

Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y  
Mecatrónica

Técnica de diagnóstico de SEU utilizando  
diccionarios de fallos incompletos

Autor: Álvaro Calvo Matos

Tutor: Hipólito Guzmán Miranda

**Dpto. Ingeniería Electrónica  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2020





Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica

# **Técnica de diagnóstico de SEU utilizando diccionarios de fallos incompletos**

Autor:

Álvaro Calvo Matos

Tutor:

Hipólito Guzmán Miranda

Profesor Titular

Dpto. Ingeniería Electrónica  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020



Trabajo Fin de Grado: Técnica de diagnóstico de SEU utilizando diccionarios de fallos  
incompletos

Autor: Álvaro Calvo Matos

Tutor: Hipólito Guzmán Miranda

El tribunal nombrado para juzgar el trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes profesores:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:



# Agradecimientos

---

El diseño de una hoja de estilo en  $\text{\LaTeX}$  para un texto no es en absoluto trivial. Por un lado hay que conocer bien los usos, costumbres y reglas que se emplean a la hora de establecer márgenes, tipos de letras, tamaños de las mismas, títulos, estilos de tablas, y un sinfín de otros aspectos. Por otro, la programación en  $\text{\LaTeX}$  de esta hoja de estilo es muy tediosa, incluida la selección de los mejores paquetes para ello. La hoja de estilo adoptada por nuestra Escuela y utilizada en este texto es una versión de la que el profesor Payán realizó para un libro que desde hace tiempo viene escribiendo para su asignatura. Además, el prof. Payán ha participado de forma decisiva en la adaptación de dicha plantilla a los tres tipos de documentos que se han tenido en cuenta: libro, tesis y proyectos final de carrera, grado o máster. Y también en la redacción de este texto, que sirve de manual para la utilización de estos estilos. Por todo ello, y por hacerlo de forma totalmente desinteresada, la Escuela le está enormemente agradecida.

A esta hoja de estilos se le incluyó unos nuevos diseños de portada. El diseño gráfico de las portadas para proyectos fin de grado, carrera y máster, está basado en el que el prof. Fernando García García, de la Facultad de Bellas Artes de nuestra Universidad, hiciera para los libros, o tesis, de la sección de publicación de nuestra Escuela. Nuestra Escuela le agradece que pusiera su arte y su trabajo, de forma gratuita, a nuestra disposición.

Orden recomendado: - Comienza con los agradecimientos más formales, que suelen ir dirigidos a patrocinadores y/o al tutor del proyecto.

- Jerarquiza en función de su influencia en partes relevantes del proyecto, de mayor a menor.
- No uses frases largas, aunque cuando nombres a personas cercanas puedes hacer uso de dedicatorias en el TFG; te dejamos algunos ejemplos de cómo hacerlo más adelante.
- Las dedicatorias en el TFG pueden ser palabras tuyas, propias, o comenzar con un verso, un proverbio, etc.

Algunos ejemplos de dedicatorias: - ... y particularmente agradezco a mi maestro D/D<sup>a</sup> ....., por inculcarme el amor por las matemáticas cuando sólo era un niño de 7 años.

- También deseo agradecer el apoyo y la amistad demostrada en todo momento por ....., incluso cuando le llamaba, temeroso de no lograr terminar esta tesis, a altas horas de la madrugada.

- Gracias a mi familia por su amor y apoyo incondicional desde mi nacimiento, que se mantiene siendo un adulto.

- Y deseo agradecer de manera especial al profesor/a ..... de la asignatura ..... porque sin su buen hacer en la docencia no habría sido capaz de acometer el apartado ..... con facilidad.

- La vida es hermosa, y una de las formas en que se manifiesta esta hermosura es en el hecho de poder compartir y disfrutar con quienes amamos, ....., y con quienes nos ayudan en nuestro camino, como han hecho ..... en mi formación académica.

A mis profesores del Colegio Salesiano de Utrera, ... en especial a mis dos últimos tutores, D<sup>a</sup> Elena Ojeda ¿Rodríguez? y D Fernando ¿? ¿? , por la formación que me dieron, pero sobre

todo por entenderme, soportarme y apoyarme. Y a D Eduardo Pérez Prados, de quien adquirí mis primeros conocimientos en informática, y quién posteriormente me informó de la existencia de las becas científicas de verano, gracias a las cuales descubrí mi vocación por la robótica, llevándome directamente hasta donde estoy hoy.

*Álvaro Calvo Matos*  
*Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica*

*Sevilla, 2020*



# Resumen

---



# Abstract

---

*... -translation by google-*



# Índice Abreviado

---

<i>Resumen</i>	III
<i>Abstract</i>	V
<i>Índice Abreviado</i>	VII
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 Estado del arte</b>	<b>3</b>
<b>3 Inyección de fallos</b>	<b>5</b>
3.1 FT-Unshades2	5
<b>4 Primera aproximación a una métrica apropiada. Distancia de Levenshtein</b>	<b>7</b>
4.1 Elaboración de la base de datos de distancias	7
4.2 Diagnóstico basado en la distancia de Levenshtein	7
4.3 Resultados experimentales	7
<b>5 Inclusión de la distancia temporal en el algoritmo de selección de candidatos</b>	<b>9</b>
5.1 Diagnóstico basado en la distancia temporal	9
5.2 Fusión de las distancias temporal y de Levenshtein	9
5.3 Resultados experimentales	9
<b>6 Técnicas de diagnóstico auxiliares</b>	<b>11</b>
6.1 Diagnóstico basado en el análisis de imágenes	11
6.2 Diagnóstico por coincidencias	11
6.3 Resultados experimentales	11
<b>7 Campañas iterativas a partir de los candidatos seleccionados</b>	<b>13</b>
7.1 Estudio preliminar sobre el porcentaje de acierto de los algoritmos	13
7.2 Obtención de la lista de candidatos	13
7.3 Extracción de la información para la siguiente campaña de inyección de fallos	13
7.4 Resultados experimentales	13
<b>8 Aplicación de la técnica sobre diseños reales</b>	<b>15</b>
8.1 Edelweis creo	15
8.2 8061 o algo así	15
<b>9 Distancia en flip-flops. Mejora de la distancia temporal</b>	<b>17</b>

9.1	Inclusión de la distancia en flip-flops en el algoritmo	17
9.2	Resultados experimentales	17
<b>10</b>	<b>Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>19</b>
10.1	Conclusiones	19
10.2	Trabajos futuros	19
<b>11</b>	<b>Referencias</b>	<b>21</b>
	<i>Índice de Figuras</i>	23
	<i>Índice de Tablas</i>	25
	<i>Índice de Códigos</i>	27
	<i>Bibliografía</i>	29
	<i>Índice alfabético</i>	31
	<i>Glosario</i>	31

# Índice

---

<i>Resumen</i>	III
<i>Abstract</i>	V
<i>Índice Abreviado</i>	VII
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 Estado del arte</b>	<b>3</b>
<b>3 Inyección de fallos</b>	<b>5</b>
3.1 FT-Unshades2	5
<b>4 Primera aproximación a una métrica apropiada. Distancia de Levenshtein</b>	<b>7</b>
4.1 Elaboración de la base de datos de distancias	7
4.2 Diagnóstico basado en la distancia de Levenshtein	7
4.3 Resultados experimentales	7
4.3.1 Dicionarios exhaustivos	7
4.3.2 Dicionarios no exhaustivos	7
<b>5 Inclusión de la distancia temporal en el algoritmo de selección de candidatos</b>	<b>9</b>
5.1 Diagnóstico basado en la distancia temporal	9
5.2 Fusión de las distancias temporal y de Levenshtein	9
5.3 Resultados experimentales	9
5.3.1 Dicionarios exhaustivos	9
5.3.2 Dicionarios no exhaustivos	9
<b>6 Técnicas de diagnóstico auxiliares</b>	<b>11</b>
6.1 Diagnóstico basado en el análisis de imágenes	11
6.2 Diagnóstico por coincidencias	11
6.3 Resultados experimentales	11
<b>7 Campañas iterativas a partir de los candidatos seleccionados</b>	<b>13</b>
7.1 Estudio preliminar sobre el porcentaje de acierto de los algoritmos	13
7.2 Obtención de la lista de candidatos	13
7.3 Extracción de la información para la siguiente campaña de inyección de fallos	13
7.4 Resultados experimentales	13
<b>8 Aplicación de la técnica sobre diseños reales</b>	<b>15</b>

8.1	Edelweis creo	15
8.2	8061 o algo así	15
<b>9</b>	<b>Distancia en flip-flops. Mejora de la distancia temporal</b>	<b>17</b>
9.1	Inclusión de la distancia en flip-flops en el algoritmo	17
9.2	Resultados experimentales	17
9.2.1	Diccionarios exhaustivos	17
9.2.2	Diccionarios no exhaustivos	17
<b>10</b>	<b>Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>19</b>
10.1	Conclusiones	19
10.2	Trabajos futuros	19
<b>11</b>	<b>Referencias</b>	<b>21</b>
	<i>Índice de Figuras</i>	23
	<i>Índice de Tablas</i>	25
	<i>Índice de Códigos</i>	27
	<i>Bibliografía</i>	29
	<i>Índice alfabético</i>	31
	<i>Glosario</i>	31



# 1 Introducción

---



## **2 Estado del arte**

---



## **3 Inyección de fallos**

---

### **3.1 FT-Unshades2**



## **4 Primera aproximación a una métrica apropiada. Distancia de Levenshtein**

---

### **4.1 Elaboración de la base de datos de distancias**

### **4.2 Diagnóstico basado en la distancia de Levenshtein**

### **4.3 Resultados experimentales**

#### **4.3.1 Diccionarios exhaustivos**

#### **4.3.2 Diccionarios no exhaustivos**





# **5 Inclusión de la distancia temporal en el algoritmo de selección de candidatos**

---

## **5.1 Diagnóstico basado en la distancia temporal**

## **5.2 Fusión de las distancias temporal y de Levenshtein**

## **5.3 Resultados experimentales**

### **5.3.1 Diccionarios exhaustivos**

### **5.3.2 Diccionarios no exhaustivos**



## **6 Técnicas de diagnóstico auxiliares**

---

**6.1 Diagnóstico basado en el análisis de imágenes**

**6.2 Diagnóstico por coincidencias**

**6.3 Resultados experimentales**



## **7 Campañas iterativas a partir de los candidatos seleccionados**

---

- 7.1 Estudio preliminar sobre el porcentaje de acierto de los algoritmos**
- 7.2 Obtención de la lista de candidatos**
- 7.3 Extracción de la información para la siguiente campaña de inyección de fallos**
- 7.4 Resultados experimentales**



## **8 Aplicación de la técnica sobre diseños reales**

---

**8.1 Edelweis creo**

**8.2 8061 o algo así**





## **9 Distancia en flip-flops. Mejora de la distancia temporal**

---

### **9.1 Inclusión de la distancia en flip-flops en el algoritmo**

### **9.2 Resultados experimentales**

#### **9.2.1 Diccionarios exhaustivos**

#### **9.2.2 Diccionarios no exhaustivos**



# **10 Conclusiones y trabajos futuros**

---

## **10.1 Conclusiones**

## **10.2 Trabajos futuros**



## 11 Referencias

---



## Índice de Figuras

---





## Índice de Tablas

---



## Índice de Códigos

---



# Bibliografía

---

- [1] George Grätzer, *More math into latex*, 4 ed., Springer, 2007.
- [2] Markus Kohm, *A bundle of versatile classes and packages*, May 2012.
- [3] Stefan M. Moser, *How to typeset equations in latex*, February 2012.



# Glosario

---

. 4

**ETSI** Escuela Técnica Superior de Ingeniería. III, 4

. 4

**SEU** Single Event Upset. III, 4