

**“DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
LABORATORIOS TELE OPERADOS”**

**HÉCTOR ALFONSO OLIVA ROJAS
CARLOS ANDRÉS ROSERO ZAMBRANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

**“DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
LABORATORIOS TELE OPERADOS”**

**HÉCTOR ALFONSO OLIVA ROJAS
CARLOS ANDRÉS ROSERO ZAMBRANO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

**Director:
MSC. ING. DARÍO FERNANDO FAJARDO FAJARDO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo Primero del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Presiente de Tesis

Jurado 1

Jurado 2

San Juan de Pasto, Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad de Nariño y al Departamento de Electrónica.

DEDICATORIA

Si tienes sueños persíguelos siempre con perseverancia y valor.

Dedicado a la Universidad de Nariño y al Departamento de Electrónica.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GENERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. MARCO TEORICO	22
4.1. FÍSICA MECÁNICA	22
4.1.1. Cinemática	22
4.1.1.1. Movimiento en una dimensión	22
4.1.1.2 . Movimiento en dos dimensiones	25
4.1.2. Dinámica	26
4.1.2.1. Ley de inercia	27
4.1.2.2. Segunda ley de Newton	27
4.1.2.3. Tercera ley de Newton	28
4.2. PROGRAMA ROOT	30
4.3. LABORATORIO TRADICIONAL (PRESENCIAL)	30
4.3.1. Ventajas	31
4.3.2. Inconvenientes	31
4.4. LABORATORIOS TELEOPERADOS/REMOTOS Y VIRTUALES	32
4.4.1. Laboratorios Remotos o Teleoperados (LR)	32
4.4.2. Laboratorio Virtual (LV)	32
4.5. VENTAJAS E INCONVENIENTES EN LABORATORIOS REMOTOS	33
4.6. ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR DE TRES CAPAS	36
4.7. MODELO DE TRES CAPAS	37

4.7.1.	Capa Cliente o Presentación	37
4.7.2.	Capa Web o de Control	37
4.7.3.	Capa de Conexión	38
4.8.	PLATAFORMA TECNOLÓGICA	39
4.9.	MICROCONTROLADOR PIC	39
4.10	LENGUAJE ENSAMBLADOR PARA MICROCONTROLADORES	39
4.11	LENGUAJE C PARA MICROCONTROLADORES	40
4.12.	USB	40
4.13.	JAVA'	41
5.	DESARROLLO	42
5.1.	ANÁLISIS Y PLANIFICACIÓN	42
5.2.	DISEÑO (PROTOTIPO MECÁNICO, ELECTRÓNICA, ARQUITECTURA SOFTWARE)	45
5.3.	IMPLEMENTACIÓN	50
5.3.1.	Prototipo Mecatrónico.	51
5.3.2.	Electrónica y comunicación	56
5.3.2.1.	Proceso de comunicación con la aplicación	56
5.3.2.2.	Proceso de comunicación con el usuario	66
5.3.2.3.	XAMPP	69
5.3.2.4.	Moodle	71
5.3.2.5.	Streaming de Video	81
5.3.3.	Calibración	87
5.3.3.1.	Calibración de Distancia	87
5.3.3.2.	Calibración de inclinación	90
5.3.3.3.	Calibración del Tiempo	91
6.	ANALISIS DE RESULTADOS	94
6.1.	MODELO MATEMÁTICO DEL PLANO INCLINADO	94
6.1.1.	Ecuaciones asociadas al movimiento	95
6.2.	OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ	95
6.2.1.	Análisis matemático del coeficiente μ	96

6.2.2.	Valor del coeficiente de rozamiento	96
6.3.	GUÍA DE LABORATORIOS	98
6.3.1.	Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	98
6.3.2.	Cálculo de la gravedad mediante el plano inclinado	104
7.	RESULTADOS	111
8.	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	122

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Algunas áreas con implementación de Laboratorios Teleoperados	33
Tabla 2	Tecnologías utilizadas en Laboratorios Teleoperados	35
Tabla 3	Descripción pines puerto USB.	41
Tabla 4	Elementos mecánicos seleccionados para el diseño.	47
Tabla 5	Elementos seleccionados para el diseño.	47
Tabla 6	Elementos Electrónicos seleccionados para el diseño.	48
Tabla 7	Tecnología de software utilizadas.	49
Tabla 8	Registro de datos de distancia y voltaje Sensor GP2Y0A02YK.	88
Tabla 9	Calculo del error del sensor GP2Y0A02YK.	88
Tabla 10	Relacion del numero de pulsos con la inclinación.	90
Tabla 11	Obtencion de valores de tiempo.	93
Tabla 12	Relacion de Inclinación y su coeficiente de rozamiento	97
Tabla 13	Valores resultantes de coeficiente de fricción.	98
Tabla 15	Obtencion del promedio de la variables de tiempo y distancia.	103
Tabla 16	Datos obtenidos de tiempo y distancia.	107
Tabla 17	Obtencion del promedio de la variables de tiempo y distancia.	109
Tabla 18	Descripción componentes tarjeta microcontrolada	112
Tabla 19	Resultados finales del desarrollo de la plataforma	117
Tabla 20	Progreso de las actividades	118
Tabla 21	Formato visualización de datos.	155

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Movimiento Rectilíneo Velocidad Media e Instantánea.	23
Figura 2 Aceleración media e instantanea.	24
Figura 3 Movimiento de proyectiles.	26
Figura 4 Ley de Inercia.	27
Figura 5 Segunda Ley de Newton	28
Figura 6 Tercera ley de Newton.	28
Figura 7 fuerza de Fricción.	29
Figura 8 Control Remoto Manual en lazo cerrado	38
Figura 9 Experiencias de Laboratorio cinemática y dinámica implementadas.	42
Figura 10 Montaje cinemática y dinámica Universidad de Nariño.	43
Figura 11 Elementos para los montajes de física en la Universidad de Nariño.	44
Figura 12 Diseño mecánico en 3D del prototipo para ejecución de laboratorios.	46
Figura 13 Diseño electrónico de módulos.	48
Figura 14 Configuración de capas en la plataforma de laboratorio tele operada.	50
Figura 15 Implementación prototipo mecánico.	51
Figura 16 Sistema Encoder.	52
Figura 17 Circuito Sensor horizontal y sensor óptico infrarrojo IS471F	53
Figura 18 Sensor de distancia Sharp GP2Y0A02YK.	54
Figura 19 Motor seguro.	54
Figura 20 Caja Reductora (A) Motor Master (B).	55
Figura 21 Nivel de burbuja ubicado en el transportador.	56
Figura 22 Nivel de burbuja ubicado en el extremo izquierdo del carril.	56
Figura 23 Diagrama proceso de envío de información.	57
Figura 24 Diagrama peticiones Request/Response.	58
Figura 25 Comunicación: Servlet y aplicación puerto USB.	60
Figura 26 Diagrama sendToPic y getToPic	61
Figura 27 Código necesario para el control de la aplicación.	62

Figura 28 Descripción de Rutinas “usbOn” y “usbOff	63
Figura 29 Selección de laboratorio	64
Figura 30 Configuración	65
Figura 31 Desarrollo de un laboratorio	66
Figura 32 Diagrama conversión de datos tipo Long en tipo Byte.	67
Figura 33 Trama de datos “sendToUsb”.	67
Figura 34 Rutina envío de datos desde el PIC.	68
Figura 35 Lectura de información proveniente del laboratorio ejecutado	68
Figura 36 Visualización de la información para el usuario	69
Figura 37 Estructura de directorios y archivos en XAMPP.	70
Figura 38 Barra de Menú General	72
Figura 39 Estructura de la barra de menú general.	72
Figura 40 Página para ingresar como usuario o registrarse.	73
Figura 41 Información requerida para registro de nuevo usuario.	74
Figura 42 Panel de Acceso.	74
Figura 43 Panel desplegable de Usuario.	75
Figura 44 Panel de Navegación.	76
Figura 45 Modo de edición en la Página principal.	77
Figura 46 Opciones para configuración para acceso a usuario.	78
Figura 47 Categorías y cursos creados en la plataforma.	79
Figura 48 Opciones de configuración para métodos de matrícula.	79
Figura 49 Opciones para configuración para plugins matricula.	80
Figura 50 Pasos para la creación de un nuevo laboratorio Teleoperado.	82
Figura 51 Identificación de flujos de video en “Publisher”	83
Figura 52 Ubicación de cámaras para Laboratorio Teleoperado.	84
Figura 53 Interfaz de video en el cliente.	85
Figura 54 Componentes de la arquitectura final Implementada.	86
Figura 55 Panel de control, eleccion de distancia.	90
Figura 56 Panel de control, eleccion de inclinación.	91
Figura 57 Relación entre variables temporales.	92

Figura 58 Abstraccion de la maquina al modelo matemático.	94
Figura 59 Modelo matematico y variables involucradas	95
Figura 60 Gráfica de Tiempo vs Distancia	96
Figura 61 Variación del coeficiente de fricción u respecto a la velocidad.	97
Figura 62 Plataforma empelada en el desarrollo de la experiencia	99
Figura 63 Relación de Tiempo vs Distancia.	103
Figura 64 Plataforma empelada en el desarrollo de la experiencia.	105
Figura 65 Relación de Tiempo vs Distancia.	109
Figura 66 Implementación final prototipo Mecatrónico.	111
Figura 67 Implementación final tarjeta microcontrolada.	112
Figura 68 Página principal de la plataforma de Laboratorios Teleoperados.	113
Figura 69 Datos y video recibidos panel de control.	114
Figura 70 Ingreso al sistema de reserva.	114
Figura 71 Interfaz del sistema de reserva.	115

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Componentes Arquitectura cliente - servidor.	126
Anexo B. Microcontrolador y Lenguajes para su programación	137
Anexo C. USB	139
Anexo D. JAVA	141
Anexo E. Código Microcontrolador	145
Anexo F. Recepción de información por parte del Servlet	154
Anexo G. Seguridad XAMPP y Tomcat	159
Anexo H. Moodle	160
Anexo I. RED5 (Emisión y recepción de video)	168
Anexo J. Datos Adquiridos de Tiempo y Distancia	176
Anexo K. Ecuaciones involucradas	187
Anexo L. Obtención Coeficiente De Rozamiento	188
Anexo M. Calibración de inclinación	190
Anexo N. Formato guías de laboratorio teleoperado para física I.	193
Anexo Ñ. Esquemáticos y PCB's	198

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolla la arquitectura necesaria, para la implementación de una plataforma tecnológica (Hardware y Software) que permita llevar a cabo practicas de laboratorio de forma teleoperada en el área de física cinemática y dinámica. Para lo cual se utilizan diferentes tecnologías como JAVA Servlet en el lado del servidor para gestionar la comunicación con la tarjeta de adquisición de datos, que controla un prototipo mecánico adecuado con diferentes sensores y actuadores, para así ejecutar las prácticas de laboratorio, que adicionalmente posee un componente de video, que permite una realimentación visual de la experiencia que se encuentra desarrollando y con la información retornada por los sensores y actuadores. Esta información puede ser procesada de manera similar a los datos obtenidos en los laboratorios presenciales a la cual se le da un tratamiento estadístico.

Todo esto apoyado mediante un gestor de contenidos destinado al aprendizaje como lo es Moodle, mediante el cual se puede realizar la gestión de experiencias de laboratorio, gestión de las reservas, y agregar contenidos adicionales necesarios para las experiencias como son guías de laboratorio que han sido adaptadas especialmente para su realización a través de la plataforma teleoperada.

ABSTRACT

This research develops the necessary architecture for the implementation of a technological platform (hardware and software) that allows carrying out laboratory practices teleoperated in the area of physics kinematics and dynamics. For which use different technologies how JAVA Servlet in the side server to management the communication with the data acquisition board, who controls a mechanic prototype, which have sensors and actuators to realize the laboratory experiences. Also the platform has a video component that allowing a visual feedback, originated in the remote laboratory together to the sensors information; this information can be processed to similar way to the data obtained in situ laboratory that have processed through statistical analysis.

All platforms is supported with learning manager system named Moodle which allows manage laboratory experiences, manage reservation, and add new content necessary for laboratory experiences how laboratory guides designed to use in the remote laboratory.

INTRODUCCION

“Un laboratorio remoto o laboratorio tele operado es un sistema de equipos físicos de experimentación, que permiten que un usuario interactúe y acceda de forma remota, a las instalaciones o sistemas físicos acondicionados para un determinado tipo de tarea de experimentación”.¹

Desde que el concepto de laboratorio remoto o laboratorio teleoperado, comenzó a gestarse, y a tener un significado importante en el campo educativo desde la década de 1980, a través de Robert Tinker, quien desarrollo la idea de utilizar los computadores como una herramienta de laboratorio, a través del cual se hallan conectados sensores de todo tipo (Movimiento, sonido, luz, etc.), desde su propuesta se inició un desarrollo tecnológico en las décadas siguientes orientado a la elaboración y perfeccionamiento de herramientas innovadoras, para la implementación de laboratorios tele operados en diferentes áreas sobre todo en ingeniería y ciencias.²

Los laboratorios remotos o tele operados bajo ciertas condiciones, y debidamente acoplados a los ambientes de aprendizaje adecuados y mediados por las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), concretamente en este caso utilizando un Sistema de Gestión de Aprendizaje o también conocido como LMS (Learning Managing System) desempeñan un papel muy importante en la enseñanza, utilizando las redes de computadores para compartir datos provenientes de experimentos específicos.

Las instituciones de educación superior cuentan con recursos humanos y materiales muchas veces insuficientes, con los cuales debe hacer frente al incremento de estudiantes, los cuales necesitan realizar prácticas de laboratorio de manera eficiente, de esta forma la respuesta a una problemática como esta, se halla en la creación de laboratorios de acceso remoto que gracias a una infraestructura de comunicación eficiente permita compartir y optimizar el acceso y el uso a los recursos de laboratorio disponible para así fortalecer los procesos educativos³, lo cual aporta numerosas ventajas, entre las cuales podemos destacar disponibilidad de horario completa de los experimentos puesto que ya no se requiere la presencia en los laboratorios de un docente, instructor o

¹ RANGEL, Cesar Augusto; V, CHACÓN, Rafael Antonio y ARAQUE GALARDO, José Antonio. Development of A Remote Access Microcontrollers. En: Revista Colombiana De Tecnologías De Avanzada. Vol 1., Mexico, (ene -2012); Pp. 136-139.

² SPAIN. Ministerio De Educación Nacional. Secretaría General Técnica Centro De Investigación Y Documentación Educativa: 'tecnología E Instrucción: Promesa y Problematica'. En: Revista De Educación. Vol. 1. Mexico, (ene -1989); p. 493.

³ CALVACHE, B. *et al.* Laboratorio distribuido con acceso remoto a través de RENATA para la experimentación en robótica. México: s.n. 2011. Pp. 55-59.

laboratorista presente en el desarrollo de la práctica, además de eliminar completamente barreras de tipo geográfico, puesto que dos estudiantes que se encuentren fuera del área de cobertura de un cierto laboratorio por diferentes razones sea completamente accesible.

En Colombia en los últimos años la comunidad académica, comenzó a desarrollar proyectos de e-ciencia o educación, que integran elementos para el acceso a recursos remotos tales como: instrumentación remota, telescopios, microscopios, laboratorios virtuales, robots, laboratorios remotos y demás recursos tecnológicos para ciencia y educación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El registro que actualmente se hace de los datos de laboratorio, se hace de manera manual y no digital, lo que trae consigo una serie de problemas inherentes al método.

En la actualidad, las prácticas del laboratorio de física se encuentran centralizadas en el campus Torobajo sede Pasto en la Universidad de Nariño, lo que obliga a estudiantes de otras sedes que se encuentran fuera del municipio de Pasto a realizar desplazamientos, lo que genera gastos de tiempo y dinero por parte de la Universidad de Nariño y a los mismos estudiantes.

Es conocido que un laboratorio remoto puede aportar muchas ventajas en la docencia de asignaturas, pero también resulta de interés evaluar el grado de aceptación del estudiante. En este sentido, con el proyecto se buscó soluciones tecnológicas que permitan desarrollar alternativas como las que puede ofrecer una plataforma de laboratorio con acceso remoto y que sea utilizado en prácticas de laboratorio en el área de física (cinemática y dinámica) y así a la vez que sirva como una herramienta de soporte en el proceso de enseñanza- aprendizaje utilizando TICs.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una Plataforma tele operada que a través de instrumentación electrónica permita a un usuario remoto llevar a cabo prácticas de laboratorio de física (cinemática y dinámica) a modo de videoconferencia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y operar los experimentos de cinemática y dinámica para describir cada uno de los componentes del experimento involucrado y determinar su estado actual.
- Investigar acerca de sensores relacionados con las variables que intervienen con el experimento.
- Usar transductores para convertir las variables de cada experimento físico en señales eléctricas y luego acondicionar en niveles adecuados para ser interpretados por un sistema de adquisición de datos.
- Diseñar e implementar sistemas de adquisición de datos.
- Desarrollar el software a través de la cual se haga la captura y envío de datos vía web.
- Integrar el sistema de adquisición y el software de captura y envío de datos en una plataforma tele operada de laboratorio.
- Realizar pruebas y comprobar la eficacia de la plataforma mediante encuesta de satisfacción a estudiantes.

3. JUSTIFICACIÓN

Con el fin de interactuar de forma más cercana con la comunidad estudiantil de la Universidad de Nariño, los servicios que prestan los laboratorios de física y hacer frente al aumento en el número de estudiantes que ingresan a la universidad, el desarrollo de un laboratorio remoto representa una solución.

Este sistema también permite el fácil desarrollo de laboratorios en clases magistrales, donde un número elevado de usuarios podrán obtener los datos de la práctica que se está desarrollando de forma simultánea. Por lo tanto con la implementación de la plataforma y una guía de la práctica y del hardware proporcionada a través de Moodle (entorno de aprendizaje), cada montaje de laboratorio podría ser desarrollado por varios estudiantes en horarios no habituales sin necesidad de tener un laboratorista presente, ahorrando de esta forma tiempo y dinero.

Dado el incremento del uso de las TICs en todos los niveles educativos aun hay ciertas áreas de las ciencias en las cuales, en la Universidad de Nariño, aun no se ha implementado estrategias pedagógicas utilizando herramientas tecnológicas adecuadas y en las cuales surge su uso como una necesidad evidente.

4. MARCO TEORICO

4.1 FÍSICA MECÁNICA

“La mecánica es la más antigua de las ciencias físicas, es el estudio del movimiento de los objetos, entre los problemas de los cuales se ocupa puede ser el cálculo de la trayectoria de una pelota o incluso el movimientos de los cuerpos celestes, como también el análisis de la trayectorias que suceden en colisiones”⁴.

4.1.1 Cinemática. La parte de la mecánica llamada *cinemática* es la que se encarga de la descripción del movimiento de una partícula sin tener en cuenta la causa que lo produce, ni la masa de este objeto o partícula.

- **Posición** dada por el desplazamiento de una partícula desde un punto arbitrario hasta otro cualquiera, en este sentido podemos hablar del vector posición.
- **Velocidad** es la magnitud física que estudia la rapidez con que un cuerpo cambia su posición al transcurrir tiempo ambas variables medidas respecto a un determinado sistema de referencia.
- **Aceleración** se define como el cambio de velocidad de una partícula en función del tiempo mientras se encuentra en movimiento.

4.1.1.1 Movimiento en una dimensión. Es el movimiento más restringido y sencillo, puesto que la posición que va ocupando una partícula se encuentra sobre una misma recta, en este caso el eje x , y su movimiento se realiza hacia el lado positivo o negativo de esta recta.

- **Rapidez** es el promedio de una partícula es una medida escalar, y se define como la distancia total recorrida dividida entre el intervalo total necesario para recorrer esa distancia.

$$v = \frac{x_{total}}{t_{total}} \quad (1)$$

⁴ SERWAY, Raymond A., and JEWETT, John W. Física para ciencias e ingeniería. España: Cengage Learning Editores, 2005. p. 50.

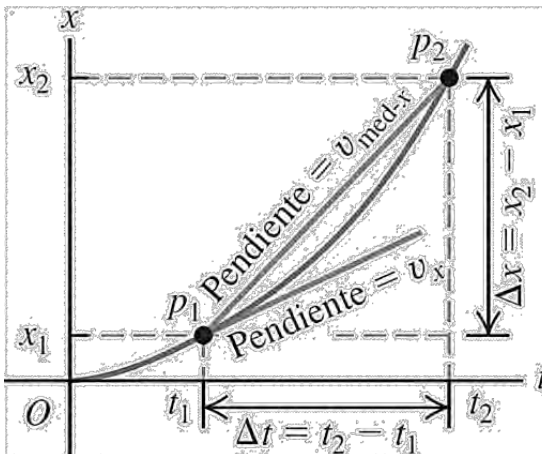
- **Velocidad media** es una media vectorial y se define como el desplazamiento de la partícula, Δx , dividido entre el intervalo, Δt , durante el cual ocurre ese desplazamiento.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2)$$

- **Velocidad Instantánea** se define como el valor límite de la razón $\Delta x/\Delta t$, cuando Δt se aproxima a cero y esta es una magnitud vectorial, por tanto el vector velocidad instantánea es tangente a la trayectoria (Figura 1) y su sentido es el del movimiento.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

Figura 1. Movimiento Rectilíneo Velocidad Media e Instantánea.



Fuente: Sears F., Zemansky M., Young H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación, 2005. p. 60

Cuando un objeto se mueve en línea recta recorriendo distancias iguales en tiempo iguales, se dice que el **movimiento es rectilíneo uniforme**. En este caso la velocidad media coincide con el valor de la velocidad instantánea. De esta manera podemos escribir que:

$$\bar{v} = v \quad (4)$$

$$x = x_0 + vt \quad (5)$$

Esta ecuación describe el movimiento rectilíneo uniforme y la gráfica de posición respecto al tiempo, es una línea recta cuya pendiente y ordenada en el origen son los valores de la velocidad y la posición inicial del móvil.

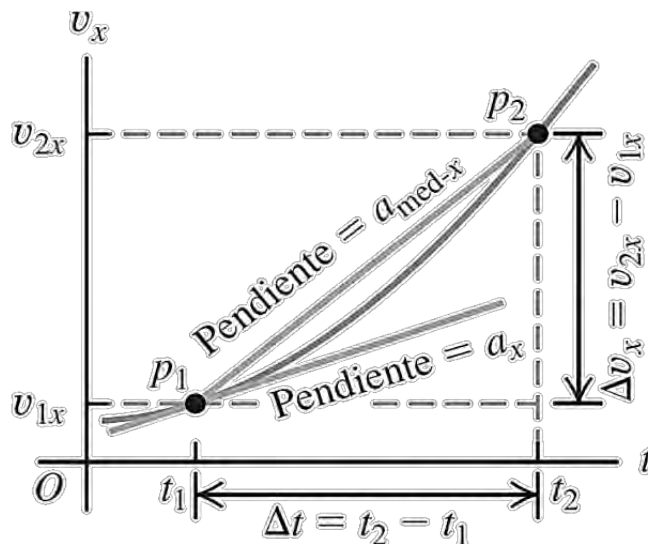
- **Aceleración media** se define como el cambio de la velocidad Δv dividido entre el intervalo, Δt , durante el cual ocurre este cambio.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (6)$$

- **Aceleración instantánea** se define como la razón de cambio de la velocidad con el transcurrir del tiempo esto es, la derivada de la velocidad con respecto al tiempo, que por definición es la pendiente de la grafica de velocidad tiempo mostrado en la Figura 2.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (7)$$

Figura 2. Aceleración media e instantanea.



Fuente: Sears F., Zemansky M., Young H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación, 2005. p. 60

Una partícula realiza un movimiento rectilíneo cuando la trayectoria descrita por el móvil es una línea recta (caso unidimensional). De acuerdo con las leyes de la dinámica se establece que una partícula en movimiento bajo la acción de un conjunto resultante de fuerzas no nulas experimenta una aceleración proporcional a la fuerza resultante. De esta si el vector fuerza, se mantiene constante, la aceleración también será constante. En este caso decimos que la partícula describe un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**, y podemos describir su movimiento en función de las siguientes ecuaciones:

$$v = v_0 + at \quad (8)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (9)$$

- **Caída libre**⁵ en el movimiento uniformemente acelerado, uno de los casos más frecuentemente observado es el de los cuerpos que son atraídos por la tierra y cuando suponemos que no existe ninguna otra fuerza sobre este objeto más que la de la tierra decimos que se encuentra en caída libre y su dirección de movimiento es el eje y , y el valor de la aceleración que experimenta el cuerpo es el valor g , que es denominada aceleración de la gravedad y su valor es de $9,8\text{m/s}^2$ y varía de acuerdo con la altura y la latitud, además de ser independiente de la naturaleza del cuerpo que cae libremente. De esta manera puesto que el movimiento se realiza sobre el eje y las ecuaciones para el movimiento estarían dadas por:

$$\begin{aligned} v_y &= v_{y_0} + a_y t \\ y &= \frac{1}{2} (v_{y_0} + v_y) t \\ y &= v_{y_0} t + \frac{1}{2} a_y t^2 \\ v_y^2 &= v_{y_0}^2 + 2 a_y y \end{aligned} \quad (10)$$

En algunos casos es común hacer la elección de $a_y = -g$, donde g es la magnitud de la aceleración debida a la gravedad.

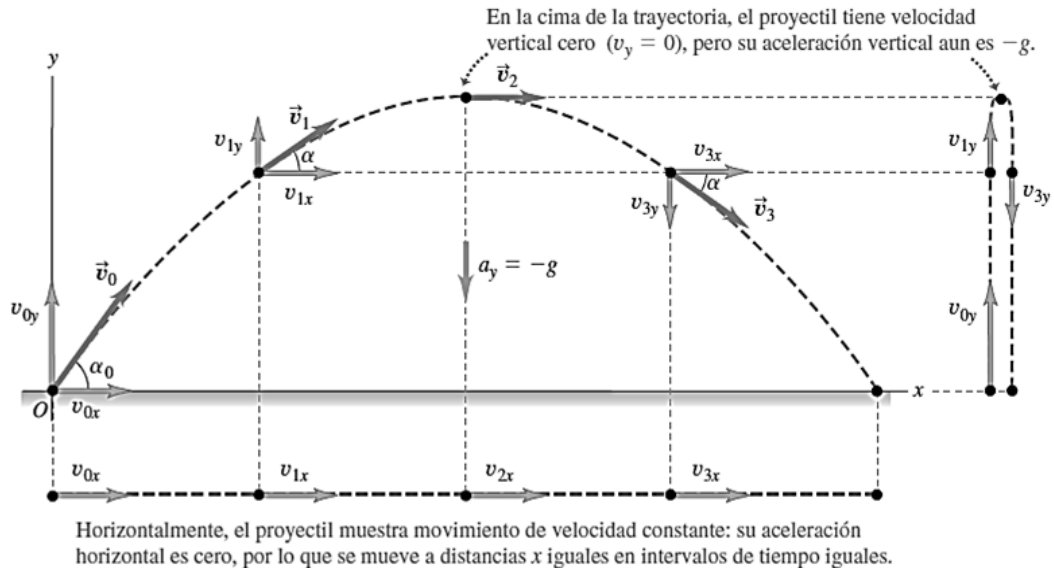
4.1.1.2 Movimiento en dos dimensiones.⁶ Muchos de los fenómenos físicos cinemáticos no ocurren en una dimensión, por lo que su estudio debe extenderse al análisis en dos dimensiones, tal es el caso del el disparo de un proyectil o el movimiento de un péndulo, de esta manera su análisis se encuentra dentro de un plano cartesiano x e y .

El caso especial del movimiento en el plano es donde cada una de las componentes de la aceleración es constante, es decir no varía ni en magnitud ni en dirección. Un ejemplo de esta situación es el movimiento de un proyectil, que describe una trayectoria parabólica y la composición de su movimiento se puede considerar como un movimiento rectilíneo uniforme sobre el eje horizontal y uno de caída libre como se indica en la Figura 3.

⁵ HALLIDAY, David y RESNICK, Robert. Física para estudiantes de ciencias e ingeniería. México: CECOSA, 1961. p. 60.

⁶ ALONSO, Marcelo y FINN, Edward J. Física, Mecánica. México: Fondo Educativo Interamericano, 1971. p. 40.

Figura 3. Movimiento de proyectiles.



Fuente: SEARS F. ZEMANSKY M. YOUNG H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación, 2005. p. 96

De esta manera debe trabajarse con las proyecciones de las componentes del movimiento en cada uno de sus ejes, si definimos el origen de coordenadas en el lugar de disparo del proyectil tendremos las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \theta_0 \\ v_y &= v_0 \sin \theta_0 - gt \\ v &= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} x &= (v_0 \cos \theta_0)t \\ y &= (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \end{aligned} \quad (12)$$

O bien, eliminando el tiempo tenemos:

$$y = (\tan \theta_0)x - \frac{g}{2(v_0 \cos \theta_0)^2}x^2 \quad (13)$$

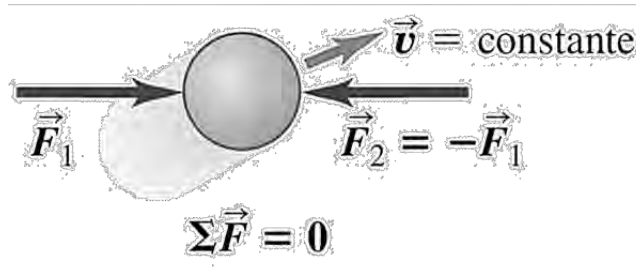
4.1.2 Dinámica. La parte de la mecánica llamada dinámica se encarga del estudio de la relación del movimiento asociado a las propiedades del objeto (masa) que se mueve y las fuerzas que producen este movimiento.

La experiencia dice que el movimiento de un cuerpo es resultado de las interacciones con otros cuerpos que lo rodean y estas interacciones se describen adecuadamente por un concepto matemático denominado *fuerza*, así entonces la dinámica es básicamente el análisis de la relación entre la fuerza y los cambios en el movimiento de un cuerpo, que se basa en leyes fundamentales denominadas “leyes de Newton” propuestas por el físico Sir Isaac Newton en su libro titulado “*principia*”.

4.1.2.1 Ley de inercia. Una partícula libre es aquella que no está sujeta a interacción alguna, ya sea porque se encuentra completamente aislada o suficientemente lejos de otras y sus interacciones son despreciables o por que sus interacciones con las otras partículas se cancelan, dando como resultado una interacción total nula, de esta manera definimos la primera ley de Newton:

“Todo cuerpo persiste en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en una línea recta, a menos que se vea obligado a cambiar dicho estado por las fuerzas que actúen sobre él”.

Figura 4. Ley de Inercia.



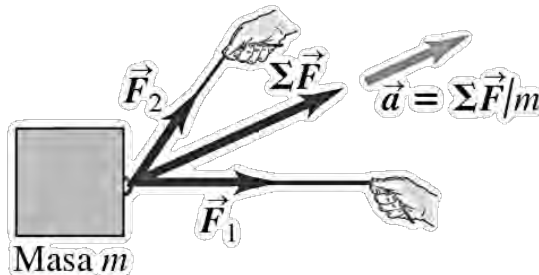
Fuente: SEARS F., ZEMANSKY M., YOUNG H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación. 2005. p. 129

En otras palabras podríamos decir que una partícula libre se mueve siempre con velocidad constante lo que es lo mismo sin aceleración.

4.1.2.2 Segunda ley de Newton. La primera ley de Newton implica que si la velocidad de un cuerpo no es constante entonces debe haber una fuerza resultante que hace que el cuerpo cambie su velocidad o lo que es igual a que el cuerpo se está acelerando, y existe una resistencia a abandonar su movimiento rectilíneo, la cual es determinada por las propiedades inerciales de un cuerpo que se caracterizan por su masa. De esta manera decimos que:

“La aceleración de un cuerpo bajo un conjunto de fuerzas dado es directamente proporcional a la suma vectorial de la fuerza neta e inversamente proporcional a la masa del cuerpo”

Figura 5 Segunda Ley de Newton



Fuente: SEARS F., ZEMANSKY M., YOUNG H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación. 2005. p. 129

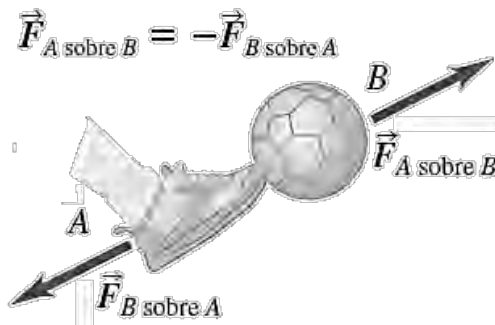
Podemos expresar en forma matemática la segunda ley de Newton de la siguiente manera:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (14)$$

4.1.2.3 Tercera ley de Newton. Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo tienen su origen en otros cuerpos desde los cuales se realiza la interacción y estamos hablando de un conjunto acción reacción, en base a esto se define la tercera ley de Newton de la siguiente manera:

“A toda acción se opone siempre una reacción igual; es decir, que las acciones mutuas de dos cuerpos son siempre iguales y dirigidas en sentidos contrarios”.

Figura 6 Tercera ley de Newton.

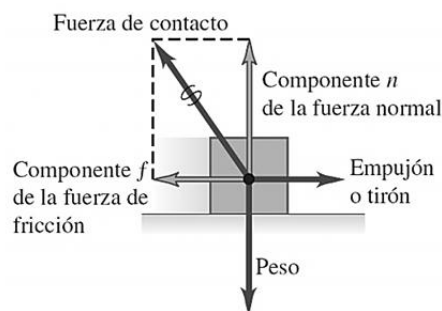


Fuente: SEARS F., ZEMANSKY M., YOUNG H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación. 2005. p. 129

También podemos decir que cuando dos partículas interactúan, la fuerza sobre una partícula es igual y opuesta a la fuerza sobre la otra. Así entonces $F_{AB} = -F_{BA}$.

- **Fuerzas de fricción** cuando hay dos cuerpos en contacto, hay una resistencia o fuerza que se opone al movimiento entre los dos cuerpos, esta fuerza se denomina fricción por deslizamiento y se debe a la interacción de las moléculas entre los dos cuerpos. En un estudio minucioso el fenómeno es muy complejo y depende de muchos factores tales como la condición y la naturaleza de las superficies en contacto, la velocidad relativa, y en algunos casos la temperatura, etc.⁷

Figura 7. Fuerza de Fricción.



Fuente: SEARS F., ZEMANSKY M., YOUNG H. Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación. 2005. p. 129

La fuerza de fricción f actúa tangente a las superficies en contacto y se representa en términos de una fuerza normal N , que es perpendicular a cada superficie. La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal. Existen dos tipos de fuerza de fricción:

Fuerza de fricción cinética: Existe cuando el cuerpo se desliza sobre una superficie y su magnitud f_k es aproximadamente igual a la magnitud de la fuerza normal N multiplicada por μ_k , el coeficiente de fricción cinética. $f_k = \mu_k N$

Fuerza de fricción estática: Existe cuando un cuerpo no se mueve con respecto a la superficie. La máxima fuerza de fricción estática posible es aproximadamente igual a la magnitud N de la fuerza normal multiplicada por μ_s , el coeficiente de fricción estática. La fuerza de fricción estática real puede variar entre cero y ese valor máximo, según la situación. $f_s \leq \mu_s N$. Para un par de superficies en contacto dado tenemos que $\mu_s > \mu_k$, y estos valores dependen de la naturaleza de ambas superficies.

⁷ Ibíd., p.170.

4.2 PROGRAMA ROOT⁸

“Plataforma programable orientada a objetos para análisis y visualización de datos. Fue desarrollada dentro del contexto del experimento NA49 del CERN. Incorpora CINT, un intérprete de C++ desarrollada por Masaharu Goto. ROOT es la plataforma más empleada en laboratorios de física experimental a nivel mundial”⁹.

4.3 LABORATORIO TRADICIONAL (PRESENCIAL)

“Existen numerosas áreas de la educación, la ciencia, la industria y el comercio que requieren de laboratorios, entendidos como el lugar o espacio físico donde se puedan realizar experimentos o pruebas a través de un procedimiento concreto, a fin de verificar hipótesis acerca de un fenómeno, en este espacio destinado para dicho fin, predominan máquinas e instrumentos especializados para el desarrollo de los medios necesarios a fin de validar o rechazar las hipótesis”¹⁰. “Muchos de los problemas derivados de estas áreas requieren de equipamiento altamente sofisticado y de personal conformación especializada, y en otros casos puede utilizarse únicamente con fines académicos”¹¹.

Las prácticas de laboratorio pueden ayudar a un investigador a evaluar postulados teóricos que se ajusten a datos y a las observaciones realizadas, o a un estudiante a desarrollar destrezas básicas, herramientas experimentales y de tratamiento de datos, ya sea para manejar conceptos básicos o para entender el papel de la observación directa y realizar inferencias que se obtienen a partir de la teoría y de la misma forma alcanzar aquellas deducciones que se realizan a partir de la práctica, de este proceso podemos destacar: La observación del fenómeno, obtención datos experimentales en

⁸ Programa para el tratamiento de datos físicos experimentales.[en línea] Disponible en Internet: (<http://root.cern.ch/drupal/>) Citado Marzo de 2011.

⁹ ROMERO R, William A. Software para un sistema de adquisición de datos en experimentos de física de partículas con tecnología CAMAC. Bogotá: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. [en línea] Disponible en Internet: (http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana12/articulo13.pdf) Citado Marzo de 2011.

¹⁰ ARROYAVE FRANCO, Mauricio; VELÁSQUEZ TORRES, Álvaro; OLARTE HERNÁNDEZ, Tomás y MONTOYA MENDOZA, Juan. Laboratorios remotos: diversos escenarios de trabajo co-laboratories: new arenas for scientific work. Anuario electrónico de estudios en Comunicación Social 4(2). España: s.n. 2011. [en línea] Disponible en Internet: (<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/Disertaciones/article/viewFile/1508/3368>). Citado Marzo de 2011.

¹¹ PONCE ORTEGA, Claudia. La investigación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México. México: Elementos para la construcción de una red socio-técnica. ANUIES, 2000. p. 33.

laboratorio, el análisis de los resultados y finalmente las conclusiones que validen o refuten una hipótesis¹².

4.3.1 Ventajas:

- La enorme importancia que tiene para el aprendizaje, la experimentación directa del alumno en el laboratorio presencial convirtiéndolo un lugar idóneo de experimentación.
- Facilita el planteamiento de problemas que permitan al estudiante aplicar sus conocimientos sobre la naturaleza de una manera empírica.
- Entrenamiento directo en la aplicación del método científico.
- Alta interactividad, al tomar contacto inmediato el alumno con el experimento real, y la motivación que supone observar el experimento.
- Desarrollo de habilidades cognitivas que se ponen en práctica de manera instantánea en el mismo.

4.3.2 Inconvenientes:¹³

- El material de instrumentación es generalmente costoso, lo que hace difícil que cada alumno pueda realizar todos los experimentos que necesite.
- El laboratorio presencial es lento en el manejo y la transmisión de información (datos experimentales).
- Los recursos en personas, espacios y tiempo son restringidos, debido a la masificación y problemas presupuestarios.
- Las prácticas necesitan de una supervisión más directa por parte del profesor y que cada alumno experimente por sí mismo, por lo que éstas no se pueden impartir para un gran número de personas.
- El laboratorio presencial requiere de la presencia física del estudiante.

¹² ALFONSO, Carlos A. "Física experimental en internet." [en línea] Disponible en Internet: (<http://www.rioei.org/deloslectores/586Alfonso.pdf> Citado Marzo de 2011.

¹³ ROSADO L, y HERREROS, J R. Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. México: s.n. 2000. Pp. 1–5.

- Los alumnos suelen entrar en contacto con dispositivos y técnicas con las que no están familiarizados.

4.4 LABORATORIOS TELEOPERADOS/REMOTOS Y VIRTUALES¹⁴

Es un hecho que la experimentación en laboratorios presenciales constituye un pilar fundamental en procesos tanto de investigación como en procesos de enseñanza aprendizaje, pero de igual forma presentan ciertos inconvenientes documentados, y como alternativa a solventar algunos de estos inconvenientes en las últimas décadas se han desarrollado herramientas innovadoras como son laboratorios tanto remotos como virtuales, los cuales definimos a continuación:

4.4.1 Laboratorios Remotos o Teleoperados (LR). Aquél que existe y tiene por objetivo tele operar un sistema real a distancia (no prácticas simuladas) a través de Internet o una red, haciendo uso de Webcams, hardware específico para la adquisición local de datos con el fin de realizar experimentos y acceder a los datos para obtener medidas, apoyado mediante software utilizado para el control remoto que puede ser un navegador Web o una aplicación que necesita ser descargada del servidor del laboratorio para dar una sensación de proximidad con el equipamiento.

4.4.2 Laboratorio Virtual (LV). Hace referencia a una implementación de software computacional genérico o desarrollo de un software específico para recrear el comportamiento de plantas de experimentación o laboratorios que sólo existen en computadores o servidores usados para la simulación de dichas plantas, Utilizando un navegador que a través del cual se descarga un applet, un ActiveX o una aplicaciones independientes ejecutables, esto opera localmente con un recurso simulado, y en algunos casos no se necesita instalación de ningún entorno de simulación, salvo los correspondiente plug-ins según el caso. (Flash, run-time de Java, cgi-bin, Labview, etc.)

En conclusión se resalta la diferencia más importante que existe entre los dos tipos de laboratorio definidos anteriormente y básicamente radica en el tipo de computación sobre los cuales están soportados: el Laboratorio Remoto se basa en instrumentos reales (tarjetas de adquisición de datos, instrumentos de medida, conexiones en interfaces diversas, comunicación de datos,...), mientras que en el Laboratorio Virtual sólo existen procesos de computación basados en

¹⁴ CALVO, Isidro; ZULUETA, Ekaitz, y GANGOIT, Unai. Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. México: s.n. 2008. Pp. 1–21.

simulaciones que pretenden que los usuarios perciban un laboratorio de estructura uniforme e independiente de la localización física de los sistemas. Además de las categorías mencionadas anteriormente se pueden establecer algunas más, que se derivan o funcionan de manera conjunta como lo son:

Laboratorio Virtual y Remoto (LVR): Sistema físico real y/o simulado accesible desde Internet con capacidades de gestión, aprendizaje de contenido y/o reservas de recursos compartidos.

Instrumento Virtual (IV): Sistema modelado con todas sus capacidades de procesado, sensores y controles contenidos en uno o más computadores, que permite acceso local a los recursos reales y/ o simulados.

Instrumento Remoto (IR): Instrumento virtual o físico con capacidad de comunicación a través de la red, cuya función es permitir la comunicación a distancia de los recursos físicos y/o simulados.

Alrededor del mundo existe una gran cantidad de laboratorios tanto remotos y virtuales como mixtos en diferentes áreas de la educación y la investigación, se puede encontrar una relación muy completa de muchos de los laboratorios desarrollados alrededor del mundo, es compendio se encuentra disponible en: <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/links.html> (actualizado 2005), y un análisis más profundo de algunos de ellos en el trabajo de Ma Jing y Jeffrey Nickerson¹⁵ en 2006, donde se analiza el alcances, área del conocimiento y apartes pedagógicos de los más relevantes. A continuación presentamos una lista (Tabla 1) de las áreas académicas en las que se han implementado laboratorios remotos¹⁶.

Tabla 1. Algunas áreas con implementación de Laboratorios Teleoperados

Automatización e instrumentación industrial	Ingeniería Mecánica y Fabricación
Arquitectura y redes de computadoras	Ciencia e Ingeniería (física, biología, ingeniería eléctrica)
Control y Plantas	Ingeniería Aeronáutica
Robótica y visión por computador	Ciencias Ambientales y Ecológicas
Simulación y dinámica de sistemas	Ingeniería Mecánica

Fuente. Este estudio

¹⁵ JING, M. y NICKERSON, Jeffrey V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. España: ACM Computing Surveys, 2006. p. 50.

¹⁶ CANDELAS HERÍAS, Francisco Andrés, and SÁNCHEZ MORENO, José. Recursos didácticos basados en Internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automática. México: s.n. 2005. p. 30.

4.5 VENTAJAS E INCONVENIENTES EN LABORATORIOS REMOTOS

Ventajas:

- Permite aprovechar los recursos, tanto humanos como materiales al integrar, en un único computador, los instrumentos necesarios para la ejecución de las prácticas, el ahorro en material de laboratorio es considerable a través de una Intranet o a través de Internet, ya que supone no tener que duplicar los materiales y poder acceder a ellos a través de la red como si se estuviese en el mismo lugar.
- Se amplía la oferta horaria del alumno en su formación convirtiéndose en un recurso extremadamente rentable en la formación, de esta manera las limitaciones de espacio y tiempo no son restrictivos para el trabajo de laboratorio. Es posible llevar a cabo experimentos de forma estructurada o incluso más abierta, en la que los estudiantes desarrollan habilidades de resolución de problemas, observación, interpretación y análisis de los resultados, de forma similar a como se hace en los laboratorios tradicionales, además encontrara un entorno colaborativo.
- El alumno no necesita disponer del software de simulación y puede disponer en cualquier momento de versiones del software actualizado en el servidor y la mayoría de los casos no es necesario tener un computador de características superiores para ejecutar el laboratorio remoto.
- Adaptación y personalización del entorno del laboratorio a alumnos con discapacidades puesto que un laboratorio remoto presenta flexibilidad de allí que personas minusválías accedan a ellos desde su hogar con interfaces de experimentación adaptadas a su discapacidad.

Inconvenientes:

- La experimentación remota, requiere el uso de recursos que por lo general, resultan costosos. Al conectar sistemas reales de laboratorio a Internet, es necesario implementar los protocolos de comunicaciones correspondientes y procesadores potentes, elevando costos en el desarrollo., aunque en relación se costó se contrarresta que técnicamente puede estar disponible 24 horas al día y 365 al año.
- Todas las actuaciones sobre los sistemas deben poder realizarse utilizando entradas y salidas digitales o analógicas tanto el hardware como el software han de ser suficientemente robustos para que las posibilidades de fallar sean mínimas, mientras el alumno utiliza los recursos.

- Las experiencias de aprendizaje remoto con experimentos en reales aún son relativamente pocas y son pocas las Universidades que han logrado implementar laboratorios remotos de altas prestaciones y desempeño. Mientras que en centros no universitarios, aún no se desarrollan este tipo de experiencias, debido a la escasa formación del profesorado, la falta de medios técnicos y económicos y el costo de desarrollo que supone implementar estas plataformas.

“Hay algunas características que deben destacar en la implementación de un laboratorio remoto, como son”¹⁷:

- El lenguaje de programación sobre el cual se implementa el laboratorio.
- El lenguaje de programación sobre el cual se desarrolla la interfaz de usuario.
- Gestores de contenidos y el gestor de contenido educativo.

A continuación (Tabla 2) se realiza un compendio de algunos laboratorios y las tecnologías de desarrollo utilizadas:

Tabla 2. Tecnologías utilizadas en Laboratorios Teleoperados

Laboratorio	Tipo	Lenguaje	Interfaz Web	Webcam	Ámbito	Gestor Reservas	LMS	Gestor de contenido
Robotoy	IR	Java	AJAX	Sí	Brazos	No	No	No
Connexions	IV	LabView	HTML	No	Filtros, Digitales, Señales	No	No	Sí
Telelabs	LR	LabView	No	Sí	Brazos, Mecatrónica	Sí	No	No
ACT	LR	Matlab®, Simulink	HTML, Java	Sí	Control	No	No	No
Chattanooga	LV	Matlab®, LabView	HTML	Sí	Control, dinámica	No	No	No
eMersion	LVR	LabView	Java	Sí	Control	Si	eJournal	No
MeRLab	LVR	LabView	HTML	Sí	Mecatrónica	No	eCampus	No
UNED	LVR	Ejs, LabView	HTML	Sí	Control	Sí	eJournal	Automatlabs
WebLab	LVR	Java	AJAX	Sí	Electrónica	Sí	Moodle	Joomla
Aurova	LVR	Ejs, Java 3D	HTML	Sí	Brazos, V.Artificial, Redes	Sí	eJournal	Automatlabs
LER	LVR	LabView	HTML, PHP	Sí	Robótica	MRBS	Moodle	Joomla

¹⁷ MÁRQUEZ, Andújar and SANGUINO, Mateo. Diseño de Laboratorios Virtuales y/o Remotos: un Caso Práctico. En: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. México, (ene-2010); 7(1):64–72.

IR: Instrumentación Remota.
IV: Instrumentación Virtual.
LR: Laboratorio Remoto.

LV: Laboratorio Virtual.
LVR: Laboratorio Virtual, Laboratorio Remoto.
EJS: Easy Java Simulations

4.6 ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR DE TRES CAPAS¹⁸

La arquitectura Cliente-Servidor es un modelo para el desarrollo de sistemas de información, en el que las transacciones se dividen en elementos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. En este tipo de arquitecturas el computador de cada uno de los usuarios llamado cliente, inicia un proceso de diálogo: produce una demanda de información o solicita recursos. El computador que responde a la demanda del cliente, se conoce como servidor. Bajo este modelo cada usuario tiene la libertad de obtener la información que requiera en un momento dado proveniente de una o varias fuentes locales o distantes. Los distintos servidores también pueden intercambiar información dentro de esta arquitectura.

Entre las principales características de la arquitectura cliente-servidor, pueden destacarse las siguientes:

- El servidor presenta a todos sus clientes una interfaz única y bien definida.
- El cliente no depende de la ubicación física del servidor, ni del tipo de equipo físico en el que se encuentra, ni de su sistema operativo.
- Los cambios en el servidor implican pocos o ningún cambio en el cliente.

Todos los sistemas desarrollados en arquitectura cliente-servidor poseen las siguientes características distintivas:

- Servicio: El servidor es un proveedor de servicios; el cliente es un consumidor de servicios.
- Recursos compartidos: Un servidor puede atender a muchos clientes al mismo tiempo y regular su acceso a recursos compartidos.
- Mezcla e igualdad: El software es independiente del hardware o de las plataformas de software del sistema operativo; se puede tener las mismas o diferentes plataformas de cliente y servidor.

¹⁸ RASHWAN, Khamis y MOHAMED, Alaa. Interacción remota con robots móviles basada en internet. Madrid: Universidad Carlos III, 2003. p.80.

- Intercambio basados en mensajes: Los sistemas interactúan a través de un mecanismo de transmisión de mensajes: la entrega de solicitudes y respuestas del servicio.
- Facilidad de escalabilidad: Los sistemas cliente-servidor pueden escalarse horizontal o verticalmente. Es decir, se pueden adicionar o eliminar clientes (con apenas un ligero impacto en el rendimiento del sistema); o bien, se puede cambiar a un servidor más grande o a servidores múltiples.

La arquitectura cliente-servidor es una infraestructura versátil modular y basada en mensajes que pretende mejorar la portabilidad, la interoperabilidad y la escalabilidad de la computación; además invita a participar a una variedad de plataformas, hardware y software del sistema.

4.7 MODELO DE TRES CAPAS

El objetivo de este modelo es dividir las funciones de una aplicación en tres componentes:

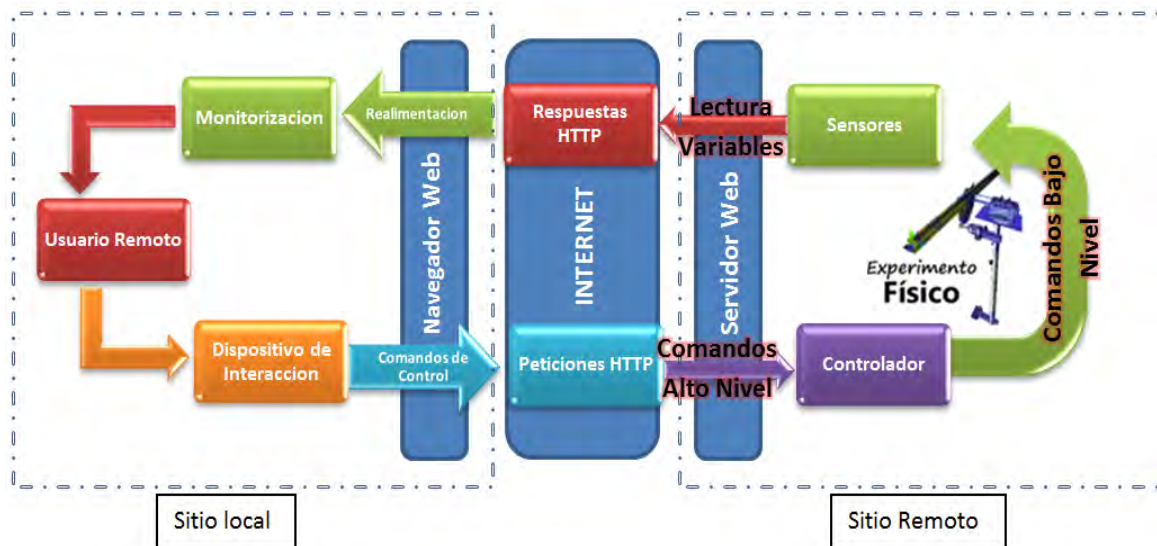
4.7.1 Capa Cliente o Presentación. Este componente se encarga de la interacción hombre máquina a través del monitor, teclado, ratón, o bien mediante algún otro medio como un dispositivo móvil y se relaciona con la presentación de la información al usuario y con toda la interacción con el experimento remoto, en forma dinámica a través de una interfaz gráfica utilizando código HTML, JSP, Flash Player, etc..., y otras tecnologías Web, de manera que la interfaz se descarga desde el servidor hacia el cliente y puede ser ejecutada por cualquier navegador web con soporte para las tecnologías implementadas en dicha capa. Las acciones que ejecuta el usuario sobre el entorno gráfico generan eventos realizan peticiones al servidor y realiza la conexión con los servlets y a través de dicha conexión se envían peticiones HTTP para acceder a las funciones disponibles en cada experimento.

4.7.2 Capa Web o de Control. Compuesto uno o por varios servidores o componentes de software localizados en una o más plataformas que se encargará de conectar los sistemas existentes, para realizar el procesamiento e implementación de la aplicación web que se encuentra en el servidor. Es el punto de enlace entre el cliente y la plataforma remota experimentación. Recibe las peticiones HTTP generadas por los clientes a través de la interfaz gráfica y por medio de servlets, permite a los clientes acceder y ejecutar las funciones de control y de monitoreo que pueden ser accedidas de manera remota por el cliente junto con sus respectivos parámetros.

4.7.3 Capa de Conexión. La capa de conexión permite interconectar a la plataforma de experimentación remota con el servidor y establecer un flujo bidireccional de datos. Se envían comandos desde el servidor hacia el experimento físico y éste responde con acciones motrices e información sobre el estado de sensores. La conexión se puede realizar empleando cualquier estándar de comunicación (ethernet, RS-232, Zigbee, WiFi, USB etc) acorde con las características implementadas en la plataforma de experimentación remota conforme a la Figura 8.

El modelo de tres capas se puede adaptar mejor a las aplicaciones distribuidas en Internet como los sistemas de interacción remota debido a la separación entre las funciones básicas que forman el sistema.

Figura 8. Control Remoto Manual en lazo cerrado



Fuente: Elaboración propia a partir de Khamis Rashwan, Alaa Mohamed. "Interacción remota con robots móviles basada en internet." UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. 2003. p.61

Los diferentes sistemas de tele operación basados en Internet, están basados en una arquitectura que tolera los retardos, ya que, existe un operador humano como enlace inteligente al sistema de control. Cuando se produce un error en el posicionamiento del dispositivo remoto, se visualiza el caso mediante realimentación visual y el operador se encarga de enviar comandos al dispositivo para compensar.

El modelo de control remoto manual en lazo cerrado está basado en un modelo simple de programación distribuida y el protocolo "Petición-Respuesta" de la arquitectura cliente-servidor. El cliente interactúa con el sistema usando cualquier navegador Web que le muestre la interfaz de usuario. La interfaz reúne los datos

necesarios y genera las peticiones que el navegador Web se encarga de transportar como peticiones HTTP. Estas son atendidas por el servidor Web, que se encarga de procesar los datos y las peticiones enviadas por el cliente para generar peticiones de alto nivel.

Los servidores de control del montaje físico remoto se encargan de interpretar las órdenes de alto nivel y de generar comandos de bajo nivel que entenderán los actuadores, ejecutándose así las tareas demandadas. La realimentación de la información sensorial proporciona al usuario información acerca de las acciones emprendidas por el robot dentro de su entorno, analizando las consecuencias que tienen sus peticiones sobre el montaje físico remoto.

4.8 PLATAFORMA TECNOLÓGICA

La configuración de una estructura particular de hardware y software es denominada “plataforma de sistemas de computación” o “plataforma tecnológica”, en la cual se debe especificar los componentes físicos, software, hardware, de comunicaciones, e identificar las entradas y salidas. Una de las ventajas que posee la plataforma es un equilibrio entre simplicidad y escalabilidad, ya que facilita la comunicación entre los componentes del sistema y deja la aplicación abierta para incorporar nuevas funciones de manera rápida y de bajo impacto en la arquitectura software¹⁹

4.9 MICROCONTROLADOR PIC²⁰

Dispositivo encargado del control de la interfaz, es el corazón de la plataforma, el microcontrolador utilizado es el PIC 18F2550 de la empresa Microchip. Entre sus características, se destaca la posibilidad de entablar comunicación USB.

4.10 LENGUAJE ENSAMBLADOR PARA MICROCONTROLADORES²¹

Los microcontroladores tradicionalmente han sido programados usando lenguaje ensamblador, ya que el lenguaje ensamblador es rápido presenta varias desventajas. Pues un programa en ensamblador requiere de mnemónicos, con lo

¹⁹ STAIR, Ralph M., and REYNOLDS, George W. Principios de sistemas de información: enfoque administrativo, Madrid: Cengage Learning Editores, 2000. p. 120.

²⁰ IBRAHIM, Dogan. Advanced PIC Microcontroller, Projects in C From USB to RTOS with the PIC18F Series. Madrid: Newnes, 2008. p. 180.

²¹ Ibíd.

cual hace difícil su entendimiento y mantenimiento. Además, los fabricantes de microcontroladores usan diferentes lenguajes de ensamblador, por lo cual el usuario debe de aprender un nuevo lenguaje para cada nuevo microcontrolador que desee usar. Sin embargo los microcontroladores pueden también ser programados usando lenguaje de alto nivel, por ejemplo BASIC, PASCAL o C. Los lenguajes de alto nivel son mucho más fáciles de aprender que el lenguaje ensamblador. Además facilita también el desarrollo de extensos y complejos programas.

4.11 LENGUAJE C PARA MICROCONTROLADORES²²

C es un lenguaje portátil destinado a tener una mínima modificación al transferir programas de un ordenador a otro. Este esta bien cuando se trabaja entre PC pero microcontroladores y microprocesadores son algo diferente. El flujo principal del programa, básicamente, se mantendrá sin cambios, mientras que la configuración del control de los puertos y los periféricos serán propios de cada microcontrolador.

El uso de C en aplicaciones con microcontroladores se debe a los fabricantes que proporcionan una gran capacidad de memoria de programa y memoria RAM además de velocidades de operación más rápida. Un programa escrito en ensamblador típicamente es 80% de más reducido el tamaño de un programa escrito en C. Ventajoso para dispositivos con gran capacidad de memoria pero no es suficiente para dispositivos más pequeños, como los microcontroladores. El microcontrolador PIC 18F2550 esta optimizado en sus instrucciones para el trabajo con este lenguaje de programación.

4.12 USB²³




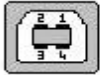
La comunicación entre el experimento a monitorear y la aplicación se realiza utilizando comunicación USB, puesto que con este protocolo se tiene varias ventajas, que debido a la cantidad de datos a trasmitir y la velocidad de procesamiento se hace necesaria su implementación, además de características físicas de empaque reducida y compacta, lo cual lo hace ideal para las

²² GARDNER, Nigel. Pic Micro MCU: An Introduction to Programming the Microchip Pic in Ccs C. Madrid: Editorial CCS Incorporated, 2002. p. 50.

²³ MENESES SÁNCHEZ, Jesús David y MARÍN MARTÍNEZ, Juan David. Java y USB. Madrid: s.n. 2008. [en línea] Disponible en Internet: (<https://code.google.com/p/conexion-aplicaciones-java-puerto-usb/>). Citado Marzo de 2012.

aplicaciones que hoy en día requieren movilidad y conexiones sencillas. Mayor información sobre características técnicas del protocolo USB en el Anexo C.

Tabla 3. Descripción pines puerto USB.

PIN	NOMBRE	CABLE	DESCRIPCION	CABLE	DISPOSITIVO
1	VCC	Rojo	+5V		USB A 
2	D -	Blanco	Data -		USB B 
3	D +	Verde	Data +		
4	GND	Negro	Tierra		

Fuente: Elaboración propia a partir de <http://www.usb.org/developers/ssusb/>

4.13 JAVA²⁴

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, utilizado en el desarrollo de la plataforma desde la interfaz de usuario hasta la comunicación con la aplicación por medio de servlet. En el Anexo D se presenta una descripción mas detallada de este poderoso lenguaje de programación.

²⁴ GARCÍA LLINÁS, Luis Fernando. Programación orientada a objetos en Java. Bogotá: Universidad del Norte, 2010. p. 56.

5. DESARROLLO

El objetivo del trabajo de investigación es el diseño de una plataforma con la cual el estudiante y/o usuario este en la capacidad de realizar practicas remotas de laboratorio en cualquier área científica del conocimiento, siempre y cuando el objeto de estudio (experimento) este perfectamente acoplado a la plataforma. Además para llevar a cabo la implementación completa de la plataforma fue necesario de conocimiento adicional en el área tanto de programación de diferentes lenguajes como en el estudio de métodos e instrumentos de medición apropiados al experimento y puedan ser incorporados a la plataforma, para poder finalmente ser articulado con todos los elementos que la conforman y obtener unos resultados óptimos y apropiados que pueda describir cada experiencia de laboratorio.

5.1 ANÁLISIS Y PLANIFICACIÓN

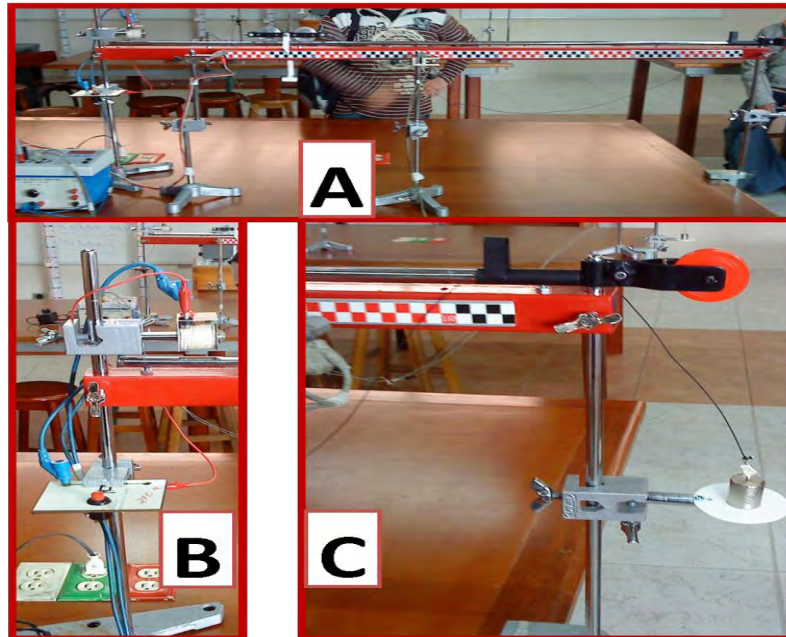
Se requiere una plataforma tecnológica que posibilite incorporación a futuro de laboratorios tele operados en diferentes áreas académicas, pero en este trabajo se va a realizar la implementación de 2 practicas laboratorios de física que corresponden al área de cinemática y dinámica agrupados como se indica en la Figura 9 , para ello es necesario conocer el estado actual de los laboratorios de física de la Universidad de Nariño con los cuales se ejecutan estas actividades, para si determinar variables a medir, y mecanismos a utilizar.

Figura 9. Experiencias de Laboratorio cinemática y dinámica implementadas.



En la Figura 10 se muestran el montaje con el cual se desarrolla actualmente las prácticas de Movimiento rectilíneo uniforme, Movimiento rectilíneo uniforme acelerado y segunda ley de Newton.

Figura 10. Montaje cinemática y dinámica Universidad de Nariño.



El montaje mostrado en (A) corresponde, al denominado carril de Fletcher, que consiste en un carro metálico que se desplaza sobre una guía horizontal graduada y es tirado mediante una cuerda liviana e inextensible y el evento comienza cuando el carro es liberado por un electroimán que lo mantiene fijo en la posición de inicio (B), esto debido a que la cuerda pasa a través de una polea de la cual cuelga una pesa (C), que hace que el carro inicie su movimiento, que puede ser de dos tipos de acuerdo a la posición del tope sobre el que descansa la pesa; el primero de ellos sucede cuando el tope se encuentra fijo y a una cierta distancia bajo la pesa, la cual debe hallarse suspendida con el fin de dar un impulso que inicie el movimiento del carro, y al final la pesa sea interrumpida en la caída vertical por el tope, de esta manera tendremos movimiento rectilíneo uniforme. El segundo caso sucede de manera similar, a diferencia que el tope se mueve de tal forma que no interrumpa la caída de la pesa y el impulso produce un movimiento rectilíneo uniforme acelerado²⁵.

A continuación se describen algunos de los elementos indicados en la Figura 11 para realizar las medidas, como son: para el tiempo se utiliza un cronómetro digital (D) con precisión de milésimas de segundo del cual sus terminales se conectan a un par de interruptores mecánicos (E), situados a una distancia fija comprendida

²⁵ GIRALDO, Yithsbey y SANTACRUZ, Fredy. Guía de Laboratorio de Física I. Pasto: Universidad de Nariño, 2010. p. 55.

entre el electroimán y el interruptor mecánico de esta manera se mide el lapso de tiempo que le toma al carro recorrer dicha distancia.

Figura 11. Elementos para los montajes de física en la Universidad de Nariño.



Dadas las características del montaje con el cual se realizan las prácticas de laboratorio, los parámetros de importancia a medir tanto en cinemática como en dinámica son: tiempo, distancia, y masa del objeto que se desplaza sobre el carril. De esta manera los sensores y/o mecanismos a implementar deben estar en capacidad de medir adecuadamente estas variables.

La plataforma tecnológica debe ser flexible y modular tanto a nivel de hardware como a nivel de software para que pueda ser adaptada con bajo nivel de complejidad a necesidades y cambios futuros, a continuación indicamos algunos de los requerimientos que se tuvo en cuenta en el proyecto:

Requerimientos

- Implementación de una plataforma web que permita la realización de laboratorios remotos de física (cinemática y dinámica) y a futuro permitir su implementación en otras áreas.
- Permitir la creación y edición de cursos, manuales, desarrollo de guías y tutoriales en línea par que se encuentren disponibles para los usuarios de la plataforma de laboratorios remotos.
- La plataforma debe ser capaz gestionar usuarios vía web, para que permita el registro de nuevos usuarios o su eliminación.
- Permitir el acceso a varios usuarios a los cursos y a la realización de los laboratorios.

- El sistema debe poseer la capacidad de asignar diferentes niveles de acceso dependiendo el tipo y el perfil de los usuarios. (Administradores, Docentes, Estudiantes).
- Llevar un registro de usuarios para tener control sobre el uso de los cursos y laboratorios desarrollados.
- Utilizar herramientas de código abierto para reducir costos en el uso de licencias.
- La plataforma debe manejar un panel de administración para la gestión del contenido y la adición de nuevos cursos y laboratorios.

5.2 DISEÑO (PROTOTIPO MECÁNICO, ELECTRÓNICA, ARQUITECTURA SOFTWARE)

La Plataforma tecnológica a ser implementadas comprende una configuración a medida de hardware (electrónica y prototipo de montaje), software, servidor web y aspecto visual en la capa de presentación. Cabe resaltar que para llevar al máximo la autonomía del montaje y minimizar la intervención humana, se diseño de tal manera que efectuó las dos prácticas de física de tal manera que no requiera cambio alguno para ejecutar cada una de ellas de la siguiente manera:

Movimiento Rectilíneo Uniformemente acelerado: la posición del carril se desplaza fuera de la horizontal principal, generando una inclinación en el sistema, lo que produce un incremento en la velocidad de desplazamiento generando una aceleración en el cuerpo y se registra los valores de tiempo y distancia relacionados con el movimiento.

Medición de la Aceleración de la Gravedad Mediante Plano Inclinado: la posición del carril se halla en una inclinación de X grados, de esta manera se puede desprestigiar el rozamiento del cuerpo sobre el carril del eje principal, una vez liberado el objeto se obtiene la distancia en cada instante de tiempo y mediante el análisis de los datos obtenidos se encuentra el valor de la constante de gravedad.

Etapas de diseño para obtener la solución al problema:

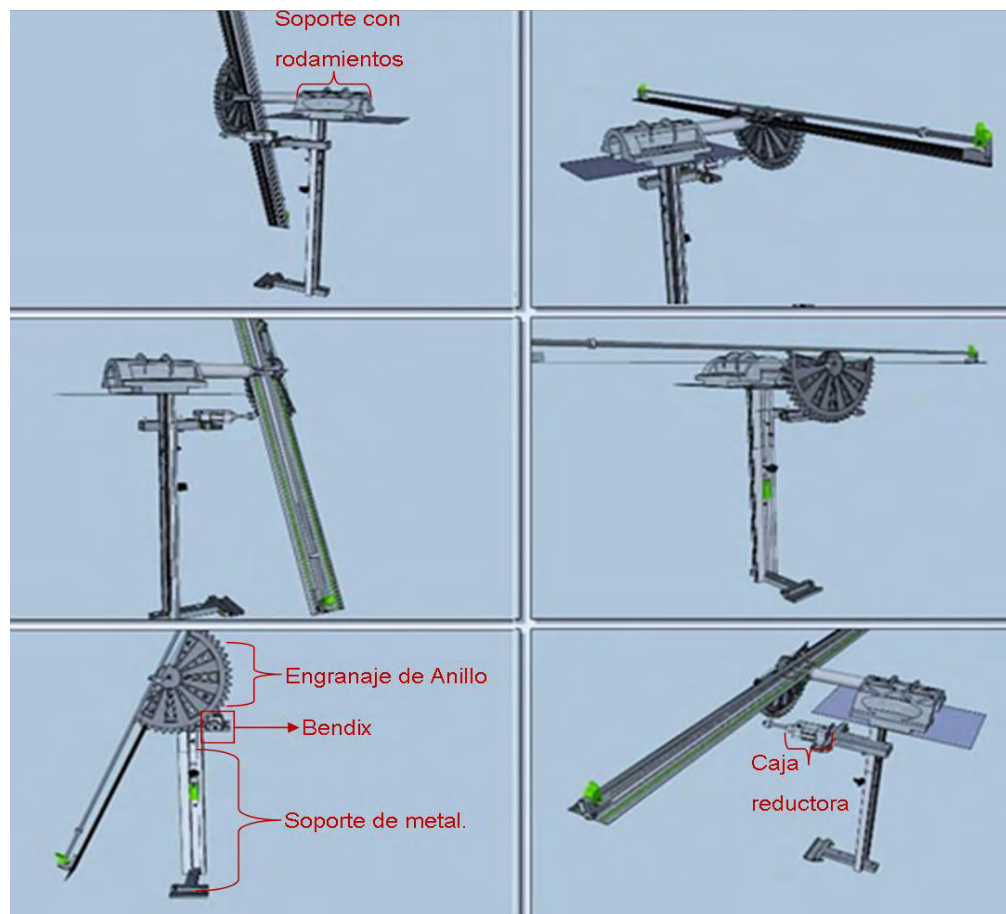
- Componente mecánico.
- Actuadores y sensores.
- Control electrónico.
- Diseño y arquitectura de software.

- **Componentes Mecánicos**

Inicialmente se recrea un modelo en 3D realizado mediante Google Sketchup ²⁶, que es una herramienta de software que permite construir modelos en 3D, para realizar una visualización previa a la construcción física y de esta manera reducir errores en diseño de la maquina, para obtener un modelo del prototipo que va ser acoplado a la plataforma tele operada.

Una vez completado el diseño en 3D tal como indica la Figura 12, se selecciona los componentes mecánicos y materiales a utilizar que ofrezcan durabilidad, estabilidad y fuerza, para así construir el montaje que ejecuta las prácticas de laboratorio remoto de física.

Figura 12 Diseño mecánico en 3D del prototipo para ejecución de laboratorios.



²⁶ Disponible en Internet: <http://sketchup.google.com/intl/es/>. Citado Marzo de 2012.

Tabla 4 Elementos mecánicos seleccionados para el diseño.

Elemento	Aplicación Típica	Función prototipo
Soporte de metal	-	Estabilidad al prototipo
Engranaje de anillo	Anillo de la rueda del volante de automóvil	Mover la guía sobre la cual se desplazaran los objetos
Bendix	Engrane de automóvil	Acople entre caja reductora y engrane de anillo
Soporte con rodamiento y base	Aplicaciones mecánicas varias	Alinear el eje al cual se integra el engranaje de anillo.
Caja Reductora	-	Incrementar fuerza y reducir Velocidad

Actuadores y sensores

Tabla 5 Elementos seleccionados para el diseño.

Elemento	Función
Motor Master	Es el encargado del movimiento del brazo, el cual sostiene el carril por donde se desliza el móvil
Motor Seguro	Es el encargado de asegurar el móvil, mientras este esta en la posición inicial y controlar su recorrido en el carril.
GP2Y0A02YK - Sensor IR	Medición de distancia
EE-SX493 - Encoder Óptico unidireccional (Sensor Herradura)	Contar pulsos para calculo de inclinación

Componentes Electrónicos:

Para el diseño de la electrónica de control donde su esquema se indica en Figura 13, que comprende tanto sensores, como actuadores además de la interfaz USB, se seleccionaron los siguientes componentes:

Figura 13 Diseño electrónico de módulos.

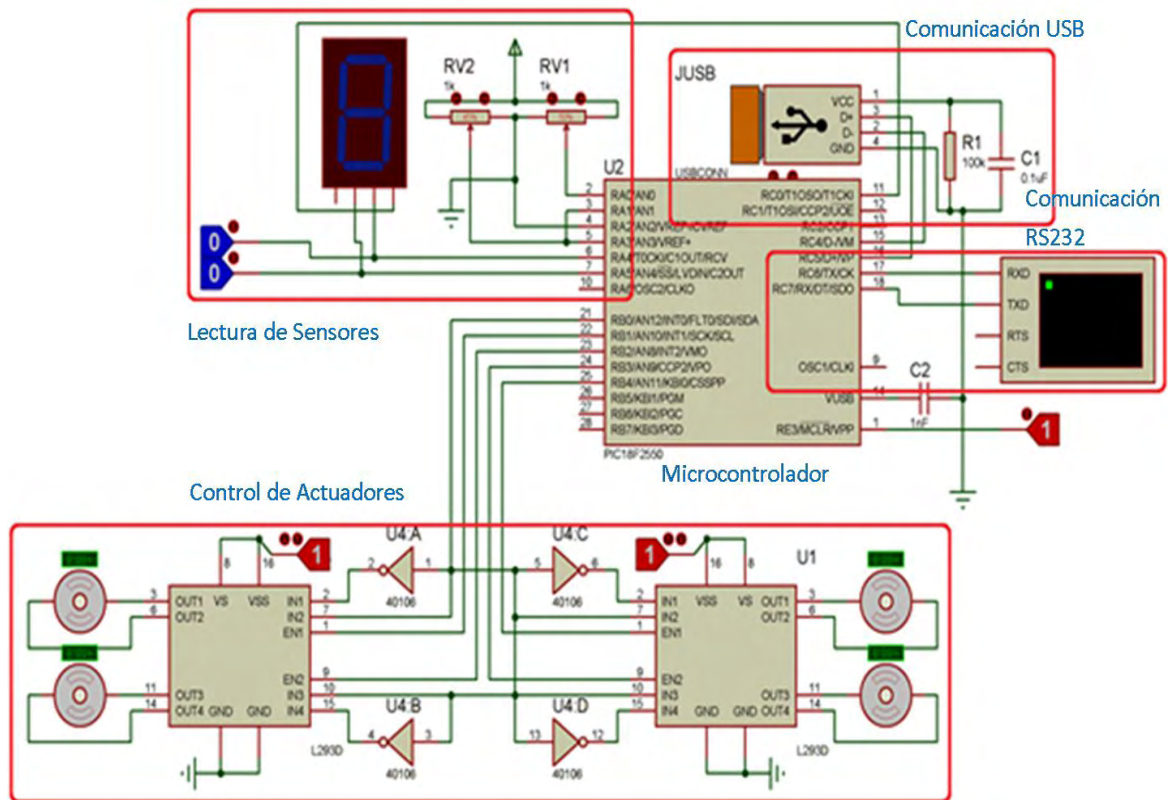


Tabla 6 Elementos Electrónicos seleccionados para el diseño.

Elemento	Descripción	Función
PIC 18F2550	Microcontrolador	Comunicación USB
L293	Puente H	Control Motores DC
Varios	Elementos pasivos(R, C), regulador, etc.	Elementos para dispositivos de interfaz y control.

Diseño y arquitectura de software:

La elección y el desarrollo de las aplicaciones tanto en el lado del servidor como del lado del cliente se basó en tecnologías Web mostrados en la Tabla 7, las cuales fueron seleccionadas por su potencia, documentación y estado avanzado de desarrollo, además que algunas de ellas son libres lo que garantiza la disponibilidad sin utilización de licencias de terceros.

Tabla 7 Tecnología de software utilizadas.

Software y Tecnología Web	Función	Licencia
Java Servlets	Aplicación lado del servidor	Propietaria (gratis para uso no comercial)
Tomcat	Servidor de Aplicaciones y Contenedor (J2EE) de Servlets/JSPs	Apache License 2.0 (Compatible GPLv3)
RED5	Servidor de streaming (Captura, codificación, compresión y streaming)	Apache Software License 2.0 ((Compatible GPLv3))
XAMPP	Infraestructura servidor (Apache, MySQL, PHP, Tomcat, Perl)	Compilación GPL (con excepciones en algunos componentes)
JSP,HTML	Aplicación lado del Cliente	-
Moodle	Gestor de contenidos (PHP)	GNU/GPL
C para PIC	Desarrollo de la aplicación en el Microcontrolador	Propietaria/Evaluación

Finalmente la arquitectura a implementar corresponde a una configuración cliente servidor de 3 capas mostrado en el esquema de la Figura 14, como se describe a continuación:

Capa Cliente o Presentación: Se utiliza todos los componentes para desarrollo gráfico que ofrece Moodle, así como una interfaz desarrollada en JSP que comunica con el servlet, y la visualización de video el reproductor flash player que decodifica el video enviado hacia el cliente.

Capa Web o de Control: El corazón de este enlace lo lleva a cabo el Servlet, con el cual se garantiza que la comunicación entre cliente y aplicación se lleve a cabo y el cual se encarga de:

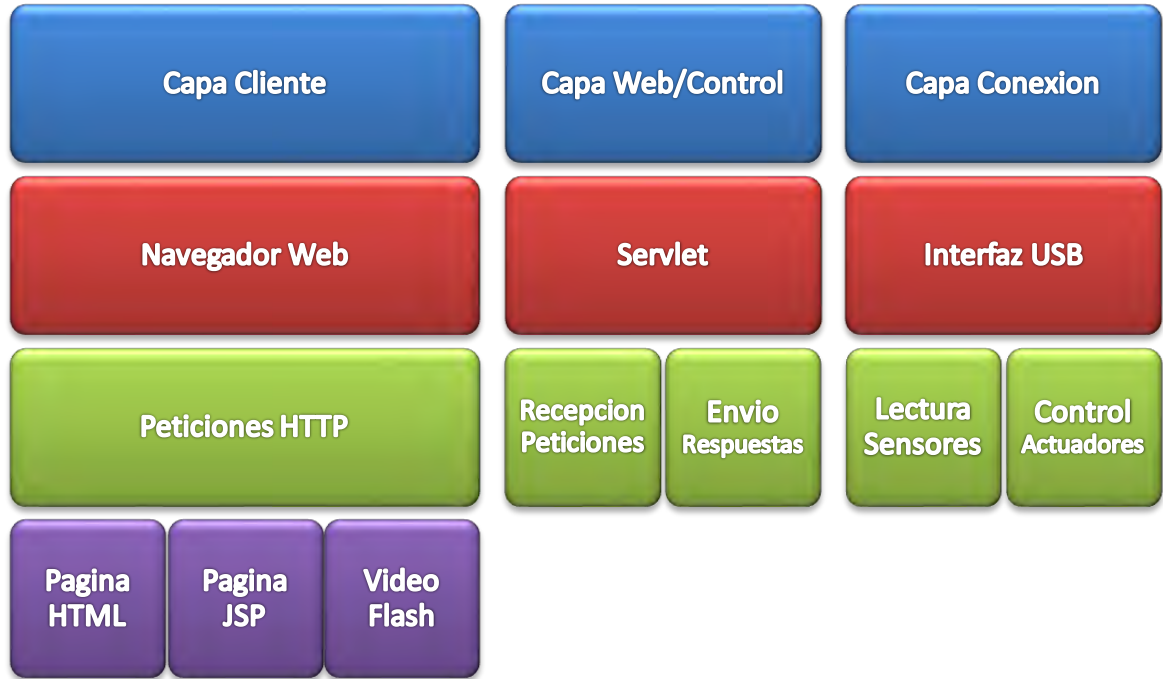
- Recibir las peticiones que el usuario requiere para presenciar la experiencia.
- Interpretar cada petición y enviar un valor equivalente mediante el puerto USB hacia la tarjeta de control.

Capa de Conexión: Adicionalmente en esta capa esta la tarjeta de control electrónica con lo cual se consigue la interacción con el servidor mediante el puerto USB. La tarjeta presenta las siguientes características:

- Recepción y Trasmisión de datos a través del puerto USB.

- Procesamiento de información, mediante el uso de un microcontrolador, el cual se encarga de: Lectura de sensores y Control de actuadores.

Figura 14 Configuración de capas en la plataforma de laboratorio tele operada.



Completada la etapa de diseño con todos sus componentes que nos lleva hacia el objetivo propuesto y se inició a la implementación de la plataforma tecnológica para el desarrollo de las prácticas de física en las áreas de cinemática y dinámica. Se tuvo que experimentar en dos aspectos principales en el diseño del software y el hardware, pues había muchos antecedentes respecto a la arquitectura de la plataforma pero muy poco específicamente a la comunicación de servlets con el puerto USB, lo cual es una innovación.

5.3 IMPLEMENTACIÓN

En esta etapa se presenta la calibración, instalación y puesta en marcha de los componentes que hacen parte de la plataforma tecnológica que soporta los laboratorios tele operados, cuyos componentes son los siguientes:

- Prototipo Mecatrónico.
- Electrónica y comunicación.

5.3.1 Prototipo Mecatrónico. La primera parte en ser fabricada fue la base del montaje sobre el cual va sujetado el carril figura 15. Esta base está fabricada en su totalidad en hierro y el eje principal en acero inoxidable, con el fin de ofrecer estabilidad, resistencia, fuerza y durabilidad. Para la unión de cada una de sus partes se utilizó tornillos de diferentes diámetros, de forma que sea posible desmontarla de manera sencilla, en caso de que se requiera ser transportada de una ubicación a otra. La caja reductora es la que proporciona la fuerza necesaria para hacer girar el engranaje de anillo.

Figura 15 Implementación prototipo mecánico.



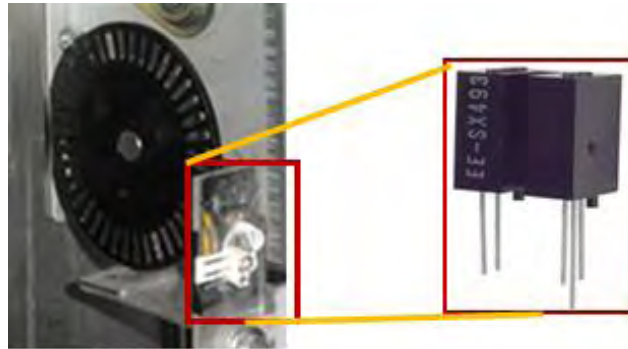
Encoder óptico incremental unidireccional:

Este sistema también conocido como codificador incremental óptico o simplemente encoder, posee una banda de marcas perforadas a una cierta distancia simétrica la una de la otra, las marcas se hallan distribuidas sobre un disco rotatorio, adicionalmente a esto se requiere de un LED infrarrojo y un foto detector que pueda leer cuando se halla una perforación y así mediante un circuito electrónico adecuado contar los pulsos generados por el disco giratorio a través de las marcas perforadas. Este sistema se lo utilizó adaptado sobre el eje del motor para contar revoluciones y velocidad²⁷.

Para el diseño del encoder se utilizó dos elementos claves, el primero de ellos es un foto micro-sensor (transmisor) de referencia EE-SX493 o comúnmente denominado sensor de herradura, y el segundo un disco perforado en resina plástica adaptado a una la caja reductora.

²⁷ BALCELLS, Josep y ROMERAL, José Luis. Autómatas programables. México: Marcombo, 1997. p. 90.

Figura 16 Sistema Encoder.



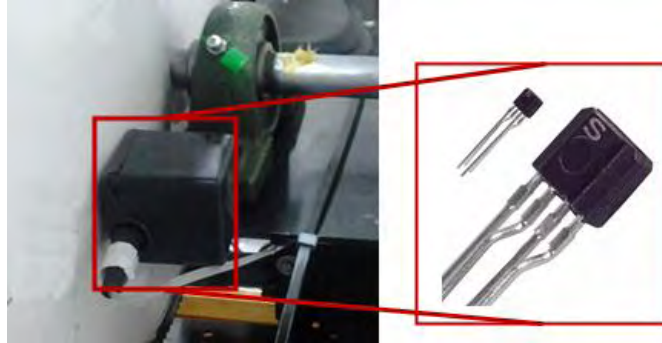
Fuente: <http://ecb.omron.com.sg>

Este sensor es útil porque permite determinar la inclinación por medio del conteo de pulsos. El proceso de inclinación se realiza en el Servlet con el fin de no consumir demasiados recursos del microcontrolador y por lo tanto así el microcontrolador al recibir la cantidad de pulsos, opera los motores de tal forma que obtiene la inclinación, en grados, deseada por el usuario.

Sensor Horizontal:

Sensor (Entrada digital) que garantiza el estado horizontal de la maquina Figura 17, esto es con el fin de garantizar la inclinación de Cero grados. Se utilizó un detector luminoso de proximidad con circuito de procesador incorporado para sistemas de modulación luminosa, es decir es un sensor que no le afecta la luz ambiente y en la maquina se lo utiliza alternando los colores Blanco – Negro para garantizar su respuesta y así de esta manera poder determinar la inclinación horizontal con precisión.

Figura 17 Circuito Sensor horizontal y sensor óptico infrarrojo IS471F²⁸



Fuente: <http://www.digikey.com/product-detail/en/IS471FE/425-2069-5-ND/720335>

Sensor Distancia:

“Inicialmente se escogió el sensor SRF05 para la medición de distancia pero al realizar pruebas específicas de medición, presento inconvenientes relacionados con la directividad y ancho del haz ultrasónico cuyo ángulo de detección es de 55°, lo que produciría interferencia con parte de la maquina, y afectaría la medición de distancia respectiva proporcionando datos falsos de distancia”.²⁹

“El sensor SRF05 se remplazó por el también sensor de distancia **GP2Y0A02YK** (

²⁸ HOJA DE DATOS SENSOR INFRARROJO DE PROXIMIDAD. [en línea] Disponible en Internet: <http://www.junun.org/MarkIII/datasheets/IS471F.pdf>. Citado Marzo de 2012.

²⁹ ULTRASONIC RANGERS SRF04. [en línea] Disponible en Internet: http://www.robot-electronics.co.uk/hm/sonar_faq.htm. Citado Marzo de 2012.

Figura 18) el cual utiliza el método de medida de distancia por triangulación utilizando un sensor de detección de posición (PSD) a través de infrarrojos lo que lo hace muy directivo. Su rango de medición se encuentra entre 20cm hasta 150cm y para ello entrega un voltaje análogo de salida proporcional a la distancia medida, mayor información es suministrada por Sharp donde se indica la relación Distancia Vs Voltaje”.³⁰. La distancia que mide el sensor útil para la aplicación varía entre 15 cm hasta 115 cm.

³⁰ LLANOS LLANOS, F. J. y SILVA, Lliguin. Control Electrónico por Comandos de Voz para un Robot Zoomórfico Tipo Mascota Interactiva. Madrid: s.n. 2011. p. 85.

Figura 18 Sensor de distancia Sharp GP2Y0A02YK.



Motor Seguro:

Es un pistón utilizado (Figura 19.) normalmente en los carros cuyo objetivo es activar el seguro de las puertas. Se utiliza para mantener el móvil en la posición de inicio y así asegurarse que se mantenga fijo, frente a cualquier variación en la inclinación del carril, esto con la finalidad de que posteriormente el móvil pueda ser liberado mediante una acción controlada a través del PIC.

Figura 19 Motor seguro.



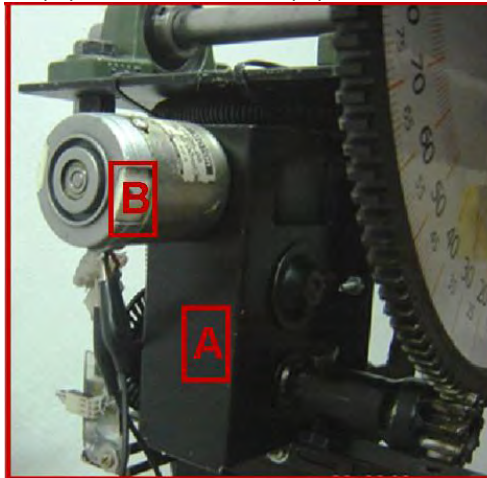
Caja reductora:

Control de actuadores, permite manipular carga eléctrica motriz o cualquier otra señal que sea requerida. Específicamente en la máquina se controla dos cargas electromotrices

Motor Master:

En la Figura 20 Caja Reductora (A) Motor Master (B). se muestra como se adaptó el sistema de encoder a la caja reductora. La caja reductora cuenta con un motor DC de 12-24 voltios, controlado mediante un driver L293D la cual se encarga de mover un engranaje de anillo y de esta manera controlar en el PIC y a través de los pulsos generados la cantidad de grados que mueve el engrane de anillo.

Figura 20 Caja Reductora (A) Motor Master (B).



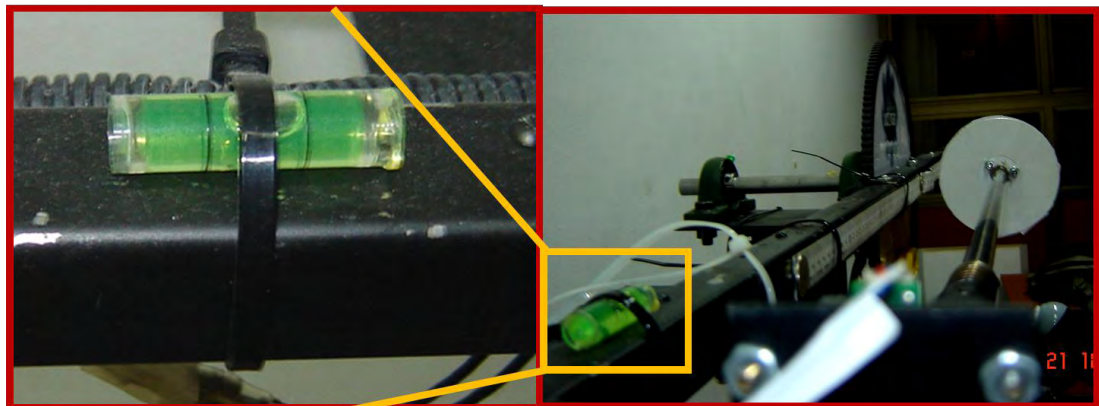
Instrumentos Adicionales:

Niveles de burbuja. Los niveles de burbuja son utilizados para garantizar que la maquina se encuentre completamente nivelada en dirección horizontal, para que de esta manera sea independiente de la superficie sobre la cual descansa. Para ello se han ubicado dos niveles de burbuja, colocados en puntos estratégicos uno de ellos ubicado en la parte central del transportador, y el otro de ellos en uno de los extremos del carril sobre el cual se desliza el móvil.

Figura 21 Nivel de burbuja ubicado en el transportador.



Figura 22 Nivel de burbuja ubicado en el extremo izquierdo del carril.



5.3.2 Electrónica y comunicación:

5.3.2.1 Proceso de comunicación con la aplicación:

Envío de información desde el panel de control. Una vez que el usuario ha interactuado con el panel de control y ha elegido los parámetros requeridos para manipular el experimento deseado, esta información es enviada por medio de la página de usuario a través de la función "input" al pulsar el botón ENVIAR, función propia de las peticiones HTML-JSP.

Figura 23 Diagrama proceso de envío de información.



D-I: dato de inclinación
D-D: dato de distancia
D-E: dato de eventos
D-L: dato de laboratorio

Los datos enviados son de tipo Byte y por lo tanto corresponden a una instrucción concatenada formada por 4 bytes. Se envía de esta forma debido a parámetros propios de la librería java (jPicUsb.jar) la cual permite la interacción con el puerto USB de la computadora y además también porque permite la comunicación con el microcontrolador el cual gestiona la aplicación electrónica.

Esta petición es recibida por el Servlet el cual se encarga de recibir la información, procesarla en variables que posibiliten operaciones matemáticas, convertir dichos resultados nuevamente a variables tipo Byte y reenviar el resultado hacia el puerto USB del servidor en donde radica el Servlet.

Procesamiento de la información:

Básicamente un Servlet es un objeto Java que recibe peticiones de un cliente Web y responde enviando datos de vuelta al mismo. Se realizan las siguientes acciones:

1. El cliente Web realiza una petición utilizando un explorador. El cliente web contiene un formulario para interactuar con el usuario, los datos recogidos en el formulario son enviados también como parte de la petición. El formulario contiene la información para el control de los laboratorios.
2. Por medio del internet, la petición es trasladada al servidor por la dirección URL que se escribió en el explorador.
3. El servidor recoge la petición, analiza y ejecuta el Servlet por medio del contenedor Web.

4. Los datos producidos que haya que enviar al cliente como resultado de la petición se trasladan en forma de página Web al servidor. El servidor, utilizando el internet, envía la respuesta al cliente que realizó la petición.

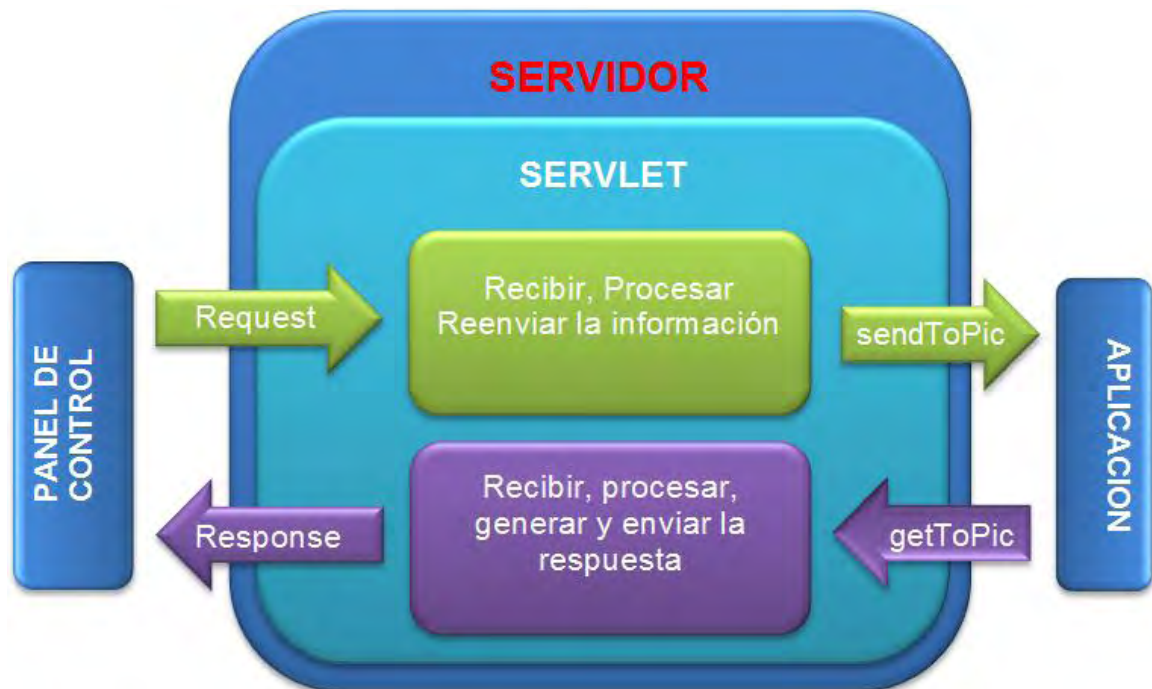
Todo Servlet debe implementar la interfaz Servlet ya que es ésta quien declara los métodos que definen el ciclo de vida del mismo: `init`, `service` y `destroy`.

El método **`init`** es invocado por el contenedor Web para iniciar la ejecución del Servlet. Este método se ejecuta una sola vez y tiene como misión iniciar las variables y recursos.

El método **`service`** se llama cada vez que el servidor recibe una petición para el servlet. Este método tiene dos parámetros de tipos **`HttpServletRequest`** y **`HttpServletResponse`**.

El objeto de la clase **`HttpServletRequest`** encapsula los datos enviados por el cliente al servidor. Y el objeto **`HttpServletResponse`** encapsula los datos que el servidor enviará al cliente.

Figura 24 Diagrama peticiones Request/Response.



El Servlet es el corazón de la plataforma, por el pasa la información la cual tiene que ser procesada para poder llevarse a cabo operaciones matemáticas, ya que el tipo Byte presenta imposibilidad de realizarlas al estar limitado en su rango de valores (0 – 255 para valores sin signo y entre -127 a +128 para valores con

signo). Además el Servlet debe encargarse de la generación dinámica de la respuesta, la cual debe presentarse en formato HTML compatible con la página de usuario, la cual generó la petición del evento a ser realizado.

Comunicación con la Aplicación:

El Servlet tiene en su corazón una librería especializada en la comunicación con la aplicación, denominada jPicUsb.jar, la cual se encarga de recibir y enviar los datos, los cuales están en formato tipo Byte, provenientes del puerto USB. Además se debe tener en cuenta la identificación con el dispositivo conectado al puerto USB, estos valores se encuentran en la librería jPicUsb.jar bajo la denominación “vid&pid”.³¹

La librería jPicUsb se divide en dos métodos importantes:

- **Método de envío, denominado “sendToPic”.**
El método sendToPic es un método java creado por los autores del proyecto utilizando métodos propios de la librería antes mencionada. Esta función contiene los parámetros necesarios para operar la aplicación y luego ser enviados de manera automática usando el puerto USB del servidor hacia la aplicación.
- **Método de recepción denominado “getToPic”.**
El método getToPic similar al método anterior, usa funciones propias de la librería jPicUsb para generar un método el cual sea capaz de recibir la respuesta que entrega el microcontrolador luego de efectuar los eventos necesarios y haber finalizado la experiencia con al aplicación.

Más detalle de la sintaxis de cada del método de comunicación en el Anexo (E).

³¹ OÑATIVIA, Gerónimo Isidro. jPicUsb: Clase Java para comunicación USB con PICs usando API de Microchip. [en línea] Disponible en Internet: http://www.edutecne.utn.edu.ar/microcontrol_congr/comunicaciones/JPICUS.PDF Citado Marzo de 2012.

Figura 25 Comunicación: Servlet y aplicación puerto USB.

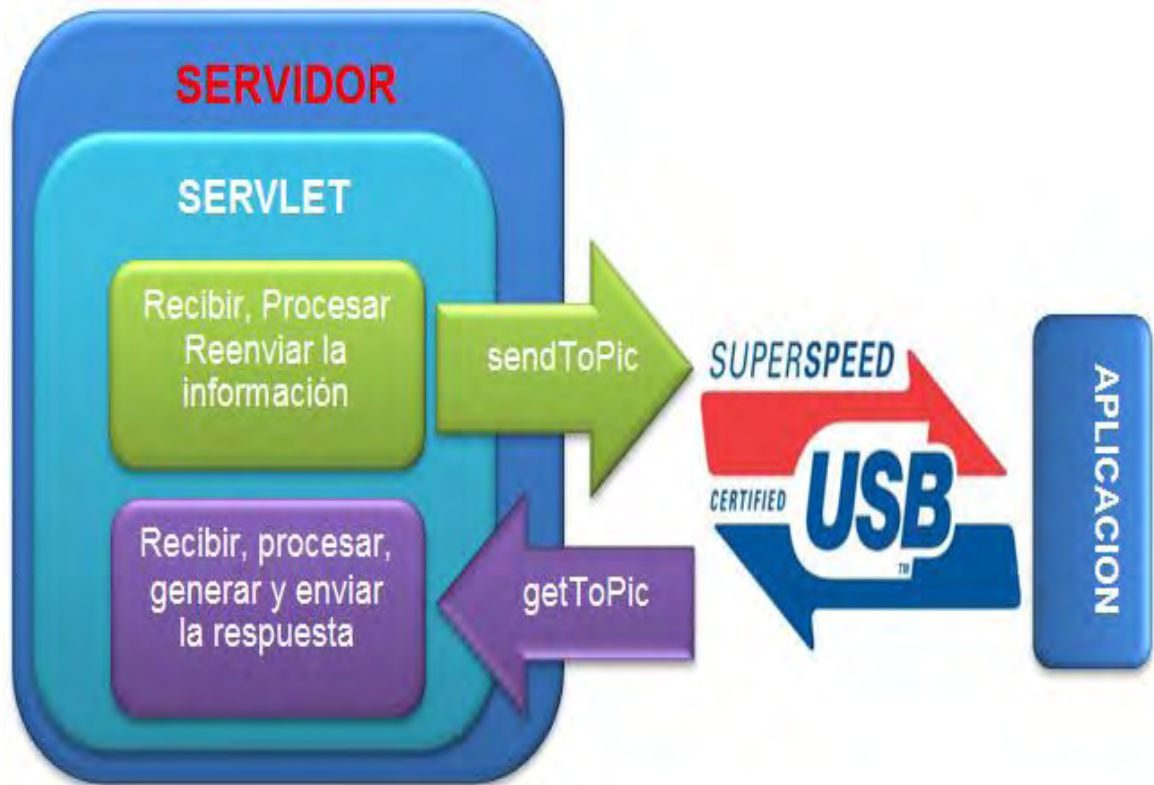


Figura 26 Diagrama sendToPic y getToPic

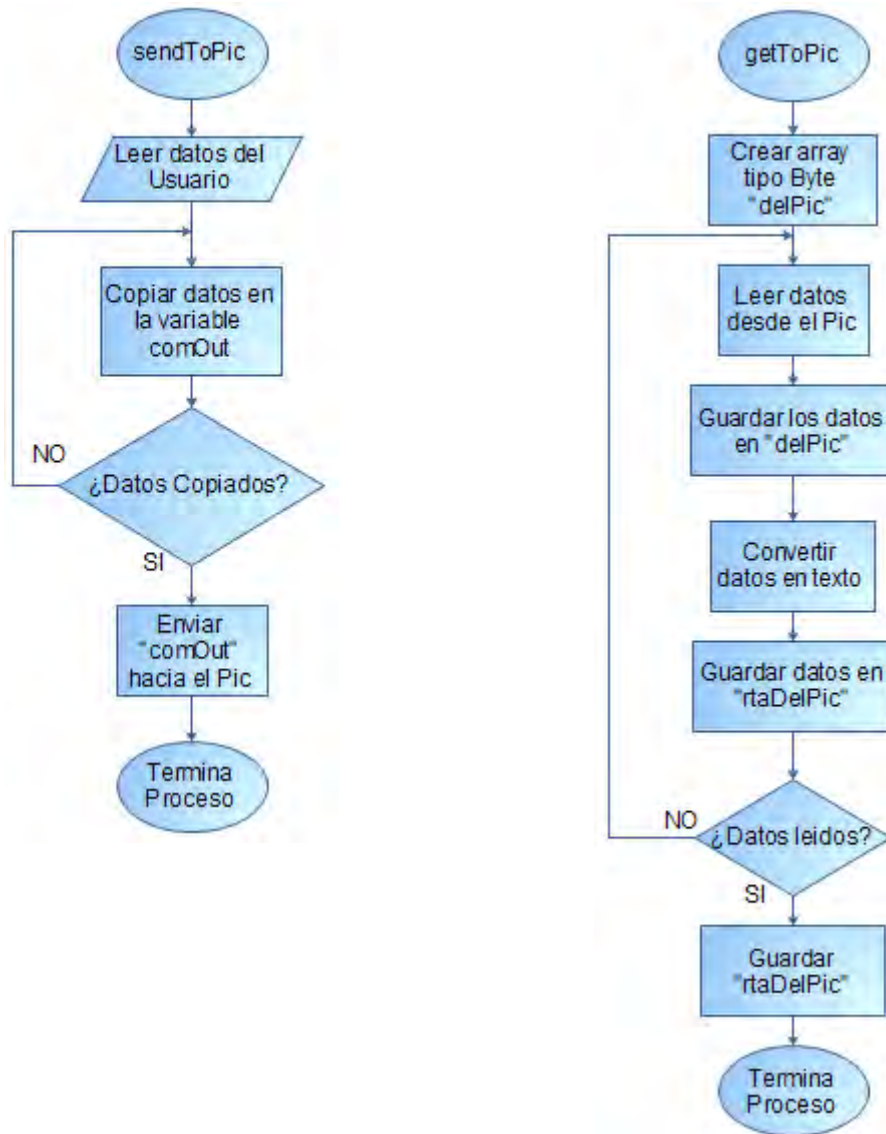
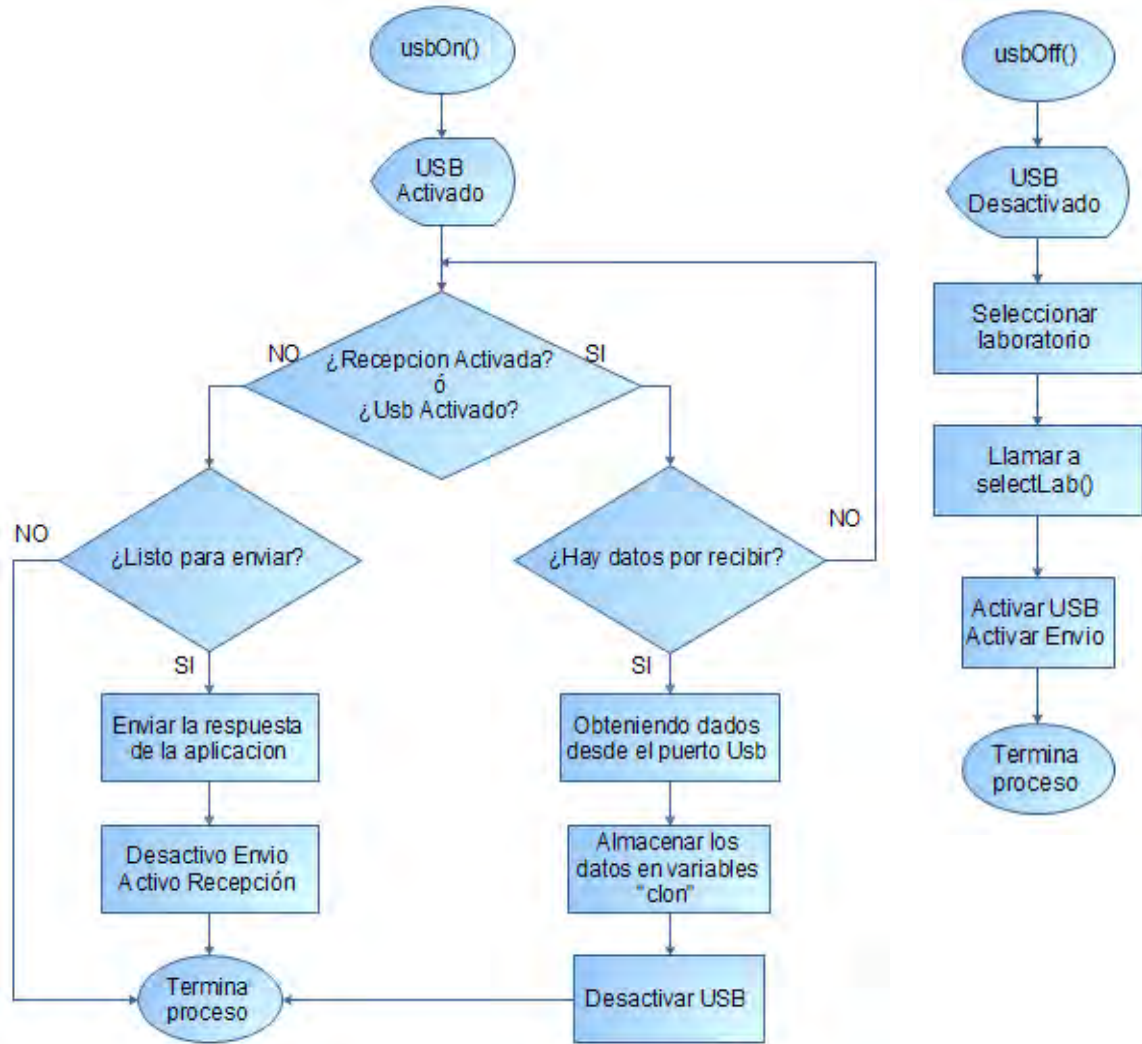


Figura 27 Código necesario para el control de la aplicación.



Figura 28 Descripción de Rutinas “usbOn” y “usbOff”



Ejecución de laboratorios

Los laboratorios que la plataforma puede realizar están limitados a dos, esto se debe a la limitación por parte de la mecánica involucrada en la ejecución de los laboratorios. Sin embargo la plataforma esta en capacidad de poder realizar varios laboratorios siempre y cuando estén acoplados perfectamente tanto en software como en hardware.

De manera específica, cuando el usuario escoge un laboratorio el microcontrolador hace lo siguiente:

Captura la cadena de bytes y es almacenada por getToUsb:

```
usb_get_packet (1, getToUsb, 5);
```

1. Descompone los valores y se almacenan en las siguientes variables

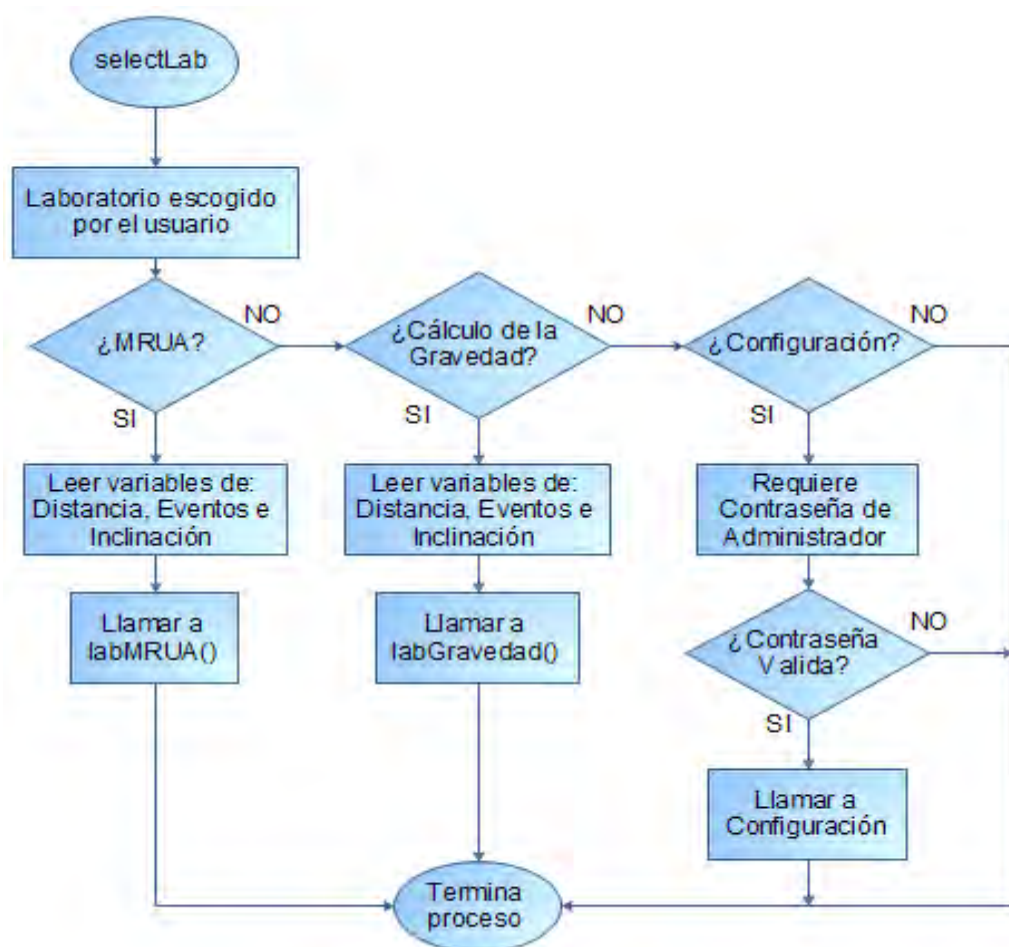
```
clonLab=usbLab;  
clonEvento=usbEvento;  
clonDistancia=usbDistancia;  
clonAngulo=usbAngulo;
```

2. Ejecuta la siguiente función

```
selectLab (clonLab);
```

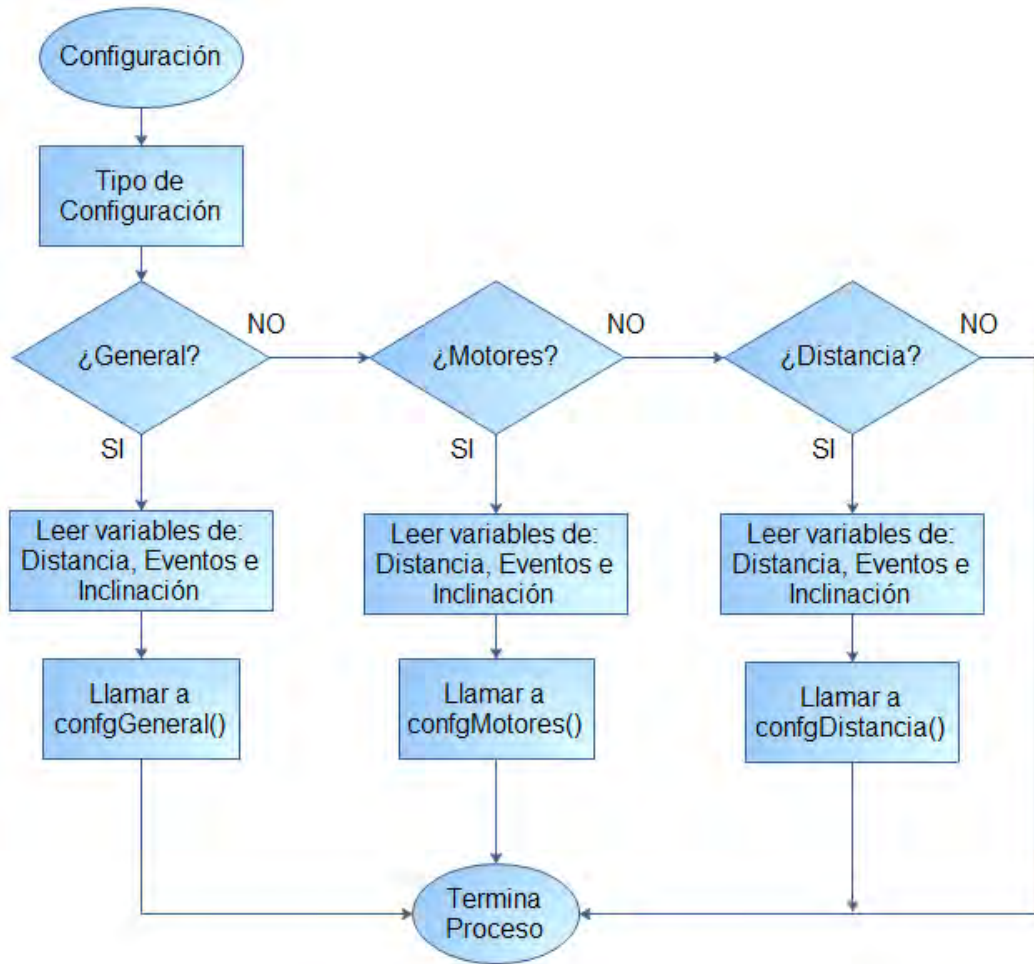
3. En base a la variable clonLab, que hace alusión al laboratorio escogido por el usuario, el cual está entre tres opciones como se indica en la Figura 29.

Figura 29 Selección de laboratorio



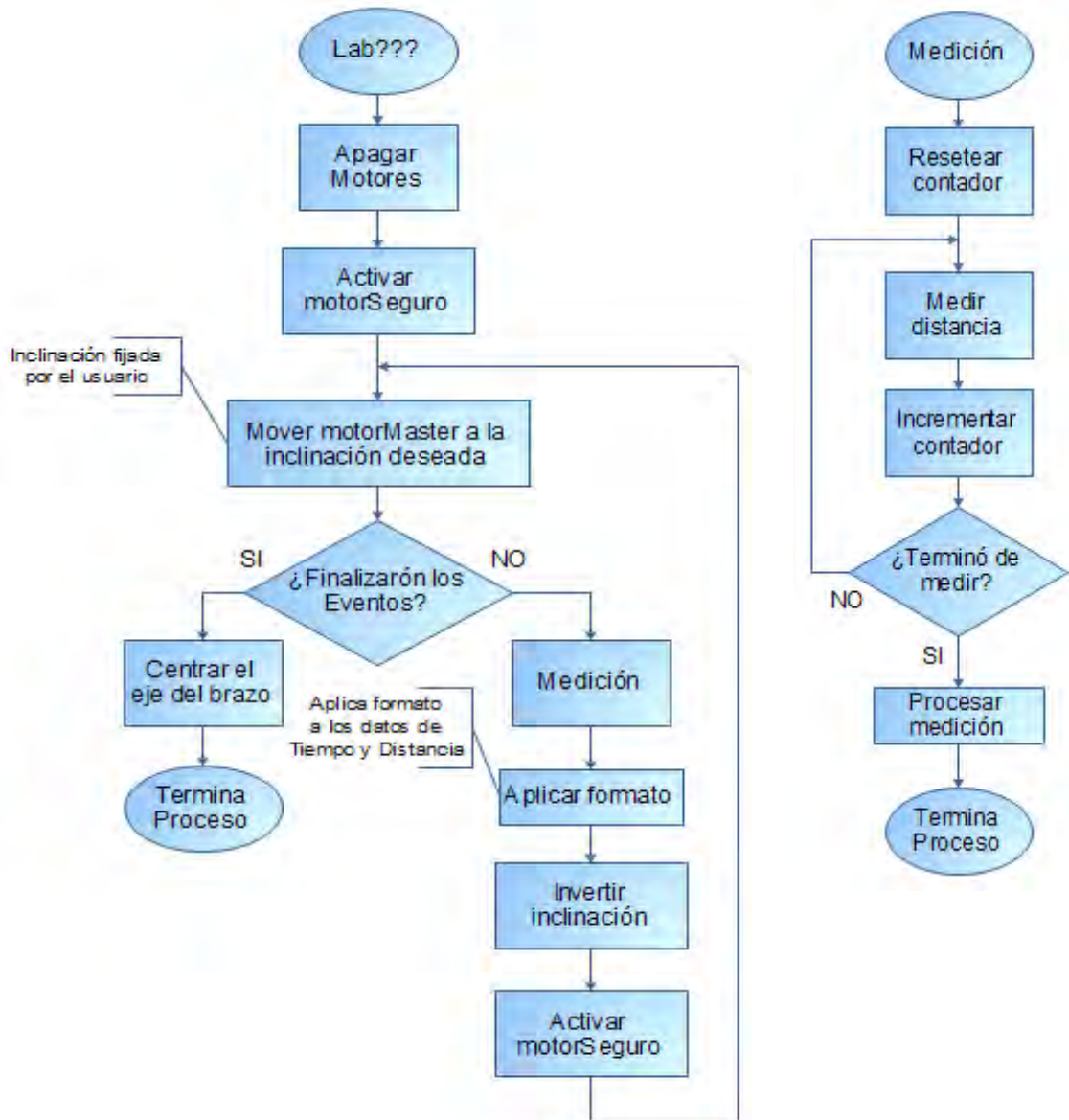
El método selectLab, activa la tarea a ser llevado a cabo por la máquina, entre las tareas están: escoger el laboratorio y entrar en modo de configuración, este ultimo solo puede ser realizado por el administrador de la cuenta, ningún usuario sin tal nivel de autoridad esta en capacidad de habilitar este modo el cual solo permite el ingreso al digitar una contraseña.

Figura 30 Configuración



Una vez el usuario escoge cual laboratorio desea realizar, se ejecuta la tarea con los parámetros previamente establecidos, tales parámetros son: clonDistancia, clonEvento y clonAngulo. Con estos datos comienza a funcionar, para este caso, la máquina que realiza experimentos para el laboratorio de Física I.

Figura 31 Desarrollo de un laboratorio



5.3.2.2 Proceso de comunicación con el usuario. La comunicación con el usuario empieza en el momento que la maquina finaliza los eventos que le han asignado, es decir finaliza con la medición de tiempo y distancia del laboratorio que ha ejecutado. De esta manera el microcontrolador tiene almacenada la información en variables tipo Long, por lo tanto estas variables no pueden ser enviadas hacia el Servlet debido a la incompatibilidad de la información, ya que requiere datos tipo byte, para tal fin se implementó la función “longToAscii”.

LongToAscii:

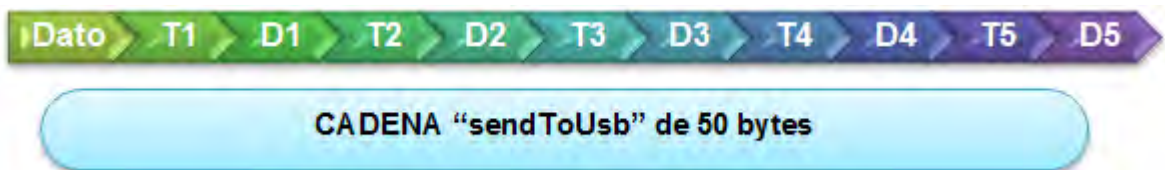
Ejecuta rutinas que tienen el objetivo de descomponer datos tipo Long en tipo Byte, es decir la aplicación recibe datos de tiempo y distancia, son separados sin perder su ponderación, y al ser de tipo Long son convertidos a valores tipo Byte. Tal como lo demuestra el esquema en bloques.

Figura 32 Diagrama conversión de datos tipo Long en tipo Byte.



Además, cada byte de información es almacenado en una cadena de 50 bytes cuyo nombre es "sendToUsb" (sección 5.3.2.1. Figura 26), esta variable almacena información hasta para 5 eventos, donde cada evento contiene un dato de información de 5 bytes tanto para tiempo como para distancia, de esta manera la longitud de la cadena de bytes estaría en la capacidad máxima de información, 50 bytes igual a 5 eventos para 5 tiempos y 5 distancias.

Figura 33 Trama de datos "sendToUsb".



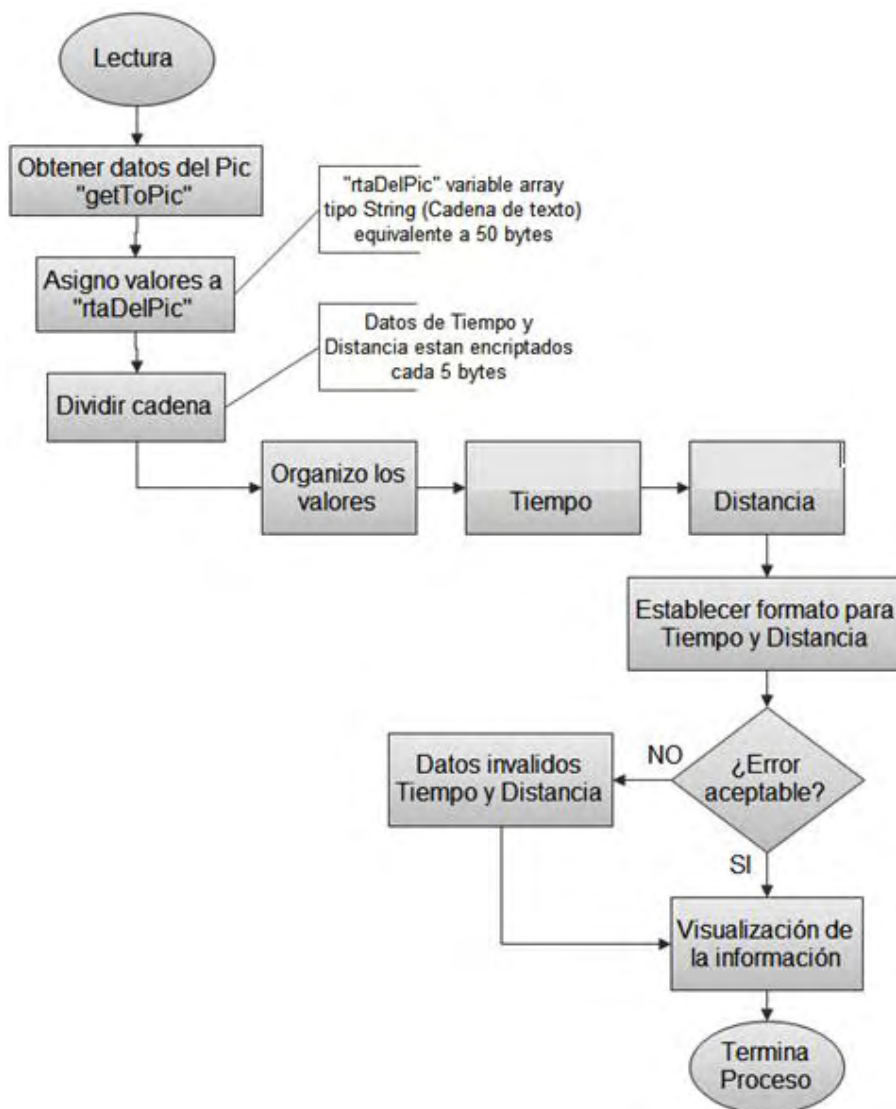
A continuación la función "longToAscii" almacena la información en la variable sendToUsb, termina el proceso y se activa el modo USB, es decir pasa a estado "enabled" descrito anteriormente (Figura 27) y se envía la información hacia el puerto USB.

Figura 34 Rutina envió de datos desde el PIC.

```
printf(">Enviando Datos\r");  
usb_puts(1, sendToUsb, 50, 1000);
```

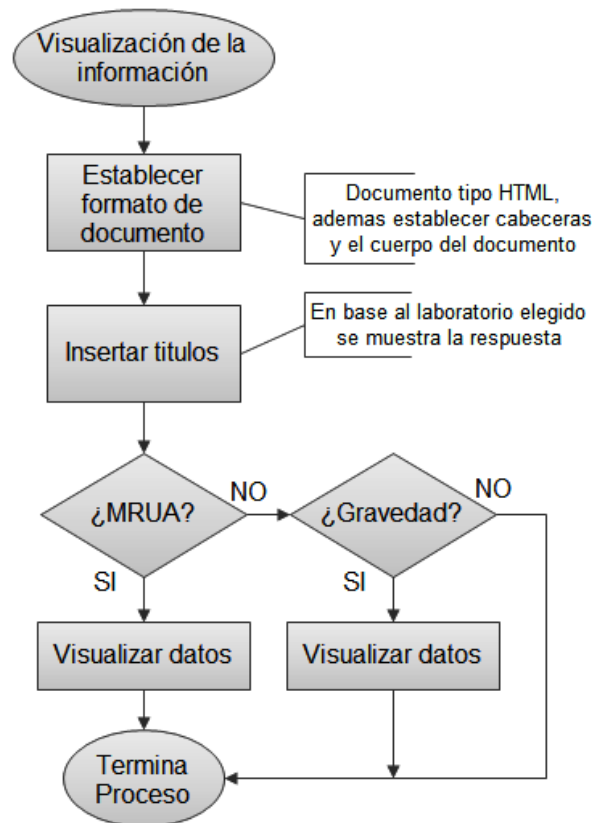
Recepción de información por parte del Servlet

Figura 35 Lectura de información proveniente del laboratorio ejecutado



Finalmente la plataforma permite al usuario obtener los resultados y ser mostrados dinámicamente por el servidor.

Figura 36 Visualización de la información para el usuario



5.3.2.3 XAMPP. Una vez instalado el servidor XAMPP, lo primero que hay que verificar son las condiciones básicas de seguridad (Ver anexo G) del servidor tales como:

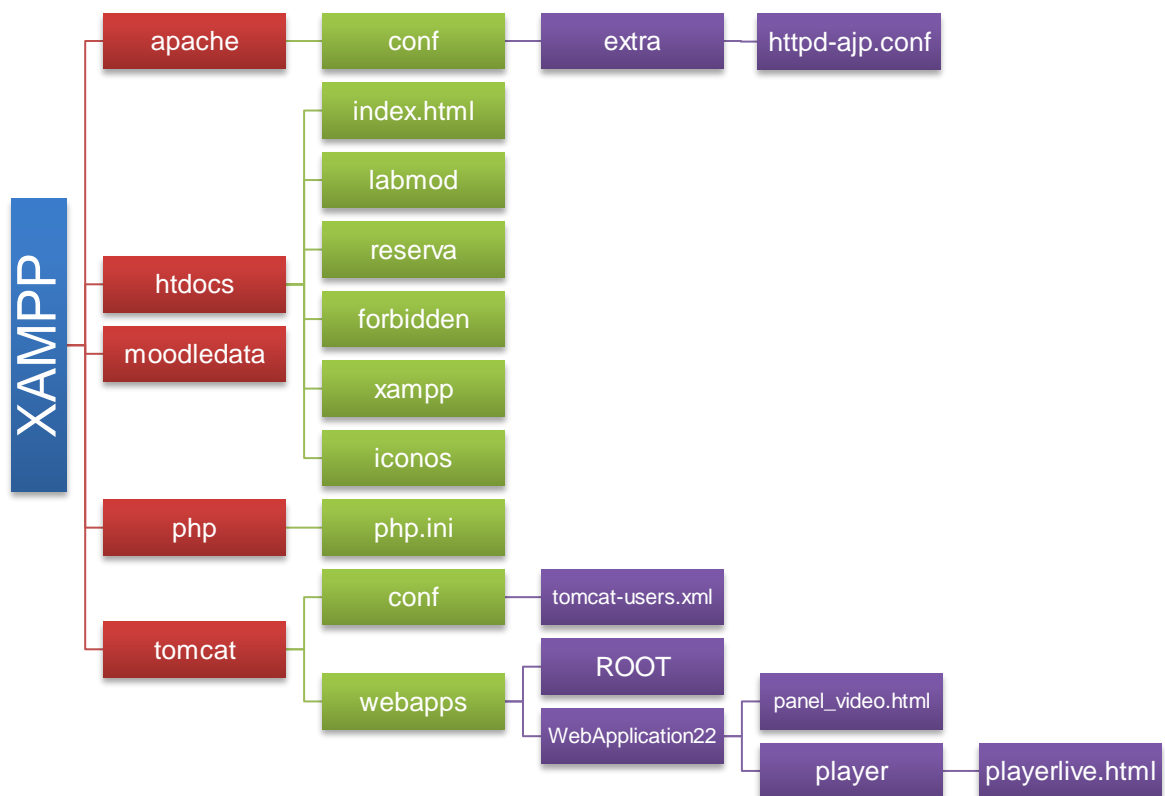
- La carpeta de instalación de XAMPP NO debe visualizarse a través de la red, y debe estar protegido mediante usuario y contraseña,
- El gestor PhpMyAdmin y sus bases de datos en MySQL deben estar protegidos mediante contraseña para evitar ataques y pérdida de información vital en la plataforma.
- Para el gestor de aplicaciones para Tomcat debe estar habilitado y protegido por contraseña el usuario administrador de aplicaciones para que pueda realizar el despliegue de los archivos necesarios de los cuales hace uso la plataforma.

Una vez revisados los requisitos fundamentales y los anteriores elementos de seguridad es posible poner en marcha Moodle.

Es conocido que XAMPP incluye diversos componentes, los cuales son fundamentales, dentro de la plataforma que conforman los laboratorios teleoperados, donde se modificó algunos archivos de configuración del servidor y para esto es importante resumir la estructura de los directorios dentro de XAMPP.

A continuación se realizan una descripción los archivos creados y modificados en los directorios de XAMPP indicados en la Figura 37:

Figura 37 Estructura de directorios y archivos en XAMPP.



“httpd-ajp.conf” – La modificación este archivo configura el conector mod_jk (anexo A. sección 1.6) y realiza la conexión de la aplicación web que gestiona el panel de control de los laboratorio teleoperados y Apache httpd a través del puerto 80.

“labmod” – Contiene los archivos instalados de la plataforma de Moodle.

“**moodledata**” – Es un directorio de datos que contiene que contiene todos los datos de moodle relacionados con los archivos de los estudiantes, documentos de los cursos, etc.

“**reserva**” – Contiene los archivos instalados del sistema de reserva gestionado por la aplicación phpScheduleIt.³²

“**forbidden**” – Contiene un script de redirección, el cual proporciona acceso protegido por contraseña a páginas de la aplicación Web encargadas de la de la comunicación con el dispositivo USB para ajustes de configuración y testeo.

“**xampp**” – Contiene los archivos propios de XAMPP.

“**iconos**” – Contiene los archivos gráficos que hacen parte de la interfaz Web de la plataforma.

“**php.ini**” – Contiene los parámetros de configuración para scripts php para habilitar o deshabilitar ciertas extensiones como php_curl.dll, que son necesarios para el correcto funcionamiento de Moodle.

“**tomcat-users.xml**” – Habilita la contraseña y el usuario encargado del gestor de aplicaciones para Tomcat.

“**playerlive.html**” – Contiene el código que se implemento para recepción de streaming de video en el cliente.

“**panel_video.html**” – Contiene el panel de video de “playerlive.html” para recepción de streaming de los laboratorios específicos.

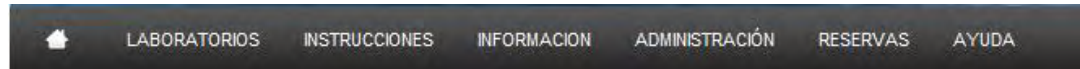
5.3.2.4 Moodle. Una vez terminada la instalación de Moodle, ya es posible iniciar la realización de cambios en el aspecto visual, con la finalidad de que la capa cliente sea muy amigable, y de fácil navegación para el usuario, para ello se hace uso de la instalación de temas en Moodle y su posterior personalización, para que de esta manera obtener la funciones graficas deseadas en la implementación. Aquí podemos resaltar básicamente 5 partes principales, y cada una de ellas posee fines específicos, los cuales son:

- **Barra de Menú General:** En esta sección ubicada en la parte superior encontramos una serie de menús y submenús, que permiten acceder directamente a ciertos apartados de la plataforma o con la finalidad de dar información específica al usuario. Dado que la barra de menú cumple un

³² Disponible en Internet: <http://phpscheduleit.org/> Citado Marzo de 2012.

propósito general, la barra puede ser vista por todos los usuarios registrados y también por los usuarios invitados que no se encuentran registrados en Moodle.

Figura 38. Barra de Menú General



La estructura de la barra de menú general esta organizada de manera jerárquica y contiene la siguiente información:

Figura 39. Estructura de la barra de menú general.



De acuerdo al avance del proyecto que pueda realizarse a futuro, pueden añadirse más ítems de manera muy sencilla como se explica mas adelante.

- **Página de registro:** Se puede acceder a ella desde la barra de 'Menú General' y su objetivo es crear una ruta de acceso alternativa con información de los pasos a seguir para ser usuario de la plataforma o simplemente ingresar como usuario habitual si ya se ha registrado.

Figura 40. Página para ingresar como usuario o registrarse.

USUARIOS REGISTRADOS

Entre aquí usando su nombre de usuario y contraseña
(Las 'Cookies' deben estar habilitadas en su navegador) ?

Nombre de usuario

Contraseña

Algunos cursos permiten el acceso de invitados [¿Olvidó su nombre de usuario o contraseña?](#)

[Entrar como invitado](#)

REGISTRARSE COMO USUARIO

Para acceder a la plataforma debe realizar los siguientes pasos:

1. Registrarse creando una cuenta de usuario, posteriormente debe esperar la confirmación del administrador de la plataforma para que su cuenta sea activada.
2. Solicitar una reserva del laboratorio que desea desarrollar y será enviado un mensaje con la fecha y hora en la cual puede desarrollar la práctica y junto a ello recibirá una contraseña de acceso al laboratorio solicitado.

[Comience ahora creando una cuenta](#)

En el caso en el cual el usuario no se encuentre registrado, puede realizarlo haciendo clic en el botón '*Comience ahora creando una cuenta*', el cual lo llevara a un formulario donde debe llenar algunos datos personales básicos e institucionales que son de carácter obligatorio.

Figura 41 Información requerida para registro de nuevo usuario.

Crear un nuevo usuario y contraseña para acceder al sistema

Nombre de usuario

*

La contraseña debería tener al menos 4 caracter(es)

Contraseña* Desenmascarar

Por favor, escriba algunos datos sobre usted

Dirección de correo*

Correo (de nuevo)*

Nombre*

Apellido*

Ciudad*

País* Seleccione su país

Información Institucional

Institucion Obligatorio
Educativa*

Programa Obligatorio
Academico*

Código Estudiantil Obligatorio
*

En este formulario hay campos obligatorios*

Posterior al ingreso el usuario debe esperar a que el administrador de la plataforma confirme su registro, esto con la finalidad de ofrecer seguridad en relación a las personas que la utilizan.

Panel de Acceso: A través del cual una vez el usuario ya ha creado una cuenta de forma satisfactoria, puede acceder a la plataforma utilizando el nombre y contraseña con los cuales realizo su registro.

Figura 42 Panel de Acceso.



Cuando el usuario se ha identificado esta habilitado para realizar reservas y matriculas a cada uno de los cursos disponibles y puede hacer uso de los

laboratorios teleoperados pero para ello de realizar una matriculación previa que realiza una única vez.

Panel desplegable de Usuario: Los usuarios adecuadamente identificados disponen de un panel desplegable que solamente ellos pueden ver, el cual ofrece información sobre sus perfiles, cursos a los cuales se encuentran matriculados y la opción de tener un espacio de almacenamiento para subir archivos personales.

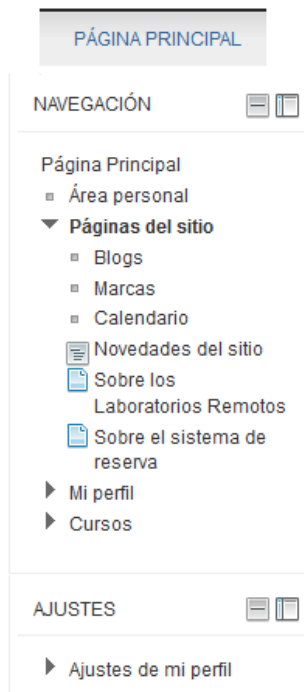
Figura 43 Panel desplegable de Usuario.



A través de este panel personal también es posible establecer un canal de comunicación con el administrador de la plataforma. Finalmente esta sección posee un calendario donde se resaltan las actividades a las cuales el usuario se encuentre suscrito.

Panel de Navegación: El panel de navegación se encuentra visible solo para usuarios autenticados, y desde aquí pueden acceder a la información personal relacionada con su perfil.

Figura 44 Panel de Navegación.

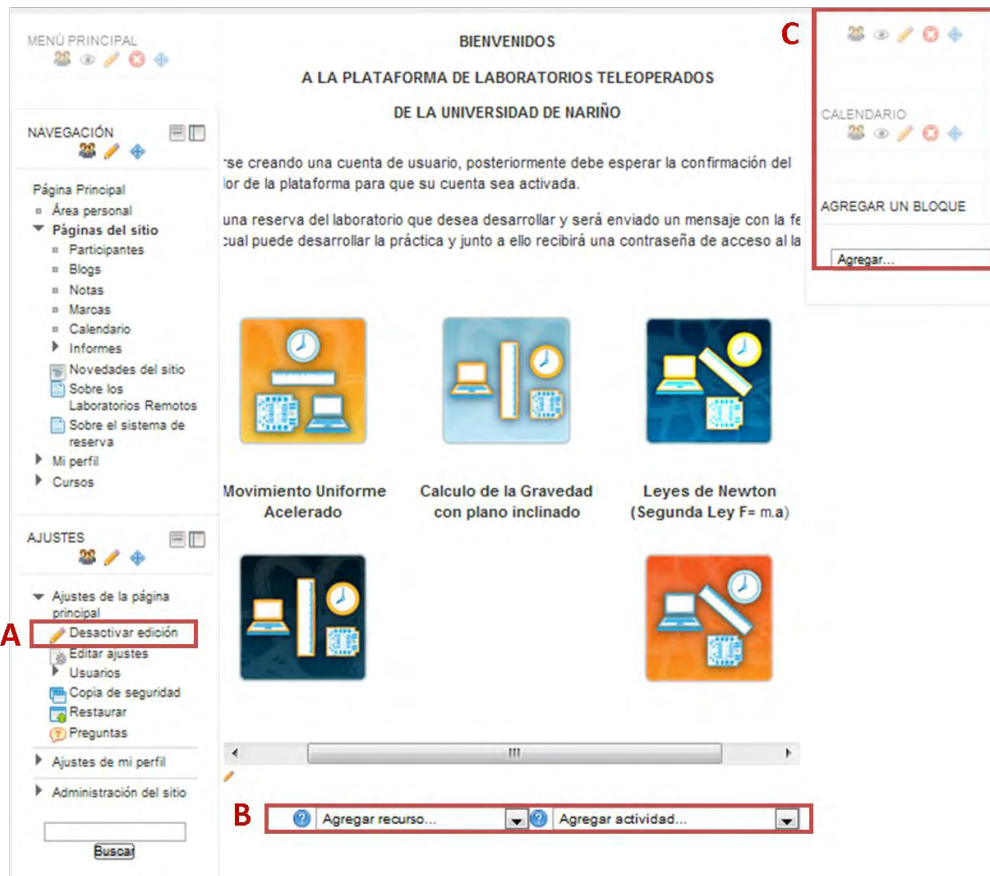


En el apartado de ajustes pueden realizar cambios de contraseña en caso de ser necesario, también realizar cambios en la información relacionada con el perfil del usuario perfil, así como establecer la configuración de masajes.

Página principal³³: Esta página es la que se siempre se muestra a los usuarios y permite subir información sobre actividades, y noticias. Hay varios formatos para la página principal, la mayoría de los formatos tienen áreas de bloques a los lados izquierdo y derecho, donde los cursos y recursos se encuentran agrupados por secciones en la columna central o en el panel de navegación. La apariencia de la página principal depende de los bloques que se seleccione para ser agregados mediante el campo de bloques, teniendo la posibilidad de mover los bloques hacia arriba, hacia abajo o hacia otra columna. Las actividades y los recursos pueden moverse a cualquier lugar dentro de la columna central.

³³ Disponible en Internet: http://docs.moodle.org/all/es/P%C3%A1gina_principal_del_curso. Citado Marzo de 2012.

Figura 45 Modo de edición en la Página principal.



Para la personalización de la página principal se debe identificar como administrador de la plataforma y al activar la edición (A) y permite agregar recursos y actividades (B) para que puedan ser visualizadas en la portada de Moodle, además es posible agregar bloques de información para el usuario o el curso (C).

Una de las opciones mas interesantes de Moodle es que permite su edición haciendo uso del editor integrado de HTML conocido como **TinyMCE** (anexo H sección 1.1), con el cual se puede editar la pagina principal sin conocimientos de programación en HTML pero en reducción de la calidad grafica o también se puede editar directamente en código HTML, lo que hace que Moodle pueda ser personalizado en alto nivel.

En este caso se ha editado la página principal en código HTML, par que de esta manera sea posible agregar iconos de identificación personalizados habilitando una animación para estos en JavaScript, para de esta manera identificar claramente cada una de las experiencias de laboratorio.

Administración del sitio: Para realizar ajuste a todas las opciones de configuración que dispone la plataforma de Moodle relacionadas con la administración del sitio debe hacer con derechos de administrador, y están agrupadas en el panel de navegación en la sección de 'Administración del sitio' (anexo H. sección 1.4).

Gestión de usuarios: En el área de acceso de administrador Moodle posee una herramienta para gestión de usuarios (anexo H. sección 1.5) desde donde se puede realizar el control de los mismos (agregar, editar información, eliminar). El administrador de la plataforma está habilitado para realizar confirmación para que cada uno de los usuarios registrados pueda acceder a los recursos y en particular a la plataforma teleoperada.

Figura 46 Opciones para configuración para acceso a usuario.



Adicionalmente en Moodle es posible usar varios métodos alternativos de autenticación, dependiendo de las necesidades específicas. Es posible realizar la autenticación haciendo una conexión a una base de datos externa, en el caso de que se requiera por ejemplo que solo estudiantes matriculados en una cierta universidad pueda hacer uso de los recursos de Moodle. Pero el tipo de validación más comúnmente utilizado es el de autenticación mediante e-mail, y se utiliza en los casos en los cuales no se requiere control estricto sobre el registro de usuarios, en el caso de estudio se utilizó autenticación manual para llevar un preciso control de los usuarios que utilizan la plataforma.

Creación y administración de cursos:

Para agregar un nuevo curso primero debe crearse la categoría que lo va a contener, para ello se debe con ingresar como usuario con los permisos adecuados, dar nombre a la nueva categoría y posteriormente en administración crear los cursos necesarios dentro de la nueva categoría. Los cursos de la plataforma desarrollada se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Figura 47 Categorías y cursos creados en la plataforma.



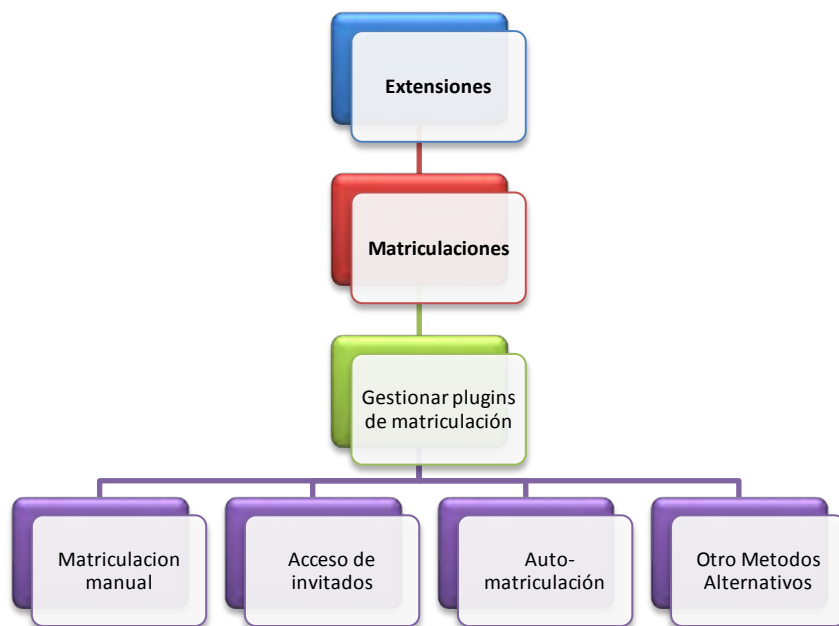
En la página de administración del curso puede habilitarse los diferentes métodos de matrícula disponibles para cada uno de los cursos (anexo H. sección 1.6). Entre ellos tenemos:

Figura 48 Opciones de configuración para métodos de matrícula.



Matrícula: Un estudiante puede matricularse en un curso de diferentes formas habilitando o deshabilitando los plugins necesarios para una u otra modalidad de matrícula. Una de las opciones disponibles es cuando un profesor o administrador matricula al estudiante manualmente, usando el menú de administración de cada uno de los cursos, o puede utilizarse la auto-matriculación en la que el estudiante escoge el curso deseado y realiza su matrícula, en este caso, cada curso puede disponer si se quiere de una contraseña conocida como "clave de matriculación", y cualquiera que conozca esta clave puede matricularse en el curso, o simplemente deshabilitar la protección por clave. Para acceder a cada uno de los diferentes métodos globales de matrícula lo hacemos de la siguiente manera:

Figura 49 Opciones para configuración para plugins matrícula.



También es posible habilitar cursos en los cuales no se requiera matrícula. En el caso de la plataforma implementada, dado que los recursos de esta son limitados en cuanto a montajes físicos disponibles, se habilita el método de auto-matriculación y se asigna una clave de acceso para la matrícula, de esta manera se controla el acceso a los estudiantes que ingresan al curso, donde se encuentra contenida la experiencia de laboratorio teleoperado que se desea realizar, esto con la finalidad de asignar eficientemente los recursos físicos a los usuarios y evitar problemas como exceso en la demanda.

Otros parámetros de importancia a ser configurados son el periodo de iniciación y finalización del curso, que se define de acuerdo a contenidos programáticos

designados por el docente y el número máximo de cupos a ser asignados a los cursos habilitados para matrícula.

Utilizando La actividad cuestionario en Moodle:

Una vez completados los pasos anteriores como son el registro de un nuevo usuario, creación del curso que va contener la experiencia de laboratorio teleoperado y la posterior matrícula a dicho curso. La parte final es el ajuste de la interfaz con la cual el usuario remoto va a interactuar, para ello hacemos uso del módulo de actividades y específicamente de la actividad denominada cuestionario. Este módulo permite al docente diseñar y aplicar cuestionarios en cada una de las temáticas contenidas dentro del curso y posee una cantidad de opciones y herramientas que lo hacen muy flexible (anexo H. sección 1.8)

Es precisamente de este último tipo de pregunta que hacemos uso de algunas de sus funcionalidades más importantes; una de ellas es la opción de un temporizador para la pregunta tipo descripción que permite asignar un límite de tiempo para su visualización así como también la fecha de inicio y fecha de finalización en la cual la actividad va estar habilitada incluyendo el número de veces que puede repetir la actividad o número de intentos permitidos y la otra función importante es el soporte de edición en HTML que es donde se hace la incrustación del código necesario para la recepción del objeto que contiene el cliente encargado de la recepción del streaming de video.

Para hacer el llamado a la página que contiene el cliente para recepción de streaming (http://localhost/WebApplication22/panel_video.html) se utiliza la etiqueta HTML "iframe", para especificar la fuente de datos y otras características tales como borde del frame que contiene el objeto, utilización de barras horizontales y verticales para el desplazamiento del contenido y las dimensiones del frame. Además del frame de video en la ubicación superior, se tiene en la parte inferior incrustado los botones de control para la manipulación remota y envío de parámetros para el movimiento de la maquina (anexo H. sección 1.8). Finalmente la utilización de la actividad cuestionario y el tipo de pregunta descripción, permite incrustar todos los componentes necesarios para realizar la experiencia de laboratorio teleoperado.

5.3.2.5 Streaming de Video. Una vez verificada la instalación de los componentes de RED5, ya es posible iniciar la emisión de video. Es importante tener en cuenta que Red5 posee en su paquete de instalación predeterminada algunas utilidades desarrolladas por su comunidad para demostrar las capacidades del servidor, entre ellas se tienen un panel de administración para red5, una animación en flash, un test de conexión, un reproductor embebido para videos almacenados dentro del servidor, un publicador de videos entre otros.

Figura 50 Pasos para la creación de un nuevo laboratorio Teleoperado.



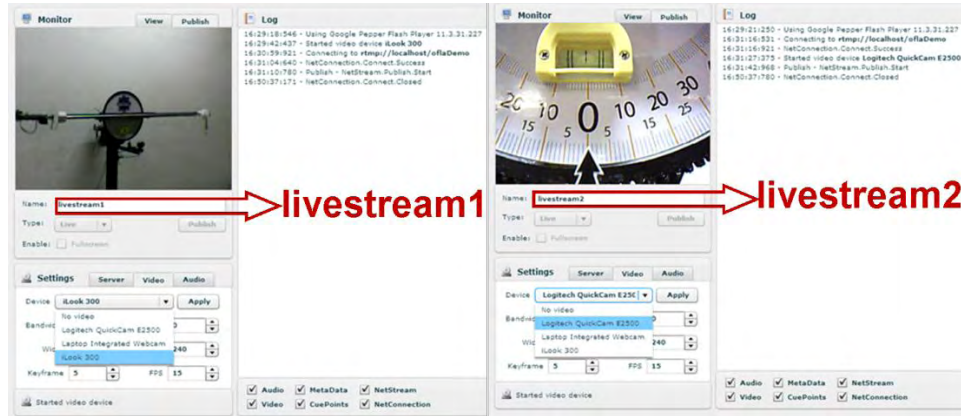
Par la emisión de video en vivo son necesarios 3 componentes fundamentales los cuales se describen a continuación:

Configuración de emisión de video desde RED5:

Entre las utilidades que se mencionó las cuales posee RED5, destaca “Publisher” que es un programa incluido en RED5 que sirve como interfaz de usuario para realizar la publicación, grabación y visualización de videos. Y para efectuar cualquiera de estas estas tareas, la utilidad debe ser configurada adecuadamente a continuación vamos explicar los ajustes necesarios de “Publisher” (Anexo I sección 1.3) para realizar streaming de video en línea. Para lo cual debemos acceder a la URL de la utilidad ubicada en <http://localhost:8080/demos/publisher>

.html, donde “localhost” debe ser la dirección del servidor en el cual se encuentra instalado RED5.

Figura 51 Identificación de flujos de video en “Publisher”



Cliente HTML para recepción de streaming:

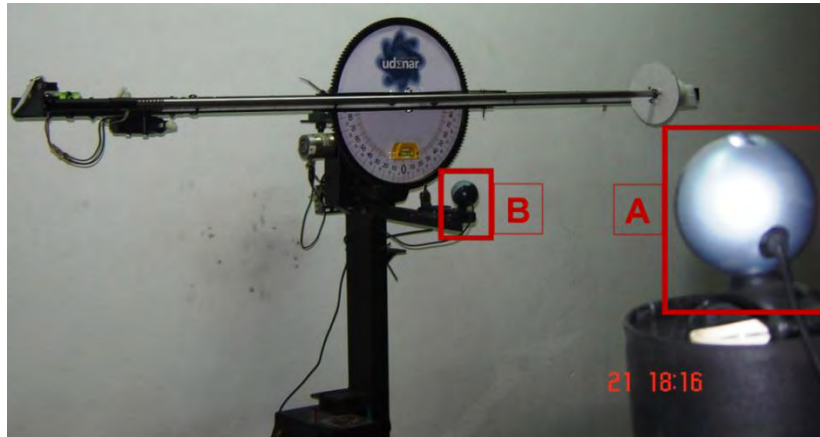
Uno de los componentes mas importantes es el reproductor open source de Adobe denominado “Strobe media playback” (Para mas detalles, sobre el código necesario para su implementación ver el Anexo I, sección 1.4), que dada sus características permite integrar el reproductor rápida y fácilmente en el sitio web y este se encarga de gran parte de la complejidad de la conexión a la fuente de video reduciendo el tiempo empleado en ajustes más técnicos. Soporta algunas características importantes como son descarga progresiva, flujo de datos sobre el protocolo RTMP (Descrito de manera mas especifica en el Anexo A sección 1.5), Live Streaming y multidifusión.

Una vez listos cada uno de los componentes tanto del lado del servidor RED5 (“Publisher”) como del lado cliente (Strobe Media Playback) para realizar una transmisión de video en vivo, el paso final es la programación del script en el lado cliente que va a realizar la comunicación entre estos dos componentes.

El script desarrollado que luego es incrustado en HTML se encuentra alojado en `xampp\tomcat\webapps\WebApplication22\player\playerlive.html`, y una de la principales características es que se puede utilizar para cualquiera de las experiencias de laboratorio, dado que las fuentes de video son dos cámaras (A y B), las cuales se encuentran ubicadas en diferentes posiciones como se muestra en la

Figura 52.

Figura 52 Ubicación de cámaras para Laboratorio Teleoperado.



Como se explico anteriormente cada una de las cámaras dentro de la aplicación “Publisher” se encuentran identificadas mediante un nombre el cual designa el flujo de video generado, donde la cámara **A** se identifica por “livestream1” y la cámara **B** por “livestream2”, esto es importante tenerlo en cuenta puesto que mediante estos identificadores. el reproductor flash puede realizar la captura del flujo de video. Para ello también se utiliza las Flashvars que son una propiedad de Flash Player para ofrecer un método eficaz para enviar variables desde HTML a los archivos SWF, función que es soportada desde la versión 6 de Flash Player.

Una vez hecha la identificación con sus respectivos nombres en la interfaz de “Publisher” para cada uno de los flujos de video, debemos tener en cuenta que el origen del video viene desde “oflaDemo” y que es esta la aplicación encargada de realizar la conexión con los clientes y el reproductor “Strobe Media Playback” es el encargado de tomar la corriente de datos en RTMP y decodificarlos para ser visualizados como video en el navegador. La configuración de este procedimiento explica (Anexo I. sección 1.3).

En la

Figura 53 se indica la configuración del reproductor de video visto por el cliente, donde se utilizado “livestream1” para la cámara **A** y “livestream2” para la cámara **B**, como se explico anteriormente y se mostro en la Figura 51 dentro de la configuración de la utilidad “Publisher”.

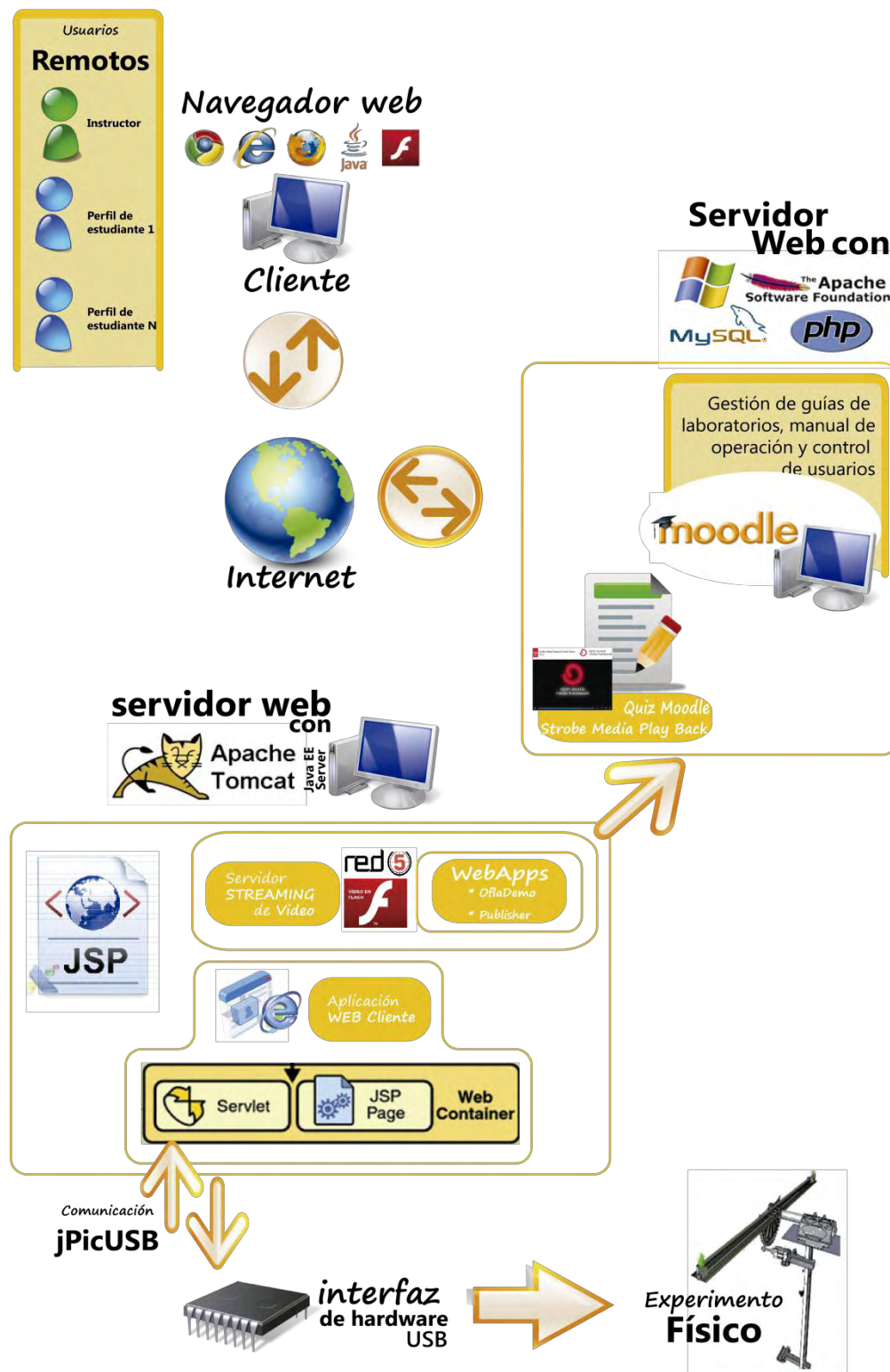
Figura 53 Interfaz de video en el cliente.



Finalmente todos los componentes anteriormente descritos en este trabajo, en su conjunto conforman la plataforma que soporta los laboratorios teleoperados de la Universidad de Nariño. La integración de las herramientas de esta arquitectura se resume en la

Figura 54, en la cual mediante un diagrama se muestra la interacción y configuración de los componentes tanto del lado del servidor como del lado del cliente.

Figura 54 Componentes de la arquitectura final Implementada.



5.3.3 Calibración. “Una parte muy importante de todos los procedimientos analíticos es la calibración y estandarización del proceso”³⁴. La calibración que se implementó se dividió en tres partes: distancia, tiempo e inclinación.

5.3.3.1 Calibración de Distancia. La distancia es una medida física imprescindible en la determinación de movimientos físicos, por esa razón se usó un sensor que sea capaz de medir distancia. Sin embargo en el mercado existe una gran variedad de sensores para tal fin por tal motivo se tuvo en cuenta los siguientes parámetros al momento de elegir el adecuado.

Parámetros eléctricos:

- rango de trabajo entre 2,5v a 5v.
- entrega de variable eléctrica proporcional a la distancia.

Parámetros físicos:

- amplio rango de distancia entre 20cm a 150cm.
- no ser afectado por variables externas, tales como luz, temperatura.

Parámetros económicos:

- bajo costo.
- fácil de adquirir geográficamente.
- Cantidad de muestras.

El proceso de calibración con el sensor se realizó de la siguiente manera:

- Inicialmente, se suministró corriente y se colocó el sensor apuntando perpendicularmente hacia una superficie plana y de color blanco, obteniendo un valor de voltaje proporcional a la distancia, cuyo valor de voltaje descendía a medida que se incrementaba la distancia.
- Luego, se colocó el sensor en el extremo del brazo de la máquina y junto con el móvil se realizaron pruebas para obtener una serie de valores y una relación matemática. Estos valores se registran a continuación.
- Se realizó regresión polinómica con el fin de obtener una relación matemática que satisfaga los valores de la tabla

³⁴ SKOOG, Douglas A. Principios de análisis instrumental. 6ta ed. México: Cengage Learning, 2000. p. 80.

Tabla 8 Registro de datos de distancia y voltaje Sensor GP2Y0A02YK.

D (cm)	V_Adc (v)	D (cm)	V_Adc (v)	D (cm)	V_Adc (v)	D (cm)	V_Adc (v)
13,5	2,670	41	1,53	68	0,95	95	0,70
17	2,59	44	1,44	71	0,92	98	0,67
20	2,46	47	1,36	74	0,88	101	0,65
23	2,32	50	1,28	77	0,84	104	0,62
26	2,18	53	1,20	80	0,80	107	0,60
29	2,02	56	1,15	83	0,78	110	0,58
32	1,89	59	1,09	86	0,75	113	0,56
35	1,76	62	1,04	89	0,73	115,5	0,54
38	1,64	65	0,99	92	0,72		

Una vez obtenida la relación matemática se implementaron en el programa del servlet y en el del microcontrolador y se realizaron pruebas para determinar el error del instrumento de medida. Respuesta del sensor obtenida para diferentes distancias para la inclinación de 55 grados.

Tabla 9 Calculo del error del sensor GP2Y0A02YK.

D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error
25	24,8	1	30	30,4	1	35	36,0	3
	24,9	0		29,8	1		34,5	1
	24,9	0		29,6	1		35,5	1
	25,9	4		31,4	5		35,3	1
	24,6	2		30,4	1		36,5	4
	25,1	0		31,4	5		34,5	1
	24,8	1		30,4	1		34,8	1
	24,6	2		30,6	2		34,8	1
	25,6	2		31,2	4		34,5	1
D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error
40	41,3	3	45	44,6	1	50	49,4	1
	39,5	1		46,4	3		52,3	5
	42,0	5		45,7	2		50,2	0
	39,8	1		44,6	1		50,2	0
	41,3	3		44,6	1		52,3	5
	40,1	0		46,4	3		49,4	1
	40,7	2		44,6	1		49,4	1
	39,5	1		45,0	0		52,3	5
	39,5	1		46,4	3		49,4	1

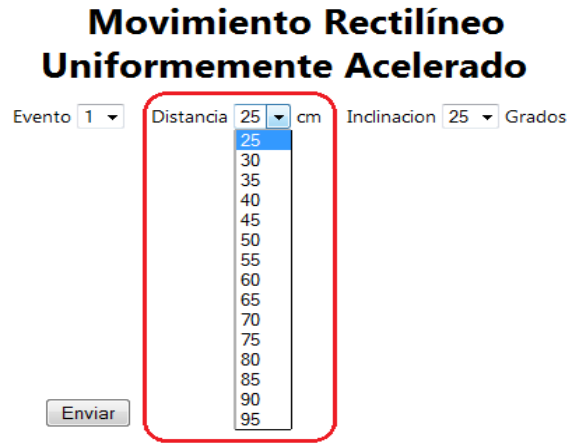
D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error
55	55,8	1	60	60,1	0	65	65,4	1
	56,7	3		60,1	0		66,5	2
	55,3	1		60,1	0		65,4	1
	57,2	4		61,7	3		68,2	5
	54,9	0		61,7	3		65,4	1
	55,3	1		60,1	0		66,5	2
	56,3	2		60,1	0		67,6	4
	54,9	0		62,2	4		66,5	2
56,3	2	60,6	1	65,9	1			

D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error	D Teo	D Med	% Error
70	70,6	1	75	76,8	2	80	80,1	0
	71,2	2		75,5	1		80,1	0
	71,8	3		75,5	1		81,5	2
	71,8	3		75,5	1		82,8	4
	71,8	3		76,1	1		82,8	4
	71,2	2		75,5	1		82,1	3
	70,6	1		75,5	1		82,1	3
	73,0	4		75,5	1		82,1	3
71,8	3	78,1	4	81,5	2			

D Teo: distancia teórica en centímetros, obtenida con un flexómetro ($200,0 \pm 0,1$ cm)

D Med: distancia medida en centímetros, obtenida por el sistema electrónico.

Figura 55. Panel de control, eleccion de distancia.



5.3.3.2 Calibración de inclinación. Para el sistema de medición el cual utiliza un brazo donde se coloca un carril y de esta manera hacer variar la inclinación de la máquina para conseguir diferentes valores de distancia y tiempo obteniéndose cambios en la velocidad y por lo tanto en la aceleración a distintos grados. Esto se logra controlando el motor master de la máquina por medio de un sistema de cuenta vueltas incorporado al eje del motor, con esto se consigue establecer cuantos pulsos entrega el motor para un ángulo específico.

Los resultados que a continuación se listan muestran la cantidad de pulsos a cada variación en la inclinación, es decir se establece una relación entre los pulsos detectados por el contador de vueltas y los grados que se obtienen al mirar el transportador incorporado en al maquina:

Tabla 10 Relacion del numero de pulsos con la inclinación.

PULSOS	GRADOS
5	3,0
10	5,5
15	8,0
20	11,5
25	14,5
30	17,5
35	20,5
40	23,5
45	26,0
50	29,0
55	31,5

PULSOS	GRADOS
60	35,0
65	38,0
70	41,0
75	44,0
80	47,0
85	50,0
90	52,5
95	55,0
100	58,5
105	61,5
110	65,0

Figura 56 Panel de control, eleccion de inclinación.

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado

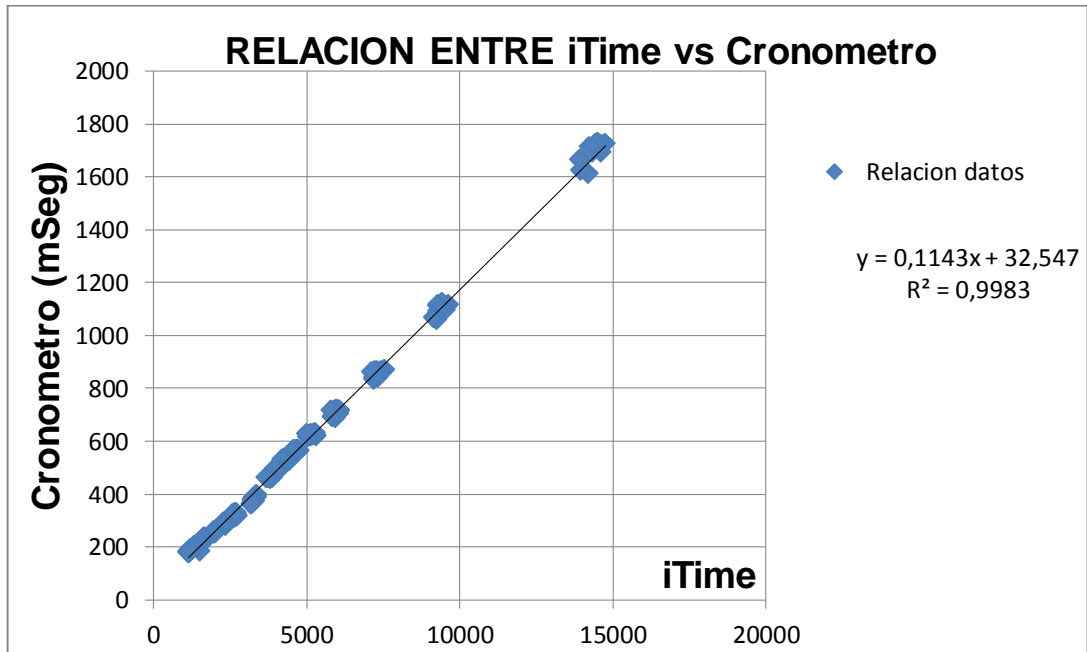
Evento Distancia cm Inclinacion Grados

25
30
35
40
45
50
55
60

5.3.3.3 Calibración del Tiempo. La calibración del tiempo se realizó de manera indirecta y su valor esta determinado por la variable "iTime" contenida dentro del microcontrolador y cuya función, como se mencionó en una sección anterior, es la de incrementar un contador cada vez que el sistema de medida de la distancia está en funcionamiento. El proceso para determinar el valor del tiempo fue el siguiente:

- Partiendo de que la maquina está en una inclinación en particular, sea cual sea su valor en grados. Se utilizan dos cronómetros digitales (el primero con precisión en el orden de los milisegundos y el segundo con precisión de centésimas de segundo) ambos conectados a un sistema electrónico el cual incorpora dos sensores ópticos los cuales se colocan paralelamente al eje y separados una distancia fija entre los sensores con el fin de determinar el tiempo de desplazamiento del móvil.
- El primer sensor se colocó a 0 cm de la regla. El segundo sensor se colocó a X cm para determinar el valor del tiempo a esa distancia fija.
- En el panel del usuario se escogió el mismo valor de distancia para determinar la relación entre el tiempo medido por el cronometro y la variable iTime contenida en el microcontrolador.
- Se ejecuta los eventos y se obtuvieron los siguientes valores (anexo J), los cuales por la cantidad de datos obtenidos solo se muestran en una grafica:

Figura 57 Relación entre variables temporales.



Se obtiene una ecuación lineal cuyo valor de regresión R^2 tiende a 1, con lo cual se garantiza su linealidad.

También se realizó un método alternativo con el fin de obtener el valor de tiempo. Partiendo del hecho que el contador **iTime** es similar a un generador de onda cuadrada para lo que se habilitó en el microcontrolador una instrucción con el fin de generar un tren de pulsos.

```
iTime++;  
output_toggle(pin_c1);
```

La instrucción enmarcada tiene como función alternar la salida del pin "c1" entre los valores 0 y 1, generando así una señal cuadrada a una frecuencia por determinar. Luego se conectó a dicho pin el osciloscopio obteniendo el valor resultante de: $250 / 2239 = 0,1116569897275569$. Valor similar a la ecuación de la figura 56, cuya pendiente se obtuvo matemática usando regresión lineal.

Finalmente se realizaron pruebas para determinar el porcentaje de error del instrumento de medición con respecto al cronometro de centésimas de segundo utilizado. Ya que para calibrar un sistema de medición se debe utilizar un instrumento cuya resolución sea mayor que la respuesta que se desea obtener.

A continuación se muestra la respuesta que se entrega al usuario y paralelamente en dos columnas los valores de los cronómetros utilizados. Debido a la extensión de los datos se muestra solo algunos, los demás datos están contenidos en el anexo (J).

Tabla 11 Obtencion de valores de tiempo.

Inclin	C1	C2	iTime	Oscil	Lin	Inclin	C1	C2	iTime	Oscil	Lin
20	1,36	1,363	11735	1,34	1,36	30	0,74	0,748	6705	0,77	0,80
	1,24	1,247	11058	1,26	1,29		0,76	0,765	6698	0,77	0,80
	1,24	1,248	10996	1,25	1,28		0,76	0,763	6829	0,79	0,81
	1,27	1,269	11079	1,26	1,29		0,76	0,763	6615	0,76	0,79
	1,27	1,269	11016	1,26	1,28		0,74	0,748	6578	0,76	0,78
25	0,91	0,915	8120	0,93	0,96	35	0,63	0,632	5535	0,64	0,66
	0,90	0,902	7852	0,90	0,93		0,63	0,634	5690	0,66	0,68
	0,90	0,896	7724	0,89	0,91		0,63	0,637	5634	0,65	0,68
	0,90	0,904	7877	0,90	0,93		0,63	0,635	5632	0,65	0,68
	0,90	0,905	7896	0,91	0,93		0,64	0,642	5695	0,66	0,68
Inclin	C1	C2	iTime	Oscil	Lin	Inclin	C1	C2	iTime	Oscil	Lin
40	0,60	0,618	5060	0,59	0,61	50	0,51	0,513	4248	0,50	0,52
	0,60	0,609	5008	0,58	0,60		0,52	0,517	4324	0,51	0,53
	0,60	0,602	5019	0,58	0,61		0,51	0,508	4131	0,48	0,51
	0,60	0,601	4914	0,57	0,59		0,52	0,519	4277	0,50	0,52
	0,60	0,603	5079	0,59	0,61		0,50	0,489	4050	0,47	0,50
45	0,54	0,542	4574	0,53	0,56	55	0,49	0,486	4235	0,50	0,52
	0,54	0,550	4653	0,54	0,56		0,49	0,482	4121	0,48	0,50
	0,54	0,534	4609	0,54	0,56		0,49	0,483	3771	0,44	0,47
	0,55	0,550	4496	0,52	0,55		0,49	0,483	3978	0,47	0,49
	0,54	0,548	4477	0,52	0,54		0,49	0,484	4001	0,47	0,49

Inclin	C1	C2	iTime	Oscil	Lin
60	0,45	0,458	3763	0,44	0,46
	0,45	0,455	3782	0,44	0,47
	0,45	0,457	3825	0,45	0,47
	0,45	0,458	3908	0,46	0,48
	0,45	0,456	3908	0,46	0,48

Inclin: Inclinación (grados)
 C1: Cronómetro de centésimas (seg)
 C2: Cronómetro de milésimas (seg)
 Oscil: Tiempo obtenido por osciloscopio (seg)
 Lin: Tiempo calculado por ecuación lineal (seg)

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La puesta en marcha del prototipo teniendo todo lo anterior implementado se realizó haciendo los respectivos laboratorios concernientes al menú de opciones que la plataforma esta dispuesta a realizar una vez que el usuario haya escogido el indicado. No obstante se debió realizar un laboratorio adicional con el fin de obtener un parámetro el cual es propio del sistema mecánico y se define como Coeficiente de Rozamiento para lo cual fue necesario realizar el análisis matemático del modelo prototipo propuesto.

6.1 MODELO MATEMÁTICO DEL PLANO INCLINADO

El prototipo expuesto se comporta a un plano inclinado y por lo tanto se realizó el análisis matemático propuesto al modelo del prototipo.

Figura 58 Abstraccion de la maquina al modelo matemático.

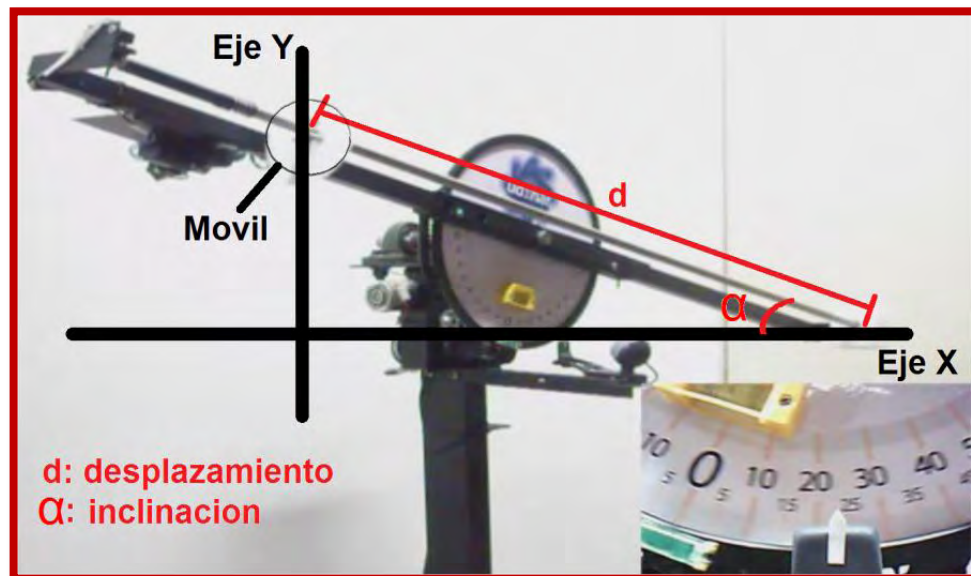
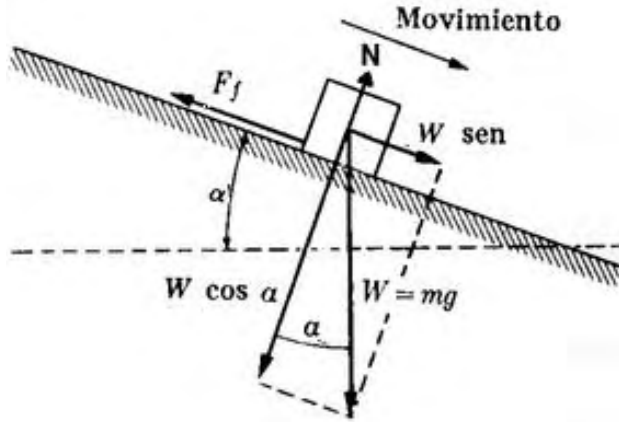


Figura 59 Modelo matematico y variables involucradas



6.1.1 Ecuaciones asociadas al movimiento:

Cinemática:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (15)$$

$$v = v_0 + a t \quad (16)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad (17)$$

Dinámica:

$$\sum f_x = mg \sin \alpha - f_f = ma \quad (18)$$

$$\sum f_y = N - mg \cos \alpha = 0 \quad (19)$$

Ecuaciones Resultantes

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \quad (20)$$

$$\mu = \tan \alpha - \frac{a}{g \cos \alpha} \quad (21)$$

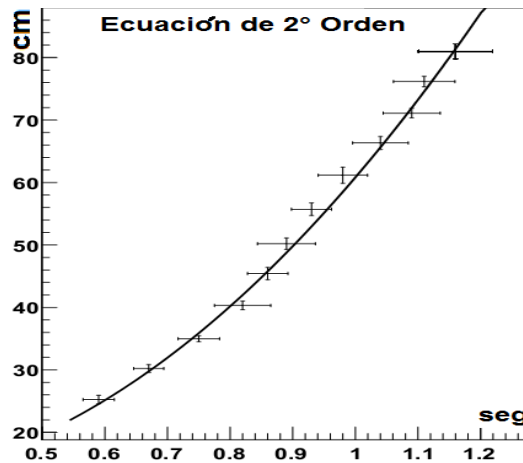
6.2 OBTENCIÓN DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ

El coeficiente de rozamiento, concepto que se enuncia en la sección 4.1.2.3 es importante tenerlo en cuenta debido a la interacción entre los materiales que involucra el movimiento, el móvil (teflón) y el carril (acero) al actuar en un plano

inclinado presenta una fuerza en dirección opuesta al movimiento una vez el sistema entra en funcionamiento. Por tal razón se realizó pruebas con el fin de obtener el coeficiente de rozamiento propio del sistema, aunque teóricamente el coeficiente entre ambos materiales sea igual a 0.04, en la práctica es muy diferente a ese valor.

6.2.1 Análisis matemático del coeficiente μ El coeficiente se lo deduce a partir de la ecuación 21 una vez se han obtenidos los parámetros de tiempo y distancia suministrados por la plataforma y utilizando un programa estadístico llamado Root Cern³⁵ con el cual se encuentra el valor de la aceleración al graficar tiempo vs distancia, se obtiene la gráfica de la figura 95.

Figura 60 Gráfica de Tiempo vs Distancia



6.2.2 Valor del coeficiente de rozamiento. La obtención del coeficiente de rozamiento o de Fricción (respuesta integral del sistema) se obtuvo realizando pruebas con la máquina, adquiriendo para cada inclinación y cada distancia un equivalente de 20 valores de tiempo, con lo cual se establecieron en total 1920 datos y mediante un procedimiento matemático, descrito en el anexo L, se concluyó los siguientes valores de coeficientes para cada inclinación:

³⁵ Programa para el desarrollo de aplicaciones de análisis de datos científicos a gran escala desarrollado por el CERN. [en línea] Disponible en Internet: <http://root.cern.ch/drupal/> Citado Febrero de 2012.

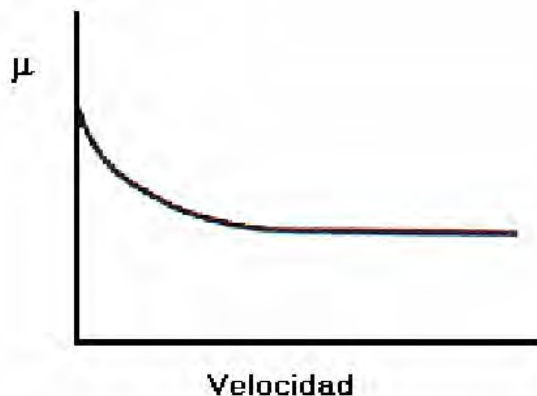
Tabla 12 Relacion de Inclinación y su coeficiente de rozamiento

Inclinación	u	Δu
25	0,28	0,04
30	0,25	0,06
35	0,17	0,07
40	0,18	0,09
45	0,07	0,11
50	0,03	0,16

“Como se observa en la tabla 12, cada inclinación tiene su propio coeficiente habiendo sido utilizados los mismos materiales (teflón sobre acero), además se suponía que el valor de coeficiente, independiente de la inclinación, debe ser constante y en el caso de estos dos materiales igual a 0,04”³⁶.

Sin embargo estos valores en la práctica se ven afectados por la velocidad, la cual se incrementa a medida que aumenta la inclinación, tal cual se muestra en la Figura 61, donde existe una oscilación de relajación asociada a un decrecimiento del coeficiente de fricción (μ), a medida que aumenta la velocidad de deslizamiento, esto se llama el fenómeno stick-slip³⁷. Cuando se realizan ensayos de fricción donde se va registrando μ frente al tiempo como se muestra en la Figura 61.

Figura 61 Variación del coeficiente de fricción u respecto a la velocidad.



Fuente: Universidad Politécnica de Cartagena, Dpto. de Ingeniería de Materiales y Fabricación. Propiedades tribológicas del cobre nano estructurado p21.

³⁶ YOUNG, Hugh D. Física Universitaria. Vol. 1. México: Pearson Educación, 2009. p. 151.

³⁷ UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA. Dpto. de Ingeniería de Materiales y Fabricación. Propiedades tribológicas del cobre nano estructurado. Cartagena: s.n. 2000. p.21.

Por tal motivo y para facilitar el desarrollo de las prácticas de laboratorio se optó por agrupar cada inclinación en parejas, obteniendo de esta manera la Tabla 13.

Tabla 13 Valores resultantes de coeficiente de fricción.

Inclinación	μ	$\Delta\mu$
25 - 30	0,27	0,02
35 - 40	0,18	0,00
45 - 50	0,00	0,00

De esta manera, se asigna el valor adecuado de coeficiente según la tabla, esto se hace para minimizar el error obtenido.

6.3 GUÍA DE LABORATORIOS

A continuación se presenta la propuesta de la guía de laboratorio para la obtención de los datos de tiempo y distancia requeridos para las prácticas de cinemática y dinámica que se deseaba emplear en la máquina.

“Además, estas guías de laboratorio están basadas en el formato que actualmente tiene presente las guías de física I de la Universidad de Nariño”³⁸

6.3.1 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado:

Objetivos:

- Estudiar la naturaleza del movimiento de un cuerpo bajo la acción de una fuerza constante.
- Observar y analizar el movimiento de un cuerpo uniformemente acelerado que se mueve en línea recta.
- Calcular experimentalmente el valor de la aceleración para un cuerpo con MRUA.
- Aplicar los conceptos de teoría y propagación de errores, en el cálculo de las diferentes magnitudes.

Materiales:

- Plataforma Tele operada
- Lápiz y guía de laboratorio
- Material de apoyo

³⁸ SANTACRUZ, Fredy. Guía de Física I. Pasto: Universidad de Nariño, 2000. p. 65.

Marco Teórico. Una partícula realiza un movimiento rectilíneo cuando la trayectoria descrita por el móvil es una línea recta (unidimensional). De acuerdo con las leyes de la dinámica, una partícula en movimiento bajo la acción de un conjunto de fuerzas experimenta una aceleración proporcional a la fuerza resultante F . En el caso particular de que el movimiento sea rectilíneo, tanto el vector F como los vectores cinemáticos a (vector aceleración), v (vector velocidad) y r (vector posición) son vectores cuya dirección coincide con la dirección del movimiento.

Si en el movimiento rectilíneo, la magnitud F es constante, la aceleración a también será constante. En este caso, decimos que el móvil describe movimiento rectilíneo uniformemente variado, en cuyo caso, la posición y velocidad en función del tiempo, vienen dados, respectivamente por las ecuaciones 1 y 2.

Descripción Montaje. La figura 61 nos muestra el esquema de la plataforma completa que el usuario debe usar para realizar la experiencia. Consiste en dos partes, la primera hace referencia a la interfaz del usuario cuyo objetivo es la manipulación del montaje experimental de manera tele operada, y la segunda, es el montaje a aplicar en el laboratorio.

Figura 62 Plataforma empelada en el desarrollo de la experiencia



Procedimiento experimental. Una vez ha ingresado a la página de la universidad, www.udenar.edu.co diríjase hacia el enlace de Laboratorios y seleccione la opción de Laboratorios de Física e ingrese con su código y contraseña, en caso contrario debe de registrarse. Luego familiarícese con la interfaz de usuario, escoja el laboratorio a realizar, en este caso *Laboratorio de Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado*, haga un reconocimiento de las variables del panel de control y escoja una inclinación, recuerde que este valor de inclinación lo debe tener en cuenta para el procedimiento matemático. Una vez seleccionada la inclinación escoja el número de eventos a realizar y la distancia para obtener el tiempo.

Presione el botón enviar y observe como el montaje realiza las respectivas mediciones las cuales serán visualizadas en el panel de control una vez ejecuten el total de los eventos. Luego copie la información entregada por el sistema, escoja el número de eventos otra distancia y presione el botón Enviar. El procedimiento es para 7 distancias diferentes como mínimo.

Recuerde, NO cambiar el valor de la inclinación hasta no haber finalizado con el número mínimo de distancias.

Predicción teórica de la aceleración

Considerando en el montaje la fricción entre el móvil y el respectivo carril una vez se ha inclinado en los grados establecidos por el usuario, y teniendo en cuenta que el móvil parte del reposo y por lo tanto se considera el origen del movimiento y dinámicamente el móvil esta influenciado por una fuerza normal perpendicular al movimiento. Bajo estas condiciones, un análisis dinámico muestra que la aceleración del sistema es:

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \quad (22)$$

Donde, a es la aceleración teórica del movimiento, μ coeficiente de fricción y α es la inclinación del carril. Considere la aceleración de la gravedad “ g ” igual a 978 cm/s^2 .

Registro de Datos. El registro de datos se realizo en tres sesiones de 5 eventos cada una, para un total de 15 datos cada medida de distancia como relaciona en la

μ	0,27 ± 0,02
Angulo	30 Grados

No. Eve	D_Teo (cm)	T_Med (seg)	D_Med (cm)										
1	25	0,45	24,8	5	40	0,51	34,5	11	50	0,56	46,4		
2		0,41	24,6	6		0,49	35,8	12		0,60	45,3		
3		0,44	26,2	7		0,52	34,5	13		0,52	46,7		
4		0,44	26,0	8		0,50	35,0	14		0,59	45,3		
5		0,41	24,8	9		0,52	34,5	15		0,61	46,0		
6		0,39	24,6	10		0,51	34,5	1		0,64	49,8		
7		0,41	25,6	11		0,53	35,3	2		0,57	49,4		
8		0,40	25,4	12		0,54	36,5	3		0,58	51,4		
9		0,40	24,8	13		0,51	35,8	4		0,57	49,4		
10		0,43	26,2	14		0,53	34,5	5		0,59	49,8		
11		0,43	26,0	15		0,51	34,8	6		0,58	50,6		
12		0,44	26,0	1		0,55	39,5	7		0,59	51,0		
13		0,43	26,0	2		0,54	41,3	8		0,58	49,8		
14		0,44	24,6	3		0,54	41,0	9		0,61	49,4		
15		0,42	24,8	4		0,54	41,3	10		0,61	50,6		
1	30	0,46	30,6	5	45	0,52	39,8	11	55	0,58	50,2		
2		0,46	29,6	6		0,55	41,0	12		0,63	52,3		
3		0,46	30,6	7		0,54	40,1	13		0,61	50,6		
4		0,46	29,6	8		0,55	42,0	14		0,61	51,8		
5		0,44	29,6	9		0,53	40,1	15		0,61	49,8		
6		0,48	29,6	10		0,56	40,1	1		0,63	54,9		
7		0,48	29,8	11		0,54	39,5	2		0,64	54,9		
8		0,47	30,0	12		0,54	39,8	3		0,61	54,9		
9		0,48	31,4	13		0,55	39,8	4		0,61	56,3		
10		0,49	31,4	14		0,55	39,8	5		0,61	54,9		
11		0,48	29,8	15		0,56	41,0	6		0,61	54,9		
12		0,48	30,8	1		0,56	40,1	7		0,66	56,3		
13		0,45	29,8	2		0,56	41,3	8		0,64	56,7		
14		0,48	29,8	3		0,54	41,0	9		0,62	57,2		
15		0,47	31,0	4		0,56	39,5	10		0,63	55,3		
1	35	0,48	35,0	5	45	0,57	41,0	11	55	0,66	55,8		
2		0,49	34,8	6		0,56	46,7	12		0,63	54,9		
3		0,52	34,8	7		0,56	45,0	13		0,67	55,8		
4		0,51	35,5	8		0,56	46,4	14		0,64	57,2		
				9		0,56	44,6	15		0,66	54,9		
				10		0,55	46,0	1	60	0,65	61,7		

2		0,66	60,6
3		0,64	60,6
4		0,66	62,2
5		0,66	62,2
6		0,70	61,1
7		0,69	61,7
8		0,66	61,1
9		0,72	62,2
10		0,68	61,7
11		0,69	60,6
12		0,69	61,1
13		0,67	60,1
14		0,67	62,2
15		0,67	62,2
1	65	0,70	65,4
2		0,72	65,9
3		0,69	65,9
4		0,70	67,1
5		0,68	65,4
6		0,68	67,1
7		0,72	67,1
8		0,69	65,4
9		0,69	68,2
10		0,72	67,1
11		0,69	65,9

12		0,72	67,1
13		0,68	65,4
14		0,72	65,9
15		0,69	65,9
1	70	0,70	71,2
2		0,71	70,6
3		0,70	71,2
4		0,74	70,6
5		0,74	70,6
6		0,66	73,0
7		0,70	72,4
8		0,72	71,8
9		0,71	72,4
10		0,73	72,4
11		0,71	70,6
12		0,74	71,8
13		0,72	73,0
14		0,72	72,4
15		0,72	72,4
1	75	0,73	75,5
2		0,74	75,5
3		0,75	75,5
4		0,73	76,8
5		0,72	76,1
6		0,74	76,1

7		0,71	76,1
8		0,76	75,5
9		0,78	76,1
10		0,76	75,5
11		0,76	76,1
12		0,76	76,8
13		0,76	75,5
14		0,75	75,5
15		0,76	77,4
1	80	0,79	82,1
2		0,77	80,1
3		0,77	80,1
4		0,76	82,8
5		0,76	82,8
6		0,78	80,1
7		0,78	80,1
8		0,80	80,8
9		0,78	80,1
10		0,77	80,1
11		0,77	80,1
12		0,83	81,5
13		0,78	80,1
14		0,73	80,8
15		0,73	80,8

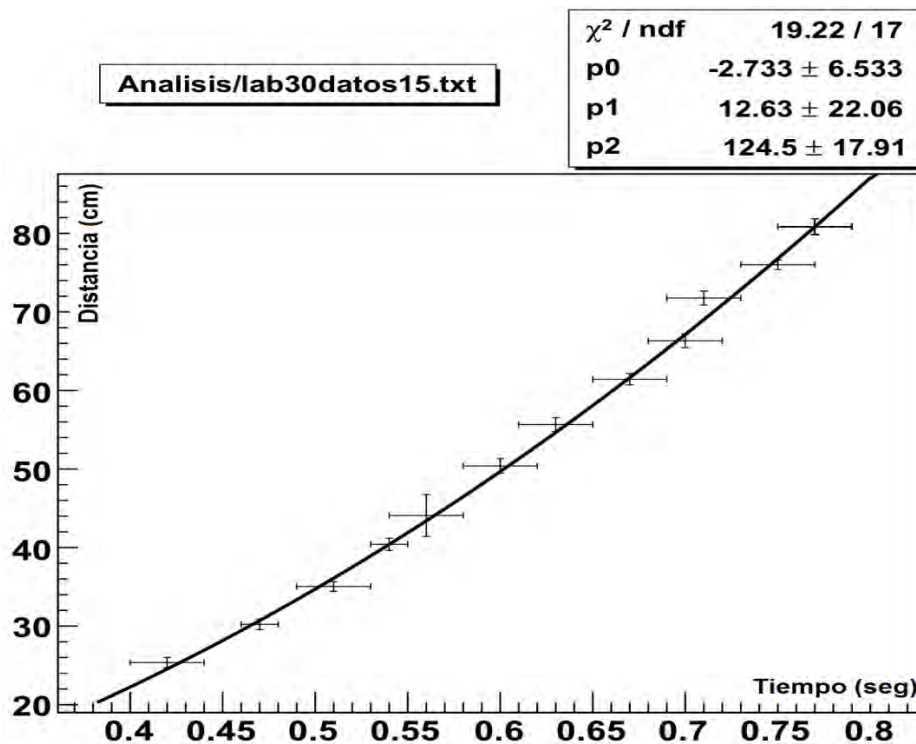
Procesamiento de Datos

Tabla 14 Obtencion del promedio de la variables de tiempo y distancia.

Rango	Promedio			
	Tiempo (seg)		Distancia (cm)	
25	0,42	0,02	25,4	0,7
30	0,47	0,01	30,2	0,7
35	0,51	0,02	35,1	0,6
40	0,54	0,01	40,4	0,8
45	0,56	0,02	45,71	0,8
50	0,60	0,02	50,4	0,9
55	0,63	0,02	55,7	0,9
60	0,67	0,02	61,4	0,7
65	0,70	0,02	66,3	0,9
70	0,71	0,02	71,8	0,9
75	0,75	0,02	76,0	0,6
80	0,77	0,02	80,8	1,0

Gráfica

Figura 63 Relación de Tiempo vs Distancia.



Informe Física I

- **Predicción teórica**

Aplicando la ecuación (9) y los métodos de teoría de errores y tomando como la aceleración de la gravedad igual a 978 cm/s^2 se obtuvo

$$\begin{aligned} u &= 0,27 \pm 0,02 \\ \alpha &= 30 \pm 1 \text{ grados} \\ a_{\text{teo}} &= \mathbf{260,32} \pm \mathbf{34,03 \text{ cm/s}^2} \end{aligned}$$

- **Calculo Experimental**

Tomado los datos de la gráfica obtenida la cual describe le movimiento, se obtuvo los siguientes datos, donde la aceleración experimental a_{exp} se obtiene multiplicando por 2 al valor de p_2 , por lo tanto de los parámetros obtenidos de la grafica se obtiene:

$$\begin{aligned} a_{\text{exp}} &= 2 * p_2 = \mathbf{2*(124,5 \pm 17,91)} \\ x_o &= -2,733 \pm 6,533 \text{ cm} \\ v_o &= 12,63 \pm 22,06 \text{ cm/seg} \\ a_{\text{exp}} &= \mathbf{249,00} \pm \mathbf{35.82 \text{ cm/s}^2} \end{aligned}$$

- **Calculo del Error**

Error porcentual = 4%

6.3.2 Cálculo de la gravedad mediante el plano inclinado:

Objetivos

- Medir la aceleración de la gravedad g por medio del experimento de plano inclinado.
- Calcular experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad para un cuerpo que se desliza por el plano inclinado.
- Aplicar los conceptos de teoría y propagación de errores, en el cálculo de las diferentes magnitudes.

Materiales

- Plataforma Tele operada
- Lápiz y guía de laboratorio
- Material de apoyo

Marco Teórico. La gravedad es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza, junto al electromagnetismo, la interacción nuclear fuerte y la interacción nuclear débil. En el año 1686, Isaac Newton publicó en su obra *Principia Matemática Philosophiae Naturalis* la Ley de gravitación universal, definiéndola como:

Toda partícula de materia del Universo atrae a cualquier otra partícula con una fuerza (F) directamente proporcional al producto de las masas de ambas partículas ($m_1 m_2$) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d^2) que las separa.

Descripción Montaje. La figura 63 nos muestra el esquema de la plataforma que el usuario debe usar para realizar la experiencia. Consiste en dos partes, la primera hace referencia a la interfaz del usuario cuyo objetivo es la manipulación del montaje experimental de manera tele operada, y la segunda, es el montaje a aplicar en el laboratorio.

Figura 64 Plataforma empelada en el desarrollo de la experiencia.



Procedimiento experimental. Una vez ha ingresado a la página de la universidad, www.udenar.edu.co dirijase hacia el enlace de Laboratorios y seleccione la opción de Laboratorios de Física e ingrese con su código y contraseña, en caso contrario debe de registrarse. Luego familiarícese con la interfaz de usuario, escoja el laboratorio a realizar, en este caso *Laboratorio Cálculo de la gravedad mediante el plano inclinado*, haga un reconocimiento de las variables del panel de control y escoja una inclinación, recuerde que este valor de

inclinación lo debe tener en cuenta para el procedimiento matemático. Una vez seleccionada la inclinación escoja el número de eventos a realizar y la distancia para obtener el tiempo.

Presione el botón enviar y observe como el montaje realiza las respectivas mediciones las cuales serán visualizadas en el panel de control una vez ejecuten el total de los eventos. Luego copie la información entregada por el sistema, escoja el número de eventos otra distancia y presione el botón Enviar. El procedimiento es para 7 distancias diferentes.

Recuerde, NO cambiar el valor de la inclinación.

Predicción teórica. Considerando en el montaje la fricción entre el móvil y el respectivo carril una vez se ha inclinado en los grados establecidos por el usuario y teniendo en cuenta que el móvil parte del reposo y por lo tanto se considera el origen del movimiento y dinámicamente el móvil esta influenciado por una fuerza normal perpendicular al movimiento. Bajo estas condiciones, un análisis dinámico muestra que la aceleración de la gravedad del sistema esta determinada por la ecuación 10, sin embargo como se requiere obtener el valor de la aceleración de la gravedad aplicamos la ecuación 11 o 12 según sea el caso.

Donde, a es la aceleración teórica del movimiento, coeficiente de fricción y α es la inclinación del carril. Considere la aceleración de la gravedad “ g ” igual a 978 cm/s^2 .

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \quad (23)$$

$$g = \frac{a}{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} \quad (24)$$

$$g = \frac{a}{(\sin \alpha)}; \mu = 0.0 \quad (25)$$

Registro de Datos. El registro de datos se realizo en tres sesiones de 5 eventos cada una, para un total de 15 datos cada medida de distancia como relaciona en la

Tabla 15 Datos obtenidos de tiempo y distancia..

Tabla 15 Datos obtenidos de tiempo y distancia.

μ	0,18 ± 0,00
Angulo	40 Grados

No. Eve	D_Teo (cm)	T_Med (seg)	D_Med (cm)	
1	25	0,31	25,6	
2		0,29	25,6	
3		0,29	25,1	
4		0,32	25,4	
5		0,29	25,2	
6		0,29	25,1	
7		0,29	24,6	
8		0,31	24,9	
9		0,30	25,9	
10		0,31	26,2	
11		0,31	25,6	
12		0,31	25,1	
13		0,31	25,4	
14		0,31	26,2	
1	30	0,33	30,6	
2		0,34	30,6	
3		0,33	30,6	
4		0,33	30,6	
5		0,33	29,6	
6		0,35	30,8	
7		0,34	30,8	
8		0,34	30,4	
9		0,35	30,2	
10		0,35	30,8	
11		0,34	29,6	
12		0,35	31,4	
13		0,35	31,2	
14		0,35	30,6	
1	35	0,38	34,5	
2		0,38	35,0	
3		0,37	34,5	
4		0,37	34,5	
5	40	0,38	34,5	
6		0,38	34,5	
7		0,37	34,5	
8		0,38	34,5	
9		0,38	34,5	
10		0,39	34,5	
11		0,38	35,5	
12		0,38	34,5	
13		0,38	34,8	
14		0,38	34,5	
1		0,41	39,5	
2		0,40	41,0	
3		0,41	39,8	
4		0,42	40,1	
5	0,43	41,7		
6	0,41	41,0		
7	0,40	41,3		
8	0,41	40,7		
9	0,41	41,3		
10	0,40	39,5		
11	0,41	39,5		
12	0,40	41,0		
13	0,43	41,7		
14	0,41	39,5		
1	45	0,42	44,6	
2		0,41	44,6	
3		0,40	46,7	
4		0,41	46,0	
5		0,40	46,4	
6		0,44	46,0	
7		0,44	46,7	
8		0,45	44,6	
9		0,43	44,6	
10		0,44	46,0	
11		50	0,45	46,4
12			0,43	45,0
13			0,44	46,7
14			0,43	44,6
1	0,46		49,4	
2	0,46		51,0	
3	0,45		49,4	
4	0,46		51,4	
5	0,46		49,8	
6	0,45		50,2	
7	0,46		49,4	
8	0,45		49,4	
9	0,45		49,4	
10	0,47		51,8	
11	0,46	52,3		
12	0,46	52,3		
13	0,45	49,4		
14	0,46	51,0		
1	55	0,46	54,9	
2		0,47	54,9	
3		0,46	57,7	
4		0,48	56,3	
5		0,49	56,3	
6		0,48	55,8	
7		0,47	55,8	
8		0,48	56,3	
9		0,47	55,3	
10		0,47	54,9	
11		0,47	54,9	
12		0,47	55,8	
13		0,47	54,9	
14		0,49	57,7	
15	0,48	57,2		
1	60	0,49	62,7	

2		0,49	62,7
3		0,49	61,7
4		0,49	60,1
5		0,49	60,1
6		0,50	60,1
7		0,50	61,7
8		0,51	61,1
9		0,51	62,7
10		0,49	60,1
11		0,50	62,2
12		0,50	60,6
13		0,52	62,7
14		0,48	61,7
15		0,48	61,7
1	65	0,52	65,9
2		0,53	65,4
3		0,52	66,5
4		0,52	65,9
5		0,53	68,2
6		0,53	66,5
7		0,52	65,4
8		0,52	65,4
9		0,52	66,5
10		0,54	67,1
11		0,52	65,6
12		0,52	65,4
13		0,52	66,8
14		0,52	65,6
15		0,52	65,4
1	70	0,53	70,6
2		0,53	70,6
3		0,54	71,8
4		0,55	70,6
5		0,55	70,6
6		0,54	72,4
7		0,54	70,6
8		0,54	72,4
9		0,52	71,8
10		0,52	71,8
11		0,55	72,4

12		0,54	73,0
13		0,54	71,8
14		0,53	71,8
15		0,53	71,8
1	75	0,56	75,5
2		0,57	76,1
3		0,55	75,5
4		0,60	77,4
5		0,56	75,5
6		0,55	75,5
7		0,55	78,1
8		0,59	78,1
9		0,57	76,1
10		0,55	75,5
11		0,57	76,8
12		0,57	76,8
13		0,56	85,1
14		0,57	75,8
15		0,56	75,1
1	80	0,60	80,8
2		0,59	80,1
3		0,59	81,5
4		0,58	80,1
5		0,61	83,5
6		0,58	81,5
7		0,57	82,8
8		0,59	81,5
9		0,58	82,8
10		0,59	81,5
11		0,58	80,1
12		0,60	80,8
13		0,59	80,8
14		0,58	81,5
15		0,59	82,1

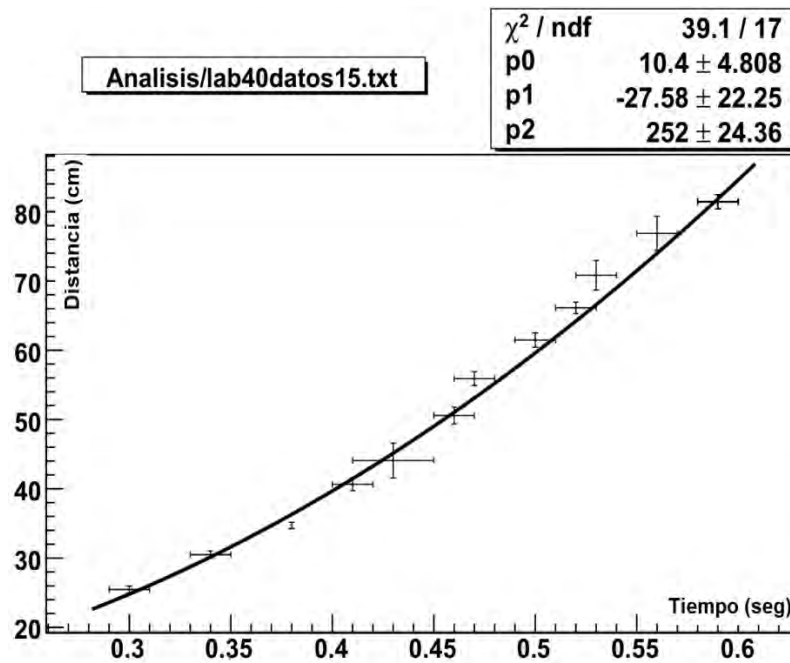
Procesamiento de Datos:

Tabla 16 Obtencion del promedio de la variables de tiempo y distancia.

Rango	Promedio			
	Tiempo (seg)		Distancia (cm)	
25	0,30	0,01	25,5	0,5
30	0,34	0,01	30,5	0,5
35	0,38	0,00	34,7	0,5
40	0,41	0,01	40,6	0,9
45	0,43	0,02	45,7	0,9
50	0,46	0,01	50,6	1,2
55	0,47	0,01	55,9	1,0
60	0,50	0,01	61,5	1,0
65	0,52	0,01	66,1	0,8
70	0,53	0,01	71,6	0,9
75	0,56	0,01	76,2	1,0
80	0,59	0,01	81,4	1,0

Gráfica:

Figura 65 Relación de Tiempo vs Distancia.



Informe Física I:

- **Predicción teórica de la aceleración**

La gravedad es igual a 978 cm/s^2

- **Calculo Experimental**

Tomado los datos de la gráfica obtenida la cual describe le movimiento, se obtuvo los siguientes datos, donde la aceleración experimental a_{exp} se obtiene multiplicando por 2 al valor de p_2 , por lo tanto de los parámetros obtenidos de la grafica se obtiene:

$$a_{\text{exp}} = 2 * p_2 = 2*(252,00 \pm 24.36)$$

$$\begin{array}{rclcl} x_o & = & 10,4 & \pm & 4,808 \text{ cm} \\ v_o & = & 27,58 & \pm & 22,25 \text{ cm/seg} \\ a_{\text{exp}} & = & \mathbf{504,00} & \pm & \mathbf{48.72 \text{ cm/s}^2} \end{array}$$

Aplicando la ecuación 11, se obtiene la gravedad experimental $g_{\text{exp}} = 998,22 \text{ cm/s}^2$

- **Calculo del Error**

Error porcentual = **2%**

7. RESULTADOS

Se consiguió:

- El desarrollo de un prototipo mecánico, que para efectos experimentales en el área de cinemática y dinámica, realiza el mismo registro de datos que el carril de Fletcher ubicado en los laboratorios de física de la Universidad de Nariño, el cual adicionalmente lleva incorporado un par de motores con el fin de controlar el móvil y poder variar el ángulo de inclinación de manera autónoma, consiguiendo cambios en la aceleración del móvil.

Figura 66. Implementación final prototipo Mecatrónico.



Un dispositivo electrónico multifuncional de instrumentación, con capacidad de adquirir variables físicas, procesamiento matemático, control de cargas de potencia, con comunicación con el operario por medio de la interfaz RS232 y comunicación con el usuario por medio del puerto USB.

Figura 67 Implementación final tarjeta microcontrolada.

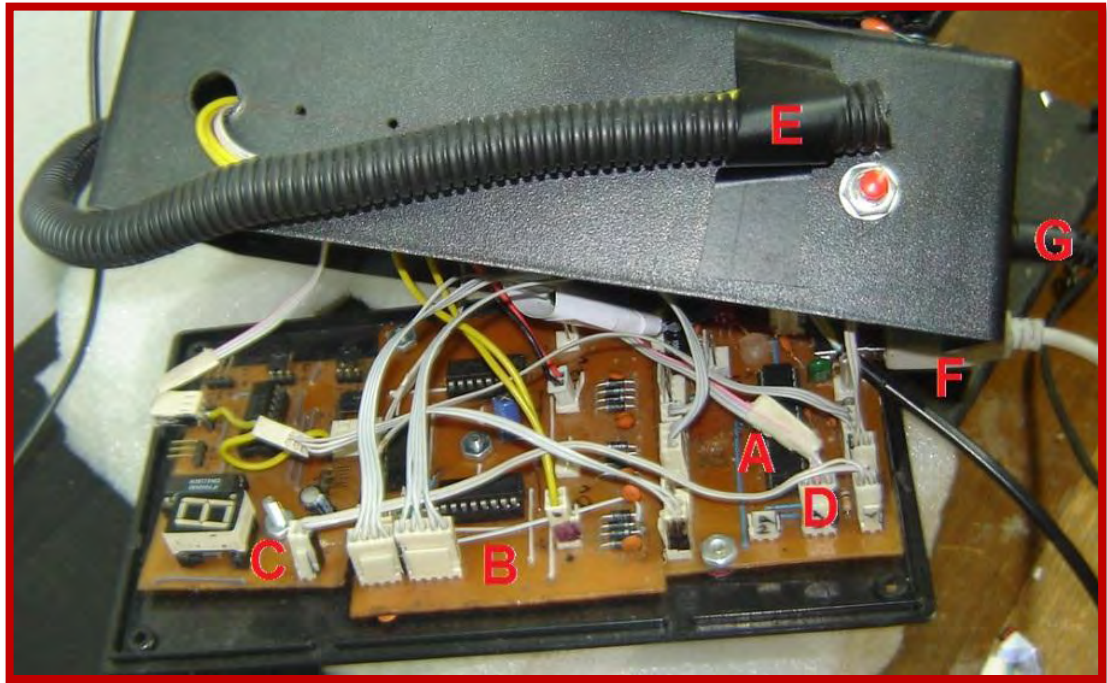


Tabla 17 Descripción componentes tarjeta microcontrolada

ITEM	DESCRIPCION
A	Microcontrolador
B	Etapa de Potencia cargas electromotrices
C	Etapa de Sensores
D	Entrada A/D sensor de Distancia
E	Conexión con la maquina
F	USB
G	Alimentación de Voltaje

Desarrollo del software aplicativo para el manejo de la plataforma tele operada, con comunicación con los experimentos físicos remotos para la obtención de variables físicas o químicas con su respectivo acondicionamiento instrumental. Además, el desarrollo del sistema de reservas.

Figura 68 Página principal de la plataforma de Laboratorios Teleoperados.

Laboratorios Teleoperados

Universidad de Nariño

Nombre de Usuario: Contraseña:

LABORATORIOS INSTRUCCIONES INFORMACION ADMINISTRACIÓN RESERVAS AYUDA

BIENVENIDOS
A LA PLATAFORMA DE LABORATORIOS TELEOPERADOS
DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

1. Registrarse creando una cuenta de usuario, posteriormente debe esperar la confirmación del administrador de la plataforma para que su cuenta sea activada. ([Regístrate Aquí](#))

2. Solicitar una reserva del laboratorio que desea desarrollar y será enviado un mensaje con la fecha y hora en la cual puede desarrollar la práctica y junto a ello recibirá una contraseña de acceso al laboratorio solicitado.

Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado

Calculo de la Gravedad con plano Inclinado

Para visualizar los laboratorios de manera óptima se recomienda utilizar Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome instalada la Versión Virtual de JAVA, Adobe Flash Player y Adobe Acrobat Reader.

Grupo de Instrumentación y Sistemas Inteligentes

Universidad de Nariño
Ciudad Urcuquí, Torobajo - Calle 16 Carrera 33
1764-2711462
San Juan de Pasto - Colombia

Figura 69 Datos y video recibidos panel de control.

The screenshot shows a web interface for a laboratory. On the left is a navigation menu with options like 'Página Principal', 'Área personal', 'Páginas del sitio', 'Mi perfil', and 'Cursos'. The main content area features a video player showing a physics experiment with a pendulum-like apparatus. Below the video, the text 'Datos Enviados' and 'Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado' is displayed. A table lists the following data:

Tiempo (Seg.)	Distancia (cm)
[0.7] Seg	[25.6] cm
[0.7] Seg	[24.8] cm
[0.74] Seg	[25.6] cm
[0.7] Seg	[24.6] cm
[0.7] Seg	[24.6] cm

At the bottom of the data section, there is a 'Regresar' button.

Figura 70 Ingreso al sistema de reserva.

The screenshot shows the login page for 'Laboratorios Teleoperados' at the 'Universidad de Narriño'. The header includes the university logo and the 'udznar' logo. There are input fields for 'Nombre de usuario' and 'Contraseña', and an 'Entrar' button. A navigation bar below the header contains links for 'LABORATORIOS', 'INSTRUCCIONES', 'INFORMACION', 'ADMINISTRACIÓN', 'RESERVAS', and 'AYUDA'. The 'RESERVAS' link is highlighted in red. A dropdown menu is open over the 'RESERVAS' link, showing options for 'Estudiantes' and 'Docentes', with 'Docentes' selected. Below the navigation bar, there is a 'RESERVA' section with a green checkmark icon and a 'No' button. At the bottom of the page, there are links for 'Tablón', 'Mi Cuenta', 'Planificación', and 'Ayuda'.

The screenshot shows a login form with the following fields and elements:

- Input field for 'Nombre de Usuario o Email'.
- Input field for 'Contraseña'.
- Dropdown menu for 'Lenguaje' with 'Español' selected.
- Checkable option for 'Recuérdame'.
- 'Iniciar Sesión' button.

Figura 71 Interfaz del sistema de reserva.



- Un procedimiento de calibración basándose en metodologías estadísticas con el fin de obtener polinomios que se ajusten a los valores que requiere la aplicación y garantizar mediciones precisas de distancia, tiempo e inclinación.

Calibración Distancia

Y como resultado de la calibración se obtuvieron los siguientes polinomios:

$$y = -9.191281211 x^6 + 82.38227078 x^5 - 282.151357 x^4 + 437.9869796 x^3 - 231.7770982 x^2 - 148.185696 x + 215.3451531$$

Este polinomio es la relación matemática entre voltaje y distancia, donde la variable de distancia depende del valor de voltaje suministrado, es útil en la parte del microcontrolador cuando se requiera expresar el valor del voltaje obtenido por el conversor AD y obtener la distancia que midió el sensor.

$$y = -3.09246229 \cdot 10^{-11} x^6 + 1.308815331 \cdot 10^{-8} x^5 - 2.199777721 \cdot 10^{-6} x^4 + 1.834546375 \cdot 10^{-4} x^3 - 7.475898561 \cdot 10^{-3} x^2 + 9.611643337 \cdot 10^{-2} x + 2.364885931$$

Este polinomio en función es similar al anterior, no obstante es útil para obtener un valor de voltaje equivalente a la distancia que el usuario suministra por medio del panel de control.

Para 55 grados el mayor valor de porcentaje de error corresponde al 5%, el valor que mas se repite es de 0% y el promedio de error es de 2%. Los valores para los demás ángulos están consignados en Anexo (J). Finalmente la calibración de la

distancia esta dentro de las expectativas del instrumento de medida y el rango de la distancia esta definido en la figura 54.

Calibración Inclinación

Haciendo el procedimiento similar al anterior y colocando estos valores en herramientas matemáticas de regresión numérica, se obtuvieron los siguientes polinomios:

- **de pulso a grados**

$$y = 1.238044945 \cdot 10^{-7} x^4 - 2.732393465 \cdot 10^{-5} x^3 + 1.99150411 \cdot 10^{-3} x^2 + 0.534817288 x + 9.278878991 \cdot 10^{-2}$$

- **de grados a pulsos**

$$y = -1.679947789 \cdot 10^{-6} x^4 + 2.158667241 \cdot 10^{-4} x^3 - 9.127665498 \cdot 10^{-3} x^2 + 1.84090029 x - 7.230903879 \cdot 10^{-2}$$

El segundo polinomio es el utilizado en el servlet para permitirle al usuario elegir los grados dentro de un rango de valores y así variar la inclinación en el brazo de la máquina.

Calibración Tiempo. En base a los datos obtenidos en la calibración del tiempo se obtuvo en relación al cronometro C1 (tabla 11) se obtuvo la siguiente información:

- El mayor valor de Error porcentual era de 10% para el tiempo obtenido con el osciloscopio mientras que 8% lo obtuvo la ecuación lineal.
- El valor que más se repite corresponde a 0% para ambos métodos.
- El porcentaje promedio de error para el primer método (osciloscopio) fue del 2% mientras que para el método Lineal fue del 3%.

Rango de trabajo de las variables calibradas:

- Distancia entre 25.0 a 80.0 cm \pm 1.5 cm.
- Inclinación entre 25 a 60 grados \pm 1 grado.
- Tiempo en base a la calibración se obtiene un error porcentual del 3% en la medición de este parámetro. Es decir todo valor medido estará entre \pm 3% del tiempo tomado.

Y finalmente, se logró el **“DISEÑO DE UNA PLATAFORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS TELE OPERADOS”**.

Tabla 18 Resultados finales del desarrollo de la plataforma

OBJETIVOS	
ÍTEM	% TERMINADO
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y operar los experimentos de cinemática y dinámica para describir cada uno de los componentes del experimento involucrado y determinar su estado actual. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de sensores relacionados con las variables que intervienen con el experimento. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Usar transductores para convertir las variables de cada experimento físico en señales eléctricas y luego acondicionar en niveles adecuados para ser interpretados por la tarjeta de adquisición de datos. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar sistemas de adquisición de datos. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el software a través de la cual se haga la captura y envió de datos vía web. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Integrar el sistema de adquisición y el software de captura y envió de datos en una plataforma tele operada de laboratorio. 	Alcanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar pruebas y comprobar la eficacia de la plataforma 	Alcanzado

Tabla 19 Progreso de las actividades

Actividades	
• Revisión del estado de los equipos utilizados en los experimentos de cinemática y dinámica.	100
• Revisión bibliográfica	100
• Determinación de mecanismos a utilizar.	100
• Implementación de los sensores	100
• Diseñar los módulos electrónicos	100
• Desarrollar el software	100
• Realizar pruebas con los prototipos.	100
• Realizar las pruebas del sistema completo	100
• Realizar el informe final del proyecto, guías de laboratorio y manual de usuario	100

8. CONCLUSIONES

Se estableció una arquitectura para la plataforma de laboratorios tele operados, dejando una base tanto teórica como práctica e indicando unas pautas y herramientas tecnológicas para el diseño e implementación de nuevos laboratorios en el futuro con características importantes como son portabilidad, modularidad y escalabilidad que permitan reducir el tiempo para su puesta en marcha en nuevas practicas de laboratorio. Permitiendo agregar nuevas funciones a la plataforma con un grado relativamente bajo de simplicidad.

Mediante el desarrollo de este proyecto se realizado un importante aporte importante en la integración de herramientas TIC con áreas específicas de la asignatura de física I (cinemática y dinámica) que puede ser utilizada por estudiantes de diferentes programas en la universidad Nariño, y que posteriormente pueden ser aplicadas a otros campos de estudio. Que facilitan la interacción remota con un sistema de adquisición de datos. Abriendo nuevos caminos en la docencia de asignaturas que requieran experimentación conformando un componente innovador en la enseñanza.

A través de la plataforma de laboratorios teleoperados se proporciona la posibilidad de articular diferentes experimentos de diferentes áreas para optimizar y compartir recursos físicos empleados en el desarrollo de prácticas de laboratorio que no requieren necesariamente encontrarse centralizados. Todo esto sin la necesidad de la presencia física del estudiante o del docente laboratorista. Eliminado barreras geográficas o evitando inconvenientes de transporte en el caso de estudiantes con discapacidad.

Se utilizo JAVA (Servlet) y Flash como parte de sus componentes fundamentales, puesto que incorpora compatibilidad y seguridad, permitiendo que el laboratorio remoto sea accedido no solamente desde computadores personales sino también desde dispositivos de tecnología móvil como Tablet y Smartphone que cuenten con el soporte adecuado para estas tecnologías.

Se encontró que la variación del coeficiente de fricción cinético, que en teoría debería ser constante pero en la practica no es una cantidad constate debido a un fenómeno bien documentado denominado stick-slip en el cual su valor es función de la velocidad de deslizamiento, donde el coeficiente de fricción (μ) decrece a mientras que aumenta la velocidad de deslizamiento.

Se halló que el coeficiente de fricción del montaje después de una gran cantidad de pruebas también se ve afectado por las condiciones de temperatura que presenta el recinto donde se tiene el montaje para su teleoperación. Esta temperatura esta dada por la variación climática.

El sensor GP2Y0A02YK funciona adecuadamente en medidas de distancia, para objetos fijos a velocidades bajas, cuando la velocidad de desplazamiento se incrementa, la medida de distancia del sensor muestra un incremento en la cantidad de medidas erróneas siendo necesario realizar múltiples tomas de la misma medida.

9. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el diseño e implementación de la plataforma tele operada nace la idealización de continuar mejorando la maquina e incrementando las practicas que la plataforma puede realizar, así mismo está en condición de satisfacer la demanda en varias prácticas de laboratorio, por ejemplo, adecuar la maquina añadiendo actuadores neumáticos o electromotrices con lo cual se pueda controlar varios cuerpos móviles de distintas características físicas y así poder obtener valores de rozamiento diferentes.

También en la adecuación apropiada del carril de aire para minimizar el efecto de la fricción sobre el móvil para lo cual se debería realizar un carril con pequeños orificios perforados equidistantemente y adecuar el suministro de aire con una bomba para tal fin.

Además al añadir al brazo de la máquina un resorte y un sistema para medir la distancia, esta en la posibilidad de medir cuanto se comprime un resorte cuando una fuerza lo comprime, en este caso la fuerza es el móvil que se desliza sobre el carril en dirección del resorte y para así poder aplicar conocimientos físicos en cuanto al teorema de Trabajo y Energía, así también como aplicar la Ley de Hooke y con el procedimiento adecuado relacionar la comprensión del resorte con la fuerza aplicada por el móvil.

En fin no solo se puede modificar la máquina, sino también al duplicar la plataforma y conectarla al servidor en otro experimento, esta en la capacidad de realizar dos practicas distintas, como lectura de variables químicas, una vez se tenga acondicionado dicha variable química con su transductor adecuado, así también como el control y monitorización de un invernadero, cuyas variables Temperatura y Humedad, estarían a la disposición de la plataforma e información para el usuario.

Finalmente, se desea continuar con el prototipo y poder implementarlo en la realización de practicas de laboratorio de física 1 en la universidad de Nariño, sede Toro bajo, así mismo mejorar y optimizar los procesos y la manera de medición tanto de distancia como de tiempo para ofrecer al estudiante variables físicas con mayor precisión tendiendo a la minimización de los errores.

BIBLIOGRAFÍA

ARROYAVE FRANCO, Mauricio; VELÁSQUEZ TORRES, Álvaro; OLARTE HERNÁNDEZ, Tomás y MONTOYA MENDOZA, Juan. Laboratorios remotos: diversos escenarios de trabajo co-laboratories: new arenas for scientific work. Anuario electrónico de estudios en Comunicación Social 4(2). España: s.n. 2011.

AUMAILLE, Benjamin. J2EE desarrollo de aplicaciones web. Madrid: s.n 2002.

ALLEN, Chris. et.al. The Essential Guide to Open Source Flash Development. Madrid: Apress, 2008.

ALONSO, Marcelo y FINN, Edward J. Física, Mecánica. México: Fondo Educativo Interamericano, 1971.

BERNAL BETANCOURTH, Santiago. Implementación de una plataforma web para la administración de laboratorios remotos de física. Pereira: Universidad Católica de Pereira, 2011.

BALCELLS, Josep, and ROMERAL, José Luis. Autómatas programables. Marcombo. Mexico: s.n. 1997.

CALVACHE, B. et al. Laboratorio distribuido con acceso remoto a través de RENATA para la experimentación en robótica. México: s.n. 2011.

CALVO, Isidro; ZULUETA, Ekaitz, y GANGOIT, Unai. Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. México: s.n. 2008.

CANDELAS HERÍAS, Francisco Andrés, and SÁNCHEZ MORENO, José. Recursos didácticos basados en Internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de ingeniería de sistemas y automática. México: s.n. 2005.

COLADO ZALDÍVAR, Ulises. Robótica Asistida por Teleoperación y Realidad Virtual. Bogotá: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, 2003.

DEITEL, Harvey M. y DEITEL, Paul J. Cómo programar en Java. Pearson Educación. México: s.n. 2004.

DÍAZ TORO, Andrés Alejandro, *et. al.* Flarer, framework para el desarrollo de laboratorios de acceso remoto sobre redes de alta velocidad (renata) en el área de la robótica." e-colabora. En: "Revista de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por redes de tecnología avanzada" Vol. 1. Bogotá, (ene-2000).

GARCÍA LLINÁS, Luis Fernando. Programación orienta a objetos en Java. Bogotá: Universidad del Norte, 2010.

GARCÍA ZUBÍA, Javier; ALVES R, Gustavo. Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation. Bilbao: University of Deusto Publicaciones, 2011.

GARDNER, Nigel. Pic Micro MCU: An Introduction to Programming the Microchip Pic in Ccs C. Madrid: Ccs Incorporated Retrieved , 2002.

HOCKX-YU, Helen; CRAWFORD, Lewis y JOHNSON, Stephen. Capturing and replaying streaming media in a web archive. Madrid: British Library, 2010.

IBRAHIM, Dogan. Advanced PIC Microcontroller, Projects in C From USB to RTOS with the PIC18F Series. Madrid: Newnes, 2008.

JORQUERA D, Marcos. Administración de servicios de Internet/ Administration of Internet Services: De La Teoria a La Practica/ from Theory to Practice. Madrid: Universidad de Alicante, 2008.

KHAMIS, Rashwan, ALAA, Mohamed. Interacción remota con robots móviles basada en internet. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2003.

KORDIC, Vedran. Cutting edge robotics. Madrid: edited by I-Tech. I-Tech, 2005.

MA, Jing, and NICKERSON, V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. Madrid: ACM COMPUT, 2006.

MADER, Kevin; ILYA GRIBOV, Jimmy, and ROB, Levy. Esplanade Runner - Autonomous Vehicle Navigation in Small Vehicles. Madrid: GRIN Verlag, 2011.

MOYANO, Jonathan. PIC18F2550 y USB Desarrollo de aplicaciones. Madrid: s.n. 2009.

MÁRQUEZ, Andújar; and SANGUINO, Mateo. Diseño de Laboratorios Virtuales y/o Remotos. Un Caso Práctico. En: Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. Vol 1. Bogotá, (ene-2010)

OÑATIVIA, Gerónimo. “jPicUSB : Clase Java para comunicación USB con PICs usando API de Microchip.” Madrid: s.n. 2009.

PATTERSON, David A.; HENNESSY, John L. y CANAL CORRETGER, Ramón. Estructura y Diseño de Computadores. Madrid: Reverte, 2000

PÉREZ, María Teresa, *et. al.* Innovación en docencia universitaria con moodle. Casos prácticos. México: Club Universitario, 2009.

RANGEL V, Cesar Augusto; CHACÓN R, Rafael Antonio, and ARAQUE GALARDO, José Antonio. Development of a Remote Access Microcontrollers. En: Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, Madrid, (ene-2012).

ROSADO, L, and HERREROS, J R. Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Madrid: s.n. 2005.

SERWAY, Raymond A., and JEWETT, John W. Física para ciencias e ingeniería, Vol.1. Madrid: Cengage Learning Editores, 2005.

STAIR, Ralph M., and REYNOLDS, George W. Principios de sistemas de información: enfoque administrativo. Madrid: Cengage Learning Editores, 2000.

TEJEDOR, José y GOMEZ, Antonio. Prácticas de “Fundamentos físicos de la informática. Valencia: Ed. Univ. Politéc, 2003.

TODA, Kohji, and SHINZO, Yoshida. An optoelectronic device using Au-diffused Pb₂CrO₅ thin films.” Electronics and Communications in Japan (Part II: Electronics). Japan: s.n. 1991.

ANEXOS

Anexo A. Componentes Arquitectura cliente - servidor.

1.1. CLIENTE

El cliente es la entidad por medio de la cual un usuario solicita un servicio, realiza una petición o demanda el uso de recursos. Este elemento se encarga, básicamente, de la presentación de los datos y/o información al usuario en un entorno gráfico. Como ejemplos de clientes pueden citarse interfaces de usuario para enviar comandos a un servidor, herramientas en el cliente para tener acceso a servidores remotos o aplicaciones que solicitan acceso a servidores para algunos servicios o recursos.

1.2. SERVIDOR

El servidor es la entidad física que provee un servicio y devuelve resultados; ejecuta el procesamiento de datos, las aplicaciones y el manejo de información o recursos. En algunos casos existen procesos auxiliares que se encargan de recibir las solicitudes del cliente, verificar la protección, activar un proceso servidor para satisfacer la petición, recibir su respuesta y enviarla al cliente. Por las razones anteriores, la plataforma computacional asociada con los servidores es más poderosa que la de los clientes. Por esta razón se utilizan Computador potentes, estaciones de trabajo, minicomputadores o sistemas grandes. Además deben manejar servicios como administración de la red, mensajes, control y administración de la entrada al sistema ("login"), etc.

1.3. MIDDLEWARE

Para que los clientes y los servidores puedan comunicarse se requiere una infraestructura lógica que proporcione los mecanismos básicos de direccionamiento y transporte. A dicha infraestructura se le denomina Middleware, el cual es un término que abarca a todo el software distribuido necesario para el soporte de interacciones entre clientes y servidores, permitiendo manejar diferentes ambientes de computación.

El middleware es un módulo intermedio que no pertenece a los dominios del servidor, ni a la interfaz de usuario, ni a la lógica de la aplicación en los dominios del cliente; tampoco debe confundirse con la red física en sí (cableado, señales de radio o infrarrojas). Es una interfaz lógica estándar de los servicios de red. Sus funciones son:

- Independizar las dos entidades: El cliente y el servidor no necesitan saber comunicarse entre ellos, sino cómo comunicarse con el módulo de middleware.

- Traducir la información de una aplicación y pasarla a la otra: acepta consultas y datos recuperándolos de la aplicación cliente, los transmite y envía la respuesta de regreso. También genera los códigos de error.
- Controlar las comunicaciones: da a la red las características adecuadas de desempeño, confiabilidad, transparencia y administración.



El middleware de servicios específicos es necesario para cumplir un tipo particular de servicio de cliente-servidor. Así, existe un middleware específico para los servidores dedicados: Middleware para bases de datos, middleware para trabajo en grupo o para ejecutar los procesos de tele operación etc.

1.4. APACHE TOMCAT

Es un servidor de aplicaciones open source o llamado también contenedor Web para Servlets y paginas JSP. Este contenedor es un marco de ejecución que maneja e invoca Servlets por cuenta del usuario, las aplicaciones encargas del control directo y envío de ordenes al hardware USB, se hacen a través de Tomcat, las aplicaciones se cargan en el servidor por medio de archivos empaquetados de distribución o Web Archives o simplemente "War Files". El proceso mediante el cual se carga una aplicación al servidor con War files se conoce como despliegue de la aplicación, la importancia de estos archivos radica en que se puede distribuir archivos WAR y ser desplegados en cualquier servidor Tomcat.³⁹

³⁹ JORQUERA D, Marcos. Administración de servicios de Internet/ Administration of Internet Services: De La Teoria a La Practica/ from Theory to Practice. Madrid: Universidad de Alicante, 2008. p. 55.

Figura 72 Interfaz Gestor de aplicaciones de Tomcat

Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat

Mensaje:

Gestor

[Listar Aplicaciones](#)
 [Ayuda HTML de Gestor](#)
 [Ayuda de Gestor](#)
 [Estado de Servicio](#)

Aplicaciones					
Trajectory	Versión	Nombre a Mostrar	Ejecutándose	Sesiones	Comandos
/	Ninguno especificado	Red5 War	true	0	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos
/WebApplication02	Ninguno especificado		true	0	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos
/docs	Ninguno especificado	Tomcat Documentation	true	0	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos
/examples	Ninguno especificado	Servlet and JSP Examples	true	0	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos
/host-manager	Ninguno especificado	Tomcat Host Manager Application	true	0	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos
/manager	Ninguno especificado	Tomcat Manager Application	true	1	Avancar (Parar) (Recargar) (Replegar) (Expirar sesiones) sin trabajar a: 30 minutos

Desplegar

Desplegar directorio o archivo WAR localizado en servidor

Trayectoria de Contexto (opcional):
 URL de archivo de Configuración XML:
 URL de WAR o Directorio:

Archivo WAR a desplegar

Seleccione archivo WAR a cargar (Seleccionar archivo) No se ha seleccionado ningún archivo

Previo a su instalación es importante tener instalado una serie complementos como son Java Development Kit o (JDK), que es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en Java y Java Runtime Environment o JRE que es un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas Java.

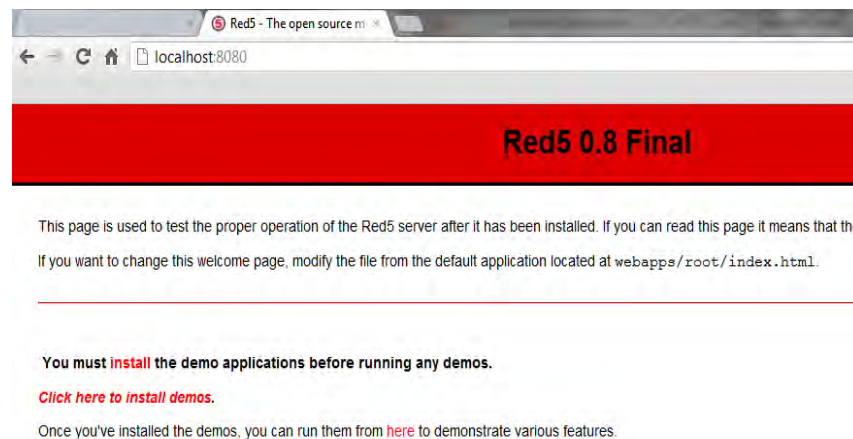
1.5. RED5

Es un servidor open source escrito en Java, específicamente diseñado para trabajar con Adobe flash Player y de manera alternativa al servidor Flash Media Server. Estos servidores permiten realizar captura, codificación, compresión y difusión (broadcast) o streaming de video y audio ya sea bajo demanda o en vivo (live streaming o live broadcast), ya sea a partir de archivos de video almacenados en el servidor o dispositivos de captura como cámara, tarjetas de TV y micrófono, de esta manera el usuario remoto o cliente puede visualizar los contenidos mediante el reproductor Flash Player instalado. Para ello utiliza el protocolo Real Time Messaging Protocol (RTMP) con lo cual se puede transmitir contenido en tiempo real, utilizando la sintaxis de ActionScript que es un lenguaje

de programación orientado a objetos propio de Adobe conocido como, y además contiene todas las cualidades con las cuales se pueden utilizar aplicaciones de comunicación que se utilizan en Flash Media Server de la empresa Adobe.

“RED5 también puede ser utilizado para el desarrollo de una variedad de aplicaciones enriquecidas de internet tales como: salas de video chat, Juegos multiusuario, Streaming de video (archivos FLV), Streaming de audio (archivos MP3) y Publicación de Streaming en vivo entre otras”.⁴⁰

Figura 73 Interfaz RED5.



- **ActionScript** es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Adobe. Es un lenguaje interpretado, por tanto necesita ser ejecutado en una máquina virtual. El lenguaje en si es código abierto, y tanto el compilador como maquina virtual están disponibles en código abierto. Está basado en ECMAScript, el lenguaje estándar internacional para “scripting” (teniendo por tanto la misma sintaxis y semántica que JavaScript). La máquina virtual que lo ejecuta es conocida como AVM (“ActionScript Virtual Machine”) y se encuentra dentro de Flash Player.

- **RTMP “Real Time Messaging Protocol”**. Es un protocolo propietario de Adobe Systems para el envío de audio, video y datos a través de Internet entre un reproductor Flash y un servidor que implemente el protocolo RTMP, para ello utiliza invocaciones o tipos de datos ActionScript, por tanto estarán en formato AMF, o bien audio y video en formato Flash Video RTMP se encuentra sobre TCP y utiliza por defecto el puerto 1935. “Se enmarca en el nivel 5 del estandar OSI, en la capa de sesión, ya que asegura la persistencia de múltiples sesiones RTMP

⁴⁰ ALLEN, Chris. *et.al.* The Essential Guide to Open Source Flash Development. Madrid: Apress, 2008. p. 15.

iniciadas entre dos maquinas en las que se proporcionan los servicios de transmisión de video bajo demanda (streaming) o en vivo, a través de invocación a procedimiento remoto (RPC) e intercambio de datos ActionScript⁴¹.

- **Action Message Format (AMF)** es el formato binario utilizado para serializar objetos e invocaciones ActionScript. Se utiliza principalmente para el intercambio de datos entre una aplicación Flash y un servicio remoto, habitualmente en Internet. La primera versión se conoce como AMF0, y apareció en Flash 6 en 2001. Permaneció sin cambios a pesar de la salida de ActionScript 2.0 con Flash 7. Con el lanzamiento de Flash 9 apareció ActionScript 3.0, una versión totalmente remodelada del lenguaje y con él, la nueva versión denominada AMF3 donde una de las mayores diferencias o mejoras que aporta AMF3 es que soporta datos binarios (ByteArray) y int, datos no soportados por AMF0 debido a que en la época que apareció el formato, Flash Player no soportaba estos tipos de datos.

La utilización típica desde un reproductor Flash consiste en un programa ActionScript que se conecta contra un servidor a través de una URL, luego accede al servicio que acepta comunicación AMF y puede invocar métodos en el servicio. Los argumentos enviados en las invocaciones son serializados en formato AMF y de-serializados en el lado receptor (por flash player). El servicio procesa la entrada y opcionalmente, devuelve datos mediante AMF. De esta forma es posible intercambiar información de estado, invocar métodos remotos y transmitir tipos complejos de datos.

Dado que el servidor RED5 esta desarrollado enteramente en JAVA, esto le otorga una de sus cualidades más sobresalientes que es la de ser multiplataforma y demás de otras características importantes:

- Soporta los formatos FLV (Flash Video, códec ffmpeg) y MP3.
- Capacidad para almacenar el streaming del cliente.
- Share Objects.
- Publicación Live Streaming.
- Soporte para AMF o Flash Remoting.

La interacción cliente-servidor se realiza mediante llamadas a métodos remotos desde los clientes aprovechando las capacidades ofrecidas por Red5 para ello, las respuestas del servidor son enviadas como objetos serializados e interpretadas por el cliente.

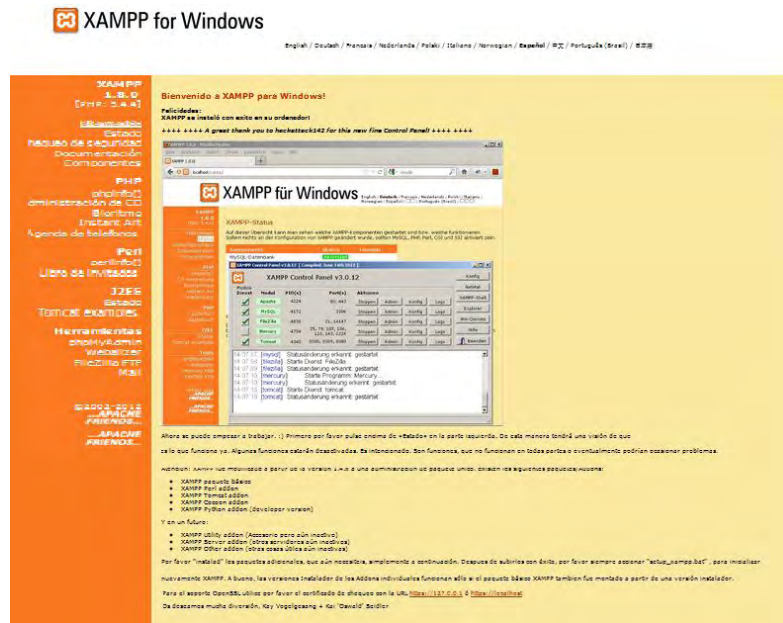
⁴¹ MÉNDEZ, Carmona, Aplicación de multiconferencia Flash Meeting. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos, 2011. p. 55.

RED5 puede instalarse como servidor independiente o también se distribuye como aplicación Web para ser desplegada en Tomcat. En el primer caso es necesario descargar un paquete auto ejecutable para Windows que realiza la descompresión de los archivos necesarios y posteriormente mente modifica algunos registros del sistema operativo para que red5 funcione adecuadamente. En el segundo caso de igual manera debe descargarse el archivo WAR de RED5, el cual contiene la información necesaria de despliegue para correr dentro del servidor Tomcat, para realizar esto se debe acceder al “Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat “, luego cargar el archivo War que contiene la aplicación de Red5 y por ultimo realizar el despliegue.⁴²

1.6. XAMPP

XAMPP es un paquete de instalación que incluye los servicios de Apache HTTP Server (httpd), un gestor de bases de datos MySql y soporte para ejecución de scripts PHP como lenguaje de páginas dinámicas en el lado del servidor. El paquete de instalación XAMPP está disponible para todas las versiones de Windows y Linux.

Figura 74 Interfaz XAMPP.

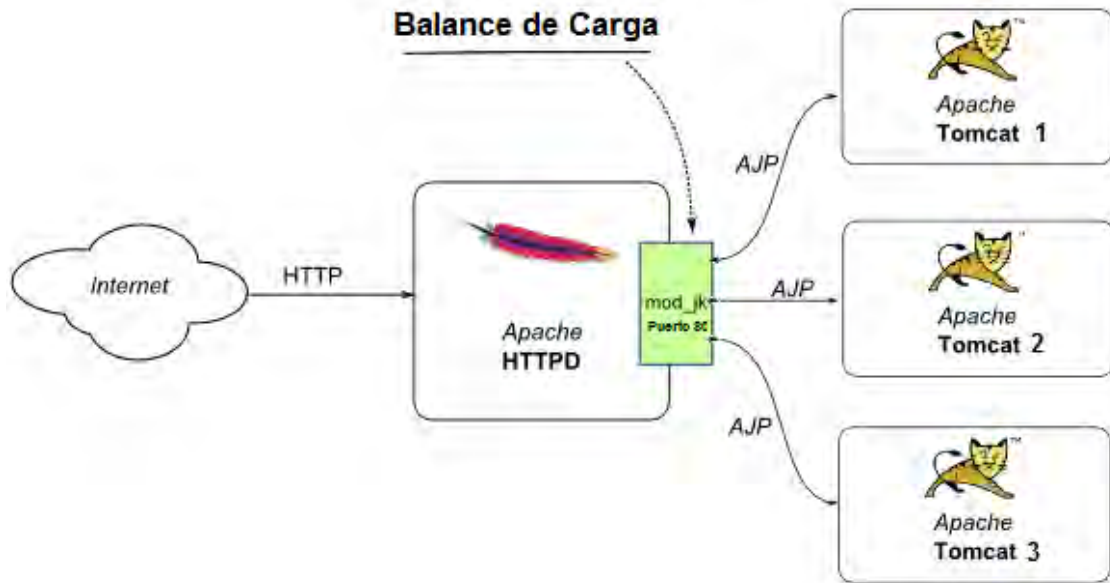


Otra de las ventajas de este paquete es que trae integrado un conector para realizar la comunicación entre el servidor apache httpd y Tomcat denominado conector mod_jk, el cual se comunica mediante Apache JServProtocol (AJP), y

⁴² Disponible en Internet: <http://code.google.com/p/red5/>. Citado febrero de 2012.

esto permite que el servidor Web (apache httpd) envíe solicitudes hacia el servidor de aplicaciones (Tomcat), con el fin de introducir una mayor gestión en las conexiones de los clientes y mayor la seguridad en las transacciones del sistema. Así mismo se puede enlazar varias instancias al servidor web permitiendo así una mayor tolerancia a errores y aligerar la carga en los servidores Java.⁴³

Figura 75 Diagrama utilización conector mod_jk.



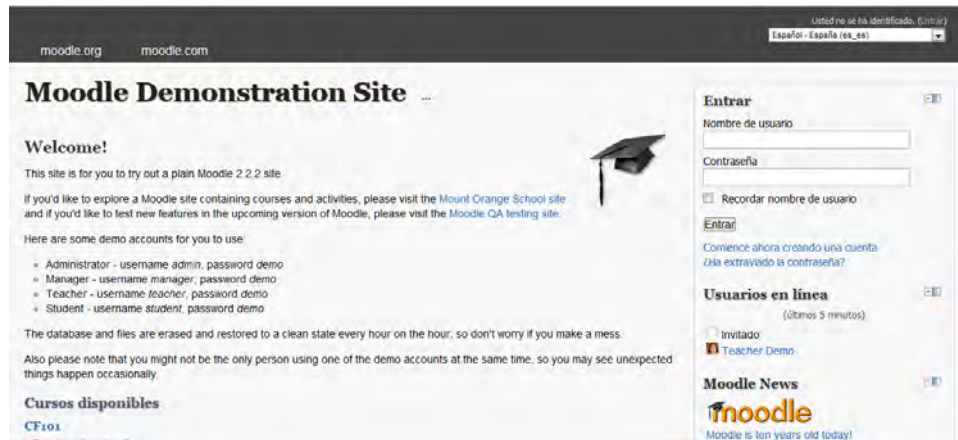
1.7. MOODLE

Denominado "Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos" se instala sobre WAMP y es el software que se usó para crear la plataforma de gestión de contenido destinado hacia el aprendizaje para los usuarios, puesto que es una herramienta ampliamente utilizada en el entorno educativo, y está encaminada a ofrecer la implementación de cursos accesibles mediante Internet, estos cursos pueden estar organizados en diferentes áreas y en cada área disponer de material de lectura como: fundamentos teóricos, guías de laboratorio, además de foros, encuestas, cuestionarios, tareas y enlaces.⁴⁴

⁴³ Disponible en Internet: <http://www.apachefriends.org/es/xampp.html>. Citado febrero de 2012.

⁴⁴ PÉREZ, María Teresa. *et. al.* Innovación en docencia universitaria con moodle. Casos prácticos. Madrid: Club Universitario, 2009. p.100.

Figura 76 Instalación de Moodle finalizada.



Tiene especial importancia la clasificación de usuarios puesto que según el rol de cada uno de los usuarios es posible desempeñar diferentes papeles ya sea en la administración de la plataforma y los cursos. Entre los diferentes tipos de usuarios los más importantes son:

Clases de usuarios

- **Administrador principal:** Puede hacer cualquier cosa incluido crear nuevos administradores.
- **Administrador:** Puede hacer cualquier cosa excepto crear nuevos administradores.
- **Creador de cursos:** Puede crear y enseñar en sus cursos.
- **Profesor:** Puede hacer cualquier cosa en sus cursos incluido matricular alumnos.
- **Alumnos:** Puede participar en los foros y actividades, y ser calificados
- **Invitado:** Puede ver los recursos pero tiene restringida su participación en las actividades

Semanas y Temas

La organización de un curso podrá llevarse a cabo por semanas o bien por temas, según la elección del docente. Luego de la creación del curso, su configuración, y la matriculación de usuarios, estos podrán acceder al mismo y observar una serie de bloques diferenciados que representan las semanas del curso o temas, según el formato que se halla establecido, el cual tendrá distintos tipos de actividades que los alumnos deberán realizar para su evaluación.

Módulos y Extensiones

La plataforma virtual Moodle es un sistema bastante flexible y escalable puesto que permite de dotar de funcionalidad extra al instalarle nuevos módulos o extensiones que son las herramientas para el funcionamiento de los cursos virtuales en Moodle, mediante los cuales se pueden añadir nuevas y diversas capacidades a la plataforma por ejemplo, el recurso de comunicación por Skype, los crucigramas, las sopas de letras, etc. Ya que de forma básica no cuenta con estas funciones.

Los módulos son desarrollados por los miembros de la comunidad y posteriormente agregados al repositorio de la página principal del Moodle y para su instalación y/o modificación debe hacerse desde su ubicación que es en el directorio principal de Moodle en el servidor.

Actividades en Moodle

Moodle ofrece la posibilidad de añadir cada semana o tema distintos tipos de acciones y precisamente uno de los módulos principales que se ofrece es el de actividades, en este se listan todas las categorías de actividades disponibles para el curso (foros, consultas, tareas, etc.). Cada uno de los tipos de actividades se muestra en el orden cronológico en el cual el docente las va agregando a cada uno de los cursos.

Desde el bloque de actividades se puede acceder a todas las actividades del curso, de las cuales se tiene disponible las siguientes:

- Tareas.
- Chat.
- Consulta.
- Foro.
- Cuestionario.
- Recurso.
- Encuesta
- Glosarios
- Lecciones
- Talleres
- Wikis

Recursos en Moodle

Moodle posee ciertos recursos, que son objetos que un profesor puede usar para asistir el aprendizaje, como un fichero o un enlace. Moodle soporta un rango amplio de recursos que los profesores pueden añadir a las secciones del curso.

En el modo edición, un profesor puede añadir recursos a través de un menú desplegable. Los recursos aparecen como un simple enlace con un icono delante que representa el tipo de recurso.

- **Archivo** - una imagen, un documento pdf, una hoja de cálculo, un fichero de sonido, un fichero de video.
- **Carpeta** - las carpetas ayudan a organizar los ficheros. Las carpetas pueden contener otras carpetas.
- **Paquete IMS** - añade material estadístico desde otros recursos en el formato IMS estándar
- **Etiqueta** - que pueden ser unas pocas palabras o una imagen para separar recursos y actividades en un tema o una lección aunque también pueden ser descripciones largas o instrucciones para las actividades.
- **Página** - el alumno ve una página navegable y simple que el profesor crea con un robusto editor de HTML.
- **URL** - puede enviar al alumno a cualquier lugar a través del navegador. Flickr, Youtube, Wikipedia, entre otros.

Una de las ventajas de Moodle es su alto nivel de personalización mediante temas y a la integración de TinyMCE que es un editor de texto tipo WYSIWYG (What You See Is What You Get - "lo que ves es lo que obtienes) para HTML de código abierto distribuido gratuitamente bajo licencia LGPL, funciona completamente en JavaScript y esto hace que TinyMCE sea independiente de la plataforma y se ejecute directamente en el entorno del navegador de internet.

Características Técnicas

Moodle utiliza Linux/Windows usando Apache, MySQL y PHP, aunque es probado regularmente en los sistemas operativos MacOS X y Netware 6.

Los requerimientos de Moodle son los siguientes:

- Un servidor web, preferiblemente Apache, aunque funciona en otro servidor web que soporte PHP, como el IIS (Internet Information Server) de la plataforma Windows.
- Una instalación de PHP en funcionamiento Moodle 2 necesita como mínimo la versión 5.2.8
- Una base de datos: MySQL o PostgreSQL, que están completamente soportadas y recomendadas para su uso con Moodle. Moodle 2 necesita como mínimo la versión 5.0.25.

Estructura del sitio: Moodle posee una serie de directorios para realizar modificaciones para añadir funcionalidades adicionales, temas, o etc., así como para realizar modificaciones a nivel de código, a continuación se muestra una descripción de estos directorios :

config.php - contiene la configuración fundamental del sitio.
install.php - el script que ejecutará para crear el archivo config.php.
version.php - define la versión actual del código de Moodle.
index.php - la página principal del sitio.
admin/ - Código para administrar todo el servidor.
auth/ - Módulos para la autenticación de usuarios.
blocks/ - Módulos para los pequeños bloques laterales contenidos en muchas páginas.
calendar/ - Código para manejar y mostrar eventos de calendario.
course/ - Código para presentar y gestionar los cursos.
doc/ - Documentación de ayuda de Moodle. (Por ejemplo esta página).
files/ - Código para presentar y gestionar los archivos cargados.
lang/ - Textos en diferentes idiomas, un directorio por idioma.
lib/ - Librerías del código fundamental de Moodle.
login/ - Código para manejar las entradas y creación de cuentas.
mod/ - Todos los módulos de los cursos de Moodle.
pix/ - Gráficos genéricos del sitio.
theme/ - Paquetes de temas/pieles para cambiar la apariencia del sitio.
user/ - Código para mostrar y gestionar los usuarios.

“Para ejecutar el script de instalación (install.php), sólo tiene que acceder a la dirección URL de su instalación Moodle usando un navegador web, o simplemente acceder a <http://suservidor/install.php> directamente y Moodle detectará la configuración adecuada del servidor y guiará a través de algunas pantallas para ayudar a completar la instalación”.⁴⁵

⁴⁵ Disponible en Internet: http://docs.moodle.org/all/es/Paquetes_para_Instalaci%C3%B3n_Completa. Citado Marzo de 2011.

Anexo B. Microcontrolador y Lenguajes para su programación

1.1. DEFINICIÓN

Un microcontrolador es un sistema microprocesador el cual contiene datos, programa de memoria, entradas y salidas seriales y paralelas, temporizadores e interrupciones externas e internas, todo ello integrado en un mismo encapsulado es decir un microcontrolador es una computadora de un solo chip y además de bajo costo y utilizado para el control de aplicaciones.

1.2. DIFERENCIA ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR

Un microprocesador se diferencia de un microcontrolador en varias maneras. La principal distinción es que el microprocesador requiere de varios de otros componentes para su operación, además como una memoria de programa y memoria para los datos, dispositivos de entrada y salida y en circuito externo de reloj. En cambio un microcontrolador tiene todo lo necesario dentro de un simple chip. Todos los microcontroladores operan con un conjunto de instrucciones almacenadas en su memoria. En un microcontrolador recupera las instrucciones de la memoria de programa una a una, las decodifica estas instrucciones y entonces lleva a cabo las operaciones requeridas.

1.3. APLICACIÓN

Alrededor del 40 por ciento de todas las aplicaciones de microcontroladores se encuentran en equipos de oficina (computadores, impresoras, fax y teléfonos). Cerca de un tercio de todos los microcontroladores se encuentran en productos electrónicos de consumo, tales como reproductores de CD, equipos de alta fidelidad, videojuegos, además, el mercado de las comunicaciones, automoción y la parte militar.

En teoría, este simple chip tiene todo lo necesario para ejecutar un sistema microcontrolado. Sin embargo en la práctica, las aplicaciones requieren a menudo de componentes adicionales para su interacción con el entorno. Con la llegada de los microcontroladores PIC de Microchip, el tiempo en el desarrollo de proyectos electrónicos se ha reducido en varias horas.

Básicamente, ejecuta un programa de usuario el cual es cargado en su memoria de programa. Bajo el control de este programa los datos son recibidos de dispositivos externos (entradas), son procesados y enviados a dispositivos externos (salidas). Por ejemplo, en un horno basado en un microcontrolador este sistema lee la temperatura por medio de un sensor de temperatura y activa un ventilador o un calefactor para mantener la temperatura en un valor deseado.

1.4. LENGUAJE ENSAMBLADOR

El lenguaje ensamblador es la representación simbólica de la codificación binaria de un computador (lenguaje de maquina). El lenguaje ensamblador es mas próximo a los humanos que el lenguaje de maquina ya que usa símbolos y no bits. Los símbolos del lenguaje ensamblador dan nombre a tiras de bits de aparición frecuente, como son los códigos de operación y los especificadores de registros; de esta manera, las personas pueden leerlos y recordarlos. Además, el lenguaje ensamblador permite a los programadores el uso de etiquetas para identificar y dar nombre a palabras de memoria que almacenan instrucciones o datos.

“Una herramienta denominada ensamblador traduce, lenguaje ensamblador a instrucciones binarias. Los lenguajes ensambladores ofrecen una representación más próxima al programador que los ceros y unos del computador, que simplifica la escritura y lectura de los programas. Los nombres simbólicos para operaciones y posiciones de memoria son una faceta de esta representación”⁴⁶.

1.5. LENGUAJE C⁴⁷

El lenguaje C fue desarrollado por Laboratorios Bell en al década de 1970 por Dennis Ritchie y Brian Kernighan. Uno de las primeras plataformas implementadas fue el PDP-11 el cual corría bajo el entorno UNIX. Desde su introducción, ha evolucionado y se ha estandarizado en toda la industria de la computación. El PC se ha convertido en una plataforma de desarrollo rentable utilizando C++ u otras versiones favorecidas de la norma ANSI.

⁴⁶ PATTERSON, David A.; HENNESSY, John L. y CANAL CORRETGER, Ramón. Estructura y Diseño de Computadores. Madrid: Reverte, 2000. p. 50.

⁴⁷ GARDNER, Nigel. Pic Micro MCU: An Introduction to Programming the Microchip Pic in Ccs C. Madrid: CCS Incorporated, 2002. p. 20.

Anexo C. USB

1.1. ANTECEDENTES

En un principio se tenía la interfaz serie y paralelo, pero era necesario unificar todos los conectores creando uno más sencillo y de mayores prestaciones. Así nació el USB (Universal Serial Bus) con una velocidad de 12Mb/seg y con su evolución, USB 2.0, apodado USB de alta velocidad. Con velocidades en este momento de hasta 480 Mb/seg, es decir, 40 veces más rápido que las conexiones mediante cables USB 1.1. Hoy en día el USB 3.0, de súper velocidad⁴⁸.

El USB (Universal Serial Bus) sirve para conectar periféricos a una computadora. Fue creado en 1996 por siete empresas: IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.

USB es una nueva arquitectura de bus que forma parte de los avances plug and play y permite instalar periféricos sin tener que abrir el computador para instalarle el hardware, es decir, basta con conectar dicho periférico en la parte posterior del computador y listo.

Una característica importante es que permite a los dispositivos trabajar a velocidades mayores, en promedio a unos 12 Mbps, esto es más o menos de 3 a 5 veces más rápido que un dispositivo de puerto paralelo y de 20 a 40 veces más rápido que un dispositivo de puerto serial. El estándar incluye la transmisión de energía eléctrica al dispositivo conectado. Algunos dispositivos requieren una potencia mínima, así que se pueden conectar varios sin necesitar fuente de alimentación extra. La gran mayoría de los concentradores incluyen fuentes de alimentación que brindan energía a los dispositivos conectados a ellos, pero algunos dispositivos consumen tanta energía que necesitan su propia fuente de alimentación. Los concentradores con fuente de alimentación pueden proporcionarle corriente eléctrica a otros dispositivos sin quitarle corriente al resto de la conexión (dentro de ciertos límites).

1.2. FUNCIONAMIENTO

El diseño del USB tenía en mente eliminar la necesidad de adquirir tarjetas separadas para poner en los puertos bus ISA o PCI, y mejorar las capacidades plug-and-play permitiendo a esos dispositivos ser conectados o desconectados al sistema sin necesidad de reiniciar. Cuando se conecta un nuevo dispositivo, el servidor lo enumera y agrega el software necesario para que pueda funcionar. El USB puede conectar los periféricos como mouse, teclados, escáneres, cámaras

⁴⁸ Disponible en Internet: <http://www.usb.org/developers/ssusb/>. Citado Febrero de 2012.

digitales, teléfonos celulares, reproductores multimedia, impresoras, discos duros externos, tarjetas de sonido, sistemas de adquisición de datos y componentes de red. Para dispositivos multimedia como escáneres y cámaras digitales, el USB se ha convertido en el método estándar de conexión. Para impresoras, el USB ha crecido tanto en popularidad que ha empezado a desplazar a los puertos para personal.

Esta arquitectura trabaja como interfaz para transmisión de datos y distribución de energía, que ha sido introducida en el mercado de los computadores y periféricos para mejorar las lentas interfaces serie (RS-232) y paralelo. Esta interfaz de 4 hilos, 12 Mbps y "plug and play", distribuye 5V para alimentación, transmite datos y está siendo adoptada rápidamente por la industria informática. Es un bus basado en el paso de un testigo, semejante a otros buses como los de las redes locales en anillo con paso de testigo y las redes FDDI. El controlador USB distribuye testigos por el bus. El dispositivo cuya dirección coincide con la que porta el testigo responde aceptando o enviando datos al controlador. Este también gestiona la distribución de energía a los periféricos que lo requieran.

Emplea una topología de estrellas apiladas que permite el funcionamiento simultáneo de 127 dispositivos a la vez. En la raíz o vértice de las capas, está el controlador anfitrión o host que controla todo el tráfico que circula por el bus. Esta topología permite a muchos dispositivos conectarse a un único bus lógico sin que los dispositivos que se encuentran más abajo en la pirámide sufran retardo. A diferencia de otras arquitecturas, USB no es un bus de almacenamiento y envío, de forma que no se produce retardo en el envío de un paquete de datos hacia capas inferiores.

Las señales del USB son transmitidas en un cable par trenzado con impedancia de $90\Omega \pm 15\%$ llamados D+ y D-. Éstos, colectivamente utilizan señalización diferencial en half dúplex para combatir los efectos del ruido electromagnético en enlaces largos. D+ y D- usualmente operan en conjunto y no son conexiones simplex. Los niveles de transmisión de la señal varían de 0 a 0.3V para bajos (ceros) y de 2.8 a 3.6V para altos (unos) en las versiones 1.0 y 1.1, y en $\pm 400\text{mV}$ en Alta Velocidad (2.0). En las primeras versiones, los alambres de los cables no están conectados a tierra, pero en el modo de alta velocidad se tiene una terminación de 45Ω a tierra o un diferencial de 90Ω para acoplar la impedancia del cable.

Anexo D. JAVA

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

Las aplicaciones Java están típicamente compiladas en un bytecode, aunque la compilación en código máquina nativo también es posible. En el tiempo de ejecución, el bytecode es normalmente interpretado o compilado a código nativo para la ejecución, aunque la ejecución directa por hardware del bytecode por un procesador Java también es posible.

La implementación original y de referencia del compilador, la máquina virtual y las librerías de clases de Java fueron desarrolladas por Sun Microsystems en 1995. Desde entonces, Sun ha controlado las especificaciones, el desarrollo y evolución del lenguaje a través del Java Community Process, si bien otros han desarrollado también implementaciones alternativas de estas tecnologías de Sun, algunas incluso bajo licencias de software libre.

Entre noviembre de 2006 y mayo de 2007, Sun Microsystems liberó la mayor parte de sus tecnologías Java bajo la licencia GNU GPL, de acuerdo con las especificaciones del Java Community Process, de tal forma que prácticamente todo el Java de Sun es ahora software libre (aunque la biblioteca de clases de Sun que se requiere para ejecutar los programas Java todavía no es Software libre).

1.1. CLASES, OBJETOS Y MÉTODOS

Un objeto es un concepto, abstracción o cosa con límites bien definidos y con significado dentro del problema, con lo cual un objeto puede ser cualquier cosa. Por lo tanto un objeto puede representar cosas concretas (como automóviles, casas, libros, etc.) y objetos que representen cosas abstractas (como pensamientos, ideas, etc.).

No obstante una clase describe a un conjunto de objetos que comparten una estructura y un comportamiento común. Más concretamente, una clase es un molde o una plantilla que indica cómo será un objeto de dicha clase. Por ejemplo, en el área de la construcción, una clase podría ser el plano de una casa que indica la estructura que debe tener cada una de las casas y los objetos son la materialización de las casas construidas a partir de dicho plano. Es por ello que se define a un objeto como una instancia de una clase.

1.2. APPLET⁴⁹

Un applet es un mini programa que solo puede ejecutarse sobre un explorador web. El applet se descarga automáticamente como parte de la página web (similar a la descarga de un grafico o imagen). Cuando se activa un applet, ejecuta un programa. Este mecanismo de ejecución automática nos proporciona una forma de distribuir automáticamente el software del cliente, libre de errores y sin necesidad de realizar complejas reinstalaciones, pues obtiene la ultima versión. De esta manera la computadora del cliente puede encargarse de manera rápida de la tarea de dibujar una serie de datos, en lugar de esperar a que el servidor genere el grafico y devuelva una imagen al explorador. De este modo, no solo aumenta de forma inmediata la velocidad y la capacidad de respuesta, sino que disminuyen también la carga de trabajo de los servidores y el tráfico de red, evitando así que todo internet se ralentice.

1.3. TECNOLOGÍA SERVLET Y CGI

Un CGI (Common Gateway Interface) es un programa que se ejecuta en tiempo real en un Web Server en respuesta a una solicitud de un navegador. “Cuando esto sucede el Web Server ejecuta un proceso hijo que recibirá los datos que envía el usuario (en caso de que los haya), pone a disposición del mismo algunos datos en forma de variables de ambiente y captura la salida del programa para enviarlo como respuesta al navegador”⁵⁰.

Los Servlets son la respuesta de la tecnología Java a la programación CGI. Son programas que se ejecutan en un servidor Web y construyen páginas Web. Esto último es útil ya que:

- Las pagina Web esta basada en datos enviados por el usuario, por ejemplo, las páginas de resultados de motores de búsquedas se generan de esta forma y los programas que procesan los pedidos desde sitios de comercio electrónico también.
- Los datos cambian frecuentemente, por ejemplo, un informe sobre el tiempo o páginas de noticias podrían construir la página dinámicamente, quizás devolviendo una página previamente construida y luego actualizada.
- Las páginas Web que usan información desde bases de datos corporativos u otras fuentes, por ejemplo, usarían esto para hacer una página Web en una tienda online que liste los precios actuales y el número de artículos en existencias.

⁴⁹ BRUCE, Eckel. Piensa en Java. Madrid: Perason Education S.A., 2007. p. 50.

⁵⁰ ALONSO GARCÍA, Catalina M. y PADILLA MALDONADO, Lorenzo J. Aplicaciones educativas de las tecnologías de la información y la comunicación. Bogotá: Ministerio de Educación, 2005.

1.4. VENTAJAS DE LOS SERVLETS SOBRE EL CGI

Los Servlets Java son más eficientes, fáciles de usar, más poderosos, más portables, y más baratos que el CGI tradicional y otras muchas tecnologías del tipo CGI. (Y lo que es más importante, los desarrolladores de Servlets cobran más que los programadores de Perl).

- **Eficiencia.** Con CGI tradicional, se arranca un nuevo proceso para cada solicitud HTTP. Si el programa CGI hace una operación relativamente rápida, la sobrecarga del proceso de arranque puede dominar el tiempo de ejecución. Con los Servlets, la máquina Virtual Java permanece en arranque y cada petición es manejada por un hilo Java de peso ligero, no un pesado proceso del sistema operativo.

De forma similar, en CGI tradicional, si hay N peticiones simultáneas para el mismo programa CGI, el código de este problema se cargará N veces en memoria. Sin embargo, con los Servlets, hay N hilos pero sólo una copia de la clase Servlet. Los Servlet también tienen más alternativas que los programas normales CGI para optimizaciones como los cachés de cálculos previos, mantener abiertas las conexiones de bases de datos, etc.

- **Conveniencia.** La conveniencia de poder utilizar un lenguaje familiar, los Servlets tienen una gran infraestructura para análisis automático y decodificación de datos de formularios HTML, leer y seleccionar cabeceras HTTP, manejar cookies, seguimiento de sesiones, y muchas otras utilidades.

- **Potencia.** Los Servlets Java nos permiten fácilmente hacer muchas cosas que son difíciles o imposibles con CGI normal. Por algo, los Servlets pueden hablar directamente con el servidor Web. Esto simplifica las operaciones que se necesitan para buscar imágenes y otros datos almacenados en situaciones estándares. Los Servlets también pueden compartir los datos entre ellos, haciendo las cosas útiles como almacenes de conexiones a bases de datos fáciles de implementar. También pueden mantener información de solicitud en solicitud, simplificando cosas como seguimiento de sesión y el caché de cálculos anteriores.

- **Portable.** Los Servlets están escritos en Java y siguen un API bien estandarizado. Consecuentemente, los Servlets escritos, digamos en el servidor I-Planet Enterprise, se pueden ejecutar sin modificarse en Apache, Microsoft IIS, o WebStar. Los Servlets están soportados directamente o mediante plug-in en la mayoría de los servidores Web.

- **Barato.** Hay un número de servidores Web gratuitos o muy baratos que son buenos para el uso "personal" o el uso en sitios Web de bajo nivel. Sin embargo, con la excepción de Apache, que es gratuito, la mayoría de los servidores Web

comerciales son relativamente caros. Una vez que tengamos un servidor Web, no importa el coste del servidor, añadirle soporte para Servlets (si no viene pre configurado para soportarlos) es gratuito o muy barato.

1.5. JSP

Java Server Pages (JSP) es una tecnología que nos permite mezclar HTML estático con HTML generado dinámicamente. Muchas páginas Web que están construidas con programas CGI son casi estáticas, con la parte dinámica limitada a muy pocas localizaciones. Pero muchas variaciones CGI, incluyendo los Servlets, hacen que generemos la página completa mediante el programa, incluso aunque la mayoría de ella sea siempre lo mismo.

1.6. VENTAJAS DE JSP

- **Contra Active Server Pages (ASP).** ASP es una tecnología similar de Microsoft. Las ventajas de JSP están duplicadas. Primero, la parte dinámica está escrita en Java, no en Visual Basic, otro lenguaje específico de MS, por eso es mucho más poderosa y fácil de usar. Segundo, es portable a otros sistemas operativos y servidores Web.
- **Contra los Servlets.** JSP no nos da nada que no pudiéramos en principio hacer con un Servlet. Pero es mucho más conveniente escribir (y modificar) HTML normal que tener que hacer un billón de sentencias "println" que generen HTML. Además, separando el formato del contenido se puede poner diferentes personas en diferentes tareas: en diseño de páginas Web construir el HTML y los programadores de Servlets se encargan del contenido dinámico.
- **Contra Server-Side Includes (SSI).** SSI es una tecnología ampliamente soportada que incluye piezas definidas externamente dentro de una página Web estática. JSP es mejor porque nos permite usar Servlets en vez de un programa separado para generar las partes dinámicas. Además, SSI, realmente está diseñado para inclusiones sencillas, no para programas "reales" que usen formularios de datos, hagan conexiones a bases de datos, etc.

Contra JavaScript. JavaScript puede generar HTML dinámicamente en el cliente. Es una capacidad útil, pero sólo maneja situaciones donde la información dinámica está basada en el entorno del cliente. Con la excepción de las cookies, el HTTP y envío de formularios no están disponibles con JavaScript. Y, como se ejecuta en el cliente, JavaScript no puede acceder a los recursos en el lado del servidor, como bases de datos, catálogos, información de precios.

Anexo E. Código Microcontrolador

Figura 77 Envío de datos mediante “sendToPic”.

```
public void sendToPic(char funcion,byte evento,byte distancia,byte angulo) 1
{
    try
    {
        comOut[0]=(byte)funcion;
        comOut[1]=evento;
        comOut[2]=distancia;
        comOut[3]=angulo; 2
    }

    for(i=0;i<maxDataOut;i++)
    {
        System.out.println("Enviando"+" ["+i+"]"+": "+comOut[i]);
    }

    iface.Write("vid_04d8&pid_000b",0,comOut,maxDataOut,1000);
    iface.Close(0); 3
}
catch (Exception ex)
{
    System.out.println("ERROR:" + ex.getMessage());
}
finally
{
    iface.Close(0);
}
}
```

1. Hace referencia al nombre del método a ser invocado por el Servlet y las variables que van a ser enviadas hacia el microcontrolador.
2. Las variables se colocan en un arreglo de valores, es decir se forma una cadena, variable denominada “comOut” y cuyo largo es de 4 bytes.
3. Se utiliza el método propio de la librería jPicUsb, iface.Write, el cual se encarga de enviar la cadena de bytes comOut hacia el dispositivo identificado con los valores “vid&pid”. La variable maxDataOut corresponde al largo del valor a ser enviado, para el cual es de 4 y el valor de 1000 pertenece al timeout, la cual es una variable que hace referencia al tiempo máximo que se toma al ser enviado el dato. En la práctica este valor es mucho más pequeño.

Figura 78 Recepción de datos mediante “getToPic”.

```
public String getToPic(int inRead, long inTime) 1
{
    byte[] delPic = new byte[inRead]; 2
    try
    {
        j++;
        do
        {
            i++;
            delPic = iface.Read("vid_04d8&pid_000b",0,inRead,inTime);
            rtaDelPic = new String(delPic,"utf-8");
            System.out.println(">"+j+"="+i+"IN.rtaDelPic: "+rtaDelPic);
        }while(rtaDelPic.length()==0);
        System.out.println(">"+j+"="+i+"OUT.rtaDelPic: "+rtaDelPic);
        iface.Close(0);
        j=0;
        i=0;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        System.out.println("ERROR:" + ex.getMessage());
    }
    return(rtaDelPic);
}
```

1. Llamada al método y se carga las variables requeridas pro el método.
2. Variable tipo byte de cadena (tipo array byte). La variable “delPic” lee el resultado que le envía el microcontrolador.
3. Utiliza la función iface.Read, contiene los parámetros de identificación con el dispositivo, una variable de control cuyo valor es 0, la variable inRead la cual se almacena la información proveniente desde el dispositivo y una variable de tiempo, similar al método anterior. Luego de que la variable “delPic” recibe la información en formato byte, este valor debe ser convertido a formato de codificación de caracteres utf-8 y se almacena en la variable “rtaDelPic”. Este proceso sigue mientras se lea cada byte de información. Finalmente el método iface.Close cierra la función y el valor ha sido adquirido por el Servlet.

Figura 79 Código necesario para el control de la aplicación.

```

#include <pic18_usb.h>
#include "header.h"
#include <usb.c>
#include <useUtiles01.c>
#include <useUsb04.c>
1

void main()
{
    output_b(0);
    delay_ms(2000);
    setup_adc_ports(AN0);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    set_adc_channel(0);
    delay_us(100);
    2

    usb_init();
    3
    usb_wait_for_enumeration();
    b
    usbEstado=enabled;
    c

    do
    {
        4
        usb_task();
        delay_us(500);
        usbOn();
        while(usbEstado==disabled)
        {
            leer_sensores();
            usbOff();
        }
    }while(TRUE);
}

```

1. Conjunto de librerías útiles para el manejo de parámetros propios del microcontrolador, dichas librerías son útiles bajo el compilador CCS⁵¹, entre ellas se destacan:

- **<pic18_usb.h>**: driver de capa hardware de la familia propia del microcontrolador utilizado.
- **<usb.c>**: peticiones y configuraciones USB, dentro de la cual esta usb.h la cual son funciones, definiciones y librerías globales útiles para en el USB.
- **<useUtiles01.c>**: conjunto de instrucciones empleadas en operaciones de control y operaciones matemáticas.
- **<useUsb04.c>**:instrucciones principales utilizadas para el control de la comunicación USB, las dos funciones principales son:
 - usbOn: esta función permite activar el puerto USB y permanecer en modo de “Escucha”, lo cual significa estar activo a los datos de entrada suministrados por el Servlet.

⁵¹ GARCIA BREIJO, Eduardo. Compilador C CCS y simulador PROTEUS para microcontroladores PIC. México: Alfaomega, 2000. p. 60.

- **usbOff**: desactiva el puerto USB una vez los datos suministrados por el Servlet son recibidos por el microcontrolador. Luego ejecuta las operaciones que le fueron suministradas por el usuario.
2. Conjunto de parámetros de configuración del microcontrolador, permite configurar y activar el conversor AD y establecer el canal de lectura, Previamente el microcontrolador al usar el compilador CCS se ha configurado los pines necesarios en la aplicación.
 3. Funciones para la configuración del modo USB.
 - a. **usb_init**: inicializa el hardware USB. Espera en un bucle infinito hasta que el periférico USB es conectado al bus.
 - b. **usb_wait_for_enumeration**: entra en un ciclo infinito hasta que el dispositivo es reconocido.
 - c. **usbEstado**: variable cuyo objetivo es la activación del puerto USB.
 4. Ejecución del programa principal, el cual se mantiene en modo activo hasta que son leídos los datos enviados por el usuario, esto se garantiza por medio del estado “enabled”. Una vez leídos los datos, se envía el estado “disabled” con lo cual el USB del microcontrolador se desactiva hasta ejecutar las operaciones requeridas.

Estado Enabled

Llamado de la función `usbOn`, la cual tiene dos métodos a destacar:

1. Este método es útil porque es el encargado de estar “escuchado el puerto USB”, una vez que detecta información en la entrada del puerto USB se dispone a capturarla y guardarla en la variable “`getToUSB`” cuya variable corresponde a una cadena de bytes cuya longitud es de 5, aunque este valor puede ser modificado si la aplicación así lo requiere. Además los datos capturados son distribuidos en orden de jerarquía tal cual lo muestra el código con la preposición “`clon`”, se realiza de esta manera para poder manipular cada valor en su respectivo proceso del microcontrolador. Al finalizar el código se indica una instrucción cuyo fin es el cambio de estado a “disabled”.
2. Este método es el encargado de enviar la información una vez que la aplicación ha terminado de ejecutar la tarea asignada por el usuario. Con lo cual envía una cadena de bytes en donde esta los datos están codificados, que para esta aplicación corresponde a datos de tiempo en segundos y distancia en centímetros. Esta información se envía utilizando el método “`usb_puts`”, se

caracteriza de enviar una cadena de bytes cuya variable se denomina "sendToUsb" y cuya longitud corresponde a 50 bytes, el valor de 1000 corresponde a un valor de tiempo en milisegundos que garantiza el envío de la información hacia el puerto USB. Una vez enviada la información, el microcontrolador vuelve al estado inicial de "escucha" al suministrar el valor "getTo" a la variable usbEstado.

Los datos están codificados para garantizar que el valor no sea descifrado sino ha sido capturado por el Servlet, el cual se encargaría de aplicar las operaciones necesarias para descifrar la información y presentársela al usuario por la pantalla del panel de control.

Figura 80 Descripción función "usbOn".

```
void usbOn()
{
    printf("USB ACTIVO\r");

    if ((usbEstado==getTo) ||usbEstado==enabled)
    {
        if(usb_kbhit(1))
        {
            usb_get_packet(1,getToUsb,5);
            clonLab=usbLab;
            clonEvento=usbEvento;
            clonDistancia=usbDistancia;
            clonAngulo=usbAngulo;
            usbEstado=disabled;
            delay_ms(500);
        }
    }

    while(usbEstado==sendTo)
    {
        printf("ENVIO INFORMACION POR USB\r");
        delay_ms(100);
        iUsb=0;
        printf(">Enviando Datos\r");
        usb_puts(1,sendToUsb,50,1000);
        clonComando='d';
        delay_ms(100);
        printf(">Envio Exitoso\r");
        usbEstado=getTo;
        delay_ms(100);
    }
    delay_ms(100);
    comBorrar;
}
```

Estado Disabled

Llamado de la función `usbOff`, este método desactiva el USB de la tarjeta electrónica y permite la activación de la aplicación, se divide en dos partes, la primera “`selectLab`” hace alusión a realizar la tarea que halla escogido el usuario y la segunda permite activar el modo USB y por lo tanto enviar la información, tal cual se explico anteriormente.

Figura 81 Descripción función “`usbOff`”.

```
void usbOff() 1
{
    printf("USB DESACTIVO\r");
    selectLab(clonLab); a
    usbEstado=sendTo; b
}

int selectLab(clonLab) 2
{
    switch(clonLab)
    {
a
        case 'A':
            printf("Laboratorio M.R.U.A.\r");
            labAcelerado(clonDistancia,clonEvento,clonAngulo);
            break;

        case 'G':
            printf("Laboratorio Calculo de la Gravedad\r");
            labGravedad(clonDistancia,clonEvento,clonAngulo);
            break;

        case 'F':
            printf("Laboratorio 2 LEY de Newton\r");
            lab2Newton(clonDistancia,clonEvento,clonAngulo);
            break;

b
        case 'C':
            printf("Configuracion General\r");
            labConfig(clonEvento);
            break;

        case 'M':
            printf("Configuracion Motores\r");
            testMotor(clonEvento);
            break;

        case 'D':
            printf("Configuracion Distancia\r");
            testDistancia(clonDistancia,clonEvento);
            break;

        default:
            printf("No hay seleccion de laboratorio\r");
            break;
    }
}
```

Figura 82 Código caso seleccionado.

```

void lab [ ] (clonDistancia, clonEvento, clonAngulo)
{
    offMotores ();
    motorSeguro (onM);
    motorMaster (onM, bajar, clonAngulo + 1);

    for (iEvento = 0; iEvento < clonEvento; iEvento++)
    {
        motorSeguro (offM); a
        clonDistCm = 0;
        while (clonDistCm == 0) b
        {
            leerDatosDistancia (clonDistancia);
        }
        printf("Eje Horizontal\r");
        posDato1 = 10 * iEvento;
        posDato2 = 10 * iEvento + 5;
        dato1 = adcProm;
        dato2 = iTime;
        longToAscii (posDato1, dato1, posDato2, dato2); c
        motorMaster (onM, subir, 30 + clonAngulo);
        clonDistCm = 0;
        printf ("Eje Inclinado\r") ;
        motorSeguro (onM);
        motorMaster (onM, bajar, 30 + clonAngulo + iEvento + 1); d
    }

    sensor_center = 0;
    while (sensor_center == 0)
    {
        leer_sensores ();
        if (sensor4)
        { sensor_center = 1;
          offMotor1; }
        else
        { sensor_center = 0;
          ascender;
          onMotor1; }
    }
}

```

1. Instrucciones que desactivan las cargas electromotrices, luego se activa el pistón asegurando el móvil y por ultimo se inclina hacia el valor recibido.
 - a. se desactiva el pistón.
 - b. Se llama y se inicializa la rutina de medición de distancia y tiempo. El móvil se desplaza sobre el riel del brazo.
 - c. Cuando finaliza de medir tiempo y distancia, se almacenan los valores según el evento ejecutado. A continuación se convierten dichos valores tipo Long a un formato tipo byte, rutina llamada longToAscii.

d. Se inclina el brazo en dirección opuesta a la actual, esto con el fin de regresar el móvil a la posición inicial y según el numero de eventos tener la posibilidad de repetir o no dichas tareas.

Cuando los eventos han sido completados, el brazo regresa a la posición inicial, es decir posición horizontal.

Figura 83 Rutinas de tiempo y distancia.

```

void leerDatosDistancia(float valorPromAdc)
{
  clonValorPromAdc=ValorPromAdc;
  iTime=0;
  adcProm=65535;
  numProm=1;
  adcVolt=0.0;
  while (adcProm>clonValorPromAdc)
  {
    adcSum=0;
    adcValor=0;
    adcProm=0;
    read_adc (ADC_START_ONLY);
    done = adc_done ();
    while (!done)
    {
      done = adc_done ();
    }
    adcValor=read_adc ();
    adcSum=adcValor;
    adcProm=adcSum/numProm;
    iTime++;
  }
  adcVolt=adcProm*5.07/65535.0;
  clonDistCm = y6*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt +
  y5*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt +
  y4*adcVolt*adcVolt*adcVolt*adcVolt +
  y3*adcVolt*adcVolt*adcVolt +
  y2*adcVolt*adcVolt +
  y1*adcVolt +
  y0;
}

```

Se captura el valor de distancia el cual se utilizara como referencia en la comparación. Y se inicializa las variables.

1. Como el valor de referencia es mayor que el valor que esta midiendo el sensor de distancia ingresa en un ciclo condicionado.
 - a. Se inicializan las variables para la conversión AD.
 - b. Se activa el modulo ADC del microcontrolador.

- c. Se mantiene en este ciclo mientras el modulo ADC no lea el valor suministrado por el sensor analógico de distancia.
 - d. Una vez leído el valor se captura y se almacena el valor tipo Long en la variable "adcValor".
 - e. Se incrementa la variable "iTime", la cual es la encargada para la medición de tiempo.
2. Se realizan operaciones para adecuar la respuesta obtenida de distancia.
 - a. Se convierte el valor obtenido del modulo ADC en su equivalente de voltaje.
 - b. Por medio del polinomio se convierte el valor de voltaje en su equivalente de distancia en centímetros.

Este proceso continua hasta que el valor obtenido sea menor que el valor de referencia. Cada vez que el conversor AD del microcontrolador se activa, sea que captura o no, un valor de voltaje; se incrementa una variable denominada "iTime". Una vez termina la medición de distancia, el último valor tanto de voltaje medido como del contador "iTime" se convierten a valores tipo Byte usando para ello la función longToAscii y ubicándolos en la posición según sea el evento.

Anexo F. Recepción de información por parte del Servlet

La función principal se llama “getToPic”, es la encargada de leer la información proveniente del microcontrolador. Esta función almacena la información en la variable “rtaDelPic”, método visto anteriormente denominado: Método de recepción denominado “getToPic”.

Los valores que se obtienen están en formato String ósea texto. Y usando métodos propios de Java, se transforma dicha cadena en sub cadenas String y luego a tipo Integer o sea a valores enteros, haciendo esto de 5 en 5 como se muestra en los recuadros, donde el recuadro 2 es para el valor de distancia y el recuadro 3 es para la variable de tiempo.

Figura 84 Datos recibidos desde el Microcontrolador.

```
//*****VALORES RECIBIDOS DEL MICROCONTROLADOR*****  
1 String toPic = getToPic(lenData,150000);  
   toPic=rtaDelPic;  
  
2 valorAdcProm[0]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(0,5));  
   valorAdcProm[1]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(10,15));  
   valorAdcProm[2]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(20,25));  
   valorAdcProm[3]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(30,35));  
   valorAdcProm[4]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(40,45));  
  
3 valoriTime[0]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(5,10));  
   valoriTime[1]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(15,20));  
   valoriTime[2]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(25,30));  
   valoriTime[3]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(35,40));  
   valoriTime[4]=Integer.valueOf(rtaDelPic.substring(45,50));
```

Asi de esta manera ya tenemos la informacion proveniente del microcontrolador en un formato adecuado para poder realizar operaciones matematicas y por ende decodificar la información.

Proceso de decodificación de la información

El metodo que a continuación se describe es con el fin de poder obtener los valores de distancia y tiempo los cuales vienen en un formato ilegible y por ende imposible de ser visualizado en la pagina del usuario.

1. Se crean variables con el fin de otorgar el numero de decimales para la distancia y para el tiempo. El formato que se visualiza es el siguiente:

Tabla 20 Formato visualización de datos.

VARIABLE	FORMATO	EJEMPLO
Tiempo (seg)	x.xx	3.25
Distancia (cm)	yy.y	80.1

2. Se aplica un polinomio de orden 5 para obtener el valor de tiempo en base a la cantidad de pulsos obtenidos por la variable "iTime". Y luego se otorga el formato con las cifras decimales adecuadas para ser visualizadas.
3. Proceso similar, se aplica un polinomio al valor obtenido resultado con el valor de la distancia que ha medido el sensor. Similar se le asigna las cifras significativas.
4. Es un conjunto de instrucciones que garantizan datos dentro de un rango de error en la medición de la distancia obtenida. Ya que todo instrumento de medida tiene un error implícito, denominado error instrumental.

Figura 85 Rutina para visualización de datos.

```

1  int digSeg=2,digCm=1;
    int cifraSeg=(int) Math.pow(10,digSeg);
    int cifraCm=(int) Math.pow(10,digCm);

for(iData=0;iData<5;iData++)
{
2  timeSegClon[iData]= time_a5*valoriTime[iData]*valoriTime[iData]*
                       valoriTime[iData]*valoriTime[iData]*
                       valoriTime[iData] +
                       time_a4*valoriTime[iData]*valoriTime[iData]*
                       valoriTime[iData]*valoriTime[iData] +
                       time_a3*valoriTime[iData]*valoriTime[iData]*
                       valoriTime[iData] +
                       time_a2*valoriTime[iData]*valoriTime[iData] +
                       time_a1*valoriTime[iData] +
                       time_a0;
    timeSeg[iData]=Math rint(((timeSegClon[iData]))*cifraSeg)/cifraSeg;

3  distCm[iData]= Math.rint(((y6* voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData]*voltAdc[iData] +
                             y5* voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData] +
                             y4* voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData]*voltAdc[iData] +
                             y3* voltAdc[iData]*voltAdc[iData]*
                             voltAdc[iData] +
                             y2* voltAdc[iData]*voltAdc[iData] +
                             y1* voltAdc[iData] +
                             y0 - errorSensor))*cifraCm)/cifraCm;

4  errorDist=Math.abs(100*((clonDistTeo+1-errorSensor)-distCm[iData])/
                      (clonDistTeo+1-errorSensor));
    if(errorDist>10)
    { distCm[iData]=0.0;
      timeSeg[iData]=0.0; }
    else{ distCm[iData]=distCm[iData]+0; }
}

```

Respuesta a la petición solicitada por parte del usuario

Finalmente en esta sección se presenta la manera para enviar la respuesta hacia el usuario, para ello se genera una pagina Web dinámica⁵².

1. **response**:⁵³ es un objeto de la clase `HttpServletResponse`, que se puede obtener a través del método `getResponse`, que encapsula los datos que el servidor enviara al cliente. Además utiliza el método "**setContentype**" del objeto `response`, esta línea identifica el tipo de documento, en este caso se trata de un documento HTML.

La clase **PrintWriter** almacena en el objeto **out** los datos que el Servlet enviara al usuario que realizo la petición, Este objeto forma parte del objeto `response` y es obtenido a través de su método **getWriter**. Los datos se almacenan en **out** utilizando su método **println**. Haciendo esto los datos almacenados corresponden con una pagina HTML, la cual será enviada al explorador. Además de dichos datos, se envía información de protocolo HTTP como son las cabeceras de respuesta generadas por el servidor.

2. Se utiliza el objeto **out** con el fin de proyectar la pagina HTML y por ende presentar la respuesta generada por la aplicación.

3. Y con los datos obtenidos, se dispone a responder al usuario. Esto se logra combinando código Java y en base a la variable del laboratorio solicitado solo se envía la respuesta en la sección adecuada.

⁵² Concepto "Página Web Dinámica" [en línea] Disponible en Internet: <http://manuales.dgsca.unam.mx/webdina/concepto.htm>

⁵³ CEBALLOS, Francisco Javier. JAVA 2, Interfaces graficas y aplicaciones para internet. México: Alfaomega, 2000. Cap. 9 y 10.

Figura 86 Envío de datos de respuesta hacia el usuario.

```
1 response.setContentType("text/html;charset=UTF-8");
  PrintWriter out = response.getWriter();
try
{
2 out.println("<html>");
  out.println("<body>");
  out.println("<h2>Datos Recibidos<br></h2>");
  out.println("<h3>"+ "Tiempo (Seg) "+"....."+ "Distancia (cm) "+"<br></h3>");

3 if(valorComando=='A')
  { out.println("<h1>Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado</h1>");
    for(iData=0;iData<valorEvento;iData++)
    { out.println("<h3> ["+valorTime[iData]+": "+timeSeg[iData]+"] Seg"+
      " ["+distCm[iData]+"] cm"<br></h3>");}
    out.println("<form action=r_uniforme_acel.jsp method=post name=datos>");
    out.println("<button>"); out.println("Regresar");
    out.println("</button>"); out.println("</form>"); }

  else if(valorComando=='M')
  { out.println("<form action=panelConfig.jsp method=post name=datos>");
    out.println("<h3>Grados Teorico: " + valorAngulo + "<br></h3>");
    out.println("<h3>Grados Experim: " + anguloExp + "<br></h3>");
    out.println("<h3>Grados Experim2: " + anguloExp2 + "<br></h3>");
    out.println("<button>"); out.println("Regresar");
    out.println("</button>"); out.println("</form>"); }

  else if(valorComando=='D')
  { out.println("<form action=panelConfig.jsp method=post name=datos>");
    out.println("<h3>Distancia Teorico: " + (valorDistancia) + "<br></h3>");
    out.println("<h3>Distancia Experim: " + distCm[0] + "<br></h3>");
    out.println("<h3> ["+timeSeg[0]+"] Seg"+"["+distCm[0]+"] cm"<br></h3>");
    out.println("<button>"); out.println("Regresar");
    out.println("</button>"); out.println("</form>"); }
  out.println("</body>"); out.println("</html>"); }
finally
{ out.close(); }
```

Anexo G. Seguridad XAMPP y Tomcat

1.1. EL CHEQUEO DE SEGURIDAD XAMPP

Para la revisión del estado de seguridad de XAMPP puede hacerse a través de **/security/index.php** y la modificación de cada uno de los parámetros en **/security/xamppsecurity.php**. Las rutas son relativas a la raíz '/' del servidor en el cual se encuentre instalado XAMPP.

Figura 87 Interfaz de estado de seguridad XAMPP.



1.2. EL CHEQUEO DE SEGURIDAD EN TOMCAT

Crear el usuario administrador de la manager-gui (Gestor Grafico de Aplicaciones Web de Tomcat) que permite instalar y desinstalar aplicaciones en Tomcat, lo cual se hace a través del archivo **/tomcat/conf/tomcat-users.xml** y se edita la línea `rolename="manager-gui"`. En el archivo indicado especificando el usuario y contraseña deseadas.

```
<tomcat-users>
```

```
<role rolename="manager-gui"/>
```

```
<user username="tomcat" password="tomcat" roles="manager-gui"/>
```

```
</tomcat-users>
```

Anexo H. Moodle


1.1. MOODLE POSEE UNA HERRAMIENTA PARA EDITAR LA PÁGINA PRINCIPAL DE LA PLATAFORMA SIN NECESIDAD DE UTILIZACIÓN DE CÓDIGO HTML.

Figura 88 Herramienta de edición integrada en Moodle.

RESUMEN DE SITIO

Utilizar nombre de sección por defecto

Nombre de sección

Resumen 

Fuente Tamaño Formato

B *I* U ABC x₂ x² [List icons] [Text icons] [Color icons] [Font icons] [HTML icon]

BIENVENIDOS
A LA PLATAFORMA DE LABORATORIOS TELEOPERADOS
DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

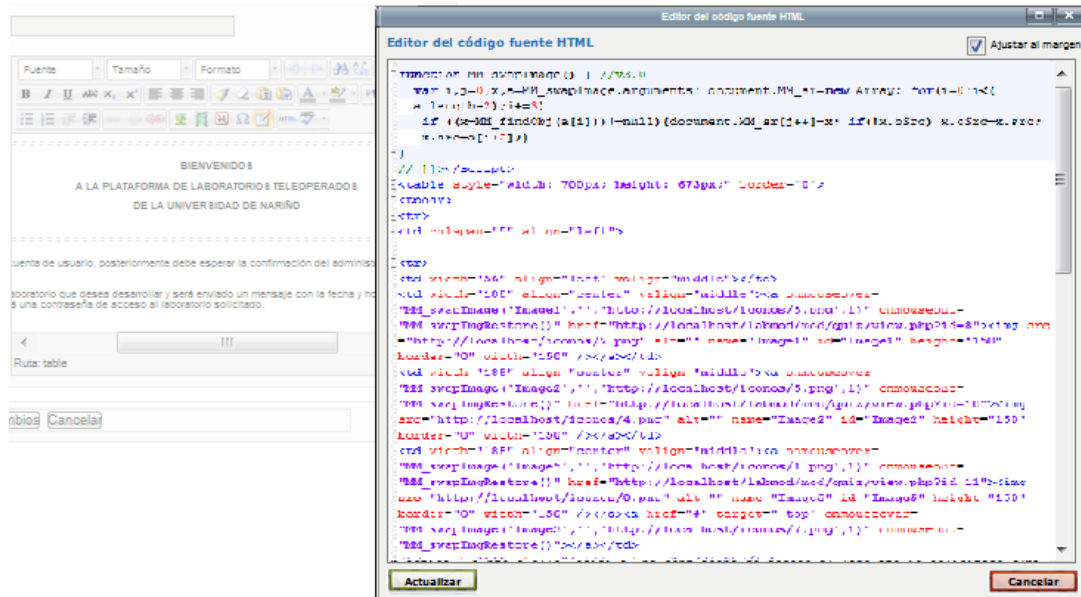
enta de usuario, posteriormente debe esperar la confirmación del administrador de la partición

poratorio que desea desarrollar y será enviado un mensaje con la fecha y hora en la cual puede
una contraseña de acceso al laboratorio solicitado.

Ruta: table

1.2. MOODLE POSEE UNA HERRAMIENTA PARA EDITAR LA PÁGINA PRINCIPAL DE LA PLATAFORMA UTILIZACIÓN CÓDIGO HTML.

Figura 89 Herramienta de edición de código HTML integrada en Moodle.

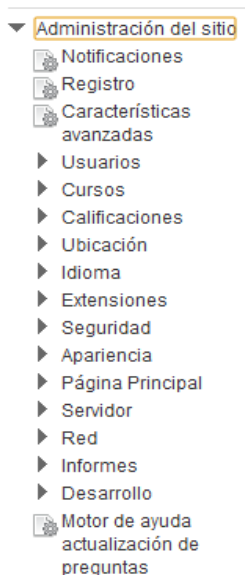


1.3. CONFIGURACIÓN DE MOODLE

A continuación se detallan algunos aspectos de configuración importantes para Moodle dentro de la plataforma de laboratorios teleoperados.

1.4. ASPECTOS GENERALES DE CONFIGURACIÓN SOLO ACCESIBLES PARA EL ADMINISTRADOR.

Figura 90 Ajustes para Administración del sitio.



1.5. GESTIÓN DE USUARIOS

Podemos confirmar la autenticación de un usuario una vez este se ha registrado y realizar un seguimiento sobre las acciones realizadas en la plataforma o podemos eliminar un usuario que se considera obsoleto o su eliminación por cualquier otra consideración.

Figura 91 Interfaz para gestión de usuarios.

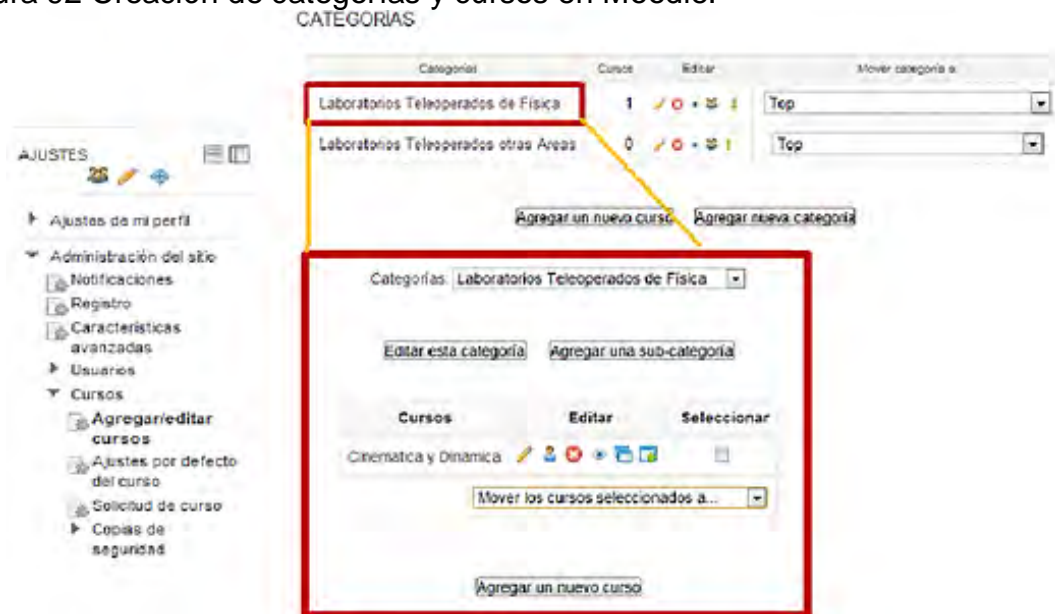
Nombre / Apellido	Dirección de correo	Ciudad	País	Último acceso			
Administrador @	ozcarlosa@gmail.com	Pasto	Colombia	13 segundos	Editar		
Andres Zambrano	ozcarlosa@sgmail.com	Pasto	Colombia	252 días 14 horas	Editar	Borrar	
Carlos Andres Rosero Zambrano	ozcarlosa@hotmail.com	Pasto	Colombia	2 días 2 horas	Editar	Borrar	
estudia estud	estudiante1@hotmail.com	pasto	Colombia	2 días 16 horas	Editar	Borrar	
Hector Oliva	h_oliva@hotmail.com	Pasto	Colombia	Nunca	Editar	Borrar	Confirmar
Nancy Jurado	carlosandresrosero@outlook.com	Pasto	Colombia	12 horas 34 minutos	Editar	Borrar	

AGREGAR USUARIO

1.6. CREACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE CURSOS

La creación y administración debe hacerse por usuarios definidos en roles específicos y cada uno de los cursos de un sitio Moodle deben pertenecer a una categoría donde se agrupan los cursos, dentro de esta se puede crear subcategorías de cursos, esto con el fin de facilitar la organización de cada uno de ellos, también se puede hacer que algunas categorías permanezcan ocultas a los alumnos hasta que el profesor o administrador desee habilitar.

Figura 92 Creación de categorías y cursos en Moodle.



1.7. MÉTODOS DE MATRICULA

Dentro de la plataforma se utiliza el método auto matriculación y en la figura se muestra algunos aspectos en los cuales puede ser configurado.

Figura 93 Ajustes del método de matricula “Auto-matriculación”

The image shows a web interface for configuring course settings. On the left is a navigation menu with a tree structure:

- Cursos
 - Laboratorios teleoperados de física
 - Cinemática y Dinámica
 - Participantes
 - Informes
 - General

Below the menu is a section titled 'AJUSTES' with a sub-menu:

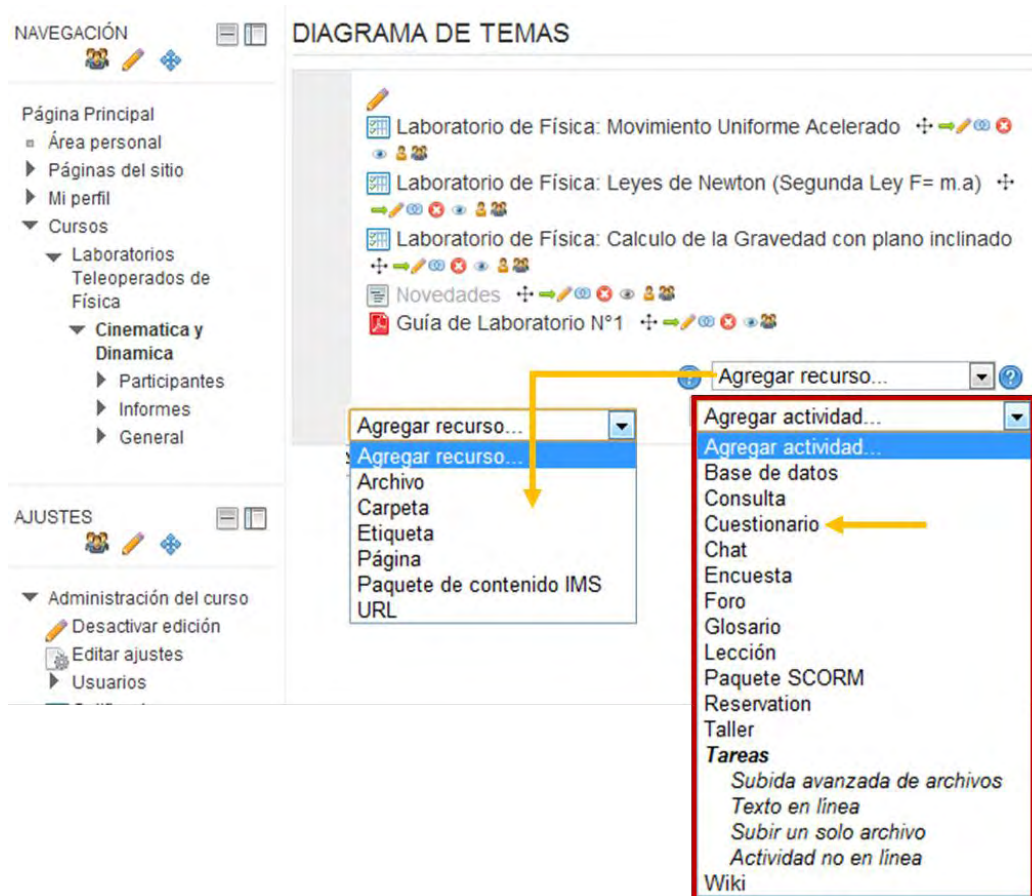
- Administración del curso
 - Desactivar edición
 - Editar ajustes
 - Usuarios
 - Usuarios matriculados
 - Métodos de matriculación
 - Auto-matriculación (Estudiante)
 - Grupos
 - Permisos
 - Otros usuarios
 - Calificaciones
 - Copia de seguridad
 - Restaurar
 - Importar
 - Publicar
 - Reiniciar
 - Banco de preguntas
- Cambiar rol a...
- Ajustes de mi perfil

The main content area displays the configuration for 'Auto-matriculación' with the following fields:

- Permitir la auto-matriculación: Sí
- Clave de matriculación: Desenmascarar
- Clave de matriculación del grupo de usuarios: No
- Asignar rol:
- Período de matriculación: días Habilitar
- Fecha de inicio: Habilitar
- Fecha límite: Habilitar
- Dar de baja los inactivos después de:
- Número máximo de usuarios matriculados:
- Enviar mensaje de bienvenida al curso:
- Mensaje de bienvenida personalizado:

1.8. ADICIÓN Y UTILIZACIÓN DEL RECURSO DE CUESTIONARIO.

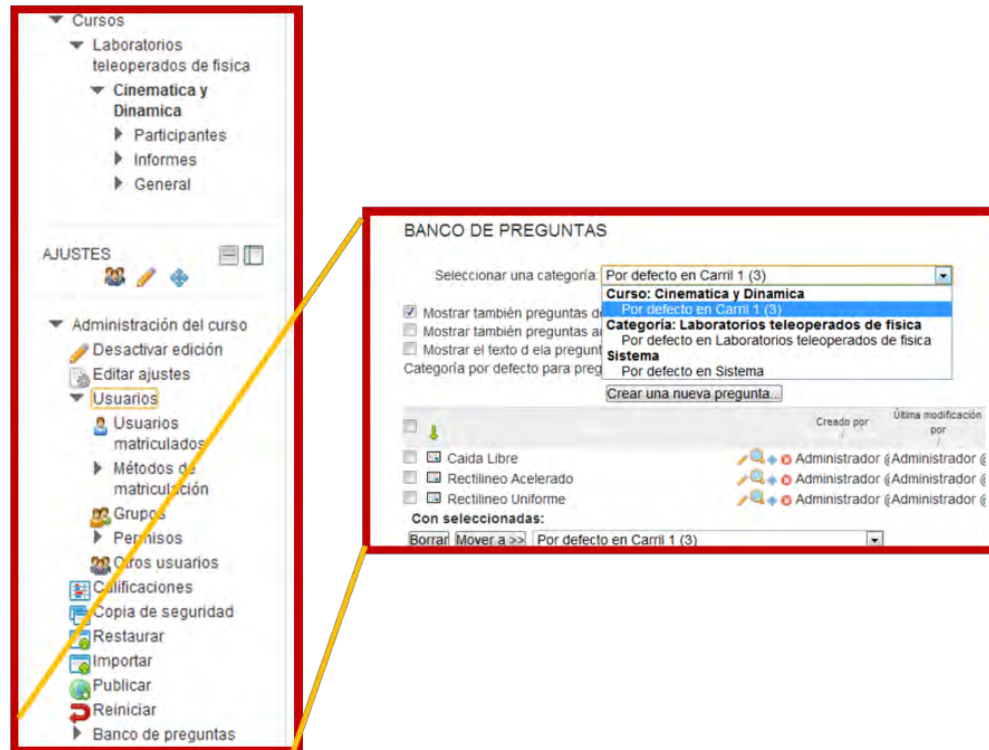
Figura 94 Adición del recurso cuestionario.



Existe una amplia variedad de tipos de preguntas estas preguntas se organizan por categorías en un Banco de Preguntas, el cual podemos utilizarlo para crear o editar preguntas del curso. Luego estas preguntas se podrán incluir en cualquier cuestionario del curso y pueden utilizarse en el mismo curso o en cursos diferentes⁵⁴.

⁵⁴ Disponible en Internet: <http://docs.moodle.org/all/es/Cuestionarios>. Citado Marzo de 2012.

Figura 95 Banco de preguntas.



Los cuestionarios pueden permitir múltiples intentos en una pregunta o bien que respondan el cuestionario varias veces, y cada intento es registrado con el fin de llevar un histórico de los estudiantes que ya lo han realizado. Entre los tipos de preguntas mas comunes tenemos: Opción múltiple, Respuesta corta, Numérica, Emparejamiento, Preguntas tipo ensayo y Descripción, aunque este ultimo formato no es una pregunta como tal en el sentido estricto, sino que se limita a mostrar un texto.⁵⁵

A continuación se muestra la creación de una pregunta tipo descripción, mediante la cual se hace la gestión de los paneles de video y control de cada uno de los laboratorios teleoperados.

⁵⁵ Disponible en Internet: http://docs.moodle.org/all/es/Tipos_de_preguntas. Citado Marzo de 2012.

Figura 96 Creación de una nueva pregunta y tipos de pregunta.

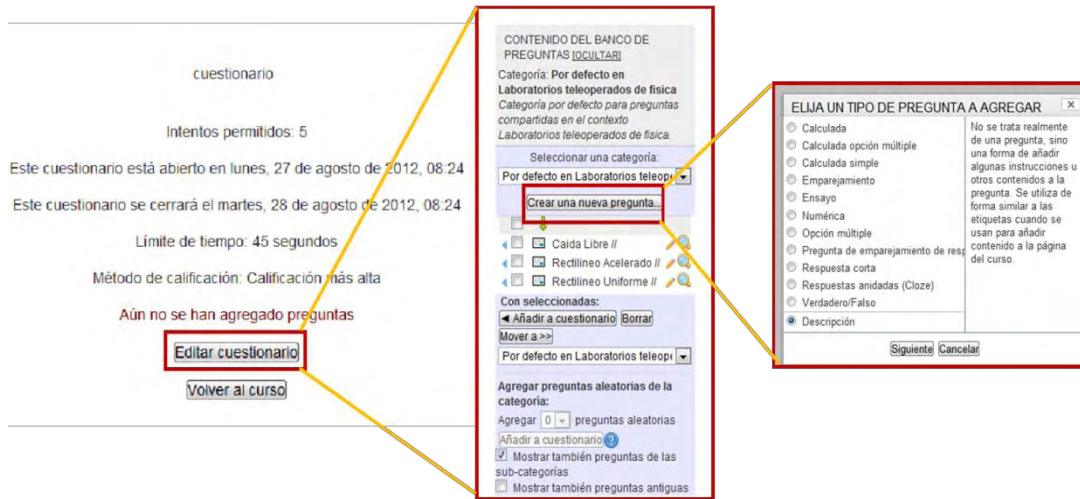
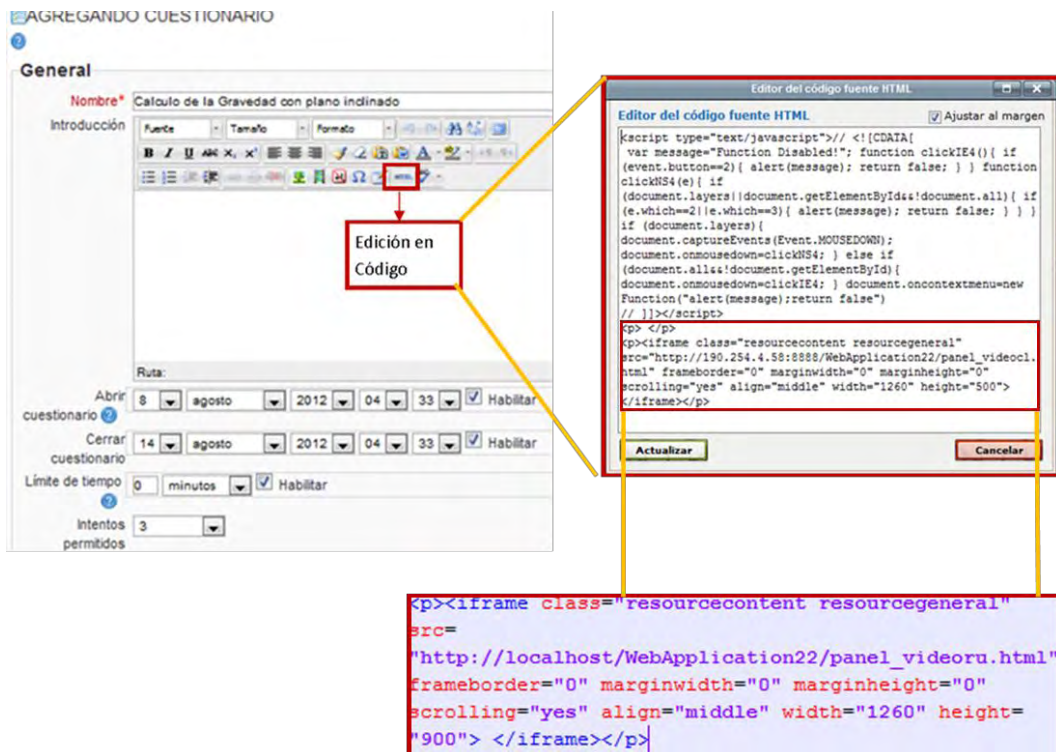


Figura 97 Edición de cuestionario en HTML.

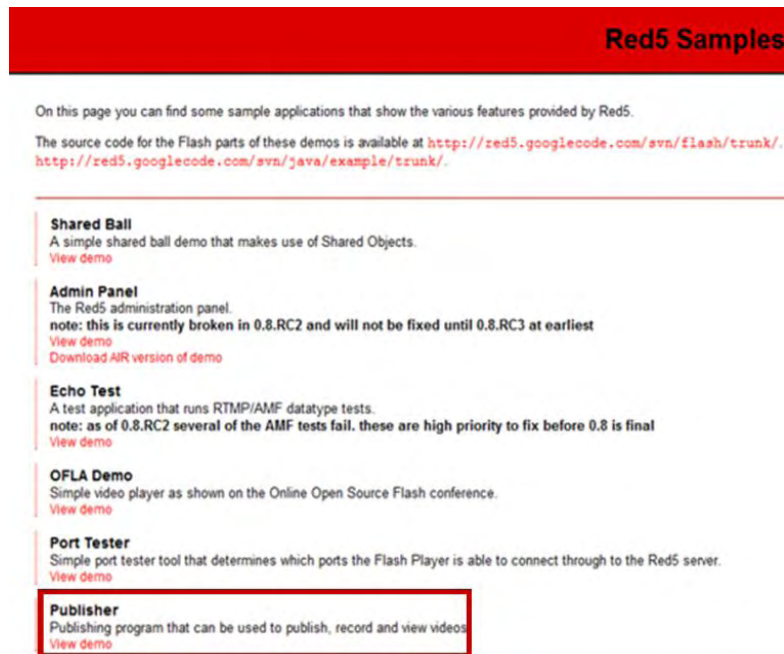


Anexo I. RED5 (Emisión y recepción de video)

1.1. UTILIDADES RED5

Estas utilidades se encuentran en <http://localhost:8080/demos/> y desde allí se puede lanzar cada una de ellas. Y en especial “Publisher” que es la aplicación utilizada para realizar la transmisión de video desde el servidor RED5.

Figura 98 Acceso a la aplicación “Publisher”.



Red5 Samples

On this page you can find some sample applications that show the various features provided by Red5.

The source code for the Flash parts of these demos is available at <http://red5.googlecode.com/svn/flash/trunk/>.
<http://red5.googlecode.com/svn/java/example/trunk/>.

Shared Ball
A simple shared ball demo that makes use of Shared Objects.
[View demo](#)

Admin Panel
The Red5 administration panel.
note: this is currently broken in 0.8.RC2 and will not be fixed until 0.8.RC3 at earliest
[View demo](#)
[Download AIR version of demo](#)

Echo Test
A test application that runs RTMP/AMF datatype tests.
note: as of 0.8.RC2 several of the AMF tests fail, these are high priority to fix before 0.8 is final
[View demo](#)

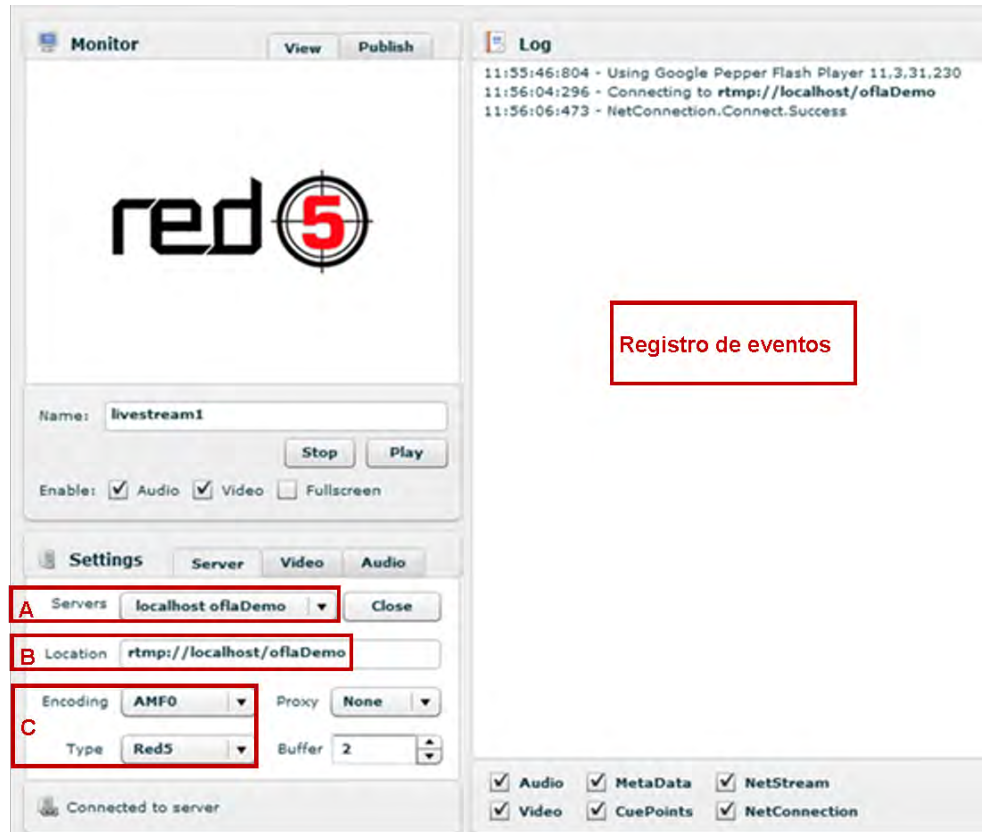
OFLA Demo
Simple video player as shown on the Online Open Source Flash conference.
[View demo](#)

Port Tester
Simple port tester tool that determines which ports the Flash Player is able to connect through to the Red5 server.
[View demo](#)

Publisher
Publishing program that can be used to publish, record and view videos.
[View demo](#)

1.2. CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN “PUBLISHER”.

Figura 99 Interfaz de configuración de la aplicación “Publisher”.



La interfaz de configuración de la aplicación “Publisher” es mostrada en la

CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN “PUBLISHER”.

1.3.

Figura 99, y esta dividida en 3 pestañas (Server, Video y Audio), donde debe hacerse cada uno de los ajustes necesarios para emitir video, a continuación se explican la configuración de cada uno de ellos:

- **Server:** Aquí se agrupan los ajustes relacionados con la conexión al servidor de streaming y la configuración para el envío de datos multimedia.

A. Servers:

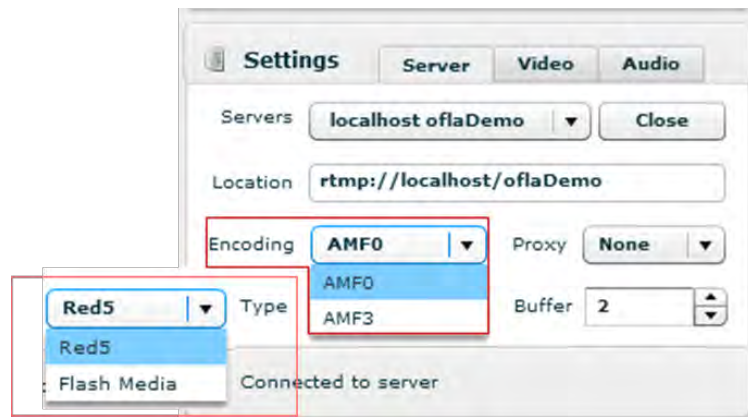
En esta sección se controla la conexión con el servidor de streaming, ya sea para iniciarla o finalizarla utilizando el botón connect/close, y el script encargado de emitir los objetos de vídeo, se crean dentro de la aplicación "oflaDemo" que es una aplicación para acceder y servir los datos multimedia. "oflaDemo" fue diseñada para ser utilizada simplemente como un sistema de archivos planos y establecer una conexión con el servidor RED5 para servir como base de transmisión. Una vez la conexión a la aplicación es exitosa en el área de registro de eventos aparece un mensaje indicando "netconnection.connect.success" o en caso contrario en el cual la conexión falle se mostrara "netconnection.connect.failed"⁵⁶

B. Location: Se ingresa la URL (rtmp://localhost/oflaDemo) donde se encuentra la aplicación (oflaDemo) que gestiona el protocolo de video sobre RTMP y se encarga de hacer la difusión.

C. Encoding – Type: Configura el tipo de codificación que se va a utilizar (AMF0 o AMF3), esta selección se hace acorde al lenguaje utilizado en la aplicación (Action Script 2.0 o Action Script 3.0) y dependiendo del tipo de datos a ser transmitidos (para RED5 o Flash Media). En este la aplicación oflaDemo admite tanto AMF0 y AMF3 para RED5 y Flash Media.

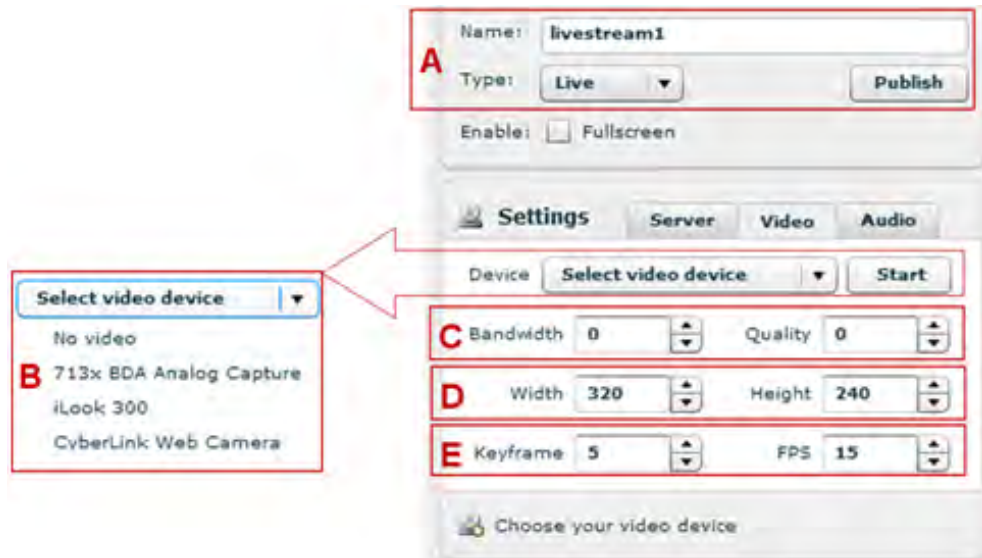
Figura 100 Parámetros de configuración del servidor para la a emisión.

⁵⁶ HOCKX-YU, Helen; CRAWFORD, Lewis y JOHNSON, Stephen. Capturing and replaying streaming media in a web archive. Madrid: British Library, 2010. p. 30.



- **Video:** Se realizan los ajustes específicos del tipo de video a transmitir en términos de calidad de transmisión, configurando diferentes parámetros, como se indican a continuación:

Figura 101 Parámetros de configuración de la emisión de video.



A. Name – Type – Publish: en esta sección de ajustes establecemos un nombre específico para el flujo de video (Name) con el fin de que pueda ser identificado por las aplicaciones o scripts embebidos en el navegador. Para que una vez seleccionados los parámetros adecuados puede iniciarse la transmisión (Publish). Entre los diferentes tipos de transmisión (Type) tenemos los siguientes:

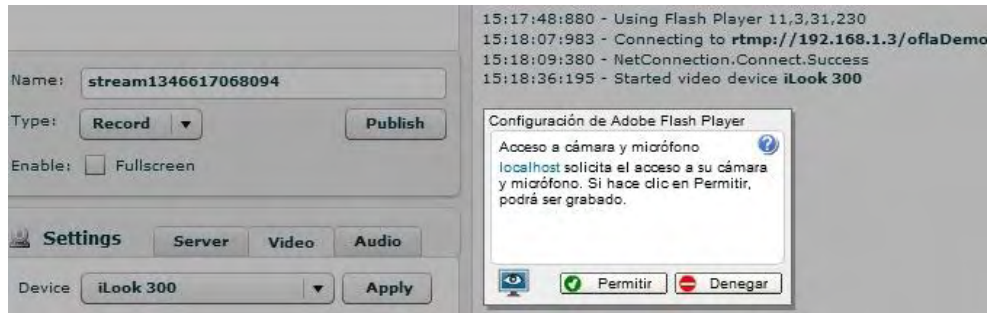
"record": publica y graba datos en vivo. También guarda los datos grabados en un nuevo archivo con el nombre especificado. El archivo se almacena en el servidor, en un subdirectorio dentro del directorio que contiene la aplicación del servidor.

"append": publica y graba datos en vivo, añadiendo los datos grabados a un archivo con el mismo nombre especificado y lo almacena en el servidor, en un subdirectorio dentro del directorio que contiene la aplicación del servidor.

"live": publica los datos en vivo sin grabarlos. En la plataforma utilizada esta opción es la utilizada puesto que no se requiere grabar todas las experiencias de usuario con el fin de no saturar el servidor. Aunque en caso de ser necesario puede optarse por cualquiera de las anteriores opciones.

B. Device: Aquí se debe seleccionar la fuente de captura de video para ser emitido soportando cualquier dispositivo de video digital (Webcams, Tarjetas de TV, etc.)

Figura 102 Selección y autorización para uso de la fuente de video.



Una vez se selecciona la fuente de video la cual es una webcam Genius iLook 300, la aplicación inicia la comunicación con el dispositivo solicitando autorización para la utilización del dispositivo y una vez la comunicación es exitosa esto es mostrado en el registro de eventos como “Started video device iLook 300”.

C. Ancho de banda y calidad de transmisión

Bandwidth: Es el límite máximo de consumo de ancho de banda que deseamos permitir. Podemos dejarlo a 0 (inactivo) y ajustarlo en otro valor si vemos que se conectan más espectadores de los que la plataforma puede soportar.

Quality: Determina la velocidad de los fotogramas de vídeo. Donde un valor de 2 corresponde a 1 fotograma por minuto. Para un buen rendimiento es recomendable ajustarlo en 0 donde se ajusta la generación de fotogramas de realiza automáticamente.

D. Dimensiones del video (Width - Height): Se especifica la relación de aspecto del video procesado determinando por su ancho y su alto respectivamente, cabe tener en cuenta que al incrementar estas características el ancho de banda necesario para transmitirlo es mucho mayor.

E. Parámetros para compresión de fotogramas

Keyframe: Controla la generación de los fotogramas clave del vídeo. Estos fotogramas también llamados internos (fotogramas I) son un grupo de imágenes representativas o claves de una secuencia de video o animación donde cada una de ellas empieza con un fotograma clave cada cierto intervalo. Entre mayor sea el numero de fotogramas clave mayor será la calidad de video por ende mayor el ancho de banda para soportarlo.

FPS: Se configura la cantidad de fotogramas por segundo, y su efecto produce una sensación de suavidad en la secuencia de video. Puede ser configurado entre 15 y 27.

Una vez se han configurado de la manera deseada los parámetros anteriormente mencionados, es posible iniciar la emisión de video y para ello “Publisher” muestra una pre visualización de cada una de las de las fuentes de video, que en este caso son dos; una para observar la maquina en un plano general denominada “livestream1” y otra para observar el desplazamiento angular del carril llamada “livestream2”.

1.4. STROBE MEDIA PLAYBACK

Es un reproductor multimedia de Adobe implementado en ActionScript 3.0 y de código abierto por lo cual se encuentra disponible el código fuente utilizado para crear el archivo SWF compilado. Posee una interfaz de usuario predefinida que se puede controlar a través de código HTML Incrustando etiquetas, incluyendo: Altura y anchura de la imagen de vídeo, botón de reproducción en superposición sobre el marco y tiene la función para ocultar automáticamente, Autoplay y Autoloop, así como modificar la escala de proporción, en la barra de control.

Figura 103 Reproductor “**Strobe Media Playback**” y barra de control.

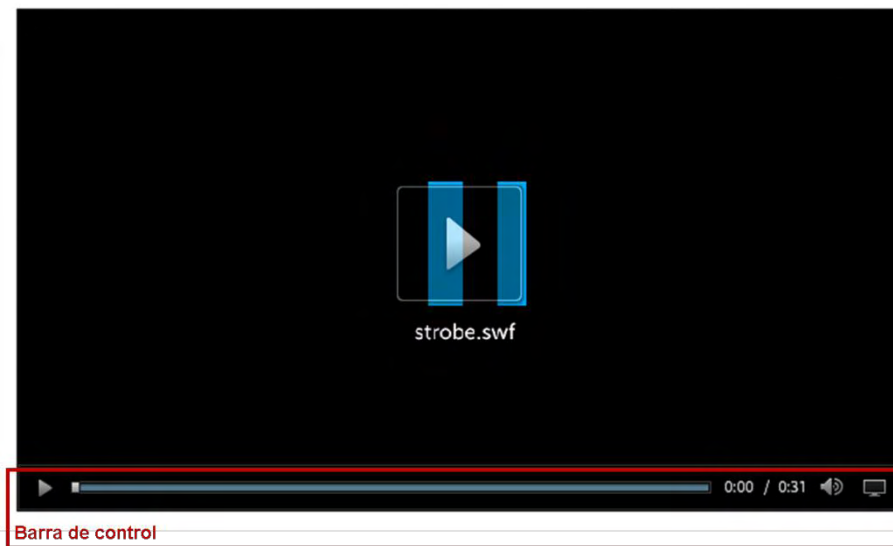


Figura 104 Código HTML para incrustar “Strobe Media Playback en el cliente.

```
El origen local del video 1 que viene desde oflaDemo hace aqui
http://localhost

-->
<object width="470" height="320">
<param name="movie" value=
"http://localhost/WebApplication22/player/StrobeMediaPlayback.swf">
</param>

<param name="flashvars" value=
"src=rtmp%3A%2F%2Flocalhost%2FoflaDemo%2Flivestream1&streamType=liv
e&autoPlay=true&scaleMode=zoom&controlBarMode=none&muted=false">
</param>
<param name="allowFullScreen" value="false"></param>
<param name="allowscriptaccess" value="always"></param>

<embed src=
"http://localhost/WebApplication22/player/StrobeMediaPlayback.swf"
type="application/x-shockwave-flash" allowscriptaccess="always"
allowfullscreen="true" width="470" height="320"

flashvars=
"src=rtmp%3A%2F%2Flocalhost%2FoflaDemo%2Flivestream1&streamType=liv
e&autoPlay=true&scaleMode=zoom&controlBarMode=none&muted=false"
></embed>
</object>
```

A. La etiqueta <object> se la utiliza para insertar diferentes objetos dentro de la página (audio, imágenes, video, etc.), en este caso se la utiliza para incrustar el archivo SWF que contiene el reproductor, y se define ajustes de tamaño del objeto a ser incrustado en el navegador.

B. La etiqueta <param> se utiliza para especificar los valores necesarios para la inicialización del objeto SWF a través de flashvars, con lo cual se permite establecer la comunicación con el servidor, indicando para ello nombres de las variables y valores de los parámetros requeridos por el objeto. Donde claramente se indica el parámetro mas importante que es la fuente de datos de video indicada como “src=rtmp://localhost/oflaDemo/livestream1”.

C. La etiqueta <embed> es la que se utiliza para insertar archivos de vídeo. A través del atributo src hay que especificar la ruta y el nombre del archivo de vídeo. La duplicidad de etiquetas <object> y <embed> asegura la compatibilidad del documento con los diferentes navegadores.

Para la composición final dentro del archivo “playerlive.html” con las dos fuentes de video se duplica el código y los pasos anteriormente mencionados solo basta con cambiar las dimensiones de cada uno de los videos y su ubicación dentro de la ventana, con lo cual queda de la siguiente manera:

Figura 105 Código en HTML del contenedor del panel de video y control.

```
<body>
<table width="850" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
  <tr>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
  </tr>
  <tr>
    <td height="207"></td>
    <td align="left" valign="top"><iframe class="youtube-player" type=
      "text/html" width="643" height="323" src=
      "http://190.254.4.58:8888/WebApplication22/player/playerlive.html"
      scrolling="No" marginwidth="1" marginheight="1" align="middle" frameborder
      ="1"> </iframe> &nbsp;  </td>
    <td></td>
  </tr>
  <tr>
    <td></td>
    <td align="left" valign="top"><iframe type="text/html" width="720" height=
      "470" src="http://190.254.4.58:8888/WebApplication22/r_uniforme.jsp"
      scrolling="yes" marginwidth="0" marginheight="0" align="middle"
      frameborder="0"> </iframe></td>
    <td></td>
  </tr>
</table>
</body>
```

Anexo J. Datos Adquiridos de Tiempo y Distancia

25 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,55	26,2	0,52	31,4	0,69	34,8	0,71	39,8
0,55	24,8	0,60	31,2	0,64	34,8	0,68	39,5
0,56	26,0	0,53	30,0	0,65	35,0	0,69	39,5
0,49	26,2	0,59	30,6	0,65	35,0	0,71	39,5
0,56	26,0	0,58	29,6	0,64	34,5	0,69	39,5
0,49	26,2	0,59	29,6	0,65	35,0	0,73	39,5
0,53	25,4	0,63	31,4	0,68	34,5	0,73	41,0
0,56	25,9	0,60	29,6	0,65	34,8	0,72	39,8
0,54	24,8	0,61	30,0	0,58	34,8	0,72	39,5
0,54	24,6	0,60	29,6	0,67	34,5	0,71	41,7
0,50	25,6	0,59	30,6	0,66	35,3	0,72	41,0
0,54	24,8	0,60	31,2	0,63	34,5	0,69	39,8
0,55	25,6	0,60	30,6	0,65	34,5	0,68	39,5
0,54	24,6	0,60	31,4	0,64	35,0	0,71	39,5
0,55	25,6	0,61	29,6	0,67	35,0	0,70	40,1
0,54	24,8	0,59	29,6	0,66	34,8	0,68	39,8
0,54	24,6	0,60	29,6	0,66	34,8	0,69	40,1
0,54	24,6	0,59	30,6	0,68	35,8	0,70	39,8
0,52	25,7	0,59	29,6	0,66	36,3	0,69	42,0
0,54	25,4	0,59	30,8	0,66	36,5	0,69	40,1

25 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,75	44,6	0,80	49,4	0,81	54,9	0,84	60,1
0,78	46,0	0,82	50,6	0,82	54,9	0,86	60,1
0,73	46,7	0,79	51,0	0,83	57,2	0,87	60,1
0,76	44,6	0,79	49,4	0,81	57,7	0,85	60,1
0,77	46,0	0,80	49,4	0,82	57,7	0,85	60,1
0,74	44,6	0,77	49,4	0,81	56,3	0,85	60,1
0,75	45,0	0,81	49,4	0,82	54,9	0,86	60,1
0,74	44,6	0,80	50,6	0,83	54,9	0,87	62,7
0,76	45,3	0,77	49,4	0,83	55,3	0,86	60,1
0,75	45,0	0,81	52,3	0,82	54,9	0,84	60,1
0,73	44,6	0,80	49,4	0,84	54,9	0,85	60,6
0,74	45,0	0,78	49,4	0,80	54,9	0,85	61,1
0,76	45,3	0,82	52,3	0,84	57,2	0,88	62,7
0,76	45,0	0,79	49,4	0,81	54,9	0,87	62,2
0,78	44,6	0,81	50,2	0,85	55,3	0,87	62,2
0,74	44,6	0,78	49,4	0,85	56,3	0,83	62,7

0,73	44,6	0,78	49,4	0,82	55,8	0,89	62,2
0,74	44,6	0,80	49,4	0,80	54,9	0,85	62,7
0,73	46,4	0,79	49,4	0,81	57,7	0,87	60,6
0,78	45,7	0,79	49,4	0,82	57,7	0,83	60,1

25 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,89	67,1	0,92	70,6	0,96	77,4	1,02	80,8
0,90	65,9	0,95	71,2	0,94	75,5	1,01	80,8
0,89	68,2	0,91	70,6	0,98	76,8	1,02	80,1
0,87	66,5	0,94	70,6	0,95	75,5	1,03	80,1
0,91	65,4	0,94	70,6	0,98	75,5	1,01	80,8
0,85	65,9	0,96	71,2	0,96	77,4	0,99	80,1
0,89	67,1	0,94	72,4	0,95	75,5	1,02	80,1
0,88	65,4	0,90	70,6	0,96	76,1	1,01	80,1
0,89	65,4	0,92	71,8	0,98	76,1	1,02	80,8
0,91	65,4	0,94	70,6	0,96	76,8	1,00	80,1
0,90	65,9	0,90	70,6	0,96	75,5	1,01	80,1
0,90	65,9	0,92	70,6	0,99	77,4	0,98	80,1
0,88	65,9	0,94	71,8	0,97	76,1	1,00	80,1
0,88	65,9	0,92	72,4	0,96	76,8	0,95	80,1
0,91	66,5	0,92	72,4	0,96	76,8	0,97	80,8
0,89	66,5	0,94	73,0	0,93	75,5	0,96	80,1
0,90	66,5	0,92	72,4	0,93	75,5	1,02	82,1
0,90	65,4	0,92	70,6	0,96	75,5	0,99	80,1
0,91	65,4	0,94	71,8	0,96	75,5	1,03	80,8
0,89	68,2	0,94	70,6	0,96	75,5	1,02	80,1

30 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,45	24,8	0,46	30,6	0,48	35,0	0,55	39,5
0,41	24,6	0,46	29,6	0,49	34,8	0,54	41,3
0,44	26,2	0,46	30,6	0,52	34,8	0,54	41,0
0,44	26,0	0,46	29,6	0,51	35,5	0,54	41,3
0,41	24,8	0,44	29,6	0,51	34,5	0,52	39,8
0,39	24,6	0,48	29,6	0,49	35,8	0,55	41,0
0,41	25,6	0,48	29,8	0,52	34,5	0,54	40,1
0,40	25,4	0,47	30,0	0,50	35,0	0,55	42,0
0,40	24,8	0,48	31,4	0,52	34,5	0,53	40,1
0,43	26,2	0,49	31,4	0,51	34,5	0,56	40,1
0,43	26,0	0,48	29,8	0,53	35,3	0,54	39,5

0,44	26,0	0,48	30,8	0,54	36,5	0,54	39,8
0,43	26,0	0,45	29,8	0,51	35,8	0,55	39,8
0,44	24,6	0,48	29,8	0,53	34,5	0,55	39,8
0,42	24,8	0,47	31,0	0,51	34,8	0,56	41,0
0,44	25,6	0,45	29,6	0,52	34,5	0,56	40,1
0,43	24,8	0,47	30,4	0,50	35,3	0,56	41,3
0,45	26,0	0,48	29,6	0,51	34,5	0,54	41,0
0,42	24,8	0,48	30,8	0,53	35,0	0,56	39,5
0,43	24,9	0,47	31,4	0,52	34,5	0,57	41,0

30 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,56	46,7	0,64	49,8	0,63	54,9	0,65	61,7
0,56	45,0	0,57	49,4	0,64	54,9	0,66	60,6
0,56	46,4	0,58	51,4	0,61	54,9	0,64	60,6
0,56	44,6	0,57	49,4	0,61	56,3	0,66	62,2
0,55	46,0	0,59	49,8	0,61	54,9	0,66	62,2
0,56	46,4	0,58	50,6	0,61	54,9	0,70	61,1
0,60	45,3	0,59	51,0	0,66	56,3	0,69	61,7
0,52	46,7	0,58	49,8	0,64	56,7	0,66	61,1
0,59	45,3	0,61	49,4	0,62	57,2	0,72	62,2
0,61	46,0	0,61	50,6	0,63	55,3	0,68	61,7
0,61	47,1	0,58	50,2	0,66	55,8	0,69	60,6
0,59	44,6	0,63	52,3	0,63	54,9	0,69	61,1
0,59	46,7	0,61	50,6	0,67	55,8	0,67	60,1
0,57	45,3	0,61	51,8	0,64	57,2	0,67	62,2
0,62	44,6	0,61	49,8	0,66	54,9	0,67	62,2
0,56	44,6	0,62	49,4	0,64	54,9	0,66	60,1
0,59	45,3	0,62	49,4	0,64	54,9	0,66	61,7
0,62	44,6	0,60	49,4	0,55	56,3	0,70	62,2
0,59	44,6	0,62	49,4	0,65	55,3	0,70	62,2
0,59	46,7	0,60	49,4	0,61	54,9	0,67	60,1

30 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,70	65,4	0,70	71,2	0,73	75,5	0,79	82,1
0,72	65,9	0,71	70,6	0,74	75,5	0,77	80,1
0,69	65,9	0,70	71,2	0,75	75,5	0,77	80,1
0,70	67,1	0,74	70,6	0,73	76,8	0,76	82,8
0,68	65,4	0,74	70,6	0,72	76,1	0,76	82,8
0,68	67,1	0,66	73,0	0,74	76,1	0,78	80,1
0,72	67,1	0,70	72,4	0,71	76,1	0,78	80,1

0,69	65,4	0,72	71,8	0,76	75,5	0,80	80,8
0,69	68,2	0,71	72,4	0,78	76,1	0,78	80,1
0,72	67,1	0,73	72,4	0,76	75,5	0,77	80,1
0,69	65,9	0,71	70,6	0,76	76,1	0,77	80,1
0,72	67,1	0,74	71,8	0,76	76,8	0,83	81,5
0,68	65,4	0,72	73,0	0,76	75,5	0,78	80,1
0,72	65,9	0,72	72,4	0,75	75,5	0,73	80,8
0,69	65,9	0,72	72,4	0,76	77,4	0,73	80,8
0,69	65,9	0,74	70,6	0,78	76,1	0,77	80,1
0,74	65,4	0,75	70,6	0,74	75,5	0,80	80,1
0,70	66,5	0,74	71,2	0,78	75,5	0,78	82,8
0,71	65,9	0,72	73,0	0,76	77,4	0,76	80,8
0,71	65,4	0,73	71,8	0,76	76,8	0,80	80,1

35 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)
0,34	25,6	0,31	30,6	0,39	34,8	0,44	39,5
0,34	24,9	0,42	29,6	0,40	35,0	0,46	40,7
0,34	26,0	0,40	29,6	0,40	34,8	0,44	41,3
0,34	26,2	0,38	31,4	0,42	34,5	0,43	39,5
0,35	26,2	0,38	29,6	0,40	34,5	0,44	41,3
0,34	24,9	0,39	31,4	0,40	34,8	0,45	41,3
0,34	24,6	0,40	30,6	0,41	35,0	0,43	40,1
0,33	24,8	0,37	29,6	0,41	34,8	0,43	40,1
0,34	26,0	0,37	29,6	0,41	35,8	0,43	39,5
0,35	26,0	0,38	30,8	0,40	34,5	0,44	41,0
0,34	24,6	0,37	29,6	0,41	34,5	0,45	41,7
0,33	24,8	0,37	30,4	0,41	34,8	0,44	39,5
0,34	25,6	0,40	29,6	0,42	35,8	0,44	40,4
0,35	25,6	0,38	30,6	0,41	35,3	0,43	39,8
0,36	25,1	0,37	29,6	0,41	35,8	0,43	41,3
0,34	26,2	0,37	29,8	0,41	36,5	0,43	39,8
0,34	24,6	0,38	29,6	0,41	34,5	0,44	39,5
0,34	24,9	0,39	29,6	0,41	36,0	0,44	39,8
0,33	24,6	0,37	29,6	0,40	34,8	0,44	40,7
0,36	26,0	0,38	31,4	0,41	35,5	0,44	41,2

35 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)

0,46	45,0	0,48	49,4	0,52	55,3	0,54	62,2
0,46	45,0	0,49	51,0	0,53	56,3	0,54	61,7
0,48	47,1	0,51	50,2	0,51	56,3	0,53	60,1
0,46	44,6	0,49	50,6	0,52	55,8	0,54	61,1
0,46	44,6	0,48	49,8	0,51	57,2	0,54	61,1
0,48	44,6	0,50	51,8	0,50	55,3	0,54	61,7
0,46	45,0	0,48	49,8	0,51	55,8	0,54	60,1
0,46	45,0	0,49	50,2	0,51	55,8	0,54	60,1
0,47	44,6	0,48	49,4	0,50	54,9	0,54	61,1
0,45	44,6	0,49	49,4	0,51	54,9	0,54	60,1
0,46	46,4	0,49	49,8	0,51	55,3	0,54	61,7
0,46	44,6	0,49	49,8	0,53	57,2	0,55	61,7
0,46	45,0	0,50	49,4	0,52	56,7	0,55	62,2
0,47	45,0	0,50	51,8	0,51	54,9	0,54	60,6
0,47	46,0	0,48	50,2	0,52	56,6	0,54	60,6
0,48	47,1	0,48	49,8	0,52	54,9	0,55	61,7
0,46	46,0	0,48	49,4	0,51	54,9	0,54	60,6
0,46	44,6	0,47	51,0	0,52	57,7	0,54	60,1
0,46	44,6	0,49	50,6	0,51	55,8	0,53	60,1
0,47	44,7	0,50	52,3	0,52	54,8	0,55	61,7

35 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,55	65,4	0,58	73,0	0,61	76,8	0,59	80,1
0,57	67,1	0,58	70,6	0,60	75,5	0,62	80,1
0,56	65,4	0,58	70,6	0,60	75,5	0,61	82,1
0,56	65,4	0,60	73,0	0,61	76,8	0,63	80,1
0,55	68,2	0,60	73,0	0,62	77,4	0,63	81,5
0,55	67,1	0,59	72,4	0,62	77,4	0,65	82,1
0,55	66,5	0,59	70,6	0,61	76,1	0,63	80,1
0,56	65,4	0,57	72,4	0,61	75,5	0,64	82,8
0,54	66,5	0,59	73,0	0,60	75,5	0,64	80,1
0,57	67,1	0,58	71,2	0,60	75,5	0,64	80,1
0,57	66,5	0,58	72,4	0,62	77,4	0,63	80,8
0,57	67,6	0,59	72,4	0,62	76,1	0,63	80,1
0,57	67,6	0,56	70,6	0,62	77,4	0,63	81,5
0,56	65,4	0,60	72,4	0,61	75,5	0,65	83,5
0,56	65,4	0,60	72,4	0,58	75,5	0,63	80,1

0,56	65,9	0,56	70,6	0,60	77,4	0,63	80,1
0,56	66,5	0,57	72,4	0,62	77,4	0,63	80,8
0,56	67,1	0,58	70,6	0,60	75,5	0,64	80,1
0,57	67,6	0,59	70,6	0,60	75,5	0,64	80,1
0,56	65,4	0,57	70,6	0,60	76,8	0,64	80,1

40 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,31	25,6	0,35	29,8	0,38	34,5	0,41	39,5
0,29	25,6	0,33	30,6	0,38	35,0	0,40	41,0
0,29	25,1	0,34	30,6	0,37	34,5	0,41	39,8
0,32	25,4	0,33	30,6	0,37	34,5	0,42	42,0
0,29	25,2	0,33	30,6	0,38	34,5	0,42	40,1
0,29	25,1	0,33	29,6	0,38	34,5	0,43	41,7
0,29	24,6	0,35	30,8	0,37	34,5	0,41	41,0
0,31	24,9	0,34	30,8	0,38	36,0	0,40	41,3
0,30	25,9	0,34	30,4	0,38	34,5	0,41	40,7
0,31	26,2	0,35	30,2	0,38	34,5	0,41	41,3
0,31	25,6	0,35	30,8	0,39	34,5	0,40	39,5
0,31	25,1	0,34	29,6	0,38	35,5	0,41	39,5
0,31	25,4	0,35	31,4	0,38	34,5	0,40	41,0
0,31	26,2	0,35	31,2	0,38	34,8	0,43	41,7
0,31	26,2	0,35	30,6	0,38	34,5	0,41	39,5
0,30	25,4	0,33	29,6	0,38	34,5	0,42	41,3
0,30	24,8	0,37	30,4	0,38	34,5	0,41	39,8
0,31	24,9	0,35	30,8	0,39	34,5	0,40	41,3
0,31	25,2	0,34	29,6	0,38	34,5	0,41	40,7
0,31	24,9	0,35	30,2	0,38	34,5	0,40	41,0

40 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,44	46,0	0,46	49,4	0,46	54,9	0,49	62,7
0,44	46,7	0,46	51,0	0,47	54,9	0,49	62,7
0,45	44,6	0,45	49,4	0,46	57,7	0,49	61,7
0,43	44,6	0,46	51,4	0,48	56,3	0,49	60,1
0,43	46,7	0,47	52,3	0,49	56,3	0,49	60,1
0,44	46,0	0,46	49,8	0,48	55,8	0,50	60,1
0,45	46,4	0,45	50,2	0,47	55,8	0,50	61,7
0,43	45,0	0,46	49,4	0,48	56,3	0,51	61,1
0,44	46,7	0,45	49,4	0,47	55,3	0,51	62,7

0,43	44,6	0,45	49,4	0,47	54,9	0,49	60,1
0,43	44,6	0,47	51,8	0,47	54,9	0,50	62,2
0,44	46,4	0,46	52,3	0,47	55,8	0,50	60,6
0,43	44,6	0,46	52,3	0,47	54,9	0,52	62,7
0,43	45,3	0,45	49,4	0,49	57,7	0,48	61,7
0,42	45,0	0,46	51,0	0,48	57,2	0,48	61,7
0,42	45,3	0,47	49,8	0,48	56,3	0,49	60,1
0,44	45,0	0,46	51,0	0,49	56,3	0,49	62,2
0,43	44,6	0,46	51,0	0,48	55,8	0,50	61,7
0,44	46,4	0,46	50,6	0,47	55,8	0,51	61,1
0,43	44,6	0,46	51,4	0,47	54,9	0,50	60,6
40 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)
0,52	65,9	0,53	70,6	0,56	75,5	0,60	80,8
0,53	65,4	0,53	70,6	0,57	76,1	0,59	80,1
0,52	66,5	0,54	71,8	0,55	75,5	0,59	81,5
0,52	65,9	0,55	70,6	0,60	77,4	0,58	80,1
0,53	68,2	0,55	70,6	0,56	75,5	0,61	83,5
0,53	66,5	0,54	72,4	0,55	75,5	0,58	81,5
0,52	65,4	0,54	70,6	0,55	78,1	0,57	82,8
0,52	65,4	0,54	72,4	0,59	78,1	0,59	81,5
0,52	66,5	0,52	65,4	0,57	76,1	0,58	82,8
0,54	67,1	0,52	66,5	0,55	75,5	0,59	81,5
0,52	65,6	0,55	72,4	0,57	76,8	0,58	80,1
0,52	65,4	0,54	73,0	0,57	76,8	0,60	80,8
0,52	66,8	0,54	71,8	0,56	85,1	0,59	80,8
0,52	65,6	0,53	71,8	0,57	75,8	0,58	81,5
0,52	65,4	0,53	71,8	0,56	75,1	0,59	82,1
0,52	65,4	0,55	71,2	0,57	75,1	0,58	81,5
0,52	65,4	0,54	70,6	0,58	76,5	0,58	80,1
0,53	65,4	0,55	73,0	0,57	76,8	0,58	83,5
0,52	65,6	0,53	70,6	0,57	76,8	0,58	80,1
0,52	65,4	0,56	70,6	0,56	76,8	0,59	80,1

45 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)
0,26	24,9	0,30	30,6	0,32	34,5	0,35	39,8
0,27	24,9	0,30	30,6	0,32	34,8	0,36	41,0
0,27	24,8	0,30	31,2	0,33	34,5	0,36	41,0
0,27	24,9	0,30	29,6	0,32	35,0	0,35	40,7

0,27	26,2	0,30	30,6	0,32	34,8	0,35	39,5
0,27	25,4	0,30	30,6	0,33	34,5	0,36	40,7
0,28	25,1	0,32	29,6	0,32	34,5	0,38	41,0
0,26	24,9	0,30	31,2	0,33	35,0	0,35	41,0
0,27	24,8	0,30	30,0	0,33	34,5	0,35	40,1
0,27	25,6	0,31	31,4	0,32	34,5	0,36	39,5
0,26	24,8	0,31	31,4	0,34	34,5	0,36	39,8
0,26	24,9	0,31	29,6	0,32	35,8	0,35	40,4
0,26	24,9	0,32	29,6	0,33	35,8	0,35	39,8
0,26	25,2	0,30	31,4	0,32	35,3	0,37	42,0
0,26	24,6	0,29	29,6	0,32	34,5	0,36	39,8
0,27	25,6	0,30	31,4	0,34	36,5	0,36	39,5
0,26	24,9	0,30	29,6	0,32	34,5	0,35	39,8
0,27	26,2	0,30	29,6	0,33	35,0	0,36	39,8
0,26	25,6	0,30	30,0	0,32	35,0	0,35	40,1
0,27	25,4	0,30	30,0	0,34	34,5	0,36	39,5

45 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,37	44,6	0,40	51,4	0,43	57,2	0,44	61,1
0,39	46,4	0,40	50,2	0,43	56,3	0,44	61,7
0,38	45,3	0,40	51,4	0,42	55,8	0,45	62,7
0,39	45,7	0,39	50,6	0,42	55,3	0,43	60,1
0,39	44,6	0,40	49,4	0,41	55,3	0,43	60,1
0,39	46,0	0,42	51,8	0,42	56,3	0,44	60,1
0,38	46,7	0,40	50,6	0,42	54,9	0,46	60,6
0,38	46,4	0,39	49,4	0,41	54,9	0,43	60,1
0,37	45,7	0,41	49,4	0,40	55,8	0,43	60,6
0,37	45,3	0,40	49,4	0,43	55,8	0,45	62,2
0,40	45,7	0,39	51,8	0,41	54,9	0,45	62,7
0,38	44,6	0,40	50,2	0,41	54,9	0,43	60,1
0,38	46,7	0,41	51,4	0,42	56,7	0,45	60,1
0,38	46,4	0,39	50,2	0,42	57,2	0,43	60,1
0,37	45,0	0,40	50,2	0,42	57,2	0,43	60,1
0,38	45,0	0,39	49,4	0,42	55,3	0,44	61,7
0,39	46,0	0,40	50,6	0,41	54,9	0,44	60,6
0,38	44,6	0,42	51,8	0,43	57,7	0,44	60,1
0,38	45,0	0,40	50,6	0,42	54,9	0,45	62,7
0,37	44,6	0,39	49,4	0,43	56,4	0,43	60,1

45 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)

0,48	65,4	0,47	70,6	0,50	78,1	0,51	80,1
0,47	65,4	0,48	70,6	0,48	75,5	0,51	80,1
0,46	68,2	0,46	71,2	0,48	75,5	0,51	80,8
0,46	67,1	0,48	71,8	0,49	75,5	0,52	80,1
0,46	67,6	0,47	70,6	0,49	75,5	0,52	80,1
0,45	65,9	0,48	71,8	0,49	76,1	0,52	80,1
0,47	65,4	0,48	71,8	0,49	75,5	0,51	80,1
0,46	65,4	0,48	72,4	0,49	75,5	0,52	82,8
0,46	67,1	0,49	70,6	0,49	75,5	0,52	82,1
0,46	65,4	0,48	73,0	0,50	76,1	0,51	80,1
0,47	65,4	0,48	70,6	0,50	78,1	0,52	83,5
0,47	65,4	0,48	73,0	0,49	75,5	0,52	80,8
0,46	67,1	0,48	71,8	0,49	75,5	0,52	80,1
0,46	65,4	0,48	71,8	0,49	75,5	0,52	80,1
0,47	65,4	0,48	73,0	0,50	77,4	0,52	80,1
0,45	65,4	0,49	70,6	0,50	75,5	0,53	82,8
0,46	67,1	0,48	70,6	0,50	76,1	0,51	80,1
0,46	65,4	0,47	70,6	0,50	75,5	0,52	80,8
0,47	67,1	0,47	70,6	0,50	76,1	0,52	80,1
0,45	65,9	0,48	71,2	0,50	76,8	0,52	83,5

50 GRADOS							
25 cm		30 cm		35 cm		40 cm	
Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)
0,24	25,1	0,28	31,4	0,30	34,8	0,32	40,1
0,25	25,6	0,28	31,0	0,31	34,5	0,33	41,3
0,25	25,2	0,28	31,4	0,33	34,8	0,33	39,5
0,24	24,8	0,28	30,4	0,31	34,8	0,33	39,5
0,24	25,4	0,30	31,4	0,31	34,8	0,32	39,5
0,26	25,2	0,27	30,2	0,30	35,8	0,33	40,7
0,26	26,2	0,28	29,6	0,31	35,5	0,33	40,1
0,25	24,6	0,27	30,2	0,31	35,8	0,33	39,5
0,25	24,6	0,27	29,6	0,31	35,8	0,32	39,8
0,27	25,7	0,30	29,6	0,30	34,8	0,34	41,3
0,25	25,6	0,29	29,8	0,32	36,5	0,33	39,8
0,25	24,6	0,28	29,6	0,30	34,8	0,33	39,5
0,25	25,6	0,28	29,6	0,31	34,8	0,34	41,3
0,25	24,9	0,29	30,8	0,31	36,5	0,34	41,0
0,25	25,6	0,28	29,6	0,30	34,5	0,33	39,5
0,25	24,9	0,28	30,4	0,31	35,8	0,33	40,1
0,25	24,6	0,29	30,6	0,31	34,8	0,34	42,0
0,25	24,6	0,28	30,4	0,31	35,8	0,34	41,3
0,26	26,2	0,30	31,4	0,30	34,8	0,33	39,8
0,25	24,6	0,28	29,6	0,30	34,8	0,33	39,5

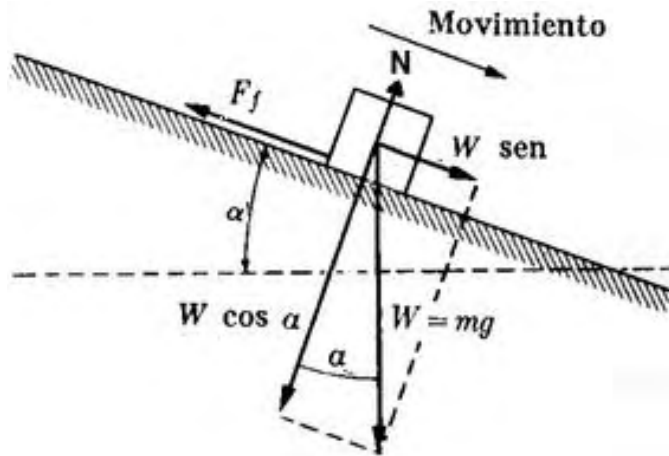
50 GRADOS							
45 cm		50 cm		55 cm		60 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)
0,35	44,6	0,37	51,8	0,39	55,8	0,40	61,7
0,35	46,0	0,36	49,4	0,39	54,9	0,41	62,7
0,34	45,0	0,36	49,8	0,38	54,9	0,41	60,1
0,35	45,3	0,37	50,6	0,39	55,8	0,40	61,1
0,35	46,4	0,36	49,4	0,38	54,9	0,40	61,1
0,35	45,7	0,38	51,4	0,39	57,2	0,40	60,1
0,35	46,0	0,36	49,4	0,39	54,9	0,40	61,1
0,36	46,4	0,36	49,4	0,41	56,7	0,41	61,1
0,36	44,6	0,36	49,8	0,39	54,9	0,40	60,1
0,36	46,4	0,37	50,6	0,40	55,8	0,42	60,6
0,35	45,3	0,37	50,6	0,41	57,7	0,41	60,1
0,36	44,6	0,37	52,3	0,40	56,3	0,41	60,1
0,35	46,4	0,38	51,4	0,40	57,7	0,41	60,1
0,36	46,7	0,38	51,4	0,40	56,7	0,42	61,7
0,37	44,6	0,38	51,0	0,40	54,9	0,42	61,7
0,37	47,1	0,37	50,6	0,41	56,7	0,42	60,6
0,36	46,0	0,38	50,2	0,40	54,9	0,41	60,1
0,36	46,4	0,37	49,8	0,38	54,9	0,42	60,1
0,35	45,0	0,37	49,8	0,39	56,3	0,43	61,1
0,36	44,6	0,37	51,8	0,40	56,3	0,41	61,1

50 GRADOS							
65 cm		70 cm		75 cm		80 cm	
Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia	Tiempo	Distancia
(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)	(seg)	(cm)
0,43	67,6	0,44	70,6	0,45	77,4	0,47	80,1
0,43	65,9	0,44	72,4	0,45	76,1	0,48	83,5
0,42	68,2	0,43	70,6	0,47	77,4	0,49	80,1
0,43	65,9	0,44	71,2	0,46	75,5	0,47	80,8
0,43	65,4	0,44	71,2	0,45	75,5	0,47	80,8
0,41	65,9	0,46	70,6	0,45	76,8	0,47	80,1
0,44	65,4	0,45	71,3	0,49	77,4	0,48	81,5
0,43	68,2	0,46	71,8	0,48	78,1	0,48	82,1
0,44	66,5	0,46	71,0	0,46	75,5	0,48	82,1
0,43	65,9	0,45	71,2	0,45	75,5	0,46	81,5
0,43	65,4	0,46	70,6	0,47	77,4	0,50	82,1
0,44	65,4	0,44	71,2	0,47	76,8	0,50	80,1
0,43	65,9	0,45	72,4	0,47	77,4	0,49	83,5
0,44	67,1	0,46	70,0	0,48	76,1	0,48	81,5
0,44	67,1	0,46	73,0	0,46	78,1	0,50	82,1
0,43	65,9	0,45	72,4	0,47	75,5	0,49	81,5
0,43	65,9	0,45	71,2	0,48	76,1	0,48	80,8

0,43	67,1	0,45	71,2	0,46	75,5	0,48	81,5
0,44	65,4	0,46	70,6	0,47	77,4	0,50	82,1
0,44	65,4	0,46	71,8	0,47	77,4	0,49	80,1

Anexo K. Ecuaciones involucradas

EXPERIMENTO	CINEMATICA	DINAMICA
	$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $v = v_0 + a t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	$\sum f_x = m g \sin \alpha - f_f = m a$ $\sum f_y = N - m g \cos \alpha = 0$ $N = m g \cos \alpha$
ECUACIONES	Condiciones Iniciales: $x_0 = 0; v_0 = 0$ $x = \frac{1}{2} a t^2$ $v = a t$ $v^2 = 2 a x$	$f_f = \mu N$ $f_f = \mu m g \cos \alpha$ $m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha = m a$ $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a$
RESULTADO	$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$	$g = \frac{a}{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$



Anexo L. Obtención Coeficiente De Rozamiento

A partir de los datos de la tabla del anexo (J) y utilizando las ecuaciones del anexo (K) y haciendo las operaciones respectivas teniendo en cuenta la teoría de errores, se obtuvieron los siguientes valores con su respectivo error:

Rango	Tiempo	Desv_T	Distancia	Desv_D
25	0,53	0,02	25,4	0,6
30	0,59	0,02	30,3	0,7
35	0,65	0,02	35,0	0,6
40	0,70	0,02	40,1	0,8
45	0,75	0,02	45,1	0,7
50	0,79	0,01	49,9	1,0
55	0,82	0,01	55,9	1,2
60	0,85	0,02	61,0	1,1
65	0,89	0,01	66,2	0,9
70	0,93	0,02	71,3	0,8
75	0,96	0,02	76,1	0,7
80	1,00	0,02	80,4	0,5
PROMEDIO				
	0,79	0,02	53,1	0,8

Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error
2*X		t*t		*tan@*		*cos@*		*seno@*	
50,7	1,2	0,29	0,02	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
60,7	1,4	0,35	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
70,0	1,1	0,42	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
80,1	1,5	0,49	0,02	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
90,3	1,3	0,56	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
99,9	1,9	0,63	0,02	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
111,8	2,4	0,67	0,02	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
122,1	2,3	0,73	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
132,4	1,7	0,79	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
142,6	1,7	0,86	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
152,3	1,5	0,92	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
160,8	1,0	1,00	0,04	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02
PROMEDIO									
106,1	1,6	0,64	0,03	0,47	0,02	0,91	0,01	0,42	0,02

G	2G	Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error
		V		V*V		Aceleración		X* $\cos\theta$	
978	1956	95,02	6,14	9028,56	1167,63	177,94	18,73	22,99	0,74
978	1956	102,99	6,73	10606,55	1385,41	174,85	18,67	27,49	0,88
978	1956	107,43	5,38	11542,03	1155,33	164,84	13,82	31,73	0,77
978	1956	114,39	4,82	13084,55	1103,40	163,35	10,66	36,30	0,99
978	1956	120,49	4,67	14518,76	1124,33	160,82	10,06	40,91	0,94
978	1956	126,05	4,74	15887,61	1194,22	159,10	8,92	45,25	1,23
978	1956	136,46	5,18	18621,67	1414,39	166,52	9,14	50,68	1,48
978	1956	143,02	5,29	20455,53	1512,10	167,57	9,28	55,32	1,47
978	1956	148,85	4,45	22156,56	1324,17	167,30	7,80	60,02	1,28
978	1956	153,96	4,45	23702,37	1371,69	166,17	7,66	64,64	1,29
978	1956	159,11	4,24	25316,57	1348,26	166,26	7,22	69,00	1,24
978	1956	160,98	4,65	25914,88	1496,23	161,14	8,27	72,88	1,06
PROMEDIO									
978	1956	130,73	5,06	17569,64	1299,76	166,32	10,85	48,10	1,11

Valor	Error	Valor	Error	Valor	Error
2G*$\cos\theta$		(V*V)/(2G*$\cos\theta$)		u	
44974,36	1448,32	0,20	0,03	0,27	0,05
53767,14	1719,93	0,20	0,03	0,27	0,05
62063,56	1514,33	0,19	0,02	0,28	0,04
70998,16	1930,96	0,18	0,02	0,28	0,04
80021,39	1841,70	0,18	0,02	0,28	0,04
88512,81	2411,06	0,18	0,02	0,29	0,04
99122,65	2895,78	0,19	0,02	0,28	0,04
108199,07	2884,79	0,19	0,02	0,28	0,04
117390,71	2496,12	0,19	0,02	0,28	0,03
126431,68	2517,28	0,19	0,01	0,28	0,03
134967,41	2422,89	0,19	0,01	0,28	0,03
142545,87	2071,16	0,18	0,01	0,28	0,03
PROMEDIO					
94082,90	2179,53	0,19	0,02	0,28	0,04

Este procedimiento se realizó para cada inclinación con sus respectivos datos de tiempo y distancia, con lo cual se obtuvieron los valores del coeficiente de rozamiento consignados en la tabla 12.

Anexo M. Calibración de inclinación

En la calibración de la inclinación están involucrados los siguientes aspectos:

- **Mecánica del movimiento:**

Se describe un movimiento circular, en donde para el montaje propuesto, se requiere el control entre los 0 a 60 grados como máximo, por las siguientes razones: la primera es debido al diseño de la estructura mecánica, debido a que tiene un pequeño brazo añadida perpendicular donde reposa la cámara para la monitorización de la inclinación; y la segunda, es porque a mayores inclinaciones el móvil tiene una mayor aceleración y por lo tanto la máquina puede sufrir golpes mecánicos que afecten con la integridad estructural.

- **Electrónica de control**

Para el control del movimiento circular se utiliza un sensor cuentavueltas conectado a una rueda dentada, la cual esta conectada al eje principal que sostiene le brazo de la maquina, así de esta forma se obtiene una relación entre pulsos con grados, y pro ende la equivalencia a la inclinación deseada.

- **Procesamiento de la información**

Se encarga el microcontrolador de recibir el conteo de pulsos y operar matemáticamente estos valores para obtener el valor adecuado y al ser comparado con el valor equivalente de ángulo, se detiene el movimiento del motor que se encarga de mover el brazo.

Procesamiento de Datos

Utilizando programas de regresión polinómica y lineal, como los mencionados en el anexo (N) se consigue la respectiva función matemática que representa a los datos obtenidos.

De pulsos a Grados

Grado de Polinomio

	x	y	Calculated y	Error
1.	5	3.0	2.62055336	3.794466403·10 ⁻¹
2.	10	5.5	5.565782044	6.578204404·10 ⁻²
3.	15	8.0	8.511010728	5.110107284·10 ⁻¹
4.	20	11.5	11.45623941	4.376058724·10 ⁻²
5.	25	14.5	14.4014681	9.853190288·10 ⁻²
6.	30	17.5	17.34669678	1.533032185·10 ⁻¹
7.	35	20.5	20.29192547	2.080745342·10 ⁻¹
8.	40	23.5	23.23715415	2.628458498·10 ⁻¹
9.	45	26.0	26.18238283	1.823828346·10 ⁻¹
10.	50	29.0	29.12761152	1.276115189·10 ⁻¹
11.	55	31.5	32.0728402	5.728402033·10 ⁻¹
12.	60	35.0	35.01806889	1.806888763·10 ⁻²
13.	65	38.0	37.96329757	3.670242801·10 ⁻²
14.	70	41.0	40.90852626	9.147374365·10 ⁻²
15.	75	44.0	43.85375494	1.462450593·10 ⁻¹
16.	80	47.0	46.79898363	2.010163749·10 ⁻¹
17.	85	50.0	49.74421231	2.557876906·10 ⁻¹
18.	90	52.5	52.68944099	1.894409938·10 ⁻¹
19.	95	55.0	55.63466968	6.346696781·10 ⁻¹
20.	100	58.5	58.57989836	7.989836251·10 ⁻²
21.	105	61.5	61.52512705	2.512704687·10 ⁻²
22.	110	65.0	64.47035573	5.296442688·10 ⁻¹

$$y = 5.890457369 \cdot 10^{-1} x - 3.246753247 \cdot 10^{-1}$$

$$r = 0.999882972$$

$$rss = 1.798136646$$

Grado del Polinomio

	x	y	Calculated y	Error
1.	5	3.0	2.813324719	1.866752815·10 ⁻¹
2.	10	5.5	5.614026191	0.114026191
3.	15	8.0	8.477185857	4.771858575·10 ⁻¹
4.	20	11.5	11.38695344	1.130465646·10 ⁻¹
5.	25	14.5	14.32933571	1.706642901·10 ⁻¹
6.	30	17.5	17.29219653	2.078034666·10 ⁻¹
7.	35	20.5	20.26525683	2.347431745·10 ⁻¹
8.	40	23.5	23.24009457	2.599054264·10 ⁻¹
9.	45	26.0	26.21014483	2.101448323·10 ⁻¹
10.	50	29.0	29.17069972	1.706997237·10 ⁻¹
11.	55	31.5	32.11890844	6.189084372·10 ⁻¹
12.	60	35.0	35.05377723	5.377722975·10 ⁻²
13.	65	38.0	37.97616943	2.383057431·10 ⁻²
14.	70	41.0	40.88880542	1.111945833·10 ⁻¹
15.	75	44.0	43.79626266	2.037373379·10 ⁻¹
16.	80	47.0	46.70497569	2.950243118·10 ⁻¹
17.	85	50.0	49.62323609	3.767639108·10 ⁻¹
18.	90	52.5	52.56119253	6.11925264·10 ⁻²
19.	95	55.0	55.53085073	5.308507287·10 ⁻¹
20.	100	58.5	58.54607349	4.607349225·10 ⁻²
21.	105	61.5	61.62258068	1.225806808·10 ⁻¹
22.	110	65.0	64.77794923	2.220507746·10 ⁻¹

$$y = 1.238044945 \cdot 10^{-7} x^4 - 2.732393465 \cdot 10^{-5} x^3 + 1.99150411 \cdot 10^{-3} x^2 + 0.534817288 x + 9.278878991 \cdot 10^{-2}$$

$$rss = 1.577971942$$

De Grados a Pulsos

Grado de Polinomio

	x	y	Calculated y	Error
1.	3.0	5	5.656308238	6.563082384·10 ⁻¹
2.	5.5	10	9.899467534	1.005324656·10 ⁻¹
3.	8.0	15	14.14262683	8.573731696·10 ⁻¹
4.	11.5	20	20.08304984	8.30498447·10 ⁻²
5.	14.5	25	25.174841	1.748409999·10 ⁻¹
6.	17.5	30	30.26663216	0.266632155
7.	20.5	35	35.35842331	3.584233102·10 ⁻¹
8.	23.5	40	40.45021447	4.502144653·10 ⁻¹
9.	26.0	45	44.69337376	3.066262387·10 ⁻¹
10.	29.0	50	49.78516492	2.148350836·10 ⁻¹
11.	31.5	55	54.02832421	9.716757876·10 ⁻¹
12.	35.0	60	59.96874723	3.125277326·10 ⁻²
13.	38.0	65	65.06053838	6.05383819·10 ⁻²
14.	41.0	70	70.15232954	1.523295371·10 ⁻¹
15.	44.0	75	75.24412069	2.441206922·10 ⁻¹
16.	47.0	80	80.33591185	3.359118474·10 ⁻¹
17.	50.0	85	85.427703	4.277030025·10 ⁻¹
18.	52.5	90	89.6708623	3.291377015·10 ⁻¹
19.	55.0	95	93.91402159	1.085978406
20.	58.5	100	99.85444461	1.455553912·10 ⁻¹
21.	61.5	105	104.9462358	5.376423606·10 ⁻²
22.	65.0	110	110.8866588	8.866587783·10 ⁻¹

$$y = 1.697263718 x + 5.645170833 \cdot 10^{-1}$$

$$r = 0.999882972$$

$$rss = 5.181112261$$

Grado del Polinomio

	x	y	Calculated y	Error
1.	3.0	5	5.373935168	3.739351685·10 ⁻¹
2.	5.5	10	9.810908246	1.890917544·10 ⁻¹
3.	8.0	15	14.17436539	8.256346115·10 ⁻¹
4.	11.5	20	20.18983445	1.898344499·10 ⁻¹
5.	14.5	25	25.28548799	2.854879945·10 ⁻¹
6.	17.5	30	30.34744848	0.347448479
7.	20.5	35	35.39326861	3.932686142·10 ⁻¹
8.	23.5	40	40.43723529	4.372352921·10 ⁻¹
9.	26.0	45	44.64717435	0.352825646
10.	29.0	50	49.71401108	2.859889226·10 ⁻¹
11.	31.5	55	53.95221786	1.047782141
12.	35.0	60	59.91212503	8.78749696·10 ⁻²
13.	38.0	65	65.04367228	4.367228381·10 ⁻²
14.	41.0	70	70.19161671	1.916167069·10 ⁻¹
15.	44.0	75	75.34792877	3.479287655·10 ⁻¹
16.	47.0	80	80.50131311	5.013131066·10 ⁻¹
17.	50.0	85	85.63720856	0.637208559
18.	52.5	90	89.89099875	1.090012525·10 ⁻¹
19.	55.0	95	94.10827278	8.917272227·10 ⁻¹
20.	58.5	100	99.92486942	7.513058404·10 ⁻²
21.	61.5	105	104.8000035	1.999965163·10 ⁻¹
22.	65.0	110	110.3161042	3.161042002·10 ⁻¹

$$y = -1.679947789 \cdot 10^{-6} x^4 + 2.158667241 \cdot 10^{-4} x^3 - 9.127665498 \cdot 10^{-3} x^2 + 1.84090029 x - 7.230903879 \cdot 10^{-2}$$

$$rss = 4.522848625$$

Anexo N. Formato guías de laboratorio teleoperado para física I.

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Objetivos

- Estudiar la naturaleza del movimiento de un cuerpo bajo la acción de una fuerza constante.
- Observar y analizar el movimiento de un cuerpo uniformemente acelerado que se mueve en línea recta.
- Calcular experimentalmente el valor de la aceleración para un cuerpo con MRUA.
- Aplicar los conceptos de teoría y propagación de errores, en el cálculo de las diferentes magnitudes.

Materiales

- Plataforma Tele operada
- Lápiz y guía de laboratorio
- Material de apoyo

Marco Teórico

Una partícula realiza un movimiento rectilíneo cuando la trayectoria descrita por el móvil es una línea recta (unidimensional). De acuerdo con las leyes de la dinámica, una partícula en movimiento bajo la acción de un conjunto de fuerzas experimenta una aceleración proporcional a la fuerza resultante F . En el caso particular de que el movimiento sea rectilíneo, tanto el vector F como los vectores cinemáticos a (vector aceleración), v (vector velocidad) y r (vector posición) son vectores cuya dirección coincide con la dirección del movimiento. Si en el movimiento rectilíneo, la magnitud F es constante, la aceleración a también será constante. En este caso, decimos que el móvil describe movimiento rectilíneo uniformemente variado, en cuyo caso, la posición y velocidad en función del tiempo, vienen dados, respectivamente por las ecuaciones 1 y 2.

Descripción Montaje

La figura 105 (en realidad en el informe para el estudiante es la figura 1) nos muestra el esquema de la plataforma completa que el usuario debe usar para realizar la experiencia. Consiste en dos partes, la primera hace referencia a la interfaz del usuario cuyo objetivo es la manipulación del montaje experimental de manera tele operada, y la segunda, es el montaje a aplicar en el laboratorio.

Figura 106 Interfaz de la plataforma completa para el usuario



Procedimiento experimental

Una vez ha ingresado a la página de la universidad, www.udenar.edu.co diríjase hacia el enlace de Laboratorios y seleccione la opción de Laboratorios de Física e ingrese con su código y contraseña, en caso contrario debe de registrarse. Luego familiarícese con la interfaz de usuario, escoja el laboratorio a realizar, en este caso *Laboratorio de Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado*, haga un reconocimiento de las variables del panel de control y escoja una inclinación, recuerde que este valor de inclinación lo debe tener en cuenta para el procedimiento matemático. Una vez seleccionada la inclinación escoja el número de eventos a realizar y la distancia para obtener el tiempo.

Presione el botón enviar y observe como el montaje realiza las respectivas mediciones las cuales serán visualizadas en el panel de control una vez ejecuten el total de los eventos. Luego copie la información entregada por el sistema, escoja el número de eventos otra distancia y presione el botón Enviar. El procedimiento es para 7 distancias diferentes como mínimo.

Recuerde, NO cambiar el valor de la inclinación hasta no haber finalizado con el número mínimo de distancias.

Predicción teórica de la aceleración

Considerando en el montaje la fricción entre el móvil y el respectivo carril una vez se ha inclinado en los grados establecidos pro el usuario, y teniendo en cuenta que el móvil parte del reposo y por lo tanto se considera el origen del movimiento y dinámicamente el móvil esta influenciado por una fuerza normal perpendicular al movimiento. Bajo estas condiciones, un análisis dinámico muestra que la aceleración del sistema es:

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \quad (26)$$

Donde, a es la aceleración teórica del movimiento, μ coeficiente de fricción y α es la inclinación del carril. Considere la aceleración de la gravedad "g" igual a 978 cm/s².

Registro de Datos

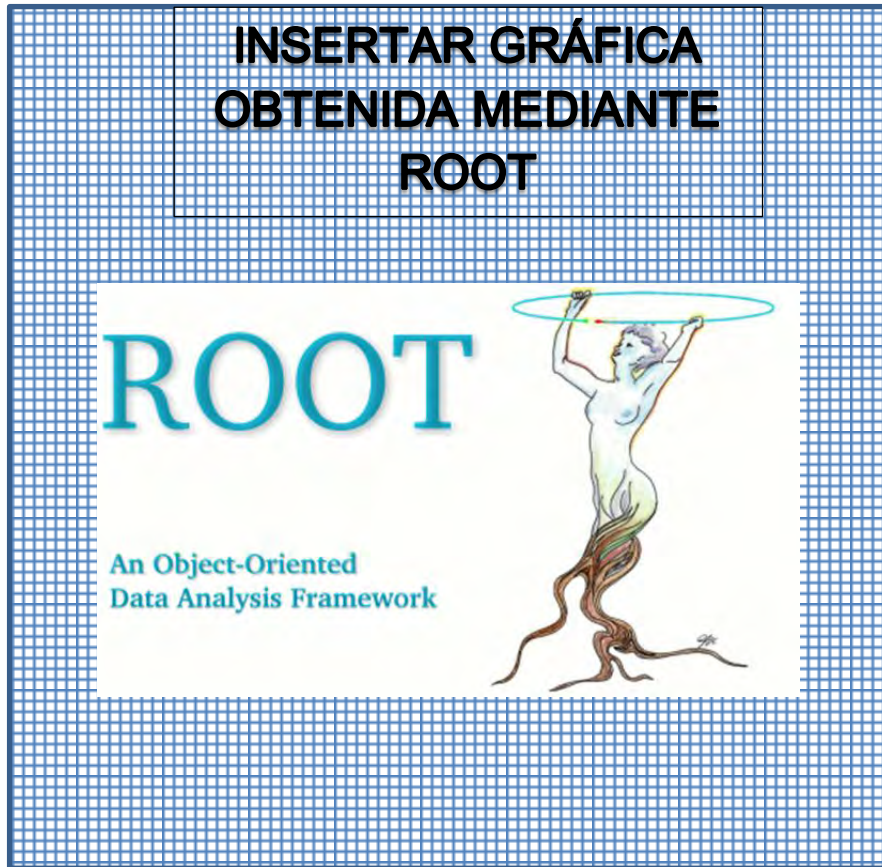
Coefficiente de Rozamiento μ 0,27 \pm 0,02
Inclinación 30 Grados

REGISTRE LOS DATOS PARA CADA DISTANCIA MINIMO 7 POR CADA DISTANCIA

Procesamiento de Datos

Rango	Promedio			
	Valor	Error	Valor	Error
	Tiempo (seg)		Distancia (cm)	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				
65				
70				
75				
80				

Grafica



Informe Física I

Nombre de la practica	
Programa	
Fecha	
Grupo	
Nombres (código)	

- **Predicción teórica**

Aplicando la ecuación (9) y los métodos de teoría de errores y tomando como la aceleración de la gravedad igual a 978 cm/s^2 se obtuvo

Variable	Valor	Unidad
u	\pm	
α	\pm	
a_{teo}	\pm	

- **Calculo Experimental**

Tomado los datos de la gráfica obtenida la cual describe le movimiento, se obtuvo los siguientes datos, donde la aceleración experimental a_{exp} se obtiene multiplicando por 2 al valor de $p2$ ($a_{exp} = 2 * p2$), por lo tanto de los parámetros obtenidos de la grafica se obtiene:

Variable	Valor	Unidad
x_0	\pm	
v_0	\pm	
a_{exp}	\pm	

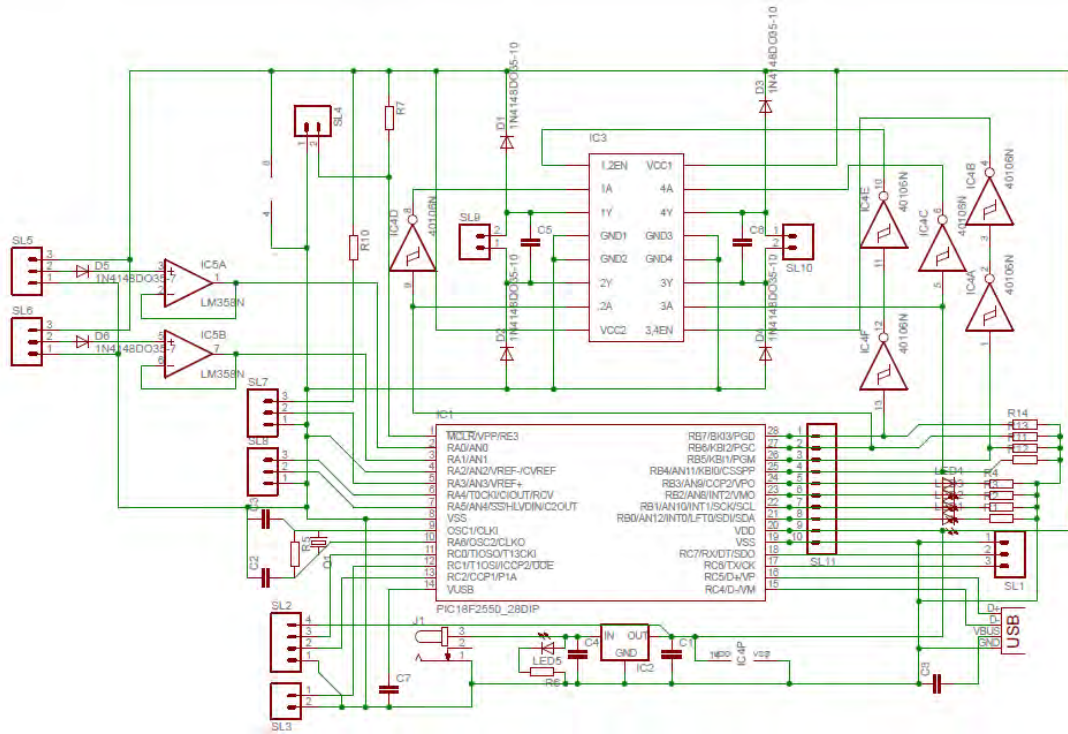
- **Calculo del Error**

Error porcentual = _____%

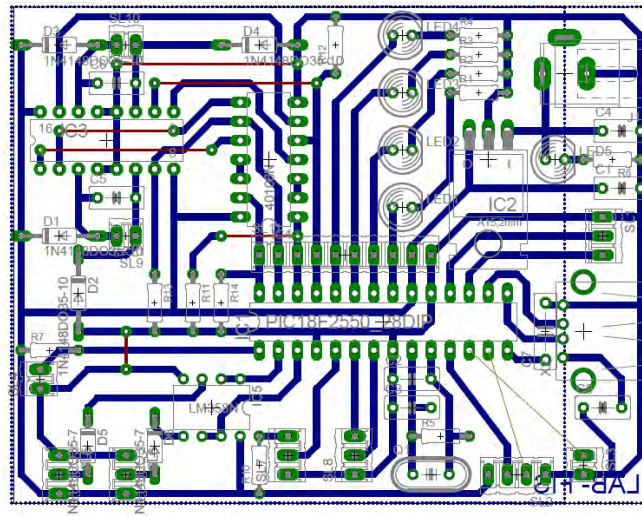
Conclusiones

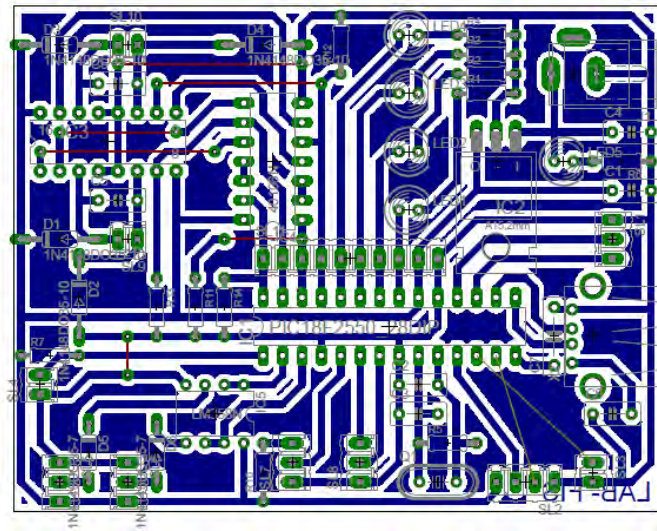
Anexo Ñ. Esquemáticos y PCB's

Esquemático Board Principal PIC

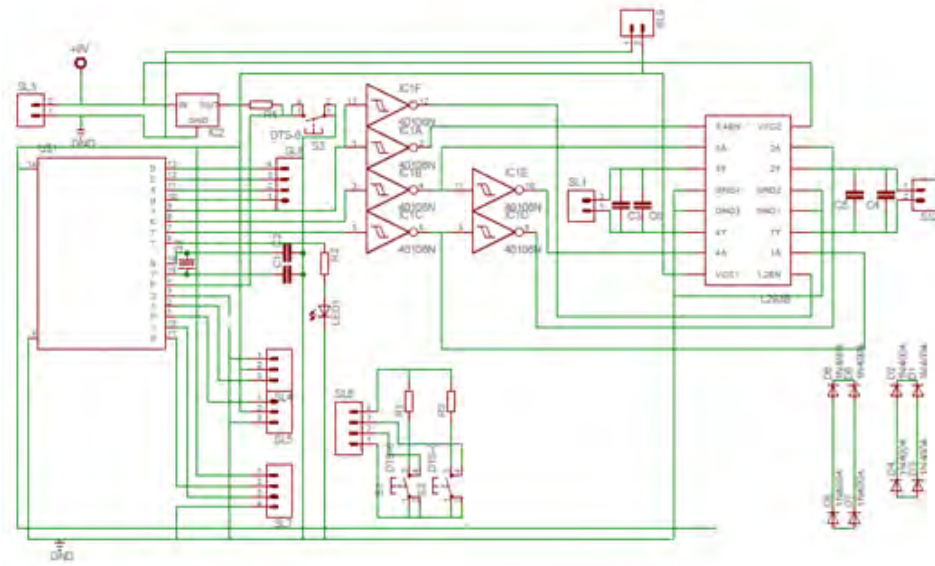


PCB's Principal PIC

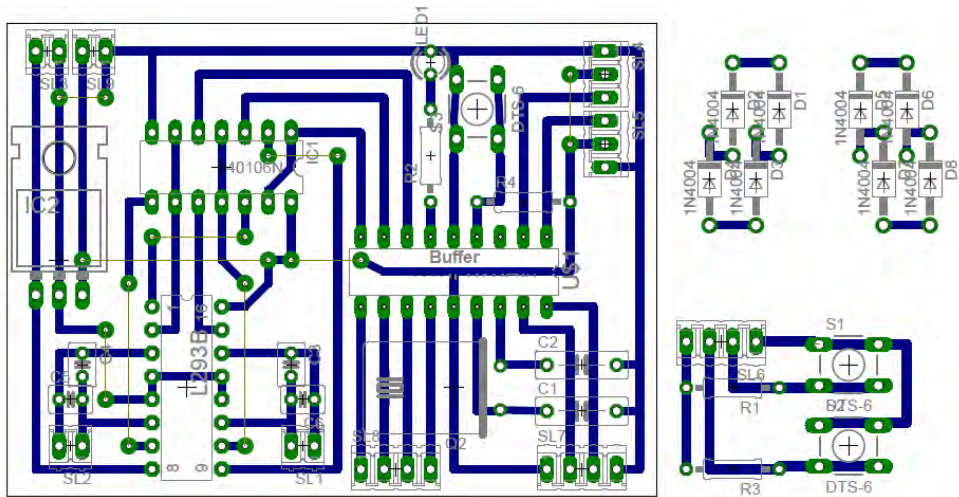




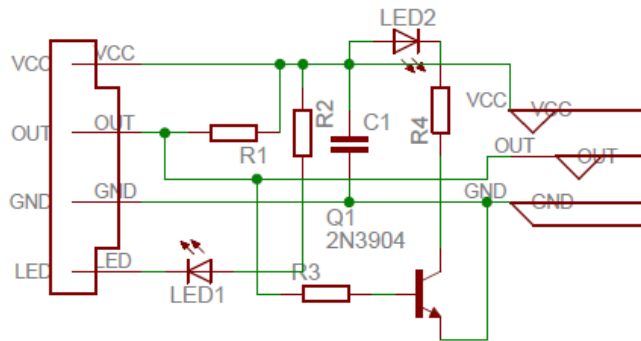
Esquemático Board Driver L293B



PCB's Driver L293B



Esquemático Board IS471F sensor horizontal



PCB IS471F sensor horizontal

