



PROYECTA Foro innovación y desarrollo tecnológico

**Lo que significa ser un innovador o gestor
de desarrollo tecnológico**

**Gina Lorena Varón Rondón
Compiladora**

**Memorias
Bogotá D.C. 4 y 5 de noviembre de 2014
Regional Distrito Capital
Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones(CEET)
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL CEET-SENA**



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
Grupo de Investigación del Centro de Electricidad,
Electrónica y Telecomunicaciones - GICS
Regional Distrito Capital
Gina Lorena Varón Rondón
Compiladora

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Prada Gil
DIRECTOR REGIONAL DISTRITO CAPITAL
Enrique Romero Contreras
SUB DIRECTORA CENTRO DE ELECTRICIDAD,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
Sonia Cristina Prieto Zarta
DIRECTORA GRUPO DE INVESTIGACIÓN GICS
Gina Lorena Varón Rondón

ISBN: 978-958-15-0188-5
COORDINACIÓN Y PREPARACIÓN EDITORIAL:
WINCKET
DISEÑO DE CARÁTULA Y DIAGRAMACIÓN:
WINCKET

TABLA DE CONTENIDO

Presentación.....	5
Los paneles de expertos.....	5
Panel de investigadores: "Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico", la perspectiva académica.....	5
Conclusiones panel de investigadores: Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico, perspectiva académica.....	6
Panel de empresarios y representantes de empresas: "Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico", la perspectiva del sector productivo.....	6
Conclusiones panel de empresarios: Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico, perspectiva del sector productivo.....	7
Las Conferencias.....	8
1.Redes internas de Telecomunicaciones.....	8
<i>Conferencia de actualidad técnica y legal.....</i>	<i>8</i>
2.Colaboratividad o Pensource. De la Bicicleta de Montaña al Seguidor de Pupila ecu / eadl.....	8
<i>Conferencia de innovación.....</i>	<i>8</i>
3.Impacto de la Gestión de Servicio en las Operaciones de ti.....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>
4.Tecnología swelal Servicio del Desarrollo Móvil(web sockets y web rtc).....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>
5.Introducción Abigdata y Herramientas Efectivas.....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>
6.Historias y Perspectivas en Comunicaciones Inalámbricas.....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>
7.Tecnoparque: tu aliado para la Investigación, la Innovación y el Emprendimiento.....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>
8.Aplicaciones Móviles, Poderosas Herramientas para el Mercadeo.....	9
<i>Conferencia de actualidad.....</i>	<i>9</i>

TABLA DE CONTENIDO

Ponencias	10
PonenciaNo.1	10
<i>APLICACIÓN OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE HACIA LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA BÁSICA.</i>	
PonenciaNo.2	15
<i>DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA FORTALECIMIENTO EN EL USO DE LAS TIC BAJO AMBIENTES CLOUD COMPUTING EN INSTITUCIONES DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS</i>	
PonenciaNo.3	19
<i>TRACKING CAPE: COMPLEMENTO GSM/GPRS Y GPS PARA BEAGLEBONE.</i>	
PonenciaNo.4	24
<i>MESH NETWORKS AS A FACTOR OF SOCIAL INCLUSIÓN</i>	
PonenciaNo.5	28
<i>ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE ALGORITMOS DE PLANIFICACIÓN EN L.TE.</i>	
PonenciaNo.6	35
<i>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DATA LOGGER Y CONTROL DIGITAL PARA EL MUESTREO Y MEDICIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL TÓXICO PARTICULADO AMBIENTAL DE FLUJO CONSTANTE.</i>	
PonenciaNo.7	40
<i>COMPARACION DE ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCION DE HUNDIMIENTOS DE TENSIÓN (SAGS) EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN</i>	
PonenciaNo.8	48
<i>CONTROL POR RECHAZO ACTIVO DE PERTURBACIONES: UNA ALTERNATIVA REAL PARA APLICACIONES DE ALTO DESEMPEÑO</i>	
PonenciaNo.9	55
<i>REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES:UNA PROPUESTA MEDIOAMBIENTAL</i>	
PonenciaNo.10	59
<i>DISEÑO DE UN MÓDULO CAN PARA EL VEHÍCULO ELÉCTRICO DE LA ESCUDERÍA DCM FORMULA SENA ECO</i>	
PonenciaNo.11	64
<i>PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE CONTENIDOS EN TELEVISION DIGITAL PARA PERSONAS CON LIMITACION AUDITIVA</i>	
PonenciaNo.12	74
<i>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE MÓDULOS INALÁMBRICOS R.F.I.D., GESTIONADO CON DISPOSITIVOS MÓVILES</i>	
PonenciaNo.13	81
<i>RECURSOS EDUCATIVOS Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA</i>	
PonenciaNo.14	85
<i>INVERNADERO PORTÁTIL AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO</i>	

Presentación

La I+D+i es un reto que ha representado para el Grupo de Investigación del Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones del SENA - GICS, no sólo un campo de múltiples posibilidades, sino la necesaria revisión de lo que el sector productivo está desarrollando y la identificación de los requerimientos que tienen en sus proyectos.

Con tres años de trabajo, GICS, conformado en la actualidad por 8 investigadores, viene desarrollando diversos proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico - IDT en las áreas de la electricidad, electrónica, telecomunicaciones y teleinformática. Dados sus avances en IDT, planeó, diseñó y llevó a cabo el Foro Proyecta IDT 2014, con el cual pretendió no sólo hacer apropiación social del conocimiento, sino crear un evento científico que permitiera a los Centros de Investigación, Universidad y sus grupos de investigación, Centros de Formación SENA y empresas, compartir sus avances en proyectos de IDT.

Los resultados de Proyecta permiten afirmar que se cosecharon los frutos sembrados, se contó con la participación de un promedio de 650 personas entre investigadores, instructores, aprendices, estudiantes universitarios, panelistas, ponentes y conferencistas; 47 empresas, 17 de estas participaron en el Networking que permitió crear vínculos entre ellas y con GICS. Pero más allá de eso, fue posible compartir los resultados de 14 ponencias referentes a proyectos que actualmente se desarrollan en diferentes instituciones.

Además, los generosos y actuales aportes de los panelistas y conferencistas ofreció la cuota de actualidad tecnológica necesaria para que el público se situara en las tendencias y necesidades contemporáneas. Agradecemos a todos ellos y a los ponentes que nutrieron el 100% de la agenda académica. Todos asistieron sin falta y dieron lo máximo en sus presentaciones.

Otro aspecto a resaltar es que en el marco del Foro se dio el Premio GICS al investigador más productivo, se hicieron reconocimientos especiales a los jóvenes investigadores más destacados y asimismo, a los investigadores del grupo. El Premio es un estímulo simbólico por ahora, a las personas que están compenetradas con la I+D+i del CEET.

Finalmente, las memorias de Proyecta buscan recoger la información más relevante del foro, sin ser necesariamente exhaustivas, ofrecen una mirada holística y comparte presentaciones de cada momento de la agenda, los documentos de las ponencias así como la conferencia completa de RITEL. Se han dispuesto anexos que el lector podrá consultar para ver otros detalles de cada intervención.

Gina Lorena Varón Rondón - Directora GICS

Los paneles de expertos

Ocho reconocidos personajes del sector académico y del sector productivo estuvieron en PROYECTA. Todos ellos disertaron en torno a "Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico".

Panel de Investigadores: "Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico", la perspectiva académica.

PROYECTA contó con la participación de Nelson Cubides, candidato a doctor en el área de las TIC en educación de la Universidad de Salamanca, España. Tiene una maestría en el mismo campo y otra en "Acción política, liderazgo y participación ciudadana" de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Ha sido asesor pedagógico y líder de dispositivos móviles y contenidos educativos. La presentación de su exposición se puede ver en el Anexo 1.

También participó el Dr. Carlos Eduardo Rodríguez, rector de la Corporación Universitaria-UNITEC. Profesional en relaciones internacionales, especialista en gerencia de negocios Internacionales, magister en docencia universitaria y en gestión de instituciones de educación. Fue rector universitario en la Fundación Universitaria UNINPAHU y la

Corporación Unificada de Educación Superior-CUN; presidente y rector de la Corporación Instituto de Administración-CIAF-Pereira. La presentación de su intervención se puede ver en el Anexo 2.

Además, estuvo la Dra. Myriam Peláez, ingeniera electrónica de la Universidad Distrital, especialista en administración de empresas del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y quien cuenta con una amplia experiencia en el sector de las telecomunicaciones, planeación estratégica, gestión estratégica de la propiedad intelectual y formulación y ejecución de proyectos. Actualmente es la directora ejecutiva del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro, Electrónica e Informática - CIDEL. La presentación de su intervención se puede ver en el Anexo 3.

Para cerrar este panel, se contó con el ingeniero electrónico Giovanni Mancilla, magister en administración de negocios y especialista en sistemas gerenciales de ingeniería. Con más de 18 años de experiencia, ha liderado proyectos en el sector de las telecomunicaciones y actualmente dirige un grupo de estudio sobre riesgos en CITEL. Su presentación se puede ver en el Anexo 4.

Conclusiones panel de investigadores: Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico, perspectiva académica.

Este ejercicio propició un intercambio de conocimientos y experiencias respecto de la innovación y el desarrollo tecnológico, en principio desde el rol de los entes gubernamentales y las organizaciones (empresas, universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico) en la toma de decisiones durante los procesos de planeación con el propósito de impulsar el desarrollo económico y competitivo del país, la educación y el crecimiento social y específicamente, como responsables del apoyo a las ideas innovadoras de los trabajadores, investigadores, estudiantes y aprendices. Seguidamente los panelistas abordaron el ejercicio de la innovación como el desafío de los individuos para crear ideas novedosas en las

cuales sea tangible el valor agregado. En este proceso, los académicos nos recordaron la importancia de las metodologías de apoyo, observar, cuestionarse, experimentar, asociar, descubrir, aplicar. Así mismo, destacaron que valores como la autoconfianza, la motivación, la intuición, la capacidad para asumir riesgos, la capacidad de emprendimiento y la pasión con que se trabaje resultan claves para la obtención de productos o servicios innovadores.

Al finalizar el panel, el auditorio recibió recomendaciones relacionadas con el éxito de la innovación y el desarrollo tecnológico. Las organizaciones están obligadas a investigar e innovar permanentemente pues corren el riesgo de ser desplazadas por su competencia o de desaparecer, en este sentido cobra un valor fundamental la implementación de un proceso de "vigilancia tecnológica" que asegure la asertividad de las decisiones y de los resultados, toda innovación cumple su ciclo virtuoso cuando se convierte en un ejercicio empresarial que entrega su producto a la sociedad, pues se trata de crear y distribuir el valor creado, debemos ver la innovación desde una perspectiva más amplia, no centrados exclusivamente en la innovación visible (bienes finales), la innovación invisible (clientes de negocios, subcontratos, procesos y gestión) coadyuvan de manera representativa al crecimiento social y económico complementariamente. Existe una clara correlación entre el desarrollo educativo de un país y su crecimiento económico, la sociedad colombiana es rica en personas ingeniosas, claves para despertar el espíritu innovador. Innovación proviene de In= al interior; una idea nova= nueva y, ción= que se convierte en acción. Una persona innovadora hace preguntas, asocia, observa y se arriesga. Un gestor de innovación, es un gestor de personas, de su talento, debe impulsarlo, creer en él, motivarlo y apoyarlo.

Panel de empresarios y representantes de empresas: "Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico", la perspectiva del sector productivo.

En este panel participó el ingeniero Mauricio Álvarez, con más de 22 años de experiencia en el área de las tecnologías de la información, experto conocedor de la incidencia de las TIC en los negocios. Además, es experto en el establecimiento y gestión de procesos de adquisición e implementación de tecnologías; en el desarrollo de nuevas y modernas estrategias para hacer que las TIC jueguen un papel fundamental en el éxito de los proyectos. Cuenta con especial habilidad en la integración de equipos de trabajo, lo que le ha permitido alcanzar metas empresariales muy altas. Actualmente, el ingeniero Álvarez es el director de innovación de Microsoft.

El señor Alejandro de Zubiría, quien actualmente dirige el equipo de innovación y desarrollo de la Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual, participó en este panel; egresado como bachiller científico del Instituto Alberto Merani -para niños superdotados, y luego como sicólogo de la Universidad de los Andes, se ha dedicado a mejorar la calidad de la educación. Entre sus logros se encuentra el primer programa de comprensión de lectura y desarrollo del pensamiento de transición a undécimo (hoy tiene 200 mil estudiantes), el primer programa de inteligencia emocional; el primer Núcleo de Apoyo Pedagógico especializado en lectura y pensamiento dirigido a los estudiantes de todos los colegios de la localidad de San Cristóbal Sur, en Bogotá, y fundó el primer colegio dirigido por madres de bajos ingresos, en Malambo - Atlántico. Actualmente trabaja en el desarrollo del primer colegio oficial no subsidiado. Su presentación se puede ver en el Anexo 5.

El Foro contó, también, con la participación del empresario Gabriel Castillo, quien tiene una amplia formación académica en las áreas de informática, administración, planeación estratégica, gerencia de proyectos, auditoría, gestión de calidad y gestión de la innovación. Ha llevado con éxito la gerencia de proyectos de las áreas de tecnología de empresas como: Alpina Productos Alimenticios, Colfondos, Finamérica, el Instituto de Fomento Industrial-IFI y el Banco Tequendama. Actualmente, es el gerente de Kirvit, una empresa innovadora

dedicada a la construcción de simuladores de vuelo. Su presentación se puede ver en el Anexo 6.

En el cierre de este panel, se presentó Alejandro Barragán, ingeniero eléctrico con habilidades en la creación de valor a partir de sistemas de innovación, con gran experiencia en la implementación y gerencia de procesos de innovación, desarrollo de nuevos negocios, modelos de innovación abierta y transformación estratégica, mediante la identificación de los desafíos a largo plazo del negocio, trabajando en generación de ideas orientadas al lanzamiento de nuevos modelos de negocio para la creación de valor, y generando ventajas competitivas en las diferentes dimensiones del negocio. Es jefe de la división de Innovación de Codensa S.A. y Emgesa S.A.

Actualmente es el responsable de la gerencia y la estructuración del modelo de innovación de las empresas del Grupo Endesa en Colombia.

Conclusiones panel de empresarios: Lo que significa ser un innovador o gestor de desarrollo tecnológico, perspectiva del sector productivo.

Los empresarios participantes realizaron reflexiones desde su experiencia productiva. Inicialmente destacaron la importancia de orientarse a la conformación de empresas con base tecnológica para el desarrollo de tecnologías (HW/SW) cuyos productos y servicios mejoren la calidad de vida de los seres humanos, advirtiendo que desarrollar tecnologías es costoso y riesgoso, por lo que se hace necesario que el Estado apoye y promueva el desarrollo de este tipo de proyectos en el país, máxime tomando en cuenta que la innovación y desarrollo TIC es un proceso continuo de apropiación de conocimientos y tecnologías que requiere a su vez replantearse 100% cada tanto tiempo (largo plazo), implicando esfuerzos económicos como si la empresa empezase desde cero para mantenerse vigente y competitiva globalmente.

La innovación, además de proveer un producto o servicio nuevo, debe lograr un impacto económico y de masificación para la empresa y

para su segmento de mercado. No sólo se puede innovar a partir de la creación de productos y servicios, también se puede lograr innovar en el planteamiento de nuevos los modelos de negocios, procesos (producción, mercadeo), ya que los clientes buscan una experiencia, no sólo aspectos como eficiencia o precio. Pensando en el país, se deben promover las oportunidades de innovación y desarrollo tecnológico en las regiones, en las zonas y comunidades más necesitadas o marginadas pues a través de ellas resolvemos problemas y atendemos requerimientos de carácter local, con talento humano nativo el cual conoce y vive en el entorno particular.

En relación con el proceso creativo, Alejandro de Zubiría, apoyado en el diagrama de Venn, nos planteó una forma sencilla de trabajar en la generación de ideas con una estrategia de inferencia de intersección, que se genera cuando se analiza la relación entre elementos de diferentes grupos (conjuntos), cuyo punto culminante es la identificación de cuales elementos funcionan bien juntos, dando lugar a nuevo producto.

Los panelistas - empresarios dieron cierre a su participación coincidiendo con el panel académico del día anterior, respecto a las cualidades que se esperan de un innovador: que sea observador, analítico, capaz de identificar oportunidades para ayudar a sus clientes o comunidades, un gestor de sueños, alguien capaz de crear, modificar o encontrar un uso nuevo a algo ya existente, un artista apasionado con conocimientos técnicos.

LAS CONFERENCIAS

PROYECTA ofreció al público ocho conferencias magistrales, técnicas y de actualidad distribuidas en las agendas académicas durante dos días.

1. Redes Internas de Telecomunicaciones Conferencia de actualidad técnica y legal Conferencia de Actualidad

La Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM, se unió a PROYECTA a través de esta conferencia de actualidad técnica y legal, con la participación de:

Henry León, abogado de la Universidad Nacional de Colombia y especialista en derecho administrativo de la Universidad del Rosario. Especialista en regulación de energía eléctrica y gas de la Universidad Externado de Colombia. Diplomado en docencia universitaria y en investigación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Actualmente es el Director Jurídico de la Asociación Colombiana de Ingenieros- ACIEM, pertenece al Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines. Su presentación se puede ver en el Anexo 8.

Jaime Arboleda, ingeniero electrónico de la Universidad del Cauca, máster de ciencias en telecomunicaciones de la Universidad Colorado de Boulder, Estados Unidos, con formación en gerencia de proyectos, gerencia de programación, certificados por Project Management Institute - PMI de Los Estados Unidos y con 35 años de experiencia en el sector público y privado. Fue asesor técnico del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Así mismo, fue vicepresidente de la ETB y gerente de ventas de Siemens Andina. También fue consultor técnico de la Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM para la elaboración de redes internas de telecomunicaciones. Actualmente es gerente propietario de la firma de Consultoría Arboleda Ingenieros, conferencista y profesor de maestría en las universidades Externado y EAN. Su presentación se puede ver en el Anexo 9.

Como un valor agregado a este tema de actualidad, la conferencia completa RITEL se puede ver desde el siguiente enlace: <http://www.colsutec.edu.co/senaceet/foroidt/index.php>

2.Colaboratividad o Pensource. De la Bicicleta de Montaña al Seguidor de Pupila ecu/eadl.

Conferencia de Innovacion

Esta conferencia estuvo a cargo de Daniel Cuartas, quien en el 2014 recibió el premio MIT Technology Review a innovador del año y en el 2013 el mismo premio en la categoría Innovadores menores de 35 años. Daniel desarrolló un seguidor de pupila de bajo costo y

Open Source (software abierto) para personas en situación de discapacidad. Es de recordar que la revista MIT Technology es la más antigua del mundo y la autoridad global en el futuro de la tecnología en internet, telecomunicaciones, energía, informática, materiales, biomedicina y negocios. Su presentación se puede apreciar en el Anexo 10.

3. Impacto de la gestión de servicio en Las operaciones de ti.

Conferencia de Actualidad

Con la participación del ingeniero de la Universidad Santo Tomás, Fernando Prieto, se abordó un tema actual e importante para ofrecer servicios de alta calidad en el área de TI. Su presentación se puede ver en el Anexo 11.

4. Tecnologías web al Servicio del Desarrollo móvil (websockets y webrtc).

Conferencia de Actualidad

El ingeniero, Jorge Rubiano de la Universidad Manuela Beltrán Virtual cerró el primer día de la agenda con una conferencia sobre las múltiples posibilidades de tecnología para el desarrollo de aplicaciones móviles. Su presentación se puede ver en el Anexo 12.

5. Introducción a big data y Herramientas Efectivas

Conferencia de Actualidad

Este importante tema en la actualidad y de gran resonancia en los diferentes medios relacionados al campo de las tecnologías de la información, fue abordado por el ingeniero Sebastián Ramírez quien presentó una introducción al Big Data y herramientas para su gestión. Presentación disponible en el Anexo 13..

6. Historias y Perspectivas en Comunicaciones Inalámbricas

Conferencia de Actualidad tecnica y legal

El ingeniero Daniel Jaramillo de la Universidad Javeriana mostró el presente de las comunicaciones inalámbricas y su progreso en una línea de tiempo. Además, abrió la puerta a un sinnúmero de preguntas en relación con los aportes innovadores en este campo. Su presentación se puede ver en el Anexo 14.

7. Tecnoparque: tu aliado para la Investigación, la innovación y el Emprendimiento.

Conferencia de Actualidad

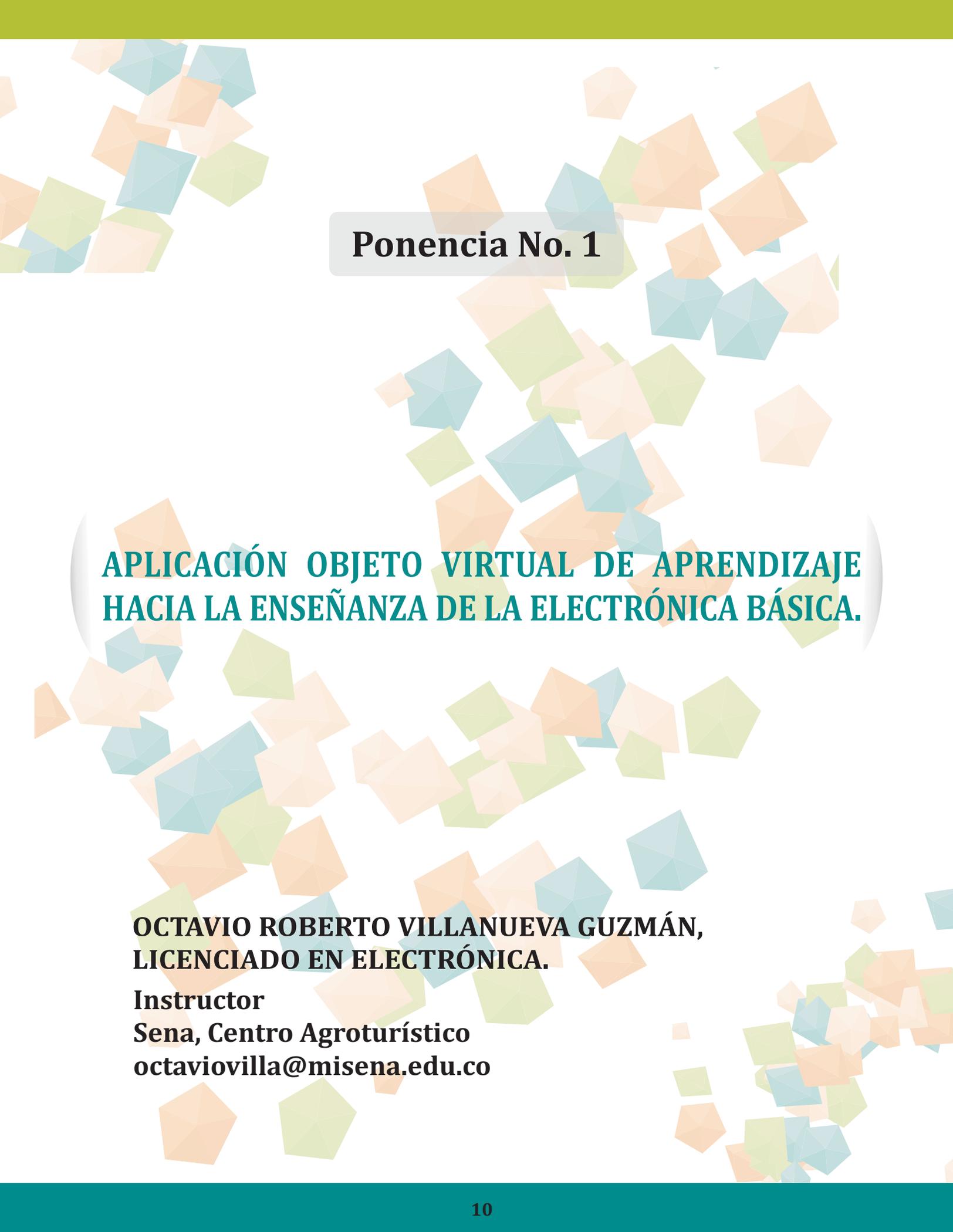
Diana Melissa Ávila, gestora de proyectos productivos de la línea de electrónica y telecomunicaciones del nodo Tecnoparque, Bogotá, explicó los beneficios de vincularse a este parque tecnológico y las oportunidades que se abren para los aprendices, estudiantes universitarios, docentes y empresarios. Su presentación se puede apreciar en el Anexo 15.

8. Aplicaciones móviles, poderosas Herramientas para el mercadeo

Walter Novoa fue el encargado de cerrar la agenda del foro. En los 11 años que lleva trabajando en la industria del software ha tenido la oportunidad de desempeñar varios roles en este proceso: Desarrollador (escritorio, web, backend y cloud), auditor, arquitecto de soluciones, consultor, profesor de cátedra, Technical Evangelist y preventa técnica. Hoy se desempeña como gerente y diseñador de producto para las Apps de las marcas más importantes del país sobre la plataforma Microsoft. Está a cargo de la conceptualización de las apps, generación de la arquitectura con los lineamientos tecnológicos requeridos, y luego la creación y dirección de los equipos de trabajo (diseñadores gráficos y desarrolladores, que construirán el producto final). Su presentación disponible en el Anexo 16.

Las Ponencias

Catorce ponencias fueron seleccionadas para presentar sus avances en innovación y desarrollo tecnológico en el marco de PROYECTA



Ponencia No. 1

**APLICACIÓN OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE
HACIA LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA BÁSICA.**

**OCTAVIO ROBERTO VILLANUEVA GUZMÁN,
LICENCIADO EN ELECTRÓNICA.**

Instructor

Sena, Centro Agroturístico

octaviovilla@misena.edu.co

Resumen

Es un proceso de investigación de estudio de caso cuantitativo, que permite orientar al aprendiz a través de la herramienta: objeto virtual de aprendizaje (OVA) con realidad aumentada para la identificación de elementos en la aplicación de la electrónica básica.

PALABRAS CLAVE: Aumentada, Virtual, Mediación, Tic, Electrónica.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación gira en torno a una estrategia metodológica, aplicada a partir de un objeto virtual de aprendizaje que utiliza la realidad aumentada como fortalecimiento de conocimientos relacionados con electrónica básica.

La característica principal de los aprendices de las provincias Comunera y Guanenta del departamento de Santander, es que encuentran limitantes para convertir la información teórica, en prácticas técnicas, esta condición se debe a los siguientes factores:

- La identificación de elementos electrónicos se realiza actualmente por medio de videos o imágenes impresas.
- Dificultad en el acceso a los materiales y herramientas electrónicas para realizar las prácticas, dada la distancia entre los municipios.

Para esto se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo apoyar el aprendizaje de la electrónica básica, por medio de una metodología innovadora?

Esta investigación aborda el estudio del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como medio de apoyo a los instructores en el manejo de cualquier temática que necesite una orientación tecnológica orientada en educación, como facilitadora del aprendizaje, para resolver falencias entre el aprendizaje teórico reflejado en el hacer. (Barillas C., 2012)

Utilizando la objetividad de la realidad aumentada, mediante una asociación virtual

para entender mejor la visión del tema que se desea manifestar (Canela M., 2011), se proyecta el aprendizaje de esta mediación, que involucra la experiencia de la interpretación del OVA con realidad aumentada por parte del aprendiz.

Objetivo general:

Formular una estrategia metodológica para que los aprendices de técnicos en electrónica, relacionen los conceptos teóricos básicos con eventos prácticos a través de las mediaciones Tic.

Objetivos específicos:

Establecer parámetros para el aprendizaje de la electrónica básica, mediante la observación e identificación de posibles temáticas enfocadas en el aprendizaje con base en el socio constructivismo

Sugerir una implementación del Objeto Virtual de Aprendizaje, con las mediaciones existentes, para las personas interesadas en el proceso de aprendizaje de la electrónica.

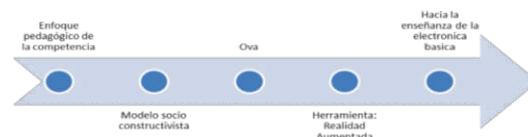


Figura1. Realización de la investigación: Por medio del direccionamiento del aprendizaje de la competencia y del modelo socio constructivista se utiliza el OVA con realidad aumentada para la enseñanza, a los aprendices, de la electrónica básica

2. METODOLOGIA

Se aplicó la formulación del tema propuesto para el técnico laboral: Mantenimiento de sistemas electrónicos, especificando en este caso dos grupos de nueve aprendices, del grado decimo en Charalá, Santander.

En el proceso investigativo, se determinaron los rasgos del aprendizaje, en un estudio de caso cuantitativo, para lo cual, cada aprendiz desarrolló su identificación de conceptos de electrónica en forma progresiva, por medio del objeto virtual de aprendizaje para relacionar la teórica con la imagen tridimensional mediante la realidad aumentada.



Imagen1: Aprendiz utilizando el Objeto Virtual de Aprendizaje, con realidad aumentada en ambiente de aprendizaje

En el procedimiento se establecieron los principales parámetros de innovación como alternativa para solucionar la problemática expuesta:

- Percepción del Objeto Virtual de Aprendizaje con respecto a las didácticas actuales.
- Compatibilidad con el acoplamiento de la herramienta didáctica para la difusión de conocimientos.
- Complejidad, por poca dificultad de apropiación del objeto virtual de aprendizaje hacia su adopción.
- Experimentación de la herramienta y del proceso para la superación de problemas como aplicación en un ambiente de aprendizaje.
- Visibilidad: Observación de los beneficios en una comunidad educativa, como adopción de una novedad. (Soy empresario)

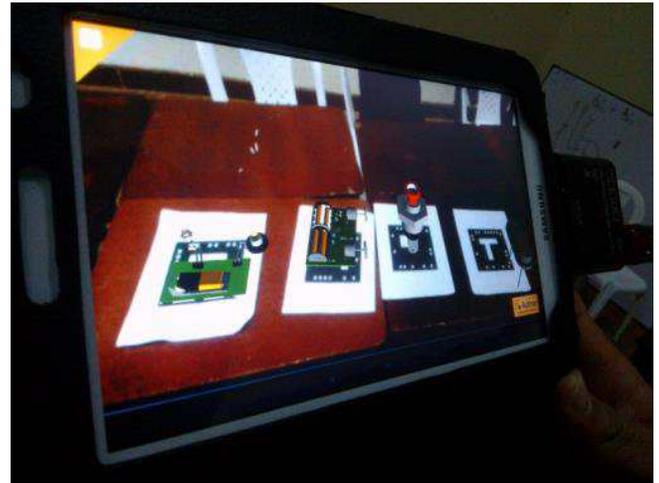


Imagen 2: Identificación de elementos electrónicos a través de la realidad aumentada

3. RESULTADOS

Se aplicó el método de comparación entre los dos grupos de aprendices. El primer caso mediante la explicación temática usando videos y fotocopias como didáctica y un segundo caso en donde se realiza la explicación de la misma temática a partir del objeto virtual de aprendizaje:

Caso 1: Grupo 1

Parámetro:	Resultado
Comprende la temática expuesta	Sí, de forma lenta, el instructor debe repetir varias veces los procedimientos cognitivos (operaciones matemáticas y significados)
Identifica componentes	Sí (relaciona la imagen mostrada en fotocopias o videos)
Responde a preguntas teóricas	Sí, de acuerdo con explicaciones del instructor

Realiza el montaje expuesto	Sí, pero el aprendiz tiene dudas en la identificación de componentes con el mismo encapsulado
Aplica el conocimiento a procesos prácticos propuestos	Sí, pero delimita su funcionamiento de acuerdo a la instrucción teórica

Caso 2: Grupo 2

Parámetro	Resultado
Comprende la temática expuesta	Sí, de forma rápida, por medio del OVA el aprendiz revisa los conceptos para llegar a una explicación coherente del tema
Identifica componentes	Sí (relaciona las imágenes RA con aplicaciones actuales)
Responde a preguntas teóricas	Sí, de acuerdo a cuestionarios o juegos dados por el OVA
Realiza el montaje expuesto	Sí, identifica las imágenes del RA con elementos físicos circuitales.

Aplica el conocimiento a procesos prácticos propuestos	Sí, extendiendo sus aplicaciones a su entorno social
--	--

Tabla 1. Comparación grupo 1 vs grupo 2

En la comparación de los dos casos, en el primero se relacionó la instrucción de conocimiento mediante una guía en la cual, el aprendiz recibió los conceptos de forma estructurada, siguiendo la línea de ejecución dentro de un montaje circuital con deficiencia en la identificación de componentes.

En el caso 2 se observó un proceso de mayor participación por parte del aprendiz mejorando su aprendizaje, relacionando la actividad del objeto virtual de aprendizaje como un proceso de experimentación y aportando más ideas en aplicaciones del tema propuesto.

A los aprendices involucrados en la ejecución del objeto virtual de aprendizaje, se les preguntó por los parámetros de innovación, haciendo uso de una lista de valoración, dando como resultado las siguientes respuestas:

<i>Parámetro</i>	<i>Valoración</i>
Percepción	9,1
Compatibilidad	8
Complejidad	7,7
Experimentación	8,5
Visibilidad	9,2

Tabla 2. Respuestas en promedio, sobre parámetros de innovación del OVA

La tabla anterior muestra como valoración máxima 10 y valoración mínima 1, permitiendo conocer qué elementos ajustar en futuras mejoras al Objeto Virtual de Aprendizaje.

En los parámetros de complejidad y compatibilidad se observó, cierta dificultad en la ejecución de la aplicación. Mientras que en los parámetros de percepción, experimentación y visibilidad, identificaron los beneficios de la herramienta para el aprendizaje

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como estudio de caso cuantitativo, la aplicación del objeto virtual de aprendizaje brindó una mejor relación entre los conceptos relacionados con la temática y su explicación por parte de los aprendices, ya que no es necesaria la presencia permanente del instructor durante su ejecución, y puede utilizarse en repetidas ocasiones para reconocer criterios y términos que se necesiten recordar.

A partir de juegos, en el Objeto Virtual de Aprendizaje, el aprendiz incursionó de forma recurrente en los conceptos, orientando su aprendizaje a cuestiones que involucren prácticas que mejoren su entorno social.

El interés por dominar la realidad aumentada, como alternativa de aprendizaje en temáticas relacionadas con la identificación y observación de dispositivos, hacen que sea poco complejo y didáctico el objeto virtual de aprendizaje.

Se propende por mejorar el objeto virtual de aprendizaje con respecto a la innovación para lograr un mayor nivel de respuesta entre los aprendices, para así realizar una mayor interpretación de la temática expuesta.



Imagen 3. Explicación aprendiz Sena del Objeto Virtual de Aprendizaje como elemento participativo hacia la comunidad estudiantil.

5. BIBLIOGRAFÍA

Barillas C., G. C. (04 de 2012). Sistematización del taller sobre trabajo en equipo y gestión con sentido. Recuperado el 04 de 04 de 2014, de <http://www.slideshare.net/karlo77/sistematizacion-de-experiencia>.

Canela M., F. X. (07 de 03 de 2011). Aplicaciones de Realidad aumentada como apoyo a la educación en niños con hiperactividad. Recuperado el 04 de 04 de 2014, de <http://www.slideshare.net/conlili31/realidad-aumentada-7177272>.

Soy empresario. (s.f.). Recuperado el 10 de 10 de 2014, de soy empresario: http://soyempresario.com/index.php?option=com_content&view=article&id=63:innovacion&catid=35:nuevos-negocios&Itemid=27.



Ponencia No. 2

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA FORTALECIMIENTO EN EL USO DE LAS TIC BAJO AMBIENTES CLOUD COMPUTING EN INSTITUCIONES DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

RAUL BAREÑO GUTIERREZ.

- Ingeniero de Sistemas.
- Magister en Telecomunicaciones.
- Instructor e Investigador del Área de Teleinformática.
- Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones SENA - Distrito Capital
raulbare@misena.edu.co.

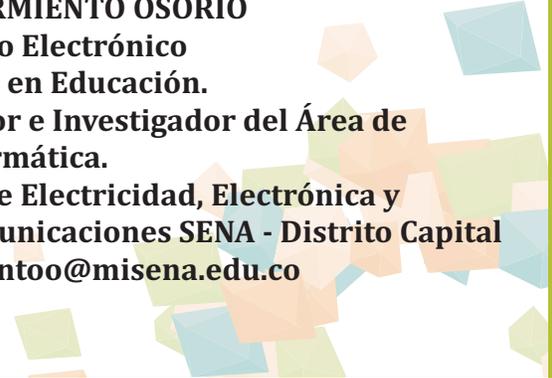
SONIA CARDENAS URREA

- Ingeniera en Redes de Computadores.
- Especialista en Seguridad de Redes de Computadores.
- Instructora e Investigadora Área de Teleinformática.
- Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones SENA - Distrito Capital
secardenas9@misena.edu.co.

WILLIAM NAVARRO NUÑEZ.

- Ingeniero en Redes de Computadores.
- Especialista en Gerencia de Proyectos de Telecomunicaciones.
- Instructora e Investigador del Área de Teleinformática.
- Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones SENA - Distrito Capital
williamnm2@misena.edu.co.

HUGO SARMIENTO OSORIO

- Ingeniero Electrónico
 - Magister en Educación.
 - Instructor e Investigador del Área de Teleinformática.
 - Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones SENA - Distrito Capital
hsarmiento0@misena.edu.co
- 

Resumen

A partir del surgimiento de la sociedad de la información, en los últimos años se presenta una afluencia de intereses en la forma en que la tecnología optimiza e incrementa la efectividad de la formación por competencias en todos los niveles y escenarios educativos tanto formales, como no formales. Técnicas como e-learning, b-learning o m-learning son motores que dinamizan el uso de estas herramientas; pero los instructores que forman por competencias poco las utilizan en su quehacer diario en los ambientes de formación, por diferentes factores de conocimiento, disponibilidad y temores frente al uso de la tecnología; emerge de esta problemática la necesidad de incorporación de nuevas tecnologías de vanguardia como es el caso del Cloud Computing siendo este una alternativa para la administración de servicios y actividades que permitan la gestión del conocimiento, el apoyo para la generación de laboratorios virtuales y la implementación de Tecnología Data Center, logrando el fortalecimiento de las TIC en el proceso de formación por competencias laborales.

PALABRAS CLAVE: TIC, competencias, pedagogía, metodología, instructor, Cloud Computing.

ABSTRACT

From the emergence of the information society , in recent years an influx of interest is presented in how technology optimizes and increases the effectiveness of skills training at all levels and educational settings both formal , as formal . Techniques such as e -learning, b -learning or m -learning are engines that enhance use of these tools ; but instructors are competency little use in their daily work in training environments , different factors of knowledge and fears about the use of technology , this problem emerges from the need to incorporate new cutting edge technologies such as Cloud Computing event of this being an alternative to the administration of services and activities to knowledge management , support for the generation of virtual laboratories and implementation of Data Center Technology , making the strengthening of ICT in the forming process job skills.

KEYWORDS: TIC, pedagogy, methodology, instructor, Cloud Computing.

1. INTRODUCCIÓN

El servicio nacional de aprendizaje (SENA) promueve la optimización de las competencias TIC a sus instructores a partir de diferentes estrategias con resultados poco favorables, por ello busca diseñar una metodología específica para que de acuerdo al contexto y a la temática de formación el instructor aprenda a formar usando estas herramientas tecnológicas bajo el modelo de competencias laborales, usando ambientes telemáticos y NTIC.

Los actores que hacen parte del proceso educativo deben comprender que es necesario implementar nuevos modelos de educación que incorporen estas herramientas en los ambientes de formación, indudablemente las TIC facilitan la aplicación de estrategias encaminadas al aumento de la eficiencia en tareas habituales, para llevar a cabo nuevos procesos que permitan explorar otras formas de pensar e innovar la educación por competencias, soportada en infraestructuras de comunicaciones y gestión de datos bajo plataformas Cloud Computing.

En el ámbito metodológico se parte de la integración de un grupo de expertos en aspectos interdisciplinarios de discusión en TIC, para la identificación de oportunidades de mejora al sistema educativo con la implementación de estas nuevas tecnologías, buscando la generación de un proyecto piloto enfocado en la investigación práctica a través de la especificación de requerimientos de la problemática, la evaluación de diferentes modelos que sean casos exitosos y permitan fortalecer el proceso interno propio de la entidad, así como la definición, construcción y aplicación de una metodología para el fortalecimiento del uso de las TIC bajo ambientes de Cloud Computing en instituciones de formación por competencias, para el caso específico, objeto del presente artículo, el SENA.

2. CONTENIDO

1. IDENTIFICACION: Se involucran en el proceso acciones como la generación de una encuesta de valoración a profundidad a los instructores y aprendices de diferentes regionales del país; para identificar el nivel se evaluarán componentes básicos sobre el uso de la tecnología, su planificación, métodos y metodologías de enseñanza tomando en consideración las nuevas tendencias en este ámbito educativo en el uso de las TIC.

2. INVESTIGACION - ACCION: Se desarrollará la investigación-acción (FUNIBER, 2013) bajo el método cuantitativo en cuanto a la recolección de la información con entrevistas en profundidad al personal involucrado haciendo uso de software estadístico para el proyecto, donde se mida el antes y el después con comparativos en el uso de la tecnología

3. DEFINICIÓN: Posteriormente, revisar las diferentes metodologías actuales existentes y de casos de éxito de instituciones de educación superior que se puedan replicar o sirvan de referentes de un nuevo modelo de mejora; para partir y rediseñar el modelo y metodología TIC pertinente al contexto SENA ajustado a las nuevas metodologías para la enseñanza y aprendizaje bajo estas herramientas buscando la construcción de actividades que garanticen la calidad de la formación por competencias (RETORNILLO, 2011), con técnicas didácticas activas que estimulen el pensamiento para la resolución de problemas simulados y reales soportadas con tecnologías integradas que implementadas en proyectos, fortalezcan en los aprendices sus nuevas habilidades para la vida profesional y productiva acorde a las nuevas necesidades del país.

4. CONSTRUCCIÓN: Esta nueva metodología será efectiva y se podrá aplicar en las diferentes actividades que diariamente los docentes de manera planificada acorde con la temática a impartir desarrollan dentro o fuera del aula y de una vez por todas romper con esos paradigmas de las limitaciones y barreras presentadas al usar la tecnología; porque hoy no contamos con un método práctico e ideal para enseñar con estas herramientas, por ello se deben desarrollar

actividades basadas en tareas y en aprendizajes que tanto el docente como el estudiante puedan alcanzar y realizar significativamente.

5. APLICACIÓN: Finalmente, revisar procesos de innovación educativa relacionándolos con el diseño de recursos didácticos para su enseñanza haciendo uso de la red como recurso pedagógico, E-learning, B-learning, M-learning, y recursos multimedia acorde a la temática a desarrollar con esta nueva metodología. Se harán pruebas piloto para ello y revisar que método, enfoque, técnica, es la ideal para la institución y replicar al modelo educativo colombiano.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta nueva metodología permitirá fortalecer la relación entre el aprendiz-instructor, con la inclusión de la tecnología en los nuevos procesos y métodos de enseñanza de manera más activa o constructivista utilizándolos para promover actividades de exploración de manera autónoma y mejorando el trabajo colaborativo en grupo, bajo entornos significativos o por proyectos.

La necesidad de crear nuevas infraestructuras con amplias capacidades tecnológicas, hace de tecnologías como Cloud Computing una herramienta medular fundamental para gestionar y aplicar la metodología en el fortalecimiento del uso de las TIC.

Se plantean retos, especialmente en el ámbito de administrar información y gestionar los procesos informáticos, pero los beneficios exigen que los asumamos como medio de conseguir mejores y más eficientes organizaciones educativas, capaces de facilitar servicios más personalizados y efectivos y que aporten tanto al crecimiento educativo como tecnológico del país.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Alonso, I. & Martín, M. A. (2011). Es posible, deseable y positivo continuar aprendiendo durante la tercera edad. En J. J. MAQUILÓN, A. B. MIRETE, A. ESCARBAJAL FRUTOS, y A. M. GIMÉNEZ. (Coords.), Cambios educativos y formativos para el desarrollo humano y sostenible (pp. 619-628). Murcia: Editum.

[2] Coll César. (2010) psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación una mirada constructivas.

[3] Men. (2013). Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente. Bogotá Colombia. Imprenta nacional.

[4] Ibagón, M. X., Laura, V., Carolina, D., Pinzón, C., & Jarrin Quintero, J. A. (2012). Modelo de medición de productividad Upsistemas.

[5] Guagalango Vega, R. N., & Moscoso Montalvo, P. E. (2011). Evaluación técnica de la seguridad informática del Data Center de la Escuela Politécnica del Ejército.

[6] O'reilly, T. (2009). What is web 2.0. "O'Reilly Media, Inc."

[7] Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.



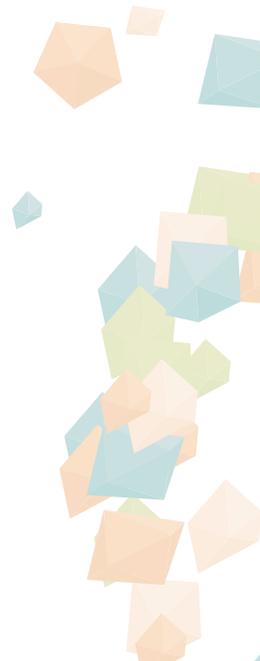
Ponencia No. 3



**TRACKING CAPE: COMPLEMENTO GSM/GPRS
Y GPS PARA BEAGLEBONE.**



CAMILO ROJAS
Estudiante de Ingeniería de
Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomás - Bogotá
camilorojas@usantotomas.edu.co



RESUMEN

Los conceptos de Internet of Things (IoT) y domótica inspiraron la creación de este proyecto. Se diseñó e implementó un circuito electrónico, llamado Tracking Cape, como complemento para la tarjeta BeagleBone. Las principales características de Tracking Cape es brindar acceso a la red GSM/GPRS y obtener datos de los satélites de GPS. De esta manera, es posible utilizar la tarjeta BeagleBone en proyectos de telemetría, IoT, domótica y Machine to machine (M2M). Esta es una herramienta para el desarrollo de prototipos de sistemas que requieran de dispositivos conectados a las redes celulares cuya posición espacial pueda ser obtenida a distancia.

PALABRAS CLAVE: BeagleBone, GPRS, GPS, IoT, M2M.

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) and domotics inspired the development of this project. An electronic circuit was designed and implemented. Its name is Tracking Cape. It is a complement for the BeagleBone computer. The Tracking Cape provides tracking capabilities to the BeagleBone with GPS and GPRS/GSM modules. Thus, it is possible to use the BeagleBone for telemetry, IoT, domotics and machine to machine (M2M) projects. This is a tool intended for prototype systems development, which requires a cellular network connection, and real time position coordinates.

KEYWORDS: BeagleBone, GPRS, GPS, IoT, M2M.

1. INTRODUCCIÓN

El principal proyecto abordado en este artículo es un sistema de monitoreo de la posición de un vehículo, en tiempo real. En el mercado, existen dispositivos de rastreo para vehículos, los cuales se venden a un precio elevado y cuyo funcionamiento no puede ser adaptado por el usuario final. Actualmente, los conceptos de open source, en hardware y software, buscan que cada vez más personas sean capaces de desarrollar

sus propias soluciones tecnológicas a problemas comunes. Tracking Cape junto con BeagleBone son un lienzo en blanco, el cual puede ser aprovechado para realizar proyectos que involucren telemetría, Internet, red celular y GPS.

El hardware de Tracking Cape debe tener el tamaño adecuado para ser un dispositivo portable y evitar interferencias electromagnéticas por parte de sus componentes electrónicos. El control de Tracking Cape, lo debe realizar una plataforma robusta y confiable, con buena capacidad de procesamiento, y con la posibilidad de conectar interfaces externas. Los módulos de radio frecuencia a utilizar (GSM/GPRS y GPS) deben estar certificados por CE y FCC, de tal manera que su funcionamiento haya sido probado y estudiado en detalle. Además, dichos módulos deben ser de bajo costo, pero deben incluir las funciones necesarias para Tracking Cape.

El software que controle a Tracking Cape debe operar niveles alto y bajo, ya que debe

haber una comunicación adecuada entre las capas física y de aplicación. Los lenguajes de programación a utilizar deben ser ampliamente conocidos, para que el usuario final tenga la posibilidad de controlar el funcionamiento de Tracking Cape.

La solución para el desarrollo de Tracking Cape se centra en hardware, software y elección de la plataforma de control.

2. CONTENIDO

2.1 PLATAFORMA DE CONTROL

Se eligió a BeagleBone como la plataforma de control de Tracking Cape debido a que posee las características necesarias descritas a continuación [1]:

Se debe utilizar un sistema o dispositivo que permita la comunicación serial entre éste y otros dispositivos como módulos externos. La plataforma debe ser programable y tener

una memoria ROM que almacene los programas mientras el dispositivo no esté encendido. Además, dicha plataforma debe almacenar los datos en ficheros que cambian cada cierto tiempo por lo que también debe haber un procesador. Debe existir la facilidad de combinar circuitos con interfaces y puertos programados. El sistema debe contar con un sistema operativo, preferiblemente con el kernel de Linux, debido a su facilidad en el manejo de los puertos ya que se abstraen como archivos comunes, es decir, para escribir en un puerto se debe escribir en un archivo.

2.2 HARDWARE

La tarjeta BeagleBone ofrece la posibilidad de fabricar tarjetas complementarias a esta. Se diseñó una tarjeta que ofrece conectividad con satélites GPS y con redes celulares con tecnología GSM/GPRS. De esta manera, con el desarrollo de una tarjeta que incluya los servicios mencionados anteriormente, es posible realizar un sistema de seguimiento o

tracking a un vehículo en el cual estén instaladas las tarjetas BeagleBone y la tarjeta desarrollada (Fig. 1).

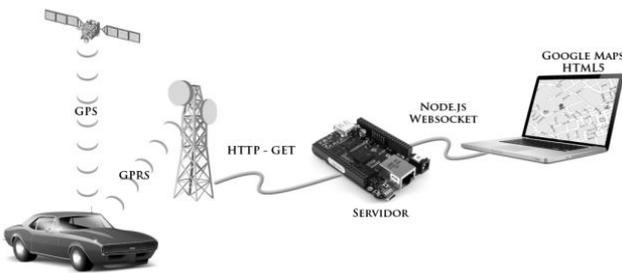


Figura 1. Esquema de funcionamiento del tracking de un vehículo con Trackin Cape.

Los componentes principales de la tarjeta son los módulos de Quectel: M95 (GSM/GPRS) y L20 (GPS). Dichos módulos se conectan por interfaces seriales con la tarjeta BeagleBone. En este caso se hace uso de las interfaces UART2 y UART5, a velocidades de 9600 y 4800 baudios. Estas permiten el acceso, sin problemas, a programas de

ejemplo, manual de usuario y desde cualquier lugar del mundo, [2 y 3]

La tarjeta, además de incluir los módulos de Quectel, también tiene otros componentes como LEDs que indican el estado de las conexiones, zócalo para insertar una tarjeta SIM y un jack de 3.5mm para conectar un micrófono y un audífono.

El PCB fue diseñado con el software EAGLE 6.4 Professional haciendo uso del manual de usuario de la tarjeta BeagleBone. De dicho manual se tomaron las dimensiones especificadas para la realización de circuitos cape que van encima de la tarjeta BeagleBone.

Las zonas más importantes del PCB se encuentran en los módulos GPS y GSM/GPRS (Fig. 2) y sus pines de recepción o emisión de RF. Estas zonas deben ser diseñadas de tal manera que se dé la menor cantidad de pérdidas de la señal RF y que se tenga un buen circuito a tierra en las regiones cercanas a la ruta de RF.

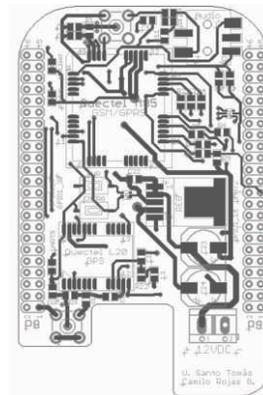


Figura 2. Diseño de circuito impreso. Top.

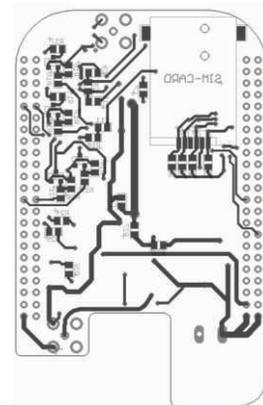


Figura 3. Diseño de circuito impreso. Bottom.

En el lado bottom del PCB (Fig. 3) contiene el conector para la tarjeta SIM que requiere el módulo GSM/GPRS. Además, por éste mismo lado se añadieron circuitos con transistores que manejan el voltaje y la corriente de los LEDs y algunas señales del PCB.

Una parte esencial de la tarjeta es el control de ESD, es decir, proteger los componentes de las descargas de voltajes altos, usualmente presentes en las manos de las personas. En el circuito, los componentes que deben ser manipulados por el usuario son el zócalo de tarjeta SIM, jack de audio e interruptores de encendido. Los componentes mencionados anteriormente están protegidos mediante diodos antiestáticos o diodos TVS (Transient Voltage Suppression). Dichos diodos, impiden el paso de la corriente hacia partes sensibles del circuito como los módulos GSM/GPRS y GPS.

Debido al alto consumo de potencia del módulo celular, es necesario alimentarlo mediante una fuente de poder externa que entregue hasta 2 amperios de corriente a un voltaje alrededor de 4 voltios. La tarjeta BeagleBone puede alimentar el módulo GPS sólo si ésta se conecta a una fuente de poder mediante el jack de 5 voltios mas no por el puerto micro USB (Debug).

2.3 SOFTWARE

La tarjeta BeagleBone corre la distribución Debian Wheezy de Linux. Mediante dicho sistema operativo es posible controlar las interfaces seriales abstraídas como archivos ubicados en el directorio `/dev/` bajo el nombre de `ttyO2` y `ttyO5`.

La tarjeta BeagleBone controla los módulos mediante programas escritos en lenguaje C. El programa para el módulo GPS detecta la cadena de caracteres "\$GPGGA" que antecede a los datos de latitud y longitud. Dicha cadena es transmitida por el módulo cada segundo, de manera que el programa lee dichos datos cada segundo y actualiza un archivo en donde se guarda la última

posición leída. El programa para el módulo GSM/GPRS lee el archivo escrito cada segundo por el programa del módulo GPS y guarda su contenido en una variable temporal. El programa debe configurar el módulo con comandos AT. Los comandos permiten elegir el APN de la red celular para establecer una conexión a Internet.

Luego de configurar el APN, es posible realizar peticiones HTTP de tipo GET y POST. En este caso, se utilizan peticiones GET para enviar los datos GPS a través de la dirección URL a la que se le hace la petición.

La dirección URL pertenece a un script en PHP que captura las variables pasadas, mediante la petición GET. El script está alojado en un servidor, que a su vez, tiene instalada la aplicación Node.js con la librería Socket.io. Esta aplicación permite establecer Websockets con los clientes que se conectan, y así, enviarles los datos transmitidos por el módulo GPS.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de que se generó el producto final de la solución (Fig. 4), es decir, la tarjeta Tracking Cape para la tarjeta Beagle Bone, se realizó una serie de pruebas sobre cada una de las funcionalidades del circuito tales como, llamadas telefónicas, envío y recepción de mensajes de texto SMS y conectividad con Internet.

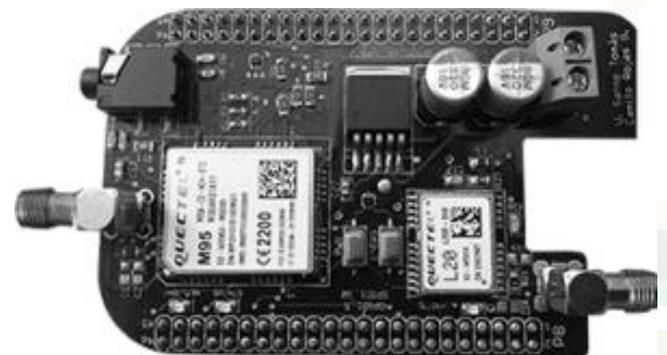


Figura 4. Fotografía de Tracking Cape.

La prueba se realizó en un vehículo para cinco pasajeros. Se conectó el módulo GSM/GPRS a la batería del vehículo que proporciona una diferencia de potencial de

12V. La tarjeta BeagleBone se conectó a un circuito regulador externo que convierte los 12V de la batería del vehículo a 5V. Dicha tarjeta, a su vez, posee reguladores que convierten 5V a 3V, lo que es ideal para alimentar el módulo GPS. Las antenas utilizadas tienen bases magnéticas, por lo que se fijaron al techo del vehículo, para obtener mayor ganancia en las señales. Cuando el circuito comenzó a recibir su posición de los satélites, se puso en marcha el vehículo mientras se dejó conectado un cliente en un lugar fijo frente a una cámara.

Durante la prueba, se recibió la posición exacta en coordenadas de latitud y longitud cada cinco segundos mientras el vehículo estaba en movimiento (Fig. 5).

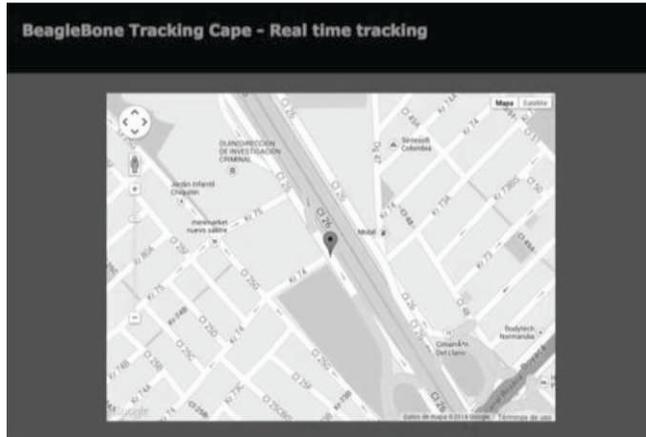


Figura 5. Prueba de tracking en un navegador web con la API de Google Maps.

Tracking Cape ha sido vendida en Estados Unidos, Canadá y España, tanto a empresas como a personas naturales. Debido a que Tracking Cape funciona en las 4 bandas de frecuencia de GSM, puede ser utilizada en cualquier lugar del mundo, sin problemas de compatibilidad en las redes celulares. La compra de Tracking Cape incluye el acceso a programas de ejemplo, manual de usuario y demás recursos [4].

BIBLIOGRAFÍA

[1] BeagleBoard.org Foundation. BeagleBone Black. <http://beagleboard.org/black>

[2] Quectel Wireless Solutions Co. Ltd. GSM/GPRS M95.

<http://www.quectel.com/es/product/prodetail.aspx?id=7>

[3] Quectel Wireless Solutions Co. Ltd. GPS L20.

<http://www.quectel.com/es/product/prodetail.aspx?id=10>

[4] C. R. Rojas (2014, Ago.). Tracking Cape Reference manual.

<http://ciudadoscuro.com/beaglebonecape/downloads/trackingCapeRefManual.pdf>

Ponencia No. 4

MESH NETWORKS AS A FACTOR OF SOCIAL INCLUSIÓN

EDUARDO TRIANA MOYANO,
- **MAGISTER EN COMPUTER SCIENCE**
- **Docente Investigador**
- **Universidad Libre**
- **eduardo.trianam@unilibrebog.edu.co.**

FABIAN BLANCO GARRIDO,
- **MAGISTER EN TELEMÁTICA**
- **Docente Investigador**
- **Universidad Libre**
- **fabian.blancog@unilibrebog.edu.co.**

PEDRO ALONSO FORERO SABOYA,
- **MAGISTER EN INFORMÁTICA EDUCATIVA**
- **Docente Investigador**
- **Universidad Libre**
- **pedroa.foreros@unilibrebog.edu.co**

RESUMEN

Como resultado de la apropiación funcional y operacional del ecosistema digital, la sociedad proyecta su inclusión en el contexto del desarrollo tecnológico, reduciendo el índice de Gini, producto de la apropiación y empoderamiento de los servicios de la sociedad de la información, en donde el conocimiento y la tecnológica, generan soluciones que determinan con objetividad e innovación el mejoramiento del nivel y calidad de vida de los habitantes, definiendo un nuevo modelo de producción, en el cual el ser humano, se constituye como arquitecto de cambio y generador de valor agregado, en Colombia, el advenimiento del plan Vive Digital, ha permitido que la población sin importar su contexto geográfico, ni su estratificación social, se familiarice plenamente con los servicios tele informáticos y descubra la importancia del potencial de la interconexión a nivel universal.

PALABRAS CLAVE: Computación Pervasiva, Curva de Lorenz, Ecosistema digital, Indicador de Gini, redes Mesh.

ABSTRACT

As a result of the functional and operational ownership of the digital ecosystem, the company projects its inclusion in the context of technological development, reducing the Gini index, product ownership and empowerment of the services of the information society, where knowledge and technology, generate solutions and innovation determine objectively improving the standard and quality of life for residents, defining a new production model, in which the human being is categorized as an architect of change and generator agregad value in Colombia, the advent of the Digital Living plan has allowed the population regardless of geographical, or social stratification,, fully familiarize yourself with the line services and discover the importance of potential interconnection universally.

KEYWORDS: Digital ecosystem, Gini Index, Lorentz curve, mesh network, pervasive computing.

1. INTRODUCCIÓN

En abril del año 2009, el CONPES determinó que la ciencia, la tecnología y la innovación eran las fuentes de desarrollo y crecimiento económico que el país requería para cumplir su cita puntual con el progreso, pero que su apropiación demandaba que para el año 2015, Colombia debería contar con un talento humano calificado en el entorno de la electrónica y las tecnologías de la información, como vértices fundamentales para poder disminuir la brecha digital y valorar la importancia de la generación de conocimiento.

El programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Libre, dado su compromiso con la calidad y el mejoramiento continuo, ha definido un conjunto de proyectos orientados a la construcción de soluciones en los escenarios de la multimedia, la realidad virtual, la domótica, las grillas computacionales y las redes MESH, pretendiendo con ellos, aprovechar las políticas gubernamentales que enmarcan la gestión y optimización del espectro, las nuevas tecnologías satelitales, la televisión digital terrestre y los ecosistemas digitales, para asegurar que con estos resultados se disminuya el indicador de Gini, siendo agente generador de inclusión social.

2. MODO DE DESARROLLO Y ECONOMÍA DE LAS TIC

Tiempo atrás, el académico Julio Silva Colmenares definió la sociedad colombiana como una sociedad excluyente, que destruye la naturaleza, carente de democracia y totalmente inequitativa en el disfrute de la riqueza creada, producto de la desvalorización social y la no existencia de programas que ataquen las causas de inequidad [1]; por fortuna, el gobierno actual con el llamado plan VIVE DIGITAL [2], explota la economía de las tecnologías de la información, para favorecer el desarrollo humano integral como condición para el crecimiento económico sostenido que permite satisfacer las necesidades materiales y espirituales de la sociedad colombiana; las TIC son generadoras de productividad, y la productividad es medio y

reflejo de la producción al interior del denominado paradigma de la tercera vía, que promulga el gobierno del presidente Juan Manuel Santos, hecho ratificado por el

crecimiento del producto interno bruto y el ascenso al tercer lugar de las economías de América Latina, superada por Brasil y Chile.

No cabe duda, que en Colombia, el capitalismo salvaje se apropió de la democracia, permitiendo el empobrecimiento de la mayoría y la acumulación de riqueza por la minoría [3], constructo que exige a la ingeniería colombiana, para que sustentada en la triada dinámica: electrónica – telecomunicaciones – información, libere soluciones, que como gradientes

propulsores de desarrollo, superen la concepción de Thomas Piketty, llamado el nuevo Marx, quien afirma que el retorno promedio sobre el capital, supera la tasa de crecimiento de la economía [4].

La mirada objetiva de la curva de Lorenz y el correspondiente análisis del indicador de Gini, que parametriza el cero (0) como referente de igualdad total y el uno (1) como valor calificable de la desigualdad máxima, tal como lo señala la figura 1, cuya interpretación permite validar que para la construcción de una sociedad con crecimiento compartido y competencia regulada [5], se requiere la participación activa de la triada E.T.I, los resultados del saber ingenieril, explican el porqué de las cosas, mediante la interpretación y comprensión de fenómenos y principios, cuyo tratamiento demanda el incorporar la creatividad, la innovación, la recursividad y el potencial del pensamiento lateral [6].

3. COSMOVISION E INTEGRIDAD OPERACIONAL DE LA E.T.I.

La electrónica, las telecomunicaciones y la informática, como expresión del pensamiento consciente, se presentan como la fuerza dialéctica constructora de progreso, cuya esencia, presencia, temporalidad e imagen, se reflejan directamente en el crecimiento del país. De una nación como Colombia que soportada en las TIC proyecta la inclusión social, dada la

presencia de la ingeniería que gracias a la innovación, la efectividad operativa y las ventajas competitivas, categorizan la cadena de

valor como eje sustentador de la inclusión social y reducción del índice de Gini.

La citada trilogía E.T.I ha facilitado a los investigadores del programa de ingeniería de sistemas, abordar proyectos que sustentan su desarrollo en la comunicación por multitransmisión, la administración de clusters, la consistencia y replicación, las arquitecturas basadas en objetos, la seguridad informática y la tolerancia a fallas, amén de poder instrumentalizar el análisis de señales con el uso de las series de Fourier, validar la diferencia entre FM y Pm, al operar matemáticamente la fase instantánea, su frecuencia y desviación; el poder catalogar los sistemas AMPS y TACS, conociendo por ende las estructuras del receptor, procesador de audio, procesador de datos, el microcontrolador y el bus, analizando complementariamente las propiedades ópticas de las ondas de radio, la transmisión BPSK, la transmisión QPSK y la modulación de amplitud en cuadratura (QAM), sin dejar de lado lo pertinente a la modulación de pulsos (PCA), los modelos de enlace de un sistema satelital, y operando los parámetros del sistema: potencia radiada isotrópica efectiva, temperatura de ruido, densidad de ruido e interpretando los correspondientes cálculos de enlace [7].

El engranaje cosmovisivo de la E.T.I. beneficiará a sectores pilotos de localidades como Ciudad Bolívar, Soacha y Usme, con la implementación de redes MESH como entregable formal de un trabajo, que en el momento lideran y realizan los autores de este documento pretendiendo así, contribuir a mejorar la posición del país en el contexto universal de las TIC, que clasifica a Colombia en el lugar 39 a nivel de impacto social y en el puesto 75 en el concurso de impacto económico, y globalmente le otorga una calificación de 4/10, ponderando el puesto 65 que cataloga a Finlandia en el primer lugar, seguido por Singapur y Suecia [8].

4. ESTRUCTURA DE LA SOLUCIÓN

La actual administración del gobierno distrital de la ciudad de Bogotá, liberó recientemente la red inalámbrica Bogotá – MESH, cuya finalidad es la

disminución de la brecha digital, favoreciendo la difusión sin restricciones de todos los proyectos educativos sociales, culturales y personales, siguiendo el derrotero trazado por Bogotá – MESH; el programa desarrolló la solución MESH – UniLibre, con la participación de docentes y estudiantes, que se responsabilizaron de beneficiar a los ciudadanos menos favorecidos que habitan en Ciudad Bolívar y en Usme, utilizando el servicio de banda ancha entre 2.4 GHZ y 5.0 GHZ, gracias a su carácter de uso libre, según resolución 689 del 2004 del MINTIC. Con esta solución, se homologan los logros obtenidos por Colombia – MESH, CaribeMESH, ENREDATE, Fusa Libre, Valledupar MESH, Espinal Libre y Bogotá – MESH; la solución; MESH – UniLibre explota las ventajas de la movilidad, la simplicidad de instalación, flexibilidad, costo de estructuración, escalabilidad y robustez, parametrizando el control de enlaces vía ETT (Expected Transmission Terminal). Espectro que mejora a la tradicional ETX (Expected Transmission Count), y evaluando objetivamente las características ofrecidas por los protocolos AODV, BATMAN, BNX, BATMAN – ADV, PWRP y HSLs y detallando analíticamente los patrones de radiación de antena, y estudiando las ganancias de las mismas; de manera complementaria se ha revisado el marco legal asociado con las redes MESH por acción de la Agencia Nacional del Espectro para el uso libre del espectro electromagnético.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Silva Colmenares Julio. Hacia una sociedad con un nuevo modo de desarrollo. Revista Criterio No. 30. Universidad Autónoma, 2001, pág. 163.
- [2] Plan Vive Digital. Ministerio de la Tecnología de la Información y las Comunicaciones. 2010.
- [3] Martínez Smahan Carlos. Desigualdad y Política. Diario El Nuevo Siglo. Junio 21 de 2014.
- [4] Piketty Thomas. El capital en el siglo XXI. Ed. Fondo de Cultura Económica 2014.
- [5] Constitución Política de Colombia. 1991.
- [6] Brimo L. Joiver. Gerencia de la cuarta generación. Editorial Mc. Graw Hill. México 1996.
- [7] Wayne Tomasi. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Ed. Prentice Hall. 2010.

[8] www.eltiempo.com/tecnosfera/otras/forointernacional-TIC-yderechoshumanos.



Ponencia No. 5

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE ALGORITMOS DE PLANIFICACIÓN EN L.T.E.

Ernesto Cadena Muñoz,

- profesor del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Estudiante de Maestría en ingeniería Telecomunicaciones en el Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, (e-mail: ecadenam@unal.edu.co).

Hermes Javier Eslava Blanco,

- Profesor asociado de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Estudiante del doctorado Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia, (e-mail: hjeslavab@udistrital.edu.co).

Ingrid Patricia Páez Parra

- profesora asociada de maestría en ingeniería Telecomunicaciones en el Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, (e-mail: ippaezp@unal.edu.co).
- 

Abstract

This paper presents the results of scheduling algorithms evaluation in LTE network such as Best CQI (Best Channel Quality Indicator), PF (Proportional Fairness) and RR (Round Robin) in resource allocation. A Matlab-based system level simulator is used to evaluate the performance of this algorithms, according to two parameters: Fairness and Throughput. Finally we present the conclusions of the three algorithms showing the strengths and weaknesses of each one.

Keywords-LTE; scheduling algorithm; fairness; throughput; Resource allocation; wireless communications.

1.INTRODUCCION

LTE (Long Term Evolution) es un estándar desarrollado por el grupo 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Esta tecnología surge para dar soporte a aplicaciones móviles con requerimientos de ancho de banda cada vez más exigentes, logrando velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps, ancho de banda desde 1.4 MHz hasta 20 MHz. LTE está diseñado para soportar tanto TDD (Time Division Duplex) como FDD (Frequency Division Duplex) y diferentes configuraciones de sistema de antenas como SISO o MIMO [1].

LTE es una tecnología que por definición inicial de la UIT fue considerada como 3.9G, ya que no cumplía con los requisitos del IMT-Advanced (International Mobile Telecommunications-Advanced), en términos de velocidades de transmisión que debían ser iguales o superiores a 1 Gbps. Lo mismo ocurría para WiMAX móvil 1.0 (Worldwide Interoperability for Microwave Access - IEEE 802.16e), lo que no permitía a los comercializadores de equipos ofrecer LTE y WiMAX como tecnologías de 4G. En diciembre de 2010, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) reconsideró su definición para sistemas 4G y dio su autorización para describir tecnologías LTE y WiMAX móvil 1.0 como sistemas 4G [2].

Dentro de los sistemas de 4G como LTE, LTE - Advanced y WiMAX la asignación de recursos de

radio es un tema de gran importancia debido a que estos son escasos, costosos y sus condiciones varían en el tiempo, por lo tanto su administración debe hacerse de forma dinámica. El estándar de LTE define los conceptos generales de los denominados RRM (Radio Resource Management), pero no especifica los algoritmos a utilizar, dejando su implementación y diseño a los fabricantes de equipos [3].

El artículo se encuentra organizado en cuatro secciones: La segunda sección del artículo presenta la arquitectura de red LTE y cómo está conformada la capa física. La tercera sección define los algoritmos de planificación de recursos utilizados en las simulaciones. La cuarta sección muestra las simulaciones y los resultados obtenidos.

2. ARQUITECTURA DE RED LTE

Las redes GSM (Global System for Mobile Communications) inicialmente fueron diseñadas para utilizar la telefonía por conmutación de circuitos, junto con la conmutación de paquetes agregada mediante GPRS (General Packet Radio Service). En la arquitectura de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), este concepto de doble dominio se mantuvo en el lado del núcleo de la red. En LTE algunos elementos de la red evolucionaron, pero el concepto se mantiene muy similar al empleado en UMTS.

Cuando se consideró la evolución del sistema de 3G, hacia LTE, la comunidad 3GPP decidió usar IP como protocolo para el transporte de todos los servicios. Por lo tanto, se acordó que el EPC (Evolved Packet Core) no tendría un dominio de conmutación de circuitos. Sin embargo, el EPC debería ser una evolución de la arquitectura de conmutación de paquetes utilizada en GPRS/UMTS. Esta decisión afectó no solo a la propia arquitectura, sino también la forma como se prestan los servicios. El uso tradicional de conmutación de circuitos para transportar voz y mensajes cortos necesitaba ser remplazado por las soluciones basadas en IP.

La arquitectura de la red LTE se ha diseñado con el objetivo de ofrecer tráfico basado en conmutación de paquetes con características de movilidad, ofreciendo QoS y baja latencia. Un enfoque basado en conmutación de paquetes permite ofrecer todos los servicios que incluyen voz a través de conexiones de conmutación de paquetes. El resultado es una arquitectura más plana y simplificada con sólo dos tipos de nodo denominados evolucionados, eNodeB (evolved Node B) y el MME/S-GW (Mobility Management Entity/gateway).

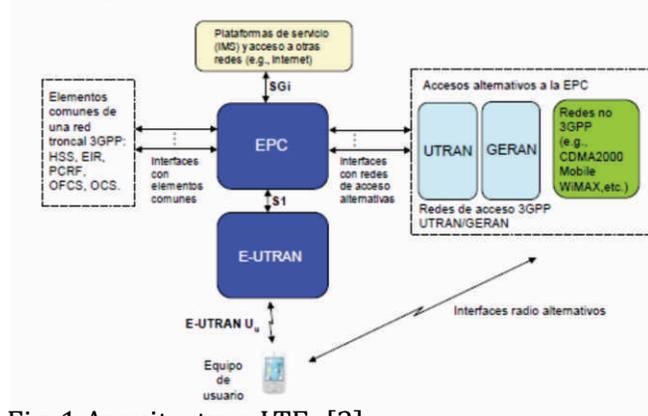


Fig. 1 Arquitectura LTE [3]

Como se observa en la figura 1, la arquitectura LTE soporta el acceso a sus servicios a través de UTRAN y GERAN (GSM EDGE Radio Access Network), así como la utilización de otras redes de acceso que no son 3GPP (CDMA2000, mobile WiMAX, 802.11 entre otras).

A. Capa física LTE

La interfaz radio del Sistema LTE se basa en la utilización de técnicas de modulación multiportadora OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) en el DL (Downlink), desde el eNodeB al UE (User Equipment) y SC-FDMA (Single-carrier FDMA) en el UL (Uplink).

En la Fig. 2 se puede observar un slot, cuya duración es de 0.5 ms y está conformado por 12 subportadoras, con un dominio de f de 15 KHz, ocupando en total 180 KHz. Cada subportadora contiene 7 símbolos OFDM. Un TTI (Transmission Time interval) es la mínima unidad de tiempo en la cual un eNodeB puede asignar recursos para que un usuario pueda transmitir, ya sea en el canal DL o UL. En cada TTI se tienen dos slots o dos PRB (Physical Resource Block), que corresponden a una subtrama LTE [4].

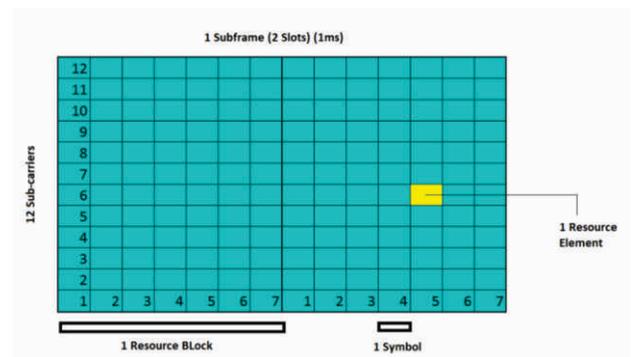


Fig. 2. Bloque de recursos físicos PRB [3]

El número de bloques disponibles depende directamente del ancho de banda; en modo FDD el número de bloques de recursos (NRB) permitidos de acuerdo al ancho de banda se resumen en la Tabla I, [5] [6] [7].

El número de subportadoras y los PRB se encuentran directamente relacionados. El número de subportadoras puede ser calculado mediante la expresión:

$$sub_portadora = PRB(12) \quad (1)$$

En la Tabla I, se puede apreciar el tamaño de la FFT (Fast Fourier Transform) utilizada de acuerdo al ancho de banda disponible, que va desde 128 puntos para un ancho de banda de 1,4 MHz hasta 2048 puntos para un ancho de banda de 20 MHz.

TABLA 1.
NÚMERO DE PRB'S EN FUNCIÓN DEL ANCHO DE BANDA [5]

Ancho de Banda	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
RB	6	15	25	50	75	100
Número de Subportadoras Ocupadas	72	180	300	600	900	1200
Tamaño FFT	128	256	512	1024	1536	2048

Un eNodeB operando en modo FDD, necesita su propia frecuencia tanto para el UL como para el DL, mientras que en el modo TDD, utiliza la misma frecuencia para el enlace UL y DL. En el dominio del tiempo se tienen dos tipos de tramas: Las tramas tipo 1 son utilizadas para el modo FDD, tienen una duración de 10 ms y están conformadas por 20 slots. Las tramas tipo 2 son utilizadas en modo TDD, tienen una duración de 10 ms. Cada trama tipo 2 se subdivide en 10 subtramas de 1 ms de duración, estas subtramas pueden contener información tanto de UL como

de DL o tramas especiales que contienen información de señalización y sincronismo [8]. El modo TDD proporciona 7 diferentes configuraciones para distribuir los recursos de radio entre el UL y el DL y soportar los requerimientos de tráfico asimétricos, dando como resultado una mejor utilización de los recursos disponibles debido a su flexibilidad [2]. En la Tabla II se puede observar la relación de asignación en términos de porcentaje entre el DL y UL.

TABLA 2.
CONFIGURACIONES TDD[3]

Indice	Esquema(UL-DL)	Downlink(%)
0	3;2	40
1	2;3	60
2	1;4*	80
3	3;7	70
4	2;8	80
5	1;9	90
6	3,3;2,2	50

*Valor por defecto

3. PLANIFICACIÓN DE RECURSOS

Dentro de las funciones RRM que tienen gran impacto sobre la eficiencia tenemos los planificadores de recursos encargados de asignar en forma ordenada, los recursos de radio disponibles a los usuarios. Estos algoritmos cobran gran importancia si consideramos que LTE es una tecnología de transmisión de datos que utiliza canales compartidos. Por lo tanto, las estrategias utilizadas para la planificación de paquetes tienen un impacto directo sobre la QoS (Quality of Service) que el sistema está en capacidad de ofrecer al usuario [9] [3].

El proceso de planificación se encarga de asignar los bloques de recursos a los usuarios conectados al sistema en cada periodo TTI. El planificador determina cuál bloque de recursos o subtrama dentro de la matriz de recursos va a ser asignado a cada usuario. Este esquema puede ser visualizado en la figura 3.

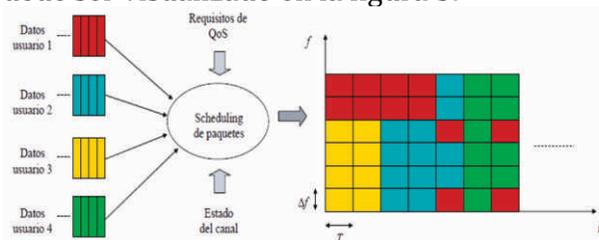


Fig. 3 Planificador de paquetes en OFDMA) [3]

A cada usuario se le asigna una subtrama de la matriz de sub-portadoras de acuerdo con los parámetros definidos de QoS, estado de canal o CQI (Channel Quality Indicator) y el algoritmo de planificación. Se pueden tener asignaciones de recursos donde se da prioridad al usuario con mejor calidad de canal o se asigna proporcionalmente a los usuarios disponibles; esta asignación afecta directamente el rendimiento de la red LTE, pues puede dejar usuarios sin asignación o producir una velocidad muy baja de transmisión.

Para asignar los recursos de transmisión, se emplean diferentes técnicas entre las cuales se tiene [10]:

RR: Este esquema plantea la asignación de los recursos a los usuarios sin tener en cuenta las condiciones del canal. Esta estrategia se centra en el principio de justicia (fairness), ya que a todos los usuarios se les asigna la misma cantidad de recursos. La eficiencia es baja porque al no tener en cuenta las condiciones del canal, disminuye el throughput del sistema.

PF: Este esquema tiene en cuenta las condiciones del canal. Su objetivo es conseguir un equilibrio entre el fairness y optimizar el throughput de cada usuario. El planificador asigna recursos al usuario que obtenga la mayor relación entre el throughput instantáneo y el throughput promedio acumulado [11].

Best CQI: En este esquema el planificador asigna los recursos de radio a los usuarios con las mejores condiciones del canal. Con esto se consigue maximizar la capacidad de la celda, pero el fairness es bajo ya que los recursos solo estarán disponibles para los usuarios con las mejores condiciones del canal y aquellos que se encuentran en los límites de la celda se verán penalizados al punto que no podrán cumplir con los requisitos de QoS [10].

A. Medición de Fairness

Cuando se comparte un canal de comunicaciones y se tienen múltiples flujos de datos se espera que el algoritmo de asignación de recursos no de un trato discriminatorio a los usuarios y todos reciban un trato equitativo y justo, teniendo la misma oportunidad para realizar sus transmisiones. Adicionalmente, las condiciones

del canal varían en el tiempo pues los usuarios inician y terminan conexiones aleatoriamente. Para tener una métrica de lo justo que es el algoritmo de asignación de recursos se encuentran en la literatura varios acercamientos para cuantificar la justicia (fairness). Uno de los más aceptados es el criterio propuesto por Jain [12] [13], conocido como el Jain's Fairness index:

$$J(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (2)$$

Donde

n Número de usuarios

x_i Throughput de las diferentes conexiones

Los valores del Jain's Fairness index se encuentran entre $0 \leq J(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 1$. Cuando se logra una repartición igualitaria del ancho de banda, en el mejor de los casos, se logra un index de 1.

4. SIMULACIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para la simulación se utilizó el software System Level Simulator, desarrollado por el Institute of Communications and Radio - Frequency Engineering de la Universidad de Viena. Se utilizó la versión v1.6r885, que trabaja sobre Matlab versión 2012.

Este simulador mide el funcionamiento de la red de acceso LTE y está enfocado en el análisis de los parámetros relacionados con dicha red, como la distribución de usuarios en la zona de cobertura, utilización de planificadores, propagación radioeléctrica, throughput para cada usuario, promedio para todo el sistema y eficiencia espectral [14].

En la Tabla 3 encontramos los parámetros de configuración empleados en la simulación, en donde se contempla el ancho de banda máximo de 20 MHz con 100 usuarios para un eNodeB. El modelo de tráfico full buffer ha sido ampliamente utilizado para la evaluación del rendimiento de las redes inalámbricas como LTE y WiMAX [15]. El tráfico transmitido o recibido por un usuario se caracteriza por dos aspectos: el número de usuarios de la celda es constante y el buffer de flujo de datos de los usuarios

siempre tiene una cantidad ilimitada a datos a transmitir.

TABLA 3.
PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

Parámetros	Valor
Ancho de Banda	20 MHz
Numero de Antenas	1 transmisor, 1 receptor (1 × 1)
Bloques de Recursos	100
Subportadoras ocupadas	1200
Tiempo de Simulación	100 TTI
Numero de Usuarios	100 por eNodeB
Tráfico	Full-Buffer
Schedulers	Round Robin
	Proportional Fair
	Best CQI

El simulador permite configurar todos los parámetros de LTE, entre los que están: número de eNodeB, modelo de propagación, entorno en el que se desarrolla la simulación, distribución de los UEs, todo esto es controlado desde el archivo LTE_sim_main_launcher_examples.m y LTE_sim_main.m. [10].

En la Fig. 4 se puede apreciar el throughput promedio para 100 usuarios en un eNodeB, distribuidos en forma aleatoria, con un ancho de banda de 20 MHz, empleando 3 diferentes algoritmos de planificación de recursos como

son: RR, PF y Best CQI. En esta figura se observa sobre el eje x la SNR de los usuarios y en el eje y el throughput para cada uno, lo que indica que proporción de throughput se entrega a cada usuario en función de la calidad del enlace.

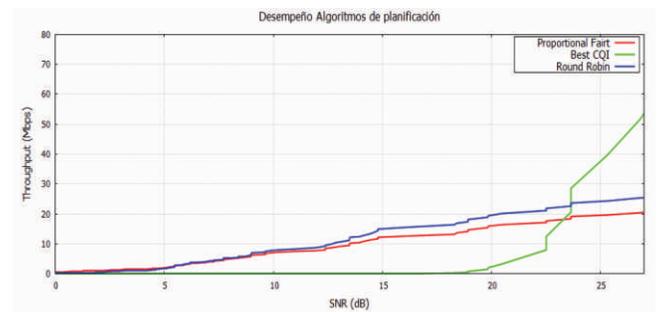


Fig. 4 Desempeño algoritmos de planificación LTE

Podemos observar que el algoritmo Best CQI castiga a los usuarios que tengan una SNR baja, que para este caso es inferior a 15 dB, pero a su vez entrega a los usuarios en promedio un mayor throughput.

Los algoritmos de RR y PF asignan recursos aun cuando la SNR es baja. De esta forma se comprueba que estos algoritmos asignan recursos a pesar de que la calidad del canal sea muy baja, pero sacrificando el promedio de throughput entregado a sus usuarios.

En la Fig. 5 se puede apreciar que el throughput total del sistema más alto se logra con el algoritmo Best CQI, ya que al asignar más recursos a los usuarios con una mejor SNR hace que el throughput alcance valores cercanos a 88Mbps, seguido por el RR con 27 Mbps y PF con 22 Mbps.

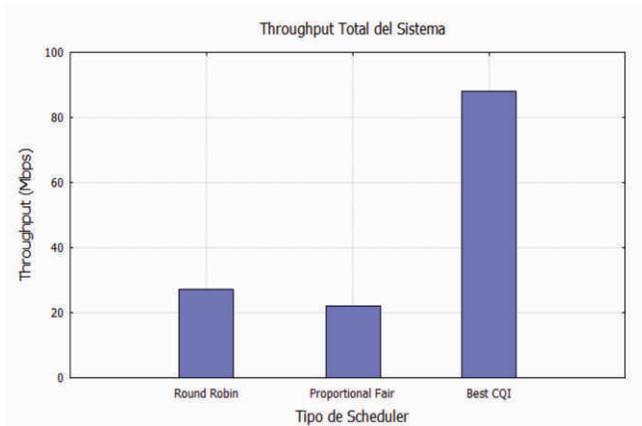


Fig. 5 Throughput por tipo de Planificador

Las simulaciones realizadas nos permiten evaluar otro parámetro importante como es el fairness. En la simulación se utiliza la expresión (2) para el cálculo de fairness, los resultados pueden apreciarse en la figura 6.

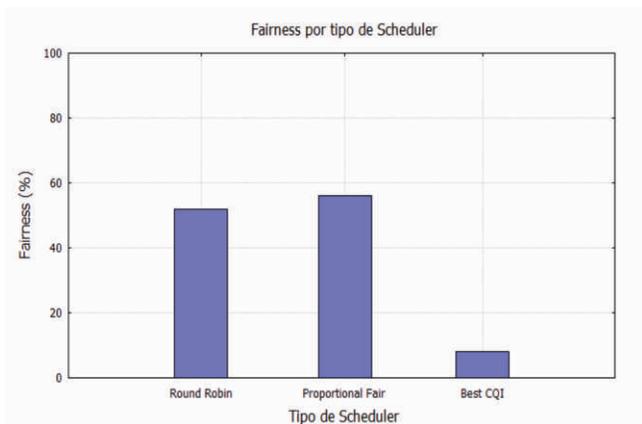


Fig. 6 Fairness por tipo de planificador

Se puede apreciar que el planificador con mayor porcentaje de fairness es el PF, que alcanza un

porcentaje mayor al 57 %, seguido por el RR con un 52% y el Best CQI que llega a valores menores al 9%. Estos resultados nos indican que el algoritmo de Best CQI tiene un fairness bajo ya que a más del 70% de los usuarios no se les asignará recursos, debido a que el indicador de las condiciones del canal radio CQI es bajo.

A pesar de no tener en cuenta las condiciones del canal para la asignación de recursos, el algoritmo RR obtiene un valor de fairness bastante alto para este escenario.

El algoritmo más justo en términos de fairness es el PF ya que tiene en cuenta el valor instantáneo de throughput respecto al promedio acumulado buscando equilibrar fairness y throughput.

5. CONCLUSIONES

Mediante la simulación podemos concluir que los algoritmos que tienen en cuenta el estado del canal como Best CQI permiten lograr picos de throughput más elevados, pero al evaluar el fairness se observa que su nivel es muy bajo. Esto se debe a que el algoritmo asigna una mayor cantidad de recursos a los usuarios que tienen un valor alto de CQI y a los demás los deja sin asignación, esto conlleva a que el algoritmo tenga un mayor rendimiento para los usuarios que se encuentran cerca al eNodeB, pero no se recomienda su uso para usuarios distantes al eNodeB.

Por otra parte, los algoritmos que asignan los recursos de radio de una manera más equitativa como RR y PF tienen índices de fairness bastante altos cercanos al 50%, pero hacen que el throughput para cada usuario sea bajo. Sin embargo, permiten que usuarios que se encuentren dentro de la zona de cobertura del eNodeB tengan recursos asignados.

Utilizando herramientas como el diseño Cross-Layer se espera obtener algoritmos que permitan un mejor balance entre throughput y fairness para todos los usuarios conectados a la red.

Con los resultados que se han obtenido en el simulador a nivel de sistema, se ha podido observar el comportamiento que tiene la red

cuando se asignan recursos de transmisión a usuarios con diferente calidad de canal, medida con la relación señal a ruido. Se ha podido observar el desempeño de la red, mediante el análisis de los parámetros throughput y fairness, cuando se usan diferentes técnicas de planificación en LTE.

REFERENCIAS

- [1] E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Skold, 4G: LTE/LTE-advanced for mobile broadband. Academic Press, 2013.
- [2] C. Cox, An Introduction to LTE: LTE, LTE - Advanced, SAE and 4G Mobile Communications. John Wiley & Sons, 2012.
- [3] R. Agustí Comes and Fundación Vodafone, LTE nuevas tendencias en comunicaciones móviles. [S.l.]: Fundación Vodafone, 2010.
- [4] S. A. AlQahtani and M. Alhassany, "Comparing different LTE scheduling schemes," in Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2013 9th International, Sardinia, 2013, pp. 264–269.
- [5] 3GPP TS 36.101, User Equipment (UE) radio transmission and reception. 2009.
- [6] Motorola, "Long Term Evolution (LTE): Overview of LTE Air-Interface." White Paper.
- [7] Dinesh Mannani, "Modeling and Simulation of Scheduling Algorithms in LTE Networks," Warsaw university of technology, Warszawa, Polonia, 2012.
- [8] 3GPP TS 36.211, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Physical Channels and Modulation. 2009.
- [9] 3GPP, 3rd generation partnership project; Technical specification group radio access network; Physical Channels and Modulation (Release 8). 3GPP TS 36.211, 2008.
- [10] H. García de la Torre and G. Herradón Berzal, "Estudio y desarrollo sobre sistemas de simulación para comunicaciones móviles, LTE," 2013.
- [11] A. S. Sravani and K Jagadeesh Babu, "Implementation of scheduling algorithms for LTE downlink," presented at the International Journal of Advanced Electrical and Electronics Engineering (IJAE), India, 2013.
- [12] R. Jain, D.-M. Chiu, and W. R. Hawe, A quantitative measure of fairness and discrimination for resource allocation in shared computer system. Eastern Research Laboratory, Digital Equipment Corporation, 1984.
- [13] A. Bin Sediq, R. H. Gohary, and H. Yanikomeroglu, "Optimal tradeoff between efficiency and Jain's fairness index in resource allocation," in 2012 IEEE 23rd International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2012, pp. 577–583.
- [14] Jcolom M and taranetz, "Vienna LTE Simulators System Level Simulator Documentation." 2010.
- [15] P. Ameigeiras, Y. Wang, J. Navarro -Ortiz, P. E. Mogensen, and J. M. Lopez -Soler, "Traffic models impact on OFDMA scheduling design," EURASIP J. Wirel. Commun. Netw., vol. 2012, no. 1, pp. 1–13, 2012.



Ponencia No. 6

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DATA LOGGER Y CONTROL DIGITAL PARA EL MUESTREO Y MEDICIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL TÓXICO PARTICULADO AMBIENTAL DE FLUJO CONSTANTE.

Nelson Giovanni Agudelo Cristancho
Post-gradual Ingeniero en telecomunicaciones
Especialista en Teleinformática
Gestor Regional
SENA Tecnoparque
nelsongiovani@misena.edu.co

José Antonio Silva Rojas Post-gradual
Ingeniero en Control Electrónico. Especialista en Teleinformática
Gestor Sénior
SENA Tecnoparque
ja.silvarojas@gmail.com



RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño y fabricación de un dispositivo que permita optimizar el sistema de recolección de datos del equipo denominado PM-10 el cual toma muestras de las emisiones de material tóxico particulado de flujo constante que se genera en el sector industrial. Actualmente se considera que las partículas en suspensión son los problemas de contaminación ambiental más severas. Las partículas de material tóxico respirable están detrás de diferentes enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares y cáncer de pulmón que aquejan a la humanidad. Por esta razón la precisión y la interfaz amigable con el usuario se hacen esenciales.

PALABRAS CLAVE: Arduino, LCD (Liquid Crystal Display), muestras, PM-10 (Material particulado respirable), RTC (Real Time Clock).

ABSTRACT

This project focuses on the design and fabrication of a device that optimizes the data collection system of the machine called PM-10, which takes samples of particulate emissions of toxic material constant flow generated in the industrial sector. At present, is considered that suspended particles cause severe problems of environmental pollution. Toxic respirable material particles are behind various respiratory diseases, cardiovascular problems and lung cancer afflicting humanity. Therefore, the accuracy and friendly user interface become essential.

KEYWORDS: LCD (Liquid Crystal Display), microcontroller, PM-10 (Particulate Matter), RTC (Real Time Clock), sampling.

1. INTRODUCCIÓN

En el actual PM-10, los datos obtenidos en el registro no son del todo confiables, en razón de que en el momento de realizar el muestreo estos datos son almacenados en una carta de registro, la cual utiliza una tinta que en ocasiones se dispersa manchando la carta, deteriorándola, convirtiendo su lectura

en engorrosa o, peor aún, causando la pérdida total de la información. Adicionalmente, no se puede llevar un registro digital de los datos sobre alguna base de datos informática lo que hace difícil un histórico del equipo, además el control del mecanismo se realiza de manera manual. Esto hace que las empresas pierdan tiempo, dinero o se hagan acreedoras a sanciones económicas, incluso incurrir en la suspensión parcial o total de su licencia de funcionamiento por incumplir con los estándares medioambientales.

Cuando el medidor funciona por largos periodos de tiempo, pierde su eficiencia, ya que el control del mismo debe realizarse manualmente por el operario. La lectura y registro de la información suministrada por el aparato no es confiable debido a la forma en que se realiza la misma. Esto lleva a que el usuario cometa errores en la operación del mismo, pues el ajuste de funcionamiento no se puede realizar correctamente. Este proyecto muestra como la apropiación de tecnología permite la elaboración o acondicionamiento de sensores y dispositivos de medición de gases contaminantes en nuestro país pueden ser implementados en diferentes aplicaciones como lo es el análisis de gases en la industria de la salud. Inicialmente definimos el material particulado atmosférico, luego mostramos el actual pm 10, posteriormente se muestra el diagrama de bloques y una breve descripción por módulos, las conclusiones y la bibliografía.

2. CONTENIDO

El material particulado atmosférico se define como un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera, estos han sido uno de los contaminantes de mayor interés. La correlación entre altos niveles de material particulado y el incremento de la morbilidad y mortalidad, específicamente la fracción de partículas PM10 (Partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor de 10 μm) puede ser inhalada dentro de los pulmones,

causando daños en los tejidos alveolares induciendo problemas de salud [1]. El muestreo de las partículas respirables se realiza mediante un equipo denominado Muestreador de Alto Volumen PM10, el cual se basa en el principio de impactación inercial para clasificar las partículas según el tamaño deseado. El equipo consiste en un conjunto de tubos inyectoros circulares que se colocan en un plato de impactación según muestra la figura 1. Las dimensiones del impactador permiten que las partículas de diámetro menor o igual a $10\mu\text{m}$ sigan las líneas de la corriente de aire de flujo dirigiéndose a los tubos inyectoros, mientras que las partículas mayores, con suficiente inercia, se salgan de la línea de corriente y se impacten contra el plato [3]. Las partículas menores son depositadas en un filtro de cuarzo. El prototipo consta básicamente de un compartimiento de impactación, una bomba de succión, un porta filtros, un registrador de flujo y un programador de tiempo de muestreo (Figura 2).

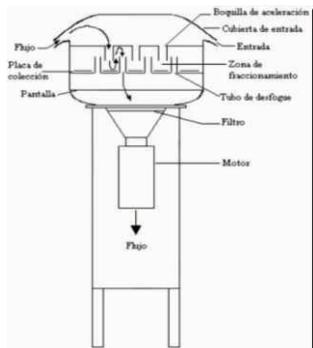


Figura 1. PM_10.

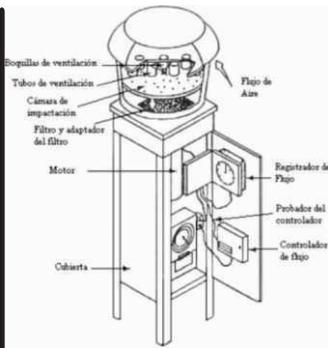


Figura 2. Partes PM-10.

2.1 METODOLOGÍA

2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques o de control utilizado para la implementación del dispositivo es mostrado en la figura 3.

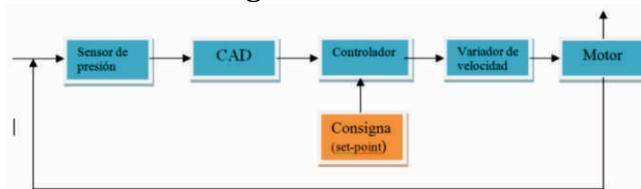


Figura 3. Diagrama de bloques.

2.1.1.1 SENSOR DE PRESIÓN

El sensor de presión que se utiliza, maneja un nivel de tensión de salida que varía de 0,2 a 4,7 VDC y un rango de presión de 2,18 a 101,5 PSI (libras por pulgada cuadrada). El diagrama de conexión y el ambiente creado en visual studio es el mostrado en la figura 4.

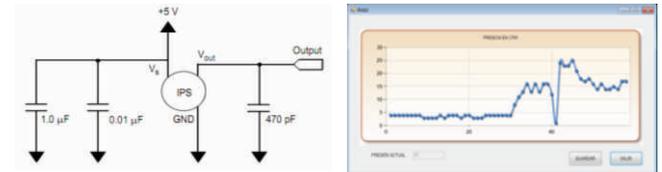


Figura 4. Sensor de presión y Aplicativo en Visual Studio.

2.1.1.2 CONTROLADOR

El diseño del controlador que implementa la solución se presenta en la figura 5 el cual se realizó en Simulink de Matlab. Para la etapa del proyecto que denominamos controlador, se utilizará el microcontrolador Microchip 18F4550, y la plataforma Arduino mega 2560[2]. Con ellos controlamos la RTC DS1307 para el conteo del tiempo, la interfaz LCD para que el usuario ingrese datos (set-point y configuraciones de hora).

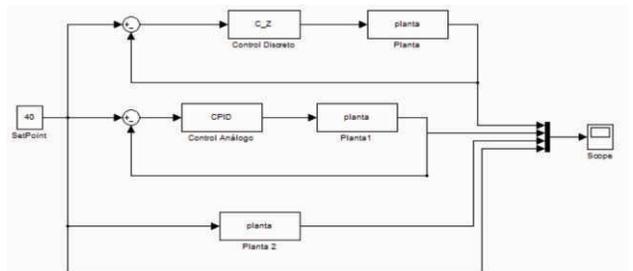


Figura 5. Diseño del controlador en Simulink de Matlab.

Esta etapa también tiene la función de graficar en tiempo real las coordenadas de flujo vs tiempo, conversión AD de los datos del sensor y envío de coordenadas a la memoria SD Card por puerto serial. La simulación realizada en proteus 8.1 y dispositivos mencionados se pueden visualizar en las figuras 6a y 6b.

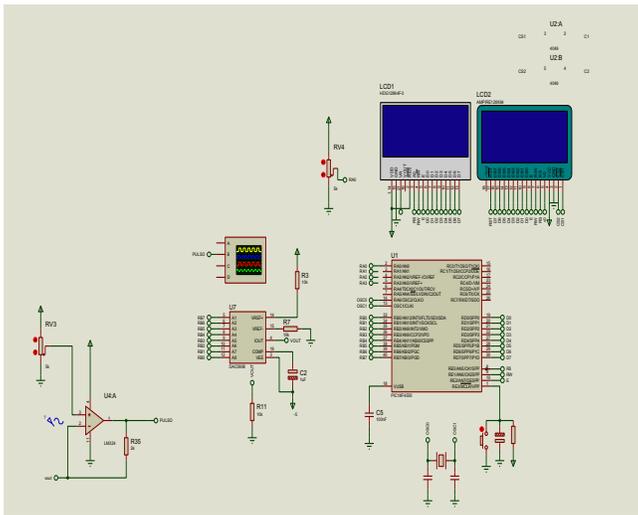


Figura 6a. Simulación



Figura 6b. Dispositivos empleados etapa de control

2.1.1.3 VARIADOR DE VELOCIDAD

El voltaje es modulado, la forma de onda de corriente es cercana a una onda senoidal, mucho mejor que cualquier otro sistema. Las unidades PWM usan transistores de potencia IGBT's.

2.1.1.4 MOTOR

Estos motores no son adecuados para la aspiración de líquidos. Es muy importante evitar la saturación del filtro de aspiración, para facilitar la refrigeración del motor. El aire que refrigera el motor eléctrico por

medio de unas aspas situadas generalmente encima de éste es independiente al de aspiración. El aire de aspiración es evacuado lateralmente, no debe comunicarse con la parte eléctrica. La salida de aspiración debe ser periférica o tangencial.

2.2 GRAFICA DE RESULTADOS

La respuesta de la planta se puede analizar en sus dos estados característicos, sin control y con un control determinado y dentro de este control existen dos opciones control discreto o control continuo. La figura 7 permite visualizar la respuesta de la planta.

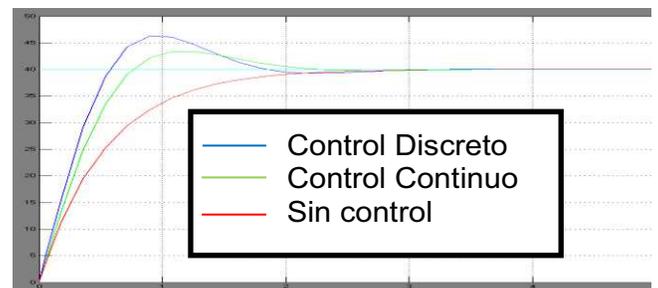


Figura 7. Respuesta de la planta con y sin control.

La función utilizada para etapa de control consiste en la función de transferencia control discreto

$$\frac{1.3691 (z-0.8349) (z-0.4534)}{(z-1) (z-0.8349)}$$

Sampling time: 0.18

Función de transferencia planta

$$G(s) = \frac{K_p}{1+T_p1*s}$$

Con $K_p = 1.0021$, $T_p1 = 0.54123$.

2.2 MONTAJE Y VISUALIZACIÓN

En la figura 8 se muestra la interconexión de los dispositivos que intervienen en el desarrollo del datalogger.

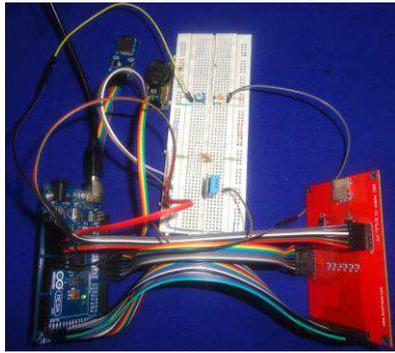


Figura 8. Montaje Data logger.

La interfaz de visualización final al usuario se muestra en la figura 9. En esta se muestra parte de la etapa en la que el dispositivo es capaz de graficar dos variables para mostrar resultados y estado del equipo.

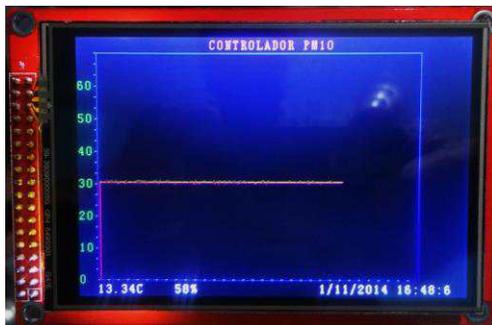


Figura 9 Interfaz de usuario

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo del prototipo se lograron determinar las variables a controlar y su comportamiento.

- * Se logró diseñar e implementar el sistema de control de flujo de aire.
- * Implementar una interfaz gráfica que facilita el buen manejo del equipo por parte del usuario.
- * Implementar un sistema de registro digital para el almacenamiento de datos a intervalos de 24 horas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Adams “Global concentrations of tropospheric sulphate, nitrate and ammonium aerosol simulated in a general circulation model” 2nd ed., vol 4 L L.

Thomas, Ed New York 1999, pp 13791-13823.

- [2] Technical Information Center,(2014) CH3701300 N. Alma School Road. Freescale Semiconductor, CA. [Online].Available:http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/M/P/X/5/MPX5700.shtml
- [3] E. Martinez “Contaminación atmosférica” 2nd ed., Vol 45 de Colección Ciencia y Técnica /Universidad de Castilla-La Mancha, Ed España 2004, pp 77-83.



Ponencia No. 7

COMPARACION DE ALTERNATIVAS PARA LA REDUCCION DE HUNDIMIENTOS DE TENSION (SAGS) EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

Audrey Soley Cruz
Ingeniera Electricista
Instructora
CEET- SENA
ascruz57@misena.edu.co
Bogotá, Colombia

Herbert Enrique Rojas
Ingeniero Electricista, M.Sc., PhD (c)
Profesor Asistente
Universidad Distrital FJC
herojasc@udistrital.edu.co
Bogotá, Colombia

Harvey David Rojas
Licenciado en Electrónica, Esp. M.Sc (c)
Instructor - Investigador
CEET- SENA
davidrc@misena.edu.co
Bogotá, Colombia



RESUMEN

En los sistemas eléctricos, la perturbación más crítica que se presenta es la interrupción del servicio. Sin embargo, el principal problema para muchos clientes comerciales e industriales es la mala operación producida por los hundimientos de tensión (sags). Este artículo presenta un estudio sobre el desempeño de un sistema de distribución en presencia de sags usando una unidad de generación distribuida (DG) y un compensador estático de distribución (D-STATCOM). El análisis es llevado a cabo a partir de un método estocástico de generación de perturbaciones y el uso de la herramienta de simulación ATP/EMTP. Se presentan varios casos de estudio usando el sistema de distribución IEEE-13, teniendo en cuenta diferentes ubicaciones y niveles de penetración para la unidad DG. También se considera la relación entre la potencia reactiva inyectada por el D-STATCOM, el tipo de sag y la ubicación del nodo afectado. Las simulaciones muestran que para el sistema IEEE-13, el D-STATCOM es la mejor alternativa para la mitigación de sags. Sin embargo, la unidad DG puede ser considerada para reducir los efectos de los sags en sistemas de distribución de gran tamaño.

PALABRAS CLAVE: ATP/EMTP, D-STATCOM, generación distribuida, mitigación de sags, hundimientos de tensión

ABSTRACT

In electrical systems the most critical disturbance is the interruption of the power service. However, the main concern for many commercial and industrial users is the mal-operation produced by voltage sags. This paper presents a study about performance of a distribution system in presence of voltage sags using a distribution generation (DG) unit and a distribution static compensator (D-STATCOM). The analysis is performed by using a stochastic generation of disturbances method and ATP/EMTP software tool. Several case studies in the IEEE-13 bus test feeder taking to account different DG locations and penetration levels for DG unit are presented. Also, the relation between the injected D-STATCOM reactive power,

the type of sag and the location of affected nodes is considered. Simulations show that for IEEE-13 system the D-STATCOM is the best alternative for sags mitigation. However, the DG unit is an alternative that can be considered in larger distribution systems to reduce the effects of voltage sags.

KEYWORDS: ATP/EMTP, D-STATCOM, distributed generation, sags mitigation, voltage sags.

1. INTRODUCCIÓN

Un sag es definido como una reducción súbita del valor eficaz (RMS) de la tensión por debajo del 90% y por encima del 10% de la tensión declarada (nominal), en un tiempo que varía desde los 8.33 ms (medio ciclo a 60 Hz) hasta 1 minuto. Generalmente, se caracterizan por la tensión residual (profundidad), su duración y el aumento de fase [1 y 2]. Generalmente, esta perturbación es caracterizada por la magnitud de la caída de tensión, su duración y su salto de fase. Las características más relevantes del sag se muestran en la figura 1.

Los sags pueden ser ocasionados por fallas o cortocircuitos en el sistema eléctrico, el impacto de rayos sobre la red, la conexión u operación de cargas que exigen una elevada demanda de potencia, y el arranque de motores, entre otros. Estas perturbaciones pueden causar problemas en el funcionamiento de equipos sensibles, la mala operación de dispositivos de protección, la inestabilidad del sistema y la interrupción de procesos productivos.

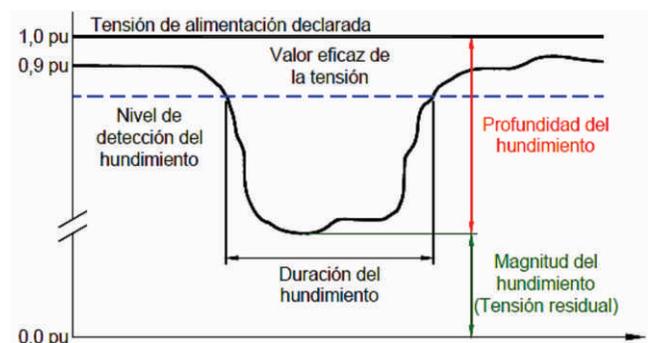


Figura 1. Descripción del hundimiento de tensión (sag) [1]

El estudio de los sags en las últimas décadas ha generado un interés especial por los métodos de mitigación para prevenir o reducir sus efectos. Habitualmente, la generación distribuida (DG) es una alternativa que ayuda a mitigar el efecto de los hundimientos de tensión, ya que la inclusión de unidades adicionales de generación en diferentes puntos del sistema y el ajuste de los niveles de penetración favorece el mejoramiento y la estabilidad de los perfiles de tensión de los nodos afectados

[1], [3]. Por otra parte, el compensador estático de distribución (D-STATCOM) es un dispositivo usado para mitigar hundimientos de tensión y otras perturbaciones que afectan la calidad de potencia al inyectar potencia reactiva al sistema [1].

Este artículo presenta una comparación entre la respuesta de una unidad DG y un compensador D-STATCOM de 12 pulsos, para mitigar los hundimientos de tensión sobre el sistema de distribución de prueba IEEE-13. Adicionalmente, se considera la relación entre diferentes niveles de penetración de la unidad DG, la potencia reactiva inyectada al sistema por el D-STATCOM, el tipo de sag y la ubicación de los nodos afectados. Para comprender la operación de la unidad de DG, el funcionamiento y configuración del D-STATCOM y la respuesta del sistema, las simulaciones se realizan usando el software ATP/EMTP.

2. DESCRIPCIÓN Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE PRUEBA IEEE13

En la figura 2 se muestra el esquema general del sistema IEEE-13 usado en este trabajo. Este sistema presenta algunas características interesantes, pues a pesar de ser alimentado por una fuente de 4.16 kV y ser un sistema de pocos nodos, tiene cargas relativamente grandes. El sistema de prueba está conformado por una subestación, un regulador de tensión, líneas aéreas y subterráneas (monofásicas, bifásicas y

trifásicas), dos bancos de condensadores en paralelo, un transformador Y-Y de 4.16/0.480 kV y cargas concentradas y distribuidas [4].

Aunque se han usado diferentes herramientas de simulación para modelar los hundimientos de tensión, este trabajo se basa en el desarrollo de modelos en ATP/EMTP. La capacidad de esta herramienta de simulación para el análisis de sags se muestra en [3], [5].

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS NODOS CRÍTICOS DEL SISTEMA IEEE13

Para analizar en qué medida se ve afectado el sistema IEEE-13 por la ocurrencia de una falla en cualquiera de sus nodos, se usa la siguiente función local:

$$L_{Fb} = \sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^3 (V_{Ref-ij} - V_{Fault-ij})^2 \quad (1)$$

donde F es el tipo de falla (monofásica, bifásica, bifásica-tierra y trifásica a tierra), b es el nodo donde se generó la falla, i es cada nodo del sistema, j es la fase, V_{Ref-ij} es la tensión pre-falla en p.u. y $V_{Falla-ij}$ es la tensión en condición de falla en p.u.

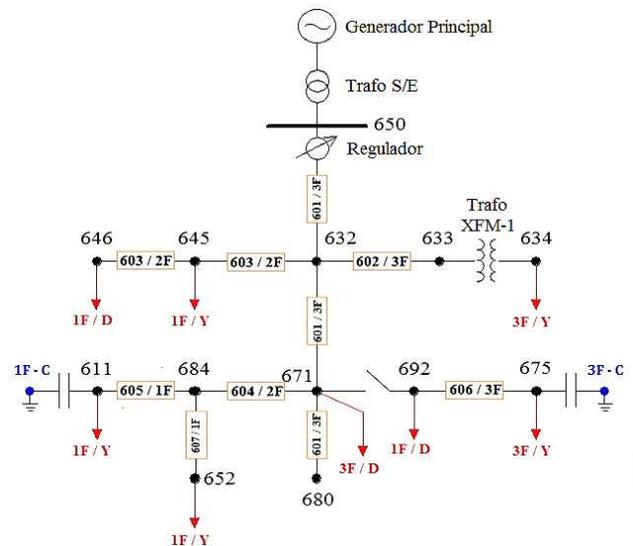


Figura 2. Esquema del sistema de prueba IEEE-13

Adicionalmente, para evaluar el efecto ponderado que tiene cada nodo (por separado) sobre los demás en el sistema, se

ha propuesto una función global (O_b). La ecuación de esta función está dada por:

$$O_b = \sum_{F=1}^{11} L_{Fb} \quad (2)$$

donde L_{Fb} es la función local para cada condición de falla. Dado que la función global es un parámetro que totaliza el efecto de las funciones locales por tipo de falla para un nodo de interés, un nodo crítico en el sistema puede ser considerado aquel con la mayor función global. La Tabla 1 presenta las funciones globales del sistema IEEE-13 organizadas en orden descendente.

Nodo afectado	Función Global
650	187.13
632	165.59
633	133.19
671-692	127.58
675	113.69
680	101.02
634	49.61
645	33.94
684	32.07
646	28.70
652	6.66
611	5.61

Tabla 1. Función local para cada nodo del sistema IEEE-13

Para analizar la respuesta del sistema de prueba en presencia de hundimientos de tensión usando DG y el D-STATCOM, fueron seleccionados los cinco nodos con la mayor función global. Estos fueron los nodos críticos 632, 633, 671, 675 y 680.

Es importante aclarar que el nodo 650 no fue tenido en cuenta como un punto crítico del sistema debido a su relevancia y proximidad con el generador principal. Esta decisión fue tomada ya que cualquier falla en este nodo producirá un colapso inmediato en los perfiles de tensión de todo el sistema. Sin embargo, dependiendo del número de nodos que posea el sistema bajo estudio la

selección de los nodos críticos, se puede utilizar un criterio de selección diferente

4. CASOS DE ESTUDIO

Para predecir las características de los sags en los nodos bajo estudio, se aplica un método estocástico para la generación de perturbaciones basado en el modelo del sistema de distribución e información estadística de fallas [2]. La aplicación de este método requiere la generación de números aleatorios que son usados para obtener la ubicación de la perturbación, el tipo de falla y la resistencia de falla.

El sistema de prueba ha sido simulado en 200 escenarios diferentes de hundimientos de tensión. Las características de las fallas han sido generadas aleatoriamente en una rutina de Matlab®. Los parámetros usados en la simulación son los siguientes:

- Ubicación de la falla: el defecto puede ocurrir en cualquier nodo crítico seleccionado (632, 633, 671, 675 y 680) o en cualquier línea que conecta los nodos críticos. Para este artículo, se asume que la posición de la falla en una línea puede ocurrir en tres lugares (25%, 50% y 75%). La función de probabilidad de ocurrencia de una falla es 65% en los nodos y 35% en las líneas
- Probabilidad de ocurrencia de las fallas: línea-tierra (LG), 75%; línea-línea (LL), 15%; doble línea a tierra (2LG), 6%; tres líneas (3L) y tres líneas a tierra (3LG), 4%.
- Resistencia de falla: se establecieron ocho valores entre 0.19Ω y 0.85Ω . La resistencia de falla es seleccionada según una distribución uniforme de probabilidad.

En cada simulación, los resultados obtenidos se utilizan para estimar la función local, usando la primera fórmula (1) descrita en el apartado 3 de este artículo, y para comparar los perfiles de tensión antes y después de la condición del sag. La Tabla 2 presenta dos de los peores casos que ocurren en el sistema: el primero, cuando se genera un sag trifásico,

y el segundo, con sag monofásico. Estos serán los casos de estudio seleccionados donde se evaluará el impacto de la unidad DG y del D-STATCOM.

Caso	Posición de la falla	Tipo de falla	Resistencia de falla [Ω]	Función local
1	N675	3L - 10	0.38	10.067
2	N671	LG - 1	0.19	9.396

Tabla 2. Casos de estudio seleccionados

5. MODELO EN ATP/EMTP DE LA UNIDAD DE GENERACION DISTRIBUIDA

En este artículo, solo una fuente de generación distribuida es instalada. Esta unidad DG es un generador sincrónico de mediana potencia, cuyos parámetros eléctricos son mostrados en la Tabla 3.

Parámetro eléctrico	Valor
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión nominal	4.16 kV
Número de polos	2
Resistencia de la armadura: R_a	0.0038 p.u.
Reactancia de fuga de la armadura: X_l	0.1300 p.u.
Reactancia de secuencia cero: X_0	0.1000 p.u.
Reactancia sincrónica eje directo: X_d	1.1000 p.u.
Reactancia transitoria eje directo: X_d'	0.2300 p.u.
Reactancia subtransitoria eje directo: X_d''	0.1270 p.u.
Reactancia sincrónica eje cuadratura: X_q	1.0800 p.u.
Reactancia transitoria eje cuadratura: X_q'	0.2310 p.u.

Reactancia subtransitoria eje cuadratura: X_q'	0.1520 p.u.
Constante de tiempo transitoria eje-d: T_{do}'	5.600 s
Constante de tiempo transitoria eje-d: T_{do}''	0.063 s
Constante de tiempo transitoria eje-q: T_{qo}'	2.580 s
Constante de tiempo subtransitoria eje-q: T_{qo}''	0.053 s

Tabla 3. Parámetros eléctricos del generador sincrónico

Puesto que no se presenta información acerca del comportamiento mecánico del generador; para este trabajo se usa una representación simple en ATP/EMTP del generador. Sin embargo, para seleccionar el mejor modelo del generador se realizaron simulaciones en estado transitorio y estado estable.

6. MODELO EN ATP/EMTP DEL D-STATCOM

El D-STATCOM es un dispositivo basado en electrónica de potencia trifásico conectado en paralelo. Este está compuesto por la fuente o un condensador DC, el módulo de inversión trifásico (basado en IGBT, tiristores), la etapa de control, el filtro AC y un transformador de acoplamiento [6].

La figura 3 muestra el arreglo en ATP/EMTP de un inversor de 12 pulsos conformado por dos inversores de 6 pulsos (bloque básico) conectados en paralelo y que comparten la misma fuente DC. El circuito también utiliza dos transformadores, uno en conexión Y-Y y el otro en conexión Δ -Y, cuyos primarios se conectan en serie [6]. Es importante enfatizar que el modelo de D-STATCOM presentado usa interruptores ideales controlados por TACS como válvulas y cada una de estas incluye un circuito snubber usado para reducir los dv/dt y los di/dt que se pueden generar debido al cierre y apertura de la válvula.

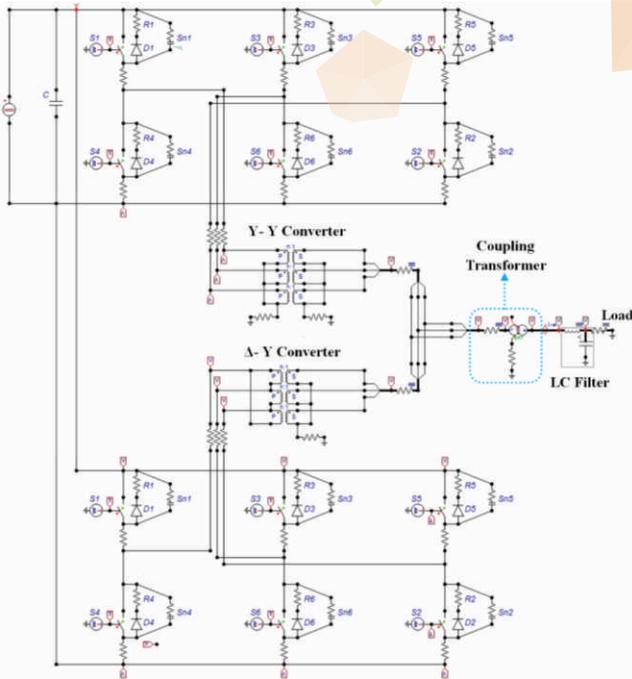


Figura 3. Modelo del D-STATCOM de 12 pulsos en ATPdraw

7. RESULTADOS DE SIMULACION

Para analizar el impacto de la unidad DG y del D-STATCOM sobre los hundimientos de tensión en el sistema IEEE-13, se aplicó el siguiente procedimiento:

- Paso 1: Analizar el sistema de prueba bajo condiciones de sag antes de usar las alternativas de mitigación (DG y D-STATCOM).
- Paso 2: Definir los niveles de penetración para la unidad DG. Para este artículo, se seleccionaron tres niveles con respecto a la potencia total del sistema de prueba (bajo 20%, medio 50% y alto 100%).
- Paso 3: Conectar el generador sincrónico en cada nodo trifásico del sistema IEEE-13 (nivel de dispersión) y cambiar el nivel de penetración con el propósito de encontrar una solución en la cual la función local sea la más baja posible.
- Paso 4: Conectar el D-STATCOM en el nodo afectado por el hundimiento de tensión.

- Paso 5: Ajustar los ángulos de las tensiones de salida del D-STATCOM con los del sistema de distribución para reducir el intercambio de potencia activa.
- Paso 6: Variar la fuente DC del compensador y encontrar una solución en la cual la función local sea la más baja posible.
- Paso 7: Calcular la potencia reactiva inyectada por el D-STATCOM para la solución encontrada.
- Paso 8: Analizar por separado el impacto de la conexión de la unidad DG y el D-STATCOM sobre las características del hundimiento de tensión.
- Comparar los perfiles de tensión del sistema IEEE-13 antes y después de conectar cada dispositivo de mitigación.

7.1 Caso 1: hundimiento detensión trifásico en el nodo 675

En el primer caso de estudio se genera una falla trifásica en el nodo 675, provocando un sag promedio (en las tres fases) de 0.378 p.u. En este caso, la mejor solución usando DG es conectar el generador en el nodo 680 con un nivel de penetración (PL) de 100%. La figura 4 muestra la influencia de la ubicación y el nivel de penetración de la unidad DG.

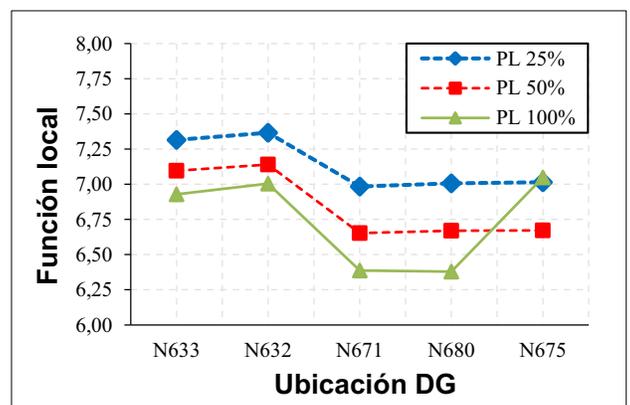


Figura 4. Función local vs. ubicación de la unidad DG y el nivel de dispersión para el

caso 1

En esta condición, la tensión del nodo afectado alcanza un valor promedio de 0.601 p.u. Nótese que la profundidad del hundimiento de tensión disminuyó un 23%

con respecto al valor de referencia (condición pre-falla) al conectar la unidad DG. Con esta configuración, la función local se redujo de 10.067 a 6.379.

Analizando la presencia del D-STATCOM para la misma condición de sag, este dispositivo mejora la tensión del nodo bajo estudio inyectando una potencia reactiva de 765 kVAR. En este caso, la tensión del nodo 675 alcanza un valor promedio de 0.993 p.u. Con esta mejora en la tensión del nodo, afectado todas las tensiones del sistema IEEE-13, también mejoran. Este cambio en los perfiles de tensión del sistema permite alcanzar un valor mínimo de 0.918 p.u. en la fase C del nodo 650 y un valor máximo de 1.012 p.u. en la fase B del nodo 680. Adicionalmente, al aplicar una tensión DC de 7 kV, la función local se redujo de 10.067 a 0.028.

7.2 Caso 2: hundimiento de tensión monofásico en el nodo 671

Para este caso, se produce una falla monofásica a tierra en el nodo 671. Esta condición tiene una función local de 9.396 y produce un sag de 0.163 p.u en la fase A. Las tensiones de los nodos B y C son 1.258 y 1.139 p.u., respectivamente. La figura 5 ilustra el impacto de la ubicación y el nivel de penetración de la unidad DG sobre la función local usando simulaciones en ATP/EMTP.

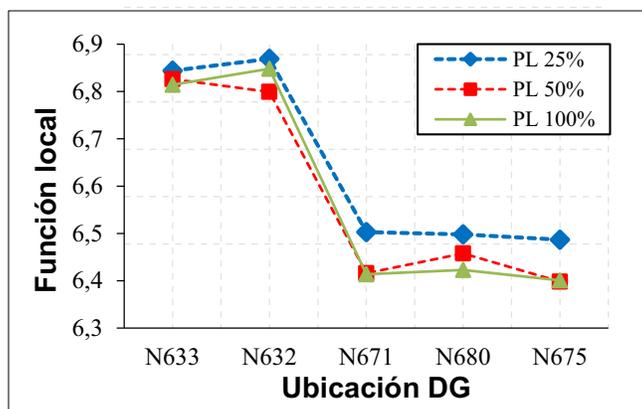


Figura 5. Función local vs. ubicación de la unidad DG y el nivel de dispersión para el

caso 1

Para esta condición, el tamaño de la unidad DG tiene poca influencia en la severidad del hundimiento de tensión. A partir de las simulaciones, la función local más baja que se pudo obtener fue 6.398, conectando la unidad DG en el nodo 675 con un nivel de penetración media (50% de la potencia activa total del sistema). En esta condición, el generador sincrónico adicional mejora la tensión de la fase A del nodo 671 al alcanzar un valor de 0.547 p.u.

Conectando el D-STATCOM bajo la misma condición de sag, se observa que al ser un hundimiento de tensión monofásico se requiere menos potencia reactiva para mejorar los perfiles de tensión del sistema que la usada en el caso 1. Este dispositivo mejora la tensión del nodo bajo estudio inyectando 118 kVAR. Adicionalmente, la tensión de la fase A del nodo 671 alcanza un valor de 1.007 p.u. y la función local disminuye de 9.396 a 0.017 aplicando una tensión DC de 4.2 kV. Con este ajuste, todas las tensiones del sistema IEEE-13 también mejoran alcanzando un valor mínimo de 0.923 p.u. en la fase B del nodo 632 y un valor máximo de 1.10 p.u. en la fase C del nodo 680.

8. CONCLUSIONES

En este artículo se analizó la influencia de una unidad de generación distribuida y un compensador D-STATCOM de 12 pulsos sobre las características de los hundimientos de tensión (sags) generados por fallas en el sistema de prueba IEEE-13. Además, se aplicó un método para identificar los nodos críticos basado en la generación aleatoria de perturbaciones, el modelo del sistema y los datos estadísticos de las fallas.

Por otra parte, para evaluar el impacto de la instalación de la unidad DG, se han tenido en cuenta su ubicación y tamaño. Para los casos de estudio, se observó que la presencia de la unidad DG tiene un efecto positivo sobre el sistema, contribuye a reducir el impacto de

los hundimientos de tensión y mejora los perfiles de tensión en todo el sistema. Sin embargo, para las condiciones de sag analizadas (casos de estudio), la unidad de DG no es capaz de mitigar el sag completamente. De esta forma, para las condiciones de sags analizadas no fue posible retornar los perfiles de tensión del sistema de distribución IEEE-13 a su condición pre-falla.

Se observó que la instalación del D-STATCOM mejora los perfiles de tensión, no solo en el nodo afectado, sino también en todas las tensiones del sistema IEEE-13. De hecho, con este dispositivo las tensiones en los nodos afectados por el hundimiento de tensión están cerca del valor de referencia (condición pre-falla) y para cada caso el sag fue mitigado completamente.

Finalmente, se presentaron y aplicaron los modelos en ATP/EMTP de un generador síncrono y un compensador D-STATCOM de 12 pulsos, los cuales fueron usados en un estudio de calidad de potencia. Se utilizaron las características y ventajas de las que dispone la herramienta de simulación ATP/EMTP para desarrollar todas las tareas

relacionadas con la implementación del D-STATCOM, el modelamiento del sistema IEEE-13 y obtener una gran cantidad de resultados de simulación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC, NTC 5001: Calidad de la Potencia Eléctrica. Límites y metodología de Evaluación en Punto de Conexión Común. Colombia, 2008, p. 60.
- [2] M. Bollen, Understanding power quality problems. Voltage sags and interruptions, Second Ed. New York: Wiley-IEEE Press, 1999, pp. 1-672.
- [3] J. Milanovic, H. Ali, and M. Aung, "Influence of distributed wind generation and load composition on

voltage sags," in International Conference on Power Systems Transients, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 13-22.

- [4] IEEE Power Engineering Society, Distribution System Subcommittee, "IEEE 13 Node Test Feeder Report," 2001.
- [5] J. Martinez-Velasco and J. Martin-Arnedo, "EMTP model for analysis of distributed generation impact on voltage sags," IET Generation, Transmission & Distribution, vol. 1, no. 1, pp. 112-119, 2007.
- [6] I. Scholar and E. Engineering, "Modeling and simulation of a distribution STATCOM (D-STATCOM) for power quality problems-voltage sag and swell based on Sinusoidal Pulse Width Modulation," in 2012 International Conference on Advances in Engineering, Science and Management (ICAESM), 2012, pp. 436-441.
- [7] H. Masdi and N. Mariun, "Construction of a Prototype D-Statcom for Voltage Sag Mitigation," European Journal of Scientific Research, vol. 30, no. 1, pp. 112-127, 2009.



Ponencia No. 8

CONTROL POR RECHAZO ACTIVO DE PERTURBACIONES: UNA ALTERNATIVA REAL PARA APLICACIONES DE ALTO DESEMPEÑO

Harvey David Rojas
Licenciado en Electrónica, Esp., MSc(c)
Instructor - Investigador
CEET- SENA
davidrc@misena.edu.co

Herbert Enrique Rojas
Ingeniero Electricista, MSc, Ph.D(c).
Profesor Asistente
Universidad Distrital FJC
herojasc@udistrital.edu.co

Audrey Soley Cruz
Ingeniera Electricista
Instructora
CEET- SENA
ascruz57@misena.edu.co

RESUMEN

En este trabajo se propone una estrategia de control por rechazo activo de perturbaciones para aplicaciones de alto desempeño. El núcleo del esquema propuesto es el uso de observadores de tipo Proporcional Integral Generalizado (GPI), encargados de estimar las perturbaciones causadas por no linealidades, elementos no modelados, incertidumbre en los parámetros y perturbaciones externas. Posteriormente, se propone una cancelación en línea de las perturbaciones usando leyes de control realimentado. Los casos de estudio consideran el control de máquinas eléctricas y el control en planta de procesos, afectados por perturbaciones externas desconocidas. Finalmente, se presentan resultados experimentales que validan la estrategia de control propuesta.

PALABRAS CLAVE: Control multivariable, Observador GPI, Control por rechazo activo de perturbaciones, Aplicaciones de alto desempeño

ABSTRACT

This work proposes an active disturbance rejection control strategy for high performance applications. The core of the proposed scheme is the use of Generalized Proportional Integral (GPI) observers which are in charge to estimate the disturbances caused by nonlinearities, unmodeled elements, parameter uncertainties and external disturbances. Subsequently we propose an active on-line disturbances cancellation, using feedback control laws. The case studies consider the control of electrical machines and control in process plant which are affected by unknown external disturbances. Finally, experimental results which validate the proposed strategy are provided.

KEYWORDS: Active Disturbance Rejection Control, GPI observer, High performance applications, Multivariable Control.

1. INTRODUCCIÓN

El reto de mejorar la confiabilidad de los sistemas de control en aspectos como la

robustez al efecto de incertidumbres, el rechazo de perturbaciones y la tolerancia a fallas, ha motivado el desarrollo de estrategias de control especializadas en cada uno de estos problemas [1, 2]. No obstante, son pocos los enfoques que tratan de forma unificada todos estos efectos, a fin de simplificar el análisis, el diseño y la implementación de los controladores.

Durante los últimos años, han cobrado fuerza en el ámbito del control las estrategias basadas en el Rechazo Activo de Perturbaciones (ADR) con amplias contribuciones en los ámbitos académico e industrial [3]. El concepto general del control por rechazo activo de perturbaciones (ADRC) considera los efectos producidos por no linealidades, perturbaciones exógenas e incertidumbres en los parámetros dentro de una única función de perturbación generalizada. El objetivo es lograr una estimación en línea de la señal de perturbación generalizada y cancelar su efecto usando leyes de control realimentado.

El ADRC ha sido validado en diferentes campos, especialmente en el contexto de aplicaciones de una entrada y una salida (SISO) [4]. Sin embargo, en la actualidad son cada vez más las aplicaciones de múltiples entradas y salidas (MIMO) que demandan la integración de estrategias de control que permitan mantener el desempeño, aun en presencia de efectos indeseables como perturbaciones o fallas [5]. Bajo esta perspectiva, en este artículo se presenta una estrategia de control basada en observadores de tipo Proporcional integral Generalizado (GPI) en el marco del ADRC, aplicable de forma general a sistemas SISO y a sistemas multivariable cuadrados.

Con el propósito de validar la estrategia de control propuesta, se presentan resultados experimentales de dos casos de estudio que incluyen el control de máquinas eléctricas y el control en planta de procesos, donde se busca minimizar los requerimientos del modelado y lograr alto desempeño aun en presencia de perturbaciones endógenas y

exógenas, e incluso, algunos tipos de fallas.

2. CONTROL POR RECHAZO ACTIVO DE PERTURBACIONES BASADO EN OBSERVADORES GPI

Las técnicas de control GPI han sido utilizadas en numerosas aplicaciones como control de sistemas electrónicos de potencia [6], sistemas mecánicos [7], eficiencia energética [4] y aplicaciones de control en modo deslizante [8]. En general, estas técnicas son aptas para trabajar con sistemas lineales y no lineales en donde se dispone de poca información del modelo del sistema (tal como el orden y la constante que acompaña al control), aspectos que las hacen muy atractivas a la hora de abordar procesos complejos, con altas incertidumbres, fuertemente perturbados e, incluso, afectados por fallas.

Los resultados reportados en la literatura están casi en su totalidad orientados a resolver problemas de una entrada y una salida (SISO), no obstante, es posible establecer su extensión al contexto del control de sistemas multivariables cuadrados [9]. A continuación, se formula el procedimiento de diseño general para la estrategia de control propuesta.

Paso 1: Lograr una representación simplificada y desacoplada de la dinámica del sistema en el contexto del rechazo activo de perturbaciones. Para ello, es indispensable establecer las parejas de entrada-salida de cada lazo $y(t), u(t)$, el orden n de cada lazo y la función que acompañan al

El reto de mejorar la confiabilidad de los sistemas de control en aspectos como la robustez al efecto de incertidumbres, el rechazo de perturbaciones y la tolerancia a fallas, ha motivado el desarrollo de estrategias de control especializadas en cada uno de estos problemas [1, 2]. No obstante, son pocos los enfoques que tratan de forma unificada todos estos efectos, a fin de

simplificar el análisis, el diseño y la implementación de los controladores.

Durante los últimos años, han cobrado fuerza en el ámbito del control las estrategias basadas en el Rechazo Activo de Perturbaciones (ADR) con amplias contribuciones en los ámbitos académico e industrial [3]. El concepto general del control por rechazo activo de perturbaciones (ADRC) considera los efectos producidos por no linealidades, perturbaciones exógenas e incertidumbres en los parámetros dentro de una única función de perturbación generalizada. El objetivo es lograr una estimación en línea de la señal de perturbación generalizada y cancelar su efecto usando leyes de control realimentado.

El ADRC ha sido validado en diferentes campos, especialmente en el contexto de aplicaciones de una entrada y una salida (SISO) [4]. Sin embargo, en la actualidad son cada vez más las aplicaciones de múltiples entradas y salidas (MIMO) que demandan la integración de estrategias de control que permitan mantener el desempeño, aun en presencia de efectos indeseables como perturbaciones o fallas [5]. Bajo esta perspectiva, en este artículo se presenta una estrategia de control basada en observadores de tipo Proporcional integral Generalizado (GPI) en el marco del ADRC, aplicable de forma general a sistemas SISO y a sistemas multivariable cuadrados.

Con el propósito de validar la estrategia de control propuesta, se presentan resultados experimentales de dos casos de estudio que incluyen el control de máquinas eléctricas y el control en planta de procesos, donde se busca minimizar los requerimientos del modelado y lograr alto desempeño aun en presencia de perturbaciones endógenas y exógenas, e incluso, algunos tipos de fallas.

2. CONTROL POR RECHAZO ACTIVO DE PERTURBACIONES BASADO EN OBSERVADORES GPI

Las técnicas de control GPI han sido utilizadas en numerosas aplicaciones como control de sistemas electrónicos de potencia [6], sistemas mecánicos [7], eficiencia energética [4] y aplicaciones de control en modo deslizante [8]. En general, estas técnicas son aptas para trabajar con sistemas lineales y no lineales donde se dispone de poca información del modelo del sistema (tal como el orden y la constante que acompaña al control), aspectos que las hacen muy atractivas al hora de abordar procesos complejos, con altas incertidumbres, fuertemente perturbados e, incluso, afectados por fallas.

Los resultados reportados en la literatura están casi en su totalidad orientados a resolver problemas de una entrada y una salida (SISO), no obstante, es posible establecer su extensión al contexto del control de sistemas multivariables cuadrados [9]. A continuación, se formula el procedimiento de diseño general para la estrategia de control propuesta.

Paso 1: Lograr una representación simplificada y desacoplada de la dinámica del sistema en el contexto del rechazo activo de perturbaciones. Para ello, es indispensable establecer las parejas de entrada-salida de cada lazo $y(t), u(t)$, el orden n de cada lazo y la función que acompaña al control en cada lazo $\kappa(t, y)$. Una representación general simplificada y desacoplada para sistemas multivariable es de la forma :

$$y_i^{(n_i)}(t) = \kappa_i(t, y)u_i(t) + \xi_i(t)$$

Donde $i = 1 \dots z$ siendo z el número de subsistemas resultado del desacople que pueden ser modelados con una representación entrada-salida [10]. De esta forma, los posibles acoplamientos entre los diferentes subsistemas (lazos) SISO son tratados como perturbaciones generalizadas aditivas $\xi(t)$ que incluyen todos los factores endógenos y exógenos mencionados e, incluso, la presencia de fallas .

Paso 2: Establecer un modelo interno de orden m para cada función de perturbación generalizada $\xi(t)$

Paso 3: Diseñar un número z de observadores GPI para estimar el vector de estados extendidos asociado a cada lazo SISO [8]. La estructura general de los observadores es la siguiente :

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}}_i &= A_i \hat{x}_i + B_i \kappa_i(t, y) u_i + L_i (y_i - \hat{y}_i) \\ \hat{y}_i &= C_i \hat{x}_i \end{aligned}$$

Donde \hat{x} es la estimación del vector de estados extendidos definido como:

$$x = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_{n+m}]^T$$

$$x_1 = y, \quad x_2 = \dot{y}, \quad \dots, \quad x_n = y^{(n-1)}, \quad x_{n+1} = \xi$$

Paso 4: Definir el vector L de ganancias de cada observador GPI ubicando $n+m$ polos para satisfacer las especificaciones deseadas.

Paso 5 : Plantear un número z de leyes de control basada en observador GPI que permita la cancelación en línea de la perturbación generalizada. Estas leyes de control pueden ser del tipo continuo o discontinuo [11].

Paso 6 : Definir los coeficientes (ganancias) de cada controlador para satisfacer las especificaciones deseadas.

Paso 7: Validar el diseño en simulación .

Paso 8: Implementar la estrategia de control .

3. CASOS DE ESTUDIO Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para validar la estrategia propuesta, se presentan a continuación dos casos de estudio que incluyen resultados experimentales.

3.1. Control de máquinas eléctricas

Como primer caso, se considera un sistema mecatrónico compuesto por dos motores de corriente continua acoplados directamente como se muestra en la figura 1. El objetivo es controlar la velocidad angular ω del motor principal, de tal manera que rastree las velocidades de referencia deseadas ω^* , mientras que el motor de carga genera perturbaciones desconocidas y variantes en el tiempo mediante un lazo de corriente (I) controlado.

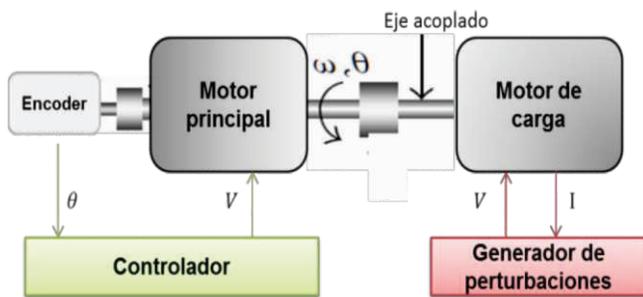


Figura 1: Esquema general del sistema mecatrónico empleado

La figura 2-a muestra los resultados experimentales del sistema controlado en presencia de perturbaciones en el par de carga con un perfil presentado en la figura 2-c, incluyendo una comparación con una estrategia clásica de control en modo deslizante.

Los resultados experimentales muestran que el control clásico, en color verde, es altamente afectado por las perturbaciones degradando el desempeño en el seguimiento de la velocidad de referencia (en rojo). Por otra parte, el controlador propuesto, en color azul, compuesto por un controlador discontinuo asistido por un observador GPI enmarcado ADRC, escapa de rechazar las perturbaciones en el torque de carga manteniendo un buen desempeño en la tarea de seguimiento de la referencia. Adicionalmente, se observa una notable suavidad de la señal de control reduciendo al máximo oscilaciones (o castaño) en la variable controlada:

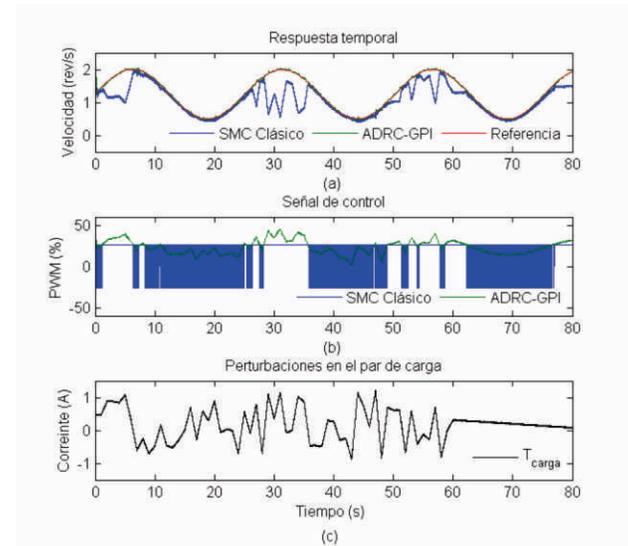


Figura 2: Respuesta del sistema SISO en presencia de perturbaciones

3.2. Control en planta de procesos

Como segundo caso de estudio, se considera un prototipo de planta de producción a escala que se basa en una estación de agitación del líquido para embotellado. La planta está compuesta por varias secciones como se presenta en el diagrama de bloques de la figura 3.

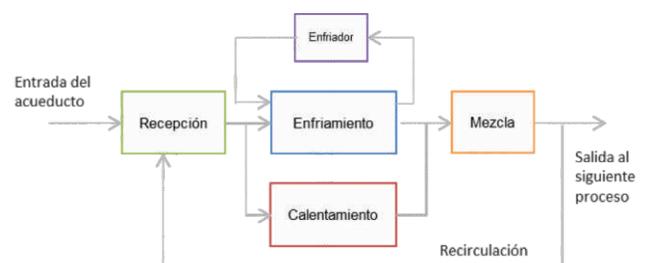


Figura 3: Diagrama de bloques de la planta de proceso

El proceso como tal cuenta con un tanque de recepción de 200 litros al que llega la materia prima, es decir, agua limpia proveniente del acueducto y de un caudal de recirculación. Se cuenta con una sección de calentamiento formada por un tanque de 100 litros con agitación, que utiliza resistencias eléctricas para aumentar la temperatura del líquido contenido. Por otra parte, en la sección de enfriamiento se

dispone de un tanque de 100 litros, que usa un enfriador independiente para reducir la temperatura del agua en su interior. Finalmente, un tanque de 200 litros con agitación (mezclador) permite obtener el producto final para su posterior embotellamiento o recirculación hacia la etapa de recepción

El problema de control considerado se centra en la sección final, es decir, en el tanque de mezcla donde se pretende obtener como producto final cierta cantidad de líquido (N) a una temperatura (T) definida por el usuario, usando como variables manipulables los caudales de agua fría y caliente.

El sistema descrito es multivariable cuadrado (igual número de entradas y de salidas.) y puede atacarse usando la metodología descrita en la sección 2. Para ello, se considera un modelo dinámico simplificado y desacoplado compuesto por dos lazos, uno para el control del nivel y otro para la temperatura. Finalmente, se formularon dos leyes de control lineal asistida por observador GPI para cada uno de los lazos desacoplados.

La figura 4 muestra los resultados experimentales del sistema controlado para valores de nivel (volumen) y temperatura deseada. Para incluir el efecto de perturbaciones externas desconocidas, se ingresó agua al contenedor desde una fuente externa y a una temperatura de 25°C, es decir, inferior a la temperatura del líquido en el tanque (30°), todo ello en un tiempo de 200 segundos:

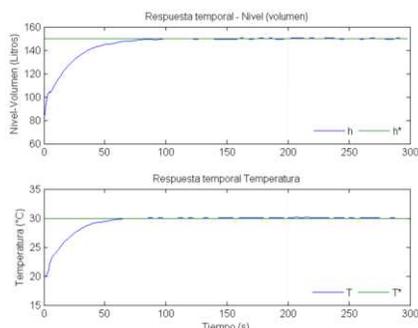


Figura 4: Respuesta temporal del proceso en presencia de perturbaciones externas

Los resultados experimentales muestran que es posible realizar el control multivariable desacoplado del proceso aun en presencia de perturbaciones externas y no linealidades, manteniendo el desempeño en la tarea de seguimiento de las referencias en las dos variables consideradas.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se propuso una estrategia de control para sistemas no lineales bajo el enfoque de rechazo activo de perturbaciones (ADRC). La estrategia considera el uso de observadores de tipo Proporcional Integral Generalizado (GPI) para obtener estimaciones de los estados del sistema y de las funciones de perturbación que integran efectos intrínsecos y extrínsecos asociadas a cada lazo de control. Finalmente, la estimación y cancelación en línea de las perturbaciones generalizadas, permite garantizar el desempeño del sistema en tareas de seguimiento de referencias.

Se demostró, mediante estudios de casos reales como el control de máquinas eléctricas y el control en plantas de procesos, que el esquema propuesto es aplicable de forma general al control de sistemas de una entrada y una salida (SISO) y puede ser extendido al contexto de sistemas multivariable (MIMO) cuadrados como una estrategia de control desacoplado.

Los resultados experimentales presentados revelan que el uso de controladores basados en observadores GPI bajo el enfoque ADRC, permite mantener el desempeño del sistema controlado aun en presencia de condiciones adversas de operación, tales como efectos no lineales, errores de modelado, incertidumbres en los parámetros y perturbaciones externas desconocidas, aspectos que son comunes en aplicaciones reales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Isermann, Fault-diagnosis applications, Springer Berlin

- Heidelberg, 2011.
- [2] H. Takatsu and T. Itoh, "Future needs for control theory in industry-report of the control technology survey in Japanese industry," *Control Systems Technology, IEEE Transactions on*, vol. 7, no. 3, pp. 298-305, May 1999.
- [3] Z. Gao, "Active disturbance rejection control: a paradigm shift in feedback control system design," in *American Control Conference*, 2006.
- [4] H. Coral-Enriquez, J. Cortés-Romero and G. Ramos, "Robust Active Disturbance Rejection Control Approach to Maximize Energy Capture in Variable-Speed Wind Turbines," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2013, 2013.
- [5] Q. Zheng, Z. Chen and Z. Gao, "A Dynamic Decoupling Control Approach and Its Applications to Chemical Processes," in *Proceedings of the 2007 American Control Conference*, New York City, USA, 2007.
- [6] H. Sira-Ramírez, J. Cortés-Romero and A. Luviano-Juárez, "A GPI sliding mode control approach for linear controllable switched systems," in *11th International Workshop on Variable Structure Systems (VSS)*, Mexico City, 2010.
- [7] A. Luviano and J. Cortés, "Robust Discrete Generalized Proportional Integral Control: Application in Mechanical Systems," in *European Control Conference*, Budapest-Hungary, 2009.
- [8] J. Cortés-Romero, H. Rojas-Cubides, H. Coral-Enriquez, H. Sira-Ramírez and A. Luviano-Juárez, "Active Disturbance Rejection Approach for Robust Fault-Tolerant Control via Observer Assisted Sliding Mode Control," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2013, pp. 1-12, 2013.
- [9] H. D. Rojas, J. Cortés Romero and H. E. Rojas, "Control basado en observadores GPI de un helicóptero 2-dof: Enfoque de rechazo activo de perturbaciones," in *Memorias Segundo Congreso Internacional sobre Tecnologías Avanzadas de Mecatrónica, Diseño y Manufactura - AMDM 2014*, Bogotá-Colombia, 2014.
- [10] Q. Wang, *Decoupling control*, Springer, 2003.
- [11] J. Cortés, *Métodos de Identificación y Estimación Algebraicos en el Control de Motores de Inducción*. Tesis Doctoral, Mexico D.F: CINVESTAV, 2011.



Ponencia No. 9

REGENERACIÓN DE REFRIGERANTES: UNA PROPUESTA MEDIOAMBIENTAL

VÍCTOR MANUEL CARRILLO ÁLVAREZ.
Ing. Mecánico MSc Didáctica de las Ciencias
Instructor
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA- CEET
vmcarrillo@misena.edu.co vcarrillo@sena.edu.co

RESUMEN

Las sustancias refrigerantes están catalogadas como agotadoras de la capa de ozono y, por otro lado, productoras de calentamiento global. Es por esto que dentro de las políticas de implementación del Protocolo de Montreal se han creado estrategias para que Colombia sea protagonista dentro de los países mencionados en el artículo 5 del protocolo. La Unidad Técnica Ozono-UTO, junto con el SENA, ha creado una alianza para mitigar los efectos ambientales derivados del uso de los refrigerantes sintéticos. En este sentido, se han implementado programas de certificación de técnicos, entrega de equipos para buenas prácticas y, además, la puesta en marcha de centros de regeneración a nivel Nacional. El SENA y específicamente el CEET de la Regional Distrito Capital, dando respuesta a las necesidades que en este campo se requieren, ha implementado un centro de regeneración de refrigerantes como aporte a las buenas prácticas ambientales desde el área de la Refrigeración. En este artículo se presentan los aspectos tanto técnicos como los resultados esperados después del montaje de esta planta de regeneración.

PALABRAS CLAVE: Capa de Ozono, SAO, Reciclaje, Recuperación, Regeneración.

ABSTRACT

The refrigerants are classified as depleting the ozone layer and on the other side of global warming producing; This is why within the policy implementation of the Montreal Protocol have created strategies that Colombia is the protagonist in Article 5 of the Protocol countries. The UTO Ozone Technical Unit, along with SENA have created an alliance to mitigate the environmental effects arising from the use of synthetic refrigerants. In this sense we have implemented technical certification programs, equipment delivery and also good practice for the implementation of reclamation centers Nationwide. SENA CEET and specifically the Regional Distrito Capital, responding to the needs that are required in this field, has implemented a refrigerant reclamation center as a contribution to good environmental practices from the field of refrigeration; in this

article both the technical aspects and results expected after installation of this reclamation center are presented.

KEYWORDS: SDO, Ozone layer, Recycle, Recover, Reclaim

1. INTRODUCCIÓN

- Descripción del problema.
Desde la creación de los refrigerantes sintéticos en la década de 1930, se intensificó el uso de estas sustancias en aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado. Debido a sus características de trabajo desde la seguridad y el comportamiento termodinámico, tuvieron muy buena acogida dentro de las empresas productoras de equipos y de los responsables del mantenimiento de este tipo de maquinaria, desconociendo el daño ambiental que se estaba generando; estas sustancias denominadas CFC, siglas de sus componentes principales, a saber: carbono, cloro y flúor, se extendieron de tal manera que su emanación al medio ambiente en la década de los 70 alcanzaba el millón de toneladas por año. En el año 1987 se descubrió el agujero de la capa de ozono y su deterioro fue adjudicado a la emanación de los CFCs; para mitigar este daño ambiental, se adoptó el Protocolo de Montreal en el año 1987, que entró en vigor en enero de 1989. Colombia adoptó el protocolo por medio de la ley 29 de 1992, como respuesta a la necesidad de mitigar las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO). Posteriormente, se creó la Unidad Técnica de Ozono (UTO), encargada de promover e implementar el Protocolo de Montreal en Colombia. El uso de refrigerantes CFC en el país se terminó en el año 2010, de acuerdo a las disposiciones del Protocolo de Montreal [1] y en estos momentos, se consumen refrigerantes HCFC y HFC. El problema

consiste en que para las labores de mantenimiento y reparación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, estas sustancias eran enviadas a la atmósfera indiscriminadamente, siendo que las primeras son sustancias agotadoras de la capa de ozono y producen calentamiento global, mientras que las segundas sólo producen calentamiento global.

Hipótesis.

Con la implementación de las estrategias diseñadas por la UTO, Colombia dará respuesta a la urgencia de mitigar la emanación de SAO a la atmósfera. Dentro de los planes que tiene la UTO en este sentido, están la reconversión industrial, la certificación de técnicos en norma ambiental, la entrega de equipos para buenas prácticas y, por último, la creación de centros de regeneración de refrigerantes [2].

- El método utilizado para afrontar la contaminación ambiental que hacen las SAO está determinado básicamente por tres frentes de desarrollo: el primero, la certificación de técnicos; el segundo, la entrega de equipos de recuperación y reciclaje; y el tercero, la implementación de centros de regeneración de refrigerantes, que es el punto central de este artículo.

2. CONTENIDO

Para describir el alcance del presente artículo se tendrán en cuenta los aspectos de desarrollo para poder llegar a la implementación del centro de regeneración.

2.1 Recuperación y Reciclaje

Este proceso lo realizan los técnicos y empresas encargadas del mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado. La recuperación consiste en retirar el refrigerante de los equipos y almacenarlo en contenedores diseñados para

este fin. En este proceso, el refrigerante no tiene ninguna transformación: en el reciclaje se retiran impurezas como lubricantes, humedad y algunas partículas sólidas por medio de filtros deshidratadores que tienen la posibilidad también de retirar la acidez. Este refrigerante puede ser reutilizado si cumple con las especificaciones de buena calidad [3].

2.2 Regeneración

El refrigerante recuperado, con impurezas que no pueden ser extraídas por el proceso de reciclaje, es llevado a los centros de acopio, donde se identifica y determina si es apto para regenerar; una vez se define su viabilidad, es llevado al centro de regeneración para llevar a cabo este proceso.

2.2.1 Procedimiento de Regeneración

En este apartado se determinará el proceso en el centro de regeneración.

Identificación:



Figura 1. Identificación.

Rotulado:



Figura 2. Rotulado.

Pesaje:



Figura 3. Pesaje. Proceso de Regeneración



Figura 4. Proceso de Regeneración.

Cromatografía



Figura 5. Cromatografía.

Cromatogramas

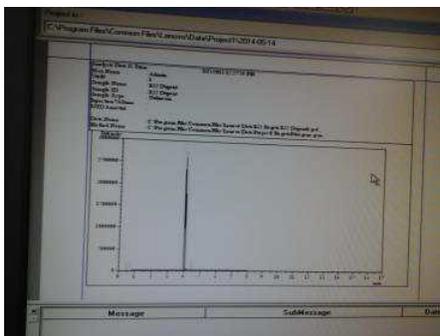


Figura 6. Cromatogramas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La regeneración de refrigerantes es la mejor opción para que se mitiguen los efectos que sobre la capa de ozono y el calentamiento global tienen las malas prácticas en refrigeración.

Es necesario implementar plantas de regeneración para que la labor del mantenimiento de los sistemas de refrigeración sea amigable con el medio ambiente [4].

Se recomienda que los gases regenerados sean comercializados con precios competitivos y, de esta manera, sean atractivos para que los técnicos y empresas de mantenimiento los utilicen. La calidad no es un problema, porque el proceso de regeneración garantiza que estos productos son excelentes.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias de publicaciones periódicas:

[1] X. Stavro. (2007, Enero -Julio.). Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Producción + Limpia 2(1), pp. 91-105.

Referencias de libros:

[2] J. González, "Estudio de impacto Ambiental Para el Centro de Regeneración de Refrigerantes de la Universidad Pontificia Bolivariana," Tesis de Grado, 2012, pp. 42-50.

Reportes Técnicos:

[3] Editorial. (2014, Oct.). Recuperación, Reciclaje y Regeneración de gas Refrigerante. Mundo HVACR., [Online]. Available: <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/07/>

Documentos presentados en conferencias (no publicadas aún):

[4] E. Dicson, " 10.2-La-experiencia-de-Colombia-en-la-conservación-recolección-y-regeneración-de-refrigerantes," Presentado en Reunión anual de Redes de Acción por el Ozono, 2014.

Ponencia No. 10

DISEÑO DE UN MÓDULO CAN PARA EL VEHÍCULO ELÉCTRICO DE LA ESCUADERÍA DCM FORMULA SENA ECO

ANDERSON FRANCOIS ARDILA ORDOÑEZ
Ingeniero Electrónico U.N.
Instructor e investigador GICS
SENA Centro de Electricidad, Electrónica
y Telecomunicaciones
afardilao@misena.edu.co

MIGUEL ANGEL CAMELO ESPINOSA
Aprendiz MELI
SENA Centro de Electricidad, Electrónica
y Telecomunicaciones
macamelo43@misena.edu.co

FEIDER ARTURO NIETO SANCHEZ
Aprendiz EI
SENA Centro de Electricidad, Electrónica
y Telecomunicaciones
fanieto3@misena.edu.co

LUISA FERNANDA RAMIREZ BUITRAGO
Aprendiz MELI
SENA Centro de Electricidad, Electrónica
y Telecomunicaciones
ramirezbluisa@misena.edu.co

OSCAR ISIDRO SUAREZ FERNANDEZ
Aprendiz MELI
SENA Centro de Electricidad, Electrónica
y Telecomunicaciones
oscarsuarez5022@misena.edu.co

RESUMEN

De acuerdo a la estructura de comunicación de cada bus CAN (Controller Area Network) del vehículo eléctrico de la Escudería DCM Formula SENA ECO, este documento presenta un diseño de un módulo electrónico, denominado nodo CAN, para adquirir permanentemente los datos de un bus CAN, interpretarlos y transmitirlos a los módulos de telemetría y volante del vehículo, y de este modo, optimizar el procedimiento de puesta a punto de su sistema motriz. Primero, como parte del diseño de hardware una tarjeta con el microcontrolador Freescale MC9S12D32C FUE para aprovechar sus periféricos CAN y SCI, y algunos puertos para ingresar y visualizar datos. Segundo, la fabricación de la tarjeta y el montaje de los componentes eléctricos y electrónicos respectivos. Posteriormente, como la capa de aplicación del protocolo consiste en el estándar SAE J1939, el diseño de software del módulo incluye una unidad de inicialización CAN, una unidad de recepción de mensajes aplicando interrupciones, una unidad de interpretación y administración de datos y una unidad de transmisión de datos serial. Finalmente, este desarrollo realizado con aprendices del semillero de investigación del CEET fortalece sus habilidades adquiridas en los programas de formación tecnológica que cursan y contribuye a la iniciativa del SENA de generar un nuevo programa de formación en vehículos eléctricos.

PALABRAS CLAVE: bus CAN, Formula SENA ECO, planta motriz, SAE J1939, vehículo eléctrico.

ABSTRACT

According to the communication structure of each CAN (Controller Area Network) bus on the electric vehicle of the DCM team Formula SENA ECO, this paper provides a design of an electronic module, called CAN node, in order to acquire the data in one CAN bus permanently, interpret and transmit them to the telemetry and handwheel modules of EV and as such, optimize the procedure of the setup of the power plant. First, as part of the hardware design, there is a board with the microcontroller Freescale MC9S12D32C FUE to take advantage of its peripherals CAN and SCI, and some ports for data entry and display.

Secondly, board manufacturing and mounting of respective electric and electronic components. Afterwards, as the application layer of the CAN bus consists of the standard SAE J1939, the module's software design includes a CAN initialization unit, a message receiving with interrupts unit, a data interpreting and management unit and a message sending unit. Finally, this development was done with students CEET's seedbed, so it strengthens their acquired skills in the technical training programs and aids SENA's initiative to create a new training program in electric vehicles

KEYWORDS: CAN bus, electric vehicle, Formula SENA ECO, power plant, SAE J1939.

1. INTRODUCCIÓN

El vehículo eléctrico de la Escudería DCM Formula SENA ECO cuenta con una planta motriz construida a partir de 2 motos eléctricas marca Vectrix. El sistema motriz de cada moto está compuesto por un ICM, un motor eléctrico trifásico de flujo axial de 28HP, un controlador del motor, un set de 2 baterías de FeLiPO_4 de 130VDC en total, un cargador, un bus CAN, un tablero, dos manillares y dos frenos. De este modo, la planta motriz del vehículo eléctrico se basa en dos sistemas motrices ensamblados individualmente en cada lado del vehículo, a excepción de los manillares, que están acoplados para conformar solamente un acelerador.

La comunicación CAN se origina desde los módulos electrónicos: ICM, controlador del motor, tablero, cargador y BMS (Battery Management System). Dicha información puede ser monitoreada en un PC con el software de diagnóstico propio del fabricante, a través de un adaptador CAN-USB. No obstante, el acceso a los datos de algunos módulos está limitado por la conexión del cargador. Por otro lado, si el vehículo eléctrico está en movimiento, sería necesario dos PC y dos adaptadores y, el único supervisor sería el piloto. Este escenario afecta la puesta a punto del

sistema motriz del vehículo, ya que los ingenieros ubicados en pits no pueden determinar el comportamiento del vehículo cuando está en movimiento en prácticas o competencias.

La adquisición de datos permanente de cada bus CAN es fundamental para realizar este diagnóstico, tomando como referencia el estándar SAE J1939 para su interpretación. Asimismo, este diseño pretende transmitir esta información a otros módulos electrónicos en desarrollo en la escudería como telemetría y volante, a través de comunicación serial. El módulo CAN es creado a partir de un diseño de hardware y software, evidenciado desde la creación de la tarjeta de desarrollo hasta su montaje y funcionamiento en el vehículo eléctrico.

2. CONTENIDO

El punto de partida para diseñar el módulo CAN se fundamentó principalmente en la definición de CAN conforme al modelo OSI. De acuerdo a [1] y [2], CAN está definido en términos de las capas: física, enlace de datos y de aplicación.

2.1 Diseño de la tarjeta de desarrollo nodo CAN

El diseño de hardware del sistema embebido del módulo CAN tiene como principal aplicación su funcionamiento en el vehículo eléctrico, sin embargo, su otra finalidad es proporcionar una herramienta alternativa para la formación de competencias académicas involucradas en su desarrollo. Inicialmente se definió un diagrama funcional, ver figura 1, que cumpla con las características definidas en la capa física.

LEDs x 8	SUPPLY		SERIAL
			CAN TRANSCIEIVER
DIP SWITCH 8 bits	MCU		LCD 2 x 16

Figura 1. Diagrama funcional módulo CAN.

Posteriormente, con el software de diseño de circuitos impresos WinQcad, se diseñó la tarjeta de desarrollo nodo CAN. Cabe destacar que se intentó realizar el diseño en el software OrCAD, pero no fue posible contar con la versión profesional, ya que con la versión lite no era suficiente por la cantidad de nodos y dispositivos.

2.2 Fabricación y montaje de la tarjeta de desarrollo nodo CAN

Como el vehículo eléctrico tiene 2 buses CAN, se fabricaron 2 tarjetas de desarrollo nodo CAN. Para ello, se utilizó la máquina de prototipado LPSK S103. Por otro lado, en el montaje de los componentes eléctricos y electrónicos se empleó la estación de soldadura PACE MBT 350. Ver figura 2.

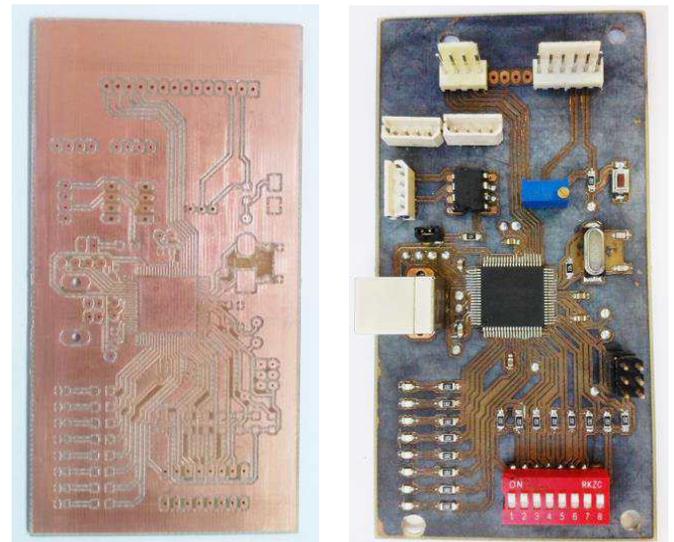


Figura 2. Imágenes del PCB fabricado y su posterior montaje

2.3 Medición de parámetros de las señales CAN del vehículo eléctrico.

Teniendo en cuenta la información suministrada por los representantes del soporte técnico de Vectrix, la información transferida en el bus CAN del sistema motriz se basa en el estándar SAE J1929. De acuerdo a [3] la tasa de transferencia de datos que adopta este estándar corresponde a 250kbps, lo cual notamos a través de una muestra tomada en el bus CAN con el osciloscopio digital Rigol DS1102E, ver figura 3.

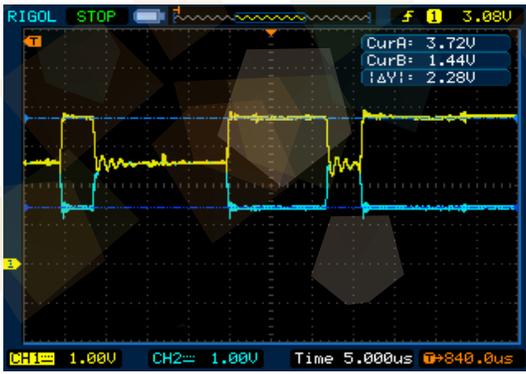


Figura 3. Señales CANH y CANL de un bus CAN del vehículo.

Con los PGNs (Parameter Group Number) identificados y la funcionalidad del software de diagnóstico de Vectrix interpretamos la información transferida en el campo de datos de la trama CAN que envía cada módulo del sistema motriz.

2.4 Diseño de software del módulo CAN

El microcontrolador Freescale administra las funciones asociadas a CAN en su módulo MSCAN, según [4]. De este modo, en primera medida se configura la inicialización de este módulo teniendo en cuenta los parámetros de las señales CAN del vehículo previamente identificados. Luego se configura la recepción de datos utilizando el método de interrupciones. Ver figura 4.

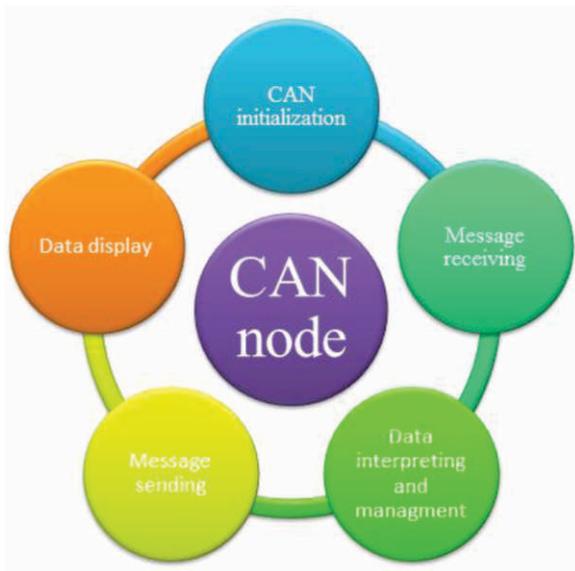


Figura 4. Unidades de la programación del módulo CAN .

Cuando la trama CAN está en el buffer de recepción, la unidad de interpretación y administración de datos clasifica la información de acuerdo al módulo electrónico y aplica los factores de conversión correspondientes. Por último, la información necesaria por los módulos de telemetría y volante es organizada y enviada por transmisión serial utilizando el módulo SCI de este MCU, como lo sugiere [5]. Asimismo, en el LCD y el arreglo de LEDs se visualiza algunos estados y datos adquiridos del vehículo eléctrico.

3. RESULTADOS

El estándar adoptado por el bus CAN del vehículo eléctrico es SAE J1939. Por otro lado, el desarrollo de hardware del módulo CAN está ensamblado en el habitáculo del vehículo, ver figura 5.

En relación al diseño de software estamos realizando los ajustes en las unidades de interpretación y administración de datos, quedando pendiente la unidad de transmisión de datos.

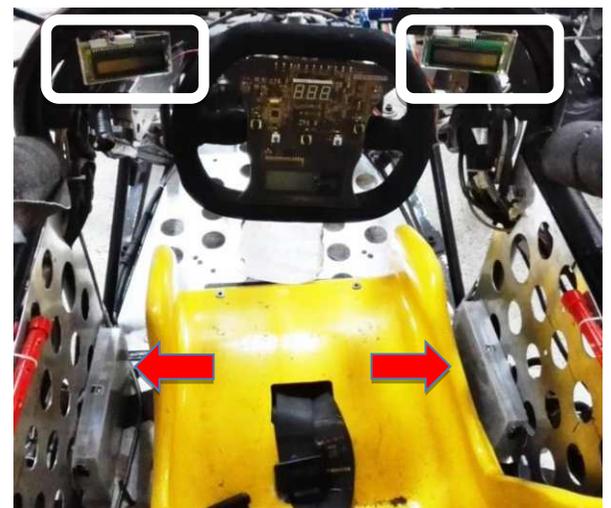


Figura 5. Montaje del módulo CAN en el habitáculo del vehículo eléctrico de la Escudería DCM FSE

La señal eléctrica proveniente del acelerador ha sido caracterizada, siendo esta información de vital importancia para el desarrollo del módulo electrónico diferencial electrónico.

Algunas maniobras de mantenimiento correctivo del sistema mecánico del vehículo restringen el funcionamiento de la planta motriz, por tanto, ha sido necesario emular el comportamiento de algunas variables eléctricas y mecánicas del vehículo, a través de la implementación de circuitos electrónicos adicionales y el uso de paquetes de software de diagnóstico CAN.

4. CONCLUSIONES

La adquisición de datos con el módulo CAN, CAN Node, determina el comportamiento del vehículo eléctrico con mayor exactitud, ya que a través de su MCU se registran eventos aleatorios que definen el comportamiento dinámico de su planta motriz.

Con la supervisión de la planta motriz hecha con el módulo CAN, se puede establecer una correlación entre las variables transmitidas en el bus CAN y otras externas a este, para optimizar el procedimiento puesto puesto del vehículo eléctrico.

El diseño de este módulo CAN y los hallazgos del funcionamiento del sistema motriz, serán nuestro punto de partida para el desarrollo de una sola tarjeta de desarrollo que centralice el control de la información CAN de la planta motriz del vehículo.

5. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud al Director técnico Carlos Saenz y los líderes de las áreas operativas de la Escudería DCM Formula SENA ECO. Asimismo, a la Subdirectora del SENA CEET, Sonia Prieto, quien a través del área de bienestar, líder de electrónica e instructores ha contribuido de diversas maneras en el crecimiento del proyecto en este centro de formación. Al centro de soporte técnico de Freescale Semiconductor, Inc. por su incondicional apoyo en la resolución de dudas e inquietudes alrededor de nuestro diseño.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Robert Bosch GmbH (1991). Bosch CAN Specification Version 2.0. [Online]. Disponible: <http://esd.cs.ucr.edu/webres/can20.pdf>
- [2] Texas Instruments (Julio 2008). Introduction to the Controller Area Network (CAN). [Online]. Disponible: <http://www.ti.com/lit/an/sloa101a/sloa101a.pdf>
- [3] Simma Software, Inc. Understanding SAE J1939. [Online]. Disponible: <http://www.simmasoftware.com/j1939-presentation.pdf>
- [4] Freescale Semiconductor, Inc. (Septiembre 2005). AN3034, Using MSCAN on the S12 Family (REV 0). [Online]. Disponible: http://cache.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app_note/AN3034.pdf
- [5] Freescale Semiconductor, Inc. (Mayo 2005). SCI as UART on HCS12 MCUs (REV 1). [Online]. Disponible: http://cache.freescale.com/files/microcontrollers/doc/app_note/AN2883.pdf

Ponencia No. 11

PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE CONTENIDOS EN TELEVISION DIGITAL PARA PERSONAS CON LIMITACION AUDITIVA

Mónica Espinosa Buitrago,
Docente Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomas Bogotá,
monica.espinosa@usantotomas.edu.co

Ernesto Cadena Muñoz2,
Instructor Centro de electricidad, electronica
y telecomunicaciones, SENA,
ecadenam@misena.edu.co

Carlos Montenegro Narvaez
Docente Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomas Bogotá,
carlosmontenegro@usantotomas.edu.co

Diego Reyes Daza
Estudiante Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomas Bogotá,
diegoreyes@usantotomas.edu.co

RESUMEN

Los sistemas de televisión han permitido generar contenidos para personas con discapacidad auditiva, que se han producido por medio de lenguaje de señas y descripción textual del lenguaje. En este artículo se ha realizado una caracterización de la población con este tipo de limitación, concluyendo que existen diferentes desarrollos tecnológicos que permitirían observar de una forma más interactiva este tipo de contenidos, aportando así al desarrollo social y educativo de esta población. En estos sistemas de televisión digital se ha buscado la interactividad del usuario frente a diferentes plataformas tales como televisión IP, satelital, terrestre y móvil, teniendo a los datos como un factor principal en la transmisión de los contenidos. Sin embargo, para la población objetivo del estudio es primordial no solo tener lenguaje de señas y descripción textual, sino generar contenidos de animaciones en tres dimensiones (3D) que permitan mejorar la apropiación de los mismos y su interactividad.

Palabras Clave: 3D, Discapacidad, Televisión.

ABSTRACT

Television systems have allowed the generation of contents that has hearing impaired people, and they have been generated through sign language and textual description language. In this article a characterization of the population with this limitation was made, concluding that there are different technological developments which could be observed in an even more interactive way such content that contributes to social and education improvement of this population. In digital television systems the user interactivity against different platforms such as IPTV, satellite, terrestrial and mobile was searched, having the data for interactivity as the major factor in the transmission of content. However for target population of study is essential not only for having sign language and textual description, but generating content animation in 3D allowing a better ownership of them and its interactivity.

Keywords: 3D, Impaired, Television.

1 INTRODUCCIÓN

En la evolución de los sistemas de televisión se ha buscado generar un impacto en diferentes poblaciones. El público objetivo de esta investigación son las personas con discapacidades, por lo cual se ha desarrollado una caracterización de personas con limitaciones para oír, aun con aparatos especiales, para el diseño tecnológico propuesto. Se inicia con una revisión de la descripción de las personas con limitaciones en Colombia y se definen los actores tales como 'intérprete de sordo', 'guía de intérprete' y 'lenguaje de señas', que son de vital importancia en las estrategias existentes tales como texto escondido (o closed caption) y lenguaje de señas. A continuación, se establece que los sistemas o mecanismos que se desarrollen para este propósito serán implementados en televisión digital y se revisa su normatividad en el país. Finalmente, se analizan las tramas de transporte en televisión y los mecanismos para generar contenidos en 3D que permitan mejorar la interactividad para esta población objetivo.

1. DESCRIPCIÓN DE PERSONAS CON LIMITACIONES

Los contenidos son considerados la información transmitida por los sistemas de televisión que permiten a la población establecer un canal de información en los ámbitos social, económico, político y cultural. En el caso colombiano, un porcentaje de la población según el censo del Departamento de Estadística tiene diferentes tipos de limitaciones, lo que se considera un reto tecnológico ya que se deben estructurar plataformas que les permitan contar con un canal de comunicación que se acondicione a su limitación.

De acuerdo con los datos del Censo General del 2005[2], la tasa de prevalencia para el total de la población (6.3%) es mayor en hombres (6,6%) que en mujeres (6,1%). Teniendo en cuenta el número de limitaciones por persona, el 71,2% presentan una limitación; el 14,5% dos limitaciones; el 5,7%, tres limitaciones; y el 8,7%, tres o más limitaciones permanentes[2].

Del total de personas que reportaron alguna limitación, el 29,3% poseen limitaciones para moverse o caminar, el 14,6% para usar brazos y manos, el 43,4% para ver a pesar de usar lentes o gafas, el 17,3% para oír aun con aparatos especiales, el 13,0% para hablar, el 11,7% para entender o aprender, 9,4% para relacionarse con los demás por problemas mentales o emocionales, el 9,9% para bañarse, vestirse o alimentarse por sí mismo y el 18,8% presentan otra limitación, como se observa en la Tabla 1[2].

Tabla 1. Estadísticas población con limitaciones

Fuente: DANE 2005-2006[2]

Total	Porcentaje %
Otras limitación permanente	18,8
Bañarse, vestirse, alimentarse por sí mismo	9,5
Relacionarse con los demás	9,9
Entender o Aprender	12,1
Hablar	13,0
Oír, aun con aparatos especiales	17,3
Ver, a pesar de usar lentes o gafas	43,4
Usar brazos o manos	14,6
Moverse o caminar	29,3

Dada esta clasificación, uno de los primeros objetivos que se definen como un reto tecnológico es llegar a la creación de contenidos para la población que tiene la limitación de oír, aun con aparatos especiales. Para este fin, se caracterizó de acuerdo al marco normativo colombiano (Ley 982 de 2005) [3] la definición de las variables que se deben tener en un sistema para realizar la interpretación adecuada para esta limitación:

- **Intérprete para sordos:** Persona con amplios conocimientos de la Lengua de Señas Colombiana, que puede realizar interpretación simultánea del español hablado en la Lengua de Señas y viceversa. También son intérpretes para sordos aquellas personas que realicen la interpretación simultánea del castellano hablado a otras formas de comunicación de la población sorda, distintas a la Lengua de Señas, y viceversa[3].
- **Guía intérprete:** Persona que realiza una labor de transmisión de información visual adaptada, auditiva o táctil, descripción visual del ambiente en donde se encuentre y guía en la movilidad de la persona sordociega, con amplio conocimiento de los sistemas de comunicación que requieren las personas sordociegas [3].
- **La Lengua de Señas:** en Colombia la utilizan quienes no pueden desarrollar lenguaje oral, se entiende y se acepta como idioma necesario de comunicación de las personas con pérdidas profundas de audición y las sordociegas, que no pueden consiguientemente, por la gravedad de la lesión, desarrollar lenguaje oral, necesario para el desarrollo del pensamiento y de la

inteligencia de la persona, por lo que debe ser reconocida por el Estado y fortalecida por la lectura y la escritura del castellano, convirtiéndolos propositivamente en bilingües [3].

Basados en el marco normativo colombiano, se realiza una revisión de las estrategias existentes que permiten establecer contenidos para esta población, dando como resultado dos opciones:

- Texto escondido o Closed Caption

Es el proceso por el cual se convierte el audio de un programa de televisión, transmisión de internet, película, video y demás producciones, en línea de texto que aparecerá en la pantalla o monitor. Es importante diferenciar entre subtítulos y Closed Caption: los primeros son la traducción de las palabras de los contenidos, pero sin identificar el hablante; por el contrario, el Closed Caption diferencia entre las personas que interactúan en la conversación y además, describe los efectos de sonido y música.

Existen leyes en cada país que estandarizan este tipo de contenidos. En Colombia, la ley 982 del 2 de agosto de 2005[3] establece las obligaciones que tienen los productores de contenidos de televisión hacia la población con limitación de oír aun con aparatos especiales. Un aspecto importante del Closed Caption es que debe ser un lenguaje preciso, consistente, claro, fácil de leer y equivalente.

- Lenguaje de Señas

Es el proceso mediante el cual se integra a un contenido audiovisual una imagen en la cual un personaje traduce,

en vivo, al lenguaje de señas usado por las personas con discapacidad auditiva.

En la actualidad existen acuerdos y leyes que normalizan el uso de este lenguaje para cada uno de los contenidos. En Colombia, el acuerdo del año 2012 [4] especifica los deberes que tiene los canales públicos en el acceso a sus contenidos para las personas con esta limitación, observando la necesidad de este contenido en nuestro país.

2 TELEVISIÓN DIGITAL

Según el acuerdo 001 de la Comisión Nacional [3], los sistemas que permiten el acceso al servicio público de televisión a las personas sordas e hipoacústicas son[4]:

- Interpretación en Lengua de Señas Colombiana (LSC).
- Texto escondido o Closed Caption (CC, por sus siglas en inglés).
- Subtitulación (ST).
- Los sistemas o mecanismos que se desarrollen con posterioridad para este propósito.

En el artículo 7 del acuerdo, se establece que para la televisión digital se podrán utilizar los siguientes mecanismos [3]:

- Interpretación en Lengua de Señas (LSC).
- Subtitulación.
- Los sistemas o mecanismos que se desarrollen con posterioridad para este propósito.

Desde un punto de vista técnico, la información transmitida en los sistemas de televisión digital requiere ser multiplexada en tramas de transporte. Dichas tramas contienen señales de audio, video y datos que

deben ser enviadas por un solo canal de transmisión. La interactividad del usuario puede ser relacionada con los datos como se muestra en la Figura 1 [5].

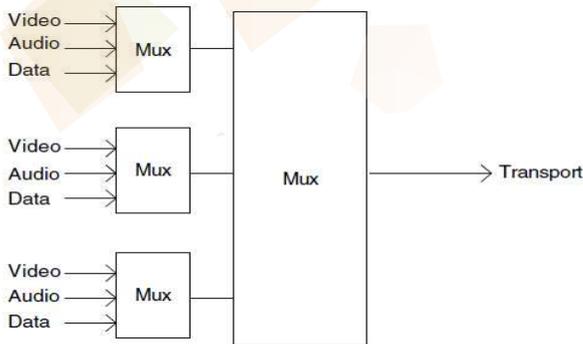


Figura 1 Tramas de Transporte
Fuente: Fundamentos de televisión [5]

Las señales de televisión tienen contenidos de video en estándares HD (High Definition), SD (Standard Definition) y UHD (Ultra High Definition). En la optimización del canal de transmisión de la información, la televisión digital debe realizar un procesamiento que permita mejorar las tasas de transmisión, como se observa en la Figura 2 [5].

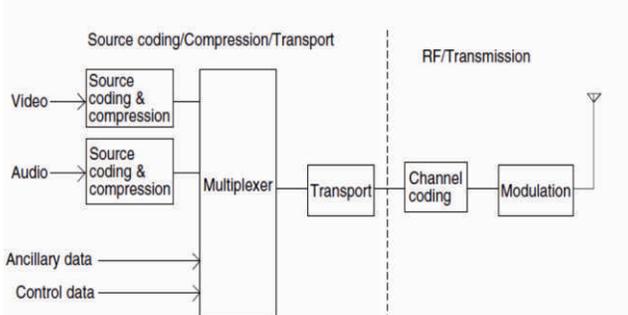


Figura 2 Procesamiento digital de televisión

Fuente: Fundamentos de televisión [5]

Estos modelos tradicionales de procesamiento de las señales no determinan cómo la interactividad debe ser procesada en la tramas de transporte (TS). Para ello, se debe realizar un estudio que permita evaluar su comportamiento frente a las aplicaciones que han surgido, tales como: televisión sobre el protocolo de

internet (IPTV), satelital, terrestre y móvil.

Por otra parte, la interactividad en los sistemas de televisión digital (TDi) ha sido considerada un factor muy importante en el desarrollo de los contenidos para el usuario final, ya que permite interactuar sincrónica y asincrónicamente con ellos. De forma sincrónica, el usuario tendrá un canal para la subida y bajada de contenidos que le permitirá interactuar en tiempo real, lo que sería contrario a nivel de tiempos para los sistemas asincrónicos. Al establecer contenidos comunicativos, las brechas digitales disminuyen [6]. Por ello, en la propuesta se establecen TS que soporten contenido de imágenes en tercera dimensión (3D) para personas con limitación auditiva.

2.2 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN TERCERA DIMENSIÓN (3D)

Actualmente, los sistemas de captura de movimiento en 3D tienen aplicaciones en campos como la salud, la física, la ingeniería y la arquitectura, al brindar el acceso a información detallada sobre el objeto de estudio. Por ejemplo, se logró la captura de objetos tan pequeños como una araña, cuyo análisis de sus movimientos permite comprender un poco más el complejo mecanismo que emplea para su movimiento [7]; al ser un animal muy veloz y pequeño, el análisis de sus movimientos permitiría recrear un modelo mecánico que simule su desplazamiento [8]. En este punto, vemos la importancia de tener buena resolución en las cámaras de captura de movimiento y una tasa de transmisión por lo menos 10 veces superior a la de una cámara tradicional, como se puede ver en la Figura 3. Es común tener una

resolución de 3600 x 3600 y una frecuencia entre 240-600 fps. [9].

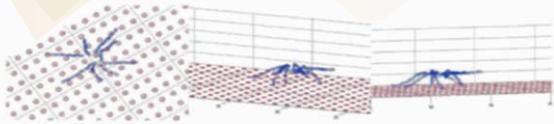
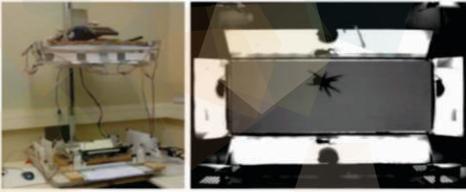


Figura 3. Aplicación de captura de movimiento de animales.

Fuente: The Design and Calibration of a 3D Motion Capture System for Arthropods [7].

En el campo de la robótica, esta captura de movimientos de animales nos introduce a un nuevo nivel, donde podríamos copiar o tratar de simular estos movimientos para conseguir robots más flexibles y robustos, ya que el tema del movimiento es uno de los campos abiertos más importantes de esta rama de la ciencia [10][11].

En el campo de la salud, la captura de movimiento permite obtener información sobre la postura y movimientos de un paciente, para descubrir problemas y facilitarles a los doctores hacer un diagnóstico y tratamiento a sus pacientes de una manera más sencilla, pues la captura brinda mucha más información de la que se puede obtener a simple vista y, así, corregir problemas actuales y prevenir problemas y enfermedades que limiten o impidan el correcto movimiento de las personas, como se observa en la Figura 4[1].



Figura 4. Aplicación en el movimiento de las personas.

Fuente: 3D Motion Capture Methods for Pathological and Non-pathological Human Motion Analysis[1].

Se presentan avances en el tema de prevención de cáncer con algoritmos que mediante la captura de movimiento en 3D permiten descubrir la aparición de cáncer de seno, poder tratarlo adecuadamente y a tiempo, como puede observarse en la Figura 5[12]. En este estudio vemos también la importancia de la correcta implementación y calibración de estos sistemas de captura en 3D para obtener datos confiables.

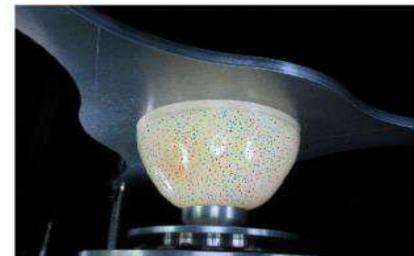
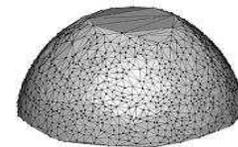


Figura 5. Aplicación en prevención de cáncer.

Fuente: Vision-based 3D surface motion capture for the DIET breast cancer screening system [12].

El reconocimiento de los movimientos del cuerpo ha sido explorado en varias áreas. Específicamente, el movimiento de los brazos ha sido capturado para señales de vuelo [13]. En los experimentos se usaron las señales que utilizan los árbitros en baloncesto, como se observa en la Figura 6 [13]: se toman señales capturadas por una sola cámara en 2D, son comparadas para reconocer el patrón de movimientos y son regeneradas en 3D para mejorar su calidad.

Al establecer la población con limitación auditiva como objeto de esta propuesta, y teniendo en cuenta los requerimientos de la ley colombiana 982 —en donde se aclara que se podrían desarrollar propuesta futura para abarcar la interactividad en los contenidos de televisión para las personas con esta discapacidad—, se define la siguiente metodología para el desarrollo de esta propuesta:

Fase 1: Diseño de la infraestructura de telecomunicaciones para el sistema de televisión digital interactiva.

Esta fase se dividirá en el procesamiento de señal de televisión y del sistema necesario para medir las variables del sistema, denominada 'Instrumentación del sistema de televisión'.

En la Tabla 2 se observan los equipos que serán utilizados en esta etapa. Al contar con el módulo DT504, se manejarán contenidos de televisión en SD (Standard Definition) que serán convertidos a tipo ASI (Interface serial asincrónica) y empaquetados en TS como se observa en la Figura 11. Las TS podrán ser transmitidas en diferentes formatos con los módulos DT102 que corresponde a Televisión Digital Terrestre y el DT421D, que es Televisión en IP (Internet Protocol).

Tabla 2 Equipos de la fase de procesamiento de señal
Fuente: Propia

Módulos	Fabricante/Entidad	Descripción
DT8000	PROMAX/SENA	Fuente de poder de los módulos
DT102	PROMAX/SENA	Modulador DVB T Doble

DT421D	PROMAX/SENA	Convertor ASI a IP
DT504B	PROMAX/SENA	Codificador de video/audio

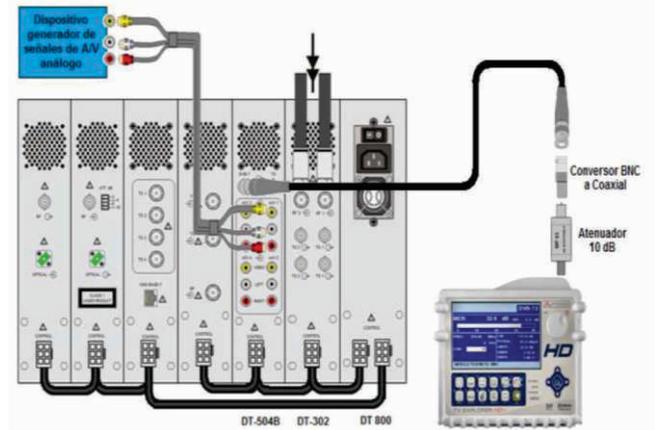


Figura 11 Propuesta gráfica del diseño
Fuente:

Al emitir estos contenidos, se analizará la emisión y las TS por medio de los equipos que se observan en la Tabla 3, que abarcan la fase de instrumentación del sistema de televisión.

Tabla 3 Equipos de la fase de procesamiento de señal
Fuente: Propia

Módulos	Fabricante/Entidad	Descripción
TV Explorer	PROMAX/SENA	Analizador de redes de televisión
ETL TV Analyzer	R&S/Universidad Santo Tomás	Analizador de tramas de televisión

Fase 2: Diseño de los contenidos de televisión en 3D compatible con los sistemas de televisión.

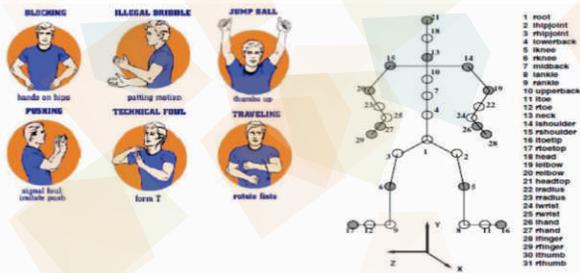


Figura 6. Reconocimiento de movimientos del cuerpo.

Fuente: Handsignals recognition from video using 3D motion capture data [13].

A una escala más pequeña, se encuentran aplicaciones de captura facial que permiten obtener la geometría del rostro. Este proceso se llevaba a cabo mediante sensores localizados en el rostro del actor, pero ha evolucionado a sistemas que permiten la captura con cámaras de alta resolución y modelos como Active Appearance Models (AAM), cuyo resultado es mejor y más natural, para aplicaciones como los juegos o animaciones en 3D [14][15][16]. En la Figura 7 [14] observamos un test de captura facial y en la Figura 8 [14], la generación del modelo y captura facial para juegos en 3D.

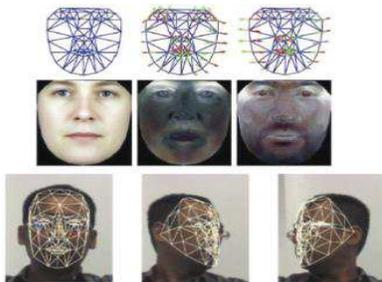


Figura 7. Test de Captura Facial.

Fuente: Facial motion capture with 3D active appearance models [14].

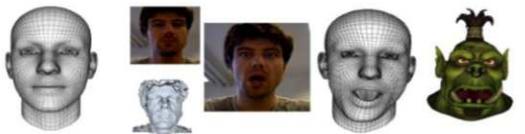


Figura 8. Captura facial para animación de juegos en 3D.

Fuente: Facial motion capture with 3D [14]

La captura del movimiento de las manos es otra de las aplicaciones desarrolladas para obtener datos acerca de la interacción de las dos manos con un objeto y los algoritmos de procesamiento de la información que mejoren su desempeño y calidad [17], como se observa en la Figura 9 [17].

En este estudio se ve la complejidad de la captura en la interacción sobre los límites de los dedos, que conlleva desafíos como la uniformidad del color de la piel, poses variadas y datos de profundidad. En la Figura 10 [16] se muestran algunos modelos de la captura de manos [16], donde se puede ver la mano articulada y las partes conectadas o numeradas.

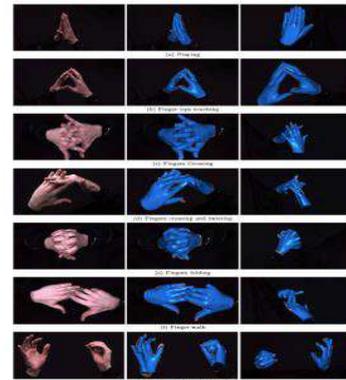


Figura 9. Captura de movimientos de la mano.

Fuente: Motion capture of hands in action [17]

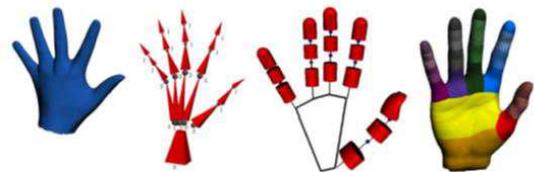


Figura 10. Modelos para la estimación de la pose de la mano

Fuente: A Survey on Human Motion [16].

3. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE CONTENIDOS EN TELEVISIÓN DIGITAL PARA PERSONAS CON LIMITACIÓN AUDITIVA

A nivel comercial, sistemas de captura como el Impulse X2 de Phasespaces Lab [9], permiten obtener información en tiempo real, recreando modelos sólidos de los datos capturados, acompañado de un paquete de software para la interpretación de la información y regeneración de los modelos en 3D, que captura rasgos del cuerpo y de los dedos con aplicaciones que llegan a empresas como la NASA, Boeing, Lockheed Martin, Disney, Harmonix, Universidad de Cambridge, Stanford, y UC Berkeley.

Dentro de las aplicaciones desarrolladas por Phasespaces Lab encontramos las empleadas en animaciones para la televisión (Figura 12) [18], en la que se realiza la captura de movimientos del cuerpo y el rostro de un actor y son reproducidos en una animación en 3D de alta definición, consiguiendo así un presentador virtual con movimientos muy reales. También ha sido usada para los reconocidos juegos Dance Central 3 y Spiderman, como se puede ver en la Figura 13 [18].



Figura 12. Animación para televisión
Fuente: <http://laflaque.radio-canada.ca/> [18].



Figura 13. Animación para Dance Central
Fuente: <http://laflaque.radio-canada.ca/> [18]

Fase 3:

- Los sistemas o mecanismos que se desarrollen con posterioridad para este propósito.

4. CONCLUSIONES

Se desarrolló un estudio de clasificación de limitaciones en Colombia que nos permitió elegir la población objeto de estudio, que son las personas con limitación de oír aun con aparatos especiales, encontrando variables importantes en el marco legal colombiano que nos permiten definir y delimitar los actores y los alcances de un diseño tecnológico para la televisión.

Se estudiaron los mecanismos que permiten un canal de comunicaciones para dicha población, según la normatividad, y se concluye que para televisión digital se podrán implementar “los sistemas o mecanismos que se desarrollen con posterioridad para este propósito” en el caso de personas sordas e hipoacústicas.

Se revisó el funcionamiento de televisión por medio de tramas de transporte para incluir un lenguaje de señas capturado en un sistema de 3D para, de esta manera, incluir contenidos interactivos que permitan a esta población un mejor nivel cultural y educativo.

Se define la propuesta de desarrollar contenidos interactivos en 3D, a partir de la captura de movimientos, insertados en tramas TS de televisión digital, para convertir información de texto en animaciones digitales y beneficiar a la población con limitación auditiva en general.

5. AGRADECIMIENTOS

Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones, Bogotá.

Grupo de investigación INVTEL, USTA
Grupo de investigación GICS del SENA.
Tecnoparque SENA, Bogotá

6. REFERENCIAS

- [1] DANE. Dirección de Censos y Demografía, "Base de Datos del Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad." 2006-2005.
- [2] El Congreso de Colombia, "Ley 982 de 2005," Agosto-2005.
- [3] Comisión Nacional de Televisión, "Acuerdo 01." 2012.
- [4] G. W. Collins, Fundamentals of digital television transmission, vol. 1. Wiley, 2001.
- [5] A. Garcia-Crespo, B. Ruiz-Mezcua, I. Gonzalez-Carrasco, J. L. Lopez-Cuadrado, Z. Hernandez, R. Barahona, and L. H. de Toppin, "Accessibility Services and Interactive Digital Television: An Opportunity to Reduce the Digital Gap," *Tecnol. Aprendiz. IEEE Rev. Iberoam. De*, vol. 9, no. 1, pp. 8–16, 2014.
- [6] T. J. Hoermann, S. Mills, M. Paulin, and S. Reusenzehn, "The design and calibration of a 3D motion capture system for arthropods," in *Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ)*, 2013 28th International Conference of, 2013, pp. 265–269.
- [7] S. Reusenzehn, "Mechanical design of the legs of *Dolomedes aquaticus*-Novel approaches to quantify the hydraulic contribution to joint movement and to create a segmented 3D spider model," University of Otago, 2010.
- [8] phasespace, "ImpulseProductDoc." 2014.
- [9] M. Brambilla, E. Ferrante, M. Birattari, and M. Dorigo, "Swarm robotics: a review from the swarm engineering perspective," *Swarm Intell.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–41, 2013.
- [10] M. F. Silva and J. T. Machado, "A literature review on the optimization of legged robots," *J. Vib. Control*, vol. 18, no. 12, pp. 1753–1767, 2012.
- [11] Z. Kertesz and I. Lovanyi, "3D Motion Capture Methods for Pathological and Non-pathological Human Motion Analysis," in *Information and Communication Technologies*, 2006. ICTTA'06. 2nd, vol. 1, pp. 1062–1067.
- [12] R. G. Brown, C. E. Hann, and J. G. Chase, "Vision-based 3D surface motion capture for the DIET breast cancer screening system," *Int. J. Comput. Appl. Technol.*, vol. 39, no. 1, pp. 72–78, 2010.
- [13] T.-P. Tian and S. Sclaroff, "Handsignals recognition from video using 3D motion capture data," in *Application of Computer Vision*, 2005. WACV/MOTIONS'05 Volume 1. Seventh IEEE Workshops on, 2005, vol. 2, pp. 189–194.
- [14] C. Darujati and M. Hariadi, "Facial motion capture with 3D active appearance models," in *Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 2013, pp. 59–64.
- [15] M. Hossny, D. Filippidis, W. Abdelrahman, H. Zhou, M. Fielding, J. Mullins, L. Wei, D. Creighton, V. Puri, and S. Nahavandi, "Low cost multimodal facial recognition via kinect sensors," in *LWC 2012: Potent land force for a joint maritime strategy: Proceedings of the 2012 Land Warfare Conference*, 2012, pp. 77–86.
- [16] T. B. Moeslund, A. Hilton, and V. Krüger, "A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis," *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 104, no. 2–3, pp. 90 – 126, 2006.
- [17] L. Ballan, A. Taneja, J. Gall, L. Van Gool, and M. Pollefeys, "Motion capture of hands in action using discriminative salient points," in *Computer Vision-ECCV 2012*, Springer, 2012, pp. 640–653.
- [18] afluque.radio-canada,"<http://lafluque.radio-canada.ca/>."2014.



Ponencia No. 12

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL DE INVENTARIOS A TRAVÉS DE MÓDULOS INALÁMBRICOS R.F.I.D., GESTIONADO CON DISPOSITIVOS MÓVILES

Nelson Giovanni Agudelo Cristancho
Post-gradual Ingeniero en telecomunicaciones.
Especialista en Teleinformática
Gestor Regional SENA Tecnoparque
nelsongiovani@misena.edu.co

José Antonio Silva Rojas Post-gradual
Ingeniero en Control Electrónico
Especialista en Teleinformática
Gestor Sénior SENA Tecnoparque
ja.silvarojas@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se describe el procedimiento de diseño e implementación de un control de inventarios básico alojado en una base de datos genérica, que utiliza etiquetas dotadas con la tecnología inalámbrica RFID para monitorear los productos. Este desarrollo posibilita la lectura y escritura de TAGS, haciendo uso del estándar inalámbrico de corto alcance NFC (Near Field Communication) y el consumo de un aplicativo web que se implementa en una app instalada en un dispositivo móvil compatible con el sistema operativo Android.

PALABRAS CLAVE: Aplicativo web, Base de datos, Comunicación, Etiquetas, Radio frecuencia.

ABSTRACT

In this paper we describe the process of design and implementation of a basic inventory control in a generic database using RFID wireless technology enabling TAGS reading and writing through a mobile device programmed on the android operating system, this development is based on standard use of Near Field Communication (NFC), and consumption of a Web application which is implemented in an APP installed on a compatible mobile device with android OS

KEYWORDS: Communication, Control and database, Electrically-Erasable Programmable, (NFC) Near Field

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo pretende describir una alternativa para implementar un control de inventarios basados en la tecnología de identificación por radiofrecuencia (del inglés RFID —Radio Frequency Identification—), respondiendo a la necesidad de analizar, diseñar e implementar sistemas que se desarrollan de la incorporación e integración de tecnologías en auge como los aplicativos móviles, y de módulos inalámbricos añadidos a los productos en stock, los cuales dan lugar al desarrollo de sistemas de

monitoreo remoto que tienen capacidad de suministrar información fiable y oportuna de los productos o mercancía disponible en una empresa.

RFID es una tecnología de comunicación inalámbrica que se agrupa dentro de las denominadas Auto ID (automatic identification o identificación automática) [1]. Las etiquetas RFID están dotadas de antenas que les permiten recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor. La gran ventaja de esta tecnología es que no necesita línea de vista entre el emisor y el receptor, además, si la etiqueta es pasiva no utiliza alimentación eléctrica [2].

En artículos como “Using RFID for the management of pharmaceutical inventory-system optimization and shrinkage control”, se muestra que la tecnología RFID tiene muchas ventajas sobre los códigos de barras para la gestión de inventario farmacéutico, resuelve los problemas de funcionamiento de conteo y mejora notablemente el control y optimización del sistema [3]. Y en el artículo “A new keying system for RFID lock based on SSL dual interface NFC chips and android mobiles” se hace una demostración en la cual se incluye un nuevo concepto de seguridad, y muestra la implementación de una aplicación en el sistema operativo Android, la cual incluye el uso del estándar inalámbrico de corto alcance (del inglés NFC —Near Field Communication—) y soportes de lectura y escritura [4].

Para nuestro caso, este escrito incluye parte de estos dos desarrollos y se agrupan las dos tecnologías con el fin de obtener el diseño e implementación de un control de inventarios mediante la tecnología RFID, que puede gestionarse desde un dispositivo móvil que incluye NFC.

En la primera sección se incluye todo el desarrollo de la aplicación: se inicia con un diagrama de bloques general, el cual ilustra el funcionamiento y configuración de la base de datos que interactúa con un servicio web, así como el consumo que se realiza desde un dispositivo móvil. Posteriormente se presentan evidencias de los resultados; finalmente, las conclusiones y referencias.

2. CONTENIDO

En la figura 1 se ilustra el diagrama de bloques del sistema, en el cual intervienen:



Figura 1 diagrama de bloques.

a) Servidor: En este servidor se aloja la base de datos que contiene la información pertinente al inventario. También se implementó un servicio web para facilitar el consumo desde un dispositivo móvil, el cual se desarrolló en Visual Studio 2010 y accede a una base de datos en ACCESS empleando sentencias en SQL.

b) Tags pasivos o etiquetas RFID: Estas etiquetas son pasivas, es decir, no disponen de una fuente de alimentación propia sino que emplea la generada por el campo magnético del dispositivo que quiere acceder a él (siendo, para este caso, el móvil). Para este desarrollo se adquirieron tipo moneda, del fabricante Texas Instruments ilustrado en la figura 2. Éste es de escritura y lectura, con una frecuencia de manejo a 13.56MHz y un alcance máximo de 5cm.



Figura 2. Tag tipo moneda [7]

c) Teléfono móvil: El dispositivo móvil incluido en el desarrollo es un smartphone Samsung Galaxy Ace Fame, que cuenta con un sistema operativo Android 4.1 Jelly Bean y pantalla HVGA de 3.5 pulgadas. La característica principal de este teléfono está en que incluye el hardware pertinente para el protocolo inalámbrico NFC. Sobre este dispositivo se implementó el desarrollo de una APP la cual se diseña e implementa con dos objetivos esenciales: el primero, realizar la escritura o programación de etiquetas RFID, además de la lectura de datos de etiquetas RFID ya programadas; el segundo, la consulta y actualización de la base de datos mediante el consumo del aplicativo web implementado.

2.1 MODELO FUNCIONAL

El entorno de trabajo habitual para el desarrollo de un control de inventarios se centra en las personas que lo ejecutan y aquellos que le dan el visto bueno o lo supervisan. Hay información que se convierte en privada, por cuanto se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La validación de las personas que ingresen al inventario.
- La existencia de dos tipos de usuarios: un supervisor, que para el caso se le adjudicará el nombre de 'administrador', y los que tienen a cargo el ingreso y salida de productos, entre otros, llamados 'usuarios secundarios':
 - El usuario secundario cuenta con funciones de lectura y escritura de cada tag (referenciado a un producto en particular), actualización, borrado o ingreso de productos, y el acceso a la base de datos.
 - El administrador, además, de tener las funciones del ítem anterior, también podrá actualizar, borrar o crear usuarios secundarios.

De esta manera surge el siguiente modelo funcional, representado en un diagrama de casos de uso:

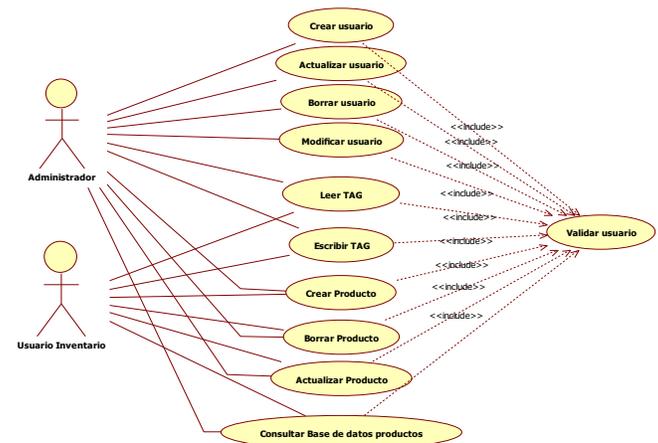


Figura 3 Diagrama de casos de uso (Autor)

Cabe recalcar que ninguna de las tareas descritas en la figura 3 puede ejecutarse sin validar el usuario que desea conocer el inventario.

2.2 MODELO ESTRUCTURAL

De acuerdo con el modelo funcional de la figura 4, estas tareas se acoplan en un diagrama de clases:

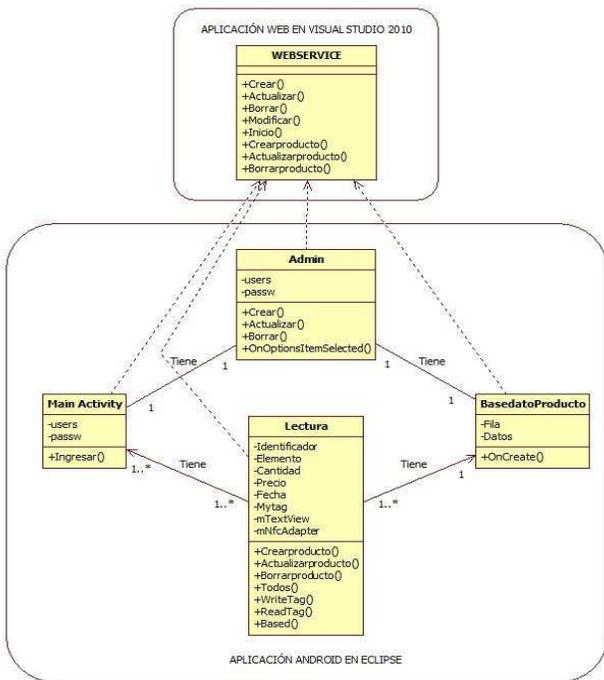


Figura 4. Diagrama de clases (Autor)

En esta figura se pueden observar también dos tipos de aplicaciones: una de ellas es el web service y la otra, un desarrollo para Android. Las dos serán explicadas a continuación:

2.3 WEB SERVICE

El Web service se implementó sobre la plataforma de desarrollo Visual Studio 2010, instalado en el sistema operativo Windows 7, y se publicó usando el IIS versión 7.5. El web service consta de tres clases. La primera contiene el servicio web y alberga 10 métodos (Ver Figura 3). Cada método obtendrá y entregará solicitudes al aplicativo implementado en Android, intercambiando datos por medio del protocolo SOAP (Simple Object Access Protocol), vía inalámbrica, usando para tal fin un router que soporte el estándar 802.11g y el cifrado de seguridad WAP (Wireless Application Protocol).

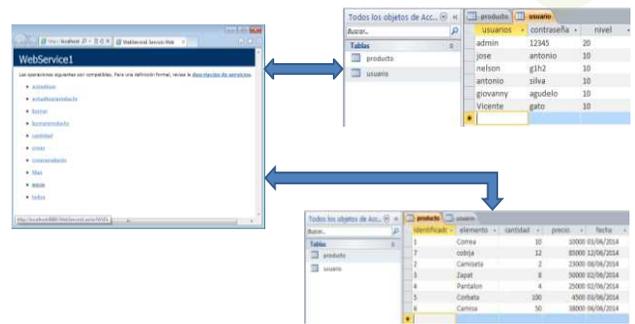


Figura 5. Diagrama de clase web service y tablas bases de datos (autor)

Cada método creará los atributos y objetos pertinentes para realizar el llamado de la segunda clase, la cual contiene la misma cantidad de métodos, pero en ella se toma los atributos del web service y almacenará en variables 'strings' la sentencia SQL que le cederá a la tercera clase. Esta clase tiene la función de establecer la conexión con la base de datos y ejecutar las sentencias SQL, retornando los datos solicitados.

La base de datos está alojada en Access 2010 y la componen dos tablas (Figura 5). La primera contiene tres campos: usuarios, contraseña y nivel. Esta será la que primero revise el aplicativo Android para validar la información del usuario. El campo 'nivel' determina si es administrador o usuario secundario.

La segunda tabla dispone de los siguientes campos: identificador, elemento, cantidad, precio y fecha. Extrayendo los más relevantes, se tiene: identificador (es único para cada tag, con ello se evita algún tipo de suplantación), elemento (hace referencia al producto) y fecha (determina el día que ingresó el producto).

2.4 APP ANDROID

Los dispositivos móviles actuales tienen configurada una JVM (Java Virtual Machine); adicionalmente, podemos instalar y ejecutar MIDlets de Java ME. Los MIDlet pueden comunicarse con proveedores de servicio por OTA (Over the Air). Las funciones de los tres modos existentes (emulación de tarjeta, lectura y escritura, y Pear to Pear) son proporcionadas por los chipsets NFC. [6].

Remitiéndose a la figura 4, podemos notar que a la aplicación la componen cuatro clases. A continuación se describirán, paso a paso, las configuraciones necesarias para que interactúe con el Web service y las tags. Primero, se dan los permisos para que pueda ingresar al entorno web y pueda emplear el estándar NFC, tal y como se observa en la Figura 6.

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
<uses-permission android:name="android.permission.NFC" />
```

Figura 6. Permisos Android

Además, se debe crear un filtro para NFC, con el fin de definir qué tipo de intent quiere que se ejecute al momento de detectar el tag y el tipo de dato que se desea escribir sobre el tag. En este caso, se empleó texto plano. Lo anterior se observa en la figura 7.

```
<intent-filter>
  <action android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED" />
  <category android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
  <data android:mimeType="text/plain" />
</intent-filter>
```

Figura 7. Filtro y tipo de datos para el uso del NFC

El siguiente paso, al igual que el anterior, es crucial para el funcionamiento: radica en enrutar la librería para el uso del protocolo SOAP, conocida como ksoap2-android-assembly-3.2.0-jar. Con ello, se puede acceder al ambiente o plataforma WEB del dispositivo donde está alojado el Web Service y tener acceso a cada uno de sus métodos y respectivos atributos (Ver figuras 8a y 8b).



Figura 8a. Librería ksoap2

```
String NAMESPACE = "http://android.base.org/";
String URL = "http://192.168.0.10:8080/WebService1.asmx";
String METHOD_NAME = "crear";
String SOAP_ACTION = " http://android.base.org/crear";

SoapObject request = new SoapObject(NAMESPACE, METHOD_NAME);
request.addProperty("user",
    String.valueOf(users.getText().toString()));
request.addProperty("pass",
    String.valueOf(passw.getText().toString()));
```

Figura 8b. Acceso al Web service, métodos y atributos

Con todo lo anterior aclarado, se procede a reseñar cada clase. La primera, conocida como Main Activity, es donde se validará el usuario (Ver figura 9). De ser incorrecto, no permitirá el acceso y lo anunciará con un texto emergente (solución usada a menudo en este proyecto para determinar el estado de la acción). Si, por el contrario, se determina que es un administrador, entonces se remitirá a la actividad Admin; de ser secundario, irá a la actividad Lectura.

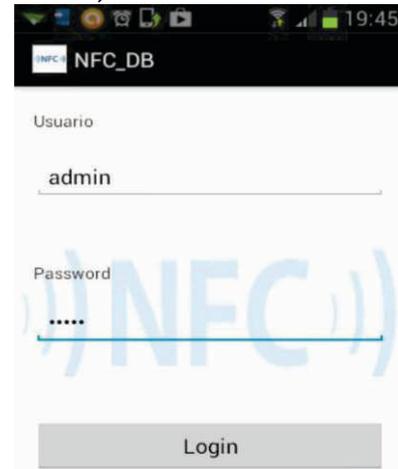


Figura 9. Pantalla inicial APP (Main Activity)

En la actividad Admin (Figura 10a), el administrador puede borrar, crear, actualizar un usuario o, en su defecto, saltar a la actividad lectura o basedatoproducto, accediendo a cada método por medio de un menú desplegable (Figura 10b).

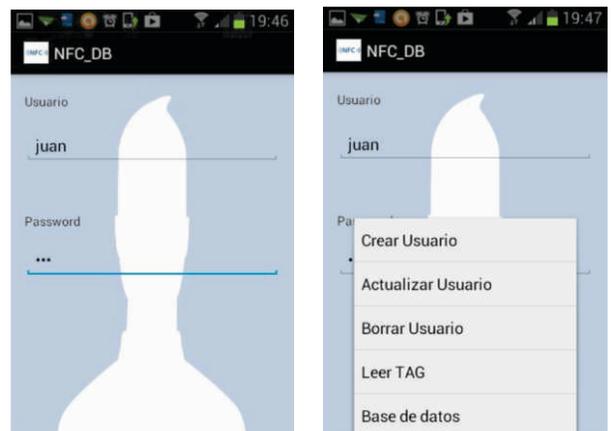


Figura 10a. Layout de la actividad Admin
Figura 10b. Menú desplegable Admin

En la actividad Lectura, al momento de acercar un tag que haya sido escrito con antelación, albergando los datos descritos en la base de datos (Figura 5), podrá visualizar

la información que este contiene. Debido a que en el momento de ubicar el tag (transponder) se introduce en el campo electromagnético producido por módulo de RFID, la energía captada permite que el circuito integrado del transponder funcione [5]. Esto debe detectarse y habilitar la transmisión de datos contenidos en su memoria.

Cuando esta señal ocurre, inmediatamente envía el intent (Figura 11) de notificación de un tag detectado, el cual guarda el texto contenido en él sobre la variable mtext, de donde, finalmente se dirige al método Todo, el cual discrimina la información y la visualiza en el layout asociado a esta actividad (Ver figura 12).

```

if (NfcAdapter.ACTION_NDEF_DISCOVERED.equals(action)) {
    String type = intent.getType();
    if (MIME_TEXT_PLAIN.equals(type)) {
        myTag = intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);
        Toast.makeText(this, this.getString(R.string.ok_detected), Toast.LENGTH_LONG).show();
        Tag tag = intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);
        new NdefReaderTask().execute(tag);
        todos();
    } else {
        Log.d(TAG, "Wrong mime type: " + type);
    }
}

```

Figura. 11 Lectura de tags



Figura. 12 Visualización datos tag.

Para la escritura del tag se emplea la instrucción try-catch, para tratar excepciones si se llega a dar una mala escritura. Después de ejecutar este compendio de líneas, salta a un método que permite actualizar todos los campos de la figura 12 en la base de datos del servidor remoto (Web service – Access).

```

try{
    //Si no existe tag al que escribir, mostramos un mensaje de que no existe.
    if(myTag == null){
        Toast.makeText(context, context.getString(R.string.error_notag), Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
    else{
        //Llamamos al método write que definimos más adelante donde le pasamos por
        //parámetro el tag que hemos detectado y el mensaje a escribir.
        write(message.getText().toString(),myTag);
        Toast.makeText(context, context.getString(R.string.ok_write), Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
} catch(IOException e){
    Toast.makeText(context, context.getString(R.string.error_write), Toast.LENGTH_LONG).show();
    e.printStackTrace();
} catch(FormatException e){
    Toast.makeText(context, context.getString(R.string.error_write), Toast.LENGTH_LONG).show();
    e.printStackTrace();
}
}

```

Figura. 13 Escritura de tags

La función anterior la ejecuta con otro menú desplegable; en ella, el usuario puede, además de lo comentado con antelación, actualizar, borrar o crear un producto de la base de datos o, en su defecto, consultar la base de datos (Figura 14).



Figura 14. Menú desplegable actividad Lectura

La última clase es basedatoproducto, en ella se emplea un layout tipo grilla para albergar un objeto tipo GridView, que despliega la base de datos alojada en el servidor. Sin embargo, es necesario pasar los datos contenidos en la tabla Producto (Figura 5), que son tipo dataset, a tipo datatable y de este a una cadena de string, para finalmente transmitirlos por el protocolo SOAP al aplicativo Android (Figura 15a y 15b).

identificad	elemento	cantidad	precio	fecha
1	Correa	10	10000	03/06/2014
7	cobija	12	85000	12/06/2014
2	Camiseta	2	23000	08/06/2014
3	Zapat	8	50000	02/06/2014
4	Pantalon	4	25000	02/06/2014
5	Corbata	100	4500	03/06/2014
6	Camisa	50	38000	06/06/2014

Figura 15a. Tabla base de datos ACCESS

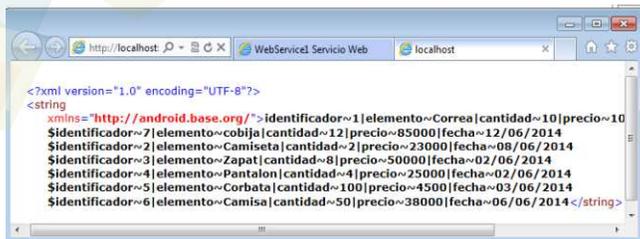


Figura 15b. Retorno del contenido de la base de datos en un string concatenado

Sobre la clase basedatoproducto en Android, se procede a realizar la labor contraria, pero no tan extenuante: primero se toma el string y se pasa por ciertos filtros usando como patrón los signos '\$' y '|', para determinar donde comienzan y finalizan una fila y un campo. Por último, se concatenan estos datos en un vector para instanciarlo en el GridView y obtener la base de datos, tal y como se observa en la figura 16.

ID	ELEM.	CANT.	PRECIO	FECHA
1	Correa	10	10000	03/06/2014
7	cobija	12	85000	12/06/2014
2	Camiseta	2	23000	08/06/2014
3	Zapato	8	50000	02/06/2014

Figura 16. Visualización Base de datos

3. CONCLUSIONES

- El prototipo funcional implementado permite organizar de manera ágil, segura y oportuna un control de inventarios.
- Empleando un dispositivo móvil como eje central en la manipulación de la información contenida en un tag y referente a un producto en específico, logramos dotar de seguridad y efectividad el prototipo.
- Implementado una aplicación desarrollada en eclipse, logramos que el prototipo permita la actualización o modificación en una base de datos, accediendo desde este dispositivo a un Web service, haciendo uso de tecnologías inalámbricas.
- Realizamos una aplicación que tiene la capacidad de leer, escribir y editar las etiquetas dotadas de la tecnología RFID.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 S. Won Oh, "Light-weight RFID device interface for controlling RFID tag memory access" Advanced Communication Technology (ICACT) Volume:2 2010 páginas 1516 – 1521 7-10 Feb. 2010.
- 2 Z. Sheng, X. Li, and S. Zeadally, "Enabling next-generation RFID applications: Solutions and challenges," Computer, vol. 41pp. 21-28, Sept. 2008
- 3 O. Çakıcı, H. Groenevelt, A. Seidmann, "Using RFID for the management of pharmaceutical inventory-system optimization and shrinkage control" Elsevier B.V. pp.845-846 Feb. 2011.
- 4 P. Urien, C. Kiennert "A new keying system for RFID lock based on SSL dual interface NFC chips and android mobiles" Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), pp 42-43 Jun 2012.
- 5 A. Mifare "Standard Card IC MIF1 IC S50", Philips semiconductors, Functional Specification, Revision 5.1 May 2001
- 6 S. Oh, Y. Kim, and Y. Lee, "RFID -based Middleware System for Providing Ubiquitous Information Service," IPSJ SIG Technical Reports, vol. 2005, pp. 461-466, 2005.
- 7 H. Chen, W. Liao, T. Yow, S. Yun "secure and practical key management mechanism for NFC read-write mode" Advanced Communication Technology (ICACT), 13th International Conference on, pp 1081-1095, 2011).



Ponencia No. 13



RECURSOS EDUCATIVOS Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA

PEDRO ALONSO FORERO SABOYA
Magister en informática educativa
Docente Investigador
Universidad Libre pedroa.foreros@unilibrebog.edu.co

EDUARDO TRIANA MOYANO
Magister en computer science
Docente Investigador
Universidad Libre
eduardo.trianam@unilibrebog.edu.co

FABIAN BLANCO GARRIDO
Magister en telemática
Docente Investigador
Universidad Libre
fabian.blancog@unilibrebog.edu.co



RESUMEN

El constante desarrollo del campo ingenieril requiere de una formación integral en las diferentes áreas del conocimiento que lo componen. Esto conlleva a una reevaluación constante de los factores educativos en el marco de la pedagogía, desde el espacio conceptual de la didáctica y de las herramientas que permiten la elaboración de ayudas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje; es así como la construcción de Recursos Educativos Abiertos se convierte en un aspecto fundamental dentro del framework de la tutoría inteligente, conformando ámbitos educativos más intuitivos, más dinámicos y más ajustados a las exigencias educativas actuales.

PALABRAS CLAVE: Didáctica, digital, educación, ingeniería, tutoría

ABSTRACT

The constant development of the engineering field requires a comprehensive training in different areas of knowledge that compose it. This leads to constant re-evaluation of educational factors from the framework and pedagogy from the conceptual space of teaching and tools that enable the building of digital aids in the teaching-learning process; so as the development of open educational resources becomes a key aspect within the framework of development of intelligent tutoring, forming more intuitive, more dynamic and more adjusted to current educational demands educational settings

KEYWORDS: Didactic, digital, education, engineering, teach

Los métodos y los paradigmas educativos tradicionales han tenido que ser reevaluados para dar espacio a la aplicación de criterios formativos más dinámicos y más intuitivos. Esta problemática, entendida desde la formulación de retos en la conformación de estructuras educativas diseñadas en la virtualidad, sugiere responder al interrogante acerca del impacto en la formación integral del ingeniero, utilizando

Recursos Educativos Abiertos en las diferentes áreas disciplinares (situación estudiada, en este caso, por el grupo de investigación DAVINCIS, al interior del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre y que ha sido el gradiente para la publicación del presente artículo).

Es así como la informática y la pedagogía se cohesionan para plantear métodos de solución que se cristalicen en didácticas de espacios educativos, utilizando de manera instrumental recursos digitales que apoyen y dinamicen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería [4]. Estos métodos, nacidos de la simbiosis entre la pedagogía y la informática, se amalgaman y se hacen funcionales en los frameworks de tutoría inteligente.

Los resultados obtenidos al interior del framework de tutoría inteligente, como espacio de investigación para la construcción de recursos digitales, obedecen a la aplicación de la metodología MECCOVA (Metodología para la construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje), la cual ha sido diseñada al interior del programa de Ing. de Sistemas de la Universidad Libre y conlleva al cubrimiento de una serie de tareas resumidas de la siguiente manera:

- Identificación y abstracción de la problemática educativa dentro del espacio académico definido.
- Diseño modular del recurso digital con las temáticas que abordan la problemática académica.
- Construcción del recurso educativo aplicando los paradigmas de la ingeniería del software.
- Pruebas y realimentación del recurso, mejorando de manera continua el funcionamiento de la interfaz hombre-máquina (MHI —Machine Human Interface—).
- Implementación del Recurso interactuando en línea en el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA).

2. CONTENIDO

El desarrollo de la formación ingenieril sugiere entender el entramado educativo como un producto de tendencias, paradigmas y teorías, en el hilo conductor de la historia, la sociedad y la tecnología, tríada que resalta la importancia de la innovación en el uso de herramientas digitales [1] que faciliten el proceso de aprendizaje al interior y fuera del aula, labor soportada por los Recursos diseñados por el grupo de investigación DAVINCIS, entre los cuales se pueden citar:

- La metodología para la construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje (MECCOVA).
- El REA para apoyar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Estructuras de Datos.
- Un REA para apoyar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Redes y Comunicaciones.
- Un REA para el aprendizaje de los conceptos concernientes con el marco de la tecnología.
- Un REA para el aprendizaje de los fundamentos de la asignatura de Lógica y Algoritmos.

2.1. EL MODELO EDUCATIVO TRADICIONAL

Desde el punto de vista histórico, las tendencias educativas derivan del pensamiento reflexivo de los autores, así como del entorno de convivencia y de acción social dentro del cual se estructura y se manifiesta dicho pensamiento. A la par de un desarrollo de conceptos que direccionan la acción educativa, se hace manifiesto un estilo de formación centrado en los contenidos, además de tener en cuenta al docente como modelo y directriz de conocimiento y comportamiento.

2.2. EL MODELO DE AULA ELECTRÓNICA

El surgimiento del computador ha permitido que los modelos tradicionales de educación hayan pasado, de estructuras educativas

basadas en los conceptos funcionalistas, estructuralistas y conductistas, a estructuras de orden cognitivo constructivista, autónoma y significativa [3], centrada en las necesidades del estudiante y de su desempeño colaborativo. Los programas de computador reconfiguran el escenario educativo, donde la ingeniería encuentra un nicho de progreso en la internet, la virtualidad, los ambientes personales de aprendizaje (del inglés PLE —Personal Learning Environment—) y el e-learning, con documentos electrónicos y programas que se comparten en Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA).

2.3. AULA Y RECURSOS DIGITALES

El nuevo concepto de Aula Virtual, centrada en el uso de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), se ha modelado desde el pilar de la internet y ha contribuido para el surgimiento de mecanismos de apoyo en el medio educativo. La ingeniería del Software, las bases de datos, los 'clusters' y la computación en nube, son fundamentos del e-learning, del b-learning y del m-learning [4]; el software libre y los programas de autor se han convertido en entornos para construir Recursos Educativos digitales (como los REA-Recursos Educativos Abiertos).

2.4. TENDENCIAS EN LA VIRTUALIDAD

La computación en nube y el uso del concepto de virtualidad son utilizados en la dinámica de la formación ingenieril, y constituyen un marco de desarrollo desde lo digital y lo interdisciplinar [2], generando nuevas tendencias en la pedagogía y en la didáctica. El empleo de los microcomputadores en forma de NoteBooks, de Asistentes Digitales Personales (del inglés PDA —Personal Digital Assistant—) y de tablets, ha permeado una nueva tendencia para pasar del e-learning al m-learning, y a las comunidades que interactúan en la Web n.0.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La institución educativa universitaria, en conformidad con la tendencia de la formación apoyada en recursos digitales, está contribuyendo —desde la investigación— a la construcción de marcos de producción como los frameworks en tutoría inteligente, situación que se articula con un paradigma educativo propio del constructivismo y contribuye con:

- La construcción de recursos educativos digitales que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los diferentes espacios académicos propios de los programas de Ingeniería.
- Una formación centrada en el estudiante, en sus necesidades de formación integral, ética y profesional.
- La construcción de espacios de aprendizaje más inteligentes, abordados desde la tecnología, la inteligencia y la capacidad.
- La innovación en el ámbito formativo de la ingeniería, la investigación y la tecnología y su contribución con el escenario social.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias de publicaciones periódicas:

- [1] Universidad Santo Tomás. Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía. USTA. 6(1), pp. 43-50, 103-137.

Referencias de libros:

- [2] N. Toro, “abc de la Educación Virtual y a Distancia”, 1st ed., Ed. Filigrana E.U., 2005, pp. 79-144, 176-230.
- [3] S. Tobón, “Competencias EN LA Educación Superior”, 1st ed., Ed. ECOE EDICIONES, 2007.

Documentos de memorias de congresos (publicados):

- [4] E. Triana, F. Blanco and P. Forero, “Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería”, 2014. Cartagena.



Ponencia No. 14

INVERNADERO PORTÁTIL AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

LAURO JAVIER BUITRAGO MONTAÑEZ, ESPECIALISTA
Ingeniero en Mecatrónica, Profesional
Gestor Junior - Línea Electrónica y Telecomunicaciones
Tecnoparque Nodo Bogotá
ing.ljbuitrago@misena.edu.co

RESUMEN

El proyecto consiste en diseñar un invernadero portátil automatizado para la producción de forraje verde hidropónico-FVH, que favorezca la sostenibilidad de la producción avícola por parte de los jóvenes rurales emprendedores que están adelantando el trabajo de crianza de gallinas en unidades productivas tradicionales, para la obtención y comercialización de huevo criollo y, a su vez, para mejorar la competencia tecnológica de los pequeños productores avícolas que quieran replicar esta experiencia en diferentes actividades agrícolas.

PALABRAS CLAVE: Automatización, Avícolas, Forraje, Producción y Tiempo.

ABSTRACT

The project is to design an automated portable nursery for the production of hydroponic green fodder (HGF) that favors the sustainability of poultry production by young rural entrepreneurs who are advancing the work of raising chickens in traditional production units to obtain and marketing of native egg and, in turn, this process will improve the technological competence of small poultry producers who want to replicate this experience in different agricultural activities.

KEYWORDS: Automation, Poultry, Feed, Production and Time

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cambio climático y los altos costos de los esquilmos agrícolas y los alimentos balanceados, generaron la búsqueda de nuevas alternativas en los procesos básicos de la agricultura y ganadería [1], por ejemplo, la producción de alimento de bajo costo. Por tal razón, una solución para la alimentación de animales omnívoros y herbívoros es el grano germinado, dado que se puede obtener de las propias cosechas de los agricultores y, a la vez, se le puede dar un valor agregado.

El proyecto de un invernadero automatizado para la producción de forraje verde hidropónico-FVH tiene como propósito generar en la población campesina la necesidad de hacer uso de los cultivos hidropónicos, o Hidroponía, como fuente de alimentación para los animales herbívoros, especialmente gallinas criollas, con el fin de promover la adopción de sistemas de producción amigables con el medio ambiente, mejorando la gestión de los recursos naturales, incrementando la prestación de servicios ambientales (biodiversidad, suelo, agua y retención de carbono, entre otros) y elevando la productividad en las fincas participantes.

Como resultado, se creará un prototipo de invernadero portátil y automatizado para la producción de forraje verde para la alimentación de gallinas, el cual garantiza la adecuada humedad de la semilla en relación con las necesidades del contexto ecológico donde será ubicado el vivero. Se tomará como base el número de riesgos al día en concordancia con el tiempo de duración de cada uno de los riesgos.

2. CONTENIDO

Los cultivos hidropónicos pueden ser definidos como la ciencia de la siembra de plantas sin utilizar el suelo y usando un medio inerte como la grava, la arena, la turbe o el serrín como sustrato, a los cuales se les añade una solución de nutrientes que contienen todos los elementos esenciales necesarios para su normal crecimiento y desarrollo [2].

La importancia de la Hidroponía como sistema de producción agrícola está vinculada a los distintos contextos como son el económico, el ecológico y el social, debido a que sirve de herramienta en los sectores donde, por una parte, el clima es extremo y, por consiguiente, los elementos climáticos limitan el crecimiento de una planta en óptimas condiciones [3]. Con la Hidroponía se puede producir alimentos en zonas áridas, tropicales o donde el clima es demasiado frío.

Con el invernadero automatizado de forraje verde hidropónico-FVH se plantea ofrecer una alternativa de alimentación con forraje verde hidropónico, que tiene altos contenidos nutricionales para reemplazar hasta en un 80% el consumo de concentrado. Este sistema proporciona altos volúmenes de alimento en áreas pequeñas de producción y en cortos periodos de tiempo.

2.1 REQUERIMIENTOS INICIALES

Para poder dar vía libre a la realización del invernadero debemos contemplar los siguientes requerimientos específicos:

- ✓ Identificación y selección del forraje verde según las necesidades alimenticias de las gallinas.
- ✓ Identificar las variables que se quieren llegar a automatizar dentro de la siembra del forraje seleccionado.
- ✓ Establecer la programación de tarjetas electrónicas para el control del sistema de riego.
- ✓ Generar un diseño de invernadero que pueda ser implementado por los pequeños productores avícolas con las limitantes de recursos y costos que presenta esta población.

2.2 MATERIAL REQUERIDO PARA EL PROYECTO

El proceso requerido para adelantar un cultivo hidropónico automatizado necesita de los siguientes componentes:

- a. Herramientas
 - Herramientas manuales para cultivo agrícola
- b. Materiales
 - Rack o anaquel para FVH
 - Bandeja forrajera 74cm x 55cm
 - Malla Polisombra 47%
 - Plásticos
- c. Equipos
 - Motobomba
 - Sistema de riego
 - Tarjetas electrónicas
- d. Insumos
 - Semillas de forraje
 - Hidrokeeper (polímero retenedor de agua)

2.3 VENTAJAS

- Es un invernadero pequeño, portátil y económico, especialmente para la población campesina del municipio de Zipaquirá, asociado al programa de jóvenes rurales del SENA (Chía).
- El tamaño máximo del invernadero será de dos (2) metros de altura por metro y medio (1,50) de ancho y dos (2) metros de largo.
- La automatización del sistema de riego permitirá controlar la humedad de la semilla, en relación con el ambiente ecológico del vivero, repercutiendo en el número de riesgos al día y el tiempo de duración de cada uno de los riesgos en el vivero.
- Asociado a este programa de jóvenes rurales, se encuentra el programa Gallina Criolla Feliz, enfocado a la producción de huevos criollos con alta contenido de omega3. Por tal motivo, el proyecto del invernadero portátil juega un papel importante para la adecuada alimentación de los animales, en este caso de gallinas criollas, de tal forma que se complementen y tengan el éxito asegurado: cultivos hidropónicos amigables con el ambiente, requeridos para el sano crecimiento del forraje verde y por consiguiente de la sana alimentación de las gallinas criollas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño, creación y construcción del prototipo de invernadero portátil y automatizado para producción de forraje verde de bajo costo, maximiza tiempos en los procesos de agricultura y ganadería, especialmente para las actividades rutinarias como es la producción o adquisición de alimento para animales herbívoros, especialmente, gallinas criollas.

Una de las recomendaciones consiste en fomentar en la población campesina la

necesidad de utilizar la semilla como fuente de insumos necesarios para la alimentación de los animales, con el fin de fundamentar en el campesinado una cultura de siembra constante. Para esto, cada campesino deberá realizar el proceso de hidroponía en el invernadero portátil, día por medio, con el fin de garantizar la cantidad necesaria de forraje verde para la alimentación de las gallinas.

De igual forma, se debe tener estricto cuidado en el proceso de producción, ya que el forraje verde hidropónico es muy sensible a la manipulación.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Uribe T. Fernando, Zuluaga S. Andrés Felipe, Murgueitio R. Enrique, Valencia C. Liliana María, (2011). Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. CIPAV. [Online]. pp. 6-78. Available: <http://www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manejo.de.SSP.pdf>
- [2] Antillón, Laura Alpizar. (Costa Rica, 2004) Hidroponía, Cultivo sin tierra. Primera edición, Editorial tecnologica. [Online]. pp. 34-120. Available: <http://books.google.com.ec/books?id=xvuGzvNxR9UC&pg=PA33&dq=hidroponico&hl=es&sa=X&ei=fxc4VL2gKcJlggTzjIEI&ved=0CBoQ6AEwAA#v=onepage&q=hidroponico&f=false>.
- [3] Bosques Vargas, Jorge H. (2005). Curso Básico de hidroponía. [Online]. pp. 29-200. Available: http://books.google.com.ec/books?id=GV_XAQAQAQBAJ&pg=PA97&dq=importancia+de+la+hidropon%C3%ADa&hl=es&sa=X&ei=QBY4VNTyAcS6ggSP0YEo&ved=0CBoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false.