

Acelerando la investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el fortalecimiento de la industria. ISSN: 2590-5945







### **STAFF**

#### SENA SERVICIO NACIONAL DE APRENIZAJE

Director General (E)

José Antonio Lizarazo Sarmiento

Director del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo Henry Hernando Luna salcedo

Coordinador Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica Dirección de Formación Profesional SENA Emilio Eliecer Navia Zuñiga

CEET

Centro de Electricidad Electronica y Telecomunicaciones

Subdirectora del SENA CEET

Claudia Janet Gómez Larrota

Líder Grupo de Investigación

Ernesto Neira Camelo

Diseño Gráfico y Diagramación

EnCasa - agencia de comunicación CENIGRAF Juan Sebastián Quintero Molina Jorge Esteban Suarez Amézquita

Corrección de Estilo

Yury Andrea Alba Beltrán André Laverde Gutiérrez

Fotografía y cubrimiento audiovisual

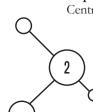
EnCasa - agencia de comunicación CENIGRAF

#### **AUTORES**

Deyanira Villazón Ernesto Neira André Laverde Robinson Castillo Arley Delgado Mauricio Vargas Hernando Piracoca David Caceres Fernando Ruiz Lucas Forero Sara Lancheros Claudia Gomez Shirley Rodriguez

Impresión

Centro Para la Industria de la Comunicación Gráfica

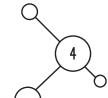


# **SUMARIO**

AGRADECIMIEN I OS	8
1. INTRODUCCIÓN	1
2. TALLERES IN SITU	12
2.1. INTRODUCCIÓN	12
2.2. PROGRAMAS DE FORMACIÓN	
<b>2.2.1</b> FASE I	
<b>2.2.2</b> FASE II	18
<b>2.2.3</b> FASE III	2
2.3. INDUCCIÓN A LOS TRIMESTRES II, III, IV	2
2.4. SEMANA DE ALISTAMIENTO	
<b>2.5.</b> CONCLUSIONES	2
3. PROYECTA 2017	24
3.1. INTRODUCCIÓN	
3.2. INTERVENCIONES DE LOS DIRECTIVOS SENA	
3.3. PONENCIAS DESARROLLADAS DURANTE EL EVENTO	
3.3.1. IoT INTERNET DE LAS COSAS INDUSTRIAL	
3.3.2. DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA EL ANÁLISIS,	31
DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ALTO DESEMPEÑO DE	
SISTEMAS ELÉCTRICOS Y MECATRÓNICOS	3
3.3.3. LABORATORIO DE SERVICIOS INTEGRADOS DE REDES	
(SIR) Y COMUNICACIONES UNIFICADAS (C.U.)	4
3.3.4. FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN	
DEL AMBIENTE 314 DEL CEET PARA LA REALIZACIÓN	
DE PRÁCTICAS ORIENTADAS BAJO LOS LINEAMIENTOS	
DEL RITEL	4
<b>3.3.5.</b> INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO	
ELECTRÓNICO A TRAVÉS DE LAS PRUEBAS DE	
SEGURIDAD ELÉCTRICA	50
<b>3.3.6.</b> SISTEMA DE CONTROL PARA UN EQUIPO ELÉCTRICO	
DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA BASADO EN CURVAS	
TIEMPO - CORRIENTE	6
3.3.7. DESIGN THINKING: INNOVACIÓN COLABORATIVA	
APLICADA A LA GENERACIÓN DE PORTAFOLIOS DE	
SERVICIOS TECNOLÓGICOS COMPETITIVOS	70
<b>3.4.</b> PANEL DE DISCUSIÓN: ESCUCHEMOS A LAS EMPRESAS-	
ACELERANDO JUNTOS LA IMPLEMENTACIÓN DEL	
IOT INDUSTRIAL	70
<b>3.5.</b> RESULTADOS	
3.6. CONCLUSIONES	8

# **LISTA DE FIGURAS**

Fig. 1.	De izquierda a derecha: Hugo Sarmiento, Claudia Gómez,	
(	Orlando Reyes, Mario Rodríguez, Shirley Rodríguez	9
Fig. 2.	Talleres in situ	10
Fig. 3.	Talleres in situ	10
	Desarrollo de los talleres	
Fig. 5.	Actividad con aprendices	12
Fig. 6.	Presentación de la actividad grupal	13
Fig. 7.	Realimentación de la actividad	13
Fig. 8.	Tablero de la actividad de introducción al I+D+i, realizada por los aprendices	14
	Tablero de la actividad de introducción al I+D+i, realizada por los	
	aprendices	14
Fig. 10.	. Conocimiento de los aprendices sobre los proyectos adelantados	
	en el GICS- Fase I	
	Aplicación de encuestas a los aprendices	
_	Evaluación del taller in situ -fase I	
	Resumen de participación de la fase I	
	Participantes por programa - fase I	17
Fig. 15.	. Conocimiento de los aprendices sobre los proyectos adelantados	
<b>-</b>	en el GICS- Fase II	
	Desarrollo de la fase II	
	Participación de los aprendices en la fase II	
	Evaluación del taller in situ -fase II	
	Resumen de la participación de la fase II	
	. Actividades de inicio de la fase III	22
Fig. 21.	. Conocimiento de los aprendices sobre los proyectos adelantados	
	en el GICS- Fase III	
	. Evaluación del taller in situ -fase III	
	Resumen de la participación de la fase III	
	Relación de participantes por programa - Fase III	<b>2</b> 4
Fig. 25	Relación de participantes por programa - Inducción segundo trimestre	2!
Fig 26	Relación de participantes por programa - Inducción tercer	
1 19. 20	trimestre	26
Fig 27	Relación de participantes por programa - Inducción cuarto	
116.27	trimestre	
Fig 28	Conclusiones estrategias desarrolladas de sensibilización	
	Semana de alistamiento	
	Estrategias de sensibilización	
	Asistentes Encuentro Academia-Empresa	
	Intervención Dr. Emilio Zuñiga	
Fig. 33	Bienvenida Subdirectora SENA CEET	32
	Palabras Director Regional	
	Empresarios participando en las ponencias	
	. Ponencia del experto Méxicano Eduardo Bobadilla	
	. Ponencia del experto Méxicano Eduardo Bobadilla	
	. Ponencia del experto Méxicano Eduardo Bobadilla	
	Ponencia de investigador David Rojas	



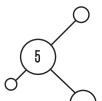
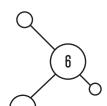


Fig.	40.	Participantes de la ponencia	<b>4</b> 1
Fig.	41.	Plataforma de experimentación	<b>4</b> 1
Fig.	42.	Semillero de teleinformática	43
Fig.	43.	Infraestructura para SIR y CU	<b>4</b> 4
Fig.	44.	Adecuaciones del laboratorio	<b>4</b> 4
		Semillero de teleinformática	
Fig.	46.	Semillero de teleinformática	45
Fig.	47.	Proyecto modernización	47
		Marco metodológico	
Fig.	49.	Infraestructura de red interna según el RITEL	48
Fig.	50.	Ambiente de formación 320	49
Fig.	51.	Nodo HFC SG2000 Fuera de servicio	49
Fig.	52.	Práctica de captación de señal satelital	50
Fig.	53.	Cajas de strip telefónico	50
		Equipos activos	
Fig.	55.	Datacenter CEET.	<b>5</b> 1
Fig.	56.	Aprendices de semillero, fichas 1132366 G2 (izquierda) y	
		1347113 (derecha)	
Fig.	57.	Prueba de concepto de los módulos de RITEL	54
Fig.	58.	Topología de red detallada	54
Fig.	59.	Seguridad eléctrica en equipos electrónicos	56
Fig.	60.	Efectos de la corriente en el cuerpo humano. Eléctrica aplicada	58
Fig.	61.	Falla de línea a tierra. Programa Casa Segura	59
Fig.	62.	Tomacorriente GFCI. Eléctricos GHC	59
Fig.	63.	Ponencia del investigador Robinson Castillo	62
Fig.	64.	Curva Tiempo – Corriente. Norma ANSI/IEEE C37.2	63
Fig.	65.	Esquema carga trifásica variable	65
		Sistema de control	66
Fig.	67.	Interfaz usuario sistema de control. Elaborada en software propio	
		de Labview National instruments	
Fig.	68.	Participantes conversatorio	76
Fig.	69.	Asistentes totales del evento-	78
Fig.	70.	Asistentes SENA del evento	79

# **LISTA DE TABLAS**

Tabla I. Proyección inicial de los talleres in situ-2017	13
Tabla II. Consolidado encuesta de percepción sobre los talleres- Fase I	
Tabla III. Respuestas obtenidas en la segunda pregunta- Fase II	
<b>Tabla IV.</b> Respuestas obtenidas en la tercera pregunta- Fase II	
<b>Tabla V.</b> Respuestas obtenidas en la tercera pregunta- Fase II	
Tabla VI. Consolidado encuesta de percepción sobre los talleres- Fase III	
Tabla VII. Criterios de selección empleados y ponderación	
Tabla VIII. Escala de evaluación para los criterios	
Tabla IX. Evaluación de alternativas de acuerdo a criterios establecidos	
Tabla X. Resultados en laboratorio	
Tabla XI. Participantes Proyecta 2017	
Tabla XII. Participantes SENA Proyecta 2017	





### **AGRADECIMIENTOS**

de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones (CEET.) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA.), por todo el apoyo y la confianza brindada para el desarrollo de las actividades de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico (I+D+i) del año 2017. Al Director Regional Distrito Capital SENA, Dr. Enrique Romero Contreras, por su acompañamiento y motivación para seguir innovando y trabajando en conjunto entre la academia v la industria. Al Dr. Emilio Eliecer Navia Zuñiga, Coordinador del Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica, Dirección de Formación Profesional de la Dirección General - SENA, por recordarnos la importancia de la articulación con los sectores productivos y la función del Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA).

También extendemos nuestra gratitud a los Coordinadores Académicos y de Formación Profesional Integral del CEET. Al líder del Grupo de Investigación GICS, Ernesto Neira, por compartir su experiencia y sus valiosos lineamientos. A André Laverde por su apovo v enlace con las empresas participantes.

A nuestros ponentes: Eduardo Bobadilla de México, por su valioso aporte sobre las nuevas tecnologías en Internet de las Cosas (IoT). A los

oportunidad Arley Delgado, Mauricio Vargas, Hernando Piracoca, quiero agradecer a la Dra. David Cáceres, Harvey David Rojas, Fernando Ruiz, Claudia Janet Gómez Lucas Forero y Sara Lancheros; por su dedicación, y Larrota, Subdirectora del Centro mostrarnos la importancia estratégica de los provectos desarrollados entre el SENA-CEET y las Empresas. Todo esto, fruto de su valioso esfuerzo y su inmensurable experiencia.

> A los empresarios, por escucharnos atentamente, participar y motivarnos a seguir trabajando día a día por ellos y su sector. A las universidades e investigadores, por sus aportes en pro de la articulación academia-empresa.

> A los organizadores de los eventos: Devanira Villazón y Marysabel Cabrera, y los aprendices de apoyo, Andrés Felipe Piñeros, David Alejandro Venegas, Joseph Montilla, Heider Arismendy, Ismael Ramírez, Gustavo Suarez, Luz Velásquez, Andrés Vásquez, Alexander Pantoja, Francisco García, Álvaro Avendaño, Andrés Rojas y Yamile Amado, por su gran actitud y disposición. También queremos agradecer, a los demás instructores y aprendices que nos acompañaron, y a todos los participantes por su entusiasmo y hacer de este, un evento memorable.

> Por último, queremos resaltar que es nuestro deseo que los esfuerzos de SENNOVA y nuestro Grupo de Investigación GICS rindan sus frutos. Sin embargo, sabemos que esto no lo podemos lograr solos, y así, es necesario el apoyo de la Industria y la Academia. Por lo tanto, animamos a estos actores a seguir participando, para que estos procesos, los diferentes escenarios y este evento, sea el primero de muchos. Logrando estrechar lazos de cooperación y colaboración entre Academia y Empresa. Para que cada uno brinde lo mejor de sí, construyendo una mejor sociedad y un mejor país.

A todos mil gracias.

Con enorme aprecio, María Shirley Rodríguez Mejía investigadores Robinson Castillo, Líder SENNOVA CEET del SENA



Fig. 1. De izoujerda a derecha: Hugo Sarmiento, Claudia Gómez, Orlando Reves, Mario Rodríguez, Shirley Rodríguez,













1. INTRO
DUCCIÓN

Hacer investigación, desarrollo e innovación, sin divulgación, es como esconder un gran tesoro, sin que nadie lo puede aprovechar. Hacer I+D+i sin una utilidad práctica para el sector productivo o social, es desperdiciar ese tesoro.

El Grupo de Investigación GICS es consciente de la necesidad de comunicar su hacer. Por eso tiene lineamientos claros de sensibilizar a la comunidad SENA y articularse con el sector productivo. Buscando el mejoramiento continuo y teniendo un mayor impacto en la industria.

Una forma de articulación y divulgación implementada, este año, fue el evento: Proyecta 2017 Encuentro Academia-Empresa, cuyo slogan fue:

# "Acelerando la investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el fortalecimiento de la industria".

En el evento se presentaron algunos casos de éxito de proyectos realizados en colaboración entre el Grupo GICS y las empresas de los sectores eléctrico, electrónico, telecomunicaciones y teleinformática. Además, se realizó una ponencia internacional en el tema de IoT industrial. Finalmente, se generó un espacio de discusión donde las empresas plantearon sus necesidades en I+D+i y se invitó a los asistentes a conectarse con el Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA).





Fig. 2 y fig. 3. Talleres in situ.



Fig. 4. Desarrollo de los talleres.

Adicionalmente, el Grupo de GICS realizó durante el año 2017 una campaña interna de sensibilización con los aprendices e instructores (Talleres In Situ). Orientada al autodescubrimiento de los investigadores. Para que ellos determinen sus gustos, pasiones y se proyecten personal y laboralmente.

En conclusión, el CEET busca aportar al mejoramiento de las condiciones de vida de los colombianos, sabiendo que solo de la mano del sector industrial, se puede lograr.

# 2. TALLERES NSITU







Fig. 7. Realimentación de la actividad.

#### INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (I+D+i).



Fig. 5. Actividad con aprendices.

Tal vez, los aprendices e instructores han escuchado estas tres palabras juntas. Quizás, ya conocían su significado. Pero más que una simple connotación, se querían presentar como un camino para lograr los sueños.

los aprendices. Además, los talleres buscaban sembrar

una idea en la cabeza de los asistentes:

Se buscaba mostrar que la I+D+i es una alternativa para cambiar, no solo nuestras vidas, sino a la sociedad colombiana.

En los talleres se mostraron casos de éxito. Como a partir de cosas pequeñas, proyectos sencillos de I+D+i, se puede hacer la diferencia. Donde personas comunes con problemáticas cotidianas, generaban soluciones que cambiaban sus vidas. Enfatizando:

"La I+D+i está cambiando el mundo".

Alguien podría decir que los organizadores fueron pretenciosos, simplificando todo. Que faltó profundizar en el sacrificio que implica lograr una transformación, argumentando que en Colombia este cambio no se puede dar.

Entonces, se podría replicar que en el país se innova todo el tiempo. Mostrando cientos de casos donde pequeños desarrollos tecnológicos, nacidos y realizados en Colombia, han logrado el bienestar para muchos.

Los Talleres In Situ-2017 querían sembrar una semilla de transformación, entre muchas, de esas que deben ser plantadas en todo el país. Para lograr lo anterior, se definieron tres escenarios de acción:

- Programas de formación.
- Aprendices durante las semanas de inducción.
- •Instructores durante las semanas de alistamiento.

La meta inicial era impactar a:

Personal	Número de personas
Aprendices	1200
Instructores	50
Administrativos	50

Tabla I. Proyección inicial de los talleres in situ-2017.

Este capítulo es ordenado como se muestra a continuación: En la sección 2.2, son presentados los resultados de los talleres ofrecidos a los programas de formación. La sección 2.3 muestra los resultados del proceso realizado para los nuevos aprendices durante las semanas de inducción. Los resultados obtenidos con los instructores durante la semana de alistamiento son presentados en la sección 2.4 y finalmente, la sección 2.5 presenta las conclusiones obtenidas.

# **2.2. PROGRAMAS**DE **FORMACIÓN**

Los programas de formación fueron abordados en tres fases.

#### 2.2.1. FASE I

La fase I del Ciclo de talleres Proyecta 2017, de orientación a los programas de formación, se desarrolló favoreciendo a los programas del área de Teleinformática y Telecomunicaciones. Y en especial, a los programas en proceso de autoevaluación para la acreditación del registro calificado, periodo 2016-2017:

- MECYDICE
- GRD
- GSBD
- PM
- ADSITDMIST
- SEG REDES
- IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (214506)

En las jornadas se logró la participación total de 39 instructores y 787 aprendices. Durante los talleres se ejecutaron labores de autoevaluación, con la finalidad de obtener un diagnóstico útil para la toma de decisiones. Cuatro aspectos fueron evaluados:



1 Conocimiento del Grupo GICS. En este ítem se buscaba identificar el conocimiento de los aprendices sobre los proyectos de investigación que se adelantan en el CEET. La herramienta de medición implementada fue la encuesta. En esta pregunta, los aprendices relacionaron los proyectos con sus respectivas líneas de investigación (Los resultados son mostrados en la Fig. 10). Logrando un total de 990 aciertos y 706 equivocaciones.

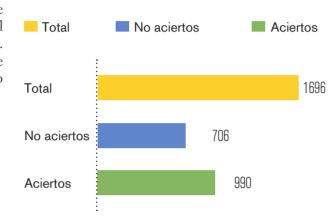


Fig. 10. Conocimiento de los aprendices sobre los proyectos adelantados en el GICS- Fase I.

Eliminando la probabilidad de aciertos aleatorios, los resultados se pueden considerar cercanos al 50% de conocimiento. Demostrando la necesidad de atraer y vincular a los aprendices en los procesos de I+D+i.

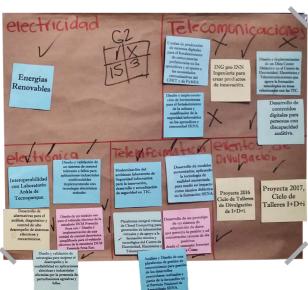


Fig. 8 y Fig. 9. Tablero de la actividad de introducción al I+D+i, realizada por los aprendices.



Fig. 11. Aplicación de encuestas a los aprendices.

- **2** ¿Cómo contribuyen los proyectos de investigación a las competencias de su programa de formación? Esta fue una de las preguntas abiertas y tuvo numerosas respuestas. Lo que permite concluir que la totalidad de los aprendices identifican la I+D+i como algo positivo. Las respuestas presentadas con mayor frecuencia fueron:
- a. Crecimiento laboral y personal.
- **b**. Fortalece el conocimiento de las nuevas tecnologías.
- c. Generación de nuevas oportunidades.
- d. Competitividad empresarial.

Se resalta que los aprendices de éste programa, relacionan la investigación con la generación y fortalecimiento del conocimiento. Al ser una pregunta abierta, se obtuvieron diversos puntos de vista en las respuestas, algunos con una visión inmediata y otros con una proyección a futuro. Variando desde la realización de los sueños, hasta la interacción socio cultural.

Considerando lo anterior, surge la necesidad de identificar las causas por las cuales los aprendices deciden no participar en los semilleros de investigación. Pues aunque todos lo identifican como algo positivo, se presenta una participación que no corresponde con los resultados de la encuesta.

**3** En la tercera pregunta, se interrogó a los aprendices sobre las tecnologías que podrían ser incorporadas en sus programas de formación.

A pesar que las respuestas obtenidas se orientan a las necesidades de cada programa, se pudo identificar respuestas en común, como:

- a. Nuevos materiales para el programa.
- **b.** Mejoramiento de la conexión a internet.
- c. Actualización de los cómputo.
- d. Mejoramiento de los ambientes.
- e. Actualización de software.
- **4** Por último, se solicitó una evaluación del taller. Las preguntas realizadas fueron:
- a. ¿Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?
- **b.** ¿Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?
- c. ¿Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación GICS CEET y cómo vincularse al semillero?
- **d.** ¿El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue sufciente?
- e. ¿Se dio respuesta a los interrogantes presentados durante el desarrollo del taller?



Los resultados de la evaluación por parte de aprendices se muestran en la tabla II:

Ítem	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Deficiente	Total
¿Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?	636	146	5	0	0	787
¿Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?	731	39	14	0	3	787
¿Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación GICS – CEET y cómo vincularse al semillero?	606	170	10	1	0	787
¿El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue sufciente?	620	156	11	0	0	787
¿Se dio respuesta a los interrogantes presentados durante el desarrollo del taller?	754	31	2	0	0	787
Total	3347	542	42	1	3	3935

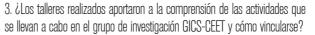
Tabla II. Consolidado encuesta de percepción sobre los talleres- Fase I.

Para una mejor interpretación de los resultados se presentan la siguientes gráfica (Fig. 12):

1. ¿Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?

2. ¿Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?





Deficiente 0 Regular 1

Aceptable 110

Bueno

Excelente



4. ¿El tiempo asignado para el dearrollo del taller fue suficiente?





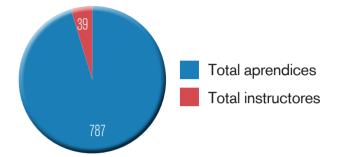


Fig. 12. Evaluación del taller in situ - fase I.

Fig. 13. Resumen de la participación de la fase I.

Por último, se presenta el número de participantes en el Taller In Situ referenciados por programa (Fig. 14):

Excelente

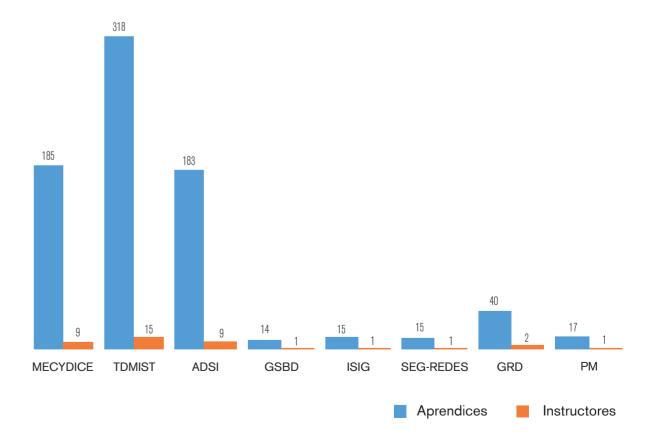
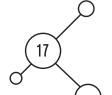


Fig. 14. Participantes por programa - fase I.





#### 2.2.2. FASE II

En la fase II del Ciclo de talleres Proyecta 2017, orientados a programas de formación, se benefició el programa de Electricidad Industrial. El cual se encuentra en proceso de autoevaluación para acreditación de alta calidad, periodo 2016-2017.

La agenda se mantuvo sin cambios, con relación a la llevada a cabo durante la fase I. Ésta fase del taller contó con la participación de 398 aprendices y 25 instructores.

Conocimiento del grupo GICS: Al igual que en la primera fase, este ítem buscaba identificar el conocimiento que tienen los aprendices sobre los proyectos de investigación que se adelantan en el grupo de investigación. en este caso, de 783 respuestas, 585 fueron acertadas, mostrando que la participación del programa de Electrónica Industrial en los proyectos de investigación, era mayor.



Fig. 17. Participación de los aprendices en la fase II.

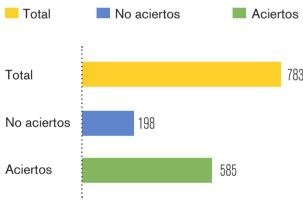


Fig. 15. Conocimientos de los aprendices sobre los proyectos adelantados en el GICS - Fase II.



Fig. 16. Desarrollo de la fase II.

**2** La siguiente pregunta fue, ¿Cómo contribuyen los proyectos de investigación a las competencias de su programa de Formación?.

El grupo identificó las siguientes respuestas:

Respuesta	Número de respuestas		
Mayor conocimiento	19		
Conocimiento de nuevas tecnologías	6		
Mejores ofertas laborales	12		
Mayor competitividad	4		
Nuevos inventos	5		
Reconocimientos	1		
Se exploran nuevos campos de investigación	2		
Beneficios económicos	8		
Participar en eventos nacionales e internacionales	6		
Promueve la acreditación	2		
Promueve la innovación	6		
Formular proyectos	2		
Creación de empresas	4		
Patrocinios	1		
Trabajo en equipo	2		
Nuevos convenios	1		
Potencia la investigación	6		
Desarrollo integral del aprendiz	1		
Mayor compromiso	1		
Comunicación asertiva	1		
Desarrollo económico	1		

Tabla III. Respuestas obtenidas en la segunda pregunta- Fase II.

Aquí se evidenció de nuevo, que los aprendices ven a la investigación como algo positivo. Pero es de resaltar que en ninguna de las respuestas, la investigación fue relacionada con la solución de problemas.



Propuestas	Número de votos
Impresora de planos técnicos.	2
Herramientas nuevas y equipo de medición.	10
Bancos de trabajo actualizados.	6
Independización de ambientes.	15
Mejor cobertura de internet.	5
Computadores en óptimo estado.	5
Programas de simulación y diseño.	5
Plataforma virtual para prácticas.	1
Generadores eléctricos.	2
Especialización en domótica.	1
Tableros y equipos eléctricos.	4
Elementos de protección.	2
Capacitación para el manejo de equipos.	1
Capacitación en la Norma Técnica Colombiana (NTC) para electricidad.	1
Bancos para lógica cableada.	1
Instructores innovadores.	2
Lockers.	1
Nuevos patrocinios.	3
Cámaras técnicas.	1
Analizadores de red.	1
Pulseras antiestáticas.	1
Alianza para visitas pedagógicas.	8
Ambientes de generadores.	2
Más ambientes para creación de software.	1
Modernización de ambientes.	2
Asesores expertos.	3

Tabla IV. Respuestas obtenidas en la tercera pregunta- fase II.

#### 4 El taller fue evaluado de la siguiente manera:

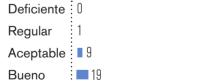
Ítem	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Deficiente	Total
¿Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?	335	146	5	0	0	787
¿Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?	369	61	2	0	0	398
¿Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación GICS – CEET y cómo vincularse al semillero?	350	47	1	1	0	398
¿El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue suficiente?	366	32	0	0	0	398
¿Se dio respuesta a los interrogantes presentados durante el desarrollo del taller?	392	6	0	0	0	398
Total	1812	165	12	1	0	1990



<sup>1. ¿</sup>Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?

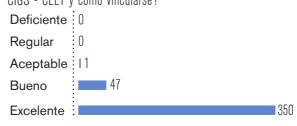
<sup>2. ¿</sup>Las actividades fiueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?





3. ¿Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación CIGS - CEET y cómo vincularse?

4. ¿El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue suficiente?





Bueno 32
Excelente 366

21

5. ¿Se dio respuesta a los interrogantes presentados durante el desarrollo del taller?



Fig. 18. Evaluación del taller in situ - fase II.

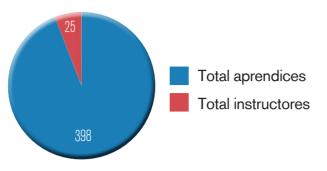


Fig. 19. Resumen de la participación fase II.

Fig 20. Actividades de inicio de la fase III.

#### 2.2.3. FASE III

Esta fase impactó los programas de electrónica de:

- IMEEI
- MELI
- TGMEB
- $\bullet \ \mathrm{MEAV}$
- TFP

El taller contó con la participación de 11 instructores y 159 aprendices.

En esta oportunidad se obtuvieron las siguientes respuestas, derivadas de las encuestas:

1 Conocimiento del grupo GICS: Las respuestas al ejercicio de clasificación de los proyectos, de acuerdo a las líneas de investigación, mostraron muy buenos resultados.

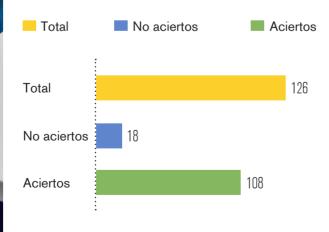


Fig 21. Conocimiento de los aprendices sobre los proyectos adelantados en el GICS - Fase III.

La gráfica anterior muestra 126 respuestas acertadas, frente a 18 incorrectas.

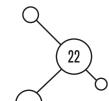
**2** En la pregunta, ¿Cómo contribuyen los proyectos de investigación a las competencias de su programa de formación?.

Las respuestas fueron de nuevo variadas, pero se logró identificar que al igual que en los anteriores talleres, los aprendices relacionan la investigación con la generación de nuevo conocimiento.

- **3** En este apartado, se solicitó la generación de ideas a tener en cuenta para incorporar en sus programas de formación. Las propuestas tuvieron tendencias hacia la renovación y actualización de las tecnologías usadas en los ambientes de formación, con equipos de última generación.
- **4** La evaluación del taller presente la siguiente realimentación:

Ítem	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Deficiente	Total
¿Los temas presentados en la agenda fueron relevantes?	151	146	5	0	0	787
¿Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada?	159	8	0	0	0	159
¿Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación GICS – CEET y cómo vincularse al semillero?	150	8	1	0	0	159
¿El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue suficiente?	152	6	0	1	0	159
¿Se dio respuesta a los interrogantes presentados durante el desarrollo del taller?	159	0	0	0	0	159
Total	711	22	1	1	0	795

Tabla VI. Consolidado encuesta de percepción sobre los talleres- Fase III.



#### PROYECTA 2017 - CICLO DE TALLERES......

1. Los temas presentados en la agenda fueron relevantes.

2. Las actividades fueron desarrolladas de acuerdo con la agenda planteada.

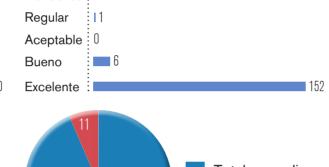




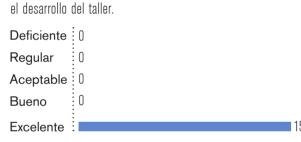
3. Los talleres realizados aportaron a la comprensión de las actividades que se llevan a cabo en el grupo de investigación GICS - CEET y cómo vincularse.

4. El tiempo asignado para el desarrollo del taller fue suficiente





Deficiente : 0



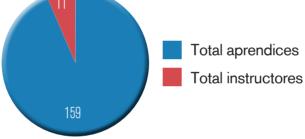


Fig. 22. evaluación del taller in situ - fase III.

Fig. 23. Resumen de la participacion de la fase - fase III.

A continuación se muestra la distribución de los participantes según su programa:

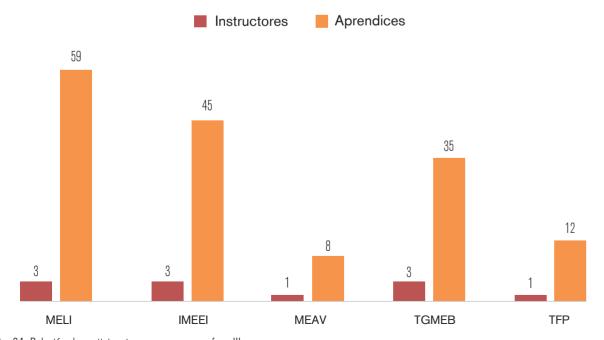


Fig. 24. Relación de participantes por programa - fase III.

# **2.3. INDUCCIÓN**A LOS **TRIMESTRES (II, III, IV).**

En la inducción a los nuevos aprendices, se busca dar a conocer el área de investigación del CEET. Motivándolos a vincularse al semillero del grupo GICS.

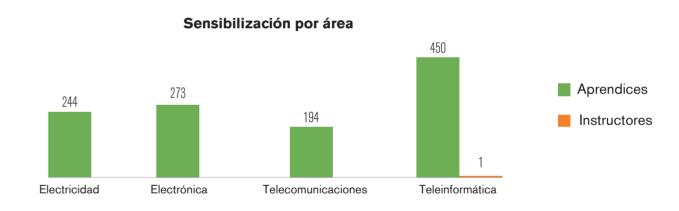
La agenda desarrollada fue la siguiente:

- 1. Presentación GICS.
- 2. Pausa activa.
- 3. Contextualización del grupo de investigación del CEET GICS.
- 4. Contextualización del ciclo de talleres PROYECTA 2017.
- **5.** Haz parte de Semillero GICS Registra tus datos.
- 6. Sesión de preguntas.
- 7. Caso exitoso Tarabita BOOMERANG.
- 8. Agradecimientos y finalización de la jornada.

El total de aprendices durante las tres inducciones fue de 2890.

Las siguientes gráficas presentan las estadísticas por trimestre, de los aprendices que asistieron:

#### Segundo Trimestre:



#### Sensibilización por programa

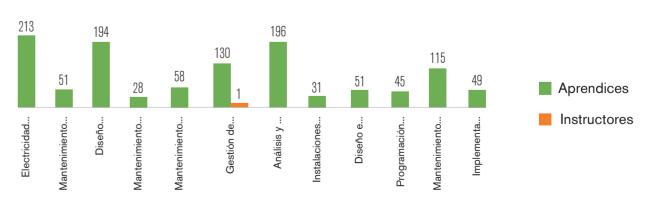
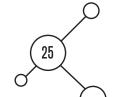


Fig. 25. Relación de participantes por programa - Inducción segundo trimestre.





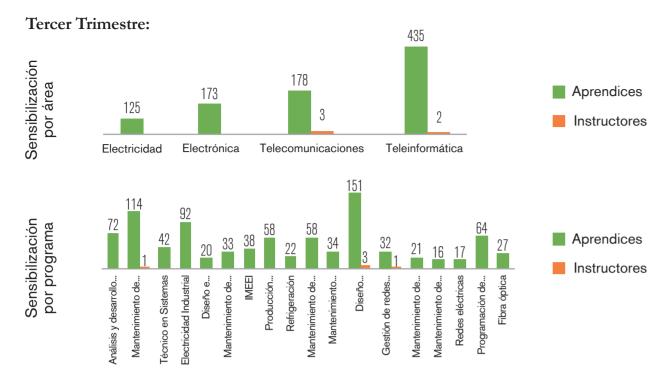


Fig. 26. Relación de participantes por programa - Inducción tercer trimestre.

#### **Cuarto trimestre:**

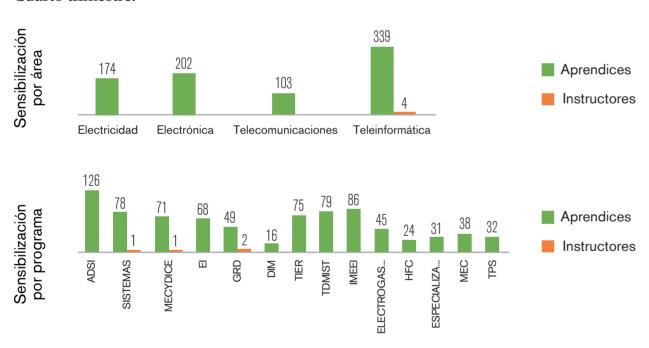


Fig. 27. Relación de participantes por programa - Inducción cuarto trimestre.

#### 2.4. SEMANA DE ALISTAMIENTO

El objetivo de esta semana de alistamiento es la sensibilización de los instructores del CEET en el área de I+D+i; esto enfocado no solamente a su vinculación, sino también a que extiendan la motivación por la investigación a sus aprendices.

#### 2.5. CONCLUSIONES

A través de las tres estrategias de sensibilización realizadas, se logró una participación total de 4234 aprendices y de 270 instructores, como se muestra en la siguiente gráfica

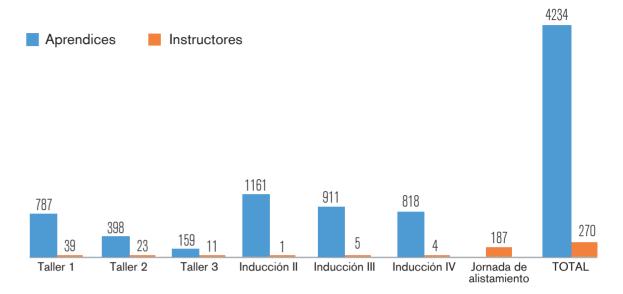


Fig. 28. Conclusiones estrategias desarrolladas de sensibilización.

Las sensibilizaciones desarrolladas, además de enmarcar al cuerpo de aprendices e instructores en el quehacer del área de I+D+i, permitió medir el grado de interés que tienen para vincularse al grupo de investigación GICS en sus diferentes modalidades, a través del formulario publicado en el blog CEET.

Se contextualizó satisfactoriamente a los aprendices e instructores acerca del proceso de autoevaluación 2016-2017, en la jornada de alistamiento.

En el ciclo de talleres desarrollados en el 2017 se superó la meta; logrando sensibilizar a un total de 4232 aprendices y 270 instructores.













Fig. 31. Asistentes Encuentro Academia - Empresa.

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

n buen trabajo investigativo, es aquel que se pone a disposición de las empresas y se comunica. Con esta premisa, el grupo de Investigación GICS organizó, el 22 de noviembre de 2017, un evento cuyo slogan invita a las empresas a usar los resultados del grupo:

Acelerando la investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el fortalecimiento de la industria.

> Fueron meses intensos de planeación, logística y comunicaciones. Donde el encuentro logró la participación activa de las empresas y universidades pertenecientes al sector Electro - Electrónico y Telecomunicaciones. Convirtiéndose en una plataforma de relacionamiento para los asistentes. La agenda del evento, incluyó:

- La apertura y palabras de bienvenida de los directores SENA.
- Las ponencias tanto nacionales como internacionales.
- Para terminar, un conversatorio de cierre con las empresas y asistentes.

A continuación se contextualiza los temas abordados en las siguientes secciones: en el apartado 3.2 son presentadas las intervenciones de los altos directivos SENA, con relación a la importancia de la I+D+i y la articulación Academia - Empresa. En el siguiente numeral 3.3 muestra la ponencia internacional sobre tecnologías de vanguardia, y las ponencias locales de los resultados de proyectos internos y aquellos con las empresas. El resumen del conversatorio con las empresas y academia son presentados en la sección 3.4. Al finalizar, la sección 3.5 presenta las conclusiones del evento.

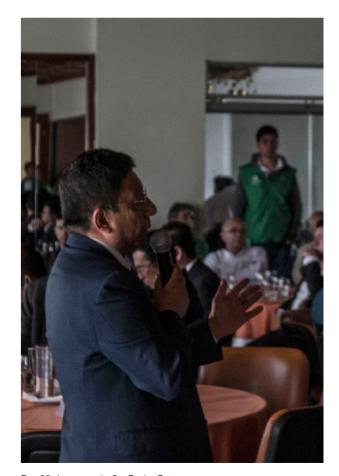
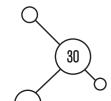


Fig. 32. Intervención Dr. Emilio Zuñiiga.



# 3.2. INTERVENCIONES DE LOS DIRECTIVOS SENA

a apertura del evento inicio con el saludo dirigido a los presentes, y las palabras de bienvenida de los directores de la Regional, la Subdirección SENA CEET y la Coordinación SENNOVA, así:

• Saludo de Bienvenida del Director Regional Distrito Capital SENA. Dr. Enrique Romero Contreras, quien hizo énfasis en la importancia de cultivar las innovaciones disruptivas en la academia, que pueden resolver las necesidades industriales, a través del trabajo mancomunado con las empresas.

También resalto la creación de Spinoff-empresas de base tecnológica a partir de resultados de investigación, y startups- empresas de rápido crecimiento e innovación y la generación de productos de investigación, susceptibles de protección industrial e intelectual.

• Apertura del encuentro, a cargo de la Subdirectora del SENA CEET, Dra. Claudia Janet Gómez Larrota. La Dra. Claudia habló de la importancia de este evento y de las áreas del centro SENA CEET y los sectores de la economía y la sociedad que éste atiende. Estos sectores transversales son muy dinámicos e innovadores, y generan empleos muy cualificados, como grandes impulsores del desarrollo de los países.

En el mundo, las industrias eléctrica y electrónica, o como se suele llamar, Electro Electrónicas, son gigantes que crecen continuamente, como industrias que proveen servicios y soporte físico y energético, a muchas otras, por eso son llamadas "industrias de industrias".

Por el otro lado, las industrias conocidas como TIC, tecnologías de la información y comunicaciones, son fundamentales como soporte lógico de las industrias electro electrónicas y de toda actividad industrial, social, económica o humana que se usan día a día.



Fig. 33. Bienvenida Subdirectora SENA CEET.

En Colombia estas industrias diseñan y producen equipos, aparatos, aplicaciones, soluciones y software de alto nivel, por tanto le corresponde al SENA, apoyar estas industrias mediante proyectos conjuntos para agregar más valor a la economía de la ciudad, y al mismo tiempo hacer más pertinente la formación de los aprendices.

• Presentación de Sennova e importancia de la articulación con los sectores, a cargo del Coordinador del Grupo de Investigación, Innovación y Producción Académica, Dirección de Formación Profesional / Dirección General, Dr. Emilio Eliecer Navia Zuñiga. El Doctor Emilio centró su intervención en el grupo que lidera y en SENNOVA, cuyo objetivo es fortalecer los estándares de calidad y pertinencia, de la formación profesional.

También en la divulgación de CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación), también el uso y desarrollo de tecnologías, así como investigaciones científicas, para resolver problemas regionales y locales, mediante los Semilleros de investigación, los Grupos



Fig. 34. Palabras Director Regional

de investigación aplicada y desarrollo de proyectos de I+D+i, de los centros de formación respectivos, y las convocatorias de fomento a la innovación con empresas.

También puntualizó que SENNOVA y los grupos de Investigación deben cumplir con las mismas condiciones que el sistema de CTI del país, exigiendo: reconocimiento, clasificación, publicaciones en revistas indexadas, propiedad intelectual, consultoría con empresas, libros y prestación de servicios, lo cual representa un área de muchas oportunidades, para incidir en la economía del país y en la calidad de la formación.





Fig. 35. Empresarios participando en las ponencias.

# 3.3 PONENCIAS DESARROLLADAS DURANTE EL EVENTO

El ponente internacional, originario de México, y los ponentes nacionales, los investigadores del grupo GICS, resumieron la experiencia obtenida en proyectos que trabajaron con empresas, y que ponen a disposición de los asistentes. De esta manera motivarlos a que se articulen, y aceleren juntos proyectos de base tecnológica de mayor complejidad.



IoT internet de las cosas industrial.



Desarrollo de alternativas para el análisis, diagnóstico y control de alto desempeño de sistemas eléctricos y mecatrónicos.



Laboratorio de servicios integrados de redes (sir) y comunicaciones unificadas (c.U.).



Formulación del proyecto de modernización del ambiente 314 del CEET para la realización de prácticas orientadas bajo los lineamientos del ritel.



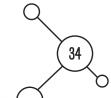
Innovación en el desarrollo de un producto electrónico a través de las pruebas de seguridad eléctrica.



Sistema de control para un equipo eléctrico de protección y maniobra basado en curvas tiempo - corriente.



Design thinking: innovación colaborativa aplicada a la generación de portafolios de servicios tecnológicos competitivos.



# 3.3.1. LAS COSAS INDUSTRIAL

#### **Eduardo Bobadilla**

Ing. MsC. Executive Consultant ION Associates Tech Support & Sales ebobadilla@ionassoc.com

#### **RESUMEN**

as plataformas de comunicación de nueva generación, y en especial aquellas de largo alcance y baja potencia, brindan grandes ventajas cuando son usadas en aplicaciones de IoT. Estas tecnologías se ajustan perfectamente a los requerimientos de las ciudades inteligentes.

Actualmente las tecnologías de IoT son convergentes, no funcionan solas o aisladas [1]; son la unión de varios componentes como: energías renovables, electrónica, comunicaciones inalámbricas, software. Por ejemplo, un sistema de emergencia para incendios, en zonas apartadas, necesita sensores electrónicos, alimentados con energía eléctrica fotovoltaica. Los sensores se comunican inalámbricamente a un servidor web y una aplicación, permitiendo conocer el estado de las variables, en tiempo real, como son: la ubicación, humedad, temperatura del ambiente.

El internet de las cosas puede ser implementado en toda actividad económica, doméstica o productiva. La batería de estos dispositivos tiene una duración de 3 a 5 años. Para la comunicación inalámbrica se usa la tecnología abierta de largo alcance (Long Range - LoRa) [2], que cubre grandes distancias a bajo costo, debido a su bajo consumo energético. Esto habilita aplicaciones como lectura remota de contadores inalámbricos, alumbrado público, prevención de emergencias y desastres.







Fig 36, 37 Y 38. Ponencia del experto Mexicano Eduardo Bonilla.

LoRaWAN es un protocolo de red WAN (Wide Area Network) [3], que usa la tecnología LoRa para la gestión de dispositivos electrónicos de IoT, compuesto de portales, que reciben y envían información. Una red LoRaWAN se conecta a un servidor central, en configuración estrella.

Adicionalmente cuenta con encriptación de seguridad, para la protección de datos, evitando ciber-ataques. El tipo de tratamiento de los datos (modulación) permite enviar muchos paquetes de comunicación entre dispositivos, con baja potencia, bajo ruido, lo que se traduce en reducidos costos de mantenimiento.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Oseiran, Afif y Monserrat, Jose F. 5G Mobile and Wireless Communications Tecnology. Inglaterra : Cambridge University Press, 2016
- [2] LoRa Alliance. LoRa-Alliance.org. Wide Area Networks for IoT. [En línea] 9 de 12 de 2017. LoRa-Alliance.org .
- [3] Semtech. Semtech Lora Comunity. [En línea] 9 de 12 de 2017. http://www.semtech.com/.

37

## 3.3.2. DESARROLLO DE **ALTERNATIVAS PARA EL** ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ALTO **DESEMPEÑO** DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y MECATRÓNICOS

#### **Harvey David Rojas Cubides**

L.E., Esp., MSc. Investigador Centro de Electricidad Electrónica y Telecomunicaciones - SENA- CEET davidrc@misena.edu.co

#### **RESUMEN**

n este artículo se presentan los principales resultados de generación de nuevo conocimiento obtenidos en el proyecto de investigación titulado: "DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA EL ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ALTO DESEMPEÑO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y MECATRÓNICOS". Este documento incluye dos diferentes contribuciones en materia de investigación. En primer lugar, un estudio sobre el desempeño de aisladores eléctricos de distribución sometidos a biocontaminación por hongos. Por otra parte, se presenta una novedosa propuesta para la identificación y diagnóstico de sistemas mecatrónicos no lineales, basada en métodos algebraicos y técnicas de control por rechazo activo de perturbaciones. Los resultados de las investigaciones se encuentran publicados o en proceso de publicación en revistas indexadas del ámbito internacional.

#### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda de productos o servicios de mejor calidad y más confiables, se ha convertido en una tendencia creciente y cada vez más común en todo el rango de la producción industrial y comercial. En este contexto, la complejidad de los sistemas actuales y el creciente número de variables que se supervisan y controlan, han aumentado significativamente la probabilidad de aparición de condiciones adversas de operación tales como: no linealidades, variación de parámetros, perturbaciones y fallas. Produciendo diferentes efectos sobre el desempeño y confiabilidad de las aplicaciones [1].

Con base en lo anterior, el objetivo de proponer y validar alternativas para el análisis, diagnóstico y control de sistemas eléctricos y mecatrónicos, se ha convertido en un reto constante para la investigación en ingeniería. Debido a la relevancia que tienen las aplicaciones que incorporan

tecnologías como: redes inteligentes de energía, en la implementación de algoritmos de robótica móvil e industrial, automatización de procesos, conversión eficiente de energía y sistemas aeroespaciales entre otras. Asimismo, recientes estudios de prospectiva tecnológica del sector electro-electrónico en Colombia, han resaltado la importancia que tiene para el crecimiento de la

industria, el desarrollo de investigaciones que tengan como objetivo el dotar a los productos y procesos de una mayor fiabilidad v valor agregado [2].

Para cumplir los objetivos descritos anteriormente, resulta indispensable trabajar en diferentes

frentes desde la perspectiva de investigación en ingeniería, en pro de proponer nuevas alternativas para el análisis, diagnóstico y control. Primeramente, el desarrollo de alternativas de análisis a fin de construir y validar modelos de dispositivos, procesos y sistemas, así como de los efectos de incertidumbres, perturbaciones v fallas permitiendo comprender v predecir sus implicaciones en términos del desempeño [3]. En segundo lugar, las alternativas de diagnóstico, que buscan por un lado, automatizar el proceso de identificación de parámetros requeridos

control de alto desempeño y, por otra parte, la detección automática de fallas a fin de mejorar la confiabilidad e integridad de las aplicaciones [4]. Finalmente, resulta relevante el diseño de controladores de alto desempeño que permitan incrementar la robustez, eficiencia y seguridad en

#### **OBJETIVO**

Socializar los resultados de generación de nuevo conocimiento obtenidos en el marco del provecto.

Lo expuesto anteriormente, ha motivado el desarrollo de investigaciones durante las últimas décadas [6], no obstante, aún quedan aspectos por mejorar v profundizar, tales como: la generación de nuevo conocimiento en

lo referente a técnicas de

las aplicaciones [5].

análisis y diseño, el acercamiento a la realidad de la industria nacional, la reducción de complejidad en la implementación de algoritmos de diagnóstico y control, así como la validación experimental de los mismos. En este orden de ideas, durante los años 2016 y 2017, se llevó a cabo el proyecto de investigación titulado "Desarrollo de alternativas para el análisis, diagnóstico y control de alto desempeño de sistemas eléctricos y mecatrónicos", buscando contribuir a la apropiación social del conocimiento en la comunidad académica a nivel nacional e internacional, incluyendo los diferentes centros de formación del SENA, y fortalecer a

> mediano plazo, la competitividad del sector productivo del país.

Adicionalmente, en este documento se presentan los principales resultados de generación de nuevo conocimiento obtenido en el provecto de investigación, centrados en dos diferentes contribuciones. En primer lugar, una propuesta para la evaluación del desempeño de aisladores eléctricos de distribución bajo biocontaminación por hongos. Y en segundo lugar, una novedosa propuesta para la identificación y diagnóstico de sistemas mecatrónicos no lineales, basada en métodos algebraicos y técnicas de control por rechazo activo de perturbaciones.



Fig. 39. Ponencia del investigador David Rojas.



#### CONTRIBUCIÓN EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

La contaminación biológica de aisladores eléctricos es una problemática que ha sido reportada en áreas tropicales de Europa, Asia y Oceanía. Esta problemática puede reducir la confiabilidad de los sistemas eléctricos de potencia [7]. En este ámbito, se desarrolló un estudio sobre el desempeño eléctrico de aisladores cerámicos (ANSI 52-1, ANSI 55-2) y poliméricos (ANSI 4S-15) usados en sistemas eléctricos de media tensión (entre 7kV y 35 kV) ante el crecimiento de los hongos Phanerochaetechrysosporium y PenicilliumSp. en su superficie.

A lo largo de la investigación se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar el rendimiento eléctrico de cada uno de los aisladores biocontaminados. Las pruebas realizadas incluyen la medición de la tensión de flameo en seco y en húmedo (a baja frecuencia) y las corrientes de fuga. Para el desarrollo de estas pruebas experimentales se siguieron los procedimientos descritos en la norma técnica colombiana NTC 1285 (ICONTEC, 2002) y el estándar americano IEEE-4 [8]. Adicionalmente, se realizó una comparación de los resultados experimentales obtenidos, antes y después de la contaminación con los hongos, con el objetivo de establecer en qué proporción se ve afectado el rendimiento de los aisladores a causa del crecimiento microbiano sobre su superficie [7].

La biocontaminación se realizó en Bogotá, Colombia durante 50 días consecutivos (para cada microorganismo) usando una cámara que controla la luz, la humedad y la temperatura. Después de la biocontaminación se reportaron reducciones en las tensiones de flameo de 21% y 8% para aisladores, cerámicos y poliméricos, respectivamente. En todos los casos, las corrientes de fuga aumentaron por encima del 20%. [7]

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron publicados durante el año 2017 en la Revista Información Tecnológica de Chile y pueden ser



revisados en extenso consultando la referencia [7].El reto de mejorar la confiabilidad de los sistemas mecatrónicos en lo referente a rechazo de perturbaciones, robustez ante incertidumbres y tolerancia a fallas, ha incentivado el desarrollo de un buen número investigaciones en el campo de la ingeniería de control [9].

Bajo este contexto, en el marco del proyecto de investigación se desarrolló una novedosa propuesta para la identificación y diagnóstico de sistemas mecatrónicos no lineales, basada en métodos algebraicos y técnicas de control por rechazo activo de perturbaciones. Este desarrollo incluye un esquema de identificación de parámetros basado en métodos algebraicos, aplicable a sistemas no lineales multivariables que operan bajo control de lazo cerrado. Adicionalmente, se propuso una metodología para la selección de los parámetros estimados, basada en diferentes índices y criterios de error cuadrático. Finalmente, se obtuvo resultados experimentales que validan la estrategia de identificación, utilizando como caso de estudio un helicóptero de dos grados de libertad.

Los principales logros obtenidos en esta investigación, se encuentran en proceso de revisión, por pares académicos y se espera que pronto queden publicados y a disposición de toda la comunidad del SENA.

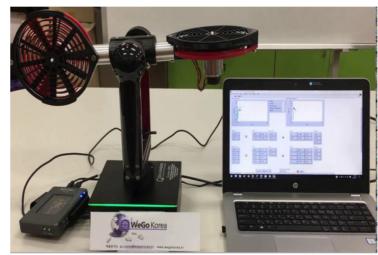
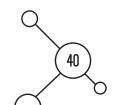


Fig. 40. Participantes de la ponencia.

Fig 41.Plataforma de experimentacón.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1]. R. Isermann. "Fault Diagnosis Applications", Springer Verlag. Berlin Heidelberg. 2011.
- [2]. D. Zuluaga, R. Castillo & D. Mayorquín. "Prospectiva tecnológica de la industria electro electrónica de Bogotá y Cundinamarca", Bogotá Colombia CIDEI ASESEL. 2015.
- [3]. R. Costa-Castelló & V. Puig, J. Blesa. "Introducción a la Diagnosis de Fallos basada en Modelos mediante Aprendizaje basado en Proyectos", Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, Vol 13, no 2, pp 186-195. 2016
- [4]. V. Gómez, R. Peña & C. Hernández. "Identificación y Localización de Fallas en Sistemas de Distribución con Medidores de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica", Información tecnológica, Vol 23, no 2, pp 109-116, 2012
- [5]. A. Zidan; M. Khairalla; A. M. Abdrabou; T. Khalifa; K. Shaban; A. & Abdrabou; R. El Shatshat; A. M. Gaouda, "Fault Detection, Isolation, and Service Restoration in Distribution Systems: State-of-the-Art and Future Trends", IEEE Transactions on Smart Grid, no.99, pp.1-16, 2016
- [6]. I. Hwang, S. Kim, Y. Kim & C. E. Seah, "A Survey of Fault Detection, Isolation, and Reconfiguration Methods", IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 18, no. 3, pp. 636-653, 2010.
- [7]. H. E., Rojas & H. D., Rojas, "Evaluación del Desempeño de Aisladores Eléctricos de Distribución Cerámicos y Poliméricos bajo Biocontaminación por Hongos", Información tecnológica, Vol 28, no 2, pp 03-10. 2017.
- [8]. IEEE Standards subcommittee. "IEEE-4 Standard for High-Voltage Testing Techniques", doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6515981, IEEE Power Engineering Society 213, USA 2013
- [9]. I. Sadeghzadeh, & Y. Zhang, "A Review on Fault- tolerant Control for Unmanned Aerial Vehicles (UAV)", Infotech Aerospace 2011, USA, 2011, pp 1-12, 2011



41

# 3.3.3. LABORATORIO DE SERVICIOS INTEGRADOS DE REDES (SIR) Y COMUNICACIONES UNIFICADAS (C.U.)

#### **Fernando Ruiz Quintana**

L.E., Esp.
Instructor SENA
Centro de Electricidad Electrónica y Telecomunicaciones - SENA- CEET fruizq@misena.edu.co

#### **RESUMEN**

 n este artículo se resumen los hallazgos del proyecto desarrollado, que pretende brindar apoyo a la formación de los aprendices del área de teleinformática.

#### INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales, en el área de las telecomunicaciones, buscan la integración de todos los servicios de voz, video y datos, en una sola infraestructura [1, 2]. En el ambiente nacional, las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, están migrando su operación y negocio hacia los SIR y CU [3]. Esta migración se evidenciada al observar la aparición, casi diaria, de nuevas aplicaciones y servicios en la telefonía móvil celular [4]. Corresponde al SENA estar alineado con estas tendencias, mediante la formación de sus aprendices e instructores en las competencias necesarias en SIR y CU.

#### **OBJETIVO**

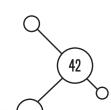
Adecuar, instalar y poner en producción un laboratorio de SIR y CU, para brindar apoyo a la formación de los aprendices y ofertar servicios de laboratorio a la comunidad académica y empresarial.

Se pretende adecuar y poner en marcha una plataforma de pruebas SIR y CU, que permita a los aprendices soportar sus iniciativas de

emprendimiento en aplicaciones móviles, seguridad teleinformática, telefonía IP y redes. Igualmente brindar consultorías, servicios de laboratorio en diseño de redes, y pruebas de aplicaciones, antes de entrar a producción, para universidades y empresas.



Fig 42. Semillero de teleinformática.



#### **DESARROLLO TEMÁTICO**

Para lograr los objetivos propuestos, el proyecto del laboratorio SIR y CU fue dividido en cuatro fases:

- **a. Adecuar** el ambiente 300 del CEET, de acuerdo con los equipos e infraestructura adquiridos, y sus capacidades disponibles (figura 42).
- **b.** Generar las **pruebas** de carga y puesta a punto. esta fase se emplean los diseños iniciales de las tecnologías adquiridas, reformulando aquellos cuyas pruebas no lograron los desempeños esperados.
- **c. Divulgar** y ofertar los servicios tecnológicos. Se elabora un procedimiento de guía de operación del laboratorio y un portafolio, que faciliten la comunicación de las capacidades desarrolladas a la comunidad SENA.
- **d. Operación.** En esta fase se prestaran los servicios de laboratorio, al cien por ciento de capacidad, recopilando los documentos de los casos de éxito presentados.



Fig. 43. Infraestructura para SIR y CU.



Fig. 44. Adecuación de laboratorio.

#### **RESULTADOS**

Se espera instalar el laboratorio en el ambiente 300 del CEET, con toda la infraestructura completamente acondicionada y probada.

Mientras se termina la adquisición y adecuación de los equipos, se está desarrollando el portafolio de capacidades, con el apoyo 22 aprendices del semillero de investigación de los tecnólogos: MECYDICE, GESTIÓN REDES DE DATOS y ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA SEGURIDAD EN REDES DATOS.

Al mismo tiempo se están elaborando los diseños y pruebas finales, con su debida documentación, también se están preparando los procedimientos operativos de uso del laboratorio, para la comunidad SENA CEET y las empresas del sector.

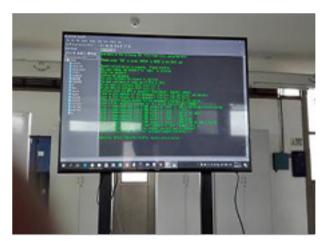




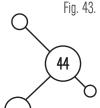
Fig. 45 y 46. Semillero de teleinformática.

#### **CONCLUSIONES**

El SENA CEET está poniendo en producción un laboratorio para SIR y CU con tecnologías de vanguardia, como respuesta a las demandas del sector, que le permita apoyar las iniciativas de la comunidad SENA, grupos de investigación, emprendedores y empresas, desde las pruebas básicas de las aplicaciones, hasta su migración a servicios más robustos.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] José Manuel Huidobro Moya, Ramón Jesús Millán Tejedor, y David Roldán Martínez, "Tecnologías de Telecomunicaciones", Creaciones Copyright S. L. Coeditado con Alfaomega Grupo Editor S.A. en Latinoamérica, ISBN: 978-84- 96300-08- 8, 978-84- 15270-15- 7 (e-book), 978-970- 15-1278- 4 (México), № de páginas: 580, Edición: Febrero 2005.
- [2] José Manuel Huidobro Moya, y Ramón Jesús Millán Tejedor, "Redes de Datos y Convergencia IP", Nº de páginas:
- 343, Edición: Febrero 2007, Creaciones Copyright S.L. Coeditado con Alfaomega Grupo Editor S.A. en Latinoamérica,
- ISBN: 978-84- 96300-31- 6 (1i), 978-84- 92779-43- 7 (e-book), 978-970- 15-1278- 4 (México)
- [3] Dr. Ing. José Joskowicz, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Universidad de la República Montevideo, URUGUAY. http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Comunicaciones%20Unificadas.pdf
- [4] Héctor Sánchez, Vicepresidente de Ventas para BroadSoft en Latinoamérica. Comunicaciones unificadas en la nube; motor de la transformación digital empresarial.
- https://comunicados.co/2017/07/comunicaciones-unificadas-en-la-nube-el-motor-de-la-transformacion-digital-empresarial/
- [5] Cisco Web Site, Wireless and Mobility, Disponible:
- https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/index.html#~stickynav=1
- [6] Cisco Web Site, Data Center, Disponible:
- https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/index.html
- [7] Cisco Web Site, Seguridad, Disponible:
- https://www.cisco.com/c/es\_co/products/security/index.html
- [8] Cisco Web Site, Comunicaciones Unificadas, Disponible:
- https://www.cisco.com/c/es co/products/unified-communications/index.html



# 3.3.4. FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL AMBIENTE 314 DEL CEET PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS ORIENTADAS BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL RITEL

#### Mauricio Alexander Vargas Rodríguez

MBA – Especialidad gerencia de proyectos, Ingeniero electrónico. Instructor Telecomunicaciones Centro de Electricidad Electrónica y Telecomunicaciones - SENA - CEET vrmauricio4@misena.edu.co

#### Hernando Piracoca Piracoca

MSc Telecomunicaciones, Ingeniero de telecomunicaciones. Instructor Telecomunicaciones Centro de Electricidad Electrónica y Telecomunicaciones - SENA - CEET hpiracoca4@misena.edu.co

#### **RESUMEN**

a propuesta de modernización, consiste en la implementación del Reglamento Interno de Telecomunicaciones (RITEL), mediante el diseño de unos tableros funcionales y modulares, que emulen las instancias de una vivienda de propiedad horizontal, incluyendo la implementación de los servicios de voz, datos y video mediante las redes de cobre, cable coaxial,

#### **OBJETIVO**

Presentar el proyecto de Modernización tecnológica de los ambientes 316 y 318 del CEET, para la realización de prácticas orientadas bajo los lineamientos del RITEL y el trabajo adelantado con el Semillero de investigación del grupo GICS.

fibra óptica y sistemas de captación satelital y televisión digital terrestre (TDT).

Este proyecto se formula teniendo en cuenta que el

CEET ha venido ofertando un curso complementario en RITEL, y el programa del Tecnólogo en Diseño, Implementación y Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones – TDIMST, sin embargo los anteriores se han limitado al ámbito teórico.

Esta proyecto buscan profundizar desde el punto de vista práctico, en las competencias de los aprendices del área de Telecomunicaciones desarrolladas en las temáticas de redes de cobre, redes HFC, redes de fibra óptica, redes de televisión digital terrestre y redes satelitales. Orientando prácticas de instalación, implementación y configuración de servicios, tanto en planta interna como en planta externa.

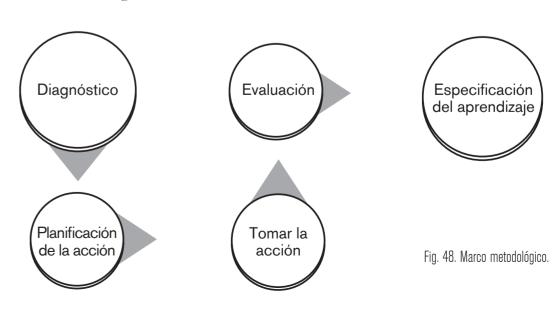
En continuidad a esto, la propuesta se basa en aprovechar el Datacenter que se está desarrollando en el CEET, creando ambientes que permitan emular las redes externa e interna con el fin de recrear un escenario real, generando servicios desde el Datacenter (operador) y transportarlos hasta el usuario final, para después analizarlos con los equipos de medición asociados a estas tecnologías (medidor de campo, power meter, fuentes de luz, entre otros). De esta manera, se busca aprovechar el equipamiento e infraestructura actual del CEET, adecuarla y actualizarla, mediante la adquisición de nuevos módulos, con el fin de implementar un ambiente real, que permita emular una pequeña "ciudad", donde cada ambiente pueda presentar diversos escenarios posibles que existen en la actualidad en una infraestructura FTTH, HFC, TDT, Satelital y Cobre.

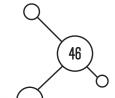


Fig. 47. Proyecto modernización.

#### **DESARROLLO TEMÁTICO**

El desarrollo del proyectos bajo la metodología ANKLA[3] considera un marco de trabajo, como el que se muestra en la figura 47.





- a. Diagnóstico: orientado a identificar el estado del arte, en el desarrollo de proyectos de tecnología similares, el análisis de buenas prácticas, técnicas, herramientas y procesos asociados,.
- b. Planificación de la acción: enfocado en determinar los ajustes y pasos necesarios para implementar el proyecto y generar sus líneas base.
- c. Tomar la acción: encaminado a la aplicación del desarrollo del proyecto.
- d. Evaluación: focalizado a la evaluación de los entregables alcanzados en el proyecto y el perfeccionamiento de los mismos Especificación del aprendizaje: se establecerán las conclusiones de acuerdo con los resultados obtenidos.

#### **MARCO TEÓRICO**

En el año 2015 la CRC propuso definir las condiciones para el acceso y uso de la infraestructura común de telecomunicaciones en edificaciones, bajo criterios de libre competencia, trato no discriminatorio, viabilidad técnica y económica.

Para este objetivo, la CRC generó la resolución 4262 de 2013, conocida como Reglamento

Para Instalación de Redes Internas de Telecomunicaciones, el cual busca establecer las medidas técnicas relacionadas con el diseño, construcción y puesta en servicio de las redes internas, bajo estándares de ingeniería internacionales.de manera tal, que los nuevos inmuebles sujetos al régimen de propiedad horizontal, cuenten con una norma técnica que regule la construcción y uso de dicha red interna [3], ver figura 48.

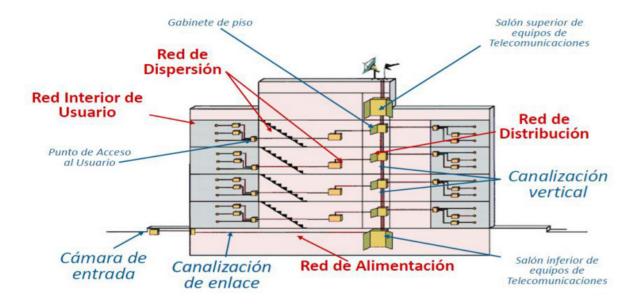


Fig. 49. Infraestructura de red interna según el RITEL. Fuente [5].

La CRC puso en vigencia el RITEL mediante la resolución 4786 de 2015, siendo suspendidos sus efectos hasta el 7 de septiembre de 2017, para no desestimular la compra de vivienda nueva. La discusión del RITEL es un tema de interés tanto para el país, como para el SENA, toda vez que las tecnologías en las que se forman los aprendices deben cumplir esta norma.

Como se observa en [3]:"...El RITEL optimiza y hace más eficiente el despliegue de las redes de

telecomunicaciones, frente al caos que han tenido que vivir los usuarios para adaptar sus viviendas, cuando desean cambiar de operador de Telecomunicaciones.

... la CRC busca ponerse al día con la legislación internacional y que los usuarios puedan elegir libremente el operador que mejor satisfaga sus expectativas y necesidades. Sin necesidad de estar atados al dominio del primero que llegue a los edificios de propiedad horizontal".

#### **DIAGNÓSTICO**

Los ambientes de formación del CEET, 300 al 322, durante las diferentes administraciones han venido teniendo reformas físicas, con la idea de tener ambientes polivalentes. Sin embargo, al tener ambientes abiertos, la calidad de la formación y la salud ocupacional de los instructores se ve comprometida (ver figura 49).



Fig. 50. Ambiente de formación 320.

En la parte técnica, los ambientes carecen de la de cobre, redes coaxiales – fibra óptica (HFC), infraestructura tecnológica necesaria para impartir las competencias establecidas en el programa de formación TDIMST, en las temáticas de redes

redes de fibra óptica, redes de datos, redes TDT y captación de señales satelitales.

#### **RED HFC**

El ambiente 320, cuenta con un nodo HFC de la empresa CLARO de referencia SG2000 (ver figura 50) que ya se encuentra en desuso, pues es obsoleto por el tipo de tecnología que utiliza. Adicional a esto, el nodo no recibe señal del operador desde el año 2016.





Fig.51. Nodo HFC SG2000 Fuera de servicio.



#### RED DE CAPTACIÓN DE SEÑAL SATELITAL

El CEET no cuenta con la infraestructura necesaria y adecuada técnicamente para realizar las prácticas requeridas en sistemas de telecomunicaciones satelitales, que contempla el programa. Para realizar las prácticas, los instructores deben recurrir a la creatividad y de esta manera, al no contar con los elementos necesarios, se saltan las recomendaciones de seguridad ocupacional, tal como se observa en la figura 51, donde se observa que el plato satelital no cuenta con los herrajes ni un mástil, necesarios para realizar un correcto apuntamiento.



Fig. 52. Práctica de capacitación de señal satelital.

#### RED DE COBRE

En cuanto a las redes de cobre, los equipos ALECOP, así como las cajas que simulan strips telefónicos, para las prácticas de conectorización, son obsoletas, como se observa en la figura 52, limitando el estudiantado, con respecto a la realidad que demanda el sector.



Fig. 53. Cajas de strip telefónico.

#### **RED DE DATOS**

Para realizar las prácticas de redes de datos se utilizan simuladores propios ya que no se cuentan con equipos suficientes. Así mismo, en cuanto a las prácticas de configuración de equipos activos se evidencia la obsolescencia y el deterioro de los mismos (ver figura 53).

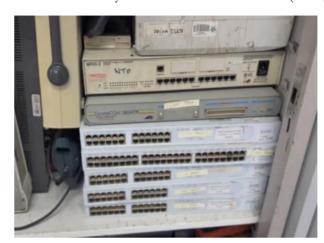




Fig. 54. Equipos activos

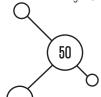
#### PROVEEDOR DE SERVICIO

Desde el año 2013, el CEET ha venido generando proyectos para la adquisición de equipos que le permitan brindar servicios sobre las redes mencionadas, perolas limitaciones de la infraestructura que demandan los ambientes, hacen que los equipos sean subutilizados (ver figura 54).





Fig. 55. Datacenter CEET



51

#### **CAMBIOS TECNOLÓGICOS**

En el año 2015 la CRC propuso definir las condiciones para el acceso y uso de la infraestructura común de telecomunicaciones en edificaciones, bajo criterios de libre competencia, trato no discriminatorio, viabilidad técnica y económica.

Según Televes: "El RITEL" tiene como objetivo establecer las medidas técnicas relacionadas con el diseño, construcción y puesta en servicio de las redes internas de telecomunicaciones en Colombia, bajo estándares de ingeniería internacionales, de manera tal que las construcciones de inmuebles sujetos al régimen de propiedad horizontal, que soliciten licencia de construcción, cuenten con una norma técnica que regule la construcción y uso de dicha red interna.

Igualmente, es un instrumento técnico-legal, que permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en las redes

internas de telecomunicaciones, cumplan con el objetivo de garantizar la libre y leal competencia entre los proveedores de servicios, así como la prevención de prácticas; en la medida que el consumidor pueda elegir el proveedor de sus servicios de telecomunicaciones de manera abierta y transparente.

Por otra parte, el reglamento contribuye a garantizar la protección de la vida y la salud humana, disponiendo que los cables utilizados en la red interna de telecomunicaciones deben ser de material no propagador de la llama, libre de halógenos y baja emisión de humos. También considera especificaciones que favorecen la protección de medio ambiente, proponiendo la reducción de la cantidad de antenas instaladas en las azoteas de las edificaciones, a través del establecimiento de especificaciones que favorecen la instalación de antenas comunales, reduciendo de esta forma la polución visual".

#### IMPACTO ESPERADO EN LA CALIDAD DE LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN

Mediante la modernización de los ambientes de formación, con el presupuesto asignado en el desarrollo del proyecto para la realización de prácticas orientadas bajo los lineamientos del RITEL, se dará solución a necesidades apremiantes, que de no atenderlas, debilitarán los programas del área de telecomunicaciones a tal punto que se puede ver afectado el proceso de acreditación de alta calidad del Tecnólogo en

Mediante la modernización de los ambientes de formación, con el presupuesto asignado en el desarrollo del proyecto para la realización de Sistemas de Telecomunicaciones (TDIMST), que se encuentra adelantando el CEET ante el Ministerio de Educación Nacional.

De acuerdo a las decisiones tomadas, se esperan impactar los siguientes programas, en todas sus competencias. Dado que afecta la actualización de sus diseños curriculares:

#### Programas de formación titulada:

- Tecnólogo en Diseño, Mantenimiento e Implementación de Sistemas de Telecomunicaciones (TDIMST)
- Técnico en Instalación de Redes Híbridas de Fibra Óptica y Coaxial
- Técnico en Instalación y Reparación de Red de Fibra Óptica
- Técnico en Instalación de Redes Internas de Telecomunicaciones
- Técnico Instalación y Mantenimiento de Sistemas de Televisión Análoga y Digital
- Técnico en Soporte y Gestión de Servicios para Telecomunicaciones

#### Programas de formación complementaria

- Instalación de la Red de Distribución de Fibra Óptica
- Ejecución del Empalme de la Red de Distribución de Fibra Óptica
- Solución de Fallas en Servicios de Banda Ancha por Red Coaxial
- Solución de Fallas en la Red de Distribución de Fibra Óptica
- Ejecución del Balanceo en Red de Distribución Coaxial
- Implementación de Servicios de Televisión Satelital Dth, en el Suscriptor
- Ejecución de Conectorización en Red de Distribución Coaxial
- Instalación de la Red de Distribución Coaxial
- Implementación de Servicios de Banda Ancha por Red de Fibra Óptica
- Solución de Fallas en Servicios de Banda Ancha por Red de Fibra Óptica
- Infraestructura y Configuración de Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit GPON

#### SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN

Mediante la formulación del proyecto, se realizó una prueba piloto que consistió en vincular aprendices de los trimestres 4 y 6 del (TDIMST) de la jornada diurna en dos grupos, con el objetivo de realizar las actividades específicas a la formulación del proyecto. En la figura 55, se observan los aprendices de las fichas relacionadas con el proyecto.

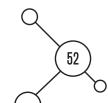


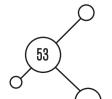


Fig. 56. Aprendices de semillero, fichas 1132366 G2 (izquierda) y 1347113 (derecha).

#### HITOS ALCANZADOS

Con los aprendices de la ficha 1132366 G2, se realizó la implementación de la prueba de concepto de los módulos de RITEL, con el aprovisionamiento de los servicios de voz, datos y video en las redes de cobre, fibra óptica y captación de señales en TDT (ver Figura 56) Con los aprendices de la ficha 1347113 se realizó el proceso de captación de señales satelitales y su aprovisionamiento hasta el datacenter.





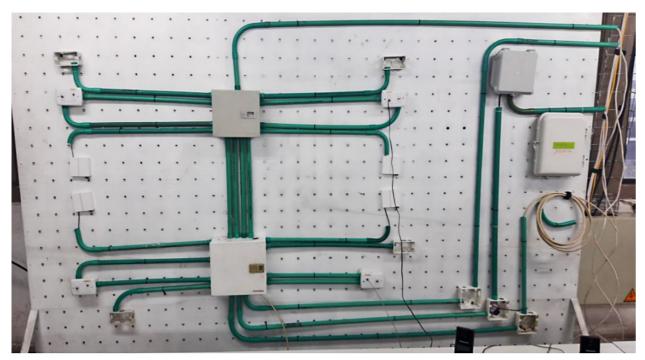


Fig. 57. Prueba de concepto de los módulos de RITEL

En el enlace [4], se puede observar los diferentes servicios implementados, en los módulos de RITEL, con los grupos mencionados. En la figura 57, se observa la topología de red detallada, desde el data center (operador) hasta el usuario

final (cliente), para el servicio de voz por par de cobre y fibra óptica, como un ejemplo del tipo de servicio que se puede ofrecer a través de la implementación del RITEL en un escenario realista.

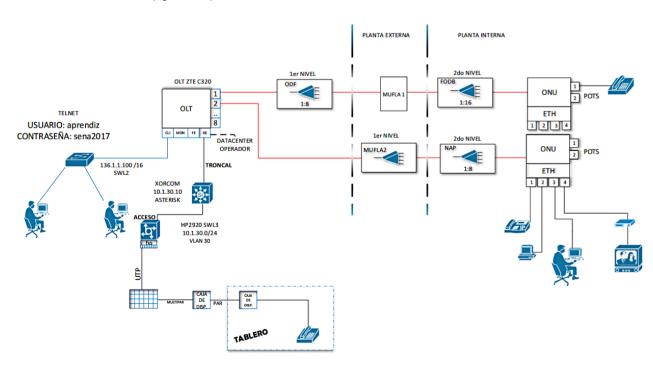


Fig. 58. Topología de red detallada.

Mediante la realización de estas actividades, se observó que los aprendices mostraron mayor interés por los temas de estudio; se espera que mediante la aprobación y ejecución del proyecto

durante el 2018, se tengan resultados que evidencien y validen que esta metodología de trabajo fortalece positivamente el proceso de formación abordando temáticas de I+D+i.

#### **CONCLUSIONES**

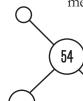
El grupo de instructores perteneciente al área de La propuesta de este proyecto brinda una telecomunicaciones del CEET, no cuentan con las herramientas técnicas necesarias para impartir prácticas en RITEL a los aprendices, obligándose a impartir una formación teórica. Esto evidencia la necesidad de una modernización de los ambientes, adquiriendo equipos e infraestructura para cumplir con los requerimientos de calidad del programa TDIMST, que si no se tienen en cuenta, afectan negativamente la formación profesional de los aprendices.

La población de aprendices del SENA requiere la adecuación de los ambientes y herramientas necesarias para desarrollar las competencias del programa, en las áreas de redes de fibra óptica, redes de cobre, redes HFC, televisión digital terrestre y redes de captación satelital, temas que son contemplados en el RITEL.

oportunidad de mejora y actualización del programa de formación en TDIMST, dado que el RITEL es un tema estratégico para el sector de las telecomunicaciones; al tiempo que se garantiza que los profesionales egresados tengan las competencias y habilidades específicas para satisfacer la demanda del sector, propendiendo el mejoramiento del índice de empleabilidad del país. Así mismo, se reducirá la curva de aprendizaje en la industria sobre aprendizajes específicos, mejorando de esta manera su nivel de producción.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Comisión de Regulación de Comunicaciones CRC, «Redes Internas de Telecomunicaciones RITEL,» [En línea]. Available: https://www.crcom.gov.co/es/pagina/redes-internas-de-telecomunicaciones-ritel. [Último acceso: 24 08 2017].
- [2] El Espectador, «"Ritel beneficiará a los colombianos": Aciem,» 21 Julio 2015. [En línea]. Available http://www.elespectador.com/noticias/economia/ritel-beneficiara-los-colombianos-aciem-articulo-574061
- [3] Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones CINTEL, «Metodología de implementación y desarrollo,» [En línea]. Available: http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/Metodologiamejores-pr9/23U00e1cticas-ANKLA.pdf. [Último
- [4] Grupo GICS. Servicios Implementados con Ritel. Video de youtube https://youtu.be/CXdgq2wJ5ig.



### 3.3.5. INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO ELECTRÓNICO A TRAVÉS DE LAS PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

#### Jaime Arley Delgado Rincón

Ingeniero Electrónico Instructor/Investigador GISC SENA/CEET jadelgado993@misena.edu.co

#### **RESUMEN**

ste trabajo presenta los esfuerzos por parte del SENA CEET, para destacar la importancia de las pruebas de seguridad eléctrica –SE en el diseño y desarrollo de productos electro electrónicos, y para ofrecer a las empresas un espacio para que puedan realizar estas pruebas. Actualmente se presenta un desconocimiento en la aplicación de los aspectos de SE en el diseño de los productos de base tecnológica y protección a los usuarios finales, por parte de la mayoría de empresas nacionales de este sector. Además, se Las mismas empresas de diseño eléctrico y electrónico, desconocen los equipos y servicios que son usados en pruebas de SE, y la interpretación de sus resultados.

La empresa KUSPYDE INGENIERÍA ha manifestado su interés en ser acompañada, en procesos de validación y verificación del cumplimiento de normas de SE, por parte del SENA CEET, durante la ejecución del presente proyecto.



#### **OBJETIVO**

Socializar la importancia de las pruebas de seguridad eléctrica a las que son sometidos los equipos electroelectrónicos y presentar los servicios que se están implementando en el CEET.

Fig. 59. Seguridad eléctrica en equipos electrónicos

#### INTRODUCCIÓN

Para entender la importancia de las pruebas de Es importante cuestionarse: ¿Qué pasa con los seguridad eléctrica que deben cumplirlos equipos electro-electrónicos, y determinar su verdadero impacto en la seguridad de los seres vivos, es necesario destacar el esfuerzo de los países por normalizar la tecnología y regular los mercados en que esta es aplicada, contribuyendo así al desarrollo de los diferentes sectores de la economía.

Con el desarrollo y la miniaturización de los componentes electrónicos, aumenta la complejidad de los equipos y sistemas electro-electrónicos, haciendo que cada vez el control sobre los riesgos potenciales de estos, tiendan a ser más estrictos. Las variables en el diseño de los circuitos impresos, que antes no eran tomadas en cuenta por la sencillez de los sistemas, o el desconocimiento del diseñador, hoy en día son de gran relevancia ya que afectan la confiabilidad del equipo.

El uso de los productos eléctricos o componentes electrónicos no deben causar peligros a los usuarios. Basados en esta premisa, las pruebas de seguridad eléctrica para la comercialización de la tecnología son una exigencia obligatoria para su uso.

Colombia es un país altamente consumidor de tecnología, y aunque existen actividades de desarrollo de productos electro-electrónicos, aún no hay una articulación real entre las necesidades de las empresas y los sectores económicos del país, tampoco existen políticas reales que alineen los anteriores con la innovación y el progreso del país.

Pese a lo anterior, Colombia no es indiferente frente a la regulación que deben tener estos productos, pues la normativa local vigente, ha acogido a estándares de la Comunidad Europea, al mismo tiempo que ha adoptado normas de Estados Unidos.

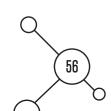
Las políticas de seguridad relacionadas con los equipos biomédicos, en sus esfuerzos por mitigar el impacto de la tecnología en los pacientes y usuarios que usan los equipos, ha significado un avance para que en Colombia, todo equipo que se comercialice o entre al país, cumpla con los estándares de seguridad mínimos para su funcionamiento. Normativa como la NTC IEC 60601 dan muestra de esto.

equipos que son fabricados en Colombia y necesitan cumplir con la normativa local?, y más aún ¿qué sucede con aquellos empresarios que se han visto en desventaja frente a productos chinos y desean explorar otros mercados aparte del nacional?

Estas son solo algunas preguntas que se hacen los empresarios del pais, y que pese a las políticas de seguridad instauradas por el gobierno con respecto a los equipos electro-electrónicos, especialmente los de uso médico, no se cuenta con laboratorios que validen o regulen esta situación. Esto hace necesario recurrir a de laboratorios que se encuentran en otros países.

Lo anterior lo podemos ver expresado en los estudios de prospectiva ejecutados mediante la financiación de proyectos de Colciencias: "Prospectiva Tecnológica de la Industria Electro Electrónica de Bogotá y Cundinamarca". En donde se evidencia la necesidad de crear laboratorios de certificación, para facilitar el acceso a mercados internacionales y proteger la industria local de proveedores internacionales [1].

Por otra parte, los fabricantes son responsables de sus productos, y por lo tanto, de los eventos o incidentes que causen cuando son usados. De aquí se evidencia la necesidad de las empresas del Sector Electro-Electrónico, en prepararse para el cumplimiento de la normativa internacional, para mejorar sus productos, diferenciarse, demostrar compromiso con la calidad, mejorar su competitividad, y alistarse para acceder a mercados internacionales.



#### ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE DISEÑAR Y PRODUCIR **EOUIPOS SEGUROS ELÉCTRICAMENTE?**

riesgos potenciales de los productos, mediante una serie de pruebas de Seguridad Eléctrica, que aseguren que los dispositivos no representen un peligro para los usuarios, los seres vivos o el medio ambiente.

Los peligros destacados en la norma de seguridad incluyen cuatro tipos: Shock- choque eléctrico, peligro mecánico-físico, bajo y alto voltaje o riesgo de energía y prevención de incendios. Estos cuatro riesgos son los estándares básicos de seguridad sobre los cuales se evalúa o se validan los productos..

Las pruebas de seguridad eléctrica se realizan con base a los potenciales riesgos mencionados y hacen parte de los estándares de seguridad propuestos en la normativa internacional a los cuales Colombia se ha acogido.

Es necesario tener en cuenta cuáles son los Si las empresas fabricantes de tecnología comprenden profundamente el trasfondo de la SE y su responsabilidad, entienden que la SE es una forma de minimizar garantías, reducir costos, y generar confianza en sus clientes, teniendo en cuenta que las pruebas requieren poco tiempo en la línea de producción.

> Cuando la responsabilidad de realizar las pruebas básicas del producto recae en el fabricante, el diseño del mismo no sólo progresa, sino que también se optimiza la seguridad del proceso de fabricación, apuntando realmente a satisfacer las políticas de seguridad del cliente final (instauradas en la normativa). Lo anterior se debe a que en la vida diaria, los estados de correcto funcionamiento o falla de un producto no pueden predecirse, por tanto se hace indispensable controlar su seguridad desde el diseño, continuando en la línea de producción, mediante la utilización de materiales correctos y de buena calidad.

#### **CHOQUE ELÉCTRICO**

La descarga eléctrica es causada principalmente por la corriente que atraviesa el cuerpo humano de manera no controlada, esto tiene un efecto directo sobre los órganos sometidos a la descarga, las lesiones dependen del grado de energía eléctrica, la humedad que hace que se vea afectada la impedancia física del cuerpo y del área en donde la corriente eléctrica atraviesa al cuerpo. En la figura 59, se pueden apreciar los efectos fisiológicos causados por la intensidad de corriente y el tiempo de exposición.

### EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD

1 mA	EFECTO	MOTIVO	
1 a 3	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	1'57
3 a 10	ELECTRIFICACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro	
25 a 30	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el torax	
60 a 75 FIBRILACIÓN VENTRICULAR		Si la corriente atraviesa el corazón	

Fig. 60. Efectos de la corriente en el cuerpo humano. Eléctrica aplicada [2].

Por ejemplo: una persona que ha terminado de darse una ducha, y toca el secador de pelo. La corriente fluye por su cuerpo, al mismo tiempo que comienza la palpitación rápida de su corazón causando fibrilación y por tanto la muerte del usuario.

#### Aparato sin puesta a tierra

- A. Camino seguido por la corriente
- B. Circuito de alimentación
- C. Electrodomesticos
- D. Defecto de aislación

#### Aparato con puesta a tierra

- A. Camino seguido por la corriente
- B. Circuito de alimentación
- C. Electrodomesticos
- D. Defecto de aislación
- E. Puesta a tierra del electrodomestico

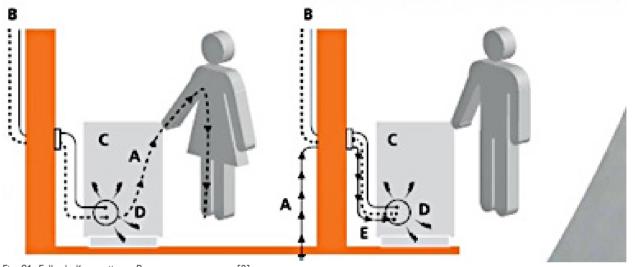
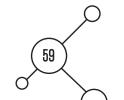


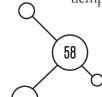
Fig. 61. Falla de línea a tierra. Programa casa segura [3].

El estándar de seguridad no puede regular todos los errores generados por cada operación o manipulación de los equipos electro-electrónicos, pero ofrece varias pruebas básicas para proteger la integridad física del ser humano. Por ejemplo: el diseño de GFCI (interruptores de corriente de falla a tierra), el cual es un dispositivo que hace parte del tomacorriente, su finalidad es interrumpir el paso de la corriente eléctrica, en caso de una falla de aislamiento en el electrodoméstico, para evitar que el usuario sufra una descarga eléctrica. Este actúa en conjunto con el sistema de puesta a tierra de la instalación. La función disminuye en gran medida el accidente de muerte de una descarga eléctrica para los usuarios de aparatos eléctricos. Ver la figura 61.



Fig. 62. Tomacorriente GFCI. Eléctricos GHC [3].





# **ENSAYOS** Y **PRUEBAS** DE **SEGURIDAD ELÉCTRICA REQUERIDOS**

Todos los países que forman parte de la comunidad Europea tienen y han formulado políticas de seguridad eléctrica para los equipos electro-electrónicos de base tecnológica. Así mismo países como USA, Canadá, China, Japón tienen implementada dentro de sus políticas normas para la comercialización de sus productos.

Dentro de las pruebas establecidas en la normativa internacional encontramos las siguientes:

- **a.** Prueba de resistencia dieléctrica/HIPOT: consiste en aplicar alto voltaje entre los conductores y el aislamiento del producto para medir su estado de colapso.
- **b.** Prueba de resistencia al aislamiento: radica en medir el estado de aislamiento eléctrico del producto.
- **c.** Prueba de corriente de fuga: inspecciona si la corriente de fuga de alterna CA o directa CC, fluye al terminal de tierra por encima del estándar.
- **d.** Tierra de protección: consiste en inspeccionar si la parte metálica accesible del producto cuenta seguridad a tierra.

La Industria Colombiana se enfrenta a la problemática de tener que diseñar productos eléctricamente seguros, que cumplan con los

estándares establecidos internacionalmente y vayan acordes a la normativa instaurada por el gobierno local, lo que obliga a los empresarios a validar sus diseños, sin que existan laboratorios locales especializados en las pruebas anteriormente mencionadas.

Parte de ésta problemática se pone de manifiesto en los estudios de prospectiva realizados por parte de la Industria Electrónica [1], la iniciativa Clúster de Diseño y Desarrollo Electrónico de Bogotá [5], el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica y TIC en Colombia[6].

Por tal razón la empresa KUSPYDE INGENIERÍA ha decidido formar parte en la ejecución del proyecto "Innovación en el desarrollo de un producto electrónico a través de las pruebas de seguridad eléctrica", ya que ésta ha identificado la normativa internacional, pero desconoce si un producto que últimamente ha diseñado, está preparado para evitar fallas eléctricas, o expone riesgos a la vida de sus usuarios. Adicionalmente quiere orientar el diseño de productos nuevos, así como rediseñar los existentes, para que desde el diseño se cumpla con los requisitos de seguridad eléctrica, y prepararse para exportar sus productos, ya que el mercado local es limitado.

#### **REFERENCIAS**

- [1] ASESEL. (2013). Prospectiva Tecnológica de la Industria Electro Electrónica de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá: ASESEL-Asociación de Empresas del Sector Electrónico. Clúster. (2015).
- [2] Electrica aplicada. (12 de 3 de 2018). Obtenido de https://www.electricaplicada.com/uso-y-aplicacion-de-tomacorrientes/
- [3] Electricos GHC. (12 de 3 de 2018). Obtenido de https://electricosghc.wikispaces.com/Efectos+Electricidad
- [4] Programa Casa Segura. (12 de 3 de 2018). Obtenido de http://programacasasegura.org/imagens/mx/wp-content/uploads/2012/04/aparato-sin-puesta-a-tierra.jpg
- [5] Clúster de Diseño y Desarrollo Electro Electrónico de Bogotá. Bogotá: Clúster.
- [6] Colciencias. (2013). Plan nacional de Ciencia, Tecnología e innovación para el desarrollo de los sectores ETIC Electrónica, Tecnologías de la información y las comunicaciones. Bogotá: Colciencias.





# 3.3.6. SISTEMA DE CONTROL PARA UN EQUIPO ELÉCTRICO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA BASADO EN CURVAS TIEMPO - CORRIENTE

#### **Robinson Castillo Méndez**

Ingeniero Electrónico
Investigador Grupo GICS
Centro de Electricidad Electrónica y Telecomunicaciones - CEET - SENA reastillom@sena.edu.co

#### **RESUMEN**

Este trabajo presenta un sistema de control basado en Curvas Tiempo-Corriente, en el cual se emplea tecnología de adquisición de datos en tiempo real, para ser implementado en un equipo eléctrico de protección y maniobra. En primera instancia, se propone validar a nivel de laboratorio el funcionamiento de un controlador que incorpore las funciones básicas de protección eléctrica relacionadas específicamente con sobrevoltajes y sobrecorrientes, validando los tiempos de reacción que debe tener un dispositivo de protección eléctrica a distintos valores de corriente.

#### **OBJETIVO**

Presentar el trabajo correspondiente a una primera fase de un sistema de control que incorpora tecnología de adquisición de datos en tiempo real, aplicable a equipos eléctricos de protección y maniobra, para mejorar el desempeño de las redes de distribución de energía eléctrica; así mismo, contribuir al desarrollo de tecnologías y sistemas que faciliten la localización de fallas, aislamiento y restauración del servicio de las redes de distribución de energía eléctrica en Colombia.



Fig. 63. Ponenecia del investigador Robinson Castillo

#### INTRODUCCIÓN

Las actuales necesidades de consumo energético, así como los niveles de exigencia en cuanto a la calidad de la energía eléctrica recibida por los usuarios finales, son algunas de las razones que están llevando al sector eléctrico a experimentar cambios en la manera en cómo ofrece sus servicios y las tecnologías que se incorporan para lograrlos. Estas transformaciones están haciendo evolucionar las redes de distribución hacia tecnologías que permitan una mayor eficiencia [1]. En este sentido, cobra importancia la incorporación de tecnologías de control, que aumenten las características de robustez, eficiencia y seguridad [2].

Identificando la necesidad de incorporar soluciones tecnológicas que permitan mejorar los niveles de calidad de energía eléctrica en las redes de distribución, la empresa ATA ELECTRIC S.A.S., en conjunto con el grupo de investigación GICS del CEET-SENA (Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - Servicio Nacional de Aprendizaje), se ha propuesto validar un sistema de control aplicable a equipos eléctricos de protección y maniobra, empleando dispositivos de adquisición de datos en tiempo real, así como funciones de protección de voltaje y corriente.

## MARCO TEÓRICO CURVAS TIEMPO-CORRIENTE

El aumento en la intensidad de corriente por encima de sus niveles normales de operación, es una de las anormalidades más comunes de una red de distribución. La operación de algunos elementos de protección eléctrica puede basarse en la curva característica tiempo-corriente [3].

Las curvas características tiempo-corriente se dibujan considerando el tiempo en función de la corriente mínima de operación, para un determinado valor de corriente de falla. Estas muestran los tiempos de reacción que debe tener el elemento de protección a distintos valores de corriente, la cuales se encuentran ampliamente definidas en el estándar IEC 60255 [4].

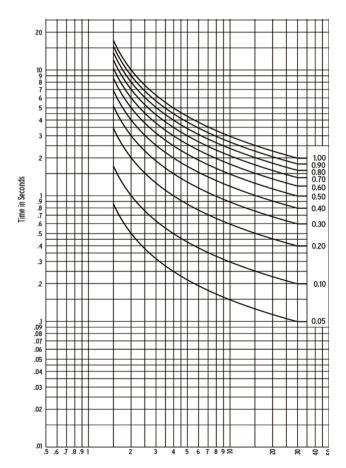
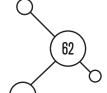


Fig. 64. Curva Tiempo - Corriente. Norma ANSI/IEEE C37.2.

En la práctica, estas curvas se dibujan considerando el tiempo en función de las veces de la corriente mínima de operación (corriente de pickup), en lugar de la corriente en amperios.



63

#### **FUNCIONES DE PROTECCIÓN**

básicas son las de tiempo inverso y las instantáneas.

En la función de tiempo inverso, para un nivel de corriente considerado alto, el elemento de monitoreo y control debe esperar cierto tiempo antes de enviar la señal al elemento de acción para proteger el sistema. Este tiempo depende de la curva característica tiempo-corriente.

La función instantánea, es la más rápida, en este caso, la señal hacia el elemento de acción es enviada en el instante que es detectado el nivel de corriente considerado alto.

Las funciones de protección de sobre-corriente Las funciones de protección de sobrevoltaje y de bajo voltaje presentan un comportamiento similar a la función instantánea de sobrecorriente. La señal de control hacia el elemento de acción es enviada al instante en que es detectado un nivel superior o inferior, según sea el caso.

> Estas funciones básicas de protección se encuentran definidas en los estándares ANS/IEEE (Norma ANSI/IEEE C37.2 para números de función, siglas y designaciones de contactos del Sistema de Energía Eléctrica)

#### **METODOLOGÍA**

El desarrollo del sistema de control se dividió en real, y susceptibles de ser implementadas a futuro dos grandes etapas, una de carácter teórico y otra de carácter práctico.

En la etapa teórica se realizó un ejercicio de vigilancia tecnológica, orientada a la identificación de las principales plataformas de hardware con características de adquisición de datos en tiempo

en sistemas de control robustos.

Con estos resultados, se realizó una pre-selección, priorización y selección de la herramienta a emplear en el desarrollo, estableciéndose los siguientes criterios y asociando a cada uno de ellos una respectiva ponderación:

	CRITERIO	PONDERACIÓN
1	Acceso a la tecnología y documentación	25%
2	Robustez de la plataforma	20%
3	Simplicidad de desarrollo	25%
4	Acceso a soporte	20%
5	Certificaciones	10%
	Total	100%

Tabla VII. Criterios de selección empleados y ponderación.

Se estableció una escala de calificación, que se muestra en la siguiente tabla, para las diferentes alternativas:

	EVALUACIÓN	PUNTAJE
1	Excelente	91 - 100
2	Muy bueno	81 - 90
3	Bueno	61 - 80
4	Regular	41 - 60
5	Deficiente	21 - 40
6	Malo	0 - 20

Tabla VIII. Escala de evaluación para los criterios

Finalizando con una evaluación de alternativas, de acuerdo a los criterios y escala anteriores:

	ALTERNATIVA	CRITERIOS				PUNTAJE	
		1	2	3	4	5	PONTAJE
1	CompactRIO	95	95	95	95	90	94,5
2	HiLink	70	95	90	70	70	80
3	ThinkCore	65	90	70	70	70	72,75
	PONDERACIÓN	25%	20%	25%	20%	10%	

Tabla IX. Evaluación de alternativas de acuerdo a criterios establecidos.

Con lo anterior, se seleccionó la plataforma CompactRIO de National Instruments. Plataforma que tiene LabVIEW como lenguaje de programación. De la plataforma CompactRIO se empleó un controlador cRIO, un módulo de entrada analógica de voltaje, un módulo de entrada de corriente y un módulo de salidas digitales [5].

En la etapa práctica, se acondicionó una carga trifásica variable para la realización de pruebas controladas, se desarrolló el sistema de control basado en curvas tiempo-corriente y se realizó la validación inicial de dicho sistema a nivel de laboratorio.

La carga trifásica variable consistió en 12 ramificaciones en serie - paralelo como se muestra en la figura 64, para un total de 48 bombillas de 150 Watios por fase, la carga total se distribuyó en tres fases con una corriente variable máxima de 37 Amperios por fase.

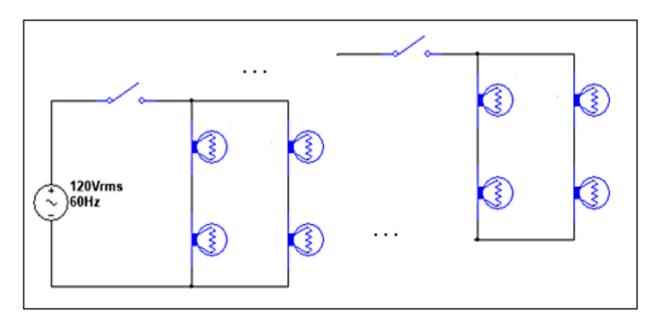
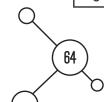
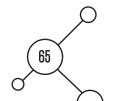


Fig. 65. Esquema carga trifásica variable

El desarrollo del control se realizó considerando el funcionamiento de las curvas tiempo-corriente y las funciones de protección de sobrevoltaje, bajo voltaje y sobrecorriente, empleando la plataforma de adquisición de datos en tiempo real CompactRio, con un controlador NI cRIO 9024.

Finalmente se realizaron mediciones y validaciones del sistema de control en ambiente de laboratorio, comparando los tiempos de respuesta de éste con los tiempos establecidos como referencia, de acuerdo con las curvas tiempo vs corriente.





#### **SISTEMAS DE CONTROL**

El sistema de control desarrollado, consta de los siguientes bloques funcionales básicos: adquisición de datos en tiempo real, medición de variables básicas, generación de curvas tiempo vs corriente, comparación con niveles de entrada, salida de la señal de control.

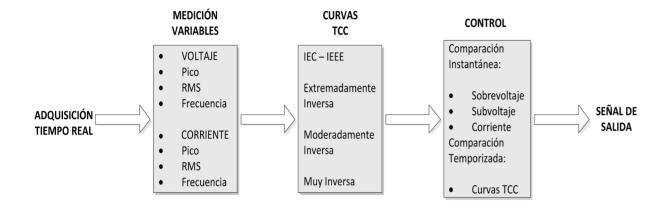


Fig. 66. Sistema de control.

realiza por medio de la plataforma CompactRio de National Instruments, a los respectivos módulos de adquisición llegan las señales de voltaje y corriente de la carga variable.

Con esta información se realiza la medición de los niveles de voltaje pico, voltaje RMS y frecuencia de la señal de voltaje, corriente pico, corriente RMS y frecuencia de la señal de corriente.

El bloque de generación de curvas tiempocorriente, genera los datos de corriente y tiempo de las curvas en las que se basa en controlador, de acuerdo con los estándares IEEE e IEC.

La adquisición de datos en tiempo real [6] se en esta versión se generan los datos para las curvas inversa, moderadamente inversa y extremadamente inversa de dichos estándares.

> La etapa de comparación, de acuerdo con el tipo de curva seleccionada en el controlador, compara el nivel de entrada (de corriente) con el valor de corriente para la protección, cuenta el tiempo asociado a dicho nivel de corriente y si el nivel de entrada es menor, no genera ninguna acción, pero si el nivel de entrada una vez transcurrido el tiempo correspondiente es mayor, genera la señal de control que indica al elemento de protección que debe abrir el circuito que tiene asociado.

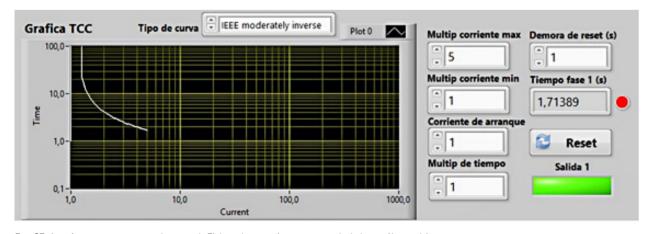


Fig. 67. Interfaz usuario sistema de control. Elaborada en software propio de Labview National Instruments.

La función de protección de corriente instantánea, compara en tiempo real los niveles de entrada con el valor de protección, si es mayor, inmediatamente se genera la señal de control. De manera similar, las funciones de protección para sobre voltaje y bajo voltaje, comparan los niveles de entrada de voltaje con los valores de referencia, generando la señal de control para el equipo eléctrico de protección y maniobra una vez se superan dichos niveles de comparación.

#### **RESULTADOS**

A nivel de laboratorio se realizó la validación de las protecciones básicas para fallas por bajo voltaje, sobre-voltaje, sobre-corriente instantánea y sobrecorriente temporizada (tiempo inverso), dicha validación se obtuvo realizando mediciones sobre el controlador implementado y configurado en base a las curvas características tiempo-corriente.

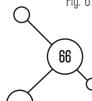
En el caso de las protecciones instantáneas, pudo observarse que el controlador envía la señal de control tan pronto como el nivel señal, de voltaje o corriente a la entrada, está por fuera del límite establecido por el valor de referencia.

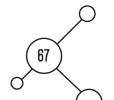
Para el caso de la protección de sobrecorriente temporizada se obtuvo:

CURVA TCC	REFERENCIA	CARGA	TIEMPO DISPARO
IEEE Moderadamente Inversa	10 A	11 A	0.17 S
IEEE Moderadamente Inversa	20 A	21 A	0.13 S
IEEE Moderadamente Inversa	30 A	31 A	0.12 S
IEEE Muy Inversa	10 A	11 A	0.09 S
IEEE Muy Inversa	20 A	21 A	0.07 S
IEEE Muy Inversa	30 A	31 A	0.07 S
IEEE Extremadamente Inversa	10 A	11 A	0.05 S
IEEE Extremadamente Inversa	20 A	21 A	0.03 S
IEEE Extremadamente Inversa	30 A	31 A	0.02 S

Tabla X. Resultados en laboratorio.

Estos tiempos coinciden con los tiempos encontrados en el estándar IEC 60255 para estas familias de curvas.





#### **CONCLUSIONES**

El trabajo presentado constituye la primera fase de la validación de un sistema de control basado en curvas características tiempo-corriente, orientado a mejorar el desempeño de las redes de distribución de energía eléctrica, basándose en la incorporación de plataformas robustas de desarrollo de sistemas embebidos.

La calidad de la energía suministrada a través de las redes de distribución ha cobrado mayor relevancia, siendo un aspecto de importancia para el desarrollo y la incorporación de nueva tecnología en los sistemas de monitoreo y control empleados en estas redes.

Las funciones de protección eléctrica pueden ser implementadas en sistemas robustos y sobre plataformas de tiempo real, para garantizar una mejor calidad en el suministro de energía y en el nivel de protección de los circuitos asociados.

Este trabajo representa un aporte al desarrollo de tecnologías y sistemas que faciliten la localización de fallas, aislamiento y restauración del servicio de las redes de distribución de energía eléctrica en Colombia, incorporando tecnología basada en tiempo real.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

[1] R. Real-Calvo, A. Moreno-Munoz, V. Pallares-Lopez, M. J. Gonzalez-Redondo, I. M. Moreno-Garcia, and E. J. Palacios-Garcia, "Sistema Electrónico Inteligente para el Control de la Interconexión entre Equipamiento de Generación Distribuida y la Red Eléctrica," RIAI - Rev. Iberoam. Autom. e Inform. Ind., vol. 14, no. 1, pp. 56–69, 2017.

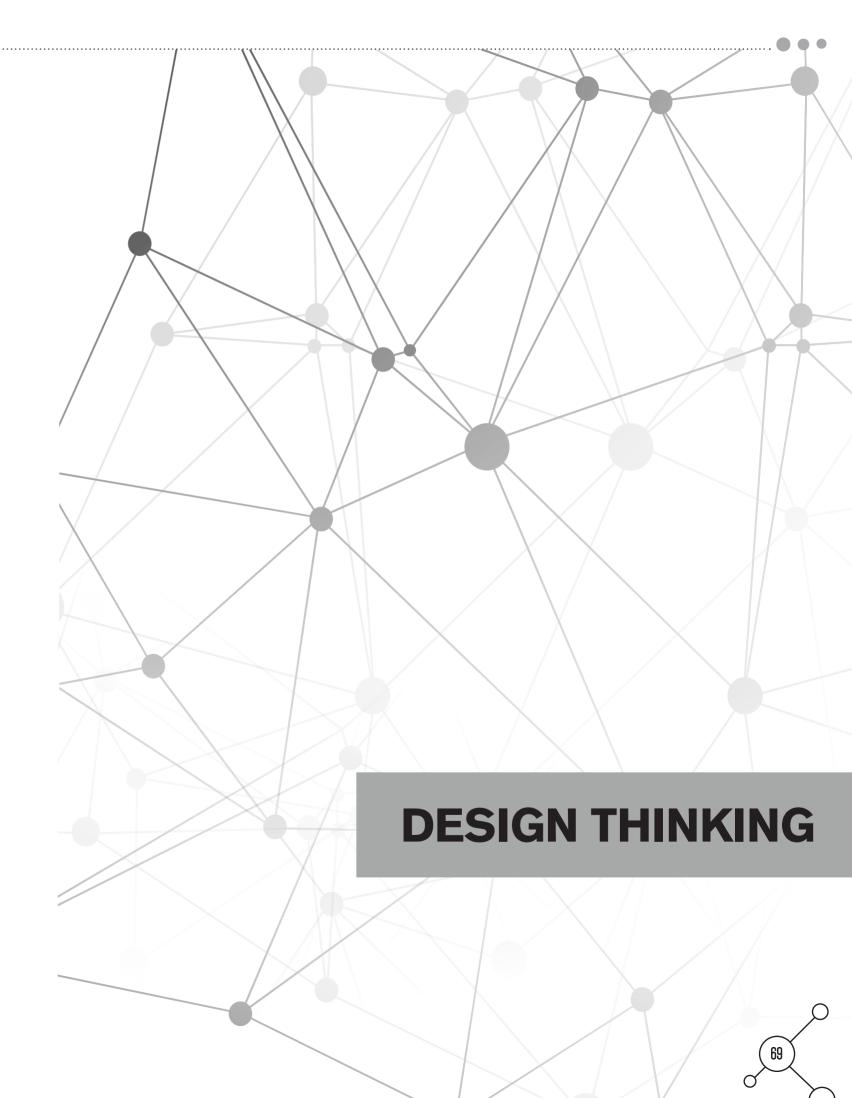
[2] A. Zidan et al., "Fault Detection, Isolation, and Service Restoration in Distribution Systems: State-of-the-Art and Future Trends," IEEE Trans. Smart Grid, vol. PP, no. 99, pp. 1–16, 2016.

[3] MERSEN, "How To Read A Time-Current Curve Time in Seconds," París, 2000.

[4] Schweitzer Engineering Laboratories Inc., SEL-751A Feeder Protection Relay - Instruction Manual. Pullman, Washington, 2012.

[5] K. Thiyagarajan and R. S. Kumar, "Real Time Energy Management and Load Forecasting in Smart Grid Using CompactRIO," Procedia Comput. Sci., vol. 85, no. Cms, pp. 656-661, 2016.

[6] D. Celeita, M. Hernandez, G. Ramos, N. Penafiel, M. Rangel, and J. D. Bernal, "Implementation of an educational real-time platform for relaying automation on smart grids," Electr. Power Syst. Res., vol. 130, pp. 156–166, 2016.



## 3.3.7. DESIGN THINKING; INNOVACIÓN **COLABORATIVA APLICADA** A LA GENERACIÓN DE PORTAFOLIOS DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS COMPETITIVOS

#### Sara Lancheros Ramírez

Especialista en Gestión del Cambio y Desarrollo Organizacional Investigadora SENA sarasolanra@gmail.com

**OBJETIVO** 

#### **RESUMEN**

entro de los enfoques de innovación, la colaborativa ha tomado relevancia en los

últimos años, va que reconoce la importancia de incluir a toda la cadena de valor en el proceso, pero además identifica las diversas fuentes existentes, los grupos de interés y la complejidad del mercado. En ese contexto, el Design Thinking se convierte en una herramienta muy útil, ya que permite a las empresas generar beneficios, conocimiento y soluciones

Relatar la experiencia de aplicación de la metodología Design Thinking, en la gestión empresarial y en la definición de mejoras en el proceso de innovación con beneficios tangibles en las PYME del sector TIC, resaltando la importancia de la innovación colaborativa y el pensamiento de diseño.

centradas en las personas, involucrando equipos multidisciplinarios que ofrecen diversos puntos de vista.

El caso Alianza TIC evidencia como la aplicación de la metodología Design Thinking, permite definir portafolios de servicios tecnológicos competitivos a través de la ejecución sistemática. Además, permite construir una cultura de innovación colaborativa dentro de la organización.

#### INTRODUCCIÓN

La innovación se ha convertido en un tema relevante de la metodología o el procedimiento aplicado. Lo para las grandes, medianas y pequeñas empresas de todos los sectores. Creando la necesidad de generar cambios disruptivos e incrementos en sus productos y servicios, incluso en sus modelos de negocio, como requerimiento para la sostenibilidad. La capacidad creatividad y la generación de ideas se convierten en innovaciones significativas en cada organización determinando el éxito del proceso.

Desde esta perspectiva, existen empresas que por su innovan e incorporan la cadena de valor. gran tamaño o estructura han establecido la necesidad de crear departamentos o áreas responsables de la investigación y desarrollo, mientras otras aún no. Sea cual sea el caso, la manera en que adquieren los insumos para idear, definir y probar sus invenciones o mejoras cambia significativamente, dependiendo

imprescindible para estos procesos de innovación es la inclusión de las necesidades del cliente, el mercado; aspectos que fortalecerán la cadena de valor.

El proceso de innovación debe ser un conjunto de fases sucesivas (cabe aclarar que la creatividad, entendida como la capacidad de generar ideas, puede estimularse en diferentes escenarios y con distintos actores), donde las empresas tienen que definir la manera en que

El reconocimiento y la definición, como muestra de intención y expresión de deseos de mejora, muchas veces no están compaginados con la colaboración; acciones que no excluyen entre sí y por el contrario son complementarias.

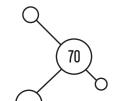
#### **DESIGN THINKING: INNOVACIÓN COLABORATIVA APLICADA** A LA **GENERACIÓN DE PORTAFOLIOS** DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS **COMPETITIVOS**

El Design Thinking o el pensamiento de diseño, tiene por propósito desarrollar procesos de innovación pensando en el usuario, en sus necesidades y expectativas. Esto quiere decir, que en cada una de sus fases (cinco en total: empatía, definición, ideación, prototipado y testeo) el centro será el usuario final.

La metodología genera una propuesta integral, al dar respuesta a la demanda de innovación multidisciplinar, con un enfoque global y al establecer en la cultura organizacional una metodología para que de forma dinámica y continua se aplique dicha herramienta. En resumen, es una metodología iterativa de solución creativa de problemas centrada en el usuario. Esto permite identificar todos los grupos de interés, ya que para mejorar un proceso no sólo es importante entender al cliente, o resolver un problema técnico en términos de racionalidad, cuantificación, planificación, lógica o abstracción entre otros, sino involucrar en el proceso la

competencia, la academia, el Estado e incluso los terceros afectados. En relación a la cadena de valor, esta debe ser incluida a todos los niveles, ya que cada área tendrá un punto de vista diferente, atendiendo a su misión dentro de la empresa y su relación con los demás grupos de interés que generarán ideas multidisciplinares y multivisión. A nivel de un proyecto, la persona líder del mismo tendrá que tener especial cuidado al conformar el equipo, con el fin de obtener la mayor información e ideas según el objetivo establecido.

La ventaja del Design Thinking está en el entendimiento a través de la observación directa, de lo que las personas necesitan en sus vidas y lo que les gusta o les disgusta (emociones) acerca de un producto o servicio. Encontrar una solución/producto/servicio que genere valor para el cliente/usuario y una oportunidad para el mercado, es la promesa de valor de la metodología mediante las siguientes fases:



#### **Empatía**

La primera fase corresponde a la empatía: busca establecer una conexión con el cliente o población objetivo, para entender su visión sobre el servicio o producto y sus necesidades más relevantes. En esta primera fase hay que aproximarse al otro, comprender sus necesidades, sus preferencias; obteniendo la mayor información posible. Aquí, los detalles tienen mayor relevancia, además, la información infrecuente e insólita proporciona visión para proponer un diseño eficaz e innovador.

La empatía combina la experiencia del cliente con soluciones sencillas. Dentro de las técnicas de empatía se encuentra: las entrevistas, el mapa de actores, el journeymap, entre otros. Su objetivo es determinar los vínculos, los niveles de influencia y las necesidades del cliente. Esto con la finalidad de ser más estratégicos acerca de cómo actuar y entender el problema.

Estás herramienta puede ayudar a mejorar la comprensión de cualquier situación en la que un número de personas, grupos y organizaciones interactúan para alcanzar objetivos comunes, susceptibles de mejora o en conflicto. Lo importante es entender el objetivo final y elegir las herramientas que, de forma fácil y eficaz, permitan la recolección de datos



Esta etapa es muy importante, ya que las empresas al iniciar estos procesos, pueden tener clara la intención de mejora, pero no han delimitado el campo en el que lo harán o el alcance del mismo.

Durante esta etapa, se depura y selecciona la información recopilada y se identifica el problema. Con esta información la organización le dará sentido a las siguientes fases. Los instrumentos utilizados son de baja tecnología, bajo costo, y netamente intuitivo, conectándose con los instrumentos y métodos de investigación existentes; además hacen explícito el conocimiento.



#### Ideación

En este ítem el análisis cobra relevancia. La invitación al equipo del proyecto es pensar sin límites. Todas las ideas son bienvenidas, sin importar sus requerimientos de recursos. Esto afianzará la confianza en proponer, y reconocerá los aportes de todos. Acercándose a encontrar la solución del problema definido.

Aquí, el modo de definición es crítico para el proceso de diseño, ya que el objetivo de esta etapa es concretar un punto de vista. Esto significa crear una declaración de problema viable y significativo, el cual será guía para enfocarse de mejor manera a un usuario en particular.



Se generan elementos informativos como dibujos, artefactos u objetos, con la intención de permitir a los usuarios visualizar el modelo del producto final. Además, permite efectuar un test sobre determinados atributos del mismo, sin necesidad de que esté disponible. Se comienza elaborando un prototipo del producto final: ¿Qué aspecto tendrá?, ¿Cómo funcionará?.

Para muchas interfaces de usuario, este modelo puede resultar tan simple como unos dibujos con lápiz y papel, o tan complejo como el código operativo final. Para interfaces de hardware o estaciones de trabajo, el modelo puede consistir en maquetas de espuma, caucho, cartón, papel o cartulina. Cuanto más próximo se encuentre el prototipo al producto real, mejor será la

evaluación. Si bien se pueden obtener magníficos resultados con prototipos de baja fidelidad; como se menciona en el Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas Basados en Software y Hardware [1]. Una buena regla es siempre hacer un prototipo

creyendo que estamos en lo correcto; pero, debemos evaluar pensando que estamos equivocados. Esta es la oportunidad para refinar las soluciones y poder mejorarlas. Idealmente se debe evaluar y testear en el contexto mismo del usuario que utilizará el producto.



#### Testeo

Al final, el éxito de las ideas generadas a través de procesos creativos solo pueden resultar en innovaciones después de que estas se implementan, y generan mejoras en la calidad de vida de sus usuarios. En esta etapa se solicita realimentación y opiniones sobre los prototipos a los usuarios.

Lo importante es que las pruebas se realicen en un ambiente de simulación, puede ser de baja fidelidad, pero con la información necesaria para que el usuario pueda generar comentarios y apreciaciones lo más cercanas al escenario real de uso.

#### **EL CASO ALIANZA TIC**

Alianza TIC es una empresa dedicada a brindar soluciones deconectividaden telecomunicaciones, instalaciones eléctricas y especializadas. Cuenta con cinco años de existencia en el mercado. Actualmente tiene como estrategia empresarial el crecimiento y la expansión.

El objetivo del proyecto es que a través de la aplicación de la metodología Design Thinking se generará la gestión empresarial, para establecer y mejorar el proceso de innovación con beneficios tangibles, y a su vez, mejorar los procedimientos y servicios tecnológicos ofertados. Lo más importante para la organización es, además de fortalecer su portafolio, adoptar y comprender la metodología y así, aplicarla de forma sistemática en sus necesidades de innovación futuras.

El compromiso hizo parte fundamental de la práctica de Design Thinking, ya que la disposición de tiempo de sus colaboradores para participar en las sesiones de apropiación y diseño fue relevante para el éxito del proceso. La transferencia de la metodología requería, además del proceso mismo, que la empresa comprendiera la importancia de crear experiencias significativas en relación al producto a través del pensamiento de diseño. Se revisaron uno a uno los servicios ofertados, aplicando las cinco

fases de la metodología, adaptando las mejoras incrementales que requerían menor esfuerzo y recurso. La lógica era sencilla, existían cambios que Alianza TIC podía aplicar en sus procesos y oferta de producto que generarían alto impacto en el cliente, y no requerían mayor esfuerzo en su implementación.

Uno de los servicios ofertados por Alianza TIC es el suministro de internet 4G LTE para eventos temporales. El compromiso de la empresa es una instalación rápida, sin contratos de permanencia y con la velocidad suficiente para conectar las aplicaciones de la oficina principal sin interrupciones. Con respecto a este servicio, se inició la aplicación de la metodología, identificando los actores que tenían relación con el producto, la cercanía e influencia de cada uno en el servicio, el tipo de vinculación y los objetivos comunes.

Finalmente, se identificaron como insumos o puntos para la mejora; la existencia de concentración de funciones en la gerencia, la dependencia con el proveedor de internet, la demanda concentrada en un cliente, las necesidades implícitas y latentes de conectividad en estos eventos temporales de los clientes finales, entre otros.



definió el mapa de procesos y se generó un journey map, para completar el diagnóstico del servicio, todo esto con el objetivo de representar gráficamente todos los procesos y actividades en la prestación del servicio, identificando, a través de las emociones, las actividades susceptibles de meiora.

Después de identificados estos aspectos de mejora, y priorizados de manera colaborativa, inició el proceso de ideación. Se revisaron los puntos de mejora, estableciendo para cada uno una pregunta, y mediante una lluvia de ideas se generaron y analizaron todos los resultados, relacionándolos por proximidad de sentido o similitud en los planteamientos del equipo.

Se ubicaron todas las ideas en un plano de decisión configurado de la siguiente manera: en el eje (x) se ubicó el esfuerzo y en el eje (y) el impacto que genera la implementación y desarrollo de cada idea. Se calificó cada una, de uno a tres, en las siguientes variables: recurso humano, recurso financiero y tiempo. Esto permitió nominar cuantitativamente y ser más objetivos en la elección de soluciones.

Posteriormente se procedió a crear el prototipo de las soluciones o innovaciones priorizadas. Como un hallazgo del proceso, se evidenció que en el suministro de internet los clientes demandan de Alianza TIC servicios adicionales para la

Después de realizar el mapa de actores, se organización, control de ingreso y monitoreo de participación de usuarios en los eventos o proyectos que desarrollan. En este sentido se desarrolló el prototipo de un turnero en la nube, para la organización de visitantes. Ofreciendo a los usuarios potenciales experimentar con el prototipo y validar la innovación; lo cual se representó en efectos positivos para la empresa. El producto ya hace parte del portafolio. Sin embargo, este producto es susceptible de mejora y serán los clientes quienes establezcan los desafíos siguientes.

> Este mismo proceso se realizó con los demás servicios, el resultado, un portafolio delimitado que permite a la empresa tener una imagen corporativa definida y establecer su promesa de valor, tarea nada sencilla y en la que las PYMES tienen un reto enorme. El proceso de aplicación de la metodología permitió: crear un protocolo que busca la creación de nuevos productos con base en experiencias tenidas con sus clientes, enfocándose en la productividad y en la creatividad con necesidades latentes del mercado. Co-crear, generando un ambiente de fluidez laboral y exaltando las cualidades y capacidades del equipo de trabajo, ya que todos se sentían involucrados en un proceso importante de la empresa.Por último, impulsar procesos innovadores internos, que fomentan la producción del personal y mantienen una búsqueda constante de ideas de negocio sobre la línea de productos tecnológicos, que se adapten al campo de acción de Alianza TIC.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] A. Floria. (2001, Diciembre.). Manual de Técnicas para el Diseño Participativo de Interfaces de Usuario de Sistemas basados en Software y Hardware. [Online]. pp. 83-103. Disponible en: http://www.disenomovil.mobi/multimedia\_un/01\_intro\_ux/Manual\_de\_Tecnicas\_para\_el\_ Diseno Participativo-usabilidad corregido.pdf
- [2] F. Garcia Sevilla. Business Innovation: "¿Qué aporta? ¿Qué requiere?" 1989-1. Ed. Polígrafa. Publicado en IESE Julio Septiembre 2007 / Revista de 20 Antiquos Alumnos
- [3] L. Pineda Serna (2007, diciembre). "Enfoques alrededor de la gestión estratégica de la innovación Documento de Investigación No. 57. Facultad de Administración, Universidad del Rosario, Bogotá.
- [4] Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2007). El futuro de la competencia. Buenos Aires: Gestión 2000.



# 3.4. Panel de discusión: Escuchemos a las Empresas - Acelerando juntos la implementación del loT Industrial

El conversatorio estuvo dirigido a las empresas, universidades, emprendedores, investigadores, aprendices y estudiantes asistentes, quienes con ayuda del moderador, el Magister André Laverde, plantearon las reglas e iniciaron la discusión del tema: "Internet de las cosas", pero aplicado industrialmente.





Fig. 68. Participantes conversatorio.

En el conversatorio la intención era escuchar a los participantes, que hablaron de sus necesidades, problemáticas y expectativas, derivadas de las ponencias en las que participaron, pero principalmente alrededor del tema propuesto y también, en un espacio al final, para que los mismos propusieran problemáticas que enfrentan, y pudieran hacer contactos o networking, los cuales pueden ser de gran apoyo para la generación de nuevas iniciativas, para la consolidación y el fortalecimiento del sector.

Entre las conclusiones del conversatorio destacan, con respecto al IoT Industrial, para comenzar a crear un producto o solución, es importante tener claro el problema a resolver, luego hacer una búsqueda de fuentes de información acerca del IoT, con empresas, foros de implementación, expertos, iniciativas de la academia. A continuación la opción más rápida es hacer un prototipo mediante la integración

de módulos, previamente diseñados que brindan los fabricantes a nivel mundial, luego cuando se prueba que esta integración funciona, se pasa a escalar la solución, evaluando en cada caso la parte debe ser diseñada, de acuerdo a las necesidades del cliente, o la parte que se integra a partir de modificar soluciones ya creadas, dependiendo del tiempo, el costo y la necesidad especifica del cliente. Para el prototipo, se pueden usar plataformas creadas previamente, que permitan validar la solución con el cliente.

Otra parte fundamental para implementar el IoT es una óptima plataforma de software y conectividad. La capa de aplicación e interacción con el usuario es fundamental, porque es la parte con la que el cliente o usuario realmente interactúa. Las empresas están de acuerdo que en próximos años, quién no tenga visibilidad en plataformas digitales, perecerá, además que el modelo de negocio debe ser orientado al cobro

por servicios o uso de la plataforma, no por el hardware o los dispositivos que se diseñan. Una vez discutido el tópico central, se dejó un espacio para que los asistentes manifestaran otras problemáticas, necesidades u oportunidades que viven actualmente, entre las cuales se destacaron:

- Visibilidad: Las empresas no cuentan con un portal, entidad o agremiación que les permita mostrar los diseños o productos que las empresas realizan, así como facilitar su mercadeo o relacionamiento.
- Representatividad: Se manifiesta la ausencia de representatividad del sector Electro Electrónico ante el Gobierno y las entidades a nivel Distrital y Nacional, en especial en el diseño de políticas, que aporten al sector, como en generación de energía, donde hace falta la regulación y normativa, para el aprovechamiento de oportunidades como las fuentes de energía no convencionales, los medidores de energía de doble vía, y el uso de los excedentes de energía.
- Espacios de Innovación: Proponen que el SENA abra las puertas para que las empresas conozcan los proyectos, iniciativas, invenciones y desarrollos de instructores y aprendices, con el ánimo se puedan generar sinergias que lleven a la comercialización de estos diseños.
- Articulación: Las empresas necesitan espacios de articulación entre ellas y la academia, al menos una vez al mes, de modo que se generen colaboraciones y se preparen proyectos de I+D+i, que pasen por una revisión financiera y de impacto, para que realmente resuelva problemas de las empresas, de la sociedad y el sector, además que puedan ser aplicadas, escalables y tengan éxito comercial, para la generación de empleo y la protección de propiedad intelectual e industrial.
- Banco de problemas: Las empresas deberían brindar información de sus necesidades, problemas u

- oportunidades, para que los aprendices y estudiantes de universidades tomen esas problemáticas, como insumo para elaborar proyectos, tesis, investigaciones, que luego lleven a la empresa.
- Inversión: Se deben buscar fondos de capital semilla y alternativas de inversión para las empresas.
- Iniciativas de I+D+I: Se propone que el SENA implemente un observatorio tecnológico o centro de pensamiento, en que las empresas encuentren estudios de vigilancia tecnológica, prospectiva, tendencia mundiales, sectoriales, revisión de nuevas tecnologías, de manera que se pueda ahorra tiempo y dinero, a la hora de abordar nuevas tecnologías por parte de la industria, así como evitar repetir errores, fracasos, o reinventar la rueda.
- Aprovechamiento de oportunidades actuales: Existen áreas de oportunidad para la electrónica y electricidad en temas de energías sustentables, donde hay fondos que están desaprovechados, así como las industrias creativas y culturales, que siguiendo las tendencias la economía naranja, necesitan de soluciones electrónicas, eléctricas, de software y en general tecnológicas.
- Información para toma de decisiones: Es importante contar con fuentes de información económica y financiera como insumo para el desarrollo de proyectos de I+D+I, que aumenten su factibilidad y viabilidad, así como nuevos modelos de negocio, por ejemplo, el cambio en energía solar, concientizar a todos sobre las oportunidades que se van a originar con la ruptura de los monopolios de energía, de agua, comunicaciones, entre otros.

Al final, la Líder SENNOVA, Shirley Rodríguez, agradeció la confianza depositada, así como la participación de todos los asistentes e invitó a articularse, mediante sesiones o eventos similares, en que se estará informando próximamente.



77

#### 3.5. RESULTADOS

Aunque muchos de los resultados obtenidos durante el evento son intangibles, como es la motivación, el deseo de trabajar con el SENA y el agradecimiento de las empresas, destacamos algunos de ellos, que reflejan nuestro compromiso y entusiasmo en el cumplimiento de las tareas que nos fueron encomendadas, aunque nuestra pasión por la I+D+i y el apoyo

Aunque muchos de los resultados obtenidos a la comunidad empresarial, académica y SENA durante el evento son intangibles, como es la no se pueda medir en cifras:

• Nos acompañaron 119 asistentes en total, entre ellos pertenecientes a diferentes empresas, universidades e independientes, de los sectores eléctrico, electrónico, telecomunicaciones, teleinformática y participantes del SENA.

#### Asistentes del Evento

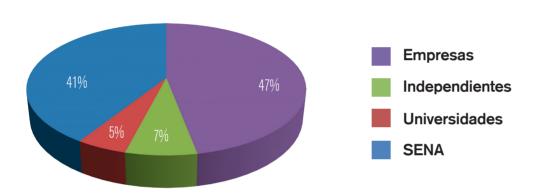


Fig. 69. Asistentes totales del evento.

TIPO DE PARTICIPANTE	CANTIDAD
Empresas	56
Independientes	8
Universidades	6
SENA	49
Proyecta 2017 participantes totales	119

Tabla XI. Participantes Proyecta 2017.

- De las Universidades y la Academia, nos acompañaron la UNAD-Universidad Nacional Abierta y a Distancia, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el Instituto Tecnológico de Bogotá, y el Centro Internacional de Física, además de docentes, investigadores y estudiantes.
- De la institución SENA estuvieron con nosotros 48 personas entre ellas funcionarios de la Dirección regional, Dirección general, Directivos, Coordinadores, Administrativos, Investigadores, Instructores y Aprendices de la regional SENA CEET Distrito Capital.

- Tuvimos en total 9 ponencias, una internacional y 8 nacionales, donde se presentaron temas de actualidad, y los resultados de los proyectos con empresas de los investigadores del grupo de Investigación GICS SENA CEET.
- Al final estuvimos con empresarios y académicos, discutiendo la implementación del IoT Industrial, así como las problemáticas y oportunidades de las empresas, los cuales los asistentes quedaron con la intención de participar en las iniciativas del Grupo de Investigación GICS y el SENA CEET.

#### **Asistentes SENA**

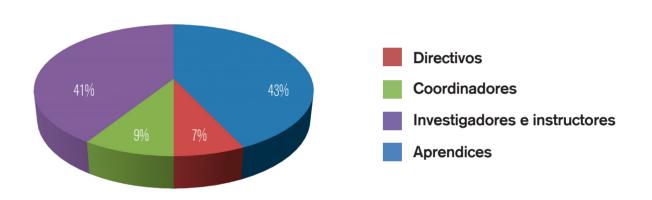
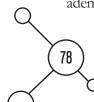


Fig. 70. Asistentes SENA del evento.

TIPO DE PARTICIPANTE	CANTIDAD
Directivos	3
Coordinadores	4
Investigadores e instructores	19
Aprendices	20
Total SENA	46

Tabla XII. Participantes SENA Proyecta 2017.

• Los asistentes participaron en 3 momentos de networking o relacionamiento, dos en cada refrigerio de la mañana y de la tarde, uno en el almuerzo, en que pudieron hacer contactos y compartir con empresarios, académicos del sector y de otros sectores afines.



#### 3.6. CONCLUSIONES

Son muchas las conclusiones que se pueden escribir, a partir de todas las actividades, experiencias, y aprendizajes derivados de la iniciativa Proyecta 2017. Se resaltan las más relevantes, que reflejan la pasión y el compromiso del Grupo GICS hacia la comunidad.

En primer lugar, la satisfacción del deber cumplido dentro de la institución SENA, con los aprendices e instructores; sensibilizados, motivados y en algunos casos vinculados a los diferentes proyectos de los semilleros de investigación.

En los talleres realizados en los programas de teleinformática, telecomunicaciones, electricidad industrial, electrónica, de los trimestres II, III y IV, se sembró una semilla transformadora que permitirá a los aprendices e instructores, ver los problemas del día a día como oportunidades de mejora para su vida, el entorno y la sociedad.

El resultado de la evaluación de los talleres In Situ confirmó que esa semilla empezó a germinar. Lo demostraron las evaluaciones de los miles de aprendices y cientos de instructores participantes, con resultados siempre positivos, evidenciando la contribución de la investigación al desarrollo de nuevas competencias y su formación práctica.

En segundo lugar, y no menos importante, las actividades con las empresas y la academia en el evento realizado. Las afluencia de la industria demostró la confianza y el interés que tienen por la divulgación del I+D+I.

Los proyectos presentados causaron impacto en los asistentes, y evidenciaron el gran potencial que tiene el SENA y el Grupo de Investigación GICS, de aportar en el fortalecimiento de los sectores productivos, y también de los programas de formación, como lo manifestaron los coordinadores del SENA CEET.

La divulgación de los proyectos despertó el interés del sector empresarial y académico a participar más activamente y explorar las posibilidades trabajo con el SENA, para la mejora de sus procesos, productos y servicios. El evento también despertó el interés de los asistentes para lograr la articulación e integración sectorial, porque quedó demostrada la calidez y el liderazgo de la entidad más querida de los Colombianos.

