



**Facultad de Ciencias de la Administración**

**Carrera de Ingeniería en Sistemas y  
Telemática**

**LENGUAJE ESPECIFICO DE DOMINIO PARA  
EL DISEÑO DE DASHBOARDS DE IOT.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
grado en Ingeniero de Sistemas y Telemática**

**Autor:**

Jaime Ismael Panata Rivera

**Director:**

Ing. Lenin Erazo Garzón MSc.

**Cuenca – Ecuador**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, Jaime y Gloria, siempre han sido mi guía, con su apoyo inquebrantable y sus valiosas enseñanzas. En este viaje académico y en cada momento de mi vida, han estado a mi lado, fortaleciéndome. A mis hermanos, compañeros constantes en este viaje. Su apoyo ha sido indispensable para alcanzar esta meta.

Mi gratitud a mi extensa familia Panata y Rivera. Pese a las distancias, han mostrado un apoyo constante, contribuyendo significativamente a mi formación y avance. Su respaldo incondicional ha sido un recurso invaluable en este camino. Para mis amigos de toda la vida, que han estado en cada desafío y celebración. Su apoyo inquebrantable y su ánimo han iluminado mi camino, haciéndolo más gratificante.

Este triunfo no solo es un reconocimiento a mi esfuerzo, sino también refleja la influencia, el cariño y el apoyo incondicional que todos ustedes han brindado en mi vida. A todos ustedes, con profunda gratitud, dedico este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi director de trabajo de titulación, Ing. Lenin Erazo Garzón, agradezco profundamente su apoyo incansable y orientación experta, que fueron cruciales para la culminación exitosa de este trabajo de titulación. A la Universidad del Azuay, mi agradecimiento por proporcionar un ambiente propicio y las oportunidades necesarias para la realización de este importante proyecto académico.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de Contenidos .....	iii
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras .....	vi
Resumen y Abstract .....	vii
1. Introducción .....	1
2. Marco Teórico .....	1
2.1 Internet de las Cosas .....	1
2.2 Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE) .....	2
3. Estado del arte .....	3
4. Materiales y métodos .....	4
4.1 Metodología empleada .....	4
4.2 Herramientas de desarrollo del DSL de dashboards de IoT .....	5
5. Metamodelo y DSL de dashboards de IoT .....	7
5.1 Metamodelo de dashboards de IoT .....	7
5.2 Notación gráfica del DSL (sintaxis concreta) .....	10
6. Escenario ilustrativo de IoT. ....	11
7. Evaluación del DSL y motor de dashboards de IoT .....	13
7.1 Diseño del cuasi-experimento .....	13
7.2 Adaptación del MEM para la evaluación del DLS y motor de generación de dashboards de IoT .....	14
7.3 Ejecución del cuasi-experimento .....	17
7.4 Resultados del cuasi-experimento .....	17
7.5 Discusión .....	20
8. Conclusiones y recomendaciones .....	21
9. Referencias .....	22
10. Anexos .....	23
1. Evaluación del DSL y motor de dashboards de Iot .....	23
1.1 Sitio web de la evaluación empírica del DSL y motor de generación de dashboards de IoT .....	23
1.2 Boletín Evaluación .....	23
1.2.1 Boletín de entrenamiento .....	23
1.2.2 Boletín de experimentación .....	27
1.3 Cuestionario de percepción del usuario .....	34
1.4 Fotos del cuasi experimento .....	35
2. Resultado Paginas. ....	37

2.1 Página Principal.....	37
2.2 Primera pagina.....	37
2.3 Segunda Pagina .....	37

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cuadro comparativo de criterios y funcionalidades de herramientas de software. ....	6
<b>Tabla 2.</b> <i>Notación grafica del DSL</i> .....	11
<b>Tabla 3.</b> Cuestionario para medir la percepción del usuario. ....	16
<b>Tabla 4.</b> Niveles de significancia sugeridos por Moody (2003).....	17
<b>Tabla 5.</b> Resultado de las variables de percepción. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Resultados de las variables de rendimiento del usuario. ....	19
<b>Tabla 7.</b> Regresión simple entre la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. ....	19
<b>Tabla 8.</b> Regresión simple entre la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida ....	19
<b>Tabla 9.</b> Regresión simple entre la intención de uso y la facilidad de uso percibida. ....	20
<b>Tabla 10.</b> Regresión simple entre la intención de uso y la utilidad percibida. ....	20

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Modelo de Transferencia Tecnológica de Gorschek et al. (2006) adaptado al trabajo de titulación.....	4
<b>Figura 2.</b> Metamodelo de dashboards de IoT.....	8
<b>Figura 3.</b> Interfaz de usuario de la herramienta DSL de dashboards de IoT.....	11
<b>Figura 4.</b> Modelo de Dashboards de IoT para visualizar los indicadores de CO en el sistema de gestión ambiental.....	12
<b>Figura 5.</b> Página inicial del escenario demostrativo de IoT creada automáticamente por el motor de generación de dashboards de IoT.....	12
<b>Figura 6.</b> Método de evaluaciones de modelos (MEM).....	15
<b>Figura 7.</b> Distribución de preguntas del cuestionario para evaluar: eficacia percibida e intención conductual de uso.....	16
<b>Figura 8.</b> Modelo adaptado del MEM para realizar la evaluación del DSL y motor de generación de dashboards de IoT.....	17
<b>Figura 9.</b> Gráficos de cajas de variables de percepción (E, U y BI).....	18

## RESUMEN

La industria del desarrollo de software para sistemas IoT presenta desafíos constantes, ya que, las metodologías y herramientas de Ingeniería de Software tradicionales demuestran deficiencias al momento de construir y mantener estos sistemas. A su vez, resulta necesario la adaptación permanente de la interfaz de usuario, respecto al contenido y la forma en que se presenta a los usuarios finales, debido al dinamismo y escalabilidad de estos sistemas. Este trabajo de investigación propone el desarrollo de un lenguaje específico de dominio (DSL) para diseñar aplicaciones web con dashboards interactivos sobre las métricas resultantes de los procesos de monitoreo y autoconsciencia de un sistema IoT. El DSL permite crear modelos de dashboards de IoT que incluyen: páginas, gráficos, tablas, fuentes de datos, etc. La evaluación del DSL mediante un cuasi-experimento evidenció que los participantes la perciben como útil y fácil de usar, por lo que estarían dispuestos a utilizarla a futuro.

**Palabras clave:** Dashboard, Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), interfaz de usuario (UI), Internet de las Cosas (IoT), Lenguaje Específico de Dominio (DSL).

## ABSTRACT

The software development industry for IoT systems presents constant challenges, due to the fact that traditional software engineering methodologies and tools show deficiencies when building and maintaining these systems. Permanent adaptation of the user interface is necessary, regarding the content and the way it is presented to the end users, due to the dynamism and scalability of IoT systems. This research work proposes the development of a domain-specific language (DSL) to design interactive dashboard visualization applications on data and metrics resulting from the monitoring and self-awareness processes of an IoT system. The DSL allows the creation of IoT dashboard models that include: pages, graphs, tables, data sources, etc. The evaluation of the DSL through a quasi-experiment showed that participants perceive it as useful and easy to use, so they would be willing to use it in the future.

**Keywords:** Dashboard, Internet of Things (IoT), Model-Driven Engineering (MDE), user interface (UI), Domain-Specific Language (DSL), generation engine.



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página