universidad tuvieron la oportunidad de concursar personas de los diferentes colegios asistentes al evento. Con la ayuda del programa de grabación de chips de la misma manera que en el experimento anterior se recopiló la información personal de cada participante de la carrera.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación se centra en la realización un sistema de cronometraje que sea capaz de responder a cada una de las exigencias que se presenta dentro de las competencias pedestres tomando en consideración el reglamento mundial que rige la organización de las mismas. En función de la reglamentación respectiva y mediante un análisis de funcionamiento, ventajas y desventajas se realizó la adquisición de cada uno de los dispositivos que al actuar de manera conjunta constituyen el sistema de cronometraje como tal.

Se presenta además el diseño e implementación de dos algoritmos que al trabajar de manera conjunta garantizan el correcto funcionamiento del sistema; en una primera instancia se desarrolló un software para la grabación de chips con la información personal de cada competidor tomando en consideración datos que den la facilidad para el reconocimiento del mismo, mientras que una segunda instancia se trabajó en un algoritmo para el cronometraje de cada uno de los tiempos de los competidores inscritos en el proceso de grabación de chips, tomando en consideración el reglamento de la IAAF.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

En nuestro país principalmente en nuestra ciudad las competencias atléticas tienen una gran acogida por personas afines a este deporte o simplemente por personas aficionadas al mismo. Existen muchas empresas en la ciudad que se dedican a prestar el servicio de cronometraje, a pesar de esto para cualquier institución que desee realizar un evento deportivo adquirir estos servicios representa un gasto considerable además de que cada vez que desee realizarse el evento se deberá pagar por estos servicios.

En ediciones pasadas de la competencia pedestre Circuito Atlético Universitario Salesiano 8K la afluencia de competidores han bordado las 2000 personas[1].

Además las categorías en la competencia eran distribuidas en diferentes grupos:

- Personas que no pertenezcan a la universidad categorizados en las siguientes: Prejuvenil (16 años), Juvenil (17-19 años), Senior (20-39 años) y Máster (más de 40 años).
- Estudiantes vigentes de la universidad de las diferentes sedes que competían en una sola categoría.
- Los profesores y personal administrativo que competían en las categorías sub 40[1], [2].

Esta distribución de los competidores se ha ido ajustando a las exigencias que se han presentado con el trascurso de los circuitos anteriores en busca de poder integrar la mayor población y que ningún participante quede fuera del circuito.

En la edición 2016 del circuito pedestres el recorrido fue sobre tres tipos de terreno: asfalto, tierra y pista atlética por lo que se la denominó como una competencia “Cross Urbano”[3].

Las competencias pedestres de la universidad eran cronometradas por la empresa CronoPro, dentro de la cual los competidores que participaban de la carrera podían imprimir su diploma en donde constaba su ubicación y tiempo generado tras la competición[1], [2].

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

La Universidad Politécnica Salesiana se ha caracterizado por promover el desarrollo de proyectos de titulación enfocados a prestar un servicio comunitario que busquen satisfacer las necesidades que se presentan en la sociedad, motivando de esta manera a sus estudiantes a poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su estadía en la misma.

Dentro de la ciudad de Cuenca la realización de circuitos atléticos ha crecido en el transcurso de los últimos años, dichos eventos deportivos en su gran mayoría han contado con un sistema de cronometraje basado en tecnología RFID para garantizar y asegurar al competidor los resultados atléticos obtenidos al final de la carrera pedestre realizada. Es por ello que la iniciativa de la realización de este proyecto surgió a partir de la necesidad por parte de las autoridades de la universidad de poseer un sistema propio de cronometraje para las competencias pedestres que son realizadas anualmente de la misma. En la edición 2016 y anteriores versiones del circuito atlético de la universidad, los equipos eran rentados por parte de una empresa privada de la ciudad; en busca de reducir costos y poner a disposición de la comunidad salesiana el servicio de cronometraje se presentó el siguiente proyecto de titulación denominado, “DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE CRONOMETRAJE PARA COMPETENCIAS ATLÉTICAS DE LA UNIVERSIDAD”.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar un sistema de cronometraje deportivo para los eventos atléticos de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Realizar la configuración completa del sistema de cronometraje.
- Diseñar un protocolo efectivo para la grabación de los chips de carreras.
- Implementar una base de datos adecuada para el manejo de los tiempos y de los competidores.
- Implementar una guía completa para el uso del sistema implementado.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

1.1. Introducción.

En el presente capítulo se realiza una breve reseña histórica del avance a través de la historia de los tipos de cronometraje dentro de competencias atléticas. De la misma manera se realiza un estudio completo de cada uno de los sistemas de cronometraje deportivos homologados por la IAAF, tomando en consideración principales características, ventajas y desventajas de cada uno, pero de manera especial el estudio se centra en el Sistema de Cronometraje Deportivo MDG system como punto de partida para la creación de nuestro sistema.

Expondremos el reglamento establecido por la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo (IAAF) dentro de las competencias con un sistema de cronometraje automático o mediante la utilización de un transpondedor.

1.2. Historia

Durante la época de los antiguos juegos olímpicos, los griegos no se preocupaban por el cronometraje de cada competidor sino más bien por quien cruzaba primero la línea de meta. En el año de 1721 George Graham incorporó al reloj una tercera aguja la cual era capaz de marcar los segundos logrando de esta manera realizar el cronometraje de maratones, pero para

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

cronometrar las pruebas de atletismo de más corta distancia esto era insuficiente. En el año de 1822 Abraham-Louis Breguet creo el “cronógrafo” que era capaz de medir mitades de segundos[4].

Uno de los primeros eventos deportivos con un sistema de cronometraje fue la carrera de caballos en Inglaterra en año de 1731, más tarde en 1850 se desarrollaron las primeras competiciones atléticas de la universidad de Oxford (en $\frac{1}{2}$ de segundo) y desde 1862 se generalizaron los cronómetros manuales al $\frac{1}{5}$ de segundo[4], [5].

Los primeros modelos realizados para el cronometraje electrónico que funcionaban por centésimas aparecieron en 1092. Más tarde en el año de 1915 Breitling introdujo cronógrafos en relojes de pulsera recomendados para atletas y entrenadores. En 1916 Heuer patentó un cronómetro al $\frac{1}{50}$ de segundo utilizado en las competiciones desde 1920 hasta 1928. [] Una de las primeras innovaciones se dio en el año de 1993, por la organización de la carrera de las Siete Colinas de Nijemen (Holanda). En 1994 el cronometraje por chip fue introducido en el Maratón de Berlín[5]–[7].

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.



Figura 1: Primer sistema de cronometraje implementado en competencias atléticas.
Fuente: [8].

1.2.1. Cronometraje de carreras populares

Las primeras carreras a pie urbanas no eran cronometradas solamente se anotaban los primeros tiempos.

Más tarde a mediados de los 90 se comenzó a manejar un sistema de cronometraje con código de barras para la obtención de una clasificación algo precisa de cada participante. El sistema se fundamentaba en que un juez se ubicaba en la línea de meta y cada vez que una competidor cruzaba esta línea, el juez presionaba un botón para el registro teórico del tiempo del participante. El corredor que ingresaba a la meta se dirigía hacia la lectura del código de barras y automáticamente se le asignaba un tiempo y la posición en la que había llegado a la meta. Este sistema funcionaba perfectamente para competiciones con un pequeño número de competidores además de una

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

distancia larga de recorrido, pero al momento de trabajar con un mayor número de competidores o con distancias más cortas el sistema presentaba dificultades y falta de credibilidad en sus resultados[6].

En 1993 aparece el primer sistema de cronometraje basado en tecnología RFID creado en Holanda por la empresa Championchip. Esta tecnología se fundamentaba en los módulos de radio frecuencia, los cuales son capaces de identificar un corredor y asignarle un tiempo al momento de pasar sobre un punto de control[4], [7].

Años más tarde en el 2007 aparecieron otros fabricantes como Ipico Sports o Chronotrack Systems, los cuales igualaban o superaban las prestaciones que ofrecía ChampionChip[6], [7].

En la actualidad la gran mayoría de los sistemas de cronometraje, como los maratones utilizan RFID como método de transmisión de datos, el cual se basa en sistema de identificación por Radiofrecuencia para identificar datos leídos desde un chip.

1.3. Tecnología RFID.

Los sistemas de identificación por radio frecuencia se trata de una nueva tecnología para el reconocimiento de objetos sin ningún contacto. Para el funcionamiento de este tipo de sistema se requiere de un chip o tag RFID, conjuntamente con una antena de radio, el cual se encarga de identificar el objeto portador de la etiqueta[9]

Además se necesitará de un lector para leer los datos almacenados en cada una de las etiquetas, generalmente las bandas de frecuencia sobre las que

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

trabaja este tipo de tecnología son 125 o 134 kHz para baja frecuencias y 13'56 Ghz para alta frecuencia[9].

1.3.1. Etiquetas RFID Pasivas.

Este tipo de etiquetas no poseen ninguna fuente externa de alimentación, por lo que su funcionamiento depende de la señal emitida por los lectores que al inducir una mínima corriente al circuito integrado CMOS que poseen los transpondedores basta para generar y transmitir una respuesta. La forma de la etiqueta depende de la aplicación que vaya a tener la misma, aunque lo normal es que vaya adherido a una pegatina o tarjeta[9].

1.3.2. Etiquetas RFID Semi-Pasivas.

Son muy parecidas las etiquetas pasivas con la diferencia de que poseen una pequeña batería lo que permite que el circuito de la etiqueta se encuentre alimentado constantemente. Lo que permite una autonomía entre la antena y la etiqueta[9].

1.3.3. Etiquetas RFID Activas.

Se caracterizan por llevar su propia fuente de alimentación, además de trabajar a nivel de frecuencias más altas como 455 Mhz, 2'45 o 5'8 Ghz, permitiendo una cobertura de lectura de 100 metros. Su tamaño al no ser tan grande supera el de las etiquetas RFID Pasivas así como de las etiquetas RFID Semi-Pasivas, esto se debe al poseer una pequeña memoria permitiéndoles almacenar un mayor número de datos[9].

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

1.4. Reglamento de Competición 2016-2017

De acuerdo a la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo (IAAF) el artículo 165 es el que rige las competencias desarrolladas por un sistema de cronometraje con Transpondedor.

Serán reconocidos como oficiales las competencias basadas en el este artículo:

ARTÍCULO 165

Sistema de cronometraje con transpondedor.

La utilización de los Sistemas de Cronometraje con Transpondedor aprobados por la IAAF en pruebas según el Artículo 230 (para carreras no completamente desarrolladas en el Estadio), 240, 250, 251 y 252 está autorizado a condición de que:

- a) Ningún material utilizado en la salida, a lo largo del recorrido o en la línea de llegada constituya un obstáculo significativo o una barrera en la progresión del atleta.
- b) El peso del transpondedor y de su carcasa llevados por el atleta sea insignificante.
- c) El Sistema sea puesto en marcha por la pistola del Juez de Salidas o sincronizado con la señal de salida.
- d) El Sistema no demande ninguna acción por parte del atleta durante la competición, en la línea de llegada o en cualquier etapa en el procesado de resultados.
- e) Para todas las carreras el tiempo se convertirá en 0.1 segundo y se registrará en segundos enteros. Todos los tiempos que no terminen en cero serán convertidos y registrados al próximo segundo entero (2.09.44.3 será registrado como 2.09.45).

Nota: El tiempo oficial será el transcurrido entre el disparo de la pistola (o la señal de salida sincronizada) y el momento en que el atleta

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

cruce la línea de llegada. Sin embargo, el tiempo transcurrido entre que un atleta cruza la línea de salida y la línea de meta le puede ser dado a conocer, pero no será considerado tiempo oficial.

- f) Cuando la determinación de los tiempos y del orden de llegada puedan ser consideradas como oficiales, los Artículos 164.2 y 165.2 pueden ser aplicados, cuando sea necesario.

Nota: Se recomienda la presencia de Jueces o un Sistema de videograbación de llegada a fin de ayudar a determinar el orden de llegada y la identificación de los atletas.

El Juez Jefe de Cronometraje con Transpondedor será responsable del funcionamiento del Sistema. Antes del inicio de la Competición, se reunirá con el personal del equipo técnico del mismo y se familiarizará con el equipo, comprobando todos los ajustes pertinentes. Deberá supervisar el control del equipo y asegurarse que el paso del transpondedor por encima de la línea de llegada registra el tiempo final del atleta[10], [11].

1.5. Tipos de Cronometraje.

- Cronometraje manual.

Es el sistema más económico utilizado para carrera de pocos participantes o en las que la llegada a la meta no es de forma masiva. Cuando se cronometra manualmente una carrera los tiempos deben de leerse de la siguiente manera:

- a) Para carreras en pista, a menos que el registro sea exactamente 1/10 de segundo, el tiempo deberá leerse y anotarse al próximo segundo mayor.
 - b) Para carreras desarrolladas parcial o enteramente fuera del Estadio, a menos que el registro sea un segundo entero, el tiempo deberá convertirse y registrarse en el próximo segundo entero mayor[12].
- Cronometraje mediante chip.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

La base del sistema de cronometraje por chip es el sistema de identificación de radio frecuencia RFID. Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remota que se basa en la utilización de dispositivos denominados transpondedores, etiquetas o tags RFID. El principal propósito de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto es decir la un número de serie único mediante la utilización de ondas de radio.

Los transpondedores RFID son dispositivos pequeños que pueden ser adheridos a una persona, animal o cosa. El sistema consta de antenas para permitir recibir y enviar peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Los tags pasivos no necesitan de alimentación eléctrica interna[13].

1.6. Sistemas de Cronometraje Homologadas por R.F.E.A

Tabla 1: Sistemas de Cronometrajes homologados por la R.F.E.A[14]

EMPRESAS CERTIFICADAS	EQUIPAMIENTO QUE UTILIZAN	LOCALIDAD
Championchip Levante	Championchip	Valencia
Chip Timing S.L.	Championchip	Barcelona
Conchip Gestion y Cronometraje S.L.	Conchip LF (pie)/Conchip UHF (dorsal)	Valencia

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Crono4sport	Mdg-carreras TIMING-SYSTEM	Valencia
Crono-chip S.L	Cronotrack	Valencia
Crono-chip S.L.	Timingsense CHIP TSD-TSV(dorsal)	Valencia
Cruzando la Meta	Timingsense CHIP TSD-TSV	Granada
Dorsal21	CronoDorsal21 (Dorsal y pie)	Murcia
Dorsalchip	Dorsal Chip R 420 (pie)	Malaga
Federación Andaluza Atletismo	MDG - Carreras timing Sistem (pie)	Malaga
Federación Atletismo Madrid	RFID Race Timing Systems	Madrid
Federación Gallega	Timing Ultra (dorsal)	La Coruña
Kirolprobak	Championchip	San Sebastián
Multisports Galicia	Championchip (pie) Bibtag (dorsal)	La Coruña
Timing Lap	Rfid Ip x Dual Frecuency (dorsal/Pie)	Madrid

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Sport Solution Research S.L.	Timing Sense	Bilbao

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

2.1. Introducción.

En el siguiente capítulo nos centraremos en el estudio de los diferentes tipos de sistemas de cronometraje homologados por la IAAF, que existen a nivel mundial, para la realización de un análisis minucioso de las características, ventajas y desventajas que cada uno de ellos posee.

Posteriormente se evaluará el sistema de cronometraje que presenta ventajas con respecto a los demás y mediante el cual se creará el software de cronometraje tanto para el registro de competidores como para el sistema de cronometraje respectivamente.

2.2. Sistemas de Cronometraje.

2.2.1. ChampionChip

Se trata de un transpondedor en miniatura inserto en un alojamiento de plástico, el cual está provisto de un chip en combinación con una bobina de alimentación. Todas estas características permiten que este sistema se pueda utilizar en cualquier condición (húmeda, seca, fría y caliente)[15].

Principio de Funcionamiento.

Las antenas encargadas en transferir y receptar información se encuentran insertadas en esterillas de tartán delgadas, las cuales son ubicadas en puntos estratégicos durante la carrera como son la línea de meta. Este sistema se encuentra montado sobre una caja amarilla la cual consta de

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

componentes electrónicos y baterías. Cada vez que un participante cruce las esterillas, el chip se alimenta y transmite su número ID. Este número y su tiempo correspondiente se almacena en el sistema para un procesamiento posterior[15].



Figura 2: Funcionamiento alfombras lectoras
Fuente: [16].

Ventajas

Para Organizadores de acontecimientos:

- Resultados rápidos y precisos.
- Servicio de alto nivel al proporcionar tiempos netos y subdivisiones para cada participante individualmente.
- Servicios de subdivisiones para la prensa, TV e Internet.
- Línea de meta fluida.
- Puntos de control a lo largo del circuito de la carrera[15].

Para cronometradores:

- Servicio de alta calidad para organizadores y participante en acontecimientos.
- Trabajo con un sistema de cronometraje de alta tecnología y fácil de usar.
- Adquisición de más datos que nunca anteriormente.
- Posibilidad de servicios en tiempo real online para locutores, prensa, TV e Internet.
- Para múltiples aplicaciones: el sistema se puede utilizar en muchos acontecimientos deportivos diferentes en muchas configuraciones diferentes[15].

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Para participantes:

- Resultados rápidos y precisos en cada acontecimiento.
- Tiempos netos: el ChampionChip puede registrar el tiempo de cada salida individualmente, incluso cuando los participantes están en la parte de atrás del pelotón.
- Subdivisión de tiempos, subdivisiones de transición en pruebas de triatlón, tiempos por vuelta.
- Hasta 15 horas adicionales con el Jaguar PowerPack
- Tiempos de viruta se registran a 1 / 1.000 de segundo
- Configurable desde 1 hasta Llegada a meta fluida sin interrupciones, sin necesidad de espacio restringido en la meta.
- Se puede usar un ChampionChip personal en todo el mundo en muchos deportes como carreras de atletismo, triatlón, ciclismo, bicicletas de montaña, patinaje en línea, patinaje, campo a través[15].

2.2.2. JAGUAR CHIP TIMING SYSTEM.

Características.

- Tiene un lector de RFID de alto rendimiento que puede procesar hasta 80 atletas por segundo
- Viene con una batería interna de gran alcance que puede durar hasta 5 horas y se puede ampliar
- 4 antenas que se pueden colocar por encima o al lado de su curso por sólo la capacidad adecuada que necesita[17].

Ventajas del diseño del sistema de Jaguar:

- El fallo de una única antena tiene poco impacto
- El sistema controla los chips, no al revés
- Los objetos de metal cerca de la línea de meta no son una preocupación
- El tiempo tales como nieve, hielo o barro no es una gran preocupación
- Distancia desde el chip a la antena puede ser de hasta 50 pies
- El sistema puede ver el chip de venir y ajustar la densidad

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

- La redundancia es muy superior a la estera o rampa sistemas
- El ruido eléctrico y el ruido de RF no son un problema
- Las virutas se leen varias veces, lo que aumenta el éxito de lectura
- Los atletas no corren el riesgo de tropezar o resbalar sobre una colchoneta o rampa
- Puede ser utilizado por las carreteras abiertas y lee los chips de los lados
- Software y hardware trabajan juntos para maximizar el éxito de lectura[17].

2.2.3. MDG-Carreras Timing System- Cronometraje con chip de bajo coste.

Se trata de un equipo de cronometraje ideal para profesionales del cronometraje debido a su tecnología de chips UHF Gen2 y que lleva incorporado todo lo que puede necesitar para cronometrar [15].

Este tipo de sistema de cronometraje puede ser utilizado en carreras de motos hasta carreras atléticas con miles de participantes. El equipo de cronometraje MDG-Carreras Timing System y el software MDG Carreras TS son sistemas homologados por la RFEA[18], [19].

Componentes necesarios.

- Hardware para el equipo.

Maleta estanca.

Lector RFID de 4 antenas montado en maleta.

Router WIFI montado en maleta.

4 antenas RFID.

Cables antenas.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Cable de red de 5m.

Bastidor de sujeción.

2.2.3.1. Software de cronometraje MDG-Carreras.

Este tipo de sistema de cronometraje está diseñado para cualquier tipología de competencia. Se trata de un programa para el cronometraje de carrera de forma manual hasta un cronometraje automático mediante la utilización de chips[18]

Además del cronometraje de cualquier competición el software permite personalizar todos los listados de tiempo por categorías ya sea estas sexo, localidad, parentesco familiar, ruta realizada, etc[19]

Básicamente este tipo de sistema de cronometraje debe su funcionamiento al acoplamiento de dos programas en primer lugar se encuentra el software de cronometraje como tal llamado MDG-Carreras TS y el segundo programa que se encarga de la grabación de los chips. El software costa de:

- Licencia de uso del Software MDG-Carreras TS con el equipo adquirido.
- Licencia de uso del Software de grabación de chips para TS
- Software Monitor externo
- Software para grabar y regrabar chips
- Software para la captura de tiempos intermedios [18], [19].

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

3.1. Introducción.

El diseño del sistema de cronometraje parte de un análisis en donde se establecen cada uno de los parámetros y exigencias que éste debe satisfacer. En este capítulo nos centraremos en la arquitectura basándonos en los campos de aplicación en donde el sistema va a desarrollarse. Para la realización de este proyecto se ha trabajado conjuntamente con la carrera de cultura física para establecer cada uno de los objetivos que debería ser capaz de cumplir el sistema.

Se escogen los componentes que mejor cumplan con su función y que mejor se integren dentro del sistema. Y por último se realiza dos programas de control que se encargaran del registro de competidores dentro de una competencia atlética, así como el cronometraje y posicionamiento de cada uno de ellos.

3.2. Principio de Funcionamiento.

El funcionamiento del sistema se basa en la tecnología RFID para la identificación de objetos a distancia sin necesidad de contacto.

El chip, transpondedor o etiqueta RFID posee un código único de identificación este se activa al entrar en contacto con el campo magnético

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

emitido por las antenas, ya que al tratarse de un elemento pasivo no necesita alimentación eléctrica interna.

El lector RFID transmite la energía suficiente al chip RFID, además de encargarse de leer los datos que esta le envía cuando se encuentra enlazada con la antena.

Cada uno de los códigos de identificación son visualizados y guardados en una base de datos generados automáticamente por el software creado, en donde se visualiza el lugar general, nombres, categorías, género, tiempo de salida, tiempo de llegada, tiempo chip, etc. Mediante una herramienta ordenamos las posiciones en función del tiempo chip considerado como tiempo valido por la IAAF para asignar las posiciones dentro de las carreras pedestres.

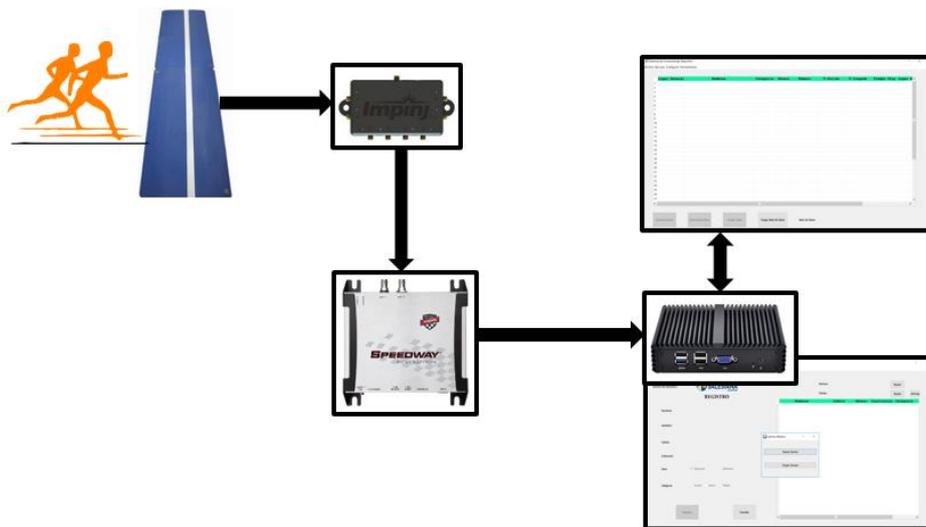


Figura 3: Arquitectura Física del Sistema de Cronometraje.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.3. COMPONENTES DEL SISTEMA.

- Antenas RFID
- Lector RFID
- Demultiplexor
- Chips
- Computadora Industrial

Antenas RFID

Modelo: Times-7 RFID Race Timing Antenna System (FCC).



Figura 4: Antena RFID
Fuente: [20].

Especificaciones Físicas:

Tabla 2: Especificaciones físicas Antena RFID [20].

Dimensiones (LXAxE): L: Largo A: Ancho E: Espesor	1220mm x 600 mm x 12 mm 4ft. x 2ft. x 0.5in
Peso:	8.4 Kg / 18.5lbs
Material:	Poliuretano moldeable
Clasificación medioambiental:	IP66
Temperatura de Operación:	0° hasta +50° C / -30° hasta +60°C 32° hasta +122°F / -22° hasta +140°F

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Tipo de Conector:	RPTNC
-------------------	-------

Especificaciones Eléctricas:

Tabla 3: Especificaciones Eléctricas Antena RFID [20]

Rango de Frecuencia:	865 – 867 MHz (ETSI) / 902 – 928 MHz (FCC)
Polarización:	Lineal
Ganancia de Campo:	10dBi
Máxima distancia de lectura:	Sobre los 2.5m (8.2ft)

Lector RFID

Modelo: Impinj Speedway Revolution R420 UHF RFID Reader (4 port)



Figura 5: Lector RFID

Fuente: [20].

Especificaciones Físicas:

Tabla 4: Especificaciones Físicas Lector Impinj RFID [20].

Dimensiones (LxAxE):	19 cm x 17.5 cm x 3 cm
L: Largo A: Ancho E: Espesor	7.5 in x 6.9 in x 1.2 in

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Peso:	1.5 lb. / 24.5 oz.
Humedad:	5% a 95% sin condensación
Clasificación medioambiental:	IEC IP52
Temperatura de Operación:	-20 °C a +50 °C

Especificaciones Eléctricas:

Tabla 5: Especificaciones Eléctricas Lector Impinj RFID [20].

Protocolo de Interfaz Aérea:	GS1/EPCglobal UHF Gen2 (ISO 18000-6C)
Puertos:	4 expandible hasta 32 con Speedway Antenna Hub
Potencia de Transmisión:	+10 a 31.5 dBm.
Sensibilidad Máxima de Recepción:	-84 dBm
Perdida mínima de retorno:	10db
Consumo de Energía:	a 30 dBm 13.5W a 32.5 dBm 15W
Conectividad:	10/100BASE-T 802.1x WPA para Wifi e Internet TCP Socket, Serial/Rs-232, HTTP POST
Configuración de Direcciones IP:	DHCP, Static, Link Local Addressing (LLA)

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Demultiplexor

Modelo: Impinj Speedway Antenna Hub



Figura 6: Demultiplexor Impinj
Fuente: [20].

Especificaciones Físicas:

Tabla 6: Especificaciones Físicas Demultiplexor Impinj[20].

Dimensiones (LXAxE): L: Largo A: Ancho E: Espesor	4 in x 2.4 in x 1 in (102 mm x 61 mm x 24 mm)
Peso:	3.5 oz. (100g)
Humedad:	5% a 95% sin condensación
Clasificación medioambiental:	IP52
Temperatura de Operación:	-40 °C a +80 °C

Especificaciones Eléctricas:

Tabla 7: Especificaciones Eléctricas Demultiplexor Impinj[20]

Rango de Frecuencia:	860-960 MHz
Certificaciones:	FCC, CE, RoHS
Número de Puertos:	1-32
Aislamiento:	36 dB (Min)
Fuente de alimentación:	5v
Consumo de Energía:	25mA (80mW) max
Conectores:	RF Input: SMA Female 8 RF Outputs: SMA Female

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

	1 Digital I/O: RJ45
Potencia Máxima de Entrada:	34 dBm
Pérdida de Inserción:	1.3dB (Max)
Velocidad de Switching:	<200 us

Chips

Modelo: Alien 9662



Figura 7: Chips RFID
Fuente: [20].

Especificaciones Físicas:

Tabla 8: Especificaciones Físicas Chips RFID [20].

Dimensiones (LxAxE): L: Largo A: Ancho E: Espesor	73.5 mm x 21.2 mm x 0.2 mm
Peso:	1 gr.
Temperatura de Operación:	[-25°C a +50°C]

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Especificaciones Eléctricas:

Tabla 9: Especificaciones Eléctricas Chips RFID [20]

Protocolo de Interfaz Aérea:	EPC Gen2 Class1, ISO 18000-6c
Frecuencia de Operación:	902-928 MHz
Distancia de Detección	6 m.
Memoria	512 Bits
Lectura y escritura	100000 veces (>10 años)

Computadora Industrial

Modelo: Qotom-Q190G4N 4 Intel



Figura 8: Computador Industrial

Fuente: [20].

Especificaciones Físicas:

Tabla 10: Especificaciones Físicas Computador Industrial [20].

Dimensiones (LXAxE):	6.1 in x 5 in x 1.5 in
L: Largo A: Ancho E: Espesor	
Peso:	1.8 libras.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Especificaciones Eléctricas:

Tabla 11: Especificaciones Eléctricas Computador Industrial [20].

Voltaje:	12 v
Numero de Procesadores:	4
Sistema Operativo:	Windows 7 Ultimate, Linux
Procesador:	2 GHz Intel Celeron
RAM:	4 GB SO-DIMM DDR3
Disco Duro:	32 GB SSD

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.4. DIAGRAMAS DE FLUJO

3.4.1. REGISTRO DE COMPETIDORES.

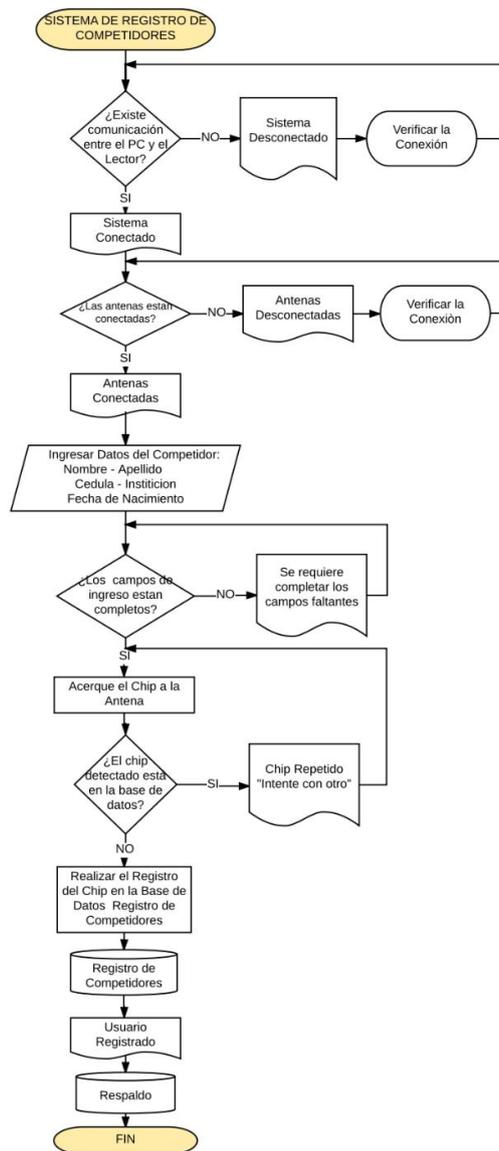


Figura 9: Diagrama de Flujo de Registro de Competidores.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.4.2. SISTEMA DE CRONOMETRAJE.

3.4.2.1. Registro Tiempos de Salida de Competidores.

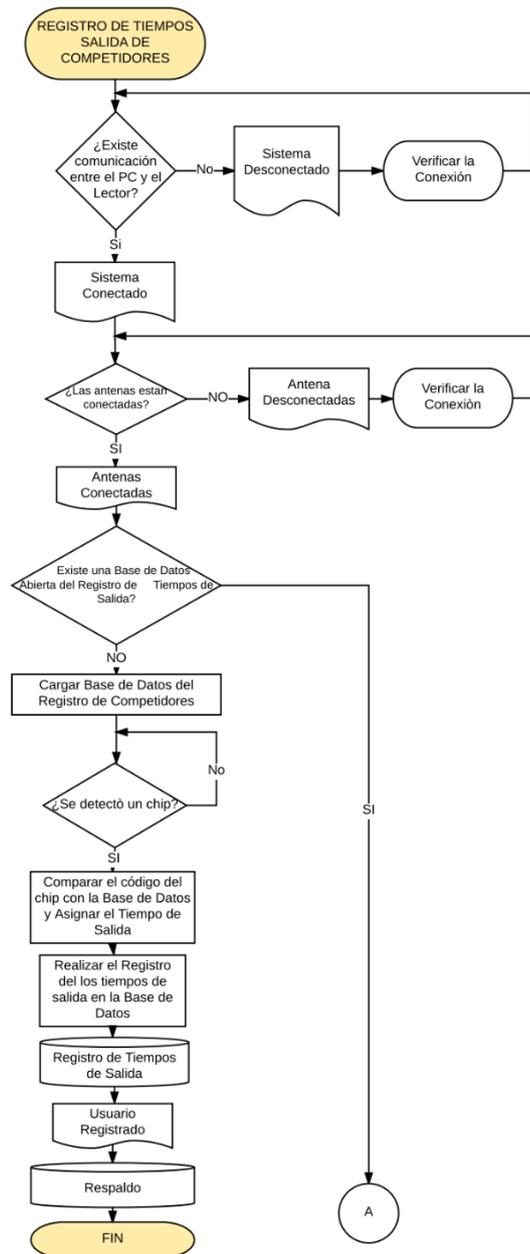


Figura 10: Registro Tiempo de Salida de Competidores.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.4.2.2. Registro Tiempos de Llegada de Competidores.

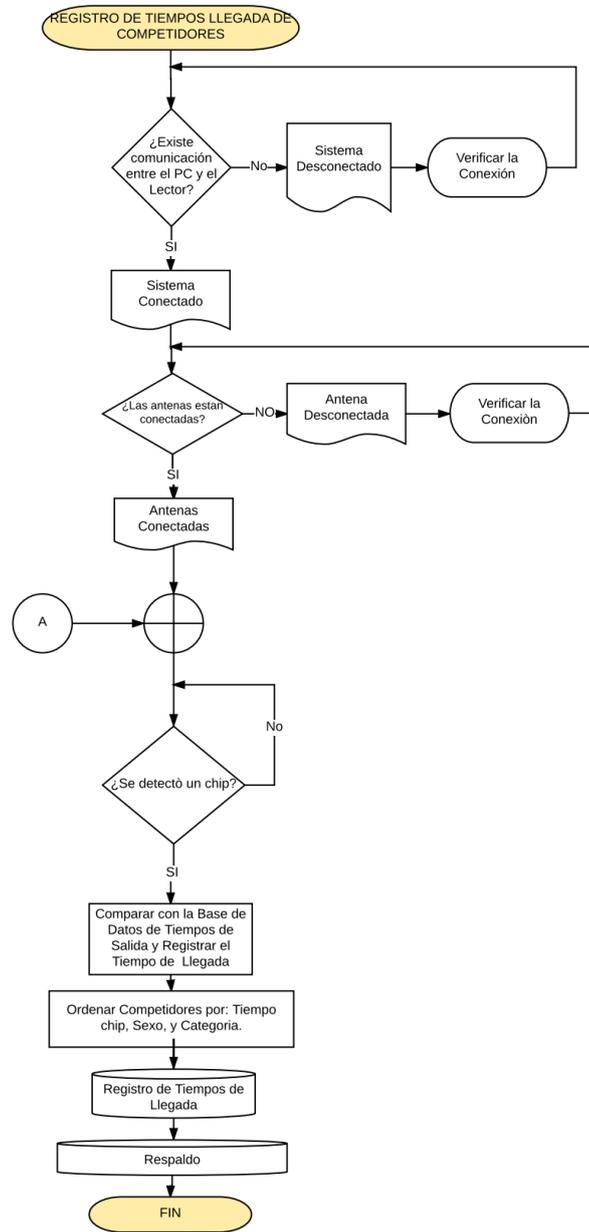


Figura 11: Registro Tiempos de Llegada de Competidores.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.5. MANUAL.

Guía de uso de Programas

3.5.1. Programa: Sistema de Registro de Chips.

Uso: Este programa es usado para ingresar los datos personales de los competidores para alguna determinada competencia.

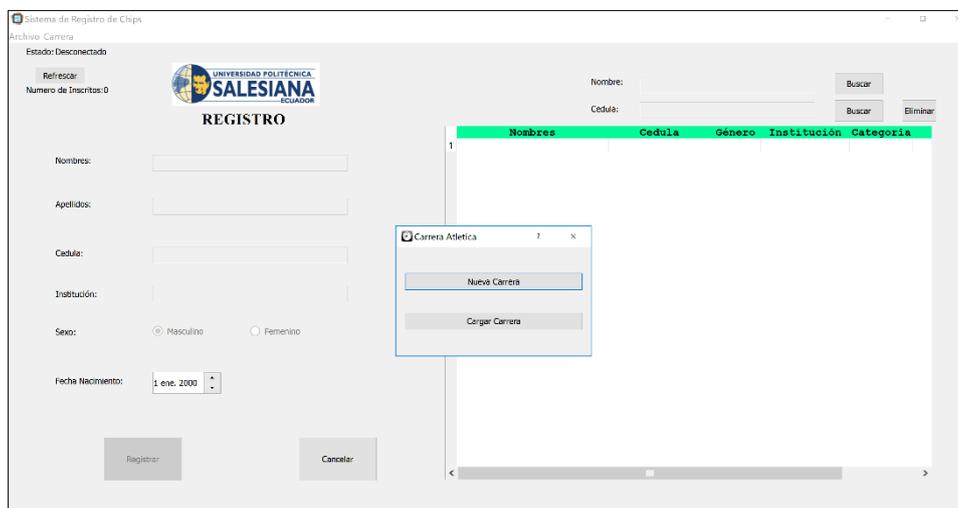


Figura 12: Interfaz Sistema de Registro de Chips.

1. Botón Carrera Nueva y Cargar Carrera

Estos botones aparecen cada vez que se ejecuta el programa y permiten crear una nueva carrera y poder cargar una carrera ya iniciada con anterioridad, al accionar el botón Cargar Carrera los datos de los participantes se cargarán en la tabla.

Nota: Es necesario que el usuario guarde la carrera al iniciar cada competencia, caso contrario el programa estará inhabilitado.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.



Figura 13: Botones (Cargar Carrera-Nueva Carrera)

2. Botón Refrescar

Realiza la conexión entre el PC y el Lector RFID, se debe accionar cuando el sistema este desconectado.



Figura 14: Estado Desconectado del Lector con la Antena.

Cuando el Sistema entre en conexión, la etiqueta de estado cambia a color verde y pasar al estado "Conectado".

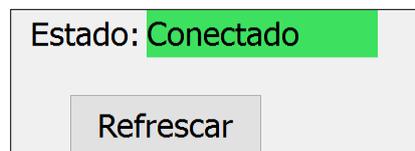


Figura 15: Estado Conectado Lector RFID con la Antena.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3. Campos de Datos Personales

Estos campos únicamente se habilitarán cuando el sistema se encuentre en estado “Conectado”, y se agregarán los datos de los participantes.



El formulario, titulado "REGISTRO", contiene los siguientes campos:

- Nombres:
- Apellidos:
- Cedula:
- Institución:
- Sexo: Masculino Femenino
- Fecha Nacimiento:

Figura 16: Ventana de Registro de competidores.

4. Botón Registrar

Tiene dos funciones: la primera comprueba si los campos de los datos personales estén llenos, si no los están aparece un mensaje indicando que se debe de completar la información, la segunda función es la de asignar el código del chip al usuario.

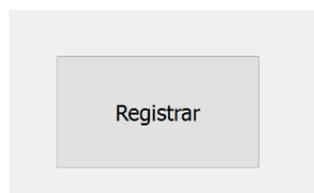
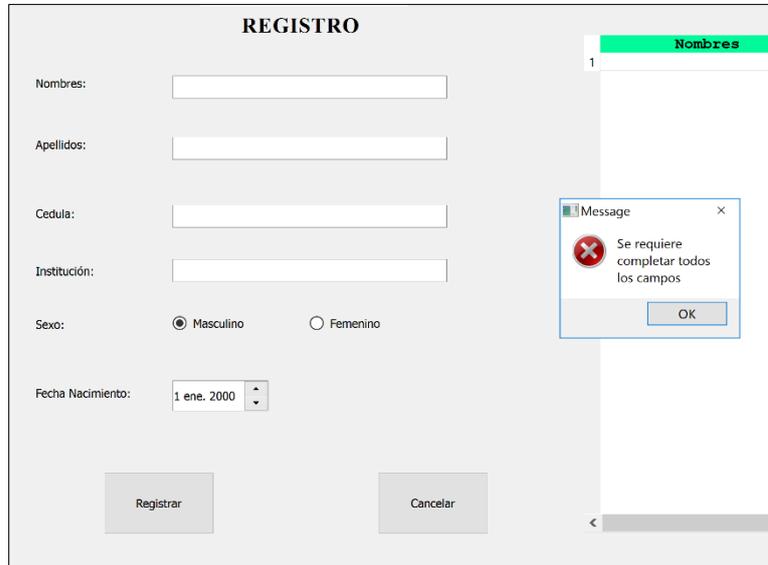


Figura 17: Botón para registro de competidores.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

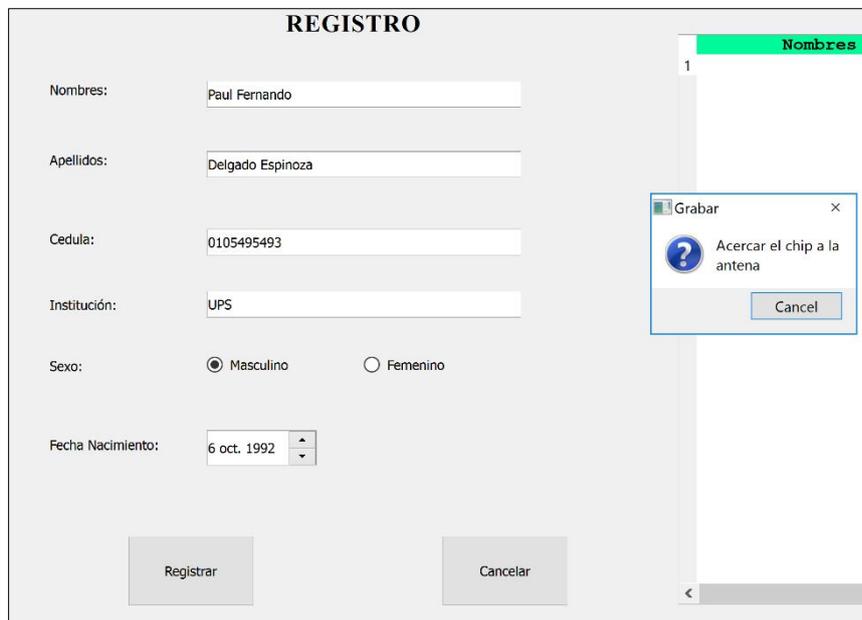
Función: Comprobar Campos



The screenshot shows a web form titled "REGISTRO" with the following fields: "Nombres:", "Apellidos:", "Cedula:", "Institución:", "Sexo:" (with radio buttons for "Masculino" and "Femenino"), and "Fecha Nacimiento:" (with a date picker set to "1 ene. 2000"). At the bottom are "Registrar" and "Cancelar" buttons. A "Message" dialog box is overlaid on the right, displaying a red 'X' icon and the text "Se requiere completar todos los campos" with an "OK" button. In the background, a table with a green header "Nombres" and a single row with the number "1" is visible.

Figura 18: Función Comprobar Campos.

Función: Asignar Chip



The screenshot shows the "REGISTRO" form with the following filled-in data: "Nombres:" Paul Fernando, "Apellidos:" Delgado Espinoza, "Cedula:" 0105495493, "Institución:" UPS, "Sexo:" Masculino, and "Fecha Nacimiento:" 6 oct. 1992. The "Registrar" and "Cancelar" buttons are present. A "Grabar" dialog box is overlaid on the right, displaying a blue question mark icon and the text "Acercar el chip a la antena" with a "Cancel" button. The background table from the previous figure is also visible.

Figura 19: Registro de competidor en chip RFID.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

En esta función el usuario debe acercar el chip RFID a la antena para realizar el proceso de grabación, se presentarán los datos de los inscritos como modo de verificación.

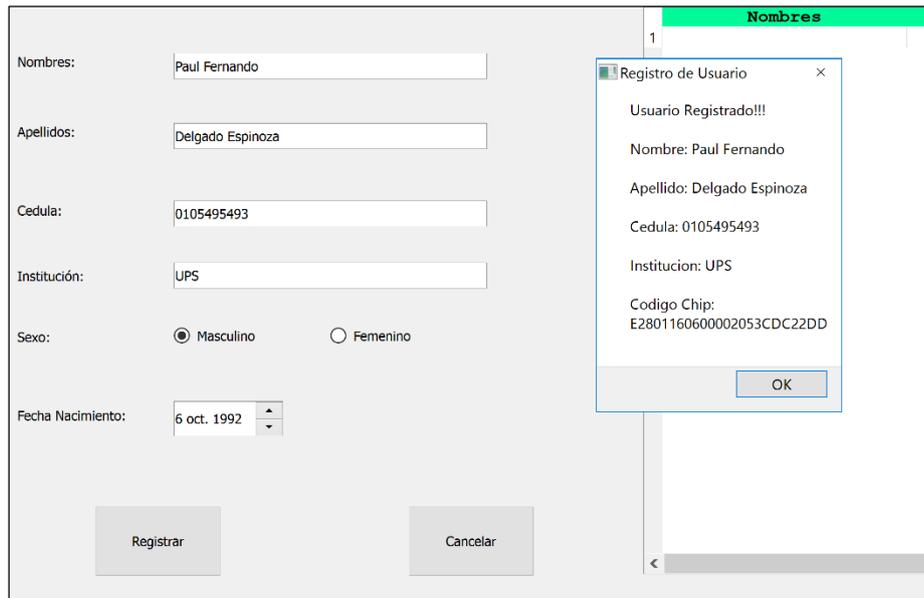


Figura 20: Chip Grabado con Datos personales.

De este modo los usuarios quedaran registrados en la tabla y de igual manera quedaran grabados en la base de datos que se guarda al inicio de cada competencia.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

5. Botón Cancelar

Este botón permite eliminar los datos que se encuentren en los campos, cuando el usuario se registra correctamente automáticamente los campos son puestos en blanco.

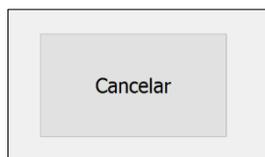


Figura 21: Botón cancelar

6. Botón Buscar y Eliminar.

Estos botones permiten modificar la base de datos, si por algún motivo se desea eliminar algún competidor registrado, la búsqueda se la puede realizar mediante el nombre del participante o mediante su cédula.

Nombre:	<input type="text"/>	Buscar	
Cedula:	<input type="text"/>	Buscar	Eliminar

Figura 22: Campos para búsqueda de competidor.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

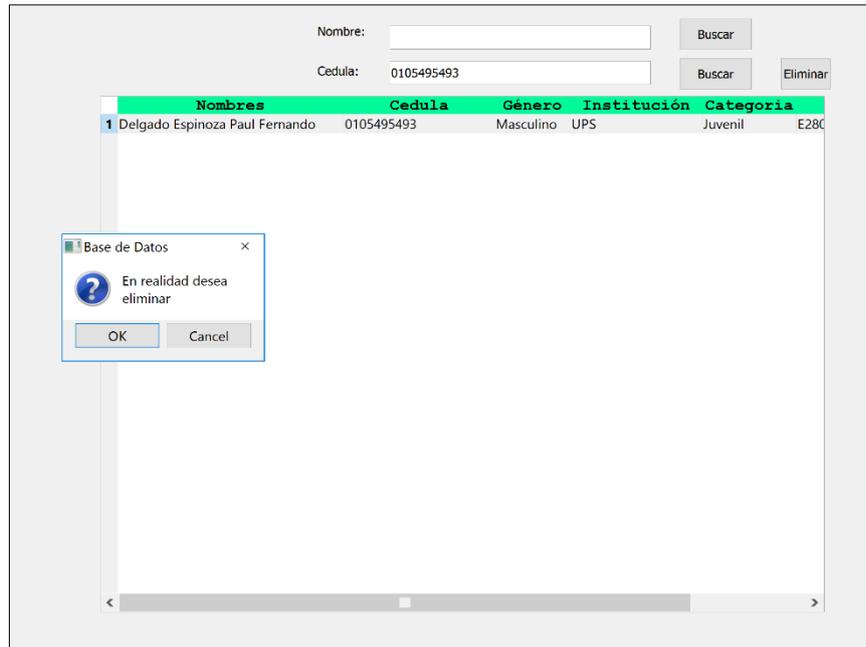


Figura 23: Vista Base de Datos de competidores.

7. Base de Datos

El registro de todos los participantes se grabará automáticamente cada vez que exista un nuevo inscrito o cada vez que se elimine algún competidor de la base de datos, por lo tanto, no es necesario guardar al final la base de datos nuevamente. Por seguridad se guardara una copia de respaldo para cada carrera creada.

 carreraups1.xls	3/5/2017 0:51	Microsoft Excel 97...	6 KB
 carreraups1.xls(respaldo).xls	3/5/2017 0:45	Microsoft Excel 97...	6 KB

Figura 24: Base de datos con participantes para la carrera.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.5.2. Programa: Sistema de Cronometraje.

Uso: Este programa es usado para registrar los tiempos de cada competidor al momento de la competencia y conocer la posición de llegada.

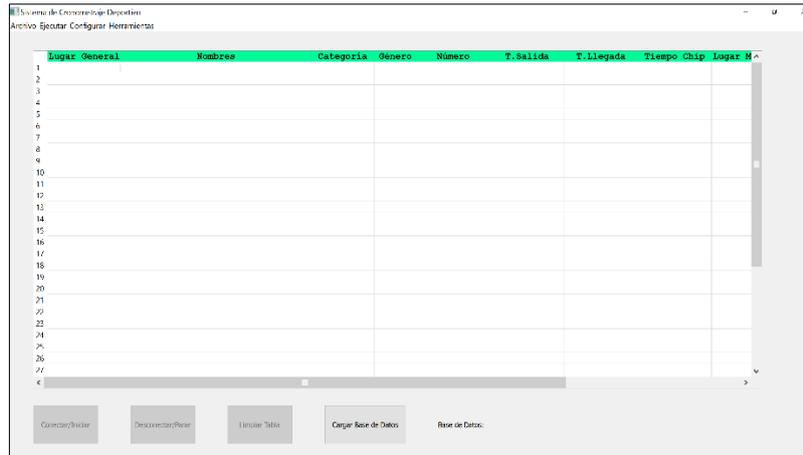


Figura 25: Interfaz Sistema de Cronometraje.

1. Botón Cargar Base de Datos

Permite acceder y cargar en el programa la base de datos de los competidores inscritos, al momento de realizarlo se habilitan los demás botones y nos indica el nombre de la base de datos cargada.



Figura 26: Carga de Base de datos para carrera.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

2. Botón Conectar/Iniciar

Este botón permite realizar la conexión entre el PC y el Lector RFID, cuando el sistema entra en conexión este botón cambia a color verde y el sistema está listo para registrar los tiempos.



Figura 27: Botón Conectar inhabilitado.



Figura 28: Indicador de Conexión exitosa del sistema.

3. Botón Desconectar/Parar

Este botón permite desconectar la PC del Lector, cuando esto ocurre cambia a color rojo y el sistema es incapaz de registrar cualquier tiempo de los competidores.



Figura 29: Indicador de desconexión del sistema

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.



Figura 30: Indicador de sistema desconectado.

4. Botón Limpiar Tabla

Permite vaciar la tabla.



Figura 31: Botón limpiar tabla.

5. Tabla de Registro

Aquí se va registrando los datos de los participantes y los tiempos de carrera de cada uno.

Lugar	General	Nombres	Categoría	Género	Número	T. Salida	T. Llegada	Tiempo	Chip	Lugar	Muje
1		Delgado Espinoza Paul Fernando	Senior	Masculino	00020000	10:22:10	10:22:43	00:00:33			

Figura 32: Interfaz de lectura de chips de cada competidor.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

6. Menú Ordenar

Permite obtener la ubicación de todos los participantes de la competencia.

Nota: Se debe accionar esta opción cuando la competencia haya culminado.

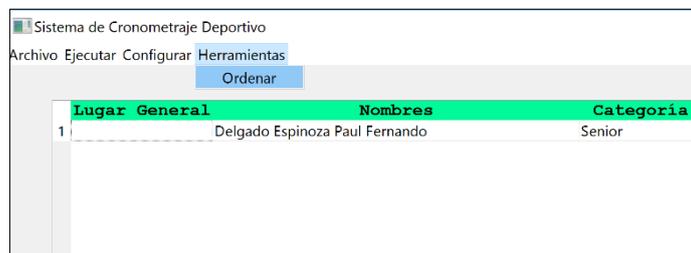


Figura 33: Herramienta Ordenar

The screenshot shows a table with the following columns: Lugar, General, Nombres, Categoría, Género, Numero, T.Salida, T.Llegada, Tiempo Chip, Lugar, and Hora. The data row is as follows:

Lugar	General	Nombres	Categoría	Género	Numero	T.Salida	T.Llegada	Tiempo Chip	Lugar	Hora
1	1	Delgado Espinoza Paul Fernando	Senior	Masculino	00029000	10:22:10	10:22:43	00:09:33		Null

Figura 34: Comprobación de la herramienta Ordenar.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

7. Menú Guardar

Permite exportar los resultados a una base de datos, de igual manera esta acción se realiza cuando la carrera haya culminado. Por motivo de seguridad se guarda una copia de respaldo.

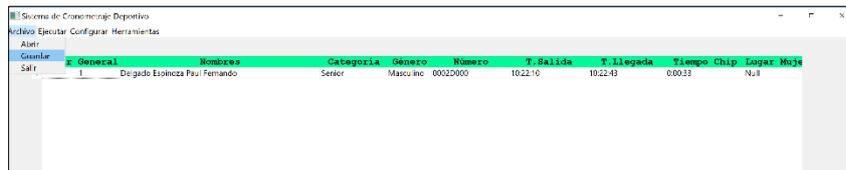


Figura 35: Herramienta Guardar Base de Datos.

Lugar	Género	Nombres	Apellidos	Categoría	Género	Número	Tiempo Salida	Tiempo Llegada	Tiempo Chip	Lugar Mujeres	Lugar Hombres	Lugar Categoría	notación
		Diego	Espinoza Paul	Fernando	Masculino	0002000	10:22:10	10:22:43	0:00:33	NuJ	1	1	JPS

Figura 36: Base de datos generada.

Resultadosfinales...	3/5/2017 10:37	Microsoft Excel 97...	6 KB
Resultadosfinales...	3/5/2017 10:37	Microsoft Excel 97...	6 KB

Figura 37: Creación de Archivo de Respaldo.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se explican las pruebas de funcionamiento del sistema de cronometraje. Además de las pruebas finales del sistema, mediante la realización de circuitos cerrados con diferentes números de competidores en cada una de ellas y con los peores escenarios posibles en donde el sistema pueda sufrir una descompensación de su funcionamiento.

Se detallan las pruebas de campo que fueron realizadas en el ambiente para el cual fue diseñado el sistema de cronometraje. Mediante la realización de estas pruebas pudimos determinar el grado de exactitud y de eficiencia que el sistema posee.

4.1.1. EXPERIMENTO 1: Usabilidad de los Programas.

Para este experimento recurrimos a 3 docentes de cultura física quienes estarán a cargo del manejo de los programas, cada uno de ellos realizó una prueba con el fin de brindar opiniones en cuanto a facilidad de uso y comodidad, de ahí obtuvimos algunos criterios para la mejora de los mismos que a continuación se detalla.

Programa Registro de Usuarios:

- Añadir campo de ingreso de fecha de nacimiento.
- Añadir campo Institución.

Programa Cronometraje:

- Añadir Botón para cargar la base de datos.

Conclusión: Se incluyó en la interfaz gráfica de los programas los pedidos y sugerencias hechas por los docentes.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1.2. EXPERIMENTO 2: Colocación correcta del chip.

Este experimento se realizó con un grupo de 20 estudiantes a los cuales se les entregó los chips RFID para que sean colocados en sus zapatillas, se realizó un simulacro de una carrera y al final se obtuvo 19 lecturas, es decir el sistema no fue capaz de registrar 1 chip, en ese momento nos percatamos que un estudiante se había colocado el chip en el tobillo, a su vez verificamos con el software si faltaba ese código y efectivamente coincidió con el código del chip.

Conclusión: Entregar flyers informativos indicando el modo de colocación al momento de entregar los chips a los competidores.



Figura 38: Colocación CORRECTA de etiqueta RFID.



Figura 39: Colocación INCORRECTA de etiquetas RFID.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1.3. EXPERIMENTO 3: Cronometraje de los Tiempos.

De la misma manera para este experimento se lo realizó con 30 estudiantes, de los cuales 15 fueron competidores y los restantes se encargaron de cronometrar a los competidores, de igual manera se simuló una carrera y al final de la misma se comprobó los resultados de los tiempos obtenidos por el software y los tiempos de los cronómetros que cada estudiante registró independientemente, aquello se aprecia a continuación:

Tabla 12: Comparación Tiempo Software y Tiempo Cronometrado.

Competidores	Tiempo Software	Tiempo Cronometrado
Participante 1	0:00:54	0:00:54
Participante 2	0:00:55	0:00:55
Participante 3	0:00:56	0:00:57
Participante 4	0:01:01	0:01:00
Participante 5	0:01:05	0:01:05
Participante 6	0:01:06	0:01:06
Participante 7	0:01:11	0:01:11
Participante 8	0:01:12	0:01:12
Participante 9	0:01:12	0:01:13
Participante 10	0:01:14	0:01:14
Participante 11	0:01:16	0:01:15
Participante 12	0:01:25	0:01:25
Participante 13	0:01:28	0:01:30
Participante 14	0:01:35	0:01:34
Participante 15	0:01:57	0:01:57

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Conclusión: Los tiempos registrados por el software y los tiempos cronometrados por los estudiantes coinciden en su gran mayoría, la diferencia que radica en algunos tiempos de 1 o 2 segundos es debido a acción humana al momento de medir los tiempos a mano con el cronometro. Se determina de igual manera el orden de llegada del primero al último comprobando así la fiabilidad del sistema.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.2. Noticia Publicada en el diario “El Mercurio”.

Este circuito atlético fue desarrollado con la presencia de estudiantes de la carrera de Cultura Física, además de los directores de carrera de Cultura Física e Ingeniería Electrónica, nuevamente se puso a prueba el funcionamiento del sistema, obteniendo el 100% de lectura de chips, además de la aprobación del funcionamiento por parte de los docentes de Cultura Física y los directores de las dos carreras.

EL MERCURIO
DIARIO NACIONAL DE CUENCA

CUENCA DEPORTES SUCESOS AUSTRIO NACIONALES MUNDO CULTURA FARANDULA OPINIÓN NEGOCIOS DEFUNCIÓNES CLASIFICADOS

Emprendedores salesianos crean chips electrónicos

Publicado el 2017/04/23 por BST

Gracias a la creatividad de Paul Delgado y Paul Barros, próximos profesionales en ingeniería electrónica, la novena edición de la Carrera Atlética de la Universidad Politécnica Salesiana, contará con chips de control con tecnología propia. Delgado, uno de los "Paules", contó que su trabajo e investigación es el eje de su proyecto de su titulación, denominado "Sistema de Cronometraje Deportivo". Al tiempo dijo que les tomó alrededor de cinco meses y una inversión de la UPS de alrededor de cinco mil dólares.

"En Cuenca hay una sola empresa que cuenta con chips de control. En el país hay muy pocas, especialmente en Quito, lo que nos motivó a plasmar la iniciativa que desde su patrocinamiento contó con la venia de las autoridades y docentes de las Carreras de Electrónica y Cultura Física", subrayó.

Por su parte, Barros explicó que tras la adquisición de los equipos su labor se centró en el diseño y creación de dos software libres, uno para la recepción de datos de los participantes y el otro del sistema de control, alineado a los reglamentos de la Federación Internacional de Atletismo (IAAF).

"Además, creamos una herramienta para ordenar los resultados por categoría y nos preocupamos de la eficaz lectura de los tiempos de la alfilería al ordenador. Durante el proceso nos tocó investigar sobre reglas, antecedentes, categorías, acorde a la realidad de las competencias pedestres locales", apuntó, no sin antes ponderar la ayuda y respaldo de Eduardo Calle, tutor del proyecto.

Prueba de fuego

Para los estudiantes, la gran prueba de fuego y donde estará en "juego el birrete" será el primer domingo de julio dentro de la IX Carrera de la UPS. En este sentido, ayer cumplieron un nuevo simulacro de control dentro de la Expo Feria UPS 2017, con estudiantes de la Carrera de Cultura Física.

De su lado, René Ávila, director de la Carrera de Ingeniería Electrónica, explicó que este sistema de control en el mercado internacional está entre los 20 a 200 mil dólares.

"Nosotros ahora con nuestros equipos nos ahorramos cerca de 6 mil dólares por año, que más o menos cubren el alquiler, lo que de seguro servirá para que la carrera crezca aún más", acotó. Ávila, ponderó también que la iniciativa nació desde el Vicerrectorado de la UPS (DCC) (D).

MÁS DETALLES

En la edición 2016 de la Carrera Atlética UPS se inscribieron 1 711 atletas. De acuerdo a Julio Chuqui, miembro de la organización se espera superar esta vez los 2 mil corredores.

La cita pedestre está planteada para la primera semana de julio. En la versión anterior, el ganador resultó Christian Vasconez en varones y Melanea Ordóñez, en damas.

Últimas noticias

- Estados miembros y asociados de Mercosur avanzan en cooperación comercial
- Reclutan vientos de marginal 3.8 en provincia azuaya de Ecuador
- Tiendas libanésas no contribuyen a inversión extranjera en Ecuador
- Preocupación en Sudáfrica por la desaparición de una dirigente de UNICEF
- Coartiva de seguridad última en Bogotá detalles para la víctima del Pápa
- Una dignada francesa muere súbitamente cuando presentaba un discurso
- Sesentón a 8 personas en zona del suroeste de Colombia donde opera el ELN
- Líderes de las FARC visitan a Cuba para reunirse con guerrilleros del ELN
- Delirios a seis personas que volaban con el látex del caucho del Chapo
- Vicepresidente ecuatoriano dialoga con indígenas sobre tierras e seguridad
- Atracado cuenta un puerto militar malinense causa 7 asesinatos y 28 desaparecidos
- Cyberseguridad, el primer representante de Macedonia, se reúne en Buenos Aires
- Indio Nazca libre a su tatar abuelo de actividades deseadas
- Un suero en tatar entre Policía y suspenso ladrones de gasolina en México
- Escarlatina muere el medallista olímpico Steven Holcomb
- Entrata a prisión a 4 hombres acusados de volar a desautorizada en Bolivia
- Sismo de 5 grados de magnitud se sintió en Arequipa, al sur de Perú
- Se rescató un avión de carga en Estrecho de Gibraltar, ya se reportan dos muertos

Figura 40: Noticia publicada en el diario "EL MERCURIO"

Fuente: [21].

CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente proyecto técnico generó un software efectivo para la lectura de chips dentro un circuito atlético, dejando como principales conclusiones las siguientes:

En un primer capítulo se presentó una investigación teórica de los diferentes tipos de cronometraje que existen para competencias pedestres. Posteriormente se dio una breve descripción sobre tecnología RFID centrándonos principalmente en las características de los diferentes tipos de etiquetas RFID que posee esta tecnología. A continuación se describieron cada una de las reglas que rigen las competencias pedestres, las mismas nos sirvieron para realizar el diseño y la correcta implementación del software de acuerdo a los requerimientos exigidos dentro del departamento de Cultura Física de la Universidad y el reglamento con tal. Uno de los puntos importantes que tomamos en consideración fue la diferencia entre tiempo chip y tiempo oficial, siendo el primero el utilizado para considerar el tiempo de carrera de los competidores y su posición. Las conclusiones de este capítulo son:

- En la actualidad la tecnología RFID es la más utilizada para la identificación de datos en tiempo real garantizando una alta eficacia y seguridad en el proceso de adquisición de información.
- De acuerdo al reglamento de la federación internacional de atletismo (IAAF) los tiempos válidos para el cronometraje de los competidores se toman en consideración a partir de los tiempos de lectura de las etiquetas RFID es decir el “tiempo chip”.

CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el segundo capítulo se evaluó los diferentes tipos de sistemas de cronometraje que existen a nivel mundial y que han sido avalados por las federaciones de cada país, realizando un análisis de las ventajas y desventajas que cada uno posee. Las conclusiones de este capítulo fueron:

- La mayoría de sistemas de cronometraje que existen en la actualidad se basan en la tecnología RFID para la obtención de cada uno de los códigos de las etiquetas RFID dentro de un circuito para el registro de los tiempos de cada competidor.
- Los sistemas de cronometraje son capaces de soportar cualquier tipo de interferencia sea esta eléctrica o RF, tratándose de sistemas con alto grado de seguridad en la entrega de resultados.

En el capítulo 3 se describió la elaboración del sistema de cronometraje en función de los requerimientos del departamento de Cultura Física. En primer lugar se explicó el principio de funcionamiento del sistema mediante la realización de un diagrama de bloques en donde se enlazo los elementos del mismo con los dos programas de control del sistema (Programa de Grabación de Chips y Programa de Cronometraje).

Posteriormente se realizó una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el sistema haciendo énfasis en datos técnico y físicos de cada uno. Se presentó los diagramas de flujo que rigen el funcionamiento de los dos programas realizados tanto para registro de competidores como para el cronometraje de los mismos, en donde se puede evidenciar el funcionamiento de cada uno de los programas. Al final se elaboró un manual en donde se explica paso a paso la función de cada botón que forman parte de las interfaces, de la misma manera se explicó el proceso que se debe de realizar en el programa de grabación de chips para el registro de competidores, por otra parte dentro del Programa de Cronometraje se

CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

detalló la manera en la cual se carga la base de datos con los datos personales de cada participante para su respectivo cronometraje. Dentro del programa de registro de competidores se realizó la clasificación de la población en diferentes categorías, ya que al tratarse de una competencia abierta de varios kilómetros se contará con la participación de personas de diferentes edades entre hombres y mujeres.

Las conclusiones de este capítulo fueron:

- Se debe de verificar que el lector y las antenas se encuentren conectadas correctamente antes de cualquier competición.
- Es indispensable la colocación de una cinta que delimite la posición de los competidores con chip con respecto a las antenas antes de comenzar el cronometraje de la carrera.
- Se debe acercar una etiqueta a la vez a la antena para evitar confusión en el proceso de grabación de chips.
- Al momento de realizar la compra de los dispositivos del sistema se debe de verificar que trabajen a una misma frecuencia para asegurar la correcta comunicación entre estos.
- Fue importante trabajar con el departamento de Cultura Física para la implementación de una interfaz fácil de interpretar y manejar para los usuarios de este departamento.
- Las antenas deben tener una protección IP66 para evitar el daño de las mismas ante situaciones climáticas.
- Para que el proceso de grabación de chips sea más manejable se adquirió una antena de menor tamaño y que trabaja a una mejor potencia
- Integramos los dispositivos dentro de un maletín para facilitar su traslado y manejo.
- Este tipo de sistemas deben poseer un archivo de respaldo para salvaguardar la información en caso de alguna eventualidad.

CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el capítulo 4 se presentan cada uno de los experimentos realizados para garantizar el funcionamiento del sistema. El primer experimento al que fue sometido el sistema fue la familiarización de este con los docentes de la carrera, los cuales serán los encargados de utilizarlo en las competencias. Como segundo experimento se evaluó la manera eficiente y óptima de la colocación de los chips para garantizar una efectividad en la lectura de los mismos.

El tercer experimento como tal se desarrolló tanto en la pista atlética como en la EXPO UPS 2017. La primera se contó con el apoyo de 15 estudiantes de la carrera de Cultura Física mediante la realización de un pequeño circuito cerrado realizado en la pista, en donde mediante el programa de registro de competidores se pudo tomar los datos personales de cada estudiante y distribuirlos en las diferentes categorías y mediante la utilización del programa de cronometraje se dio a conocer los tiempos, las posiciones a nivel general, las posiciones por categorías de cada participante.

De la misma manera se mostraron los resultados obtenidos en el pequeño circuito atlético realizado en la EXPO UPS 2017 en donde además de los participantes de la universidad tuvieron la oportunidad de concursar personas de los diferentes colegios asistentes al evento. Con la ayuda del programa de grabación de chips de la misma manera que en el experimento anterior se recopiló la información personal de cada participante de la carrera.

CAPÍTULO 5: RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como conclusiones de este capítulo se pudo destacar.

- Del experimento 1 se puede destacar que tanto el programa y la interfaz gráfica desarrollada permiten al usuario un fácil manejo de los programas.
- Del experimento 2 pudimos comprobar que al colocar el chip de una manera paralela a las antenas lectoras tendremos una efectividad de lectura completa de los chips.
- La eficacia del programa fue comprobada en el experimento 3, mediante la utilización de un cronometro manual en donde se pudo constatar la eficacia de lectura de los tiempos de chips de algunos competidores escogidos al azar.
- El sistema ante cambios drásticos de temperatura funcionó de manera adecuada siendo capaz de realizar una lectura completa de los chips portados por cada estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Todo listo para el circuito UPS 8K.” [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias/deportes/3/376790/todo-listo-para-el-circuito-ups-8k>. [Accessed: 25-Jun-2017].
- [2] “Circuito UPS 8K espera reunir 2.000 competidores | Diario El Mercurio - Cuenca Ecuador.” [Online]. Available: <http://www.elmercurio.com.ec/334400-circuito-ups-8k-espera-reunir-2-000-competidores/>. [Accessed: 25-Jun-2017].
- [3] “Todo listo para el Circuito Atlético Salesiano 8K.” [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias/deportes/3/414018/todo-listo-para-el-circuito-atletico-salesiano-8k>. [Accessed: 25-Jun-2017].
- [4] “Atletismo e Historia (Athletics in History): diciembre 2010.” [Online]. Available: http://historiatletismo.blogspot.com/2010_12_01_archive.html. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [5] “Breve Historia del Cronometraje Deportivo - The Timing Blog.” [Online]. Available: <http://www.macsha.com/src/wordpress/archives/6606>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [6] “Atletismo, historia, pruebas y todo lo que necesitas saber.” [Online]. Available: <http://www.endondecorrer.com/historia-del-atletismo-y-sus-pruebas>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [7] “Historia del atletismo.”
- [8] “Atletismo e Historia (Athletics in History): Breve historia del cronometraje.” [Online]. Available: <http://historiatletismo.blogspot.com/2010/12/breve-historia-del-cronometraje.html>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [9] C. Rodríguez-Morcillo García and J. Daniel Muñoz Frías, “RFID: La tecnología de identificación por radio frecuencia.”
- [10] D. E. F. D. E. Atletismo, “No Title.”
- [11] “CAPÍTULO 5 Reglas Técnicas.”
- [12] “Sistemas de cronometraje deportivo y cámaras de foto-finish | FinishLynx.” [Online]. Available: <http://www.finishlynx.com/es/packages/>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [13] “Sistema de cronometrjes por chip | Cronometrjes.com.” [Online]. Available:

- http://www.cronometrajes.com/es/servicios/sistema_cronometraje. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [14] “RFEA - Sistemas y Empresas Homologación de cronometraje.” [Online]. Available: http://www.rfea.es/estadis/homologacion_sistema.htm. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [15] “Organizadores - Championship, Sistema de cronometraje de alta tecnología - Gescon-Chip.” [Online]. Available: <http://www.gesconchip.es/organizadores/championship>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [16] “Cómo funcionan los sistemas digitales de cronometraje para maratones.” [Online]. Available: <http://www.tecdepor.com/newsite/index.php/template/item/374-cómo-funcionan-los-sistemas-digitales-de-cronometraje-para-maratones>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [17] “Innovative Timing Systems | Jaguar RFID Chip Race Timing Products.” [Online]. Available: <http://www.innovativetimingystems.com/>. [Accessed: 21-Jun-2017].
- [18] “MDG-Carreras Timing System - Cronometraje con chip de bajo coste | MdgSoft.com.” [Online]. Available: <http://www.mdgsoft.com/programas/mdg-carreras-timing-system.htm>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [19] “Timing System – MDG-Carreras.” [Online]. Available: <http://www.mdgcarreras.com/equipos-de-cronometraje-con-chip/timing-system.html>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [20] “atlasRFIDstore | Buy RFID Technology | The RFID Hardware Experts.” [Online]. Available: <https://www.atlasrfidstore.com/>. [Accessed: 20-Jun-2017].
- [21] “Emprendedores salesianos crean chips electrónicos | Diario El Mercurio - Cuenca Ecuador.” [Online]. Available: <http://www.elmercurio.com.ec/605128-emprendedores-salesianos-crean-chips-electronicos/>. [Accessed: 21-Jun-2017].

APÉNDICES

APÉNDICE A: PRESUPUESTO DE EQUIPOS DEL SISTEMA DE CRONOMETRAJE

CANTIDAD	ITEM	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3	times-7 rfid race timing antenna system (fcc/etsi)	\$ 995	\$2 985
1	impinj speedway revolution r420 uhf rfid reader (4 port)	\$ 1 586	\$1 586
1	impinj speedway antenna hub	\$ 265	\$ 265
1	impinj speedway revolution gpio adapter	\$ 150	\$ 150
2	chips Alien 9662 rfid (rollo 1000u)	\$ 242	\$ 484
2000	soportes chips	\$ 0.30	\$ 600
1	caja metálica	\$ 80	\$ 80
1	Computadora Industrial	\$ 251	\$ 251
	Gastos Aduana	\$ 1 500	\$ 1500
		Total	\$7 981

APÉNDICE B: SISTEMA DE CRONOMETRAJE.

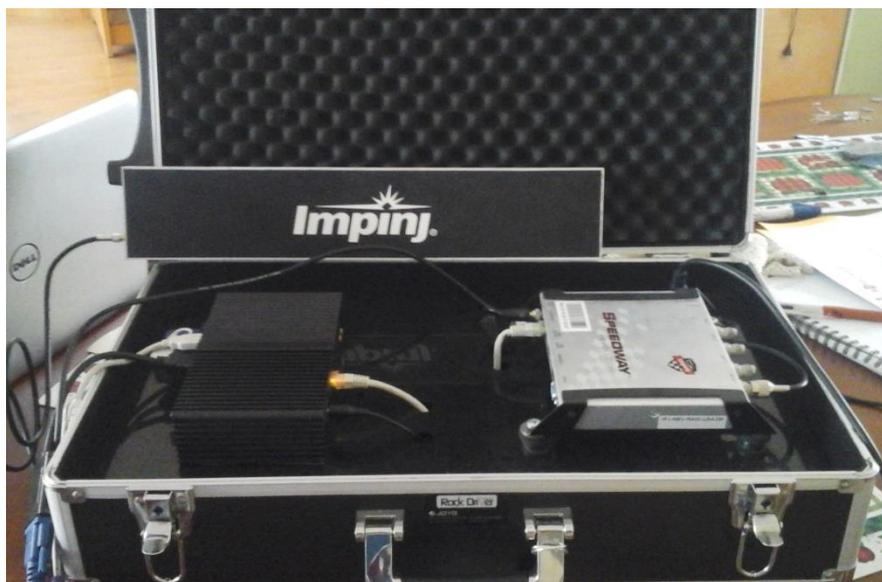


Figura 41: Sistema de Cronometraje.