Construcción de una MRV: Una Herramienta Didáctica Para Estudiantes De Ingeniería

Construction of a VRM: A Didactic Tool For Engineering Students

Luis Miguel Zabala Gualtero[1], Dicleny Castro Carvajal[2]

[1]Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Toluca, México
[2]Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia

luis.zabala@invitados.itesm.mx; dcastroc@ut.edu.co

Resumen. Esta propuesta tiene interés en aportar a los ingenieros en formación, no solo una idea que es el preámbulo de una solución de bajo costo para la construcción de un laboratorio virtual constituido de máquinas de realidad virtual, que tienen comunicación real o emulada con sensores, actuadores y controladores, donde se propone la implementación de plataformas de nuevas tecnologías e innovación usadas en la industria, sino que también sirve para mediar de forma práctica el conocimiento, a la vez que se convierte en un material de apoyo curricular entre el Profesor y el Estudiante.

Palabras clave: Máquina Virtual, Laboratorio virtual, Didáctica, Ingeniería, Tecnología.

Abstract. This proposal has an interest in providing undergraduate engineering students not only an idea in the preamble of a low cost solution for a virtual laboratory construction which consists of virtual reality machines, that has real or emulated communication with sensors, actuators and controllers, where it is proposed the implementation of new technology and innovation plat-forms used in the industry, but also serves to mediate knowledgement in practice, while also becoming a curricular material support between the teacher and the student.

Keywords: Virtual Machine, Virtual laboratory, Didacticism, Engineering, Technology.

1 Introducción

Los mejores profesores universitarios utilizan técnicas para mediar el conocimiento en sus cursos, donde se enfocan en que el estudiante encuentre interés por el curso, para que aprendan para la vida. Una de estas formas, es viendo la teoría de forma aplicada donde los estudiantes adquieren pensamientos físicos newtonianos, alcanzando el interés suficiente para entender que la teoría se aplica [1]. Según lo anterior, las universidades necesitan estar equipadas de laboratorios, para brindarle a sus estudiantes formas prácticas de comprobar la teoría y que evolucionen en su conocimiento.

Los cursos dirigidos a los estudiantes de ingeniería, tienen la necesidad de contar con laboratorios físicos, los cuales representan inversiones monetarias muy elevadas para la universidad, pero las mejores escuelas de enseñanza entienden lo fundamental que es esto, ya que la industria, día a día exige que las habilidades de los estudiantes que obtienen un título de ingeniería sean más altas. En el campo de la ingeniería de control y programación enfocada a procesos industriales, la evolución a nivel tecnológico en el mejoramiento de estos procesos es acelerado, donde aumenta su calidad y su bajo costo. Para que los estudiantes puedan estar actualizados de los avances continuos, es indispensable que reciban competencias en el desarrollo de automatismos enfocados hacia el mejoramiento continuo [2]. Por lo tanto, es fundamental, que las universidades proporcionen los materiales que permitan al estudiante desarrollar estas capacidades.

El enfoque de esta propuesta, es iniciar la creación de una máquina de realidad virtual (Virtual Reality Machine, VRM por sus siglas en inglés), esta herramienta en 3D de alta definición y detalle, posee las características de una máquina real a las encontradas en la industria o en el entorno ingenieril, estas simulan todos los procesos matemáticos y físicos de dichas máquinas, que pueden ser gobernados por el operador. Normalmente, su figura se crea con algún software de diseño asistido por computadora (Computer-Aided Design, CAD por sus siglas en inglés), hasta la comunicación de cada componente del CAD. Estas se crean como preámbulo a la formación de un laboratorio virtual (Virtual Laboratory, VL por sus siglas en inglés), que están conformados por escenarios y VRM de apariencia real a los laboratorios o plantas físicas, como una solución de bajo costo para el equipamiento de diferentes laboratorios de ingeniería, y así motivar a los estudiantes al aprendizaje con nuevas tecnologías, que simulan por medios visuales, equipos de alto costo [3]. Igualmente, eliminar varios factores de complicación, como el acceso limitado por equipos o por horarios, la restricción de espacio en el laboratorio para los estudiantes. Y para los equipos físicos, eliminar costos en mantenimientos tanto correctivo como preventivo, ya que, por cuestiones de aprendizaje, es posible que los estudiantes cometan errores durante el desarrollo de programación del equipo, sin embargo, esto es necesario para el buen aprendizaje en el estudiante, ya que genera retos [1, 4].

Trabajos realizados en el campo de la ingeniería de control alrededor del mundo, han demostrado que las VRM son una solución de bajo costo y de menor tiempo a problemas con la construcción y/o adquisición de prototipos físicos. Y. C. Kao y sus colegas explican el desarrollo de un controlador virtual para una máquina de control numérico (Computer Numeric Control, CNC por sus siglas en inglés) [5], la cual es una computadora normalmente utilizada para procesos de maquinado o procesos de

manufactura programadas por lenguajes de control numérico, en este, los autores utilizan un CAD para la elaboración del entorno físico y programan todas las funciones que puede tener esta CNC, sin la necesidad de comprarlo físicamente lo que representa un costo muy alto.
Otros trabajos como [6-7] simulan los aspectos mecánicos, electrónicos y sistemas de control, donde evalúan el comportamiento del diseño, dejando así una máquina que se puede programar virtualmente, simulando todo su funcionamiento, útil para un laboratorio que no posee los recursos para la adquisición y mantenimiento de la máquina. Estos autores, utilizaron *SolidWorks* (software de diseño computacional) para la elaboración del CAD y *LabVIEW* (paquete informático de diseño de sistemas con un lenguaje de programación gráfico de alto nivel) como plataforma de programación y comunicación.
Desde la industria pequeña hasta la grande, utilizan normalmente en sus líneas de producción controladores lógicos programables (PLC por sus siglas en inglés), que son computadoras utilizadas en la industria para automatizar procesos electromecánicos, por lo que es fundamental que los estudiantes se puedan desenvolver en este tipo de plataforma para programar, donde la utilización de *LabVIEW* sirve para emular el funcionamiento de un PLC, o para comunicar al CAD con un PLC físico utilizando alguno de sus módulos programables [8]. También, *LabVIEW* es una plataforma de programación ideal para el desarrollo de algoritmos de control [9].
Por lo anterior, se deduce que para la construcción de una VRM controlado por un PLC (emulado), se necesita un software CAD, uno de comunicación entre el CAD y el PLC y uno para programar el PLC físico, el cual programaría todo el proceso (en este trabajo se utilizó: *SolidWorks 2016*, *LabVIEW 2016* y *TIA Portal v13* respectivamente).

2. Desarrollo

2.1 Educación y Tecnología para elevar la Competitividad

Teniendo en cuenta que la Educación Superior tiene dentro de sus ejes misionales, contribuir al fortalecimiento de la ciencia y al desarrollo de la tecnología a través de la investigación, tiene a su vez la necesidad y el deber de fomentar en sus estudiantes, el talento para la innovación, entrenarlos para las ciencias básicas y darles oportunidad de tener experiencias en laboratorios a través de recursos en el aula.
En este sentido, se considera que una de las herramientas más importantes de las que se dispone para elevar el nivel de competitividad, es la instrucción por medios computacionales interactivos y mejor aún, si le permite al usuario, en este caso al estudiante, estar en entornos virtuales, aproximándose a una realidad virtual que le permita visualizar, manipular e interactuar con máquinas y datos complejos.
Con lo anterior, la propuesta para ingenieros en formación de crear una máquina de realidad virtual, con todo lo que se plantea, exigirá una compleja relación entre los profesores, los futuros ingenieros y las competencias o habilidades en el desarrollo de automatización. Como señala Vasco, es en esta relación donde se fundamenta el problema de la Didáctica y es equivocado pensarla solo como enseñanza, pues también es aprendizaje. La enseñanza acompaña y fortalece el aprendizaje e implica

una estrecha interacción entre el profesor, el estudiante y las competencias, a través de distintos medios y estrategias [10].
Competitividad, se entenderá en el sentido de ser un mejor ciudadano, que contribuye a la mejora de su entorno y colabora con el desarrollo de la economía y de la sociedad demostrando a su vez, su capacidad creadora e ingenio. Además, la Educación y la Competitividad se encuentran en la medida que relacionan los cuatro pilares de la educación: Aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser. Esto es, según lo planteado en la UNESCO [11]. La idea de crear una máquina de realidad virtual, se une a la necesidad de contribuir al sistema de enseñanza y al desarrollo que genera una cultura de productividad y de eficacia. Este será pues el escenario didáctico, donde se desarrolle la propuesta.

2.2 Diseño de VRM en SolidWorks

Para la construcción de una VRM, se necesita cada componente al máximo detalle, donde presente tanto actuadores y sensores. En este trabajo, se dio una introducción para el desarrollo de habilidades de construcción de VRM, empezando por un péndulo con dos finales de carrera y un servomotor en su eje, el proceso metodológico se muestra en la figura 1, la cual es lineal.

Fig 1. Diagrama de bloques de la metodología para la elaboración de una VRM. Fuente: Propia.

La VRM cuenta con un péndulo en una base donde hay dos finales de carrera como muestra la figura 2. Cada componente se desarrolló en *SolidWorks 2016 Premium* y se guardó con la extensión SLDPRT (extensión para una pieza en el software *SolidWorks*), para así poder ensamblarlo en el mismo software y así quedara con la extensión SLDASM (extensión para un ensamble en el software *SolidWorks*), ya que se utilizó el módulo NI SoftMotion de LabVIEW que exige más recursos computacionales, pero permite cálculos dinámicos más exactos, lo cual es conveniente, para cuando en un futuro la VRM sea analizada e incluida en un VL [12].
El módulo *NI SoftMotion* permite interactuar a *LabVIEW* con algún motor presente en el análisis de movimiento del *SolidWorks Simulation.* Para este caso, es un motor rotacional utilizado en el eje del péndulo (como se puede apreciar en la figura 2), con este módulo el usuario (en este caso el estudiante) puede controlar el desplazamiento, la velocidad y la aceleración angular del péndulo, pero como una primera muestra, solo se utilizará el desplazamiento para que el estudiante realice secuencias lineales sencillas, esto es, como primera práctica de laboratorio.

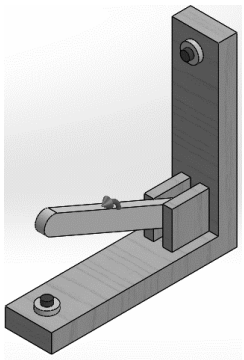

Fig 2. Motor rotacional ubicado en el péndulo para realizar rotación sobre su eje. Fuente: Propia.

2.3 Comunicación entre LabVIEW y SolidWorks

Aparte de tener el paquete de *LabVIEW 2016* instalado, es necesario que este posea los módulos que se muestran en la tabla 1, para que la comunicación se realice de manera adecuada.

Tabla 1. Softwares utilizados para la realización del proyecto

SOFTWARE	EMPRESA	MÓDULOS
LabVIEW 2016 (32 bits)	National Instruments	NI Real Time
		NI SoftMotion
		NI OPC Server

El módulo *NI RealTime* es usado para que la comunicación sea en tiempo real, el *NI SoftMotion* es un módulo usado para comunicar a *LabVIEW* y un ensamble de *SolidWorks* con análisis dinámicos y el *NI OPC Server* es el módulo de *National Instruments* para el estándar de comunicación y supervisión de procesos.
Se crea un proyecto en *LabVIEW* y en el árbol del proyecto se adiciona el motor rotacional (ver Fig. 3), igualmente, la programación del movimiento se restringe por medio del tamaño del desplazamiento de los límites, para que el péndulo matemáticamente encuentre los finales de carrera, para esto se programa en el diagrama de bloques del VI la secuencia en una estructura While las condiciones del movimiento y los casos que se presentan para realizar este (ver Fig. 4). El estudiante, requiere solo programar el desplazamiento, por lo que es necesario el bloque *Straight-Line Move* del *NI SoftMotion,* además, que solo use el método absoluto, para que el eje de referencia sea la posición inicial.

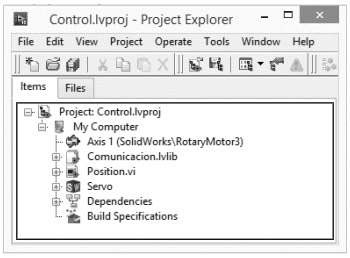

Fig 3. Árbol del proyecto con el ensamble del VRM. Fuente: Propia.

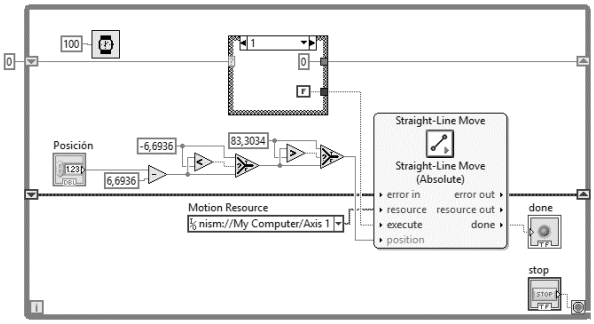

Fig 4. Diagrama de bloques del VI con las respectivas restricciones de desplazamiento. Fuente: Propia.

2.4 Comunicación con el NI OPC Server

Utilizando el *NI OPC Server* se creó un canal de comunicación con las especificaciones del PLC simulado y con las variables predeterminadas para la programación (ver Fig. 5). En la tabla 2 se puede detallar las variables. El procedimiento detallado se puede ver en la referencia [13].

Tabla 2. Tabla de variables para la programación del PLC

NOMBRE	DIRECCIÓN	TIPO DE DATO
Estado 0	M0.0	Boolean
Estado 1	M0.1	Boolean
Estado 2	M0.2	Boolean
Fder	I0.2	Boolean
Fizq	I0.1	Boolean
Mder	Q0.1	Boolean
Mizq	Q0.0	Boolean
Start	I0.0	Boolean

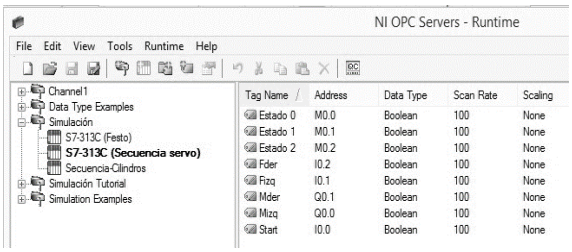

Fig 5. Variables en el NI OPC Server. Fuente: Propia.

Estas variables deben ser incluidas en el árbol del proyecto, para que la comunicación quede establecida. Hay que tener en cuenta que, con esta programación, se pueden realizar secuencias lineales sencillas, donde solo se mueve el péndulo hacía donde se desee, por ello, las secuencias se programan en el software del PLC, que en este caso es *TIA Portal v13* de *SIEMENS*.

3 Resultados

Una vez la VRM está lista para ser utilizada por el estudiante, es necesario saber que se quiere hacer con ella. Las prácticas comunes en los cursos donde se programan autómatas o procesos, primero se realizan secuencias lineales. Por ejemplo, si queremos realizar una secuencia donde al iniciar el péndulo (sin importar su posición) se dirija al final de carrera A, y estando este aquí, se oprime un botón denominado "Start" y el péndulo se moverá hacía la derecha hasta el final de la carrera B, apenas lo toque hará que se mueva hacía la izquierda hasta tocar el final de la carrera A y aquí finalice (ver Fig. 6); cada estudiante dependiendo del estilo de programación, puede programar este con cualquiera de los lenguajes que permita el PLC y en el momento que sea cargado en el *PLCSim* (que es el simulador del PLC físico), se comunica el PLC con el *SolidWorks* a través del *NI OPC Server* para transmitir las señales, del *SoftMotion* para comunicar el CAD con el programa realizado en *LabVIEW* y de esta forma se visualice el movimiento de la VRM (ver Fig. 7).

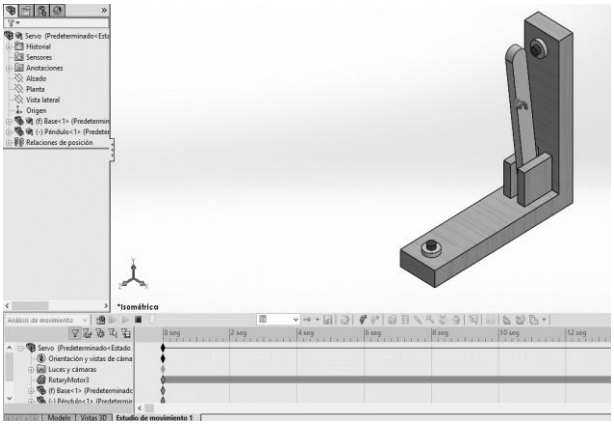

Fig 6. VRM del péndulo funcionando en el estudio de movimiento. Fuente: Propia.

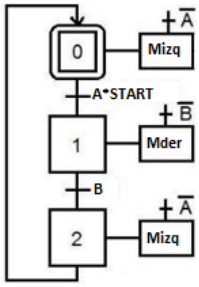

Fig 7. GRAFCET de la secuencia del ejemplo programado. Fuente: Propia.

Adicionalmente, esta primera fase aporto una tesis de grado a nivel profesional para dos estudiantes de ingeniería mecánica, donde se realizó la construcción de cuatro VRM (ver Fig 8) que se puede detallar más a fondo en [14].

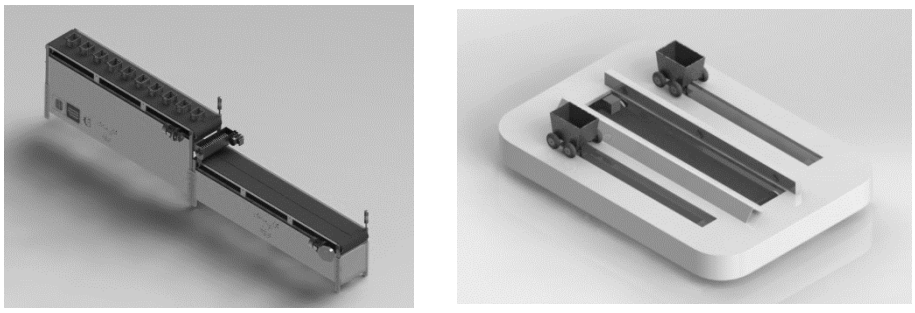

Fig 8. A la izquierda una trituradora de cajas y a la derecha un banco de vagonetas. Fuente: [14]

4. Conclusiones

Con los fundamentos para la creación de una VRM, se optó por la creación de un VL, equipado de diferentes VRM. Actualmente, se tienen a varios estudiantes de ingeniería construyendo VRM, para el equipamiento de un laboratorio entre una universidad de Colombia y una de México.

La elaboración de VRM permite que universidades que no cuentan con suficientes recursos o espacios para la obtención de equipo físico, puedan enfocarse en la creación de un VL para equipamiento de sus laboratorios.

Los docentes en los diferentes campos de la ingeniería, pueden apoyarse de las VRM para orientar sus cursos de forma más libre, recursiva y optimizando el tiempo que los estudiantes necesitan para el proceso de aprendizaje, sin tener que trasladarse a otros lugares que en ocasiones no cuentan con el espacio u horario, facilitando con esto, que el estudiante también pueda realizar estas actividades desde su casa.

En estos momentos, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, cuenta con ocho VRM que permiten a los docentes de las diferentes áreas, orientar sus clases de manera más didáctica, ayudando a que los estudiantes puedan desarrollar habilidades, de las diferentes tecnologías que utiliza la industria y con la cual, la universidad no puede contar físicamente por cuestiones de espacio, tiempo y recursos.

Con las VRM se puede dar un entrenamiento previo a los estudiantes, logrando que sean más conscientes de su funcionamiento antes de trabajar con equipos reales. Mostrando así, que la tecnología es una herramienta facilitadora del aprendizaje de gran riqueza y creatividad, fomentando el talento para la innovación y generando un nivel de competitividad para los futuros profesionales en ingeniería.

Referencias

1. Bain K.: What the Best College Teacher Do. Publicacions de la Universitat de Vàlencia, (1ED), 11-61, (2007).
2. Vallejo A., Macías M.: Laboratorio de Realidad Virtual para la Automatización de Procesos, una Alternativa Innovadora en la Educación. Edición electrónica, 2013 (citado 10 agosto 2016). Disponible en URL: http://www.chi.itesm.mx/investigacion/wp-content/uploads/2013/11/EDU01.pdf.
3. Kist A., Maxwell A. D.: Network Performance and Quality of Experience of Remote Access Laboratories. International Journal of Online Engineering, Vol. 8(4), 50-57 (2012).
4. Macías M., Méndez I.: TeleLab - Remote Automations Lab in Real Time. ASEE/IEEE, Vol. 38, 15-20 (2008).
5. Y. C. Kao, H. Y. Cheng, Y. C. Chen: Development of a Virtual Controller Integrating Virtual and Physical CNC. Materials Science Forum, Vol. 505-507, 631-636 (2006).
6. Hernandez L.: NIDays Graphical System Design Technical Symposium. National Instrument: Ciudad de México, México. Edición electrónica, 2012 (citado 10 octubre 2016). Disponible en: URL:http://ftp.ni.com/pub/branches/latam/Mexico/NIDays%202012/Foro%20Académico/NI%20LabVIEW_y_SolidWorks_para_Integrar_Sistemas_de_Movimiento.pdf
7. Montalvillo M.: Emulador de PLC Mediante LabVIEW. Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 1-296, 2016.
8. Luther E.: LabVIEW 3D Control Simulation Using SolidWorks 3D Models. Open Sta x-CNX, Universidad Rice, Houston, Estados Unidos. (citado 20 septiembre 2016) Disponible en URL: http://cnx.org/contents/ccW6dpb3@4/LabVIEW-3D-Control-Simulation-
9. Pascual F., Pérez M.: OPC-LabVIEW. Centro Integrado Politécnico ETI: Tudela, España. 2010. Edición electrónica, 2016 (citado 9 octubre 2016). Disponible en URL: http://http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/dow nloads/12opcLabVIEW.pdf
10. Vasco C.: Algunas reflexiones sobre Pedagogía y Didáctica. Ministerio de Educación Nacional. Santa Fé de Bogotá, Colombia (1990).
11. Delors J.: La educación encierra un tesoro. Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional sobre educación para el siglo XXI. Edición electrónica (citado 16 febrero 2017). Disponible en URL: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
12. Espinosa D., Santana A. Burke A., García, L.: Virtual Robot Control by LabVIEW® SolidWorks® and Data Acquisition Systems Connection. CAD Conference and Exibition, Vol. 1(1), 183-185 (2014)
13. Zabala L.: Secuencia Programada Usando TIA Portal, LabVIEW y SolidWorks. Tecnológico de Monterrey: Toluca, México, 2016. Edición electrónica, 2016 (citado 14 octubre 2016). Disponible en URL: https://www.academia.edu/29153484/Tutorial_2_SECUENCIA_PROGRAMADA_USANDO_TIA_PORTAL_LABVIEW_Y_SO LIDWORKS
14. Pulido J., Zafra R.: Objetos de aprendizaje para el diseño de automatismos lógicos programables. Tesis de pregrado, Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga, Colombia (2017).