



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

DESARROLLO DE EXPERIENCIA DE CINEMATICA PARA LABORATORIO REMOTO EN EL AREA DE FISICA BASICA

Carlos M. Olivares ^[1], Carlos R. Juárez ^[2]

¹ Depto. Acad. de Física y Química – FCEyT – UNSE - correo-e: ingolivaresmariano@gmail.com

² Laboratorio de Física – FCEyT UNSE correo-e: cjuarez@unse.edu.ar
Univ. Nacional de Santiago del Estero - Av. Belgrano (s) 1912, C.P.:4200
Santiago del Estero, Argentina

RESUMEN

El estudio de ciencias en el ciclo básico universitario se enfrenta muchas veces a la dificultad de atender cantidades de estudiantes cada vez mayores con una planta de laboratorio que no necesariamente crece al mismo ritmo. Esto significa que es frecuente que muchos estudiantes tengan que hacer al mismo tiempo una práctica de la cual se dispone un solo conjunto de dispositivos para realizarla.

En el mundo existen antecedentes de laboratorios remotos en donde se integran dispositivos físicos y de control usando diferentes plataformas [1]. Esta integración de dispositivos físico es la principal diferencia que distingue a un laboratorio remoto de un laboratorio virtual [2].

Es por ello que en este trabajo se propone como opción una experiencia docente automatizada y controlable remotamente para implementar una práctica a distancia de cinemática en el curso de laboratorio de física básica. La misma permite la realización de mediciones haciendo uso de un dispositivo montado al efecto mediante una conexión a internet.

Se efectúa la medición de la posición de un carrito sobre una pista inclinada mientras éste desciende acelerándose por acción de la gravedad. Se emplea para medir la posición un sensor ultrasónico, y para remontarlo un motor de corriente continua, controlado por un sistema compuesto por un ordenador más una interfaz de comunicación. Además, se dispondrá de una cámara de video donde se pueda seguir visualmente y en tiempo real los desplazamientos ocurridos.

Una vez finalizadas las mediciones los datos medidos se remiten electrónicamente al usuario que previamente debe estar registrado en una base de datos formando parte del curso al que corresponde la práctica.

Se prevé la posibilidad de incrementar la accesibilidad al laboratorio por parte de los estudiantes del propio curso con la posibilidad de brindar un servicio a instituciones externas que lo requieran.

Palabras Claves: Laboratorio remoto, Física Básica, Cinemática.



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

1. INTRODUCCION.

El estudio de ciencias en el ciclo básico universitario se enfrenta muchas veces a la dificultad de dar servicio a cantidades de estudiantes cada vez mayores con una planta de laboratorio que no necesariamente crece al mismo ritmo. Esto significa que en un Laboratorio Convencional (*LC*) es frecuente que muchos estudiantes tengan que hacer al mismo tiempo una práctica de la cual se dispone un solo conjunto de dispositivos para realizarla.

La ampliación de las plantas de laboratorio representa para las instituciones un costo que no siempre está al alcance dependiendo de si existen o no fuentes de financiamiento para adquisición de equipos.

Posibles soluciones para esta problemática son los Laboratorios Virtuales (*LV*) y los Laboratorios Remotos (*LR*).

Cada uno de estos modelos tiene sus particulares características.

Los *LC* fueron y son de fundamental importancia en el estudio de las ciencias. La principal ventaja de un *LC* es su interactividad y la posibilidad de poner a nuestros estudiantes en contacto con la naturaleza de los fenómenos en estudio en primera persona. La intermediación es mínima y esta está representada por la supervisión y puesta a punto de un docente. Como desventajas podemos mencionar, como ya se dijo, su costo de adquisición y mantenimiento además de sus limitaciones en cuanto a accesibilidad por cuestiones de espacio y tiempo. Respecto a este último debe tenerse en cuenta que la respuesta para obtener resultados es generalmente lenta antes de continuar con el proceso de análisis e interpretación.

En un momento surgieron como una solución los *LV* en los cuales mediante un simulador se puede estudiar un fenómeno físico determinado. En ellos los experimentos son efectuados por un programa prediseñado en un entorno de applets de Java u otros permitiendo modificar algunos parámetros de caracterización del experimento y visualizándolos mediante imágenes y animaciones. El entorno es favorable en el sentido de que los estudiantes pierden el miedo a equivocarse y producir un daño a la totalidad o a una parte de costosos equipos, tal como podría suceder en un *LC*. Además permite la ejecución de una práctica de laboratorio haciendo uso de un navegador convencional desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Si bien la accesibilidad de los *LV* es mayor que las de los *LC* y reduce los costos de instalación y mantenimiento de las prácticas a estudiar, la interactividad con el modelo real es nula ya que el comportamiento del experimento está, en buena medida, preestablecido de manera ideal y prácticamente no hay lugar para los imprevistos que son típicos en el mundo real, generando una tendencia hacia la pasividad en los estudiantes.

A mitad de camino entre estos dos modelos, y buscando integrar las ventajas de ambos, se encuentran los *LR*.

En el mundo existen antecedentes de laboratorios remotos en donde se integran dispositivos físicos y de control usando diferentes plataformas [1]. Esta integración de dispositivos físicos es la principal diferencia que distingue a un laboratorio remoto de un laboratorio virtual [2].

Otro antecedente de importancia en la implementación de *LR*'s es el proyecto ERASMUS denominado "Módulos Educativos para Circuitos Eléctricos y Electrónicos. Teoría y práctica siguiendo una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la investigación y apoyada por VISIR+ (Virtual Instruments Systems in Reality)". El proyecto cuenta con financiación de la Education, Audiovisual and Cultura Agency (EACEA) de la Unión Europea y de él forman parte un conjunto de instituciones europeas asociadas en la figura de un consorcio. La participación en el mismo fue abierta a países externos a la Unión Europea y al momento presente la Argentina forma parte de él contando a la UNSE como institución participante a través del CONFEDI [3]



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

Los *LR* permiten el acceso a información de instrumentos y al control de equipos reales a distancia a través de internet. En ellos se dispone a distancia de la planta real para controlarla y levantar los resultados que posteriormente serán procesados para su interpretación. En los *LR* se pueden usar los elementos del *LC* integrándolos a un conjunto de detectores y sensores que junto a un sistema informático permitan su conectividad a través de internet. Podría decirse que, mientras mejora la versatilidad en el tiempo y en el espacio de laboratorio sumado a la interacción con elementos reales, una desventaja es el encarecimiento del conjunto.

Podría decirse que otro inconveniente presente es la pérdida de la observación y control de manera directa. Para salvar esta situación el sistema puede visualizarse mediante una cámara IP o webcam. De este modo los sistemas remotos pueden manejarse mediante un mouse, un teclado, o incluso desde la pantalla táctil de un teléfono móvil.

Las principales estrategias de diseño de los *LR* son:

- *LR basado en una aplicación específica Cliente/Servidor TCP/IP.* En este caso, el usuario desde su PC (cliente) envía al servidor, vía Internet, un archivo con el software que quiere descargar por ejemplo en un PLC conectado al servidor. Para enviar y recibir el archivo, la aplicación utiliza el protocolo TCP/IP soportado por Internet.
- *LR implementado como una aplicación Web.* El alumno accede al servidor a través de una página Web. El usuario envía el archivo o programa vía Internet, por ejemplo, a un PLC conectado a un servidor.
- *LR implementado con Terminal Server de Windows.* Esta estrategia se basa en utilizar el servicio Terminal Server del sistema operativo Windows. La idea básica es ceder el control del servidor a un cliente para que descargue los archivos o programas y luego los ejecute directamente en el servidor.
- *Implementaciones basadas en plataformas de desarrollo de Software como LabView o Matlab.* Esta es una solución bastante utilizada, y sus principales ventajas son su potencia, su compatibilidad con plataformas permitiendo adquirir señales físicas reales y la disponibilidad de servicios que pueden ser aprovechados para el diseño de un *LR*.

En nuestro caso se optó por trabajar con Labview™ ya que para nuestro equipo de trabajo es más versátil e intuitivo al momento de desarrollar un algoritmo.

Implementación de un Laboratorio Remoto

Para la implementación de un *LR* actualmente no existe una metodología o procedimiento aceptado de manera general, pero teniendo en cuenta los elementos y relaciones desarrollados en este trabajo, se puede hacer una aproximación de cuáles deben ser los pasos para lograr la implementación de un *LR*.

El primer componente a tener en cuenta en la implementación de un *LR* es que debe contener una orientación pedagógica para de esta manera obtener un entorno integral de prácticas de laboratorio mejorando de esta manera la consolidación de los conocimientos por parte de los estudiantes.

De la misma manera y de forma transversal a la orientación pedagógica comentada, es necesario por parte de los estudiantes remotos que tengan conceptos previos teóricos de la temática a experimentar, así como un conocimiento del funcionamiento de la infraestructura del *LR* para tener un manejo eficiente de la modalidad remota al realizar las prácticas.

Mencionado lo anterior se puede inferir que las guías de laboratorio deben permanecer disponibles y accesibles para los estudiantes remotos cuando se encuentren realizando las prácticas. La información disponible debería contener:

- Identificación de la práctica de *LR*
- Identificación del área temática



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

- Objetivo de la realización de la practica
- Tutorial de procedimiento para llevar adelante la practica
- Teoría relacionada al *LR*

En la figura 1 se muestra un diagrama de la relación que existe entre un *LC* y un *LR*.

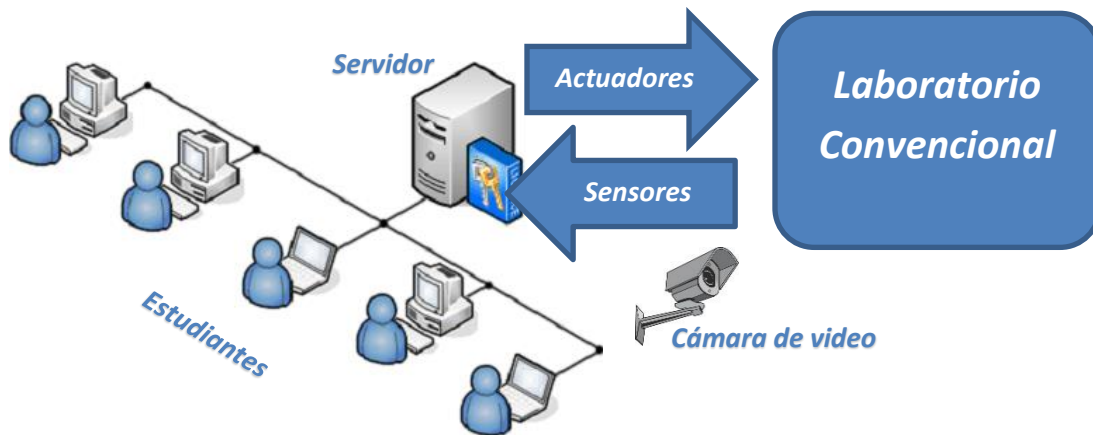


Figura 1. Arquitectura de referencia para la construcción de laboratorios remotos

2. PROPUESTA DE TRABAJO

El Laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero se encuadra en el modelo de laboratorio convencional (*LC*). En el mismo se efectúan las prácticas correspondientes al ciclo básico de carreras de Ingeniería. Las áreas a las que corresponden los experimentos que se realizan son: mecánica lineal, mecánica rotacional, sonido, temperatura, calor, óptica geométrica y ondulatoria, electricidad y magnetismo. El presente trabajo plantea un modelo de práctica remota para el estudio de variables cinemáticas en un móvil que se desplaza acelerándose, por efecto de la gravedad, por una pista inclinada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Elementos empleados.

Para la ejecución de la práctica mencionada se cuenta con una pista de aluminio anodizado por donde se desplaza un carrito del mismo material. Los mismos son parte de un conjunto para experimentos de cinemática y dinámica lineal marca PASCO™ ME-9452A [4]. El mismo se muestra en la figura 2, si bien solo se usan la pista, con sus pies y extremos, un carrito y una polea.



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

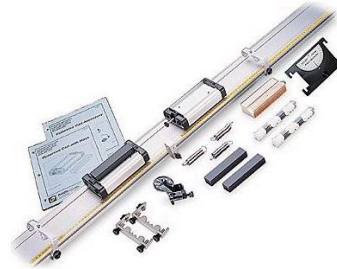


Figura 2: Conjunto para experimentos de cinemática y dinámica lineal PASCO™ ME-9452 A. Fuente: Tecnología Educativa SA

La polea se coloca en el extremo alto de la pista inclinada. También en este extremo se agregó un soporte para sostener un motor de corriente continua. Este motor tiene a su vez otra polea a la cual se fija una cuerda con el fin de unirlo mecánicamente al carrito en la pista. La placa de control y el sensor de posición son ARDUINO UNO™ y HC-SR04 [5] respectivamente, y se muestran en la figura 3.



Figura 3: Placa Arduino UNO™ y sensores de posición ultrasónicos HC-SR04.

En reposo el carrito se encuentra en la parte más baja de la pista inclinada. Al comenzar el ensayo el mismo es tirado por el motor, mediante la cuerda, hasta el punto de inicio y lo sostiene allí hasta recibir la orden de soltarlo. Cuando lo hace comienzan a funcionar los sensores ultrasónicos de posición para ir registrando el descenso acelerado. Cuando el carro llega a una posición próxima al final de la pista el sensor corta la medición y el motor frena el movimiento para evita un golpe fuerte con la barrera que cierra el recorrido.

La planta de dispositivos cuenta además con una cámara IP genérica [6], como la que se muestra en la figura 4, para el monitoreo visual de lo que sucede en la pista.



Figura 4: Cámara IP genérica [5].



Procedimiento a seguir.

El procedimiento de ejecución remoto prevé el ingreso al laboratorio mediante un navegador web a través del blog del Laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE [7]. Luego de acceder a la página de inicio se requiere efectuar una identificación para constatar que quien está ingresando es un estudiante inscripto para el curso presente. Esta identificación se efectúa mediante una dirección de correo electrónico que el estudiante debió previamente registrar al inscribirse. La interfaz gráfica se visualizará como en la figura 5.

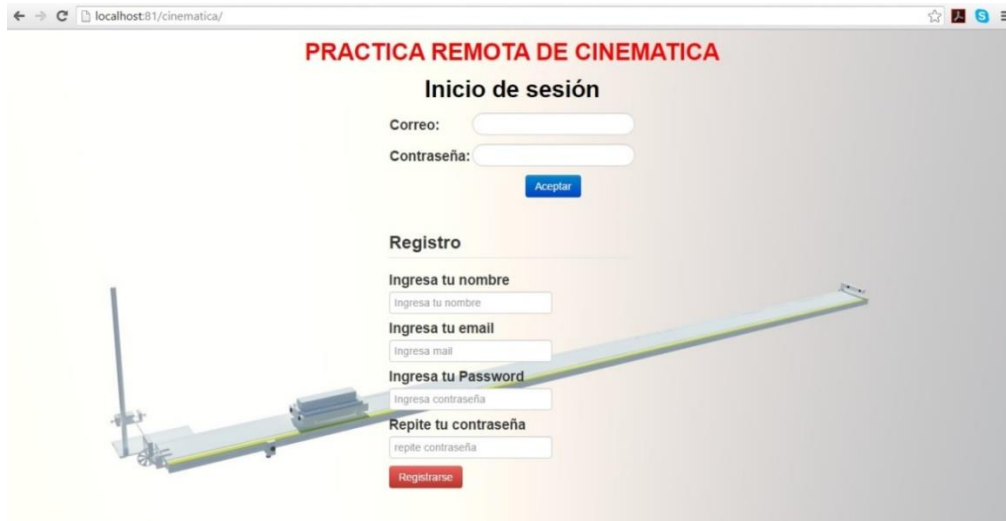


Figura 5: Interfaz gráfica para el control y monitoreo del laboratorio remoto

Una vez autenticada la identificación se accede al servidor encargado de administrar la práctica. La página de inicio prevé la descarga de una aplicación para efectuar el experimento, cuya interfaz gráfica funciona en entorno LabVIEW™[8] y se muestra en la figura 6. En ella se encuentran los controles necesarios para la experiencia. La versión del software empleada para la ejecución de este trabajo es de evaluación.



Figura 6: Interfaz gráfica para el control y monitoreo del laboratorio remoto



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

Luego de efectuado el experimento se remite la tabla de datos medidos a la dirección de correo electrónico con que se efectuó la identificación. Esta tabla es la que será objeto de análisis por parte de los estudiantes a los efectos de responder las consignas que se soliciten. En el caso particular del presente experimento, se trata de determinar la aceleración de descenso. El procedimiento general contiene instructivos sobre los pasos a seguir de modo que el mismo sea intuitivo y fácil de seguir. Una descripción general se presenta en el diagrama de flujo de la figura 7.

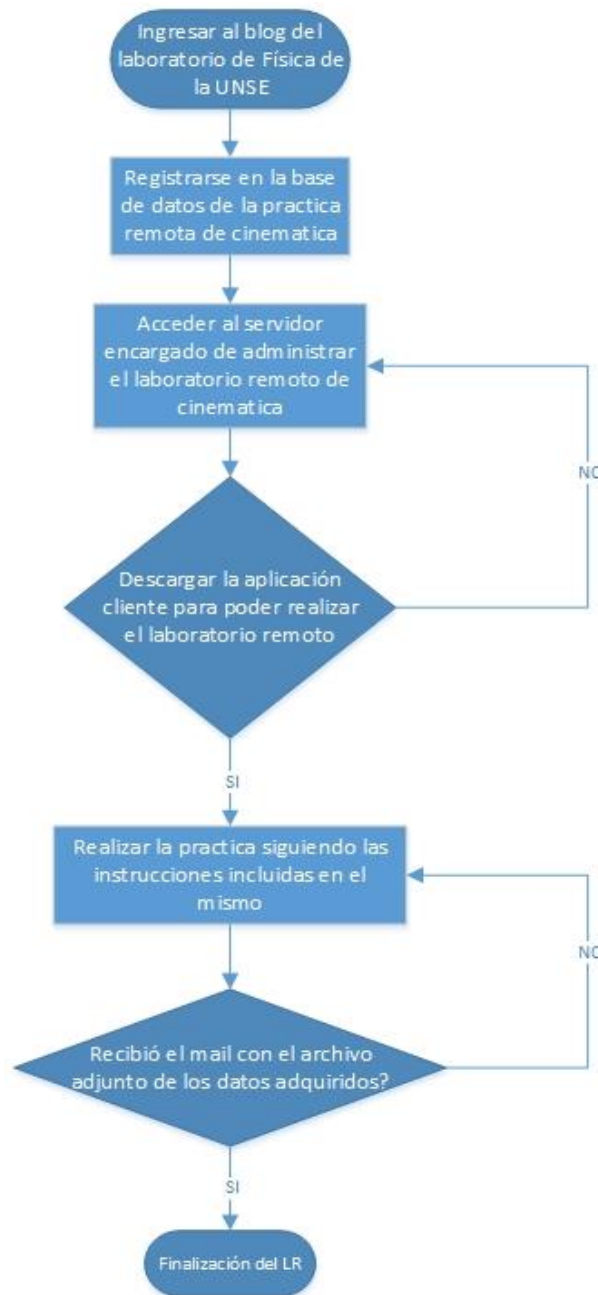


Figura 7: Diagrama de procedimientos para realizar el laboratorio remoto de cinemática lineal.



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

4. RESULTADOS ALCANZADOS Y ESPERADOS

Si bien la implementación de la práctica y su puesta en funcionamiento a nivel piloto, a la fecha (1/6/16), está próximo a completarse, aún falta su implementación con un curso de alumnos inscriptos en el laboratorio en forma regular. Esto está previsto para el transcurso del segundo semestre de 2016.

Para el acceso desde el exterior de la UNSE a la PC asociada a la práctica, que se ubica físicamente en el Laboratorio de Física de La Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, se solicitaron dos direcciones IP y dos puestos específicos. Uno para el ordenador propiamente dicho y otro para la cámara IP. Estos puertos, una vez asignados ya quedaron para ser usados en la implementación de futuras prácticas.

Se espera que en el próximo semestre los estudiantes del curso de Física I de las carreras de Ingeniería de la Facultad tengan a su disposición una nueva opción para efectuar esta práctica permitiendo el acceso más versátil en el tiempo, ampliando la lista de experimentos posibles.

5. CONCLUSIONES

El proceso efectuado fue alentador ya que permitió sentar las bases para un laboratorio remoto que con el tiempo incluya otras prácticas de física básica.

Fue evidente desde el comienzo que remotizar experimentos en los que las mediciones sean de movimientos representarían un desafío respecto de aquellas en las que solo se midan magnitudes eléctricas.

Sin embargo, se puso en evidencia que la utilización de los sensores ultrasónicos es una alternativa posible y relativamente económica para este tipo particular de experimentos en donde el movimiento es lineal.

Otro elemento que mostró su importancia en cuanto a la interactividad del estudiante con los dispositivos físicos fue la cámara IP, ya que a través de ella la percepción de lo que sucede es más cercana y permite detectar rápidamente si algo no está funcionando como se espera para dar un aviso.

Teniendo en cuenta que las prácticas remotas para el estudio de ciencias son una tendencia mundial, consideramos que estamos dando los primeros pasos haciendo uso de elementos que se encuentran accesibles y son de libre uso.

6. REFERENCIAS

[1] Costa-Castelló R., Vallés M., Jiménez L. M., Díaz-Guerra L., Valera A., Puerto R. - Integración de dispositivos físicos en un laboratorio remoto de control mediante diferentes plataformas: Labview, Matlab y C/C++ - Revista Iberoamericana de Automática e Ingeniería Industrial – Vol. 7, Núm.1, pp.23-34 - 2010



V CAIM 2016

V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

5 al 7 de Octubre de 2016

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías
Santiago del Estero - República Argentina

[2] M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina, M.I. Guillermo Hermida Saba , M.S.I. José Hernández Silva, M.C. Enrique Ladrón de Guevara Durán - Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería, Revista Internacional de Educación en Ingeniería – Vol. 4 - 2011.

[3] Invitación a Facultades de CONFEDI para participar del Proyecto Erasmus VISIR+. – Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina – 2016

<http://www.frn.utn.edu.ar/noticias/Convocatoria%20Participacion%20ERASMUS%20VISIR+%20-%20CONFEDI%202016.pdf>

[4] Tecnoedu – Conjunto para estudios de dinámica lineal con pista de 2.2 m – 2016
<http://tecnoedu.com/Pasco/ME9452A.php>

[5] ECDA – El cajón de ARDUINO. Tutorial: Sensores ultrasónicos HC-SR04, 2014
<http://elcajondeardu.blogspot.com.ar/2014/03/tutorial-sensor-ultrasonidos-hc-sr04.html>

[6] IP Wireless / Wired Camera – IP Camera Users Manual (For Windows OS).

[7] Laboratorio de Física FCEyT – UNSE. <http://labfisicafceyt-unse-crjuarez.blogspot.com.ar/>

[8] Labview 7.1. Programación gráfica para el control de instrumentación.- Antoni M. L., Del Rio Fernández J. – Edit.: Paraninfo, ISBN 13: 9788497323918; ISBN 10: 8497322912 - 2005