**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Escuela de Ingeniería en Electrónica**

****

**“Evaluación de rendimiento y monitoreo mediante una herramienta geo referenciada para la red celular GSM en Costa Rica”**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura**

**José Daniel Rodríguez Sánchez**

**Cartago, Noviembre 2010**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA** | | |
| **ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA** | | |
| **PROYECTO DE GRADUACIÓN** | | |
| **TRIBUNAL EVALUADOR** | | |
|  | | |
| Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura, del Instituto Tecnológico de Costa Rica. | | |
|  | | |
|  | | |
| Miembros del Tribunal | | |
|  | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Ing. William Marín |  | Ing. Faustino Montes de Oca |
| Profesor lector |  | Profesor lector |
|  | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |
|  | Ing. Adolfo Méndez |  |
|  | Profesor asesor |  |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
| Los miembros de este Tribunal dan fe de que el presente trabajo de graduación ha sido aprobado y cumple con las normas establecidas por la Escuela de Ingeniería Electrónica | | |
|  | | |
| Lugar y fecha de la presentación | | |

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Lugar, fecha Firma del autor

José Daniel Rodríguez Sánchez

Céd: *1-1172-0707*

**Capítulo 1: Introducción**

En este capitulo el lector encontrara lo referente al problema existente

**1.1 Problema existente e importancia de su solución**

Actualmente en Costa Rica se encuentran distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional mas de 300 radio bases utilizadas para el uso de telefonía celular GSM pertenecientes al ICE.

La empresa Ericsson es la responsable de brindar servicios de mantenimiento de las telecomunicaciones a los operadores de los distintos países en donde se encuentran ubicados. Y debido al artículo 23 de la Ley Nº8642 (Ley General de Telecomunicaciones) la red debe de tener una disponibilidad de 99.999%, en cuyo caso sino se cumple se deben pagar indemnizaciones (dicha ley aplica tanto para operadores como para proveedores de servicios).

Por ello es de vital importancia para dicha empresa el conocer del estado de las redes celulares GSM y sus indicadores de calidad, pero aún más importante es el de saber en donde se están dando dichas fallas (lugar geográfico exacto), para así poder darle el mantenimiento adecuado.

No existe actualmente el diseño de una página web que contenga el mapa geográfico de Costa Rica con la posición geográfica exacta de la falla y los indicadores de calidad que se utilizan para la evaluación del desempeño de la red celular GSM en la empresa Ericsson.

**1.2 Solución seleccionada**

**Capítulo 2: Meta y objetivos**

# 1.1 Meta.

Obtener información adecuada sobre todos los indicadores de calidad requeridos para darle mantenimiento a la red y así obtener una disponibilidad del 100% de la red celular GSM sobre todo el todo el territorio nacional.

Indicador: Todos los Indicadores de calidad necesarios sobre las radio bases GSM para mantener el adecuado funcionamiento de la red celular.

## 1.2. Objetivo General.

* Diseñar una herramienta en pagina web capaz de mostrar los indicadores de calidad de la red celular GSM en Costa Rica para cumplir con la Ley Nº8642, sobre disponibilidad de la red.

Indicador: La herramienta web.

## Objetivos Específicos.

* Diseñar y programar una herramienta de software para representar en forma gráfica en un mapa referenciado por medio de coordenadas geográficas los diferentes parámetros de calidad de la red celular GSM para cada una de las radiobases existentes en la actualidad.

Indicador: La herramienta de software final programada en Perl, que se pueda mostrar al usuario los distintos indicadores de calidad de la red GSM y lugar geográfico exacto de cada una de las radiobases.

* Diseñar y programar una página web con el mapa de Costa Rica que posea información de las 300 radiobases a las cuales presta mantenimiento la empresa Ericsson utilizando la herramienta de googlemaps existente en el presente.

Indicador: La existencia de los indicadores de calidad sobre las 300 radiobases las cuales Ericsson brinda servicio de mantenimiento.

* Diseñar y programar una página web en donde se muestre los 4 indicadores más importantes de la calidad de la red celular GSM los cuales se deben actualizar en tiempo real (con un retraso de hora y cada 10 minutos) para cada una de las radiobases.

Indicador: La existencia en el desarrollo de la página web con los cinco indicadores más relevantes que brinden información acerca de la calidad de la red celular GSM.

1. **Capítulo 3: Marco teórico**

Este capítulo debe tratar los principales temas o conceptos relacionados implícita o explícitamente con la solución del problema.

Cada tema debe tratarse en una sección independiente la cual debe ser numerada y tener un subtítulo alusivo al asunto tratado.

Debe indicarse la fuente utilizada haciendo referencia a la numeración de la bibliografía.

La información incluida en este capítulo no debe ser una copia textual del documento fuente, sino una re-elaboración de la información utilizada con el fin de evidenciar su nexo con el problema y para adaptarla al estilo del documento.

En este capítulo deben incluirse temas relacionados, al menos, con los siguientes aspectos:

**3.1 Descripción del sistema o proceso a mejorar**

Se debe incluir y explicar en esta sección el diagrama de flujo que muestre la secuencia de etapas del proceso.

Además, si procede, es conveniente presentar una descripción del sistema en el cual se inserta el proyecto a implementar

**3.2**  **Antecedentes Bibliográficos**

Es importante presentar aquí el resultado de las búsquedas realizadas, ya sea en literatura reciente o sitios de Internet, con el fin de establecer el estado del arte con respecto a las posibles tecnologías, métodos o procedimientos, a emplear en la solución del problema planteado al momento de la ejecución del proyecto.

**3.3 Descripción de los principales principios físicos y/o electrónicos relacionados con la solución del problema.**

Se debe hacer referencia aquí a los principios físicos y las respectivas relaciones matemáticas que enmarcan el problema y que son eventualmente utilizados en el diseño de la solución.

1. **Capítulo 4: Procedimiento Metodológico**

En este capítulo deben describirse las etapas del método de diseño en ingeniería seguidas para llegar a la solución del problema. Vea el Anexo 4. En particular, debe hacerse referencia a las secciones indicadas a continuación.

**4.1 Reconocimiento y definición del problema**

Esta sección debe hacer referencia a las actividades realizadas para identificar el problema: entrevistas, pruebas de campo, simulaciones, recomendaciones de expertos, etc.

También debe indicarse cómo se llegó a definir las metas y restricciones generales establecidas para cada una las posibles soluciones del problema consideradas.

**4.2 Obtención y análisis de información**

Indique cómo obtuvo la información preliminar relevante (estado del arte o de la cuestión) del problema estudiado: entrevistas, investigación bibliográfica, uso de Internet, etc.

Haga referencia a los métodos de análisis utilizados para evaluar dicha información: análisis de costos, análisis de desempeño, cotejamiento con información de expertos sobre soluciones similares, tablas de causo-efecto, etc.

Indique las restricciones y datos técnicos que influenciaron su búsqueda y análisis: costos, capacidad deseada, limitantes tecnológicos, etc.

**4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución**

Refiérase al procedimiento seguido para plantear las alternativas de solución: investigación bibliográfica, entrevistas, consulta a los asesores, etc.

Indique cómo verificó la validez de las posibles soluciones: simulaciones, análisis de costos, análisis de diseño, pruebas controladas de laboratorio, etc.

Haga referencia al procedimiento seguido para evaluar y modificar las soluciones propuestas.

Indique los criterios usados para discriminar entre las alternativas y obtener así la solución propuesta: costo, desempeño, factibilidad de fabricación, rapidez de implementación, etc.

**4.4 Implementación de la solución**

Describa el procedimiento seguido para implementar la solución.

Indique si a lo largo de la implementación fue necesario modificar la solución inicialmente propuesta y las razones para ello.

Refiérase a los mecanismos seguidos para obtener la información necesaria para evaluar su propuesta de solución: pruebas de campo o de laboratorio, simulaciones, pruebas límite, etc.

Señale los procedimientos analíticos utilizados para evaluar el desempeño y validez de su solución una vez implementada: cotejamiento con modelos teóricos, evaluación de desempeño obtenido contra desempeño esperado, criterio de expertos, etc.

Explique los medios de difusión utilizados para dar a conocer a la comunidad los resultados de su trabajo: documentación (edición de afiches, folletos, guías de usuarios, etc), exposiciones, seminarios, charlas, entrenamiento a terceros, etc.

**4.5 Reevaluación y rediseño**

Comente acerca de los métodos y/o criterios que sugiere aplicar para determinar posibles mejoras futuras o alternativas a su solución alcanzada mediante su trabajo.

1. **Capítulo 5: Descripción detallada de la solución (Explicación del diseño)**

En este capítulo se explica el diseño de la solución implementada, constituye una parte muy importante del documento pues este apartado expone el aporte del estudiante.

Debe estructurarse siguiendo el orden en que se implementó el sistema.

**Se debe aquí hacer referencia a los criterios de diseño que fueron considerados, fundamentándolos mediante las relaciones matemáticas y físicas involucradas.**

**Asimismo, debe comentar las normas y estándares internacionales existentes que debe se acatar en la implementación de su solución.**

El contenido de este capítulo debe dividirse en tres secciones claramente separadas, a saber; el análisis de las diferentes soluciones y la selección final, descripción detallada del hardware implementado (módulos físicos utilizados en el sistema y su interconexión) y la descripción detallada del software realizado (rutinas de programación del sistema).

Cada una de estas secciones debe estructurarse en sub-secciones utilizando como guía el diagrama de bloques del sistema y la lista de objetivos específicos.

Además, antes de referirse a aspectos de funcionamiento, debe comentar aspectos de la estructura (módulos que constituyen el sistema) a efecto de poderse “ubicar” al lector cuando se describe el funcionamiento.

**5.1 Análisis de soluciones y selección final**

Se debe presentar y analizar en esta sección las diferentes soluciones planteadas, sus ventajas y desventajas, así como las razones por las que fueron descartadas.

Se debe indicar cuáles fueron los criterios que llevaron a la selección de la solución final.

**5.2 Descripción del hardware**

Esta sección describe en forma detallada la estructura y funcionamiento de cada uno de los módulos diseñados, que conforman el sistema construido para resolver el problema planteado.

Por consiguiente, se debe informar, en forma estructurada, sobre la subdivisión del sistema en las unidades o módulos funcionales que lo componen e incluir una descripción de la forma en se implementó cada etapa del hardware.

Esto involucra incluir diagramas detallados de los circuitos implementados para resolver el problema e indicar los componentes utilizados. También se deben explicar los criterios utilizados para seleccionar los componentes más importantes (medulares) del sistema.

**5.3 Descripción del software**

Esta sección contiene una descripción detallada del software, escrito para manejar el sistema y planteada de forma tal que se indiquen las principales funciones realizadas por el software.

En esta sección interesa describir el principio de funcionamiento de los algoritmos en los que se basa la operación del sistema.

No se debe incluir listados de los programas sino los diagramas de flujo del menú principal y de las rutinas más representativas del software del sistema.

En caso de que el sistema se comunique con un computador tipo PC, la descripción del software del sistema y el desarrollado para la PC deben presentarse en forma separada.

1. **Capítulo 6: Análisis de Resultados**
   1. **Resultados**

Este apartado presenta los resultados obtenidos mediante tablas, gráficas, fotos, etc, y las condiciones en que estos se obtuvieron. Es decir, en el caso de los circuitos diseñados, se debe indicar claramente los procedimientos y configuraciones de medición utilizados para verificar el funcionamiento de los mismos. Refiérase asimismo al equipo utilizado, en particular cuando se trata de equipo especial.

Si las mediciones fueron muy numerosas, presente aquí sólo algunas muestras que evidencien el comportamiento esperado. El resto de las mediciones pueden ser enviadas a los apéndices.

* 1. **Análisis**

Debe comentarse en detalle los resultados obtenidos, vea la sección anterior. Se debe realizar un análisis de los mismos a la luz de los objetivos y especificaciones planteadas, evidenciando su alcance.

Debe referirse también a los criterios de diseño que fueron considerados, si fuera necesario destacar ciertos efectos de éstos sobre el comportamiento final de la solución implementada.

Debe analizarse aquí los alcances y limitaciones que presenta la solución implementada.

Será criterio del autor combinar los apartados anteriores, es decir, analizar cada resultado conforme se va presentando, sin recurrir a la separación anterior.

**16. Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones**

**7.1 Conclusiones**.

En esta sección deben incluirse las principales conclusiones, (beneficios o consecuencias) obtenidas como producto de la solución del problema resuelto mediante el proyecto. Se redactan en forma de lista.

Se presume que son consecuencias adicionales a las especificadas en la formulación del problema.

Debe mencionarse los alcances y limitaciones que presenta el prototipo implementado en lo que concierne a la solución del problema resuelto.

No deben incluirse conclusiones que se deriven directamente de la teoría relacionada con el proyecto o cuya deducción sea obvia.

Esto es, las conclusiones deben estar relacionadas con el cuerpo del informe y ser producto del trabajo desarrollado a lo largo del proyecto y reflejar que solo alguien que haya realmente invertido esfuerzo en él podría deducir.

Es absolutamente relevante que se concluya sobre el logro de los objetivos planteados.

**7.2 Recomendaciones**

Se incluye en esta sección una lista de recomendaciones o mejoras que, a juicio del estudiante, puedan sugerirse para ser consideradas en la ejecución de trabajos posteriores relacionados con el proyecto. Las recomendaciones propuestas deben estar basadas en las conclusiones antes enunciadas.

**17. Bibliografía**

Se coloca después del último capítulo (7). Se incluye en esta sección las referencias a las fuentes bibliográficas de donde se tomó la información necesaria para desarrollar el proyecto.

En particular, en la bibliografía deben incluirse:

* La fuente de la información de la que se tomó la información sobre la institución o empresa en que se realiza el proyecto
* Las fuentes de la información incluida en el marco teórico.
* Referencias (manuales, direcciones de internet, etc.) utilizadas para consultar datos técnicos de dispositivos electrónicos más importantes utilizados en el proyecto

Todas las referencias bibliográficas deben estar numeradas, ordenadas alfabéticamente por autor y utilizar una norma estándar para identificar todos los documentos fuente utilizados.

Respecto a los formatos de las citas bibliográficas y sitios web, debe consultar la dirección de la Biblioteca: [www.biblioteca.itcr.ac.cr](http://www.biblioteca.itcr.ac.cr), Tutoriales en Línea, vea el documento [1] citado al final y disponible en el sitio “practica”.

En cuanto a las referencias obtenidas de Internet, debe describirse en forma breve el tipo de información que se encuentra en cada una de las direcciones de internet citadas.

1. **Apéndices y anexos**
   1. **Apéndices**

Este capítulo debe contener todos aquellos documentos **producidos por el autor del informe**, que se relacionan con el proyecto, pero no son suficientemente relevantes para que formen parte del cuerpo principal del informe. Debe de hacerse referencia a ellos en el cuerpo del trabajo.

Todos los apéndices deben estar numerados en forma alfanumérica (A.1, A.2, etc.) y tener un título alusivo a su contenido. Véase el siguiente ejemplo:

**Apéndice A.1** <cuatro espacios> **Título**

(Se utiliza mayúscula solo en la primera letra de *Apéndice* y en la primera letra de la primer palabra del título. Todo se escribe en negrita)

Dependiendo del tipo de proyecto, se pueden incluir los apartados indicados a continuación.

### A.1 Glosario, abreviaturas y simbología

Debe colocarse al final del documento y contener una definición general de los términos técnicos más representativos del área del conocimiento en que se inscribe el proyecto, que requieren ser explicados para una clara comprensión del mismo.

Debe servir como una guía rápida para los no especialistas.

**A.2 Manual(es) de usuario**

Incluye el manual(es) de usuario u otro material para la empresa, escrito(s) por el estudiante relativos al manejo de sistema obtenido como resultado del proyecto.

**A.3 Protocolos de medición**

Adjunte en esta sección los protocolos de mediciones y/o puesta en marcha que se hayan elaborado para el proyecto.

**A.4 Información sobre la empresa/institución**

Esta sección es optativa, aquí se informa sobre la empresa o institución en que se llevó a cabo el proyecto. Se puede subdividir en las dos secciones siguientes:

**A.4.1 Descripción de la empresa**

Es una descripción general que permite al lector ambientar el proyecto realizado. Se deben incluir aspectos como: nombre de la empresa, ubicación, actividad(es) principal(es), numero aproximado de empleados, departamento donde se realizó el proyecto. **Esta sección no debe sobrepasar una página.**

**A.4.2 Descripción del departamento o sección en la que se realizó el proyecto**

Debe mencionarse la función principal del departamento o sección en la que se realiza el proyecto. **Esta sección no debe sobrepasar una página.**

**A.4.3 Antecedentes Prácticos**

Esta sección incluye una breve descripción de los trabajos realizados anteriormente con la intención de resolver el problema y cuyos resultados fueron considerados para plantear la solución proyectada actualmente.

En caso de que la solución propuesta corresponda a una etapa dentro de un proyecto de mayor duración, se debe hacer un breve resumen sobre los resultados de las etapas anteriores.

Se debe presentar aquí la información general de los trabajos que antecedieron al actual y que persiguieron corregir el mismo problema (o parte de éste). Indique el nombre del proyecto, fecha en que fue realizado, un resumen de los objetivos, nombre de las personas que los ejecutaron así como de sus supervisores.

* 1. **Anexos**

Este capítulo debe contener todos aquellos documentos **no producidos por el autor del informe**, que se relacionan con el proyecto, pero no son suficientemente relevantes para que formen parte del cuerpo principal del informe.

Debe incluir información técnica relativa a los principales equipos y/o dispositivos utilizados en la solución del problema producida por los respectivos fabricantes.

La información incluida en este capítulo se compone de copias (escaneadas o bajadas de Internet) de las primeras páginas (mediante las cuales se hace la presentación) de los datos técnicos originales publicados por los fabricantes de los principales componentes o dispositivos utilizados en la implementación del sistema.

Los anexos deben ser numerados e identificados con un título que indique el nombre, número y modelo del dispositivo descrito.

Indique en la bibliografía (ver apartado 16) la fuente de la que se tomó y la dirección de página web.

Para identificar las subdivisiones de los anexos se emplea notación alfanumérica, B.1, B.2, etc. Véase el siguiente ejemplo:

**Anexo B.1** <cuatro espacios> **Título**

(Use letra mayúscula solo en la primera letra de *Anexo* y en la primera letra de la primer palabra del título. Todo se escribe en negrita)

Si hay figuras o tablas dentro de los apéndices y anexos, estas deberán numerarse siguiendo la regla descrita tal que se identifique inmediatamente en qué sección del informe se encuentran, ejemplos: **Figura A.1.1, Tabla B.2.1.**

**19. Fórmulas**

Las expresiones matemáticas deben numerarse en el margen derecho, el número debe estar entre paréntesis redondos. El siguiente ejemplo se refiere a la fórmula 2 del capítulo 6.

 (6.2)

**B. DOCUMENTO IMPRESO**

Esta copia debe corresponder a una versión impresa del documento digital entregado en los discos compactos.

Para la versión digital debe seguir estrictamente la guía: *Normas de presentación de los informes de prácticas de especialidad, tesis, seminarios y otros del ITCR en formato digital*, editada por la Biblioteca Digital.

1. **Del tipo de empaste y materiales utilizados**
   1. El empaste del informe final debe ser de excelente calidad. Tome en cuenta las siguientes características:

* Empaste fino de color negro.
* El texto que se imprime en la pasta será en letras de color dorado. Se repetirá la información de la portada, vea el ejemplo en la página 17, solo que se aumentará el tamaño de la letra; use el equivalente a arial 18 para *Instituto Tecnológico de Costa Rica*, y el equivalente a arial 16 para el resto del texto.
* El empaste debe ser cosido.
* La pasta será de cartón liso grueso (no corrugado).
* No deberá haber faltas de ortografía en la portada.
  1. Se deben utilizar hojas de papel bond blanco, tamaño carta (8½ x 11 pulgadas ó 216 x 279 mm) de buena calidad (papel número 20).

1. **Impresión del documento**

Laimpresión del texto así como de las figuras deben ser de la más alta calidad. Si la información es tal que se debe imprimir la hoja en posición horizontal, esta debe quedar sujeta, en el empaste, por la parte superior de la página.

1. **De la calidad en la presentación**
   1. El documento debe tener una excelente presentación en cuanto a orden y limpieza.
   2. No se aceptarán documentos que no presenten una excelente ortografía y redacción.
   3. La redacción se realiza en impersonal y en tiempo pretérito. Ejemplo “Se desarrolló...”
2. **Apéndices y anexos**
   1. El volumen de los anexos correspondientes a fotocopias de manuales, y trabajo que no es de producción propia del estudiante, debe limitarse, como máximo, a un **25%** del volumen total del informe impreso. En consecuencia, se le recomienda no adjuntar fotocopias de manuales completos, sino solamente información esencial de estos.
   2. No se recomienda adjuntar en los apéndices, copia de los listados de los programas. Esta información se puede tratar en diagramas de flujo y explicaciones por módulo. Consulte este aspecto con su profesor asesor.
   3. Vele por la calidad de las fotocopias. No se aceptarán documentos que contengan fotocopias manchadas, información inclinada o borrosa, ó con zonas de difícil lectura.
3. **Copias en CD**

La rotulación de las cajas de los CDs debe corresponder exactamente a la misma información y formato de la portada del informe.

Los discos deben etiquetarse, use etiquetas adhesivas. La información mínima que se debe imprimir en la etiqueta es: nombre del autor, escuela, semestre y año.

No utilice únicamente la etiqueta pegada al CD, la caja debe tener su propia rotulación.

1. **Aspectos Generales**
   1. Proceda a quemar sus discos compactos una vez que los asesores le hayan dado el visto bueno al borrador del documento final. Luego imprima y empaste.
   2. Es absolutamente obligatorio que su profesor asesor revise el empaste y/o CDs antes de ser entregados. Recuerde que la calidad de estos trabajos dan una imagen del autor, ¡cuídela!
   3. La Escuela de Ingeniería Electrónica pide una única versión impresa.
2. **Documento de consulta para aspectos de formato**

Disponible en el sitio: <http://www.ie.itcr.ac.cr/pmurillo/practica>

[1] Gutiérrez M. y Calvo N., ***Normas de presentación de los informes de prácticas de especialidad, tesis, seminarios y otros del ITCR en formato digital*,** Biblioteca José Figueres Ferrer, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Versión Febrero del 2004.