

DISPOSITIVOS MÓVILES PARA LA ENSEÑANZA DEL CONTROL AUTOMÁTICO

MOBILE DEVICES FOR THE TEACHING OF AUTOMATIC CONTROL

Leandro Flórez Aristizábal

Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali (Colombia)
Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)

Diego Fernando Almario y Jesús Alfonso López Sotelo

Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)

Resumen

Actualmente se vive en un mundo en constante evolución. En las últimas décadas, gran parte de los cambios se han atribuido a los avances en ciencia y tecnología, lo que ha obligado a la humanidad a cambiar con la misma velocidad su comportamiento, su forma de interactuar con otros e incluso su modo de aprender. El aprendizaje móvil (m-learning) es hoy en día una de las metodologías con mayor impacto positivo sobre la educación debido a las prestaciones que los dispositivos móviles ofrecen en cuanto a hardware y software, lo que facilita la implementación de herramientas para la enseñanza. En este artículo se presenta el potencial de las plataformas móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos de control automático y, como resultado inicial, el desarrollo de una aplicación móvil orientada a plataformas Android para emular un sistema masa-resorte-amortiguador.

Palabras claves: aprendizaje móvil, dispositivos móviles, Android, control automático.

Abstract

Nowadays, we live in a world which is constantly evolving. In the last decades, most of the changes are attributed to advances in science and technology. These advances have influenced several aspects of our live including the learning processes. Mobile learning (M-learning) is currently one of the methodologies that may have a more positive impact on education. The present paper shows the benefits of using mobile platforms in teaching/learning process of automatic control and, as an initial result, the development of an Android app to emulate a Mass-Spring-Damper system.

Keywords: m-learning, mobile devices, Android, automatic control.

Introducción

La penetración de la tecnología en la vida de los seres humanos y la posibilidad de acceder a internet desde casi cualquier parte ha permitido llevar dicha herramienta a los ambientes de aprendizaje y esto ha creado la necesidad de desarrollar diversas metodologías para facilitar y complementar los procesos tanto de enseñanza como de aprendizaje en diversas áreas del conocimiento. La continua evolución tecnológica ha provisto a las personas de una mezcla de la palabra aprendizaje con varias denominaciones respecto de las metodologías usadas en la educación (Martín et al., 2008).

Dentro de esta terminología se encuentran:

- B-Learning (*Blending learning*) - Aprendizaje mixto
- E-Learning (*Electronic learning*) –Aprendizaje electrónico
- M-Learning (*Mobile learning*) –Aprendizaje móvil
- U-Learning (*Ubiquitous learning*) – Aprendizaje ubicuo

Entre estas metodologías la más pertinente para este trabajo es el M-Learning.

Aprendizaje Móvil (M-Learning)

El aprendizaje móvil tiene como base el uso de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas y *laptops*) en el proceso de aprendizaje (Giousmpasoglou y Marinakou, 2013). El uso de tecnología móvil inalámbrica les permite a los aprendices acceder a información y materiales de aprendizaje sin importar el lugar o el momento, lo que ha provocado que los aprendices tengan control sobre aprender cuándo y dónde lo deseen (Ally, 2009; Kearney et al., 2012).

La inclusión de dispositivos móviles y herramientas virtuales en la educación se ha vuelto imperiosa al ser de uso cotidiano para los alumnos. De ahí que deban aprovecharse como recurso para fortalecer los procesos de enseñanza en todas las áreas. Estos dispositivos han evolucionado hasta el punto de pasar de ser aparatos para llamadas telefónicas a computadores de mano capaces de acceder a la red y usar sensores complejos (Potts et al., 2011). Un ejemplo de su implementación en ambientes educativos son los laboratorios virtuales.

Laboratorios virtuales y su transición hacia dispositivos móviles

Los laboratorios virtuales son espacios de trabajo en los cuales los estudiantes pueden usar *software* especializado para experimentar en entornos simulados en un computador personal o especializado para dicho fin. Estos laboratorios, al basarse en *software*, permiten abstraer el mundo real y llevar a cabo experimentos en distintos lugares sin requerir a los costosos equipos y elementos de un laboratorio real. Estos laboratorios pueden incluso ser remotos, con lo cual se puede utilizar el *software* en un entorno web, sin que instalarlo en el equipo personal. Esta arquitectura es apropiada cuando el *software* de simulación es licenciado o muy especializado.

No sólo el costo es un factor importante en la utilización de laboratorios virtuales, también lo son la poca o ninguna disponibilidad de los recursos necesarios para el aprendizaje y el riesgo que pueden generar ciertos experimentos (Ashok y Choppella, 2011).

Los laboratorios virtuales que funcionan en un entorno local están basados en una arquitectura de *software* en la que se deberán cumplir ciertos requisitos de *hardware* para su correcto funcionamiento. Haag et al. (2011) muestran un ejemplo de esta arquitectura para un laboratorio de seguridad en sistemas computacionales.

Los laboratorios virtuales remotos se basaron inicialmente en una arquitectura que consiste en un servidor remoto encargado de hospedar las aplicaciones necesarias para el uso de *hardware/software* presente en el laboratorio o simplemente para simular el comportamiento de las pruebas experimentales. A este servidor se accede por medio de una conexión a internet desde otro computador en el que se realizan las pruebas. Este tipo de arquitectura se puede implementar para el desarrollo de sistemas que se usen en clases presenciales o a distancia y, adicionalmente, como herramienta para certificación y capacitación de empleados y profesionales (Lyalina, Langmann y Krisilov, 2012).

Hoy en día, estas arquitecturas se ven modificadas, especialmente en el lado del usuario, gracias al rápido crecimiento tecnológico y de mercado que han tenido los dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas, hecho que ha permitido incluirlos como

parte de las actividades diarias de los seres humanos, incluyendo las de aprendizaje. Además de su portabilidad, estos dispositivos ofrecen acceso a *hardware* y *software* que si se adquiere de forma independiente incrementa los costos de cualquier solución que desee usarlos.

En cuanto al *hardware*, es relevante la inclusión de pantallas táctiles, sensores como el acelerómetro, giróscopo, de orientación y proximidad, entre otros; con respecto al *software*, el sistema operativo y las aplicaciones que se pueden descargar desde una tienda virtual permiten sacar el mayor provecho a todos estos componentes y no se puede dejar de mencionar los entornos de desarrollo que se ofrecen gratuitamente para desarrollar en las plataformas.

Por estas razones, la inclusión de plataformas móviles en estos sistemas de aprendizaje se vuelve un recurso y a la vez una necesidad para apropiarse conocimientos en entornos fuera del aula de clase y los laboratorios. Orduña et al. (2011) afirman que la misión de los educadores debe ser no sólo formar en las materias que imparten sino conseguir que sus alumnos sean capaces de manejar las herramientas disponibles para resolver los problemas con los que se encontrarán en su vida profesional. Entre éstas se encuentran la tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

Fazlina, Abdul y Mohd (2013) mencionan igualmente la importancia del uso de las tecnologías de la información y concluyen que son un elemento clave para que un ambiente de aprendizaje móvil tenga éxito.

Aprendizaje móvil para la enseñanza de control automático

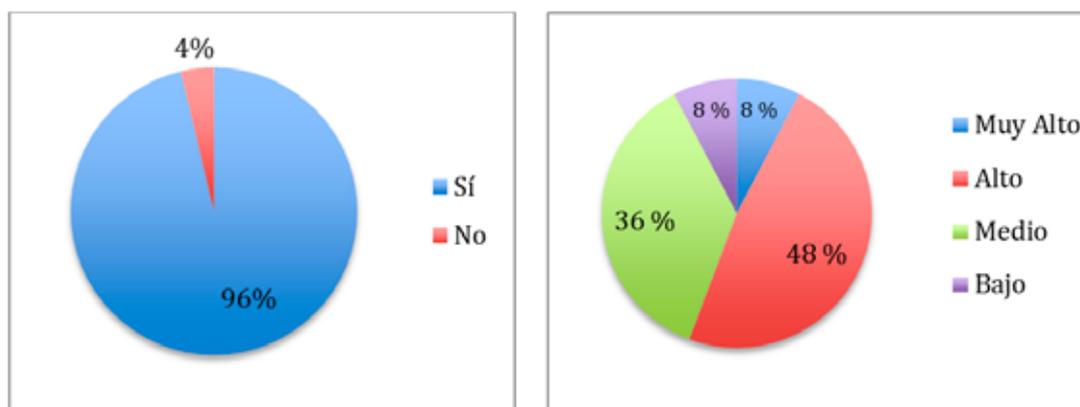
En la Universidad Autónoma de Occidente hay un creciente interés por el uso de las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre ellas, el aprendizaje móvil (m-learning) tiene un futuro prometedor, específicamente en las asignaturas del área de control automático.

Para tener elementos al respecto se realizó una encuesta a estudiantes que cursan asignaturas en el área mencionada, con el objetivo de verificar el uso potencial del aprendizaje móvil (m-learning) y extraer información para futuros desarrollos. La encuesta, que constó de 11 preguntas, se realizó a 54 estudiantes pertenecientes a los programas de Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Eléctrica y Biomédica en los cursos de sistemas dinámicos y control análogo.

Los resultados de la encuesta permitieron, entre otras cosas, definir el sistema operativo objetivo para el desarrollo de la aplicación móvil, el porcentaje de uso de smartphones y tablets por parte de los estudiantes como herramienta de aprendizaje y el uso de software para simulación de sistemas.

La figura 1 muestra que el 96 % de los estudiantes encuestados utilizan aplicaciones de simulación en el proceso de aprendizaje y en la mayoría su nivel de uso es alto. Estos datos no necesariamente incluyen dispositivos móviles.

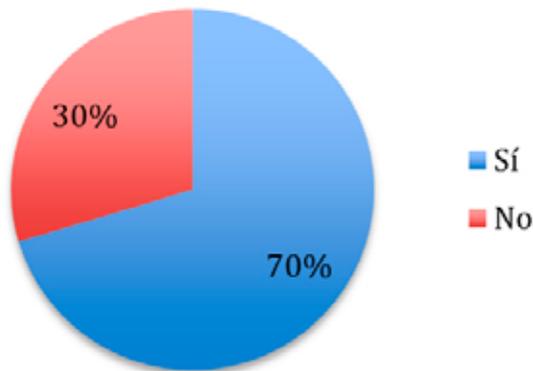
Figura 1. Uso de aplicaciones de simulación



Fuente: elaboración propia

La figura 2 da a conocer el número de estudiantes que usan teléfonos inteligentes o tabletas para complementar su aprendizaje.

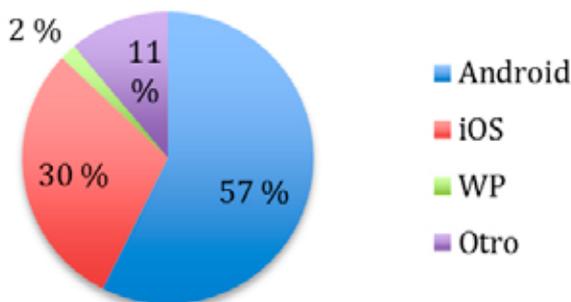
Figura 2. Uso de dispositivos móviles en el aprendizaje



Fuente: elaboración propia

Es importante conocer qué tipo de dispositivos usan los posibles usuarios y con base en esta información elegir la plataforma objetivo para desarrollar la aplicación móvil. En este punto, la figura 3 muestra que casi un 60 % de los estudiantes usan algún dispositivo con sistema operativo Android.

Figura 3. Sistemas operativos móviles usados

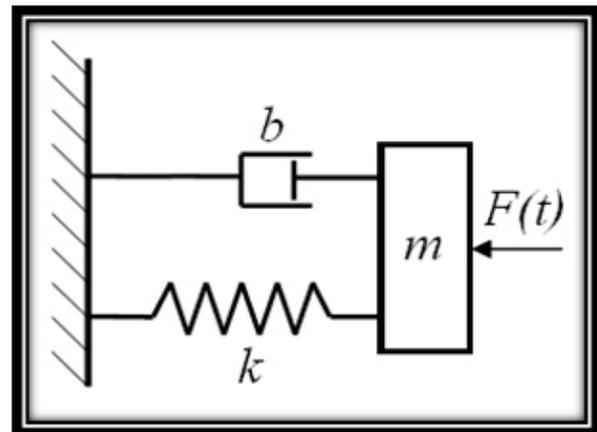


Fuente: elaboración propia

Implementación de una aplicación de aprendizaje móvil

Para la simulación con dispositivos móviles se escogió el sistema estándar masa-amortiguador-resorte, que se usa para explicar conceptos de sistemas dinámicos y de control automático. En la figura 4 se muestra el sistema por implementar.

Figura 4. Sistema masa-amortiguador-resorte



Fuente: <http://www.maplesoft.com>

El sistema consta de una masa en contacto con un amortiguador y un resorte, cuyo movimiento se ve influenciado por dichos componentes. Este sistema tiene como modelo matemático la función de transferencia mostrada en la ecuación 1.

$$Gp(s) = \frac{1}{ms^2 + bs + k} \quad (ec. 1)$$

La función de transferencia se usará para que el usuario modifique los parámetros del sistema por simular.

Para complementar la aplicación se implementó el sistema mencionado en lazo cerrado o, en otras palabras, con un controlador PI que tiene la siguiente función de transferencia:

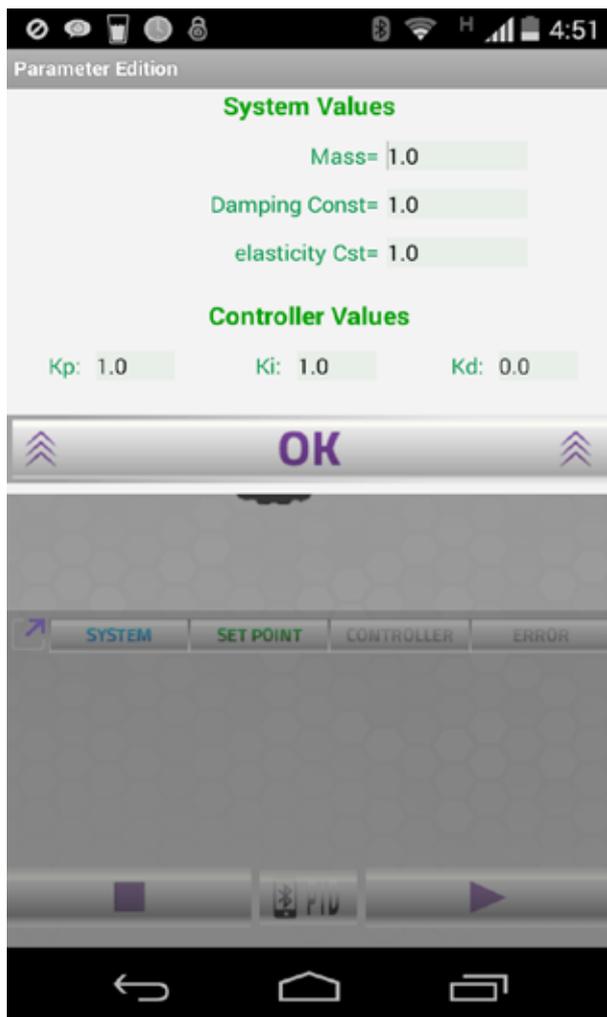
$$Gpi(s) = Kp + \frac{ki}{s} \quad (ec. 2)$$

Como en el caso del sistema masa-amortiguador-resorte, el usuario podrá modificar los parámetros del controlador.

Con base en los resultados de la encuesta se implementó la aplicación para dispositivos Android usando las herramientas provistas para tal fin, como el entorno de desarrollo integrado (IDE) Eclipse, que recibe soporte del equipo de desarrollo de Android y diversos dispositivos Android (emulados y reales) para las pruebas de la aplicación.

En la figura 5 se muestra la interfaz de la aplicación realizada, en la cual se visualiza la configuración de los parámetros del controlador y del sistema masa-amortiguador-resorte por parte del usuario, además de la visualización del comportamiento del sistema por medio de una animación.

Figura 5. Parametrización de controlador y planta

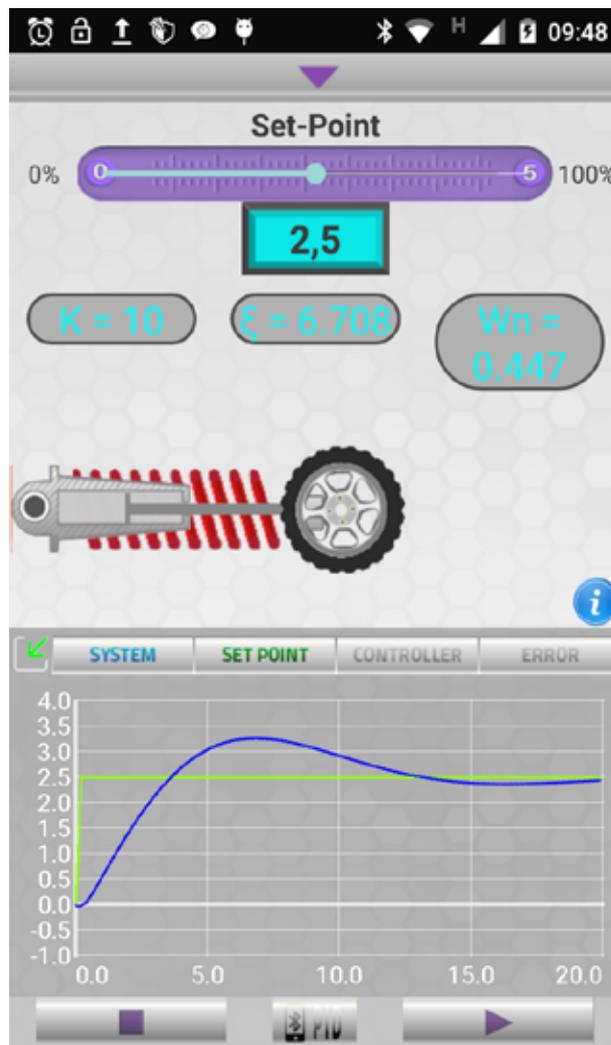


Fuente: elaboración propia

Una vez se configuran los parámetros de ambos componentes se procede a iniciar la simulación del sistema usando el botón *play* en la parte inferior de la interfaz. Hecho esto, el usuario visualizará el comportamiento del sistema mediante la animación mencionada, además de la graficación de la respuesta temporal de la salida del controlador y de la posición de la masa (figura 6).

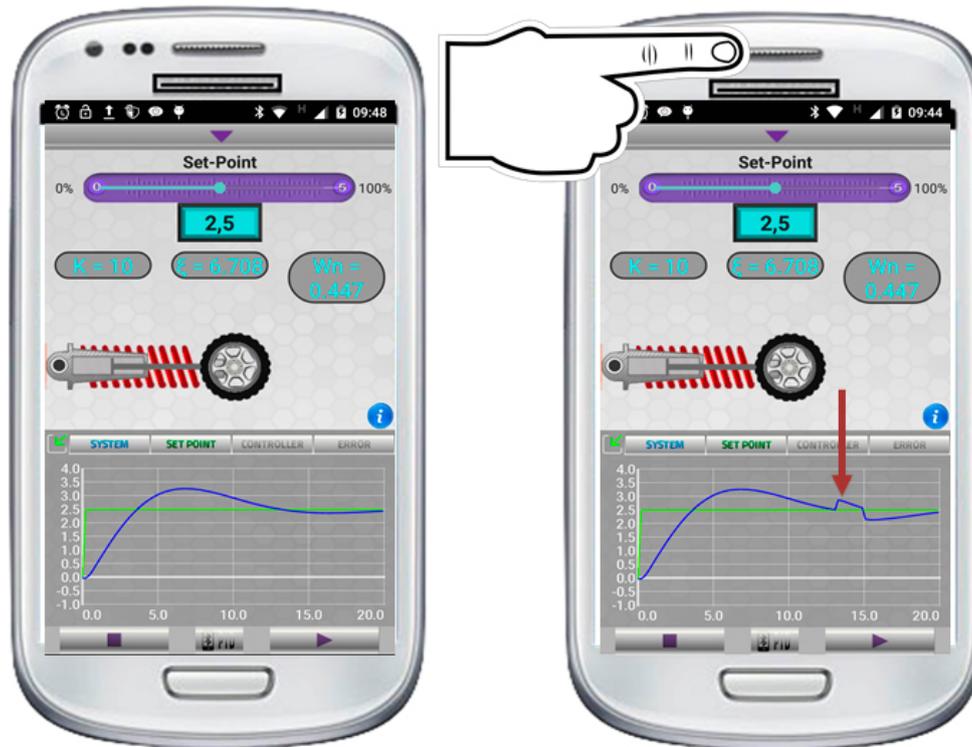
La simulación y la gráfica pueden conmutar entre sí con el propósito de dar más relevancia a alguna en un momento dado, mostrando en una mayor área de pantalla el elemento de interés.

Figura 6. Simulación del sistema



Fuente: elaboración propia

Por último, la aplicación se dotó con soporte para usar uno de los sensores del dispositivo (sensor de proximidad), con el propósito de emular una perturbación en el sistema que halará la masa y en este caso el controlador responderá para llevarla de nuevo a su punto de referencia. Si se libera la masa (se deja de usar el sensor), nuevamente el controlador estabilizará el sistema. La figura 7 ilustra dichos comportamientos.

Figura 7. Sensor de proximidad para emular perturbación

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Con la encuesta realizada a los estudiantes de las asignaturas del área de control automático se percibe la aceptación de este tipo de recursos y en general del aprendizaje móvil, con lo que se espera que se motiven a trasladar los espacios de aprendizaje a lugares distintos al aula de clase, lo cual les da la posibilidad de manejar el tiempo de estudio de acuerdo con sus propias necesidades.

En el presente trabajo se mostró la factibilidad de usar dispositivos móviles para la enseñanza de conceptos relacionados con el comportamiento y análisis de sistemas dinámicos. Lo anterior se hizo desarrollando una aplicación que simula un sistema dinámico

estándar, como el masa-amortiguador-resorte, con un controlador tipo PI.

El conocimiento adquirido en el desarrollo de la aplicación presentada en este trabajo servirá de base para futuros proyectos en el área de aprendizaje móvil. Entre posibles proyectos que le darán continuidad se encuentra la elaboración de toda una plataforma de aprendizaje móvil para las asignaturas del área de control automático.

Las tiendas de aplicaciones móviles están en camino de convertirse en un repositorio de herramientas didácticas y educativas gracias al desarrollo del aprendizaje móvil, lo que lo pone a disposición del mundo entero.

Bibliografía

Ally, M. (Enero de 2009). Mobile learning: transforming the delivery of education and training. Athabasca University Press. Canadá.

Ashok, R. y Choppella, V. (2011). Discover: a framework for designing interfaces and structuring content for virtual labs. IIIT-Hyderabad. India.

- Calvo, I. et al. (2009). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria –Gasteiz & Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao. País Vasco.
- Fazlina, S., Abdul, A. & Mohd, R. (2013). Mobile learning awareness among students at higher learning institutes : a case study. Universiti Teknologi MARA.
- Giousmpasoglou, C. y Marinakou, E. (2013). The future is here: m-learning in higher education. Bahrain Polytechnic y Royal University for Women. Kingdom of Bahrain.
- Kearney, M. et al. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. University of Technology, Australia y The University of Hull. UK.
- Lyalina, Y., Langmann, R. & Krisilov, V. (2012). Smart lab concept for different training modes as an extension of the remote lab. Odessa National Polytechnic University & Dusseldorf University of Applied Sciences. Odessa, Ukraine & Dusseldorf, Germany.
- Martín, S. et al. (Septiembre de 2008). From e-learning to m-learning through b-learning and s-learning. Spanish University for Distance Education. Madrid, España.
- Orduña, P. et al. (2011). Enabling mobile access to remote laboratories. Deusto Institute of Technology y University of Deusto. Bilbao, España.
- Potts, J., Moore, N. & Sukittanon, S. (2011). Developing mobile learning applications for electrical engineering courses. University of Tennessee at Martin. Estados Unidos.

Sobre los autores

Leandro Flórez Aristizábal

Docente Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali (Colombia). Estudiante maestría en Ingeniería Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)

Diego Fernando Almario

Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)

Jesús Alfonso López Sotelo

Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.