

TICS APPLIED TO THE CONSTRUCTION OF TWO MOTORCYCLES PARTICIPATING IN MOTOSTUDENT 2016 COMPETITION

Elvira Izurrategui, Carlos
Universidad de La Rioja

A group of teachers and students of the University of La Rioja participates in the International Competition MotoStudent 2016. The group members are designing and building two motorbikes in order to participate in the motorbikes categories with combustion engine and electric motor.

This paper presents the technological infrastructure installed in one laboratory where they are undertaking initial studies and design of the elements that make up the two motorbikes. First of all the hardware infrastructure such as servers, NAS, and other equipment used are described. Then the communications infrastructure of wired and wireless network is analyzed. These communication networks allow interconnection between all the group members. Next, the types of software packages installed on the computers are detailed. Students and teachers are using these packages to perform analysis, synthesis, modeling and simulation focused on the different parts of the motorbikes and as a whole. This infrastructure is playing an important role throughout the process of design and construction of both motorbikes, since all team participants can work in an efficient manner, expecting to get positive results in the competition.

Keywords: TIC (Tecnologías de la información y comunicación); server; NAS (Network Attached Storage); software; network communications

APLICACIÓN DE LAS TICS EN LA CONSTRUCCIÓN DE DOS MOTOS QUE PARTICIPAN EN LA COMPETICIÓN MOTOSTUDENT 2016

Un grupo formado por profesores y alumnos de la Universidad de La Rioja participa en la Competición Internacional MotoStudent 2016. Los miembros del grupo están diseñando y contruyendo dos motos para participar en las categorías de motos con motor de combustión y motor eléctrico. Este artículo presenta la infraestructura tecnológica instalada en uno de los laboratorios donde se están realizando los estudios y diseños previos de los elementos que forman parte de las dos motos. En primer lugar se describe toda la infraestructura de equipamiento informático hardware como los servidores, NAS, y otros equipos utilizados. A continuación se analiza la infraestructura de comunicaciones de red cableada e inalámbrica. Estas redes de comunicación permiten la interconexión entre todos los equipos para los miembros del equipo. A continuación se detallan los paquetes software instalados en los equipos informáticos. Los estudiantes y alumnos utilizan estos paquetes para realizar tareas de análisis, síntesis, modelado y simulación de las diferentes partes de las bicicletas y en su conjunto. Esta infraestructura está jugando un papel muy importante durante el proceso de diseño y montaje de las dos motos, ya que todos los participantes del equipo pueden trabajar de una forma eficiente, esperando así obtener resultados positivos en la competición.

Palabras clave: TIC (Tecnologías de la información y comunicación); servidor; NAS (Almacenamiento conectado en red); software; red de comunicaciones

1. Introducción

En las enseñanzas de ingeniería cada día se ponen en práctica nuevas modalidades de enseñanza-aprendizaje. Entre ellas podemos destacar la metodología Learning-by-doing (Schank, Berman y Macpherson, 2009) que permite alcanzar el aprendizaje de los alumnos, cuando éstos quieren aprender y no cuando los profesores quieren enseñar (Schank, 2013). Mediante esta metodología se consiguen obtener tasas de retención del conocimiento en los alumnos superiores al 75% (Fernandez et al., 2012), muy por encima de las tasas obtenidas por otras metodologías clásicas.

Otra metodología docente es el Aprendizaje Basado en Proyectos ABP (Project-based learning) en la que el estudiante es la clave del propio proceso de aprendizaje de conocimientos y de habilidades y actitudes (Wood).

La educación superior está integrando estas nuevas innovaciones docentes en los títulos de Grado de Ingeniería. A modo de ejemplo, podemos ver como se aplica a la asignatura de Robótica el docente Aliane N. (2008), y los profesores Rosado, Bataller y Guerrero (2008) en otra asignatura de Diseño de sistemas embebidos (2008).

Por otro lado, han aparecido en los últimos años múltiples competiciones y concursos que permiten poner en práctica estas metodologías. En concreto y aplicadas al mundo de la robótica es conocida en la enseñanza universitaria la liga europea de futbol con robots denominada Rococup. También existe la liga FirstLEGOLeague donde participan instituciones de niveles académicos no universitarios. En el ámbito de la ingeniería aplicada a la automoción ha ganado mucha popularidad la competición (denominada inicialmente SAE Mini Indy) creada por la Sociedad de Ingenieros de la Automoción de Estados Unidos (SAE) en 1978. Hoy en día esta competición se denomina Formula SAE de EEUU y su modelo ha sido exportado a Europa bajo la denominación Formula Student.

En el mundo de las motos de circuito de competición, existe una competición bianual de nivel Internacional denominada MotoStudent, y en el mundo de los ciclomotores de tipo eléctrico está vigente la competición Barcelona Smartmoto Challenge. En la actual edición Motostudent MS2015/2016 la competición permite a los equipos participar con motos con motores de tipo combustión (modalidad Petrol) y eléctrico (modalidad Electric).

El equipo UniRioja Motostudent de la Universidad de La Rioja participa en esta competición con el doble reto de diseñar, desarrollar y fabricar dos prototipos de motocicleta: una propulsada por un motor de combustión interna de 250 centímetros cúbicos y cuatro tiempos; y otra, 100% eléctrica, con un motor de 26 kilovatios (kW). Con la experiencia adquirida en el desarrollo del coche eléctrico ZEMiC (Noticias de Unirioja.es, 2011), la moto de competición Valkiria (Noticias de Unirioja.es, 2014) -que logró el segundo puesto en la categoría de mejor diseño- y la participación en el certamen SmartMoto Challenge celebrado en Barcelona, este equipo formado por cinco profesores y 14 alumnos trabaja para lograr los mejores resultados en el IV certamen de la Competición.

Uno de los objetivos planteados en el desarrollo y fabricación de estas dos motos, es permitir que los alumnos participen de forma voluntaria, y los profesores experimenten las metodologías docentes descritas anteriormente.

Al comienzo del proyecto se planteó la necesidad de planificar adecuadamente la infraestructura necesaria para poder ejecutar y desarrollarlo lo más eficientemente posible.

En el presente artículo se presenta el diseño de la infraestructura utilizada por el equipo, centrándonos en los equipos hardware de tipo informático y de comunicaciones instalados y configurados para trabajar con el software de diseño de los distintos elementos que forman parte de las dos motos, así como la valoración que supone el uso de toda la infraestructura en el diseño y la construcción de las motos.

2. Infraestructura y equipamiento

Actualmente la gran mayoría de tareas de diseño y experimentación se desarrollan en el Taller Eléctrico situado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Rioja. Dicho espacio ha sido readaptado y acondicionado por los miembros del equipo para poder desarrollar las labores de la forma más eficaz posible.

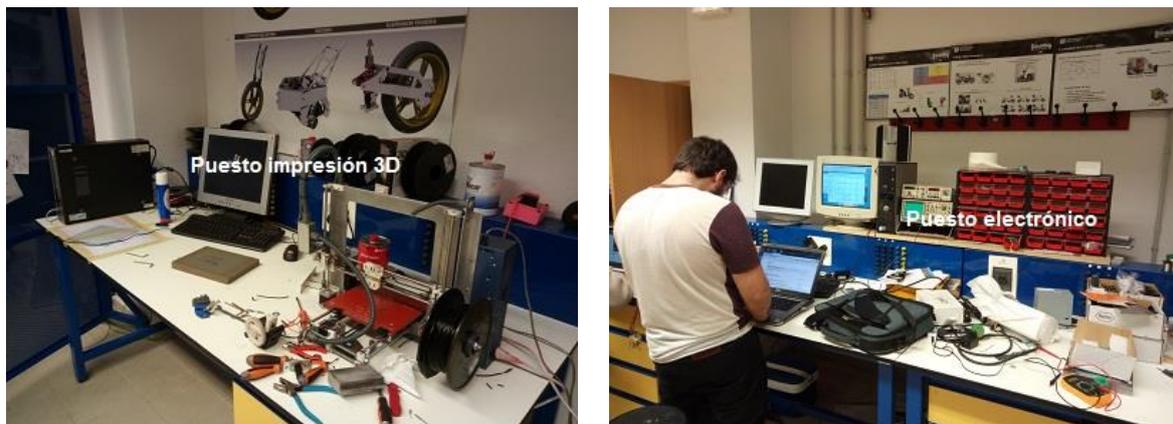
Figura 1: Taller de trabajo del equipo UniRioja MotoStudent.



Para ello se han definido dentro del espacio las siguientes zonas de trabajo:

- Zona de diseño electrónico. En esta zona se dispone de medios para el diseño de placas electrónicas con un equipo informático básico. Para el montaje y verificación se dispone de un puesto de soldadura así como de instrumentación básica (generador de funciones, osciloscopio y polímetro). También se dispone de una mesa con una impresora 3D para realizar prototipos de piezas a escala.

Figura 2: Zonas de trabajo de electrónica e impresión 3D



- Zona de taller y herramientas y puesto de trabajo mecánico. En esta zona se dispone de una gran mesa de trabajo con tornillos de sujeción de piezas para labores mecánicas. También se dispone de un taladro de columna, una amoladora de banco y un torno

pequeño de bajas prestaciones. En los armarios se disponen de múltiples herramientas tales como llaves de ajuste fijas y variables, juegos de alicates, destornilladores. También se dispone de herramientas manuales como taladro, radial, equipo de soldadura, etc.

- Zona de estudio con mesa de trabajo para los miembros del equipo. Esta zona está dedicada a realizar estudios con los equipos informáticos o bien simplemente como mesa de trabajos teóricos. Por debajo de la mesa se han dispuesto dos estaciones de trabajo. También se realizan las reuniones en las que se debaten decisiones relativas a los diseños de las motos.
- Zona con equipamiento hardware de altas prestaciones. Esta zona situada junto a la zona de estudio dispone de un armario para los equipos informáticos tipo servidor. Junto a dicho armario hay una mesa con elementos periféricos tipo impresora y escáner.
- Zona de experimentación central. En la parte central del laboratorio se realizan tareas de ensayo sobre varios elementos de las motos, así como otras tareas de ensamblado de piezas.

Figura 3: Otras zonas de trabajo



Un elevado porcentaje del trabajo del equipo se realiza en las zonas de trabajo de este espacio, si bien, se utilizan otros espacios disponibles en el centro para realizar otras labores de apoyo secundarias.

2.1 Equipamiento informático hardware

Dado que los miembros del equipo van a desarrollar gran cantidad de tareas que requieren equipamiento informático hardware de altas prestaciones se ha preparado un armario rack 42U normalizado con varios servidores tipo rack 19”.

Figura 4: Equipos hardware utilizados



En la tabla 1 se describen los servidores instalados así como sus características básicas

Tabla 1. Equipos servidores

Servidor	Número	Características
HP DL160 G6	1	Microprocesadores: 2 x Xeon QC E5640 2.26 GHz Memoria: 72GB (18x4GB) PC3-10600R Disco duro HD1: 500GB (SATA) Disco duro HD2: 500GB (SATA)
HP DL360 G6	2	Microprocesadores: 2 x Xeon QC X5570 2.97 GHz Memoria: 36GB (18x2GB) PC3-10600R Disco duro HD1: RAID5 (3x146GB-SAS)= 300GB Disco duro HD2: RAID0 (1x146GB-SAS)= 146GB
HP DL360 G6	3	Microprocesadores: 2 x Xeon QC E5504 2GHz Memoria: 72GB (18x2GB) PC3-10600R Disco duro HD1: RAID5 (3x146GB-SAS)= 300GB Disco duro HD2: RAID0 (1x146GB-SAS)= 146GB
PowerEdge T310	4	Microprocesador: 1 x Xeon QC X3440 2.53GHz Memoria: 8GB (2x4GB) PC3-10600E Disco duro HD1: RAID1 (2x146GB-SAS)= 146GB Disco duro HD2: RAID1 (2x146GB-SAS)= 146GB
PowerEdge SC1430	5	Microprocesador: 1 x Xeon QC E1430 1.6GHz Memoria: 8GB (4x2GB) PC2-5300F Disco duro HD1: RAID1 (2x146GB-SAS)= 146GB Disco duro HD2: RAID1 (2x146GB-SAS)= 146GB

Además en la mesa de trabajo el equipo de trabajo dispone de 2 estaciones de trabajo. Y en el puesto electrónico del taller se dispone de otra estación de trabajo. Las características de estas estaciones de trabajo se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Estaciones de trabajo

Servidor	Número	Características
HP xw9400 Workstation	6	Microprocesadores: 2 x Opteron SC 2427 2.2 GHz Memoria: 32GB (8x4GB) PC2-5300R Disco duro HD1: 2TB (SATA) Disco duro HD2: 2TB (SATA)
HP xw9400 Workstation	7	Microprocesadores: 2 x Opteron DC 2220 2.8 GHz Memoria: 32GB (8x4GB) PC2-5300R Disco duro HD1: RAID1 (2x300GB-SAS)= 300GB Disco duro HD2: RAID1 (2x500GB-SATA)= 300GB Disco duro HD3: 1TB (SATA)
HP xw6600 Workstation	8	Microprocesadores: 2 x Xeon QC E5405 2 GHz Memoria: 8GB (8x1GB) PC2-5300R Disco duro HD1: 1TB (SATA) Disco duro HD2: RAID5 (3x1TB-SATA)= 2TB

Figura 5: Rack 42U con equipamiento de servidores



Todos los equipos descritos anteriormente han sufrido modificaciones importantes en el hardware, generalmente mejorando sus prestaciones en memoria, microprocesadores y almacenamiento en discos duros. Además muchos de los miembros del equipo trabajan con sus equipos portátiles una vez recogidos los datos de los servidores. Los periféricos que se disponen en el taller son los siguientes:

- Impresora blanco y negro de tipo láser Infoprint 1372
- Impresora de color tipo láser LaserJet 2605 dtn.
- Escáner Photosmart C4280.

2.2 Equipamiento de redes de comunicación

Los equipos se encuentran interconectados a través de la infraestructura de comunicaciones de datos de la propia Universidad de La Rioja. Esta interconexión se realiza utilizando tecnología Gigabit Ethernet 1000BASE-T, utilizando cableado UTP categoría 5e o 6 y trabajando sobre protocolo normalizado 802.3ab. La configuración de los equipos la realizan, de forma automática los equipos de comunicación de datos (tipo switch) trabajando en capa 2 (compatibles con protocolo TCP/IP), y disponibles en los armarios de comunicaciones del edificio. Su configuración viene impuesta por el diseño de la propia estructura física/lógica de red de la universidad. En nuestro caso, el diseño de la red interna LAN se apoya sobre la generación de subredes VLAN, asignadas a grupos de trabajo y/o espacios. Todas las direcciones lógicas asignadas a los equipos de comunicación conectados de forma cableada en el taller, tienen asignadas IPs del rango 10.11.170.0/24. Si bien se pueden interconectar con otros equipos en la subred 10.11.0.0/16, subred que forma parte de una red de la red de clase A de tipo privado. La asignación de cada IP se realiza de forma estática, suministrando al servicio informático de la universidad, las direcciones físicas/hardware de las tarjetas de red, y mediante servidores de DHCP configurados adecuadamente. Todos los aspectos de seguridad entre los hosts conectados a la red recaen en la configuración de los switches, así como en el router de la universidad. Esta estructura física y lógica de red asegura un buen rendimiento de la red (Kurose & Ross, 2013) y garantiza todos los aspectos que forman parte de la seguridad (Stallings, 2014). Por otro lado, también se han conectado todos los equipos en una Intranet cableada e inalámbrica creada mediante un router wifi compatible con protocolo 802.11g, y utilizando un equipo switch (compatible con protocolo 802.3j) para realizar la interconexión cableada. La configuración de ambos dispositivos de comunicaciones se ha realizado para generar una subred 192.168.1.0/24 de tipo privado de clase C. Los motivos que han llevado a crear esta subred físico/lógica son:

- Disponer de interconexión inalámbrica para que los miembros del equipo puedan trabajar con sus equipos informáticos portátiles y se puedan conectar al resto de infraestructura.
- Disponer de redundancia en las comunicaciones de red entre todos los equipos.

La seguridad de los equipos conectados a esta subred se apoya en los mecanismos de seguridad que implementa el propio equipo de comunicaciones router:

1. Tipo de cifrado WPA2-AES con contraseña segura, personalizar.
2. Personalización y ocultación del SSID.
3. Autorizar la conectividad a la red en equipos mediante lista de direcciones MAC.
4. Limitar el número de conexiones en el router.

2.3 Sistemas operativos

Uno de los objetivos iniciales era priorizar el trabajo con software gratuito y con software licenciado por la propia universidad. Para ello los sistemas operativos que se han instalado en los servidores han sido:

- Producto de virtualización de infraestructura VMware ESXI 5.5 con licencia gratuita (bajo ciertas condiciones). A partir de este software instalado en el equipo 1, se han creado de forma dinámica varias máquinas virtuales, con asignación dinámica de recursos. Posteriormente se ha realizado la instalación de los sistemas operativos cliente y otro software según las necesidades puntuales de los miembros del equipo.
- Sistema operativo Linux Ubuntu Server 14.04.3 LTS (64 bits) en los servidores 2 y 3. Además del sistema operativo en estos servidores se ha instalado el gestor de capa gráfica ligero LXDE
- Sistema operativo Windows 7 Enterprise (64 bits) en los equipos 4, 5, 6 y 7.
- Software XPenology dirigido al almacenamiento en Red. Inicialmente se optó por utilizar un almacenamiento en red utilizando un servicio gratuito en la nube (Mega). Dada la limitación de espacio que proporcionaba dicho servicio, posteriormente se implementó este servicio en el equipo local número 8.

Además del sistema operativo se han instalado en todos los equipos los siguientes protocolos para intercambiar información, y realizar el control remoto de todas las máquinas desde cualquier equipo conectado a la red: ssh, vnc, xrdp, ftp, samba. Todos los protocolos anteriores, permiten interconectarse de forma remota a las máquinas, tanto en pantalla con modo texto, e incluso acceder al entorno gráfico. Mediante este acceso se pueden activar/desactivar ejecuciones remotas (incluso programadas temporalmente) de ciertos procesos y/o programas, así como volcar archivos de configuración y recoger archivos con resultados de ejecución.

En todos los equipos se han creado las cuentas de usuario para implementar las mínimas medidas de seguridad locales.

Por último señalar que tras realizar la instalación básica del sistema operativo y sus complementos mínimos se procedió a realizar una copia de seguridad o imagen de la instalación en otro disco local o remoto.

2.4 Software de aplicaciones

Las tareas a desarrollar para diseñar y construir las dos motos (con motores combustión y eléctrico) son muy variadas, ya que abarcan las etapas de diseño, simulación y experimentación de múltiples subsistemas de una moto. Destacar las siguientes:

1. Componentes importantes (chasis, basculante, horquillas, sistema de amortiguación, carenado) de la moto: dimensiones, pesos, materiales...
2. Sistemas de impulsión de las dos motos: motores de combustión y eléctrico
3. Sistema de escape.
4. Aerodinámica del carenado.
5. Electrónica del cuadro de mandos.
6. Electrónica de potencia y control sobre el driver del motor eléctrico.
7. Sistema de almacenamiento de energía (baterías).

Por todo ello, se han instalado los siguientes paquetes software propietarios con disponibilidad de licencia:

- Start-ccm+: paquete de simulación y cálculo de aplicado a la dinámica de fluidos.
- AVL software: paquete de simulación y cálculo aerodinámico.
- Abaqus: paquete de simulación y cálculo de elementos estructurales estáticos y dinámicos.
- Matlab y sus extensiones (Toolboxes) para realizar cálculos matemáticos y/o simbólicos, control y modelado físico de sistemas.

También se ha instalado el software gratuito Sage, Scilab que permite realizar cálculos y control de sistemas físicos.

3. Resultados y conclusiones

Toda la infraestructura descrita anteriormente está operativa para todos los miembros del equipo UniRioja MotoStudent. Es muy previsible que, a lo largo del desarrollo del proyecto de las dos motos, esta infraestructura sufra modificaciones, si así lo demandan las circunstancias, y si los miembros del equipo lo deciden.

Las ventajas que suponen para los participantes del equipo el disponer de esta infraestructura son las siguientes:

1. Permitir poner en práctica nuevas metodologías docentes (Learning-by-doing y ABP) a los alumnos y docentes participantes.
2. Trabajar distribuir a los miembros del equipo en grupos de trabajo, y dividir el único espacio físico en zonas para trabajar de forma más eficiente.
3. Optimizar el uso de recursos materiales limitados para construir las dos motos.
4. Integrar las nuevas tecnologías de la comunicación (servidores, redes, software, etc) en un entorno de trabajo industrial.
5. Compartir medios materiales entre distintos grupos de trabajo, y buscar la eficiencia mediante el trabajo colaborativo utilizando TICs.
6. Tratar que el equipo UniRioja Motostudent obtenga los mejores resultados en el transcurso del desarrollo de las dos motos así como en la etapa de evaluación final de la competición MS2015/2016.

Todos los miembros del equipo se encuentran muy satisfechos con todos los medios desplegados, así como con los recursos disponibles. Y también en todos se percibe la gran ilusión de poder formar parte del equipo de desarrollo de unas motos reales, y de intentar conseguir un buen resultado en la competición.

4. Referencias bibliográficas

Schank, Berman y Macpherson. (2009). Learning by doing. En Routledge Editor, *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of instructional theory*, (Volumen 2, pp. 161-181). Abingdon Oxon

El learning by doing de Robert Schank. [Internet] *Blogthinkbig.com*, 26 de marzo de 2013, núm. 180, pp. 85320-85345 [consultado 12 abril 2016]. Disponible en: <http://blogthinkbig.com/learning-by-doing/>

Fernández A. et al. (2012). Estudio comparativo entre una metodología de aprendizaje tradicional respecto a una metodología de aprendizaje basada en el Learning by doing para la consecución de competencias específicas. *UPO INNOVA: Revista de Innovación Docente*, (1). Obtenido de <http://www.upo.es/revistas/index.php/upoinnova/article/view/95>

- Woods D. *Problem-Based Learning (PBL)*. Obtenido el 12 de abril de 2016, de McMaster University, Chemical Engineering: <http://chemeng.mcmaster.ca/problem-based-learning>
- Aliane N. & Bemposta S. (2008). Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de robótica. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 3/2, 95, 71-76.
- Rosado A. & Bataller M. & Guerrero J.F. (2008). Aprendizaje por proyectos: una aproximación docente al diseño digital basado en VHDL. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 3/2, 95, 87-95.
- RobotCup. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://www.robotcup.org/>
- FirstLEGOLeague. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://www.firstlegoleague.es/>
- FormulaSAE. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://students.sae.org/cds/formulaseries/fsae/>
- FormulaStudent. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://formulastudent.imeche.org/formula-student/>
- MotoStudent. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://www.motostudent.com/>
- BarcelonaSmartMotoChallenge. (n.d.). Obtenido el 12 de abril de 2016, desde <http://www.smartmotochallenge.org/>
- ZEMIC, el prototipo de coche eléctrico de la UR. Obtenido el 12 de abril de 2016, de Noticias de La Universidad de La Rioja: <https://www.unirioja.es/apnoticias/servlet/Noticias?codnot=2415&accion=detnot>
- Excelentes resultados de Valkiria en Alcañiz. Obtenido el 12 de abril de 2016, de Noticias de La Universidad de La Rioja: <http://www.unirioja.es/apnoticias/servlet/Noticias?codnot=3578&accion=detnot>
- Kurose J. & Ross K. (2013). *Computer networking: a top-down approach*, (6ª ed). Pearson
- Stallings W. (2014). *Network security essentials: applications and standards*, (5ª ed). Pearson