



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM

Trabajo Terminal

***“Sistema de Información para Incrementar la Adherencia de
Pacientes a Tratamientos Farmacológicos”
(SIAPTF)***

Que cumplirá con la opción de titulación curricular en la carrera de

***“Ingeniería en Sistemas Computacionales con Especialidad
en Sistemas”***

Presenta

López Montes de Oca Nasyeli

Directores



Dr. Roberto Vázquez Arreguín

Dr. Juan Asbun Bojalil

México D.F., a 11 de Junio de 2012



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM



No. registro: **TT 2011-0058**

Serie: Amarilla

Junio 2012

Documento técnico

**Sistema de Información para Incrementar la Adherencia de Pacientes a
Tratamientos Farmacológicos (SIAPTF)**

Presenta

López Montes de Oca Nasyeli¹

Directores

Dr. Roberto Vázquez Arreguín
Dr. Juan Asbun Bojalil

Resumen –Se desarrolló un sistema de Información para Incrementar la Adherencia de Pacientes a Tratamientos Farmacológicos (SIAPTF por sus siglas) que será de utilidad para los médicos, ya que permite llevar el control de pacientes de la tercera edad con tratamientos basados en ingesta de medicamentos comprimidos cuyo objetivo exija un régimen preciso en tiempo y cantidad de comprimidos como por ejemplo: las enfermedades crónico-degenerativas. Donde el paciente es ambulatorio (no hospitalizado). Se obtiene beneficios en el tratamiento del paciente, además de obtener una herramienta utilizada para la investigación médica tal que el tratamiento se lleve de una manera lo más controlada posible que impacten en nuevos estudios en la medicina y que a su vez generen ahorros económicos para médicos y pacientes aplicados a una mejor calidad de vida.

Palabras clave – Apego terapéutico, Calendarización, Farmacología, Electrónica Digital.

Directores

Dr. Roberto Vázquez Arreguín

Dr. Juan Asbun Bojalil

México D. F. a 11 de Junio de 2012

Advertencia

“Este informe contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso quedar restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen. Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en: La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n Teléfono: 57296000 Extensión 52000.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado.

A las primeras personas que les tengo que dar gracias por el simple hecho de haberme dado la vida, son a mis padres, sin ellos nada de lo que soy en estos momentos sería posible, les agradezco todo el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años, gracias a mi madre María Elena Montes de Oca Rodríguez, a mi padre Héctor López Rangel y a mi tía Lucía Montes de Oca por procurar en todo momento mi bienestar.

Mi más amplio agradecimiento para el Dr. Gustavo Juárez Gracia, Dr. Juan Asbun Bojalil y Dr. Roberto Vázquez Arreguín, directores de esta tesis, por su valiosa orientación y apoyo para la conclusión de este proyecto.

Mi novio Salvador, gracias por cada una de esas pláticas en que compartimos opiniones y me orientaste, sentí tu interés en cada una de las palabras escritas en este documento, mi tesis.

Quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión.

Por último pero sin restar importancia, tengo que agradecerles a todos mis amigos de la carrera pero en especial a Mariana y Belem, quienes invirtieron su tiempo, paciencia y conocimientos para ayudarme a completar mi proyecto de tesis. Ellas fueron a lo largo de la carrera las personas con las que pude contar, con ellas viví una serie de experiencias inolvidables que se quedarán grabadas en mi memoria.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ESTADO DEL ARTE	2
2.1.	ADHERENCIA	2
2.1.1	Antecedentes.....	2
2.1.2	Concepto	2
2.1.3	Problemas	2
2.2	ESTUDIOS REALIZADOS	3
2.2.1	Proyectos con el mismo enfoque.....	4
2.2.2	Conclusión.....	4
3.	PROBLEMÁTICA	5
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.2	OBJETIVO	5
3.3	JUSTIFICACIÓN	5
4.	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	6
4.1	PROPUESTA SOLUCIÓN	6
4.1.1	Preselección de Alternativas de Solución.	6
4.1.2	Descripción de las alternativas de solución.	6
4.2	ESTUDIO DE INVERSIÓN	6
4.3	DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA	8
4.3.1	Identificación de las Directrices Técnicas y de Gestión.	8
4.3.2	Identificación de Requisitos.....	10
4.3.2.1	Requisitos Funcionales	10
4.3.2.2	Requisitos no Funcionales	11
4.3.2.3	Requisito de Sistema.....	11
4.3.2.4	Requisitos de Usuario.....	11
4.3.2.5	Requisitos de Dominio	12
4.3.3	Catálogo de Requisitos.....	12
4.3.3.1	Requerimientos funcionales	12
4.3.3.2	Requerimientos no funcionales.....	13
4.4	DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA	14
4.4.1	Identificación de las Necesidades de Infraestructura Tecnológica.....	14
4.4.1.1	Hardware.....	14
4.4.1.1.1	PIC con manejo de Puerto Serial.....	14
4.4.1.2	Software	14
4.4.1.2.1	Lenguaje de Programación.	14
4.4.1.2.2	Sistema Gestor de Base de Datos	16
4.4.2	Selección de la tecnología	17
4.4.2.1	Hardware.....	17
4.4.2.1.1	Terminales Metálicas.	17
4.4.2.1.2	PIC 16F877A (controlador de interfaz periférico)	18
4.4.2.1.3	Resistencia Eléctrica 330 Ω	18
4.4.2.1.4	DAQ6009 USB National Instrument.....	18
4.4.2.2	Software	19
4.4.2.2.1	JAVA	19
4.5	ANÁLISIS DE RIESGOS	21
4.6	MODELO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	22
4.7	DEFINICIÓN DEL SISTEMA	23
4.7.1	Modelado de procesos	23
4.7.2	La identificación de las entidades externas:.....	25
4.7.3	Identificación de los usuarios participantes y finales.	26
4.7.4	Definición de proyectos a realizar.	27
4.8	CASOS DE USO	28

4.9 IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y ATRIBUTOS	34
4.9.1 Identificación de responsabilidades.....	35
4.9.2 Identificación de atributos.....	38
4.9.3 Identificación de asociaciones y agregaciones.	39
4.10 ESPECIFICACION DE PRINCIPIOS GENERALES DE LA INTERFAZ.....	40
4.10.1 Especificación de formatos individuales de la interfaz de pantalla	40
4.10.2 Especificación del comportamiento dinámico de la interfaz.	57
5. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	60
5.1 ESCENARIOS DE LOS CASOS DE USO	60
5.2 ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	64
5.3 ELABORACIÓN DIAGRAMA DE CLASES.....	71
5.4 ELABORACIÓN DEL MODELO DE DATOS	72
5.4.1 Elaboración del Modelo Conceptual de Datos.....	72
5.4.2 Elaboración del Modelo Lógico de Datos	73
5.5 MODELO RELACIONAL	74
5.5.1 Normalización del Modelo Lógico de Datos.....	74
6. DISEÑO DEL HARDWARE	75
6.1 DIAGRAMA DE BLOQUES	75
6.2 CIRCUITO ELÉCTRICO	76
7. DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA	76
7.1 DEFINICIÓN DE NIVELES DE ARQUITECTURA.	76
7.2 ESPECIFICACIÓN DE EXCEPCIONES.....	77
7.2.1 Catálogo de Excepciones.....	77
7.3 ESPECIFICACIÓN DEL ENTORNO TECNOLÓGICO.....	78
7.3.1 Software	78
7.3.2 Hardware.....	78
7.4 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD.....	79
7.4.1 Mantenimiento de integridad y confidencialidad de los datos.....	79
8. ESPECIFICACIÓN DEL PLAN DE PRUEBAS	79
8.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LAS PRUEBAS	79
8.1.1 Pruebas a nivel software.	79
8.1.2 Pruebas a nivel hardware.....	79
8.1.3 Pruebas de comunicación entre software- hardware.....	80
9. DESARROLLO	80
9.1 HARDWARE	80
9.1.1 PIC16F877A	81
9.1.2 DS1307	82
9.1.3 24LC256	83
9.1.4 ULN2003A	84
9.2 COMUNICACIÓN	85
9.2.1 RS232	85
9.3 SOFTWARE	86
9.3.1 Comunicación de Java con la caja de medicamento	86
9.3.2 Comunicación de Java con MySQL	86
10. PRUEBAS	88
10.1 COMUNICACIÓN MYSQL CON JAVA	88
10.2 COMUNICACIÓN CON LA CAJA DE MEDICAMENTO Y JAVA.....	89

11.	RESULTADOS	89
11.1	COMUNICACIÓN MySQL CON JAVA	89
11.2	COMUNICACIÓN CON LA CON LA CAJA DE MEDICAMENTO Y JAVA	92
12.	CONCLUSIONES	96
13.	TRABAJO A FUTURO	97
14.	REFERENCIAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estudios realizados sobre la adherencia.	3
Tabla 2.	Proyectos realizados para incrementar la adherencia.	4
Tabla 3.	Costos de desarrollo.	7
Tabla 4.	Beneficios.....	7
Tabla 5.	Requerimientos funcionales.	12
Tabla 6.	Requerimientos no funcionales.....	13
Tabla 7.	Comparativas de hardware	14
Tabla 8.	Comparativa de lenguajes de programación.	14
Tabla 9.	Comparativas de SGBD.	16
Tabla 10.	Impacto de los riesgos.....	21
Tabla 11.	Plan de acción.....	21
Tabla 12.	Matriz de subsistemas vs catálogo de requerimientos inicial.....	22
Tabla 13.	Usuarios del sistema.	25
Tabla 14.	Responsabilidades de los usuarios.....	26
Tabla 15.	Proyectos que llevaran a la construcción de los subsistemas que conformaran SIIAPTF.	27
Tabla 16.	Identificación de responsabilidades.	35
Tabla 17.	Identificación de atributos.....	38
Tabla 18.	Identificación de clases de interfaz.	40
Tabla 19.	Descripción de la interfaz de acceso.	41
Tabla 20.	Descripción de Menú del administrador.	42
Tabla 21.	Descripción interfaz alta médico.....	43
Tabla 22.	Descripción interfaz baja médico.....	43
Tabla 23.	Descripción interfaz modificar médico.	44
Tabla 24.	Descripción de Menú médico.	45
Tabla 25.	Descripción de interfaz alta paciente.	46
Tabla 26.	Descripción de interfaz baja paciente.	47
Tabla 27.	Descripción de interfaz modificar paciente.	48
Tabla 28.	Descripción interfaz baja medicamento.	49
Tabla 29.	Descripción de interfaz alta medicamento.	50
Tabla 30.	Descripción de interfaz modificar medicamento.....	51
Tabla 31.	Descripción de interfaz descargar información de la caja de medicamentos.	52
Tabla 32.	Descripción de interfaz programar caja de medicamentos.	53
Tabla 33.	Descripción de interfaz inspeccionar adherencia.	54
Tabla 34.	Descripción de interfaz de estadísticas.....	55
Tabla 35.	Descripción de interfaz de estadísticas.....	56
Tabla 36.	Comportamiento dinámico de la interfaz programar caja.	57

Tabla 37. Comportamiento dinámico de la interfaz descargar información.	58
Tabla 38. Comportamiento dinámico de la interfaz inspeccionar adherencia.	58
Tabla 39. Escenario del caso de uso general del sistema.	60
Tabla 40. Escenario del caso de uso visualizar adherencia.	61
Tabla 41. Escenario del caso de uso interacción con los pacientes.	61
Tabla 42. Escenario del caso de uso gestión de pacientes.	63
Tabla 43. Definición de entidades.	72
Tabla 44. Relación entre entidades con cardinalidad 1:1.	72
Tabla 45. Relación entre entidades con cardinalidad 1:N.	72
Tabla 46. Excepción de comunicación con la BD.	77
Tabla 47. Excepción de comunicación RS-232 y PC.	77
Tabla 48. Excepción de ingreso de valores requeridos.	78
Tabla 49. Excepción de ingreso de valores incorrectos.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Terminales Estañadas.	18
Figura 2. Los tres subsistemas conviviendo para lograr satisfacer.	22
Figura 3. Subsistemas que componen SIIAPTF.	23
Figura 4. Abstracción del proceso del negocio donde el Médico receta un paciente.	23
Figura 5. Abstracción del proceso del negocio donde el médico programa una caja de medicamento del sistema.	24
Figura 6. Abstracción del proceso del negocio donde la caja de medicamentos interactúa el paciente.	24
Figura 7. Abstracción del proceso del negocio donde el paciente interactúa con la caja de medicamento.	24
Figura 8. Abstracción del proceso del negocio donde el médico descarga información vía RS-232 de la caja de medicamento.	25
Figura 9. Abstracción del proceso del negocio donde el médico obtiene resultados desde el software.	25
Figura 10. Plan de trabajo con los usuarios.	26
Figura 11. Plan de trabajo de los participantes.	28
Figura 12. Caso de uso general del sistema SIIAPTF.	28
Figura 13. Caso de uso “Gestión de médicos”.	29
Figura 14. Clases asociadas al caso de uso gestión de médicos.	29
Figura 15. Caso de uso “Gestión de medicamentos”.	30
Figura 16. Clases asociadas al caso de uso “Gestión de medicamentos”.	30
Figura 17. Caso de uso “Gestión de pacientes”.	31
Figura 18. Clase que posibilita el caso de uso “Gestión de pacientes”.	31
Figura 19. Caso de uso “interacción paciente-caja”.	32
Figura 20. Caso de uso “interacción médico-caja”.	32
Figura 21. Clases que posibilitan el caso de uso “médico interactúa con caja”.	33
Figura 22. Caso de uso “visualizar adherencia”.	33
Figura 23. Clases asociadas al caso de uso “visualizar adherencia”.	34
Figura 24. Interfaz de acceso.	41
Figura 25. Menú del administrador.	42
Figura 26. Interfaz alta médico.	42
Figura 27. Interfaz baja médico.	43
Figura 28. Interfaz modificar médico.	44

Figura 29. Menú médico.....	45
Figura 30. Interfaz alta paciente.	46
Figura 31. Interfaz baja paciente.	47
Figura 32. Interfaz modificar paciente.	48
Figura 33. Interfaz baja medicamento.	49
Figura 34. Interfaz alta medicamento.	50
Figura 35. Interfaz modificar medicamento.....	51
Figura 36. Interfaz descargar información de la caja de medicamentos.....	52
Figura 37. Interfaz programar caja de medicamentos.....	53
Figura 38. Interfaz inspeccionar adherencia.	54
Figura 39. Interfaz de estadísticas.....	55
Figura 40. Interfaz de estadísticas.....	56
Figura 41. Diagrama de secuencia “login”.	64
Figura 42. Diagrama de secuencia “alta de médico”.	64
Figura 43. Diagrama de secuencia “baja médico”.	65
Figura 44. Diagrama de secuencia “modificar médico”.....	65
Figura 45. Diagrama de secuencia “ alta de medicamento”.....	66
Figura 46. Diagrama de secuencia “baja de medicamentos”.....	66
Figura 47. Diagrama de secuencia “modificar medicamento”.....	67
Figura 48. Diagrama de secuencia “alta de pacientes”.....	67
Figura 49. Diagrama de secuencia “baja de pacientes”.....	68
Figura 50. Diagrama de secuencia “modificar pacientes”.....	68
Figura 51. Diagrama de secuencia “programar caja”.....	69
Figura 52. Diagrama de secuencia “descargar información de la caja”.....	69
Figura 53. Diagrama de secuencia “inspeccionar adherencia”.....	70
Figura 54. Diagrama de clases.	71
Figura 55. Diagrama Entidad Relación.	73
Figura 56. Diagrama Relacional.....	74
Figura 57. Diagrama de bloques del prototipo.....	75
Figura 58. Diagrama Eléctrico.....	76
Figura 59. Diagrama Eléctrico General.....	80
Figura 60. Diagrama del PIC16F877A.....	81
Figura 61. Diagrama Reloj de Tiempo Real.	82
Figura 62. Diagrama de la Memoria Externa.	83
Figura 63. Diagrama ULN2003A	84
Figura 64. Diagrama RS-232.	85
Figura 65. Consulta desde JAVA a MySQL.....	88
Figura 66. Comunicación de la caja hacia JAVA.	89
Figura 67. Ingresa Paciente.....	89
Figura 68. Verifica ingreso paciente.	90
Figura 69. Dar de baja paciente.	90
Figura 70. Verifica dar de baja paciente.	91
Figura 71. Modificar paciente.....	91
Figura 72. Verifica modificar paciente.....	92
Figura 73. Datos enviados a la caja para configurar el reloj.	93
Figura 74. Datos enviados a la caia para programar tratamiento.....	94
Figura 75. Conector DB9.	94
Figura 76. Terminales estañadas.	94
Figura 77. Motor (vibrador alarma) e interruptor.....	95
Figura 78. Grafica del nivel de adherencia del paciente.	95

Figura 79. Integración del sistema..... 96

1. INTRODUCCIÓN

La adherencia o apego terapéutico (*compliance*) se define como “el grado en que el comportamiento de un paciente (en referencia a la toma de medicamentos, seguimiento de dietas o modificando estilos de vida) coincide con el consejo médico”. Es de gran importancia lograr que el paciente ambulatorio se administre sus medicamentos, no solamente en los intervalos correctos, sino con la duración necesaria para lograr un beneficio clínico. Dependiendo de la enfermedad, de factores sociodemográficos, del tipo de medicamento y vía de administración, la adherencia al tratamiento varía de un 4.6% a un 100%, con promedios que rondan un 75% [1]. Una baja adherencia genera mayor morbilidad y mortalidad, así como incremento en los costos de atención médica por el uso inadecuado de recursos; mayores recaídas de la enfermedad por falta de medicamento, mayores reacciones adversas por exceso incrementan el número de visitas médicas o de internamientos de urgencias.

La adherencia al tratamiento farmacológico es más difícil en pacientes geriátricos. Esto se debe a varios factores, en los que se encuentran: a) hasta el 75% de los pacientes mayores de 60 años consumen más de 4 medicamentos, b) el paciente geriátrico tiene dificultades para memorizar horarios o combinaciones de medicamentos a tomar, c) normalmente dependen del cuidado de terceras personas, que al no estar disponibles, les impide auto-administrarse sus medicamentos.

Dentro de las estrategias implementadas para mejorar adherencia, se encuentran las que generan cambios conductuales. Se ha intentado utilizar, entre otros: Monitoreo de adherencia mediante el conteo de tabletas (tabletas dispensadas/tabletas despachadas x 100), relojes con alarma, calendarios agregados a las cajas del medicamento, establecimiento de contratos-compromiso para la ingesta adecuada de medicamentos, modificaciones en las características de los empaques secundarios de medicamentos, entre otros. Sin embargo, no existe suficiente evidencia científica sobre el éxito de estas estrategias. Más aún, todas las anteriores técnicas dependen exclusivamente del paciente. Por otro lado, cuando las estrategias se basan en un componente educacional por parte del personal de salud (centros de atención telefónica para recordar la toma del medicamento, reuniones mensuales o bimensuales de información, entre otras) se logran mejoras breves.

De acuerdo a los resultados del estudio “*Las intervenciones para mejorar la adherencia a la medicación*” [3] se determinó que las intervenciones para mejorar la adherencia en los pacientes incrementó en los tratamientos de corto plazo y por ello la salud de los pacientes. Los métodos actuales para mejorar el cumplimiento crónico en problemas de salud son principalmente complejos y no eficaces, de modo que dada la complejidad de éste tipo de intervenciones no son utilizadas.

2. ESTADO DEL ARTE

El objetivo de esta actividad es recopilar y analizar todos los antecedentes generales que puedan afectar a los procesos y a las unidades organizativas implicadas en el Plan de Sistemas de Información, así como a los resultados del mismo.

2.1. ADHERENCIA

2.1.1 Antecedentes

Tuvo que haber un momento en el cual los términos: cumplimiento de prescripciones médicas, alianza terapéutica, cooperación y adhesión terapéutica, eran utilizados del mismo modo para expresarle al paciente que debía seguir las instrucciones del médico. Sin embargo hoy día se sabe piensa que adherencia implica mucho más que solo obedecer una prescripción.

2.1.2 Concepto

Para referirnos a adherencia, podemos encontrar sinónimos como cooperación, colaboración, alianza terapéutica, seguimiento, obediencia, observancia, adhesión y concordancia. Para el idioma inglés los usados comúnmente son compliance y adherence.[9]

A pesar de ser un tema de alto interés, no se ha concluido aún en una definición específica, siendo que de las más aceptadas para “cumplimiento” es “el grado en que la conducta de un paciente, en relación con la toma de medicamentos, el seguimiento de una dieta o la modificación de hábitos de vida, coincide con las instrucciones proporcionadas por el médico o personal sanitario”. [10]

En la práctica médica este concepto, suele ligarse casi exclusivamente al uso de los medicamentos por parte del paciente, de una forma determinada, pero debe ser considerado como un concepto amplio, que incluye aspectos higiénico–sanitarios, como seguir una dieta, no fumar, realizar ejercicios físicos regularmente, evitar el estrés, no ingerir bebidas alcohólicas, realizar visitas médicas periódicas o cumplir con las de seguimiento, programadas como parte del propio tratamiento.[9]

Este concepto a pesar de ser amplio cuenta con deficiencias según Karory: [11]

- a) Tiende a ser unidimensional. Las personas son cumplidoras o no cumplidoras, a pesar de las múltiples posibilidades que pueden existir en relación con el cumplimiento.
- b) Está centrada en el profesional de la salud y en un modelo de salud, básicamente autoritario, con tendencia a lograr una estabilidad en la conducta de cumplimiento.
- c) Es reduccionista, sólo tiene en cuenta el aspecto relacional y no considera aspectos subjetivos como por ejemplo, las motivaciones del paciente.

2.1.3 Problemas

Hay una variedad de factores se asocian a una mala adherencia como lo son: el sexo femenino, las personas de menor edad, las personas de mayor edad, discapacidades, el bajo nivel educativo, los menores ingresos, la marginación social, el consumo activo de sustancias de abuso, la falta de percepción de autoeficacia de los fármacos antirretrovirales, el estrés y la falta de motivación en los tests de depresión, el elevado número de comprimidos y la complejidad de las pautas de administración.[12]

2.2 ESTUDIOS REALIZADOS

Nombre del Estudio	Objetivo	Resultados
<i>Estudios de adherencia a los fármacos antirretrovirales. Una revisión sistemática. [8]</i>	Los grupos de pacientes con buen grado de cumplimiento obtienen mayor eficacia clínica. Las características sociales, demográficas, psicológicas y el resto de factores que se relacionan con la falta de adherencia deben tenerse en cuenta para mejorar el cumplimiento del tratamiento.	Los factores que con más frecuencia se asociaron a una peor adherencia son: el sexo femenino, las personas de menor edad, el bajo nivel educativo, los menores ingresos, la marginación social, el consumo activo de sustancias de abuso, la falta de percepción de autoeficacia de los fármacos antirretrovirales, el estrés y la falta de motivación en los tests de depresión, el elevado número de comprimidos y la complejidad de las pautas de administración.
<i>Percepciones y prácticas relacionadas con la tuberculosis y la adherencia al tratamiento en Chiapas, México. [7]</i>	Conocer las percepciones y prácticas que los enfermos de tuberculosis tienen sobre la enfermedad y la adherencia al tratamiento.	El desconocimiento sobre la enfermedad propició la elección de diferentes alternativas para su atención. Los servicios de salud y la inadecuada relación médico-paciente influyó en el retardo en el diagnóstico y falta de adherencia al tratamiento. Se sugiere un programa de difusión sobre aspectos básicos de la enfermedad y su tratamiento.
<i>Relación entre médicos y Pacientes con VIH: influencia en apego terapéutico y calidad de vida. [6]</i>	Analizar factores de la relación con los médicos que afectan la adherencia terapéutica y la calidad de vida de las personas con VIH/Sida.	Los principales problemas durante la búsqueda de atención se relacionaron con la falta de conciencia de riesgo y de información entre las personas viviendo con VIH/Sida y los médicos. Los médicos mostraron falta de capacitación en VIH/Sida. En la etapa de continuidad de la atención, los problemas se relacionaron con una adherencia terapéutica deficiente, producto principalmente de la falta de comunicación con los médicos y de la discriminación en los servicios públicos.

Tabla 1. Estudios realizados sobre la adherencia.

Nombre del estudio	Objetivos	Resultados.
<i>Una revisión sistemática de intervenciones para mejorar tomar la medicación en pacientes ancianos recetan múltiples medicamentos. [1]</i>	Mejorar la toma de medicamentos en pacientes ancianos con múltiples medicamentos	Los pacientes regulares de seguimiento programados junto con una ayuda de la administración de múltiples dosis de compartimiento es una estrategia eficaz para mantener la adherencia en un estudio.
<i>Factores socio demográficos y clínicos que influyen en la adherencia al tratamiento en la enfermedad de Parkinson: el estudio ADHESON. [5]</i>	Determinar la influencia de factores socio-demográficos y clínicos en la adherencia al tratamiento en la enfermedad de Parkinson.	De acuerdo con la opinión del médicos del 93,7%, el 60,4% de pacientes eran adherentes a la terapia de Parkinson. El análisis mostró una mayor adherencia en los pacientes con un alto nivel de conocimiento sobre la enfermedad (62,8%), un buen control clínico (63,6%), el cónyuge (63%) y mayores ingresos (66%).

Tabla 1. Estudios realizados sobre la adherencia (continuación).

2.2.1 Proyectos con el mismo enfoque

Nombre del Proyecto	Objetivo	Resultados
<i>Dulce Wireless Tijuana [2]</i>	Incrementar el apego terapéutico en niños con diabetes.	Sin resultados por el momento.

Tabla 2. Proyectos realizados para incrementar la adherencia.

2.2.2 Conclusión

De acuerdo a los resultados de los estudios anteriores podemos determinar que informando al paciente sobre la enfermedad que padece y con un apoyo para ingerir el medicamento en los horarios establecidos por él médico se podrá incrementar el apego terapéutico sobre todo con las personas de la tercera edad.

El sistema funcionaría como apoyo y así cumplir el objetivo establecido con anterioridad.

De acuerdo a las necesidades consideradas partiendo de los resultados de los estudios antes vistos se determinó un catálogo de requisitos que se mostrara en la sección correspondiente.

3. PROBLEMÁTICA

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema SIIAPTF debe ser capaz de incrementar la adherencia de personas de la tercera edad, de sexo femenino, con enfermedades crónico-degenerativas que requieran una alta cantidad de comprimidos, con pautas de administración compleja.

En la actualidad no se ha desarrollado un sistema basado en el concepto de “adherencia”

3.2 OBJETIVO

Diseño y puesta a punto de un sistema híbrido, que permitirá mejorar el grado de apego terapéutico de un paciente de acuerdo con su tratamiento farmacológico a base de medicamentos comprimidos, que incorpore un calendario electrónico de la ingesta de los mismos.

3.3 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a estudios realizados [1] se puede verificar que la mayoría de los pacientes con tratamiento no siguen adecuadamente las indicaciones que establece su médico, por lo tanto no existen un apego terapéutico adecuado y esto puede tener consecuencias severas. Una baja adherencia genera mayor morbilidad y mortalidad, así como incremento en los costos de atención médica por el uso inadecuado de recursos; mayores recaídas de la enfermedad por falta de medicamento, mayores reacciones adversas por exceso incrementan el número de visitas médicas o de internamientos de urgencias.

Con respecto a los resultados de los estudios realizados se puede concluir que la mayoría de los pacientes no sigue adecuadamente las indicaciones que establece su médico por lo tanto no existe un apego terapéutico y esto puede generar consecuencias severas, dependiendo del tipo de enfermedad que sea.

El sistema será una herramienta de gran ayuda, sobre todo para pacientes geriátricos que ingieren medicamentos contra enfermedades crónico-degenerativas.

El sistema ayudará a los pacientes a mejorar su condición médica auxiliándolos de tal manera que no olviden (como es frecuente) tomar las tabletas correspondientes a su enfermedad.

4. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

4.1 PROPUESTA SOLUCIÓN

4.1.1 Preselección de Alternativas de Solución.

Las alternativas de selección son altamente escasas, debido a que el tema que se está manejando “adherencia” ha sido retomado hasta hace poco por los médicos para la elaboración de estudios de campo (anteriormente mencionados en los antecedentes). Eso nos deja sin productos en el mercado que puedan satisfacer alguno de nuestros requerimientos.

Los productos realizados a medida.

Una alternativa claramente es el desarrollo de un sistema de cómputo que sea pionero en el tema, desarrollado por alumnos de la Escuela Superior de Computo, el sistema SIIAPTF propone el desarrollo de un sistema híbrido que apoye tanto a pacientes como a médicos en la mejora de adherencia a tratamientos farmacológicos.

4.1.2 Descripción de las alternativas de solución.

Debido a que las alternativas determinadas por 4.1.1 no son suficientes para poder formular una solución que compita contra la que propone el desarrollo de un sistema, se procede a describir directamente la solución mencionada como un producto realizado a la medida, es decir: El producto que requiere una adaptación por si solo no puede mostrarse como candidato a solución por sí mismo, requeriría de al menos un software comercial que le acompañara para poder aspirar a solución.

Dicho lo cual, y dado que el presente conjunto de actividades y procesos están encaminados al diseño, análisis y construcción de la solución propuesta, se deja de lado la descripción de esta solución, ya que es muy difícil encontrar una descripción más detallada que la que aquí se expone.

4.2 ESTUDIO DE INVERSIÓN

Para la alternativa de solución propuesta se valorara el impacto en la organización y se establece su viabilidad económica, para ello se presenta a continuación un análisis consto/beneficio que determina los costes de todo lo que se estima se necesitara para desarrollar el sistema, inmediatamente después de muestra una lista que enmarca los beneficios que conlleva la implementación de esta solución.

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Descripción	total
Computadoras	2	5000	Computadores necesarios para elaborar lo referente a programación y documentación.	10000
Utensilios oficina	1	3000	Utensilios como papel, tinta, plumones, etc.	3000
Herramientas varias	1	1000	Herramientas manuales como pinzas, destornilladores, cortadores, etc.	1000
Materiales electrónicos varios	1	3000	De bajo costo como resistores, cable, diodos, etc.	3000
Micro controladores	10	120	Dispositivos electrónicos de costo medio.	1200
Sensores	40	30	Elementos electrónicos sensibles, necesarios para realizar mediciones.	1200
Materiales varios	1	2500	Necesarios para elaborar prototipos como lo son: Unicel, plástico, aluminio, etc.	2500
Insumos de producción	1	8200	Incluye luz, agua, teléfono, internet y predial.	8200
Fondo de contingencia	1	2000	Dinero predefinido por si el límite es alcanzado en alguno de los rubros anteriores.	
			Total	32100

Tabla 3. Costos de desarrollo.

Beneficio	Descripción	Importancia (1-10)
Facilidad de uso	La facilidad de uso como requerimiento no funcional, sería una ventaja obtenida.	7
Comodidad	Es más cómodo que un sistema de cómputo te recuerde una actividad, que arriesgarse a olvidarlo	8
Seguridad	Es más fácil asegurar la seguridad de la salud si el tratamiento es apoyado por una solución computacional.	9
Eficiencia	Al ser gestionado un tratamiento por una máquina, asegura que eficiencia, en este caso de ingesta de medicamentos	8
Tranquilidad	Especialmente para los familiares del paciente, es importante estar tranquilo de que su familiar se tomara su medicamento y que es más difícil que no lo haga.	9

Tabla 4. Beneficios

Beneficio	Descripción	Importancia (1-10)
Utilidad	Para los médicos es útil la información que se puede obtener del sistema, para poder hacer investigaciones en tema de adherencia.	9
Innovación	El sistema que se propone es único en su tipo, pionero interdisciplinario entre la medicina y la ingeniería trabajando sobre el tema de adherencia.	9
Valor social	La sociedad vera con buen agrado este sistema de cómputo ya que viene a mejorar la calidad de vida de las personas.	7
Potencial económico	El carácter de este trabajo no se centra en los beneficios económicos que se puedan generar. Sin embargo solo en este apartado se señala que contiene un alto potencial de convertirse en un producto de gran demanda en el mercado.	7
Utilidad dual	Explícitamente se menciona que: la Utilidad del sistema por un lado para el paciente será la de mejorar su salud y adicionalmente el médico de este podrá realizar trabajos de investigación / experimentación sobre la adherencia de sus pacientes.	9

Tabla 4. Beneficios (continuación)

4.3 DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

Esta actividad incluye la determinación de los requisitos generales, mediante una serie de sesiones de trabajo con los usuarios participantes, que hay que planificar y realizar.

4.3.1 Identificación de las Directrices Técnicas y de Gestión.

- Políticas técnicas:
 - Gestión de Proyectos
 - Seguimiento:
El proyecto se dará continuidad día a día para poder cumplir con el objetivo establecido.
 - Revisión:
Se tendrán diversas revisiones, esto será de acuerdo a nuestros sinodales como directores del proyecto.
 - Aprobación Final:
La aprobación final se dará una vez que se haya cuando el médico emplee nuestro sistema y corrobore que se ha cumplido con el objetivo establecido.

- Desarrollo de Sistemas
 - Metodologías:
La metodología empleada para este proyecto es Métrica v3 ya que es la que se adecúa mejor a este debido a que nuestro sistema se compone de software como de hardware.
 - Técnicas de programación
Para el desarrollo de este proyecto se empleará como técnica de programación orientada a objetos debido a que la programación orientada a objetos (POO) es un paradigma de programación que usa objetos y sus interacciones, para diseñar aplicaciones y programas informáticos. Está basado en varias técnicas, incluyendo herencia, abstracción, polimorfismo y encapsulamiento.

- Arquitectura de Sistemas
 - La arquitectura de nuestro sistema será centralizada debido a que no empleamos ninguna red de comunicaciones, los datos que se obtienen son de manera local o directa.

- Política de Seguridad
 - Control de acceso
El control de accesos estará manejado por medio de sesiones en la cual el médico tendrá que loguearse y así podrá acceder al sistema para visualizar la información de sus pacientes.
 - Integridad de datos
La integridad de datos se refiere a conservar la lógica de los datos evitando la duplicidad por medio de un buen modelo relacional y así dar garantía al médico de los datos que se almacenan en el sistema.

- Directrices de Planificación.

La planificación del sistema está dada de acuerdo al tiempo contemplado con el que se cuenta para el desarrollo del sistema, que es de dos semestres. Con respecto a ello se han distribuidos las diferentes tareas a realizar para el desarrollo de este sistema. En el siguiente cronograma podemos observar las etapas en las que está dividido el desarrollo del proyecto como el periodo contemplado para cada etapa.

- Directrices de Gestión de Calidad.

En lo que se refiere a estándares se ha tenido en cuenta como referencia el Modelo de Ciclo de Vida de Desarrollo propuesto en la norma ISO 12.207 "Information technology – Software life cycle processes". Siguiendo este modelo se ha elaborado la estructura de MÉTRICA Versión 3 en la que se distinguen procesos principales (Planificación, Desarrollo y Mantenimiento) e interfaces (Gestión de Proyectos, Aseguramiento de la Calidad, Seguridad y Gestión de Proyectos) cuyo objetivo es dar soporte al proyecto en los aspectos organizativos.

Además de la norma ISO 12.207, entre los estándares de referencia hay que destacar las

normas ISO/IEC TR 15.504/SPICE “Software Process Improvement and Assurance Standards Capability Determination”, UNE-EN-ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos, UNE-EN-ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario y el estándar IEEE 610.12-1.990 “Standard Glossary of Software Engineering Terminology”. Igualmente se han tenido en cuenta otras metodologías como SSADM, Merise, Information Engineering, MAGERIT. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información promovida por el Consejo Superior de Informática y EUROMÉTODO. Referencias a estas últimas metodologías pueden localizarse en las páginas del CSAE: www.csae.map.es.

4.3.2 Identificación de Requisitos

Es una descripción abstracta y detallada de los servicios proporcionados por el sistema y sus restricciones operativas.

4.3.2.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales son una descripción de las necesidades o deseos de la persona a la que va dirigido el sistema.

1. El sistema debe asignar un ID único para identificar a cada paciente existente en la base de datos.
2. El sistema permite emplear teclado y mouse para su manejo.
3. El sistema permite visualizar al médico el menú principal y así elegir la sección que requiera emplear.
4. El sistema debe almacenar en la base de datos los datos del paciente.
5. El sistema debe contar con un sección en la cual pueda visualizar las estadísticas y graficas del progreso del tratamiento del paciente.
6. El sistema debe permitir programar la caja para el tratamiento del paciente.
7. El sistema debe permitir dar de alta nuevos pacientes.
8. El sistema debe permitir dar de alta nuevos médicos.
9. El sistema debe permitir dar de baja pacientes así como su expediente.
10. El sistema debe permitir dar de baja la sesión del médico.
11. El sistema debe almacenar en la base de datos el historial clínico de cada uno de los pacientes previamente registrados en el software.
12. La caja deber almacenar la hora en que es ingerido el medicamento de acuerdo al tiempo estimado para su tratamiento.
13. La caja debe avisar al usuario en el momento que deba ingerir el medicamento durante el tiempo estimado de su tratamiento.
14. El sistema permitirá recibir los datos que sean transferidos por medio comunicación ZigBee desde la caja de medicamento.
15. El sistema debe verificar el llenado correcto del formulario para programar la caja.
16. El sistema no presenta fallos crítico que dependan directamente del código del programa, como se mencionan en el requerimiento no funcional [1]
17. El sistema operará con un mínimo de 1 GB, 512 de RAM y un procesador de 1.2 GHz como se menciona en el requerimiento no funcional [3].
18. El sistema presentar un interfaz amigable, lo que permite al médico operar el sistema sin el empleo de un manual como se menciona en el requerimiento no funcional [2].
19. El sistema no presenta fallas durante su ejecución como se menciona en la

- referencia [4].
20. El sistema debe ser seguro, mantener en privacidad los datos personales de los pacientes.
 21. El sistema debe asignar un ID único de acuerdo a la Anatomical, Therapeutic, Chemical classification system (ATC) para identificar medicamento existente en la base de datos.
 22. El sistema permite visualizar al médico el menú principal y así elegir la sección que requiera emplear.

4.3.2.2 Requisitos no Funcionales

Los requisitos no funcionales son aquellos que no dependen de los requisitos funcionales.

1. El sistema no debe presentar fallos críticos.
2. El sistema debe ser fácil de usar, intuitivo.
3. El sistema no debe consumir demasiados recursos de equipo, para asegurar que sea rápido.
4. El sistema debe ser fiable.

4.3.2.3 Requisito de Sistema

Son aquellos establecidos con detalle a funciones, servicios y restricciones operativas.

1. El sistema será compatible solo con el sistema operativo Windows, en sus versiones XP, Vista y 7.
2. El desarrollo de la complejidad del software debe ser bajo, y consumir pocos recursos
3. El software será desarrollado con licencias y, por tanto, cualquier componente software que reutilice también deberá contar con licencia.
4. El software será susceptible de ser ampliado. Por tanto deberá diseñarse fácilmente mantenible, aplicando para su desarrollo las metodologías que para ello sean precisas.

4.3.2.4 Requisitos de Usuario

Declaraciones del lenguaje natural de los servicios que se espera que el sistema proporcione y las restricciones bajo las cuales debe funcionar.

- **Médico**

1. El sistema permite consultar los datos así como también las estadísticas de los tratamientos de los pacientes.
2. El sistema debe almacenar de manera segura los datos del paciente.
3. El sistema cuenta con un catálogo de los pacientes existentes.
4. El sistema cuenta con un buscador de pacientes.
5. El sistema realiza el registro del tratamiento asignado al paciente.
6. El sistema permite programar la caja para el tratamiento del paciente.
7. El sistema permite transferir los datos de la caja del paciente para ser visualizados

en pantalla.

- **Paciente**

1. La caja debe avisar cuando el paciente deba ingerir su medicamento.
2. La caja debe registrar la hora de cada toma del medicamento que se realiza.
3. La caja debe mostrar el número de píldoras que restan en la dentro de ella.
4. La caja debe permitir transferir los datos por medio de comunicación ZigBee.

4.3.2.5 Requisitos de Dominio

Son requerimientos que provienen del dominio de aplicación del sistema y que reflejan las características de ese dominio.

1. El sistema está enfocado principalmente los medicamentos en presentación de tabletas.
2. El sistema debe usarse en pacientes ambulatorios.
3. El sistema sólo permite medicamentos con presentación en tabletas.

4.3.3 Catálogo de Requisitos.

4.3.3.1 Requerimientos funcionales

ID	Requerimiento funcional	Prioridad (1-3)
RF-1	El sistema debe asignar un ID único para identificar a cada paciente existente en la base de datos.	1
RF-2	El sistema permite emplear teclado y mouse para su manejo.	3
RF-3	El sistema debe almacenar en la base de datos los datos del paciente, el cual debe actualizarse cada vez que se dé de alta o baja un paciente.	1
RF-4	El sistema debe contar con una sección en la cual pueda visualizar las estadísticas y graficas del progreso del tratamiento del paciente.	1
RF-5	El sistema debe permitir programar la caja para el tratamiento del paciente.	1
RF-6	El sistema debe permitir dar de alta nuevos pacientes.	1
RF-7	El sistema debe permitir dar de alta nuevos médicos.	1
RF-8	El sistema debe permitir dar de baja pacientes así como su historial.	1
RF-9	El sistema debe permitir dar de baja la sesión creada del médico.	1
RF-10	El sistema debe almacenar en la base de datos el historial clínico de cada uno de los pacientes previamente registrados en el software.	1
RF-11	La caja deber almacenar la hora en que es retirado el medicamento de acuerdo al tiempo estimado para su tratamiento.	1
RF-12	La caja debe avisar al usuario en el momento que deba ingerir el medicamento durante el tiempo estimado de su tratamiento.	1

Tabla 5. Requerimientos funcionales.

ID	Requerimiento funcional	Prioridad (1-3)
RF-13	El sistema permitirá recibir los datos que sean transferidos por medio de la tecnología ZigBee desde la caja de medicamento.	1
RF-14	El sistema debe actualizarse cada vez que se dé de alta o baja un paciente.	1
RF -15	El sistema permite visualizar al médico el menú principal y así elegir la sección que requiera emplear.	3
RF-16	El sistema debe verificar el llenado correcto del formulario para programar la caja.	2
RF-17	El sistema no presentará fallos críticos que dependan directamente del código del programa, como se mencionan en el requerimiento no funcional [1].	1
RF-18	El sistema opera con no más de 1 GB, 512 de RAM y un procesador de 1.2 GHz como se menciona en el requerimiento no funcional [3].	3
RF-19	El sistema presentar un interfaz amigable, lo que permite al médico operar el sistema sin el empleo de un manual como se menciona en el requerimiento no funcional [2].	4
RF-20	El sistema no presenta fallas durante su ejecución como se menciona en la referencia [4].	2
RF-21	El sistema debe ser seguro, mantener en privacidad los datos personales de los pacientes.	3
RF-22	El sistema debe asignar un ID único de acuerdo a la clasificación Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) a cada fármaco existente en la base de datos	1
RF-23	La caja contará con alarma visual, auditiva y táctil para los pacientes que tienen alguna discapacidad.	1
RF-24	La caja debe ser alimentada con no más de 9 v para su funcionamiento.	3
RF-25	El sistema debe graficar los resultados por medio del periodo y por medicamento.	1
RF-26	La caja debe desactivar la alarma visual, táctil y auditiva cada vez que sea extraída una tableta de la misma.	3
RF-27	La caja de medicamento debe incluir indicadores de cantidad de medicamento a retirar.	2
RF-28	La caja de medicamento debe incluir otros indicadores como lo son: estado de la comunicación ZigBee, batería y encendido.	2
RF-29	La caja de medicamentos debe diseñarse de manera tal que permita ser reprogramada.	3
RF -30	El Sistema debe permitir dar de alta, baja y modificar medicamentos	3

Tabla 5. Requerimientos funcionales (continuación)

4.3.3.2 Requerimientos no funcionales

ID	Requerimientos no funcionales	Prioridad
RNF-1	El sistema no debe presentar fallos críticos.	1
RNF-2	El sistema debe ser fácil de usar, intuitivo.	2
RNF-3	El sistema no debe consumir demasiados recursos de equipo, para asegurar que sea rápido.	1
RNF-4	El sistema debe ser fiable.	1

Tabla 6. Requerimientos no funcionales

4.4 DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

En esta actividad se propone una arquitectura tecnológica que de soporte al modelo de información y de sistemas de información incluyendo, si es necesario, opciones.

4.4.1 Identificación de las Necesidades de Infraestructura Tecnológica

El sistema se compone de dos partes que son: hardware y software, en la tabla 7 se muestran las opciones de pics y en las siguientes tablas los demás componentes a emplear.

4.4.1.1 Hardware

4.4.1.1.1 PIC con manejo de Puerto Serial

Características	PIC16F887A	PIC16F88	PIC16F887
Precisión ADC	10 bit	10 bit	10 bit
ADC	8 ch	7 ch	14 ch
Comunicación digital periféricos	1-A/E/USART, 1-MSSP (SPI/I ² C)	1-A/E/USART, 1-SSP (SPI/I ² C)	1-A/E/USART, 1-MSSP (SPI/I ² C)
Tipo de memoria	Flash	Flash	Flash
Memoria para programa (KB)	14	7	14
Costo	81.64	54.08	86.19
Rango de voltaje (v)	2v - 5,5v	2v - 5,5v	2v - 5,5v
Dtos EEPROM (bytes)	256	256	256

Tabla 7. Comparativas de hardware

4.4.1.2 Software

4.4.1.2.1 Lenguaje de Programación.

Actualmente se cuenta con una variedad de lenguajes de programación orientados a objetos, en la tabla 9 se muestran las ventajas desventajas de algunos de ellos.

Elemento	Ventajas	Desventajas
JAVA	<ul style="list-style-type: none"> Es una fuente abierta, así que los usuarios no tienen que luchar con los impuestos sobre patente pesados cada año. Independiente de la plataforma. El poder de Java API sea alcanzada fácilmente por los relevadores. Java realiza la colección de basura de las ayudas, así que la gerencia de memoria es automática. Usando java podemos desarrollar aplicaciones web dinámicas. Permite que se pueda crear programas modulares y códigos reutilizables. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de rendimiento con relación a aplicaciones equivalentes escritas en código máquina nativo. El poder reducir los problemas de acceso a memoria y liberación automática hacen de java un lenguaje poco apropiado para desarrollar aplicaciones de base como Sistemas Operativos. No soporta decimales verdaderos.

Tabla 8. Comparativa de lenguajes de programación.

Elemento	Ventajas	Desventajas
C#	<ul style="list-style-type: none"> • Compila a código intermedio (CIL) independiente del lenguaje en que haya sido escrita la aplicación e independiente de la máquina donde vaya a ejecutarse • Recolección de basura automática • Eliminación del uso punteros, en C# no se necesitan. • No hay que preocuparse por archivos de cabecera ".h" • No hay necesidad de declarar funciones y clases antes de definir las. • Soporta bastantes más tipos primitivos (<i>value types</i>), incluyendo tipos numéricos sin signo • Todos los valores son inicializados antes de ser usados (automáticamente se inicializan al valor estandarizado, o manualmente se pueden inicializar desde constructores estáticos). 	
C++	<ul style="list-style-type: none"> • Es un lenguaje que permite programar de forma estructurada, modular y orientado a objetos. Por lo que permite la asimilación de todas estas técnicas. • Es un lenguaje compilado, lo que le hace muy rápido (quizá el más rápido, descontando el ensamblador). • Permite crear todo tipo de aplicaciones (aunque no está pensado para crear aplicaciones para ejecutar desde Internet). • Gracias a su capacidad de uso de objetos y clases, facilita la reutilización del código. • Permite incorporar las librerías más utilizadas para hacer aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de DLLs (librerías dinámicas) muy complejo debido a que debe encargarse de cargar y liberar de memoria estas librerías, y correr los riesgos por el manejo de esta memoria. • Elaborar un sistema en C++ tiene buen soporte y es robusto, todo se viene abajo terriblemente. • Manejo de punteros y memoria respecto a ello. • No es recomendable para desarrollo de páginas Web. • Existen muchos entornos de programación para C++. No existen estándares para ello. De manera que se puede encontrar C++ para Unix/Linux, C++ para Windows, C++ para MacOS, etc.

Tabla 8. Comparativa de lenguajes de programación. (Continuación).

4.4.1.2.2 Sistema Gestor de Base de Datos

Los principales sistemas gestores de bases de datos se muestran en la tabla 10, así mismo una declaración de las ventajas y desventajas de cada uno de ellos; esto permitirá tomar una decisión más adelante.

Elemento	Ventajas	Desventajas
Oracle	<ul style="list-style-type: none"> • Oracle es el motor de base de datos relacional más usado a nivel mundial. • Puede ejecutarse en todas las plataformas, desde una PC hasta un supercomputador. • Oracle soporta todas las funciones que se esperan de un servidor "serio": un lenguaje de diseño de bases de datos muy completo (PL/SQL) que permite implementar diseños "activos", con triggers y procedimientos almacenados, con una integridad referencial declarativa bastante adecuada. • Permite el uso de particiones para la mejora de la eficiencia, de replicación e incluso ciertas versiones admiten la administración de bases de datos distribuidas. • El software del servidor puede ejecutarse en diversos sistemas operativos. • Oracle es la base de datos con más orientación hacía INTERNET. • Un aceptable soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las versiones más recientes de Oracle es la 8.0.3, el motivo de tantos fallos fue, al parecer, la remodelación del sistema de almacenamiento por causa de la introducción de extensiones orientadas a objetos. • El mayor inconveniente de Oracle es su precio. Incluso las licencias de Personal Oracle son excesivamente caras. • También es elevado el coste de la formación, y sólo han comenzado a aparecer buenos libros sobre la parte técnicas diferentes de la instalación y administración.
MySQL	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento. • Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema. • Facilidad de configuración e instalación. Soporta gran variedad de Sistemas Operativos. • Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está. • Su conectividad, velocidad, y seguridad hacen de MySQL Server altamente apropiado para acceder bases de datos en Internet • El software MySQL usa la licencia GPL (General Public License). 	<ul style="list-style-type: none"> • Un gran porcentaje de las utilidades de MySQL no están documentadas. • No es intuitivo, como otros programas (ACCESS).

Tabla 9. Comparativas de SGBD.

Elemento	Ventajas	Desventajas
Postgresql	<ul style="list-style-type: none"> • Es un ODBRMS muy completo y bastante estable. • Toolset profesional es gratuito y fácil de usar. • Seguridad siempre en mente, desde la instalación por default. • Cumple con SQL92 y también su sintaxis es fácil de aprender. • Multiplataforma. Alta rendimiento en sistemas UNIX. • Gran cantidad de tipos de datos. • Autovacuum. El servidor ejecuta mantenimiento en las tablas que mas se usan. • Soporte empresarial por EnterpriseDB, compañía completamente dedicada a PostgreSQL. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para los principiantes en DBA, es complicado administrar un sistema tan complejo si orientación previa. • PostgreSQL para Windows ha sido descontinuado. • Para obtener un performance optimo, es requerido usar un sistema UNIX o un Linux optimizado para esta tarea.

Tabla 9. Comparativas de SGBD (continuación)

4.4.2 Selección de la tecnología

Ya se han mostrado las opciones tecnológicas con las que se cuenta, esto facilito la toma de decisión en cuanto a que opción elegir. El hardware y el software que se decidió emplear para el desarrollo del sistema se muestran a continuación.

4.4.2.1 Hardware

Para el sistema se generarán un prototipo, para el cual se utilizará:

4.4.2.1.1 Terminales Metálicas.

Son varillas metálicas que se emplean para el sensado de las pastillas que contiene el blister, por cada pastilla corresponde dos varillas y por medio de un material conductor que en este caso es el recubrimiento de aluminio que traen los blister. Cuando hace contacto con ambas varillas genera un pulso y de esta manera también se obtiene el estado lógico de las pastillas si está cerrado (es decir hace contacto con el blister) genera un 1 y cuando está abierto (cuando no hace contacto con el blister) genera un 0.

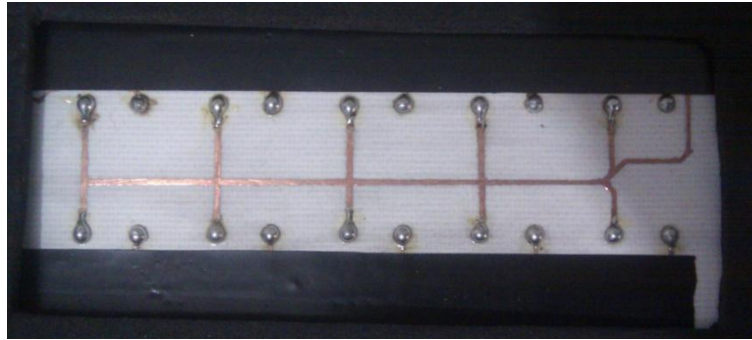


Figura 1. Terminales Estañadas

4.4.2.1.2 PIC 16F877A (controlador de interfaz periférico)

Para determinar el PIC que se empleará se verificaron las principales características de los PIC's que se encuentran en la tabla 7 y de acuerdo a ello se llegó a la conclusión de que el PIC16F877A es ideal para bajo consumo de energía (nanovatio), dispone de 256 bytes de memoria EEPROM de datos, programación propia, un ICD, 2 comparadores, 8 canales de 10-bits de analógico a digital (A / D), 2 de captura / comparación / PWM funciones, el puerto serie síncrono puede ser configurada como interfaz periférica de 3 cables de serie (SPI TM) o el 2-hilos Inter-Integrated Circuits (I ² C TM) y un transmisor de bus asíncrono Receptor Universal (USART). Todas estas características lo hacen ideal para el nivel más avanzado algunas aplicaciones / D en automoción, aparatos industriales, y aplicaciones de consumo.

4.4.2.1.3 Resistencia Eléctrica 330 Ω

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

4.4.2.1.4 DAQ6009 USB National Instrument

Es una interfaz configurable de entrada salida digital con la cual se trabajará para realizar las pruebas preliminares con el prototipo.

4.4.2.1.5 Buzzer

Buzzer (zumbador o avisador acústico) DE 3.5 kHz con tono de pulso rápido de 90 dB. Se utiliza para todo tipo de alarmas, señaladores acústicos y cualquier diseño, ya que con poco voltaje (3 a 24 Vcc), se obtiene excelente señal acústica.

4.4.2.1.6 Batería de litio tipo botón

Pila de litio tipo botón, de 3 Volts, capacidad nominal de 55 mAh (mili Amperes hora), diámetro de 20 mm. Su uso principal es para la alimentación de las alarmas.

4.4.2.1.7 Led Bicolor

El fenómeno de emisión de luz está basado en la teoría de bandas, por la cual, una tensión externa aplicada a un unión p-n polarizada directamente, excita los electrones, de manera que son capaces de atravesar la banda de energía que separa las dos regiones. Si la energía es suficiente los electrones escapan del material en forma de fotones.

Para obtener los diferentes colores en los diodos led se utilizan diferentes composiciones. En el caso de led bicolor emplea un encapsulamiento llamado Lechoso o Milky. El led bicolor es en realidad un led doble con un cátodo común y dos ánodos (3 terminales) o dos led colocados en contraposición (2 terminales).

4.4.2.1.8 Vibrador

Motor alrededor de 1 cm de largo por 0.5 cm de ancho permite emitir una alerta no visual. Funcionar de 2 a 3 Volts, al estar en contacto con la caja produce el movimiento vibratorio que transmite a toda la caja.

4.4.2.1.9 LF33CV

Es un regulador de voltaje bajo que cuando el dispositivo se utiliza como regulador local, es posible poner a una parte del tablero en recurso seguro, disminuyendo el consumo de energía total.

4.4.2.2 Software

Para el desarrollo de la parte de software se ha realizado una previa investigación tomando en cuenta las características de cada elemento que nos ayudará a realizar la sección de software del proyecto. Los elementos a utilizar son los siguientes:

4.4.2.2.1 JAVA

Java incorpora una serie de características frente a los otros lenguajes de programación orientados a objetos que se mencionaron en la tabla 9 como lo son su costo, portabilidad, simplicidad, etc.

Java es gratuito.

El sistema no cuenta con una empresa que patrocine el costo de licencias. Otro lenguaje candidato es C# pero dado que cuesta 799 dólares la versión 2010 profesional (casi 12,000 pesos), se ha rechazado.

Para Java hay disponibles una variedad de APIS y herramientas gratuitas. Una de especial interés es la clase jPicUSB, que utilizando interfaces nativas (JNI), permite a una aplicación Java hacer llamados a una biblioteca dinámica: JPicUSB.dll. Esta última es una biblioteca que implementa todas las funciones de la API USB de Microchip.

Java es multiplataforma.

Los sistemas de cómputo programados en Java tienen una ventaja importante, que es la posibilidad de implantarlos en varios sistemas operativos diferentes. Esto es de gran utilidad tomando en cuenta la incertidumbre que hay en cuanto a los posibles sistemas operativos que puedan tener los lugares donde se requiera el sistema.

Java es simple.

Java reduce en un 50% los errores más comunes de programación con lenguajes como C y C++ al eliminar muchas de las características de éstos, entre las que destacan: aritmética de punteros

- no existen referencias
- registros (struct)
- definición de tipos (typedef)
- macros (#define)
- necesidad de liberar memoria (free) [4]

Java es distribuido.

Pensando en trabajo a futuro, se deja abierta la posibilidad de extender este sistema a un entorno diferente, como el de un hospital. Sería deseable utilizar bibliotecas y herramientas de java para que los programas puedan ser distribuidos, es decir, que se corran en varias máquinas, interactuando entre sí.

Java es multithreaded.

El beneficio de ser multithreaded consiste en un mejor rendimiento interactivo y mejor comportamiento en tiempo real. Aunque el comportamiento en tiempo real está limitado a las capacidades del sistema operativo que se use (Unix, Windows, etc.), aún supera a los entornos de flujo único de programa (single-threaded) tanto en facilidad de desarrollo como en rendimiento.

Es necesario llevar a cabo un almacenamiento de datos por parte del sistema, de manera tal que eventualmente proporcione información útil. El SGBD (Sistema Gestor de Base de Datos) designado para esta labor será MySQL, que proporciona las ventajas mencionadas a continuación.

- Es gratuito.
- Funciona en numerosos sistemas operativos.
- Soportado por la API de java.
- Las utilidades clientes y de administración utilizan los sockets TCP/IP.
- Dispone de un driver ODBC (Open DataBase Connectivity) para Windows que le aporta compatibilidad con la mayoría de lenguajes en este sistema operativo.
- ES totalmente multithread, lo que aumenta enormemente el rendimiento del servidor.
- Está provisto para funcionar en entornos multiprocesador.
- Dispone de un sistema potente de administración de usuarios y privilegios.
- Es posible instalar varias instancias de un servidor MySQL y cada una es completamente independiente de las otras y gestiona sus propias bases de datos.

4.5 ANALISIS DE RIESGOS

Los factores de situación relativos tanto a la incertidumbre como a la complejidad del sistema se identifican y valoran en el siguiente estudio de riesgos para después hacer un plan de acción a tomar en caso de que se dé lugar a alguno(s) de estos.

ID	Riesgo	Probabilidad	Impacto
1	No terminar a tiempo	50%	Catastrófico
2	La implementación no cumple la especificación	50%	Catastrófico
3	El sistema no es de utilidad para el médico	50%	Tolerable
4	Al paciente no le guste no lo use	50%	Serio
LINEA DE CORTE			
5	Los requisitos no se cumplan	40%	Serio
6	Falta de recursos por parte del médico	40%	Tolerable
7	Diseño planteado erróneamente	40%	Catastrófico
8	Baja disponibilidad del personal asignado	40%	Serio
9	Ambigüedad de especificaciones	40%	Serio
10	Una mala organización	30%	Serio
11	La interface no gusta a los usuarios	30%	Tolerable
12	Presupuesto insuficiente	20%	Catastrófico
13	Empleo de técnicas anticuadas	20%	Despreciable

Tabla 10. Impacto de los riesgos.

La importancia de tener un plan de acción en caso que se llegue a presentar uno de los mencionados anteriormente se muestra en la siguiente tabla 12.

ID	Plan de acción
1	Revisiones periódicas para revisar los pendientes minimizan los retrasos.
2	Revisión de la especificación y corrección de los mismos en caso de ser posible.
3	Explicación completa de la visión del sistema
4	Explicación completa de la visión del sistema
5	Se revisa por los no satisfechos y en oren de prioridad se busca satisfacerlos.
6	Se asesora técnicamente.

Tabla 11. Plan de acción.

ID	Plan de acción
7	Revisión del diseño entre el desarrollador y el diseñador.
8	Realizar compromisos que incluyan metas diarias para amortizar el retraso.
9	Reunión con analistas, diseñadores y desarrolladores para tomar medidas al respecto.
10	Cambio de estrategia de comunicación, se debe llegar a un acuerdo de compromiso.
11	Se toman en cuenta sus comentarios al respecto para hacer los cambios correspondientes.
12	Se procura incurrir en los gastos mínimos tomando en cuenta el limite preestablecido, en el peor de los casos se retoma el dinero de reserva de contingencia
13	Revisión con los responsables de la revisión y dirección para proponer el empleo de técnicas diferentes,

Tabla 11. Plan de acción (continuación)

4. 6 MODELO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Para el presente sistema se requiere de 3 módulos principales:

- Módulo de caja de medicamento
- Interface RS-232
- Software de computadora

Siendo que el comportamiento de estos 3 módulos se daría de la siguiente manera:

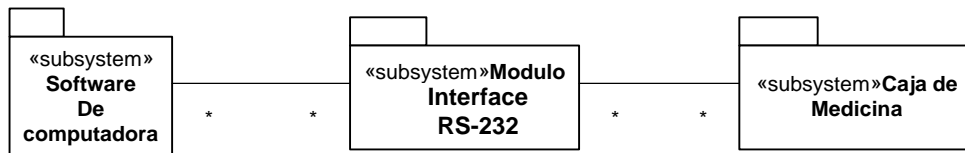


Figura 2. Los tres subsistemas conviviendo para lograr satisfacer

A continuación se presentan los requerimientos que serían satisfechos por cada subsistema, siendo que en cada intersección se indica si debe satisfacer ese requerimiento (1) o si no (0).

Subsistema/ Id de requerimiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Software de computadora	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Interface RS-232	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Subsistema “Caja de medicina”	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0

Tabla 12. Matriz de subsistemas vs catálogo de requerimientos inicial.

Sin embargo tomando en cuenta la afinidad de requisitos y los servicios comunes entre la caja de medicina y la interface RS-232, se ha re-definido la siguiente colaboración de subsistemas, que en conjunto darán lugar al sistema SIIPAPTF.

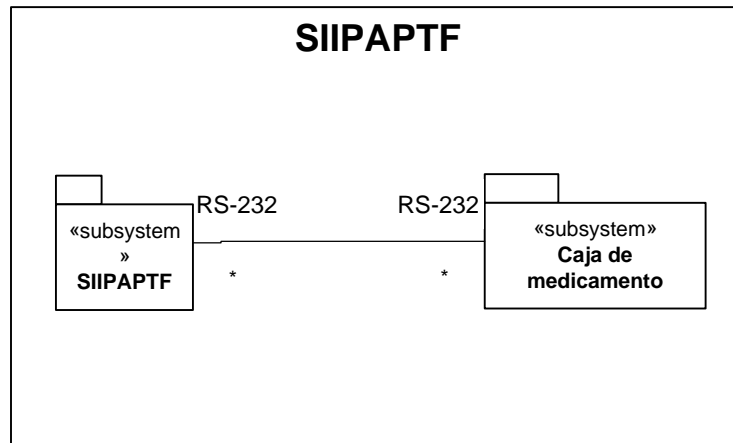


Figura 3. Subsistemas que componen SIIPAPTF

4.7 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

4.7.1 Modelado de procesos

Del ámbito del sistema se han identificado una serie de procedimientos importantes que deben ser tomados en cuenta como lo son:

4. Médico receta al paciente.
5. La caja de medicamentos debe ser programada por el médico.
6. La caja de medicamentos debe informar oportunamente al paciente cuando ingerir sus medicamentos.
7. La caja almacena la hora y fecha en que el paciente se tomó su medicamento.
8. El médico transfiere información desde la caja al software de computadora.
9. El médico obtiene resultados a partir de los datos recabados por la caja a través del software.

Para lo cual se ha procedido a realizar un diagrama que representa una abstracción de este proceso en la realidad por cada proceso.

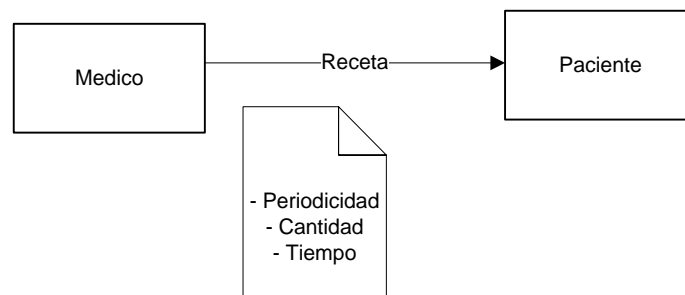


Figura 4. Abstracción del proceso del negocio donde el Médico receta un paciente.

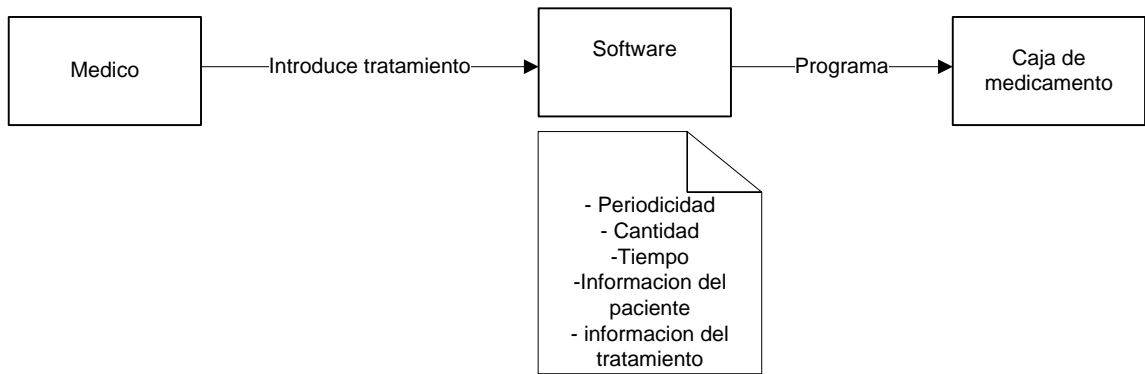


Figura 5. Abstracción del proceso del negocio donde el médico programa una caja de medicamento del sistema

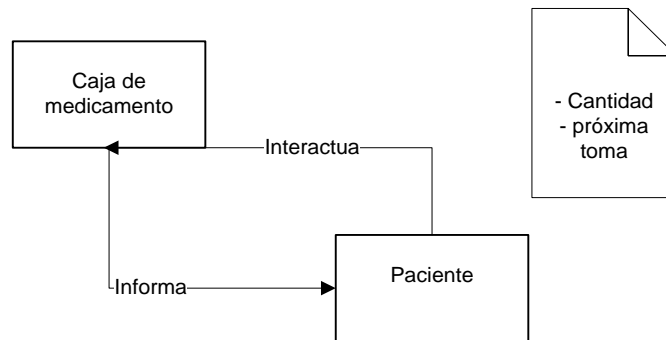


Figura 6. Abstracción del proceso del negocio donde la caja de medicamentos interactúa el paciente.

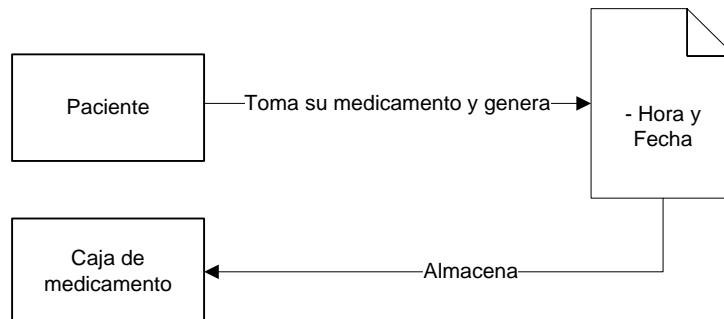


Figura 7. Abstracción del proceso del negocio donde el paciente interactúa con la caja de medicamento.

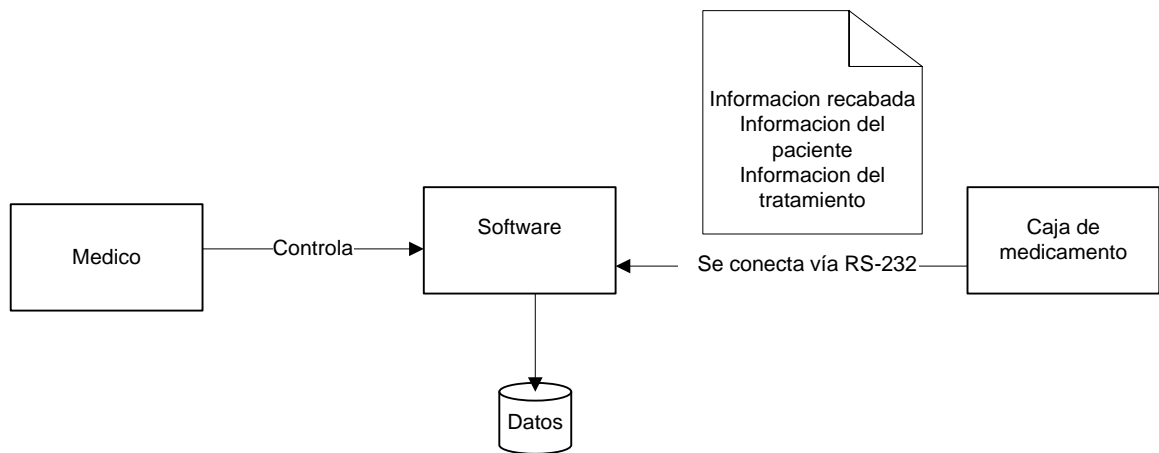


Figura 8. Abstracción del proceso del negocio donde el médico descarga información vía RS-232 de la caja de medicamento.

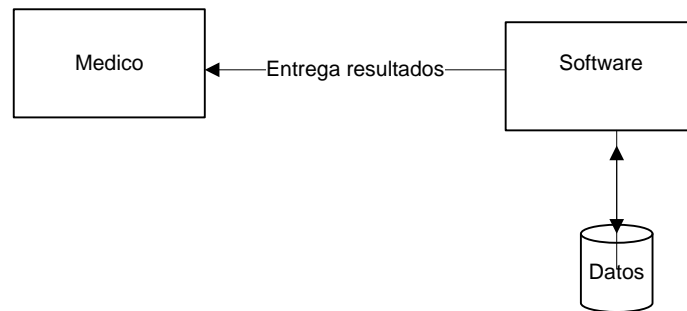


Figura 9. Abstracción del proceso del negocio donde el médico obtiene resultados desde el software.

4.7.2 La identificación de las entidades externas:

Usuario	Descripción
Médico	<p>Usuario que interactúa con interface de software para obtener resultados de datos obtenidos (estadísticas y gráficas) a partir del hardware de este sistema (“caja”).</p> <p>Tiene la posibilidad de hacer operaciones en el software como: alta de pacientes, baja de pacientes y actualización de pacientes.</p> <p>Es el encargado de planificar el tratamiento farmacológico y de cargarlo a la “caja” para que esta quede apta para realizar su función.</p> <p>Así como puede cargar contenido en una “caja” también puede hacer operaciones de borrado de datos y modificaciones.</p>
Paciente	<p>Usuario que interactúa Únicamente con la “caja” en el momento que debe realizar la ingesta de un medicamento.</p>

Tabla 13. Usuarios del sistema.

4.7.3 Identificación de los usuarios participantes y finales.

Para el desarrollar el sistema SIIAPTF es necesaria la participacion de los usuarios finales, en la tabla 15 se muestran tanto los usuarios finales, como su respectiva aportación al desarrollo del presente sistema.

- Usuarios.

Usuario	Responsabilidades
Médico	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar y validar los mecanismos de medición del apego terapéutico de los pacientes. • Colaborar con la etapa de obtención de requisitos. • Colaborar con la etapa de pruebas • Colaborar con la aceptación final del sistema
Paciente	<ul style="list-style-type: none"> • Colaborar con la etapa de obtención de requisitos • Colaborar con la etapa de pruebas • Colaborar con la aceptación final del sistema

Tabla 14. Responsabilidades de los usuarios.

- Plan de trabajo.

El desarrollo del sistema SIIAPTF:

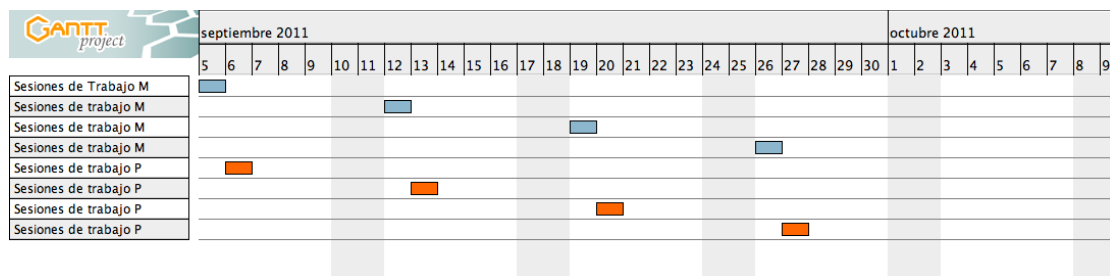


Figura 10. Plan de trabajo con los usuarios

4.7.4 Definición de proyectos a realizar.

Entiéndase en esta sección un concepto fundamental: “Un proyecto es un conjunto de acciones que se planifican a fin de conseguir una meta” [13]. Dicho esto en la tabla 16, las metas para obtener cada subsistema que se ha propuesto.

Subsistema	Metas
Subsistema de hardware " caja de medicamentos"	<p>HW 1. Identificación del evento “toma de medicamento”</p> <p>1.1 Lograr identificar el evento de forma manual.</p> <p>1.2 Lograr identificar el evento de forma automática.</p> <p>HW 2. Gestión de horas y fechas.</p> <p>2.1 Conseguir almacenar información suficiente para identificar hora y fecha.</p> <p>2.2 Capacidad de dar avisos de manera periódica.</p> <p>HW 3.- Habilitación del puerto Serial.</p> <p>3.1 Incorporar funcionalidad de extracción de datos vía RS-232.</p> <p>3.2 Incorporar funcionalidad de configuración vía RS-232</p> <p>HW 4.- Indicadores</p> <p>4.1 Agregar indicador de dosis</p> <p>4.2 Agregar algún otro(s) indicador(es).</p> <p>HW 5.- Unificado.</p> <p>5.1 lograr un funcionamiento armonioso de las capacidades anteriormente trabajadas.</p>
Subsistema de software	<p>SW 1. Implementar y poblar con datos ideales, de una base de datos que de soporte las funciones requeridas.</p> <p>SW 2. Codificar y poner a punto un software que permita interacción con la base de datos (ideal) de manera tal que puedan obtenerse los resultados requeridos.</p> <p>SW 3. Codificar y perfeccionar un módulo de software que permita extraer datos desde el subsistema “caja de medicamento” la información con que este cuenta, para después almacenarla en la base de datos de manera exitosa.</p> <p>SW 4. Codificar y poner a punto un software que permita interacción con la base de datos (practica) de manera tal que puedan obtenerse los resultados requeridos.</p> <p>SW 5. Codificar y asegurar el funcionamiento apropiado de un módulo de software que permita configurar el subsistema “caja de medicamentos”</p> <p>SW 6. Codificar, depurar y perfeccionar las funciones del software que garanticen un uso adecuado, de manera tal que se respeten las reglas de negocio de la organización.</p> <p>SW 7. Unificar los módulos anteriormente creados, verificar que el funcionamiento sea armonioso, así como crear el artwork que dará al software su presentación final.</p>

Tabla 15. Proyectos que llevaran a la construcción de los subsistemas que conformaran SIIAPTF.

En la figura 11 se muestra el plan de acción (tiempo) que se planea para el desarrollo de los proyectos mencionados en la tabla 16.

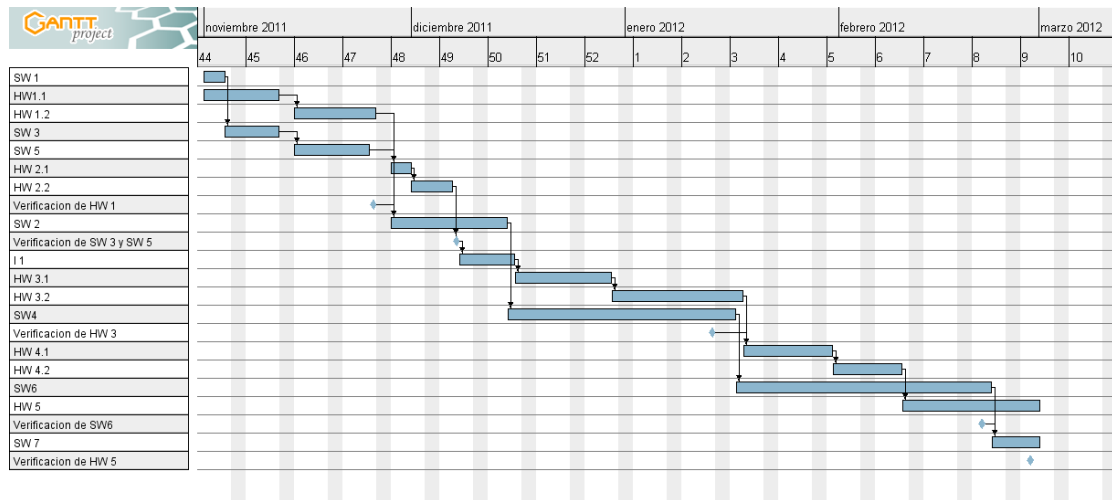


Figura 11. Plan de trabajo de los participantes

4.8 CASOS DE USO

A partir de los requerimientos funcionales mencionados en la tabla 5, se han obtenido los casos de uso que se muestran en las figuras 12 a 18.

En el caso de uso de la figura 12 se muestra en funcionamiento general del sistema, se pueden apreciar los 3 distintos actores que interactuarán con el sistema: Médico, Paciente y Admin. La función única del Admin es gestionar los médicos que accedan al sistema.

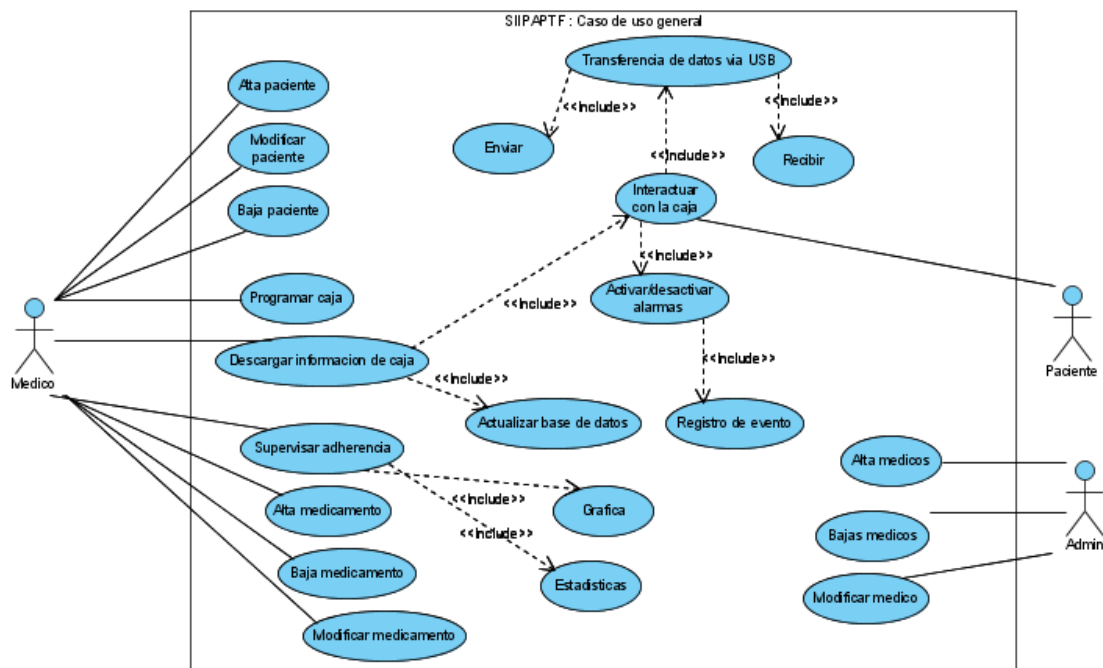


Figura 12. Caso de uso general del sistema SIAPTF.

En el caso de uso de la figura 13 se plasma la forma en el Admin podrá gestionar los médicos que podrán usar el sistema.

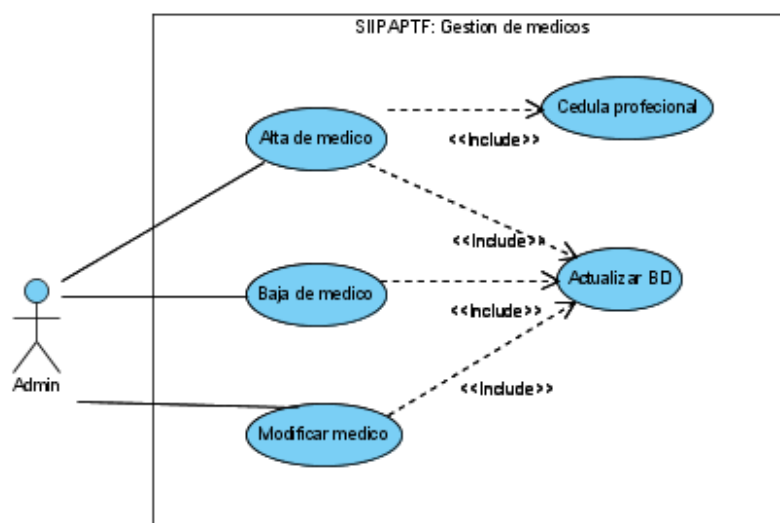


Figura 13. Caso de uso “Gestión de médicos”

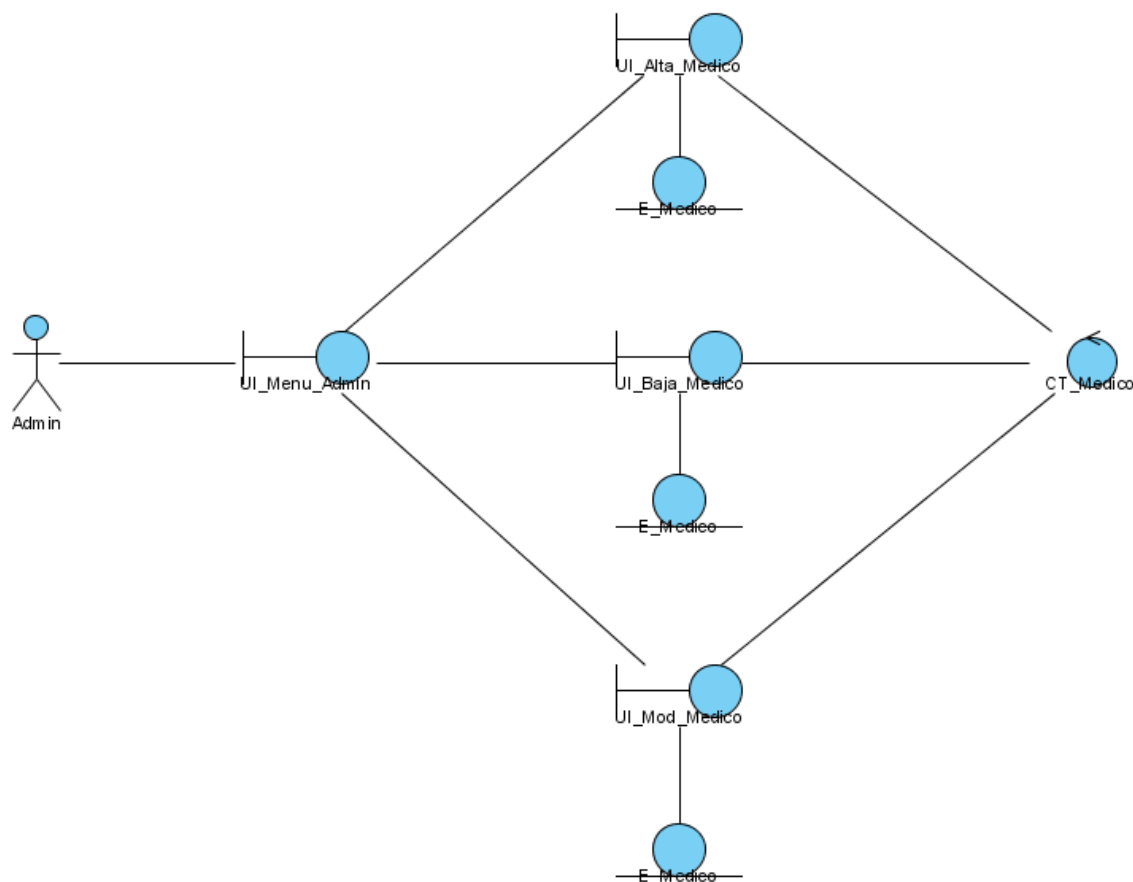


Figura 14. Clases asociadas al caso de uso gestión de médicos.

En el caso de uso de la figura 15 se muestra la forma en que los médicos gestionaran los medicamentos que estarán disponibles para después obtener automáticamente una lista de medicamentos al momento de estar programando una “caja de medicamento”. Cabe señalar que el medicamento que un médico de alta, podrá ser empleado para los tratamientos de cualquier otro médico.

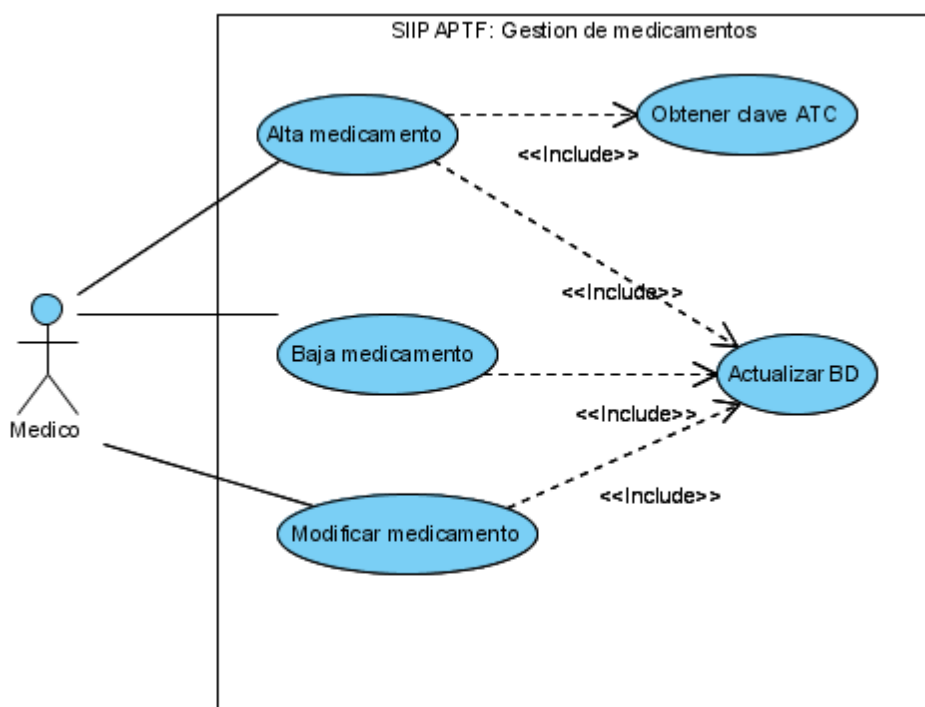


Figura 15. Caso de uso “Gestión de medicamentos”

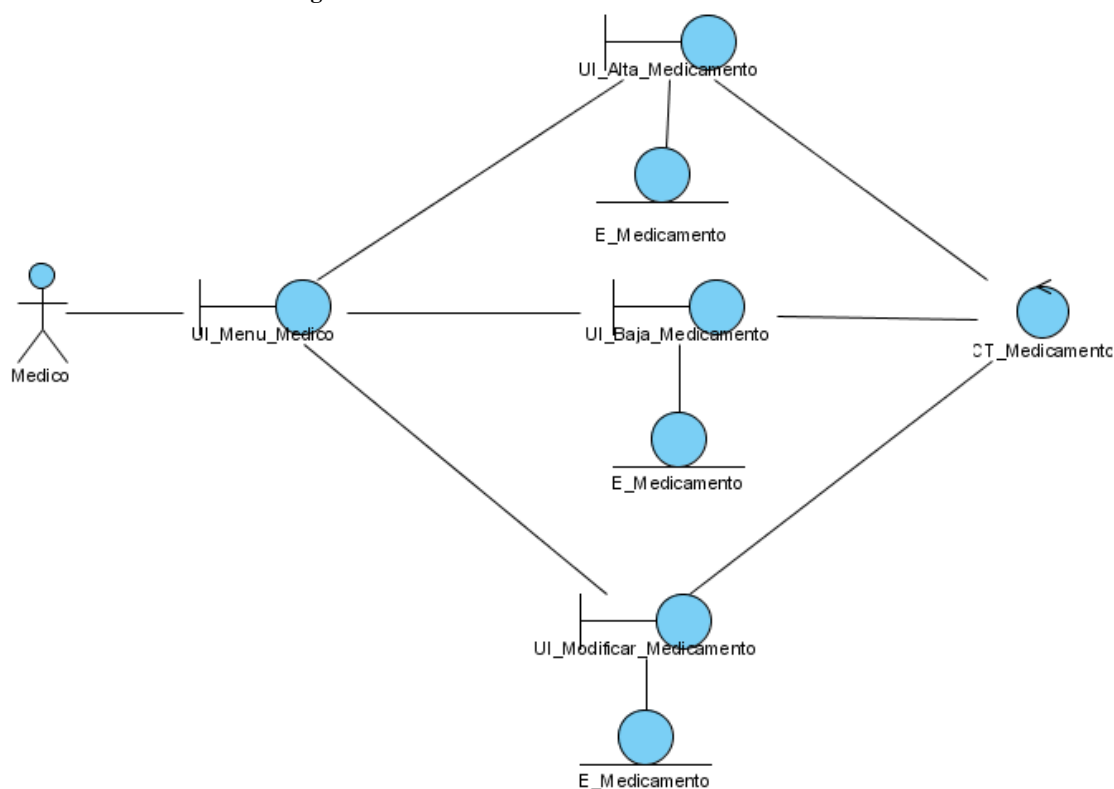


Figura 16. Clases asociadas al caso de uso “Gestión de medicamentos”.

El caso de uso que se muestra en la figura 17 es la forma en que el médico podrá usar el sistema para gestionar los pacientes.

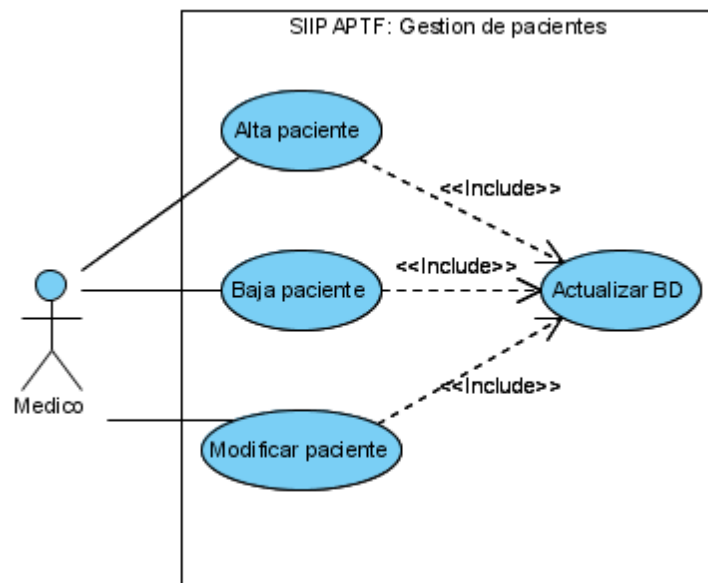


Figura 17. Caso de uso “Gestión de pacientes”

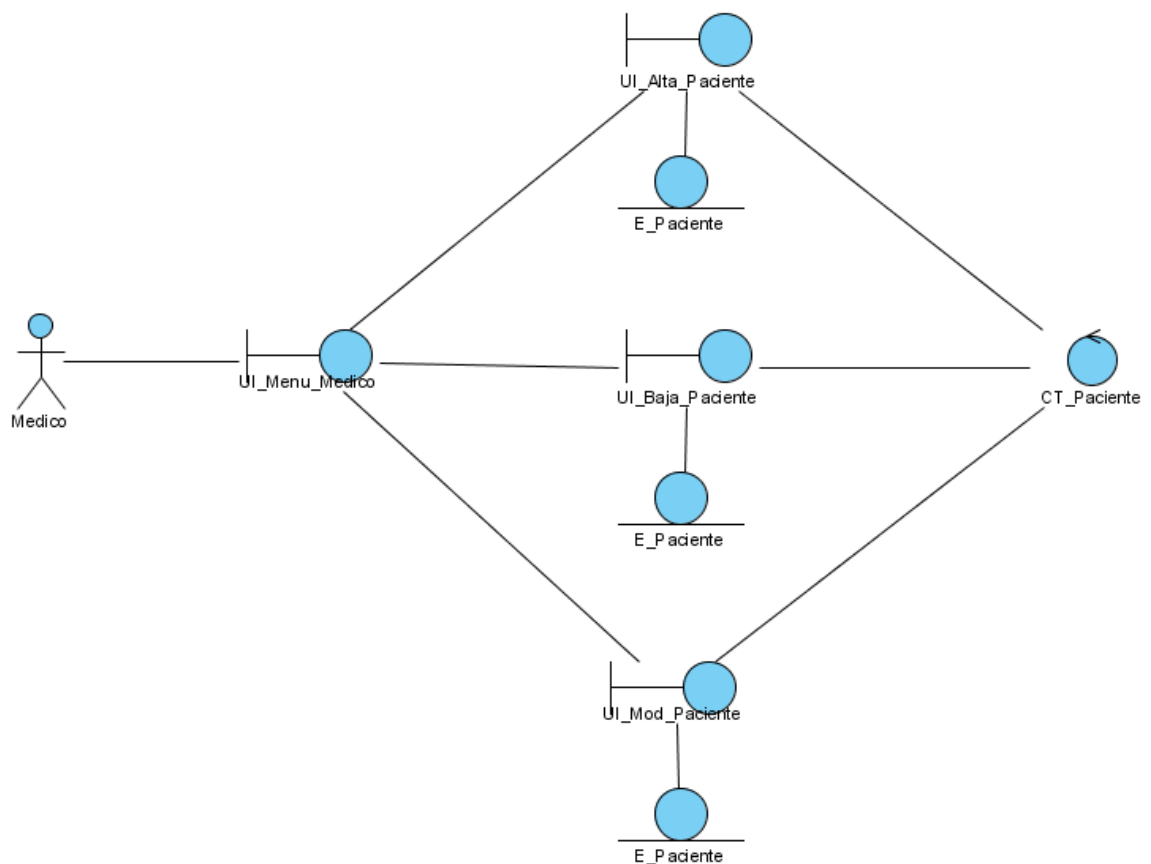


Figura 18. Clase que posibilita el caso de uso “Gestión de pacientes”

En el caso de uso de la figura 19 se muestra cómo es que el paciente podrá beneficiarse del sistema mediante las alarmas, en el mismo diagrama se puede ver cómo es que cada vez que se detiene una alarma (cuando se retira el medicamento) se hace un registro de hora y fecha, lo cual es parte fundamental del sistema.

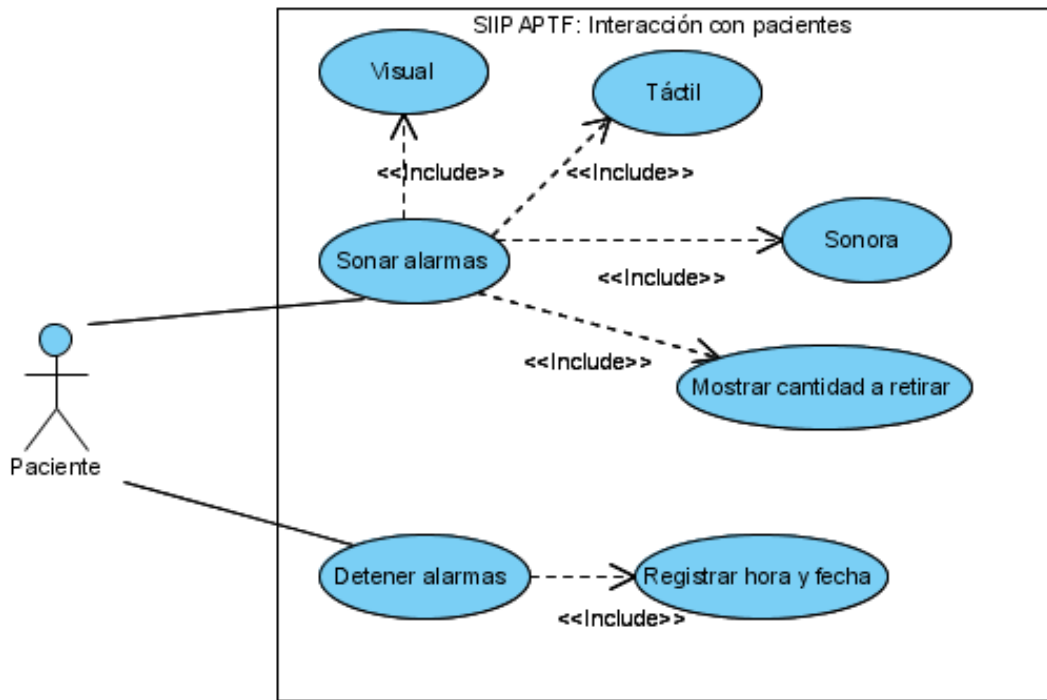


Figura 19. Caso de uso “interacción paciente-caja”.

El caso de uso de la figura 20 muestra la forma en que el médico programa a “caja de medicamento”.

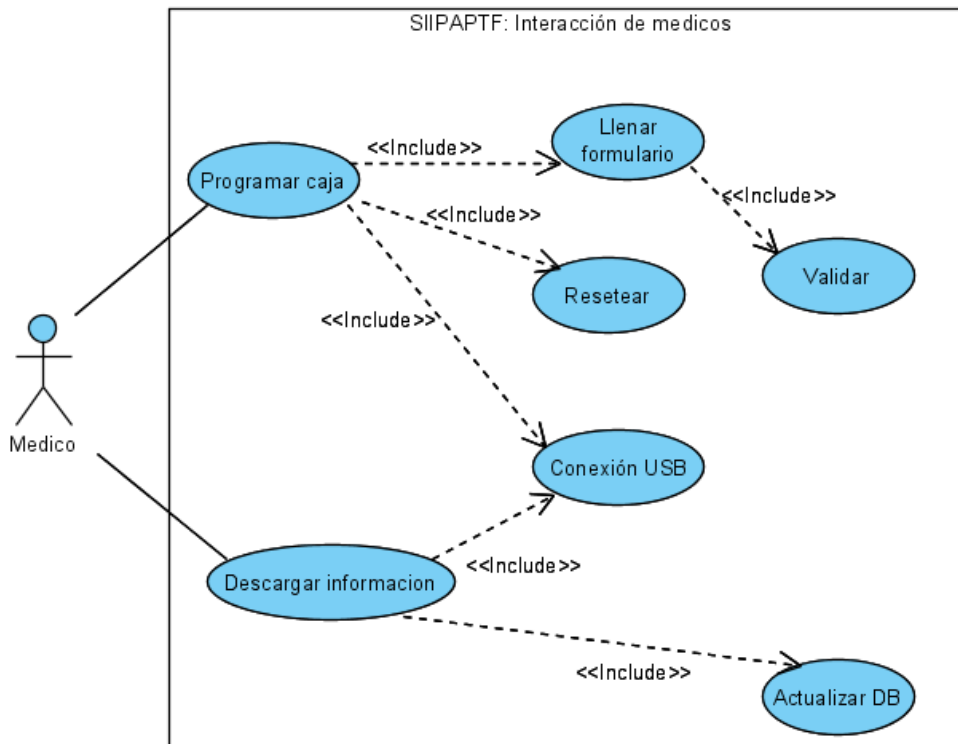


Figura 20. Caso de uso “interacción médico-caja”.

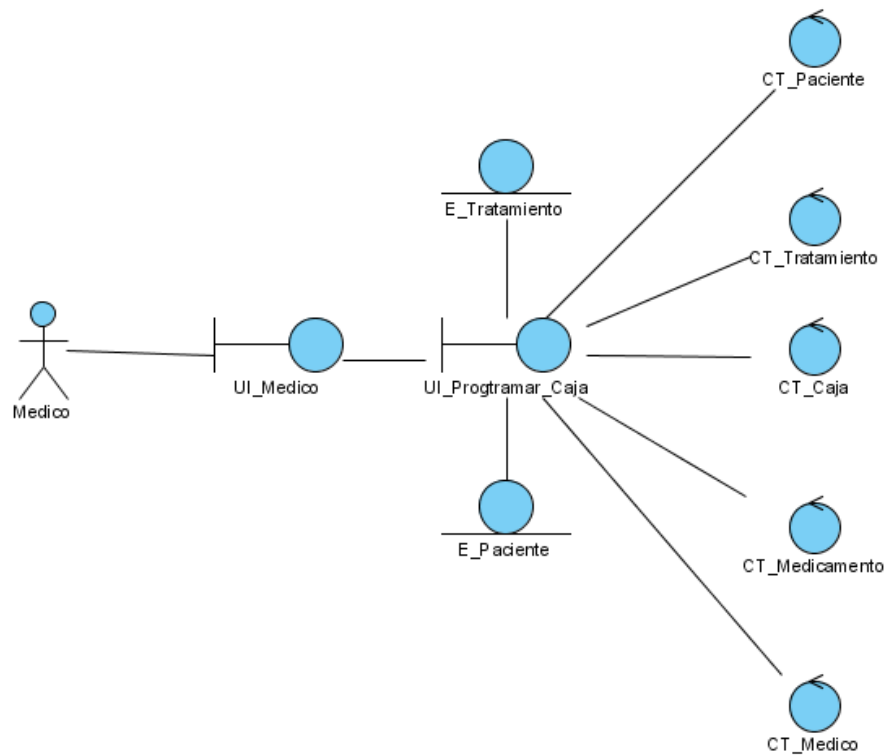


Figura 21. Clases que posibilitan el caso de uso “médico interactúa con caja”.

En la figura 22 se puede ver otro caso de uso en el que aparece otra parte fundamental del sistema: la visualización de la adherencia. La adherencia hasta el momento no había podido ser graficada basándose en mediciones tan cercanas al paciente y tan reales.

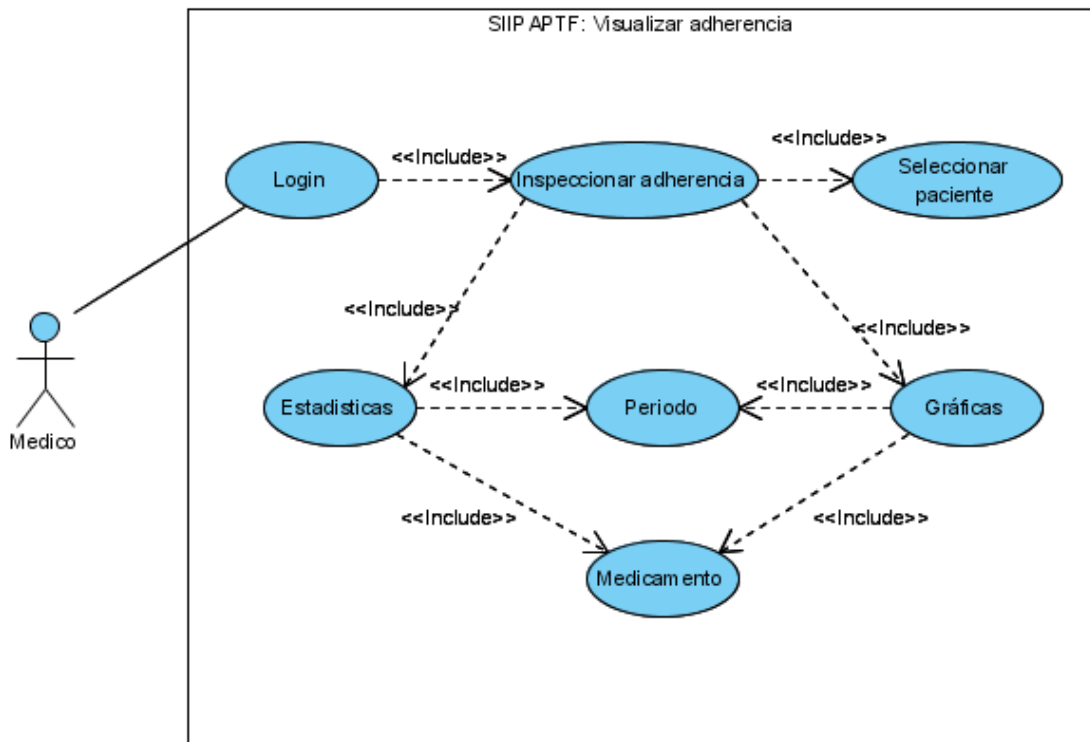


Figura 22. Caso de uso “visualizar adherencia”.

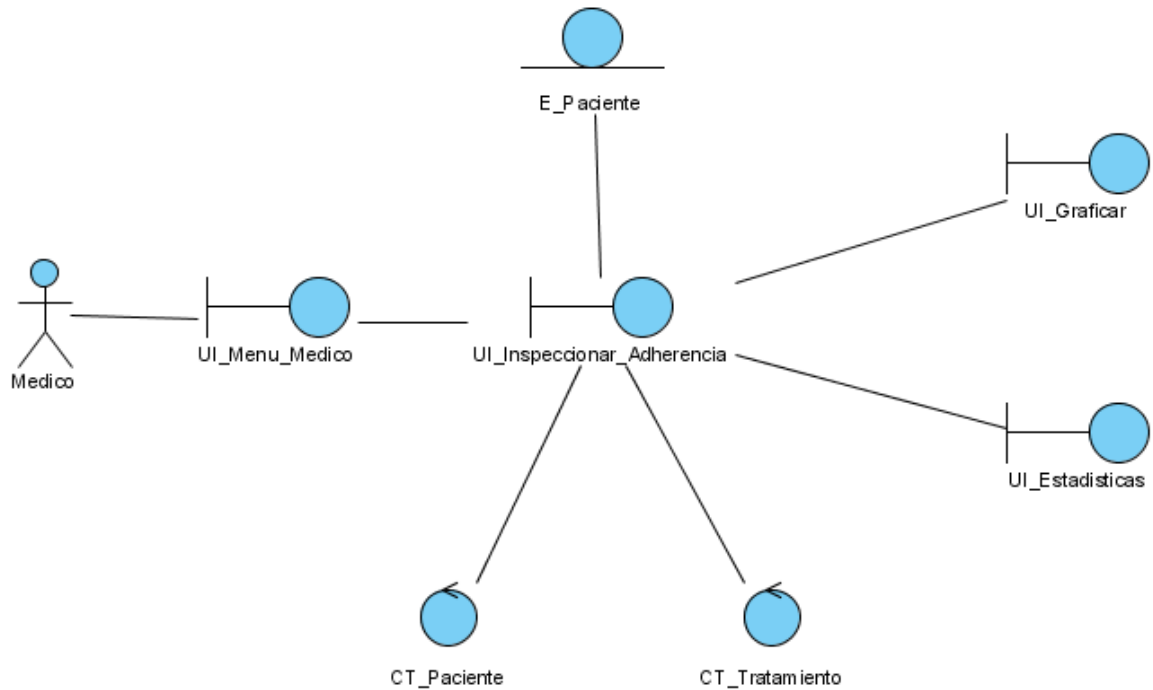


Figura 23. Clases asociadas al caso de uso “visualizar adherencia”.

4.9 IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y ATRIBUTOS

En la tabla numero 17 se muestra la relación de clases con sus respectivas responsabilidades y atributos con la finalidad de identificar los razgos relevantes de cada clase.

Las responsabilidades definen la funcionabilidad de esa clase y están basadas en el estudio de los papeles que desempeñan sus objetos dentro de los distintos casos de uso. A partir de estas responsabilidades se obtendrán las operaciones que van a pertenecer a cada clase.

Los atributos de cada clase especifican propiedades de la clase y se identifican por estar implicados en sus responsabilidades.

4.9.1 Identificación de responsabilidades

Clase	Responsabilidades
E_Login	+ Se encarga de representar un objeto que permita identificar un usuario del sistema que requiera contraseña.
E_Médico	+ Se encarga de representar un médico.
E_Paciente	+ Debe ser capaz de representar cabalmente un paciente. + Debe almacenar información mínima que permita buscar la información completa de dicho paciente.
E_Tratamiento	+ Permite representar los datos relacionados con un tratamiento.
E_Medicamento	+ Permite representar un medicamento.
E_TratamientoReal	+ Permite representar un número de tomas reales junto con sus respectivas horas de “toma”.
CT_Medico	+ Es la encargada de dar de altas de un médico. + Es la encargada de dar de baja un médico. + Es la encargada de modificar un médico dado. + Es el encargado de dar notificaciones (no graficas) relacionadas con la base de datos y los médicos al momento de realizar alguna de las operaciones anteriormente descritas. + Es la encargada de proporcionar información del médico con sesión actual activa.
CT_Paciente	+ Es la encargada de dar de altas de un paciente. + Es la encargada de dar de baja un paciente. + Es la encargada de modificar un paciente dado. + Es la encargada de realizar búsquedas de un paciente. + Es la encargada de proporcionar información acerca de un paciente dado. + Es el encargado de dar notificaciones (no graficas) relacionadas con la base de datos y los pacientes al momento de realizar alguna de las operaciones anteriormente descritas.
CT_Tratamiento	

Tabla 16. Identificación de responsabilidades.

Clase	Responsabilidades
CT_Tratamiento	
CT_Medicamento	<ul style="list-style-type: none"> + Es la encargada de dar de altas de un medicamento. + Es la encargada de dar de baja un medicamento. +Es la encargada de modificar un medicamento dado. + Es la encargada de proporcionar una lista de todos los medicamentos dados de alta en la base de datos. +Es el encargado de dar notificaciones (no graficas) relacionadas con la base de datos y los medicamentos al momento de realizar alguna de las operaciones anteriormente descritas.
CT_TratamientoReal	<ul style="list-style-type: none"> + Es la encargada de dar de altas de un tratamiento real. + Es la encargada de proporcionar los tratamientos reales relacionados a algún paciente. +Es el encargado de dar notificaciones (no graficas) relacionadas con la base de datos y los médicos al momento de realizar alguna de las operaciones anteriormente descritas.
CT_Login	+Es la encargada de validar la autenticidad de un usuario.
CT_Caja	<ul style="list-style-type: none"> + Gestiona la comunicación y sincronización con la “caja de medicamento”. +Posibilita la programación de tratamientos en la “caja de medicamento”. +Coordina la descarga de información desde la “caja de medicamento” y gestiona el almacenamiento de esta información.
UI_Login	<ul style="list-style-type: none"> +Proporciona un entorno gráfico que permite ingresar un usuario y contraseña. +Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_MenuAdmin	+Proporciona un entorno gráfico que permite a los administradores realizar diversas operaciones.

Tabla 16. Identificación de responsabilidades (continuación).

Clase	Responsabilidades
UI_FormularioAltaMedico	+ Proporciona un entorno gráfico al administrador que permite ingresar la información relevante de un paciente. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioBajaMedico	+ Proporciona un entorno gráfico al administrador donde este podrá ingresar información para dar de baja un médico. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioModificarMedico	+ Proporciona un entorno gráfico al administrador donde podrá seleccionar un médico y así mismo realizar las modificaciones correspondientes a la información de este. + Muestra al administrador la información de identificación de un médico buscado. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_MenuMedico	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite interactuar con el sistema.
UI_FormularioAltaPaciente	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite dar de alta pacientes. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioBajarPaciente	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite seleccionar a un paciente para darlo de baja. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioModificarPaciente	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permita seleccionar un paciente, visualizar su información actual y modificarla. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioAltaMedicamento	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite dar de alta un medicamento. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioBajaMedicamento	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite seleccionar y dar de baja un medicamento. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_FormularioModificarMedicamento	+ Proporciona un entorno gráfico al médico que le permite seleccionar un medicamento, visualizar la información actual de este y modificarla. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_DescargarInformacion	+ Proporcionar al médico un entorno grafico que le permite conocer el estado de la conexión. + Proporcionar al médico un entorno grafico que le permite conocer la información que identifica a la “caja de medicamento” y en caso de requerirlo almacenar en la base de datos las mediciones recolectadas del dispositivo “Caja de medicamento”. + Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.

Tabla 16. Identificación de responsabilidades (continuación).

Clase	Responsabilidades
UI_ProgramarCaja	<ul style="list-style-type: none"> + Proporcionar un entorno gráfico al médico que le permita conocer el estado de la conexión con la “caja de medicamento”. + Proporcionar al médico un entorno grafico que le permita seleccionar un paciente y asignarle un tratamiento. +Proporcionar un entorno grafico al médico que le permita enviar la información con la que cuenta en pantalla a la “caja de medicamento”. +Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_InspeccionarAdherencia	<ul style="list-style-type: none"> +Permite a través de un entorno gráfico seleccionar un paciente y tratamiento para visualizar las mediciones recolectadas relacionadas con ese paciente y ese tratamiento. + Permite seleccionar las opciones de graficado / despliegue de estadísticas. +Proporcionar notificaciones graficas que permiten conocer el efecto de la operación realizada.
UI_Graficar	+ Realiza graficas en función de los datos y opciones especificadas por UI_InspeccionarAdherencia.
UI_Estadisticas	+ Despliega estadísticas en función de los datos y opciones especificadas por UI_InspeccionarAdherencia.

Tabla 16. Identificación de responsabilidades (continuación).

4.9.2 Identificación de atributos.

La definición de las clases de interfaz está muy ligada con la definición de las clases de entidad, es por ello que la descripción de los atributos de las clases de interfaz de especificara en la seccion dedicada a las pantallas e interfaces.

Para la descripción de los atributos, tabla 18 se utilizara la notación UML, es decir los nombres de las variables inician con minúsculas y no tienen separaciones, en caso de contener mas de 1 palabra la segunda palabra inicia con mayúscula (ejemplo:nombrePaciente) además se tomara en cuenta que algunas aplicaciones suelen tener conflictos con respecto al uso de la letra “ñ” y los acentos, motivo por el cual no se empleara ninguno de los mencionados anteriormente.

Clase	Atributos
E_Login	usuario: cadena contraseña: cadena
E_Medico	ID:cadena apellidoPaterno:cadena apellidoMaterno:cadena nombrePila:cadena fechaNacimiento:date dirección:cadena email:cadena teléfono:cadena cedula:cadena contrasenia:cadena

Tabla 17. Identificación de atributos.

Clase	Atributos
E_Paciente	idPaciente:cadena apellidoPaterno:cadena apellidoMaterno:cadena nombrePila:cadena fechaNacimiento:date dirección:cadena email:cadena teléfono:cadena
E_Tratamiento	idTratamiento:cadena enfermedad:cadena duración:numero
E_Medicamento	medicamento_ID:cadena gramage:numero nombre:cadena
E_TratamientoReal	tratamiento_ID:cadena enfermedad:cadena duración:numero hrs. Extracción:numero num. Toma:numero
E_Admin	ID:cadena apellidoPaterno:cadena apellidoMaterno:cadena nombrePila:cadena fechaNacimiento:date dirección:cadena email:cadena teléfono:cadena contrasenia:cadena idUsuario:cadena
CT_Medico	médico:Médico
CT_Paciente	paciente:Paciente
CT_Tratamiento	tratamiento:Tratamiento
CT_Medicamento	medicamento:Medicamento
CT_TratamientoReal	tratamientoReal:TratamientoReal
CT_Login	login>Login
CT_Caja	paciente:Paciente medico:Médico tratamiento:Tratamiento medicamento:Medicamento

Tabla 17. Identificación de atributos. (Continuación)

4.9.3 Identificación de asociaciones y agregaciones.

Los mensajes establecidos en los diagramas de secuencia figuras 41 a 53 (Diagramas de secuencia) dieron lugar a las asociaciones que existen entre las clases correspondientes. Estas asociaciones se ven correspondidas en muchos casos con expresiones verbales incluidas en la definición del sistema.

Las relaciones surgen como respuesta a las demandas en los distintos casos de uso y para ello puede existir la necesidad de definir agregaciones y herencia entre objetos.

A medida que se establecen las relaciones entre clases, se revisa la especificación de subsistemas de análisis en la actividad de identificación de subsistemas de análisis, para conseguir optimizar los subsistemas.

En el diagrama de clases mostrado en la figura 54 se plasma de manera gráfica el compromiso entre clases que dará lugar al conjunto de estructuras lógicas del sistema.

4.10 ESPECIFICACION DE PRINCIPIOS GENERALES DE LA INTERFAZ

El objetivo de esta tarea es especificar los estándares, directrices y elementos generales a tener en cuenta en la definición de la interfaz de usuario, tanto para la interfaz interactiva (gráfica o carácter) como para los informes.

No existen definiciones ni estándares para la construcción de interfaces de aplicaciones médicas, por lo cual se ha decidido para el desarrollo de la aplicación seguir los lineamientos establecidos por SUN MICROSYSTEM para el desarrollo de aplicación bajo el entorno JAVA, el documento “JAVA LOOK AND FEEL DESIGN GUIDELINES” será una guía continua de referencia para el desarrollo de la aplicación.

En las líneas generales se busca desarrollar una interfaz que sea amigable, organizada de manera tal que el usuario se sienta cómodo y pueda acceder a las diferentes funcionalidades con el ratón de la computadora.

4.10.1 Especificación de formatos individuales de la interfaz de pantalla.

El objetivo de esta tarea es especificar cada formato individual de la interfaz de pantalla, desde el punto de vista estático. Para cada proceso en línea identificado en la tarea anterior o en la especificación de los casos de uso, y teniendo en cuenta los formatos estándar definidos en la tarea Especificación de Principios Generales de la Interfaz, se definen los formatos individuales de la interfaz de pantalla requerida para completar la especificación de cada diálogo.

En el caso de un análisis orientado a objetos, estos formatos individuales van completando las especificaciones de los diagramas de secuencia.

En la definición de cada pantalla se consideran aquellos aspectos que son importantes para el diseño y posterior construcción:

- Posibilidad de cambio de tamaño y ubicación.
- Dispositivos de entrada necesarios.
- Conjunto y formato de datos asociados.
- Controles y elementos de diseño asociados.

En la tabla número 20 se muestra una relación entre las interfaces y el diagrama de secuencia en el que aparece.

Clase interfaz	Diagrama de secuencia
Login	Alta médico
Menú administrador	Alta médico
Formulario médico	Baja médico
Modificar médico	Modificar médico

Tabla 18. Identificación de clases de interfaz.

Clase interfaz	Diagrama de secuencia
Menú médico	Alta pacientes
Formulario alta paciente	Alta pacientes
Formulario baja paciente	Baja de pacientes
Formulario modificar paciente	Modificar pacintes
Formulario baja medicamento	Baja de medicamento
Formulario alta medicamento	Alta de medicamento
Formulario modificar medicamento	Modificar medicamento
Descargar información	Descargar informacion
Programar caja	Programar caja
Inspeccionar adherencia	Inspeccionar adherencia
Graficar	Inspeccionar adherencia
Estadísticas	Inspeccionar adherencia

Tabla 18. Identificación de clases de interfaz (continuación).

El diseño estatico de las interfaces se muestra en las figuras 24 a 40, es oportuno aclarar que esto es un esquema deseado de la interfaz de los datos, es posible que durante la construcción se realicen cambios para la correcta comunicación con el usuario final, dichas modificaciones deberán quedar oportunamente documentadas.

Interfaz de acceso

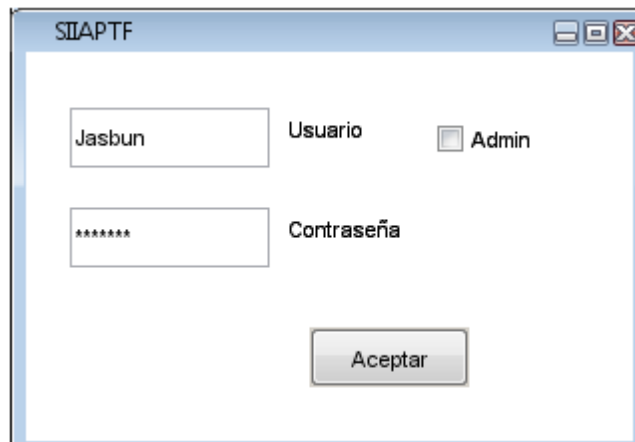


Figura 24. Interfaz de acceso.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado a la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Usuario Contraseña
Datos generados	Objeto login

Tabla 19. Descripción de la interfaz de acceso.

Menú del administrador

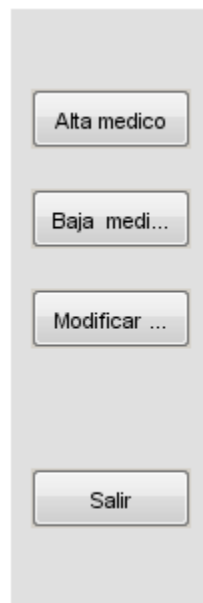


Figura 25. Menú del administrador.

Característica	Descripción
Tipo	Menu de aplicación
Ubicación inicial	Justificado a la izquierda
Cambio de tamaño	No
Datos usados	No
Datos generados	Selección de función

Tabla 20. Descripción de Menú del administrador.

Interfaz alta médico

A screenshot of a web form titled "Alta de medico". The form has a light blue border and contains several input fields and buttons. The fields are arranged in a grid-like fashion. At the top, there are two fields: "Correo" with the value "tomasEdison@gmail.com" and "Cedula" with the value "456752". Below these are three fields for "Nombre (s)": "Juan", "A. Paterno" (with value "Asbun"), and "A. Materno" (with value "Bolail"). The next row has three fields: "CURP" (with value "#####"), "Contraseña" (with value "*****"), and "ID de usuario" (with value "Jasbun"). At the bottom, there is a "Direccion" field with the value "Alegria 7 colonia felicidad". To the right of the "Direccion" field is a larger button labeled "Icono". At the bottom center, there is a button labeled "Aceptar".

Figura 26. Interfaz alta médico.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Correo Cedula Nombre Apellido paterno Apellido materno Curp contraseña Id de usuario Dirección
Datos generados	Objeto médico

Tabla 21. Descripción interfaz alta médico.

Interfaz Baja médico

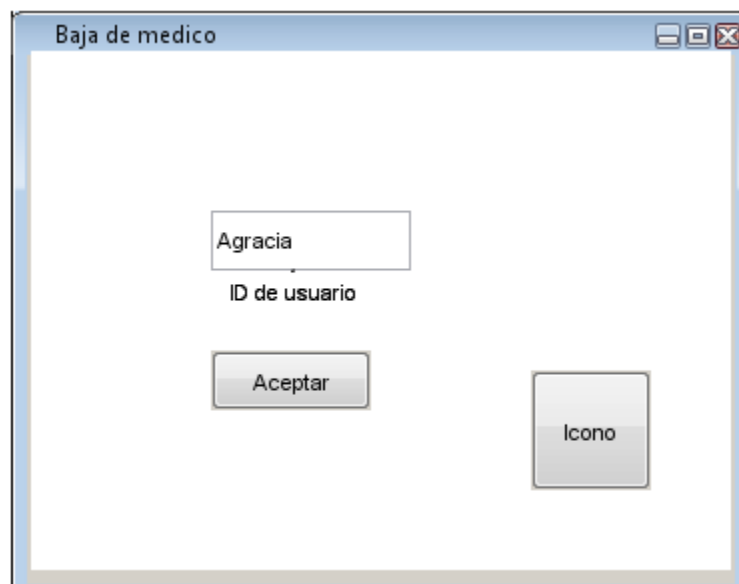


Figura 27. Interfaz baja médico.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado a la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Id de usuario
Datos generados	Notificación

Tabla 22. Descripción interfaz baja médico.

Interfaz modificar médico

Figura 28. Interfaz modificar médico.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Id de usuario Correo electrónico Cedula Dirección Nombre Apellido paterno Apellido materno CURP Contraseña Id de usuario
Datos generados	Nuevo objeto médico

Tabla 23. Descripción interfaz modificar médico.

Menú médico



Figura 29. Menú médico.

Característica	Descripción
Tipo	Menú de aplicación
Ubicación inicial	Justificado a la izquierda
Cambio de tamaño	No
Datos usados	No
Datos generados	Selección de acción a ejecutar

Tabla 24. Descripción de Menú médico.

Interfaz Alta paciente

The screenshot shows a software window titled "Alta de paciente". Inside, there are several text input fields arranged in two columns. The first row contains three fields for "Nombre" with the values "Felicidad", "Alegria", and "Contentura". Below them are labels "Nombre", "A. Paterno", and "A. Materno". The second row has a "CURP" field with "#####", a "Direccion" field with "Sonrisa 25 colonia esperanza", and an "E-mail" field with "felicitygmail.com". The third row has a "Telefono" field with "57 77 77 77". At the bottom, there are two buttons: "Aceptar" on the left and "Icon" on the right.

Figura 30. Interfaz alta paciente.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicacion
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre Apellido paterno Apellido materno CURP Direccion Telefono Correo electrónico
Datos generados	Un nuevo paciente

Tabla 25. Descripción de interfaz alta paciente.

Interfaz dar de baja paciente

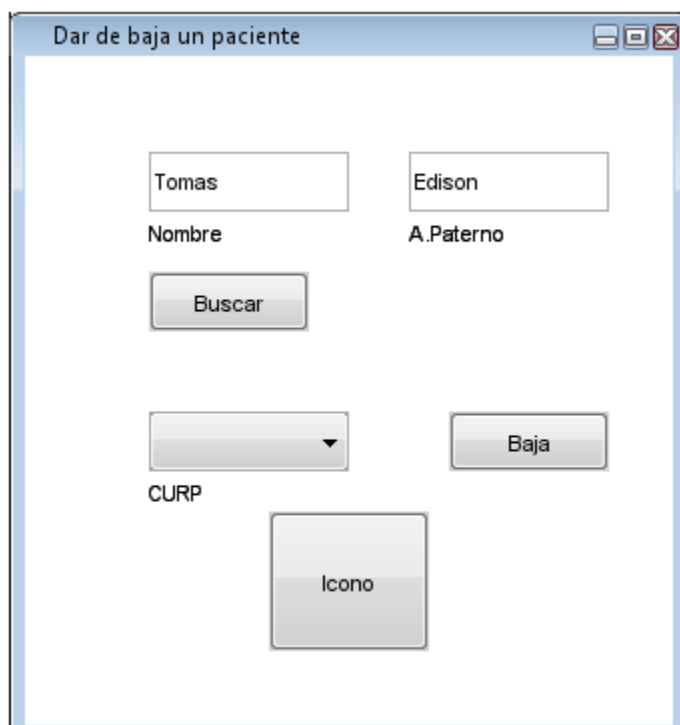


Figura 31. Interfaz baja paciente.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicacion
Ubicación inicial	Centrado a la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre de paciente Apellido paterno
Datos generados	notificacion

Tabla 26. Descripción de interfaz baja paciente.

Interfaz modificar paciente

Figura 32. Interfaz modificar paciente.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre Apellido paterno Curp Apellido materno Dirección Teléfono Correo electrónico
Datos generados	Nuevo objeto paciente

Tabla 27. Descripción de interfaz modificar paciente.

Interfaz baja de medicamento

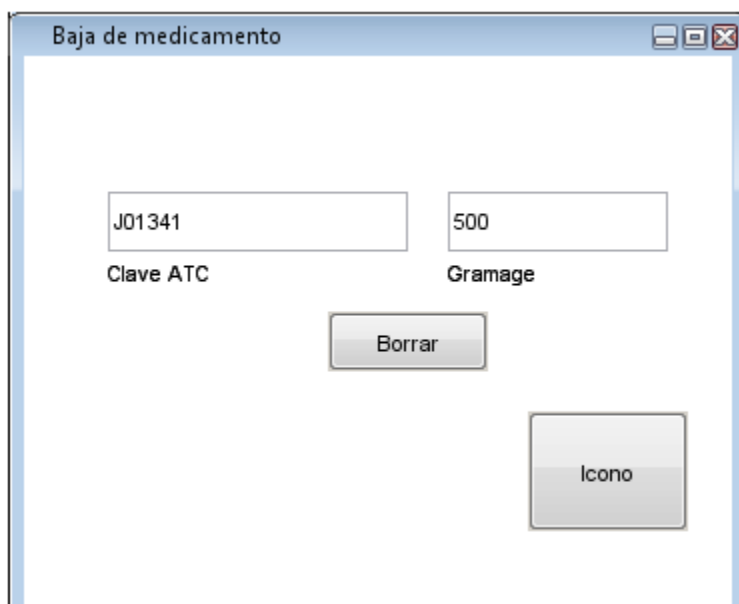


Figura 33. Interfaz baja medicamento.

Característica	Descripción
Tipo	Merco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado a la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Clave ATC Gramage
Datos generados	notificacion

Tabla 28. Descripción interfaz baja medicamento.

Interfaz alta medicamento

Alta de medicamento

Nivel1 Nivel2 Nivel3 Nivel4 Nivel5

J010344 Felixfelixis

Clave ATC Nombre

500

Gramage (mg) Aceptar

Icono

Figura 34. Interfaz alta medicamento.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Niveles de clave atc/clave atc Nombre Gramage
Datos generados	Un nuevo medicamento

Tabla 29. Descripción de interfaz alta medicamento.

Interfaz modificar medicamento

Figura 35. Interfaz modificar medicamento.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Clave atc Gramage Nombre
Datos generados	Un nuevo objeto medicamento

Tabla 30. Descripción de interfaz modificar medicamento.

Interfaz decargar información de la caja de medicamento

The screenshot shows a window titled "Descargar información de la caja de medicamentos". It features a "USB" icon and a "Descarga" button. Below these are several input fields arranged in a grid:

- Nombre: Tomas
- Apellido paterno: Martinez
- CURP: #####
- Enfermedad: USBentis
- # pastillas: 3
- Periodo: 8hrs
- Duracion: 7 dias
- ID tratamiento: #####

A "Guardar" button is positioned at the bottom right of the form area.

Figura 36. Interfaz descargar información de la caja de medicamentos.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicacion
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre Apellido paterno Curp Enfermedad Numero de pastillas Periodo Duracion Id de tratamiento
Datos generados	Nuevo tratamiento real

Tabla 31. Descripción de interfaz descargar información de la caja de medicamentos.

Interfaz programar caja de medicamento

Figura 37. Interfaz programar caja de medicamentos.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre Apellido paterno SURP Enfermedad Numero de tabletas Periodo Duración
Datos generados	Nuevo tratamiento

Tabla 32. Descripción de interfaz programar caja de medicamentos.

Interfaz inspeccionar adherencia

Figura 38. Interfaz inspeccionar adherencia.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	No
Datos usados	Nombre Apellido paterno CURP Identificador de tratamiento Enfermedad Fecha de inicio Selección (periodo/medicamento) Rango
Datos generados	Grafica o estadística

Tabla 33. Descripción de interfaz inspeccionar adherencia.

Interfaz de estadísticas

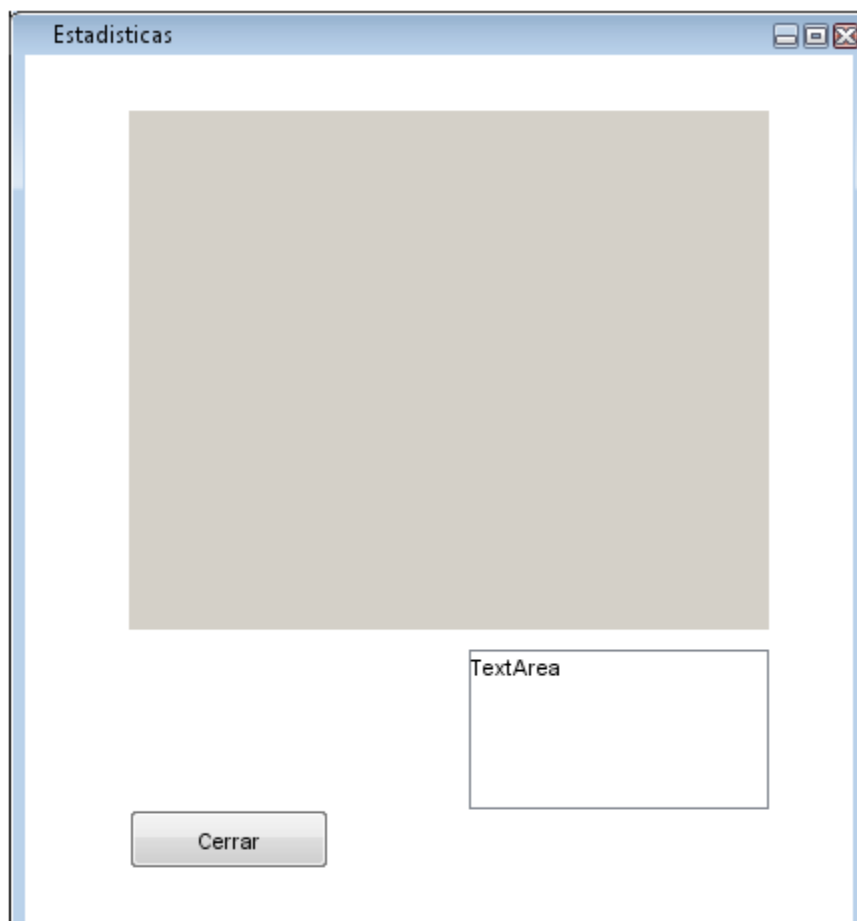


Figura 39. Interfaz de estadísticas.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	Si
Datos usados	Tratamiento Paciente Tratamiento real Periodo Medicamento
Datos generados	Grafica

Tabla 34. Descripción de interfaz de estadísticas.

Interfaz de estadísticas

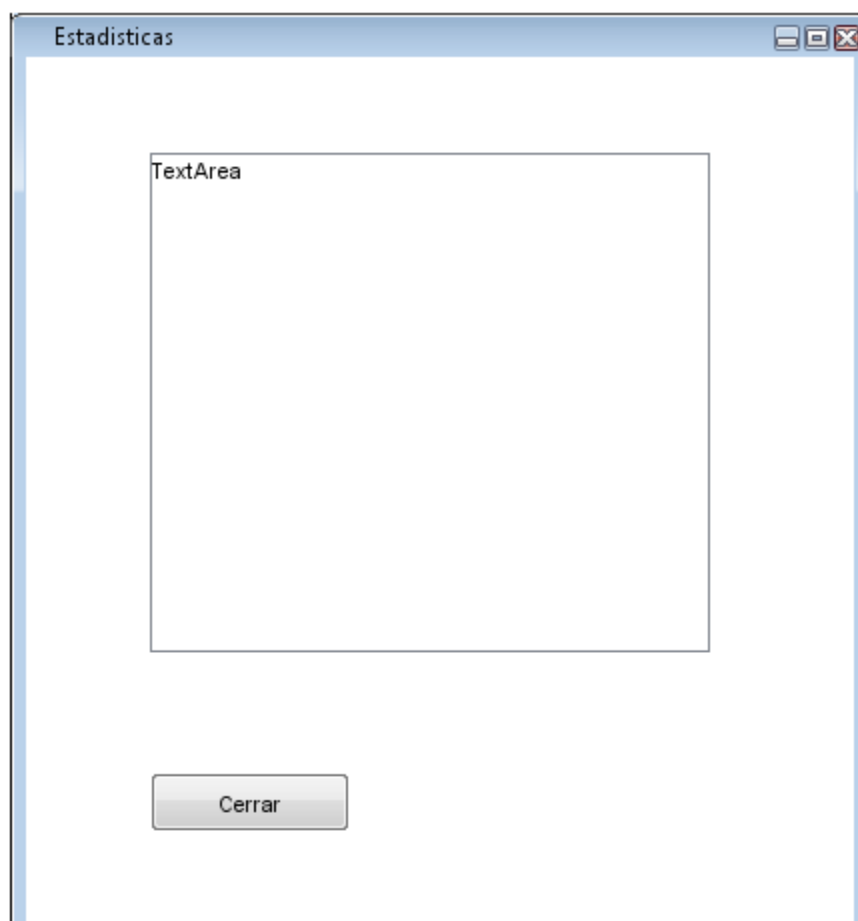


Figura 40. Interfaz de estadísticas.

Característica	Descripción
Tipo	Marco de aplicación
Ubicación inicial	Centrado en la pantalla
Cambio de tamaño	Si
Datos usados	Tratamiento Paciente Tratamiento real Periodo Medicamento
Datos generados	estadísticas

Tabla 35. Descripción de interfaz de estadísticas.

4.10.2 Especificación del comportamiento dinámico de la interfaz.

El objetivo es definir los flujos entre los distintos de interfaz de pantalla y también dentro del propio formulario. Por cada formato identificado en la actividad anterior se especifica:

- Entrada lógica de datos
- Reglas de validación incluyendo dependencia de valores
- Secuencias de acciones para completar cada dialogo
- Condiciones que se deben cumplir para su inicio
- Posibles restricciones durante su ejecución.

El comportamiento esta dirigido y representado por los controles y los eventos que provocan su activación, se identifican aquellos diálogos o formatos considerados críticos para el correcto funcionamiento del sistema.

Para el presente sistema se consideran criticas las interfaces : “ programar caja” (figura 37), “descargar información” (figura 36) e “inspeccionar adherencia” (figura 38). Para la interfaz programar:

Control	Evento	Accion
Combobox nombre	Click en botón aceptar superior	Proporciona información para identificar un paciente.
Combobox apellido paterno	Click en botón aceptar superior	Proporciona información para identificar un paciente.
Combobox CURP	Click en botón aceptar superior	Proporciona información para identificar un paciente.
Botón Aceptar superior	click	Recolecta información que sirve para identificar un pacinte de la base de datos. En base a la información seleccionada se completa la identificación del paciente.
Icono superior	Click botón aceptar superior	En caso de que la operación descrita en el control “botón aceptar superior” ocurra exitosamente, aparecerá una notificación positiva. En caso contrario la notificación será correspondiente.
Text field enfermedad	Click botón aceptar inferior	Proporciona información para dar de alta un nuevo tratamiento.
Text fiels # tabletas	Click botón aceptar inferior	Proporciona información para dar de alta un nuevo tratamiento.
Text field periodo	Click botón aceptar inferior	Proporciona información para dar de alta un nuevo tratamiento.
Botón aceptar inferior	click	Recolecta información que permitirá dar de alta un tratamiento nuevo.
Icono medio	Clicl botón aceptatr inferior	En caso de que la operación descrita en el control “botón aceptar inferior” ocurra exitosamente, aparecerá una notificación positiva. En caso contrario la notificación será correspondiente.

Tabla 36. Comportamiento dinámico de la interfaz programar caja.

Control	Evento	Accion
Text field duración	Click botón aceptar inferior	Proporciona información para dar de alta un nuevo tratamiento.
Combobox medicamento	Click botón aceptar inferior	Proporciona información para dar de alta un nuevo tratamiento
Text field identificadoe de tratamiento	Click botón aceptar inferior	Muestra el id asociado al tratamiento nuevo creado.
Icono inferior	Siempre activo	Muestra el estado actual de la conexión con la “caja de medicamento”
Botón programar	click	Envía el tratamiento a la “caja de medicamento” y a la base de datos.
Botón reset	click	Borra el contenido actual de la “caja de medicamento”

Tabla 36. Comportamiento dinámico de la interfaz programar caja (continuación).

Para la interfaz descarga de información:

Control	Evento	Accion
IconoRS-232	Siempre activo	Muestra el estado actual de la conexión
Botón descarga	click	Llena los campos textfield inferiores
Textfield nombre	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield apellido paterno	Click botón descarga	
Textfield curp	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield enfermedad	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield numero de pastillas	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield periodo	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield duración	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Textfield id de tratamiento	Click botón descarga	Muestra la información asociada a la”caja de medicamento” conectada.
Botón guardar	click	Almacena en la base de datos un nuevo tratamiento real proveniente de la “caja de medicamento”

Tabla 37. Comportamiento dinámico de la interfaz descargar información.

Para la interfaz inspeccionar adherencia:

Contol	Evento	Accion
Combobox nombre	Selección de ítem	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.
Combobox apellido paterno	Selección de ítem	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.
Combobox CURP	Selección de ítem	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.

Tabla 38. Comportamiento dinámico de la interfaz inspeccionar adherencia.

Contol	Evento	Accion
Combobox identificador de tratamiento	Selección de ítem	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.
Textfield enfermedad	Selección de ítem tratamiento	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.
Textfield fecha de inicio	Selección de ítem tratamiento	Aporta información para identificar un objeto de la base de datos.
Botón aceptar inferior	click	Recolecta la información del tratamiento seleccionado e informa de la operación realizada en la base de datos para determinar si se puede proseguir en la interaccion.
Radiobutom periodo	Click graficar / click estadísticas	Indica el tipo de opción a tomar para la realización de graficas/estadísticas.
Radiobutom medicamento	Click graficar / click estadísticas	Indica el tipo se opción a tomar en cuanta para la realización de graficas/estadísticas.
Textfield rango	Click graficar / click estadísticas	Indica el tipo de opción a tomar para la realización de graficas/estadísticas
Botón graficar	click	Realiza una grafica en base a los parámetros seleccionados.
icono medio	Click botón acpetar medio	Notifica el estado actual de la operación.
Botón estadísticas	click	Realiza un despliegue de estadísticas basadas en parámetros precviamente seleccionados.
Icono inferior	Click graficar / click estadísticas	Muestra el estado de la operación actual.
Botón aceptar superior	click	Recolecta la informacion seleccionada para formar objetos que permitan generar graficas y/o estadísticas.
Icono superior	Click botón aceptar superior	Notifica el estado actual de la operación.

Tabla 38. Comportamiento dinámico de la interfaz inspeccionar adherencia (continuación).

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

5.1 ESCENARIOS DE LOS CASOS DE USO

A partir de los casos de uso mencionados

Caso de uso:	Funcionamiento general del sistema SIIPATF.
Requerimientos vinculados:	<ul style="list-style-type: none"> - La batería del dispositivo caja de medicamentos es capaz de mantener en funcionamiento el dispositivo mientras dure el tratamiento. - La transferencia de datos debe realizarse vía RS-232. - Las alarmas deben ser de 3 tipos. - El médico debe poder gestionar pacientes. - El sistema debe generar gráficas y estadísticas.
Objetivos:	
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> - El médico ha iniciado en el sistema. - El dispositivo caja de medicamento está en condiciones aptas para funcionar.
Condiciones de fin exitosas:	<ul style="list-style-type: none"> - El médico obtiene índices de adherencia reales por parte del paciente. - El paciente se siente altamente supervisado/apoyado por parte del sistema.
Condiciones de fallo:	<ul style="list-style-type: none"> - Los indicadores obtenidos por el sistema no son de utilidad alguna ya que no representan la realidad. - El paciente hace caso omiso al sistema ya sea por falta de interés o por que el sistema no es eficiente. - Dificultades para detectar la interacción con el paciente.
Actores principales:	Médico, administrador y Paciente.
Secuencia principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El médico da de alta un nuevo paciente. 2.- El médico programa la caja de medicamento con el tratamiento a seguir. 3.-La transferencia de datos ocurre vía RS-232 y el dispositivo queda configurado. 4.- Llegado el momento, la caja de medicamentos hace uso de su mecanismo de alarma para avisar al paciente que llegó la hora de la ingesta de su medicamento. 5.- El paciente interactúa con el sistema, tomando su medicamento y de este modo desactivando la alarma. 6.- La hora y fecha de la interacción es almacenada en el dispositivo caja, esta interacción se repite hasta que el medicamento se termine ó el tratamiento llegue a su fin. 7.- El paciente entrega la caja de medicamentos al médico, el cual descarga la información recabada por parte de la caja de medicamentos. 8.- La información viaja vía RS-232 desde la caja de medicamentos al computador del médico, para luego ser almacenada en una base de datos. 9.- Se pueden repetir para el mismo paciente los pasos 2 al 8 “n” veces, de acuerdo al tratamiento que el paciente lleve. 10.-El médico inspecciona la adherencia seleccionando la herramienta que le parezca más adecuada.

Tabla 39. Escenario del caso de uso general del sistema.

Caso de uso:	Visualizar adherencia.
Requerimientos vinculados:	RF-1, RF-4, RF-10, RF-21, RF-22 y RF-25.
Objetivos:	Lograr obtener información de utilidad que permita hacer investigación sobre adherencia. Conocer el grado de apego terapéutico de un paciente determinado.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema cuenta con al menos 1 paciente, con al menos un tratamiento vinculado y este tratamiento ha dado información al sistema al menos 1 vez. - Tanto el médico como el paciente han sido dados de alta previamente en el sistema.
Condiciones de fin exitosas:	<ul style="list-style-type: none"> - El médico obtiene la gráfica/estadística solicitada.
Condiciones de fallo:	<ul style="list-style-type: none"> - El médico no puede acceder a la información que requiere. - La interfaz es difícil de usar.
Actores principales:	Médico
Secuencia principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Primeramente el médico inicia sesión en el sistema. 2.- El médico selecciona la opción “visualizar adherencia”. 3.- El médico selecciona la representación que requiere de la información, estas pueden ser graficas o estadísticas. 4.- El médico selecciona la fuente de la información, esta puede ser por periodo o por medicamento. 5.-El médico selecciona al paciente.
Extensiones:	<ol style="list-style-type: none"> 2.1.- La caja de medicamentos no puede ser programada debido a alguna insuficiencia /deficiencia operativa. 4.1.- La caja de medicamento no puede dar la alarma debido a algún fallo interno ya sea de hardware o de datos. 5.1.- La caja de medicamentos no reconoce el evento y la alarma no puede ser desactivada. 6.1.- La caja de medicamentos no puede almacenar la hora y fecha debido a alguna falla. 8.1.- El sistema es incapaz de realizar la actividad, ya sea por errores situados en el hardware o software. 4.2 Si el médico ha seleccionado por periodo, debe indicar que periodos necesita.

Tabla 40. Escenario del caso de uso visualizar adherencia.

Caso de uso:	Interacción con los pacientes.
Requerimientos vinculados:	RF-11, RF-12, RF-23, RF-24, RF-26, RF-27, RF-28.
Objetivos:	Conseguir que el paciente experimente una sensación de supervisión/apoyo por parte del sistema, lo que conlleva a una mejor adherencia.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> - La caja de medicamentos ha sido previamente programada. - La caja de medicamentos cuenta con las condiciones operativas adecuadas para realizar la labor. - El tratamiento no ha llegado a su fin.

Tabla 41. Escenario del caso de uso interacción con los pacientes.

Caso de uso:	Interacción con los pacientes.
Condiciones de fin exitosas:	La alarma suena en el momento oportuno para indicar el momento y cantidad de medicamento que el paciente debe ingerir. La alarma se desactiva al momento de que el paciente retirar la cantidad de medicamento indicada. El evento “retirar medicamento” queda registrado.
Condiciones de fallo:	La alarma nunca suena. La alarma nunca se desactiva.
Actores principales:	Paciente
Secuencia principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se activan 3 diferentes mecanismos: sonoro, táctil y visual; que dan aviso al paciente el momento de su ingesta de medicamento. 2. El paciente reconoce la alarma. 3. El paciente retira la cantidad de tabletas indicadas. 4. Los mecanismos de alarma se desactivan hasta la próxima toma. 5. El evento “retirar medicamento” queda registrado con información para posteriormente identificar hora y fecha.
Extensiones:	3.1 El paciente debe ingerir los medicamentos
Requerimientos vinculados:	RF-5, RF-13, RF-16, RF-20, RF-22 y RF-28.
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none"> - Programar la caja de medicamentos. - Descargar información.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Tanto el médico como el paciente en cuestión previamente fueron registrados en el sistema. - La caja se encuentra conectada exitosamente.
Condiciones de fin exitosas:	<ul style="list-style-type: none"> - La caja de medicamentos queda exitosamente programada. <p>O bien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La caja de medicamentos transfiere su contenido a la base de datos.
Condiciones de fallo:	<p>Respectivamente con las condiciones y objetivos mencionados con anterioridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La caja de medicamentos no se programó. - La caja de medicamentos no opera cuando se requiere el funcionamiento de la alarma.+ <p>O bien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La caja de medicamentos no contenía información alguna. - La base de datos no identifico recibió la información.
Actores principales:	Médico.

Tabla 41. Escenario del caso de uso interacción con los pacientes. (continuación)

Caso de uso:	Interacción con los médicos
Secuencia principal:	<p>1.- El médico selecciona la tarea.</p> <p>A2.-En caso de haber seleccionado programar, este debe llenar un formulario.</p> <p>A3.- Se actualiza la base de datos.</p> <p>A4.- La caja es programada.</p> <p>B5.- En caso de haber seleccionado “descargar información de la caja”, la transferencia de datos ocurre.</p> <p>B6.- la base de datos es actualizada</p>
Extensiones:	<p>1.1.- Selecciona programar.</p> <p>1.2 Selecciona descargar información de la caja.</p> <p>2.1 El formulario es validado.</p> <p>2.2 Puede resetear la caja.</p>
Requerimientos vinculados:	RF-1, RF-2, RF-3RF-6, RF-9, RF-17, RF-19 y RF-21.
Objetivos:	Dar de alta, baja y modificar pacientes.
Precondiciones:	- El médico debe estar registrado.
Condiciones de fin exitosas:	Gestionar de forma exitosa de los pacientes.
Condiciones de fallo:	<ul style="list-style-type: none"> - La interfaz es difícil de usar. - El paciente no puede ser dado de alta - El paciente no puede ser dado de baja - El paciente no pueda ser modificado-
Actores principales:	Médico
Secuencia principal:	<p>1.- El médico selecciona una opción.</p> <p>2.- Después de seleccionar la opción, proporciona la información que se le solicite para llevar a cabo la acción.</p>
Extensiones:	2.1 La base de datos es actualizada.

Tabla 42. Escenario del caso de uso gestión de pacientes.

5.2 ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE SECUENCIA

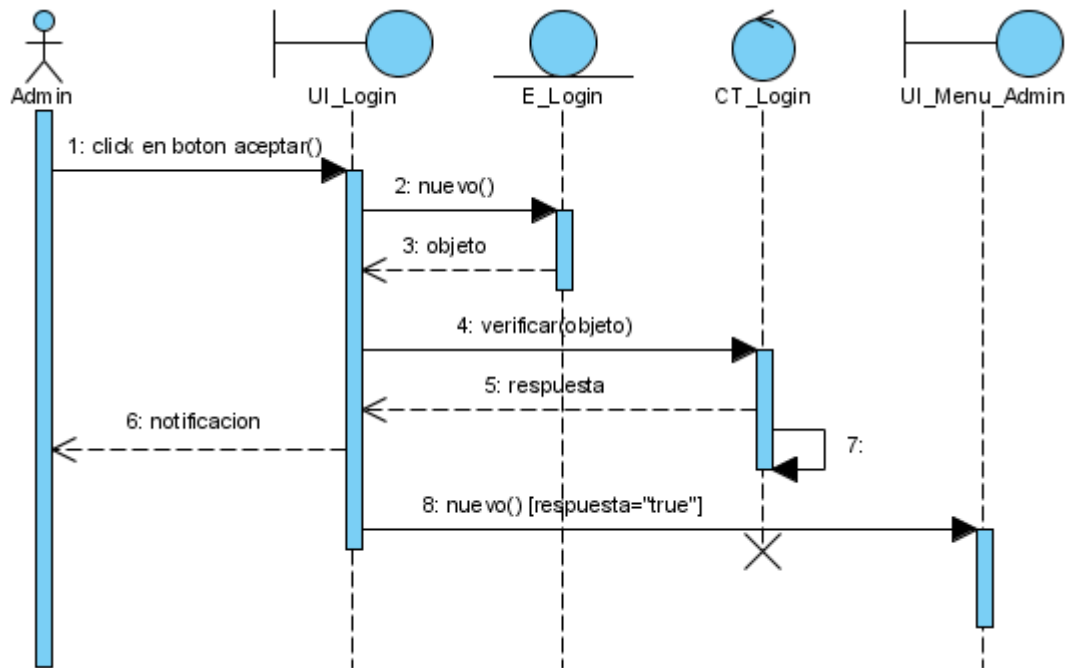


Figura 41. Diagrama de secuencia “login”.

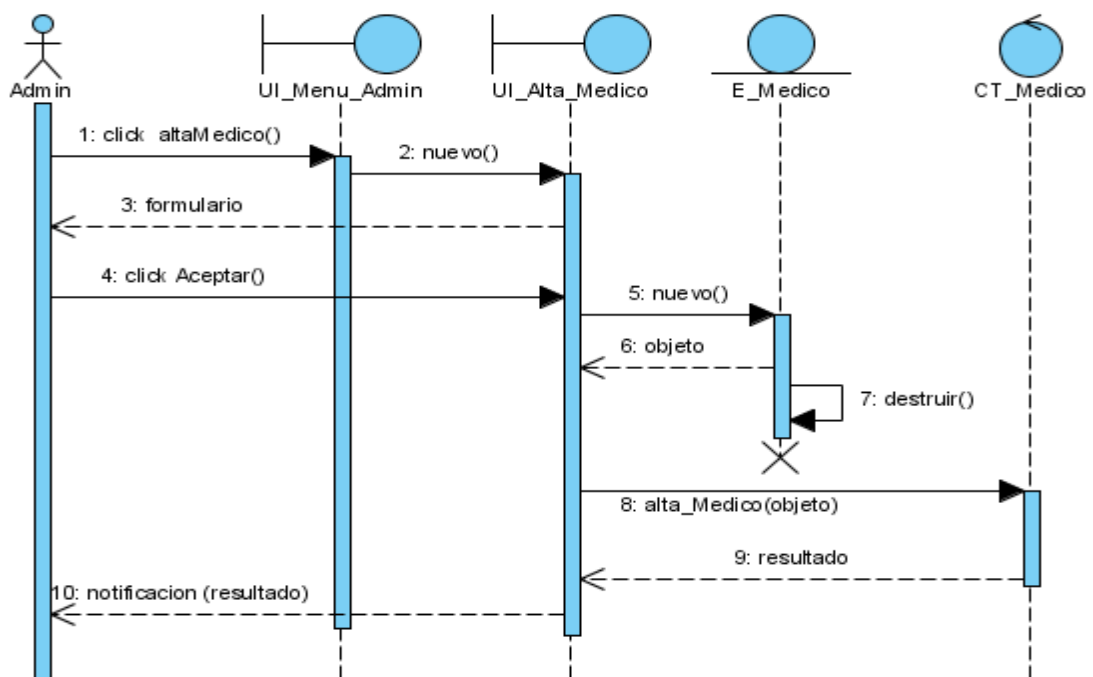


Figura 42. Diagrama de secuencia “alta de médico”.

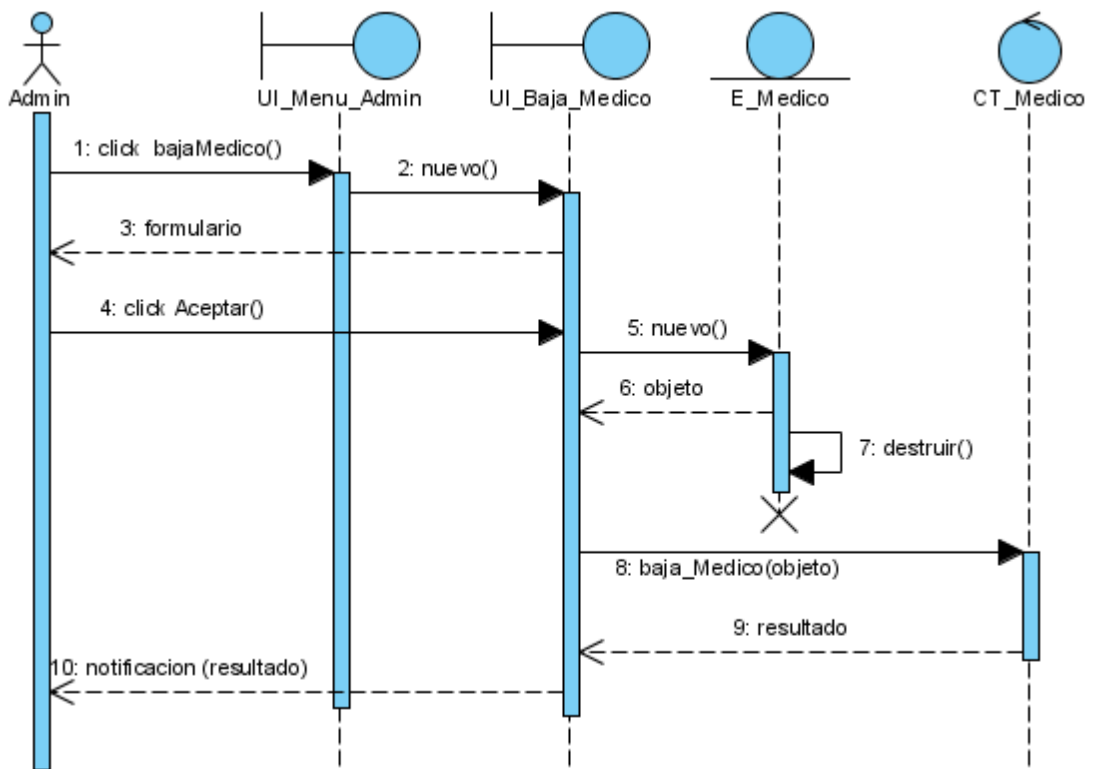


Figura 43. Diagrama de secuencia “baja médico”.

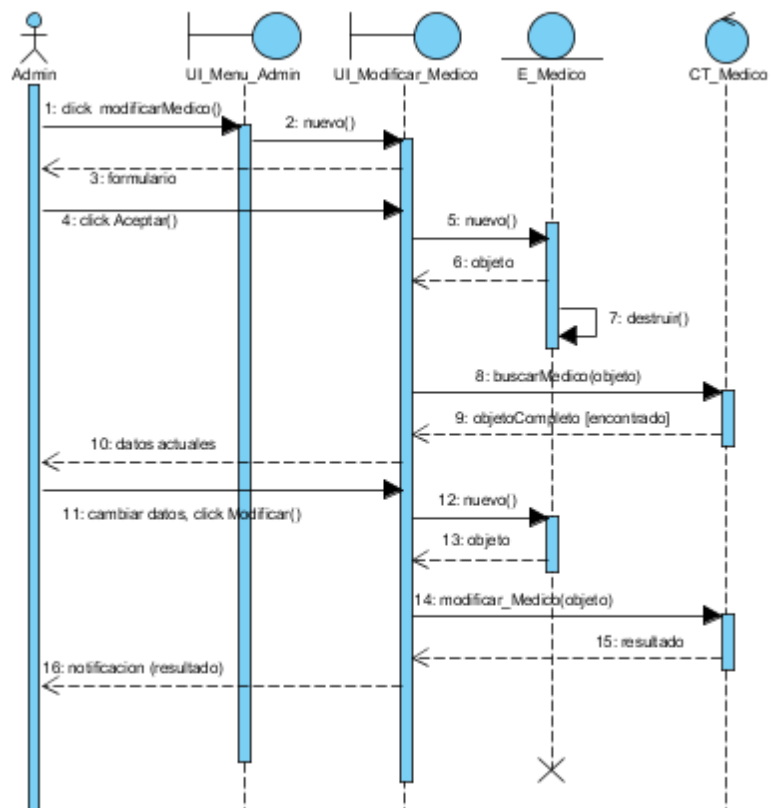


Figura 44. Diagrama de secuencia “modificar médico”

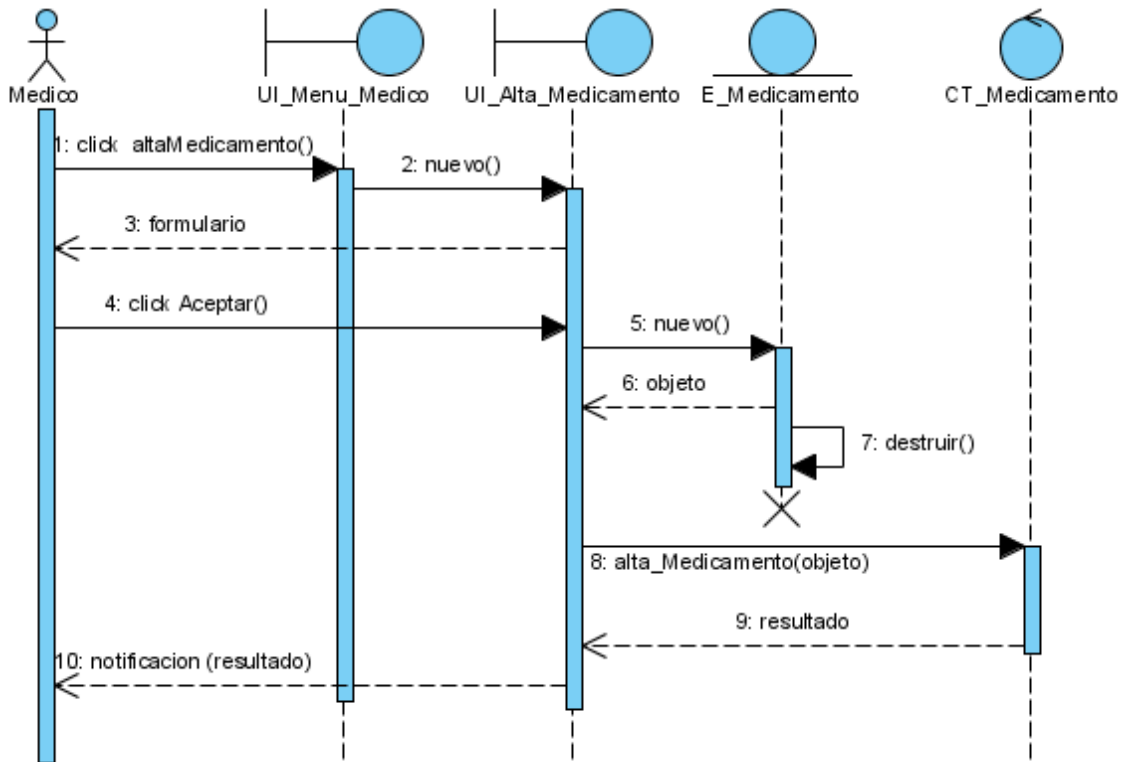


Figura 45. Diagrama de secuencia “alta de medicamento”.

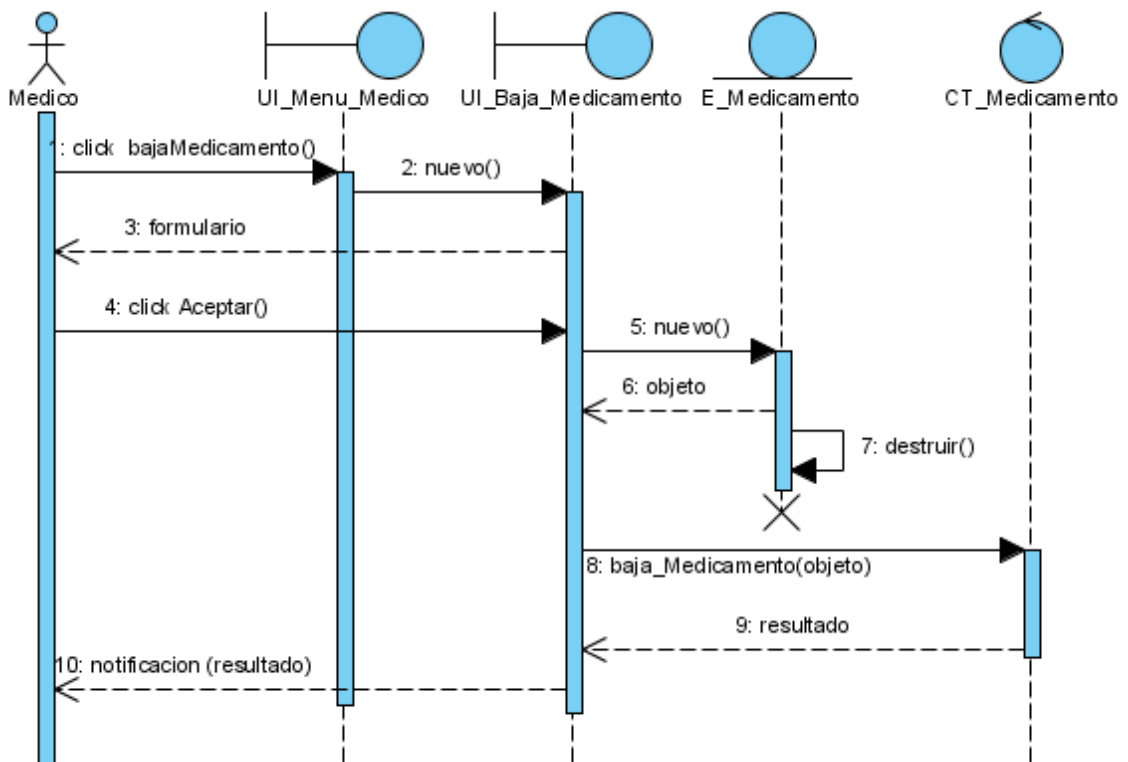


Figura 46. Diagrama de secuencia “baja de medicamentos”.

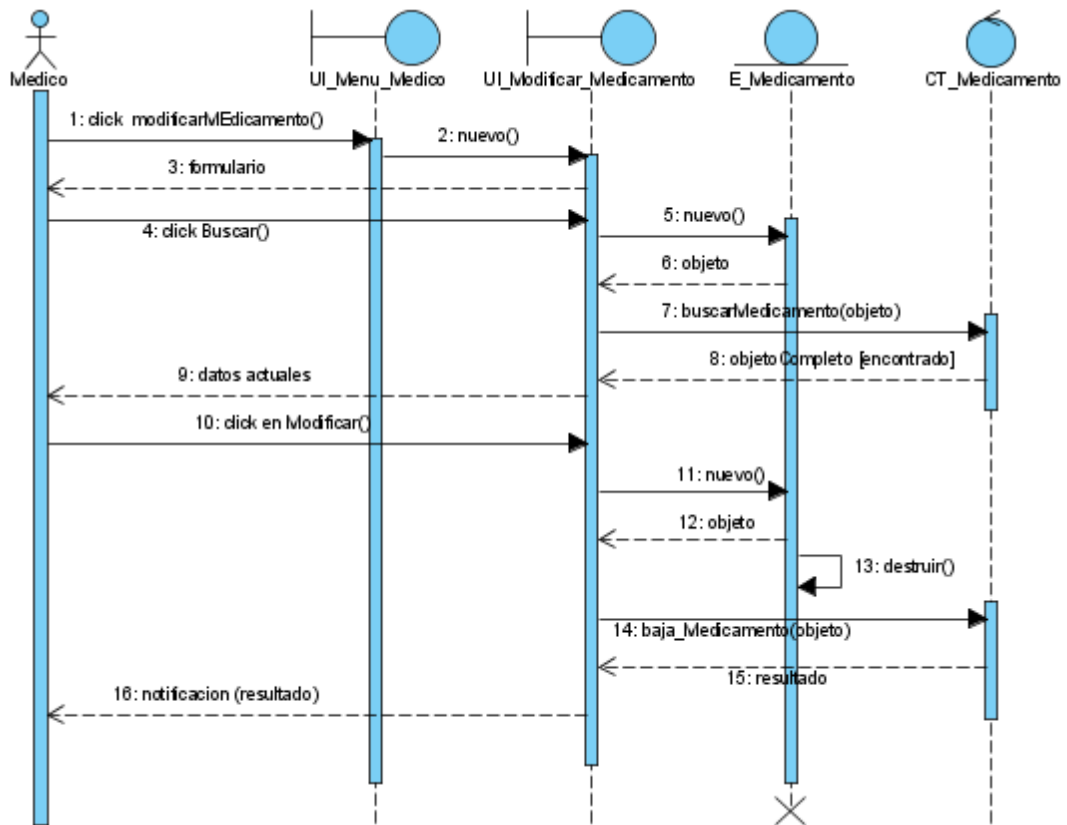


Figura 47. Diagrama de secuencia “modificar medicamento”.

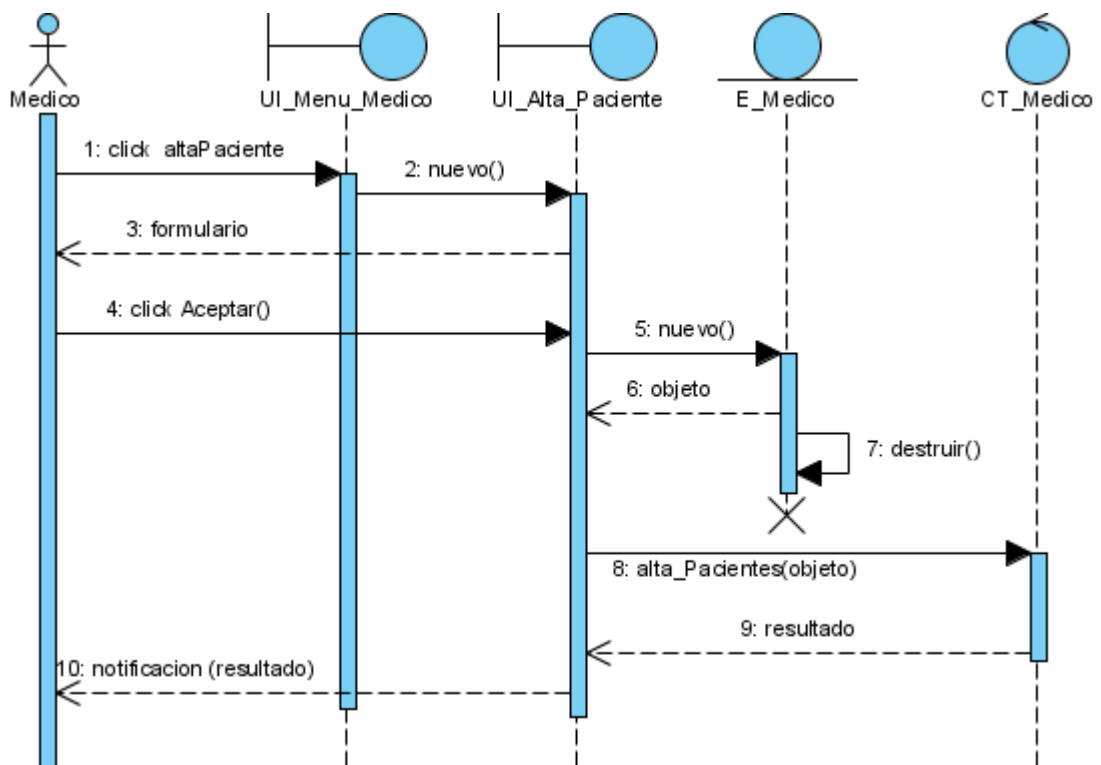


Figura 48. Diagrama de secuencia “alta de pacientes”.

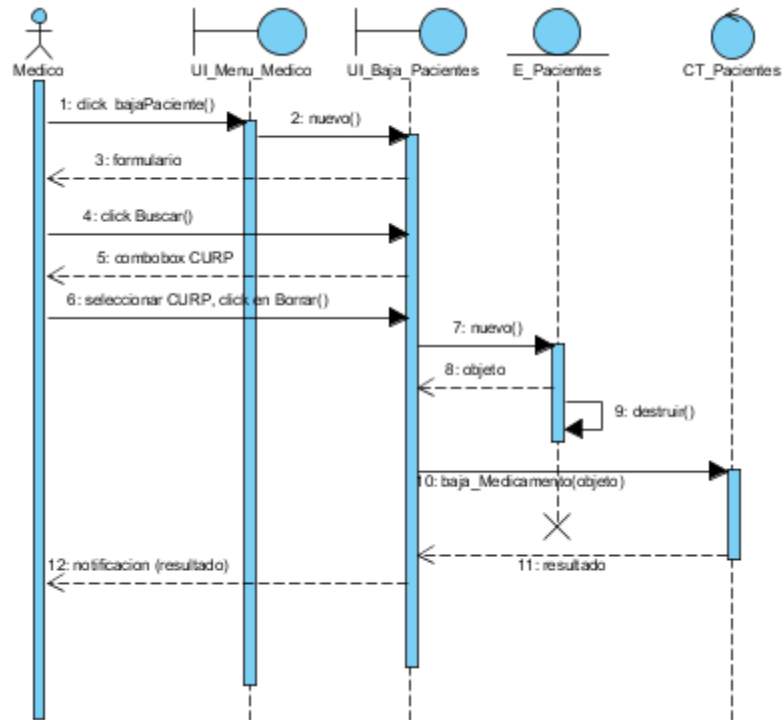


Figura 49. Diagrama de secuencia “baja de pacientes”.

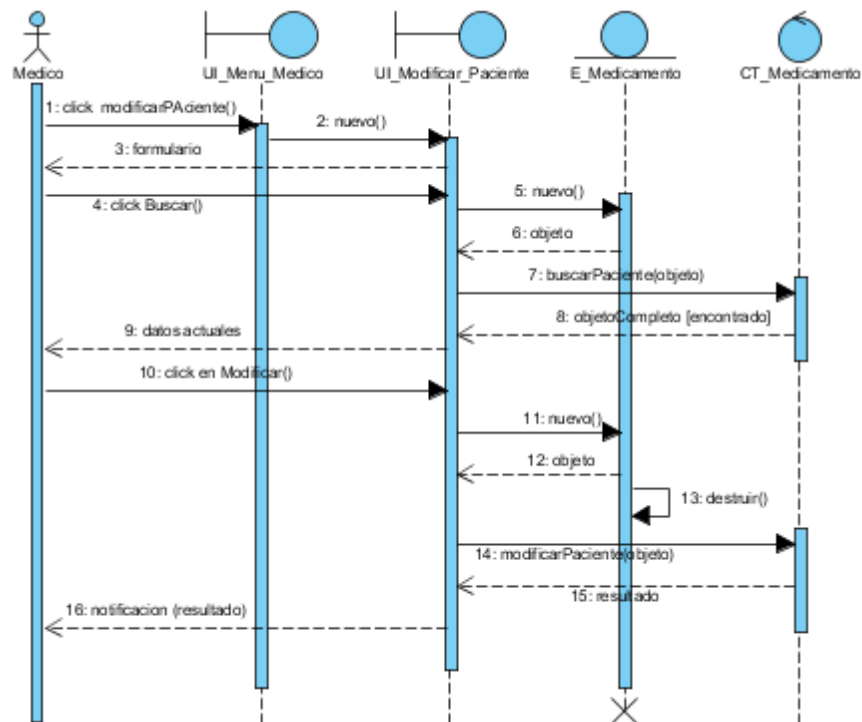


Figura 50. Diagrama de secuencia “modificar pacientes”.

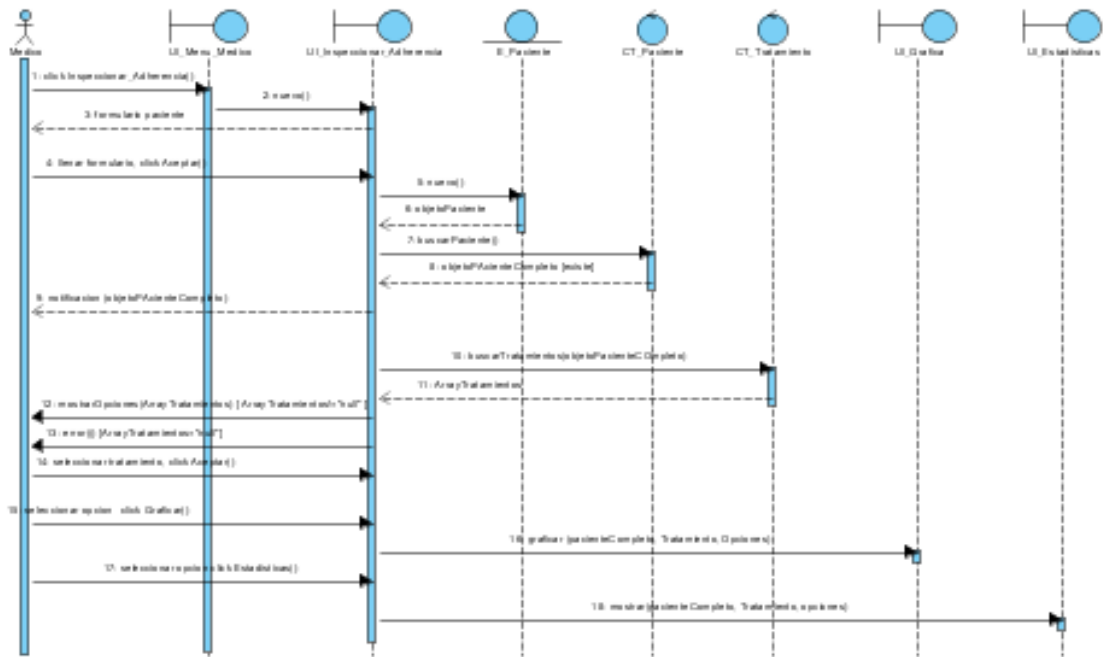


Figura 53. Diagrama de secuencia “inspeccionar adherencia”.

5.3 ELABORACIÓN DIAGRAMA DE CLASES

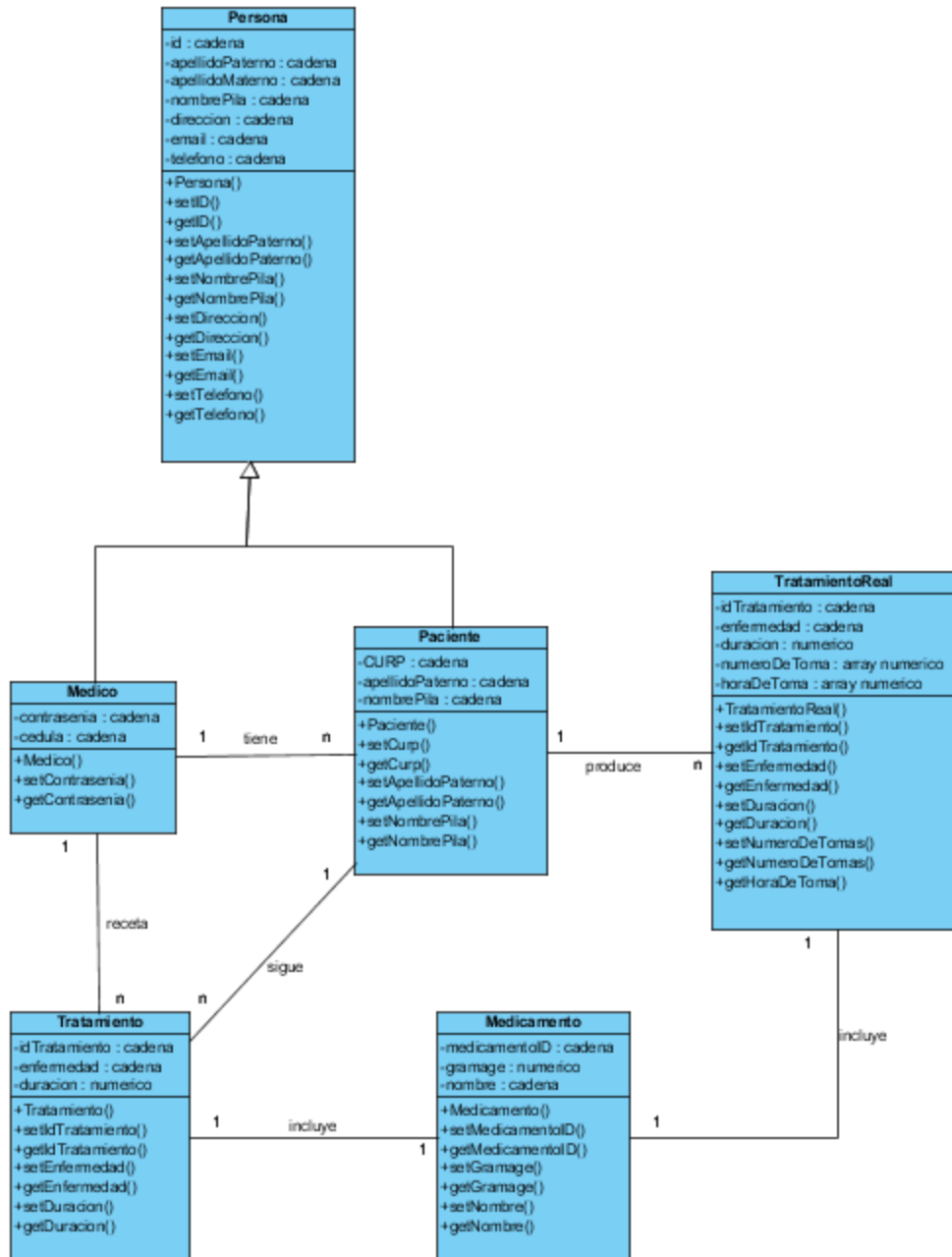


Figura 54. Diagrama de clases.

5.4 ELABORACIÓN DEL MODELO DE DATOS

5.4.1 Elaboración del Modelo Conceptual de Datos

- Entidades

Entidades fuertes	Atributos	Entidades débiles	Atributos
Persona	ID ApPat ApMat NPila Fecha Nac. Dirección Email Teléfono	Resultado	Duración Porcentaje
Médico	Cédula Password Usuario		
Administrador	Password		
Paciente			
Tratamiento	ID Enfermedad Duración Dosis Cada hora Num. pastillas		
Ideal			
Real	Hrs. extracción Num. Toma		
Medicamento	ID Gramage Nombre		

Tabla 43. Definición de entidades.

- Relaciones

CARDINALIDAD 1:1		
Entidad	Relación	Entidad
Tratamiento	Genera	Resultado

Tabla 44. Relación entre entidades con cardinalidad 1:1.

CARDINALIDAD 1:N		
Entidad	Relación	Entidad
Médico	Visualiza	Resultado
Médico	Asigna	Tratamiento
Tratamiento	Emplea	Medicamento
Paciente	Tiene	Tratamiento
Paciente	Genera	Resultados

Tabla 45. Relación entre entidades con cardinalidad 1:N

5.4.2 Elaboración del Modelo Lógico de Datos

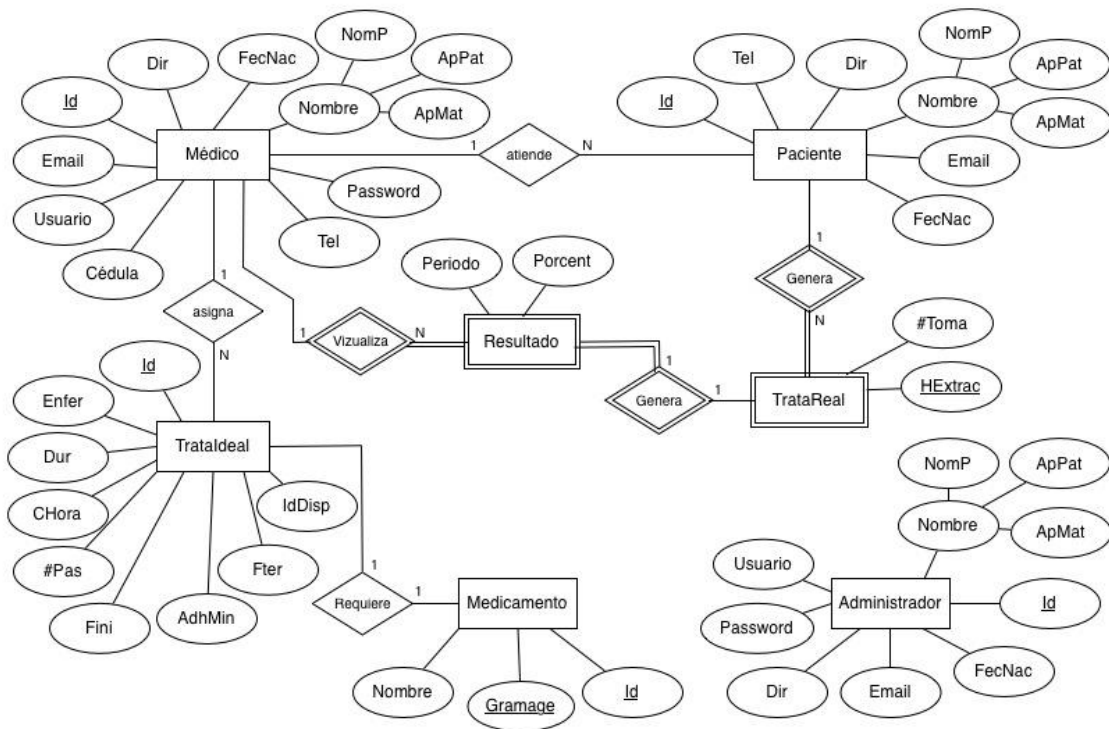


Figura 55. Diagrama Entidad Relación.

5.5 MODELO RELACIONAL

5.5.1 Normalización del Modelo Lógico de Datos

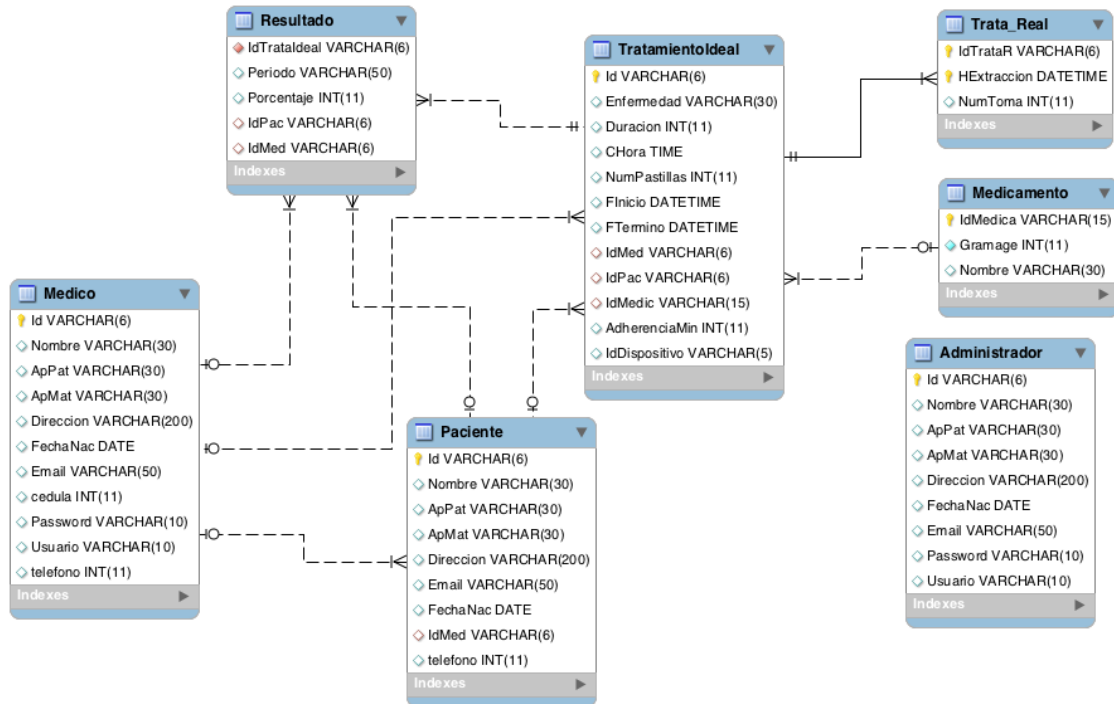


Figura 56. Diagrama Relacional.

6. DISEÑO DEL HARDWARE

6.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

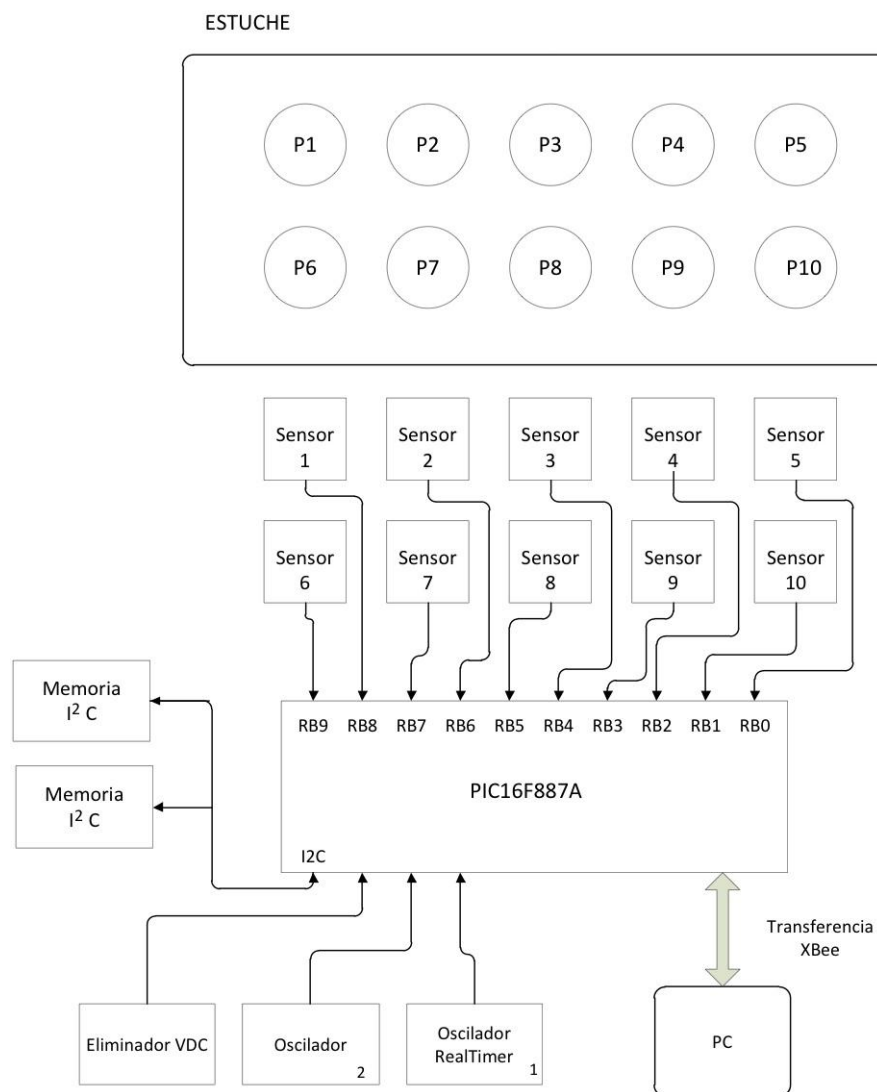


Figura 57. Diagrama de bloques del prototipo.

6.2 CIRCUITO ELÉCTRICO

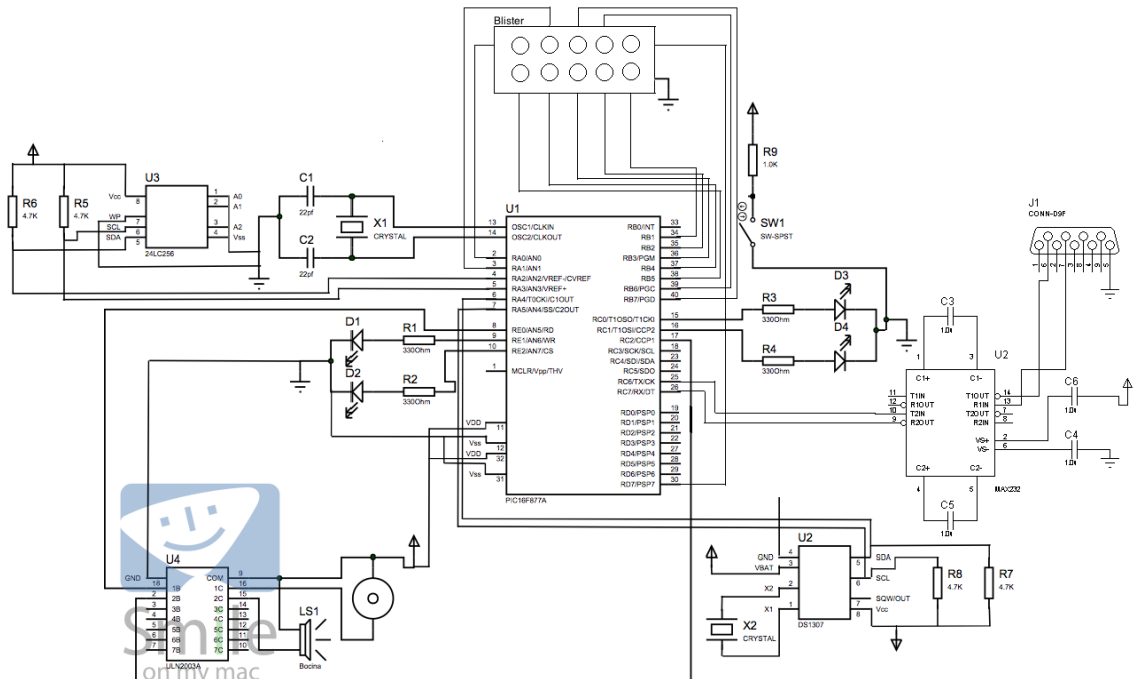


Figura 58. Diagrama Eléctrico.

7. DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA

7.1 DEFINICIÓN DE NIVELES DE ARQUITECTURA.

El sistema tiene 3 niveles que son:

- **El nivel de Presentación**

Esta capa reúne todos los aspectos del software que tiene que ver con las interfaces y la interacción con los diferentes tipos de usuarios. Estos aspectos incluyen el manejo y aspecto de las ventanas, el formato de los reportes, menús, gráficos.

- **El nivel del Dominio de la Aplicación**

Esta capa reúne todos los aspectos del software que tienen que automatizan o apoyan los procesos de negocio que llevan a cabo el usuario. Estos aspectos incluyen las tareas que forman parte de los procesos, las reglas y restricciones que aplican.

- **El nivel del Repositorio**

Esta capa reúne todos los aspectos del software que tienen que ver con el manejo de los datos persistentes, por lo que también se le denomina la capa de las Bases de Datos.

El nivel de presentación sólo tendrá comunicación con el nivel del dominio de la aplicación, que estará respondiendo a las peticiones del nivel de presentación, y resolverá todo el funcionamiento lógico del sistema software, igualmente comunicándose con el nivel del repositorio, que se ve reflejada en la BD del sistema.

7.2 ESPECIFICACIÓN DE EXCEPCIONES.

Las excepciones se describen incluyendo los siguientes elementos:

- Tipo y descripción de la excepción
- Condiciones previas del sistema de información.
- Elemento afectado
- Respuesta del sistema de información.
- Elemento asociado a la respuesta esperada del sistema

Las excepciones que se proponen como obligatorias son las relacionadas con el funcionamiento general del sistema:

- Nodos y comunicaciones del particionamiento físico del sistema de información, este tipo de excepciones tiene lugar cuando no están disponibles los gestores de BD o los recursos compartidos del sistema, cuando se producen fallos en las comunicaciones entre nodo.
- Rango o valores no válidos en la entrada de los datos, como pueden ser atributos obligatorios, son formatos específicos, etc.

7.2.1 Catálogo de Excepciones

Tipo	Comunicaciones
Descripción	La aplicación software en LabView intenta comunicarse con la BD.
Condiciones	El sistema no encuentra conexión con la BD.
Elemento afectado	Componente subsistema de negocio.
Respuesta	Mensaje de error.

Tabla 46. Excepción de comunicación con la BD.

Tipo	Comunicaciones
Descripción	La aplicación software en Labview intenta comunicarse con la caja conectado vía RS-232 a la CPU.
Condiciones	El sistema no encuentra conexión
Elemento afectado	Componente subsistema de negocio.
Respuesta	Mensaje de error.

Tabla 47. Excepción de comunicación RS-232 y PC.

Tipo	Valor Requerido
Descripción	Cuando el médico no ha ingresado un valor requerido el sistema informará y se posicionará sobre el mismo.
Condiciones	Valor no ingresado.
Elemento afectado	Componente subsistema de interfaz
Respuesta	Mensaje de error.

Tabla 48. Excepción de ingreso de valores requeridos.

Tipo.	Valor incorrecto
Descripción	El médico ingresa un valor incorrecto para el atributo requerido, se informa el error y se permite ingresar nuevamente el valor
Condiciones	Valor ingresado diferente al valor que se debe tomar.
Elemento afectado	Componente subsistema de interfaz.
Respuesta	Mensaje de error en la interfaz del médico o Administrador, “El valor – es incorrecto“

Tabla 49. Excepción de ingreso de valores incorrectos.

7.3 ESPECIFICACIÓN DEL ENTORNO TECNOLÓGICO.

7.3.1 Software

Teniendo en cuenta las restricciones económicas y legales establecidas anteriormente en la parte de análisis, se tiene lo siguiente:

Sistema operativo: Windows XP o superior.

IDE Netbeans 7.0.1.

Base de datos MySQL 4.0.24

7.3.2 Hardware

Para la aplicación software, se tiene las siguientes características de la arquitectura necesaria:

Procesador 300 Mhz Intel Pentium/ Celeron o AMD K6/Athlon/Duron o superior, 128 Mb de RAM, 2 Gb disponibles en disco duro.

7.4 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD.

Acceso a la aplicación software

Los usuarios para acceder deberán tener los diferentes privilegios asignados, estos dependen de los roles previamente definidos; los roles serán dos:

- Médicos: son los que hacen uso del sistema, dan alta, baja, eliminar y modificar paciente, consulta de resultados (graficas y estadísticas), alta, baja, eliminar y modificar medicamento, programar caja (tratamiento), descargar información.
- Administrador: tiene como objetivo alta, baja y modificación de médico.

7.4.1 Mantenimiento de integridad y confidencialidad de los datos.

Al guardar la información el sistema trabajará chequeando la integridad de los datos generados, esto es debido a que la BD seleccionada (MYSQL) no maneja transacciones.

Con respecto a la confidencialidad de los datos, el acceso a los mismos será restringido mediante la asignación de diferentes privilegios a los usuarios del sistema.

8. ESPECIFICACIÓN DEL PLAN DE PRUEBAS

8.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LAS PRUEBAS

8.1.1 Pruebas a nivel software.

El perfil implicado en este nivel es primordialmente el de Médico, en las interfaces presentadas se ingresarán datos correctos e incorrectos, para verificar la consistencia del sistema, así como la comunicación con la Base de Datos del sistema y validaciones.

8.1.2 Pruebas a nivel hardware.

Los perfiles implicados en este nivel son el de Médico y el de Paciente. En el de doctor, introducirá la programación para que el dispositivo se active cada determinado tiempo, se verificará que la programación introducida por el Médico se efectuó correctamente en los tiempos introducidos así como verificar la descarga la información proporcionada por el paciente.

Para el perfil de Paciente, se verificará que la caja active las alarmas en el tiempo establecido previamente programadas por el médico así como el almacenamiento de la información necesaria proporcionada al momento en que el paciente interactúe con la caja.

8.1.3 Pruebas de comunicación entre software- hardware

Verificar que la comunicación entre el hw y sw ocurra de manera satisfactoria de manera tal que permita:

- Que el software reconozca el hardware para poder conocer la conexión con este.
- Que el hardware sea capaz de transferir de manera bidireccional información

9. DESARROLLO

SIIAPTF consiste de dos partes hardware y software el cual apoyará a pacientes con tratamientos farmacológicos. Con respecto al hardware consistirá en una caja, la cual tendrá el paciente durante el tiempo que dure su tratamiento. La caja le avisará al paciente cuando debe tomar su medicamento por medio de 3 alarmas (auditiva, visual y táctil) una vez que el paciente abra la caja las alarmas se desactivarán y el paciente procederá a ingerir su medicamento, una vez que el paciente regrese el blister a la caja se realizará un sensado para verificar que el paciente ha realizado su toma y así saber el número de pastillas restantes. También se almacenará en la memoria la hora de la toma cuando se haya realizado dicho sensado. Una vez terminado el tratamiento el paciente acude con el médico y el médico transfiere la información almacenada de la caja a su PC para poder visualizar los resultados del tratamiento por medio del software.

9.1 HARDWARE

El siguiente diagrama eléctrico representa todos los componentes necesarios para que la caja cumpla con el funcionamiento descrito anteriormente.

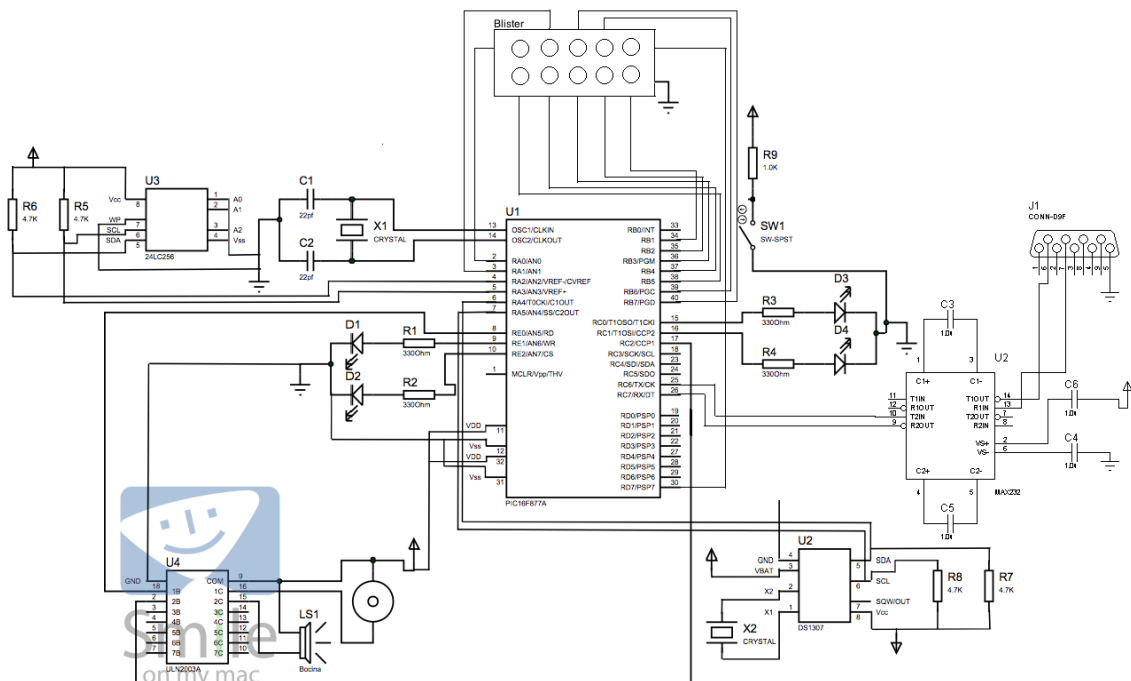


Figura 59. Diagrama Eléctrico General.

Para el desarrollo del hardware se emplearon los siguientes integrados:

9.1.1 PIC16F877A

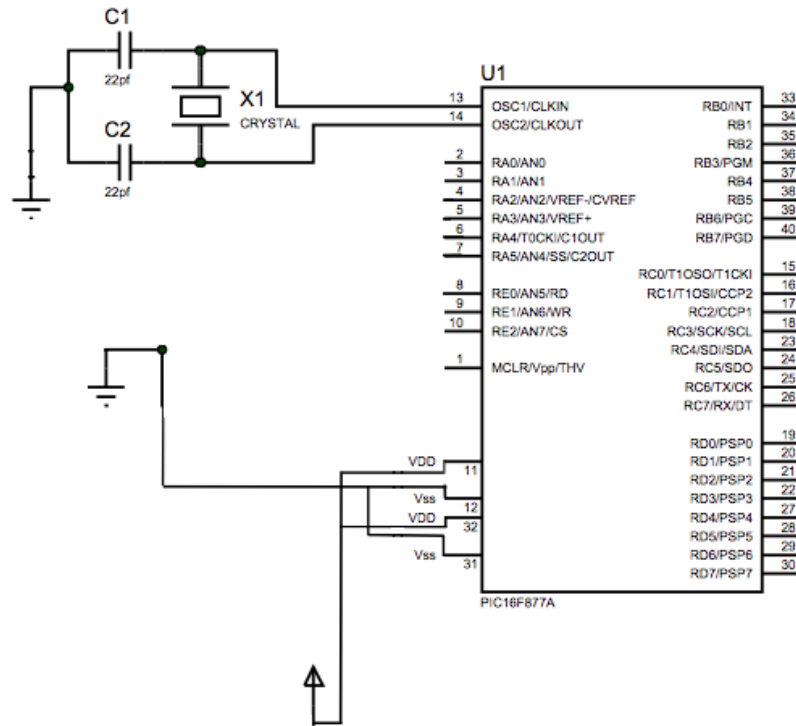


Figura 60. Diagrama del PIC16F877A.

Es un dispositivo programable con el que se realizan diferentes actividades.

El PIC se programó de forma que pueda recibir una interrupción a través de un puerto que funcionar como entrada, en este caso el puerto E y C se utilizó para las alarmas visuales (led bicolor), el puerto I²C se configuró para el almacenamiento de la hora de la toma. Se programó el puerto serie del PIC para poderlo comunicar con la computadora a través de la interface RS-232 y así realizar transferencia de datos.

9.1.2 DS1307

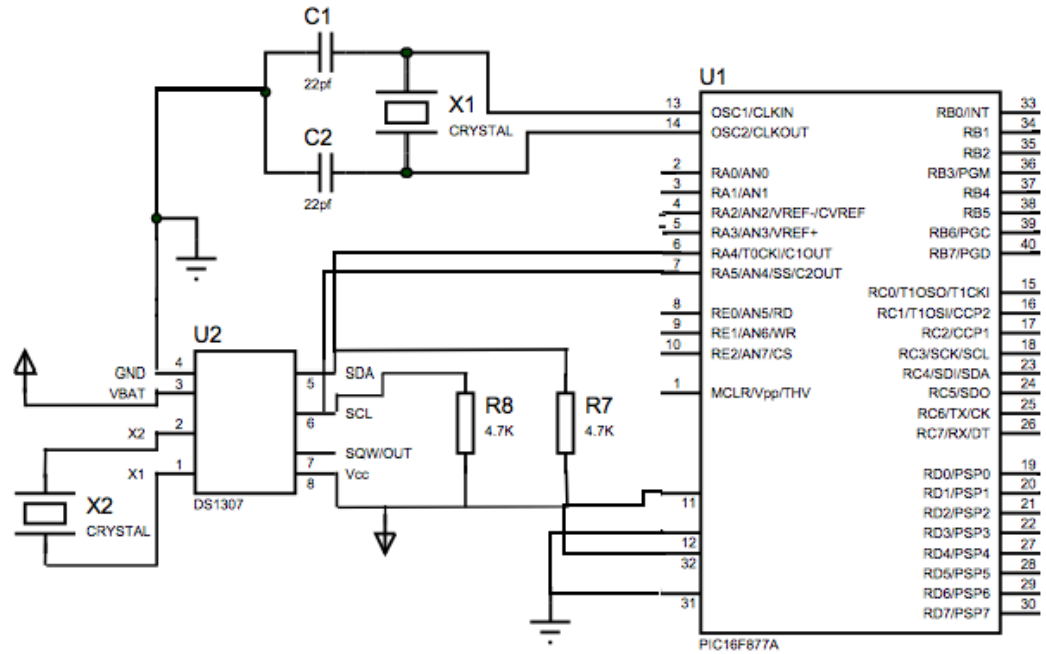


Figura 61. Diagrama Reloj de Tiempo Real.

El DS1307 Real-Time-Clock Serie, es un dispositivo de bajo consumo de energía, completo con código binario decimal (BCD), reloj/calendario más 56 bytes de NV SRAM.

El reloj/calendario provee información de, segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año.

El final de fecha de mes se ajusta automáticamente durante meses menores de 31 días, incluyendo correcciones para el año bisiesto. El reloj funciona en formato de 24 horas con indicador AM/PM.

9.1.3 24LC256

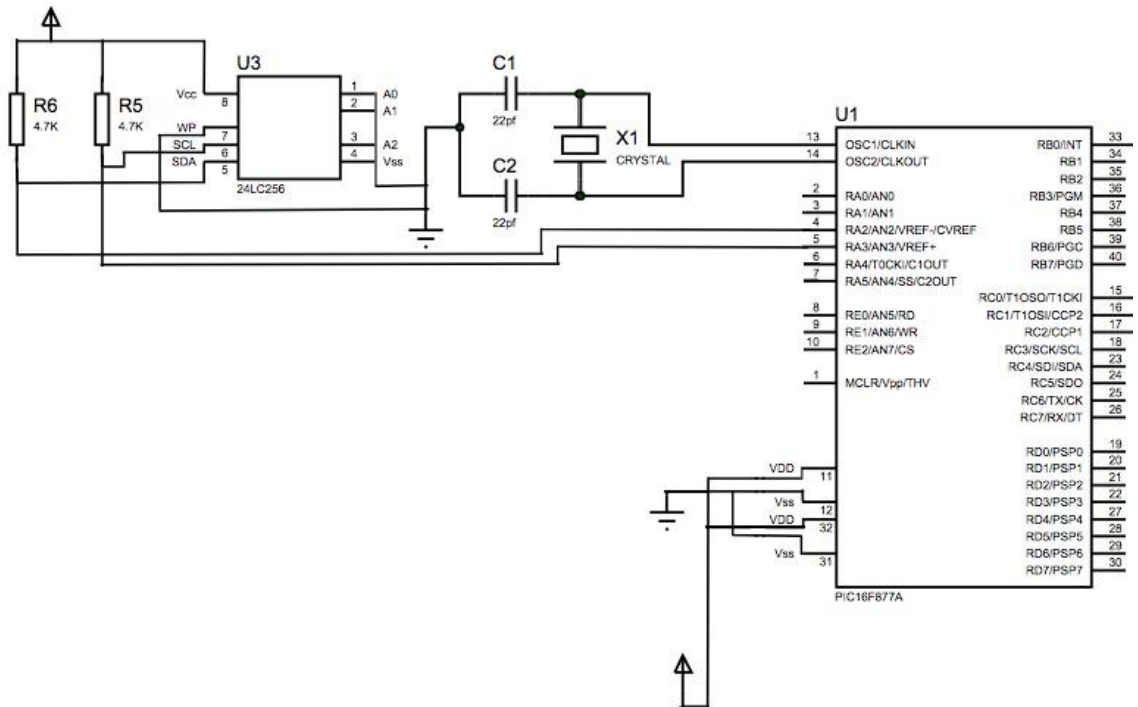


Figura 62. Diagrama de la Memoria Externa.

Es una memoria EEPROM borrable eléctricamente, capaz de funcionar a través de un amplio rango de voltaje. Se emplea para aplicaciones de baja potencia como la adquisición de datos.

Es compatible con el protocolo I²C que es el empleado para el almacenamiento de los datos que se obtengan del dispositivos (“Caja”).

9.1.4 ULN2003A

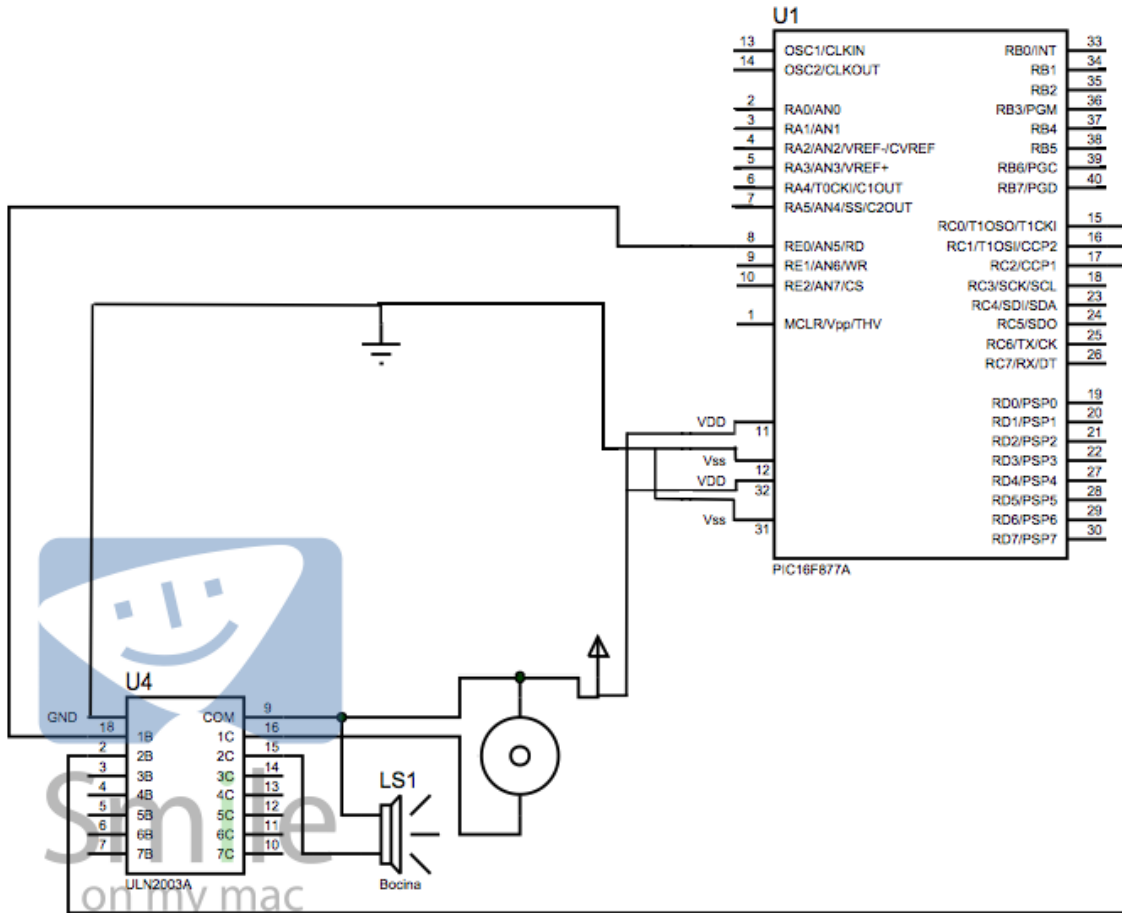


Figura 63. Diagrama ULN2003A

El ULN2003A es de alta tensión, alta corriente, matrices de transistores Darlington, tiene una resistencia en serie de 2,7 kW de base para cada par de Darlington para la operación directamente con TTL.

Se caracteriza por tener una gran ganancia entonces si se envía un voltaje a una de las entradas del Darlington se satura si no se envía nada queda en corte de esta forma el integrado maneja el estado lógico a la salida que corresponde.

9.2 COMUNICACIÓN

Para realizar la comunicación entre el dispositivo (caja) con el software se empleo lo siguiente:

9.2.1 RS232

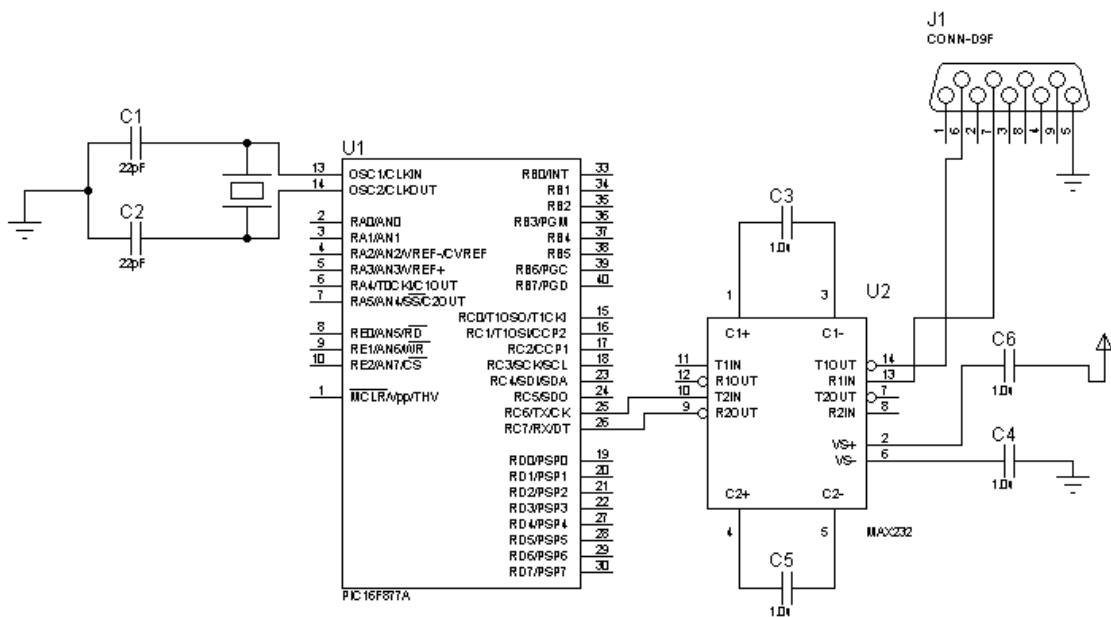


Figura 64. Diagrama RS-232.

El circuito integrado MAX232 que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS-232 a niveles TTL y viceversa. Necesita una alimentación de 5 V ya que genera internamente algunas tensiones que son necesarias para el estándar RS-232.

El integrado soluciona la conexión para lograr la comunicación, funciona a base de señales a nivel TTL/CMOS. El circuito integrado posee dos conversores de nivel TTL a RS-232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS-232 a TTL.

Tx es la señal de transmisión de datos, Rx es la recepción y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de datos.

9.3 SOFTWARE

9.3.1 Comunicación de Java con la caja de medicamento

Los puertos de salida/entrada son elementos materiales del equipo, que permiten que el sistema se comunique con los elementos exteriores. En otras palabras, permiten el intercambio de datos, de aquí el nombre interfaz de entrada/salida (también conocida como interfaz de E/S).

Para la realización de la transmisión de los datos entre el software y la caja de medicamento se requirió configurar un puerto de E/S USB como puerto serial que es el que se conecta para realizar la transmisión.

Los puertos seriales (también llamados RS-232, por el nombre del estándar al que hacen referencia) fueron las primeras interfaces que permitieron que los equipos intercambien información con el "mundo exterior". El término serial se refiere a los datos enviados mediante un solo hilo: los bits se envían uno detrás del otro (consulte la sección sobre transmisión de datos para conocer los modos de transmisión).

La comunicación serial se lleva a cabo asincrónicamente, es decir que no es necesaria una señal (o reloj) de sincronización: los datos pueden enviarse en intervalos aleatorios. A su vez, el periférico debe poder distinguir los caracteres (un carácter tiene 8 bits de longitud) entre la sucesión de bits que se está enviando.

Para realizar dicha configuración se realizó lo siguiente:

- Descargar el archivo RXTXcomm.jar y el archivo librxTxSerial.jnilib e instalarlos en la ruta /Library/Java/Extensions, que estarán disponibles para el usuario actual.
- Descargar el archivo fixperm-217-leo.sh e instalarlo desde la terminal y como super usuario, establecerá los privilegios adecuados para acceder al controlador del puerto serie.

Una vez configurado en la máquina se puede emplear para diferentes proyectos sin ningún problema.

9.3.2 Comunicación de Java con MySQL

Para comunicar Java con MySQL se debe realizar lo siguiente:

- Una vez creado el proyecto en netbeans agregamos al proyecto el archivo MYSQL JDBC Driver ya que netbeans ya cuenta con dicho driver, para agregarlo se realiza lo siguiente:
 - Clic derecho en la carpeta Libraries que se encuentra en el proyecto y elegimos la opción add Library
 - Despliega una ventana y ahí buscamos el conector MYSQL JDBC Driver, lo seleccionamos y damos clic al botón add Library.
- Para establecer la conexión a la base de datos se importan las clases y/o paquetes que se van a emplear.


```
Import java.sql.*;
```

- Posteriormente dentro de la clase declararemos una variable privada de tipo Connection que será la que contendrá la conexión con la base de datos:

```
Public class MySQL {  
    Private Connection conexion;
```

- Para organizar el código crearemos el get y set de conexion además del método llamado conectar() el cual se encargará de establecer a la conexión con la base de datos para que posteriormente podamos realizar los procedimientos que necesitamos. Dentro del método encerraremos la mayor parte del código dentro de un try-catch con el fin de capturar las excepciones que se puedan originar tras la ejecución del mismo.

```
    public Connection getConexion() {  
        return conexion;  
    }  
    public void setConexion(Connection conexion) {  
        this.conexion = conexion;  
    }  
    public MySQLBD conectar() {  
        try {  
        } catch (Exception e) {  
            e.printStackTrace();  
        }  
  
        return this;  
    }  
}
```

- Ahora bien, dentro del try-catch lo primero que realizaremos será cargar el driver en la memoria y posteriormente crear una cadena con la URL de conexión a la base de datos como se muestra en el siguiente código:

```
Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");  
String BaseDeDatos = "jdbc:mysql://localhost/test?user=usuario&password=123";
```

- En este momento lo único que nos falta para crear la conexión es llamar al método getConnection() del driver de la siguiente manera:

```
setConexion(DriverManager.getConnection(BaseDeDatos));
```

- Puedes validar si la conexión se realizó correctamente verificando si la variable es nula:

```
if (conexion != null) {  
    System.out.println("Conexion exitosa!");  
} else {  
    System.out.println("Conexion fallida!");  
}
```

- El método completo entonces quedaría de la siguiente manera:

```

public MySQLBD conectar() {
    try {
        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");
        String BaseDeDatos = "jdbc:mysql://localhost/test?user=usuario&password=123";
        setConexion(DriverManager.getConnection(BaseDeDatos));
        if(getConexion() != null){
            System.out.println("Conexion Exitosa!");
        }else{
            System.out.println("Conexion Fallida!");
        }
    }

    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
    return this;
}

```

De esta manera se obtiene la conexión de JAVA con MySQL y para ejecutar sentencias en la base de datos se deben realizar los pertinentes métodos.

10. PRUEBAS

10.1 COMUNICACIÓN MYSQL CON JAVA

En la siguiente imagen podemos observar una consulta que se realiza a la BD desde JAVA y podemos observar que nos en JAVA muestra los datos que se le solicitaron a MySQL.

```

Output - SIAPTF (run) * Tasks
entrooo medico2
si se abrio
si se abrio |
entrooo medico3
Holas...!
Ya...!!!P05-Ana Belem-Juarez-Mendez
Obtuve el ID...P05
Consultaselect nombre, appat, apmat, direccion, email,fechanac,telefono from paciente where Id="P05";
si se abrio
Termina de buscarAna Belem,Juarez,Mendez,Lago Ximilpa #564 col. Argentina,belem_16@hotmail.com,1990-05-16,53951224,
Consulta...Ana Belem,Juarez,Mendez,Lago Ximilpa #564 col. Argentina,belem_16@hotmail.com,1990-05-16,53951224,

```

Figura 65. Consulta desde JAVA a MySQL.

10.2 COMUNICACIÓN CON LA CAJA DE MEDICAMENTO Y JAVA

En la siguiente imagen se puede observar la comunicación de JAVA con la caja de medicamento, JAVA recibe un “Hola” envía la caja cada 4 o 3 segundos.



Figura 66. Comunicación de la caja hacia JAVA.

11. RESULTADOS

11.1 COMUNICACIÓN MySQL CON JAVA

Para mostrar la comunicación entre Java y MySQL se realizaron altas, bajas y modificación.

En la siguiente imagen se puede observar cuando se da de alta a un paciente

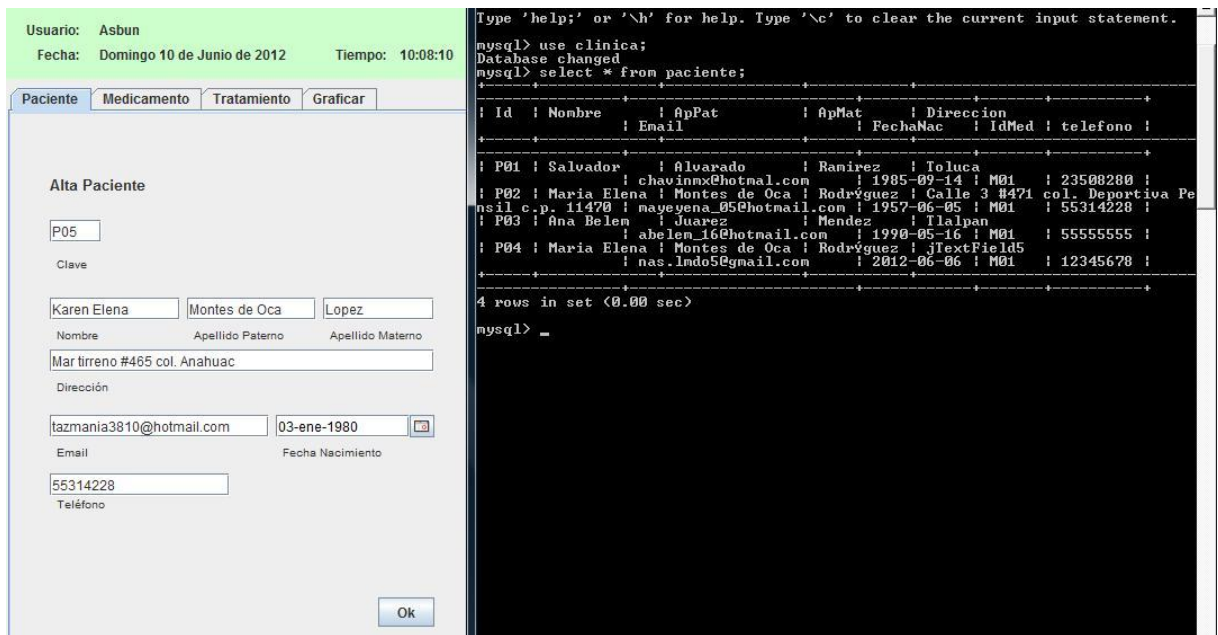


Figura 67. Ingresar Paciente.

Se puede observar en la terminal de MySQL que el paciente que se va ingresar no está en la BD.

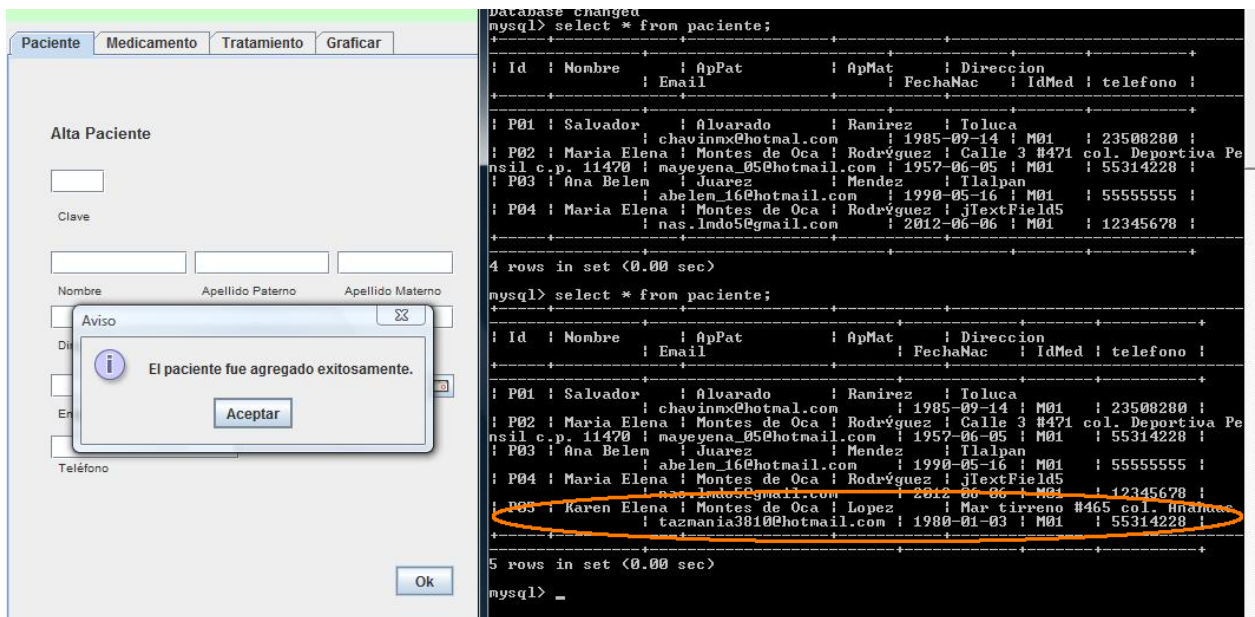


Figura 68. Verifica ingreso paciente.

Una vez agregado el paciente la aplicación nos manda un mensaje informandonos que el paciente fue agregado exitosamente y en la terminal de MySQL podemos ver que ya se encuentra en la BD el paciente recién ingresado.

Ahora procedemos a ver cuando se elimina un paciente

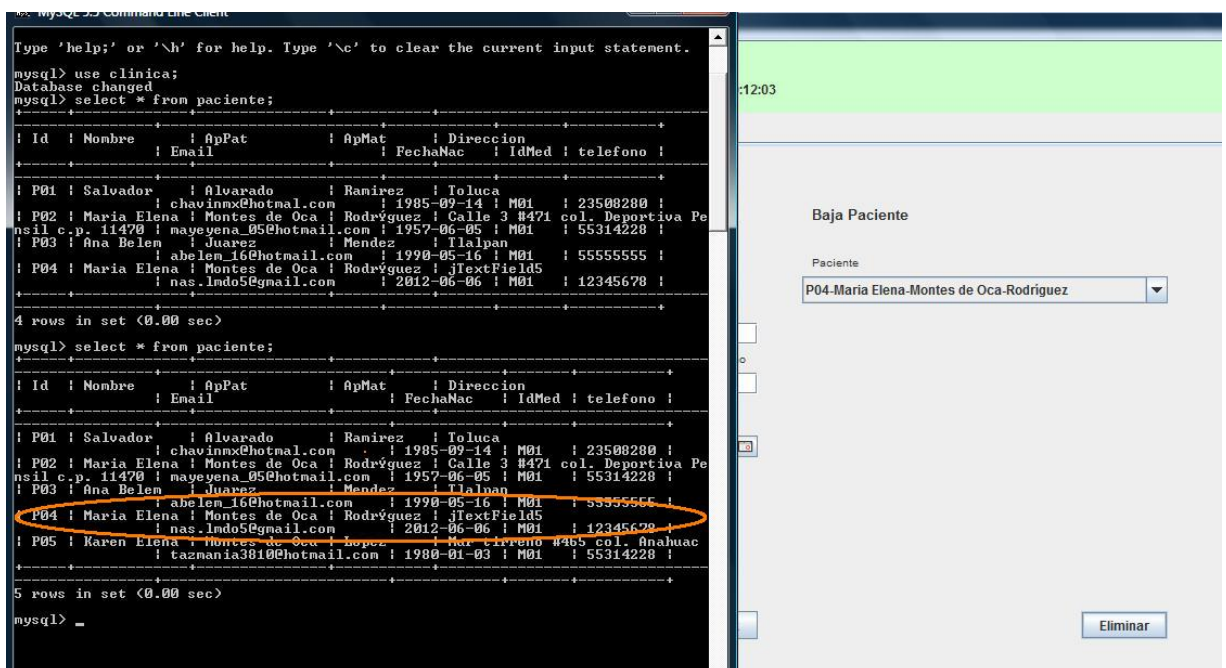


Figura 69. Dar de baja paciente.

En la aplicación elegimos el paciente que será eliminado del sistema y en la terminal de MySQL verificamos que se encuentra en la BD.

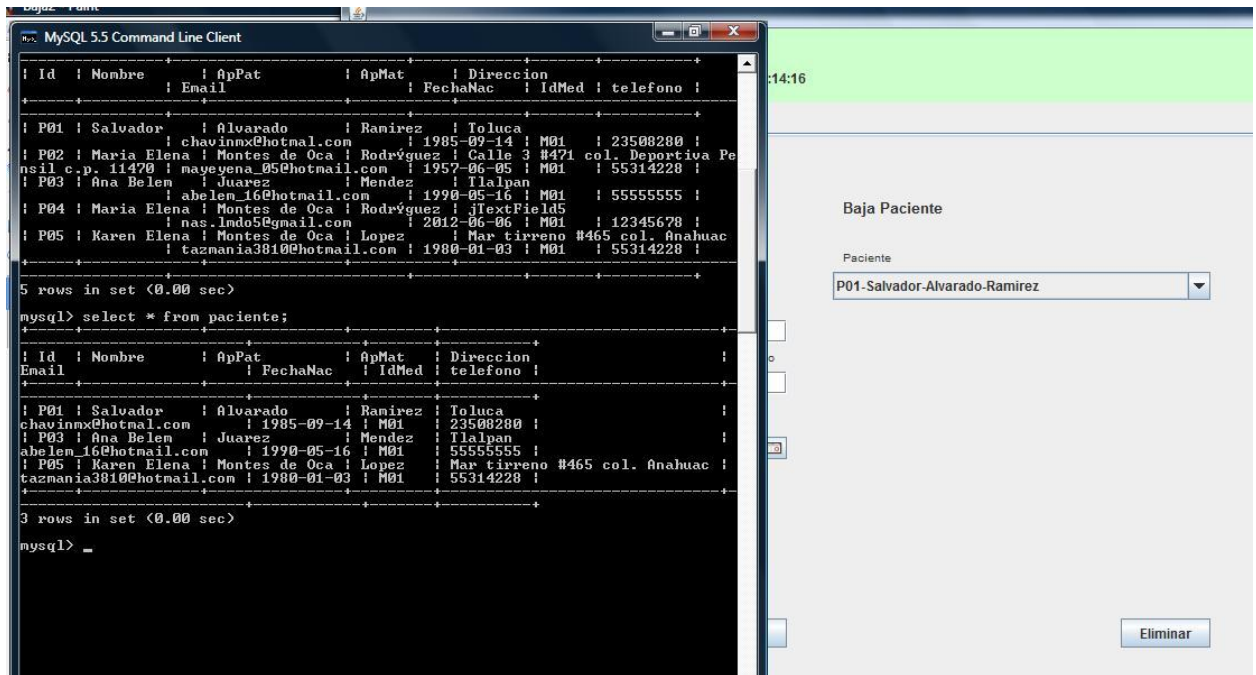


Figura 70. Verifica dar de baja paciente.

Posteriormente realizamos una consulta a la BD y vemos que ya no está el paciente que se eliminó.

Y por ultimo vemos como se puede modificar a un paciente y se actualiza la BD.

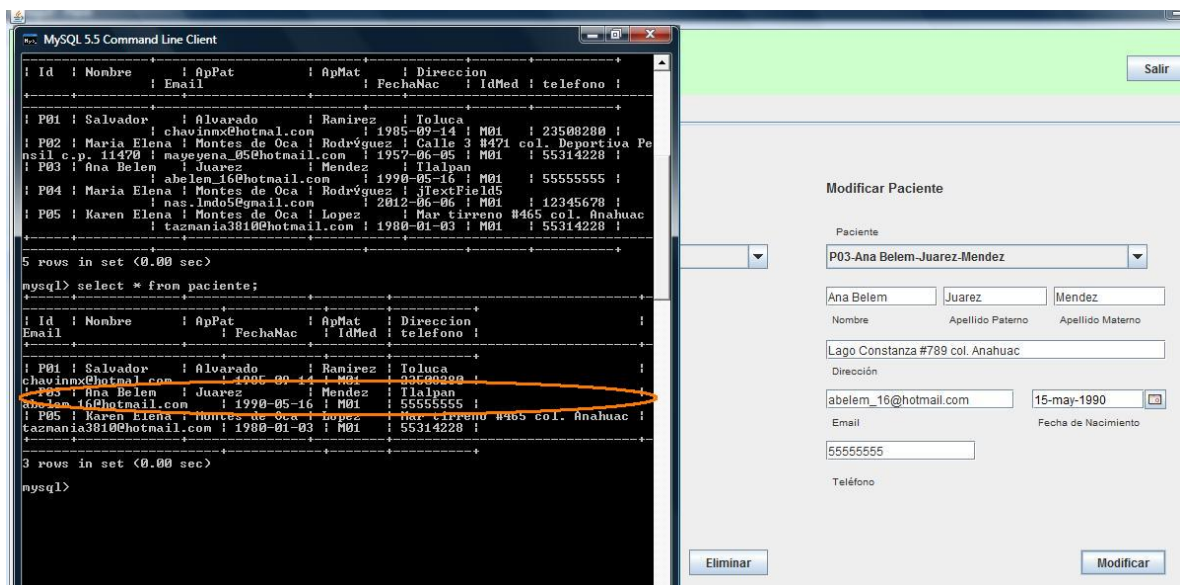


Figura 71. Modificar paciente.

En la aplicación elegimos al paciente que vamos a modificar sus datos en este caso se modifica la fecha de nacimiento y su dirección.

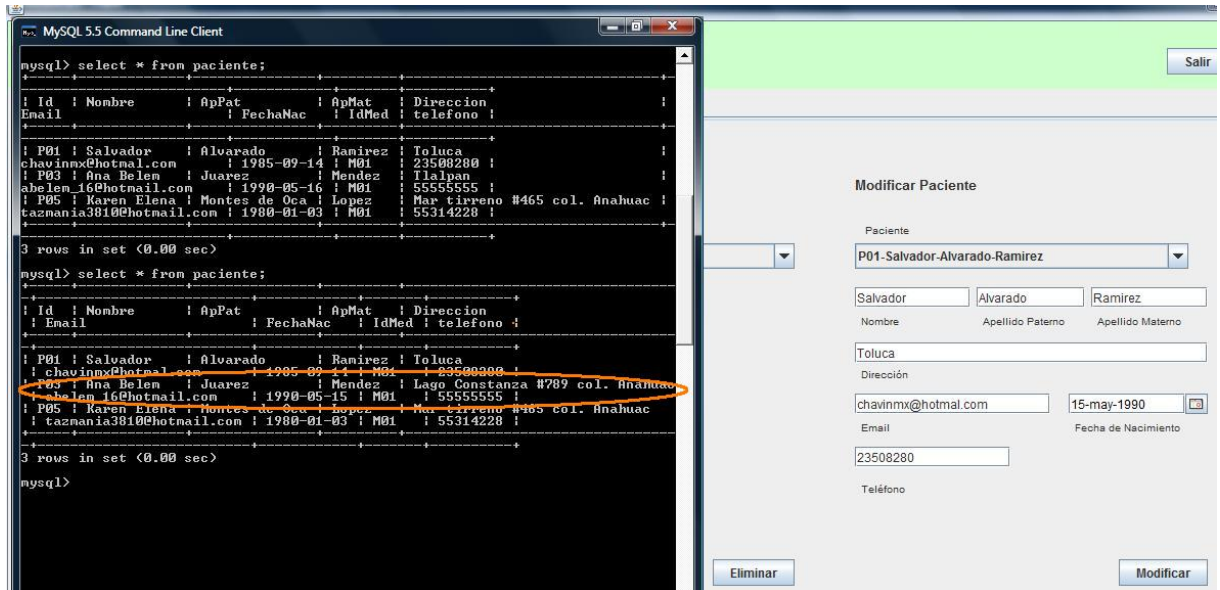


Figura 72. Verifica modificar paciente.

Una vez realizada las modificaciones se hace una consulta a la BD y vemos que se actualizaron los datos.

11.2 COMUNICACIÓN CON LA CON LA CAJA DE MEDICAMENTO Y JAVA

Para verificar la comunicación entre java y la caja de medicamento se realizó lo siguiente:

Cuando el médico programará un tratamiento debe configurar la caja, da click al botón configurar y en la parte inferior se aprecia los datos que se han enviado a la caja.

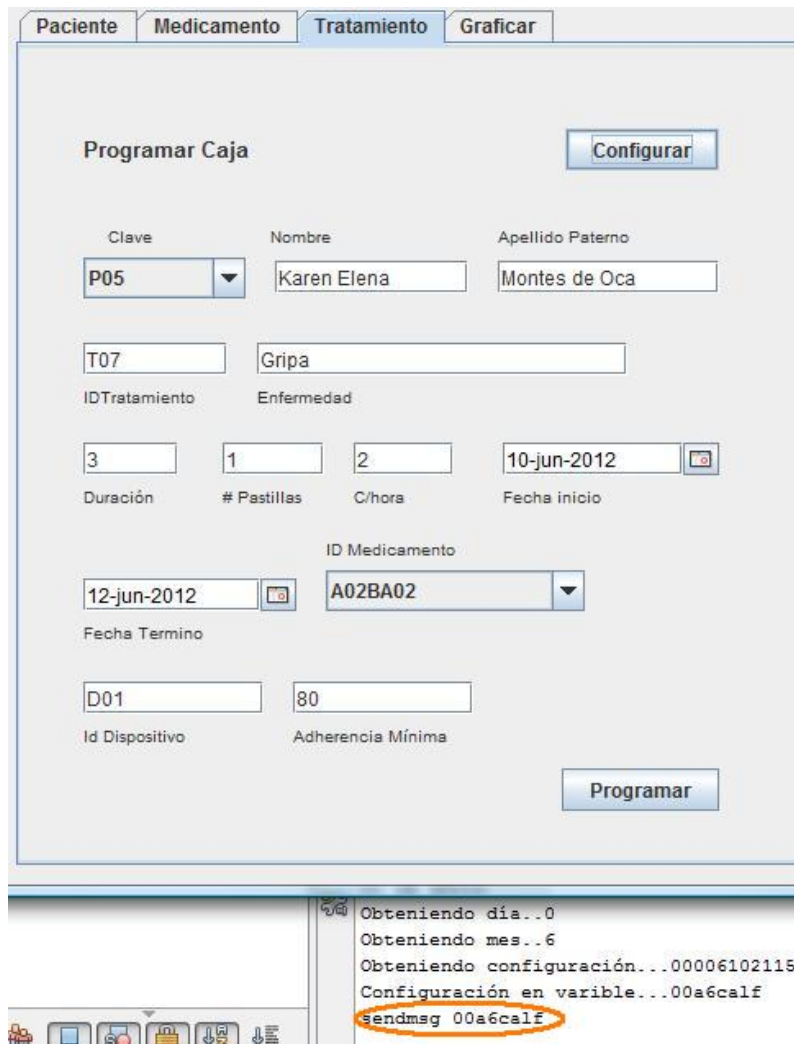


Figura 73. Datos enviados a la caja para configurar el reloj.

Posteriormente se debe agregar la información pertinente a la aplicación para programar el tratamiento, una vez que ya se encuentre todas las casillas llenas da click al botón y se le manda la información necesaria a la caja. En la parte inferior se puede observar los datos que se le envían a la caja y lo que responde la caja al recibirlos.

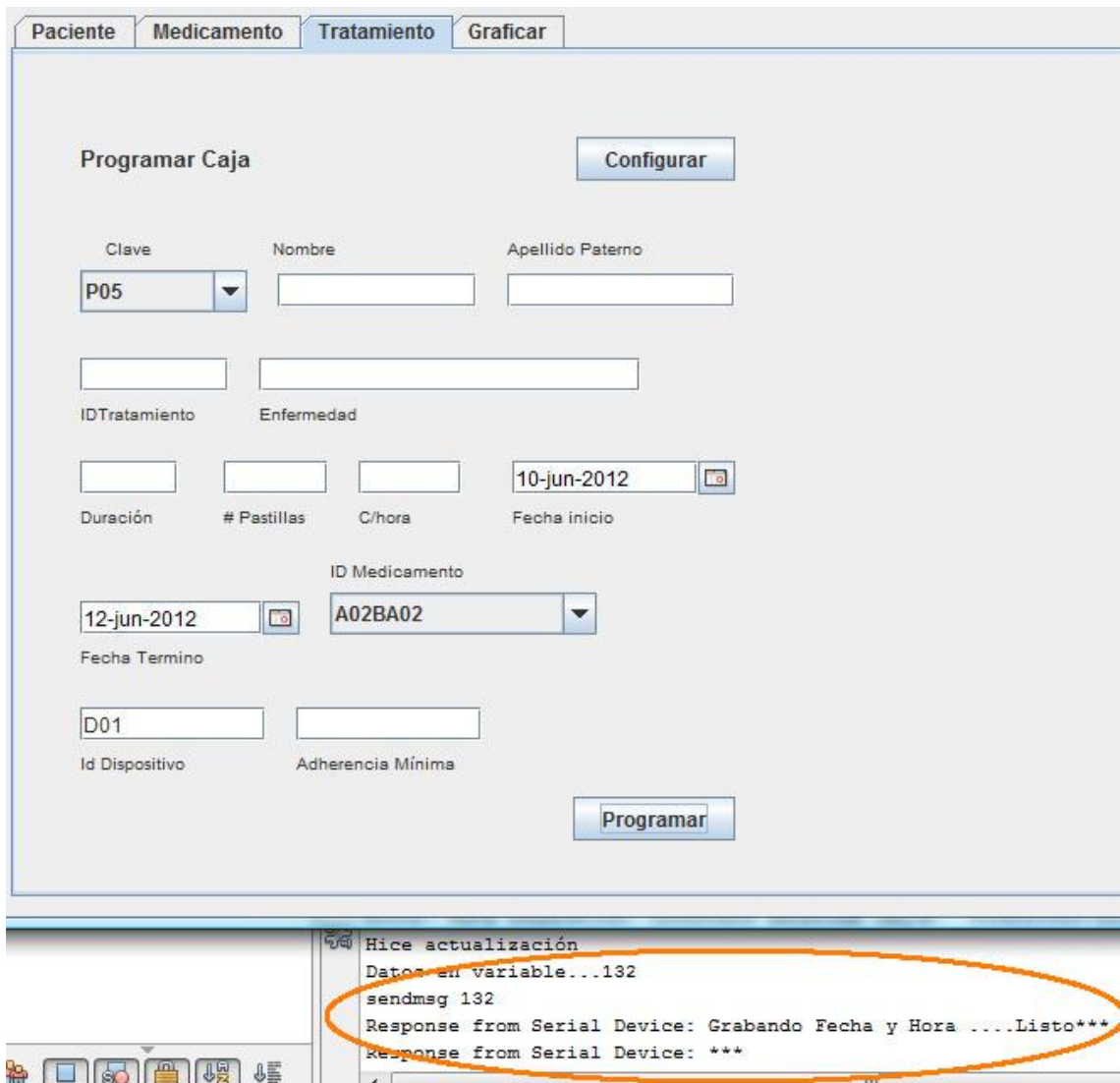


Figura 74. Datos enviados a la caja para programar tratamiento.

En las siguientes imágenes podemos observar el prototipo del pastillero que se realizó, este cuenta con un conector DB9 por medio del cual se obtiene el estado de las pastillas junto con las terminales.

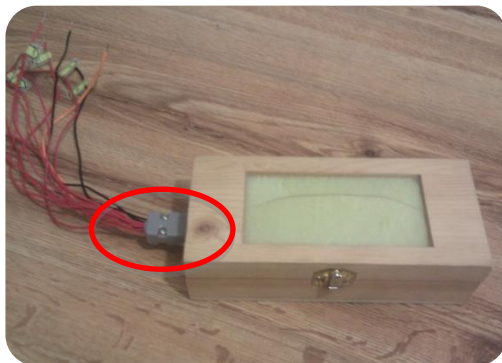


Figura 75. Conector DB9.



Figura 76. Terminales estañadas.

También cuenta con un interruptor que es el que nos indica si la caja está abierta o cerrada y un motor (vibrador) que es una de las alarmas con las que cuenta la caja.



Figura 77. Motor (vibrador alarma) e interruptor.

11.3 RESULTADOS DEL NIVEL DE ADHERENCIA DEL SOFTWARE

Una vez concluido el tratamiento el médico procede a descargar la información de la caja al software y el software se encarga de comparar las horas de toma del paciente contra las horas de toma ideales para sí obtener el porcentaje de adherencia que tuvo el paciente durante su tratamiento y posteriormente se podrá graficar.

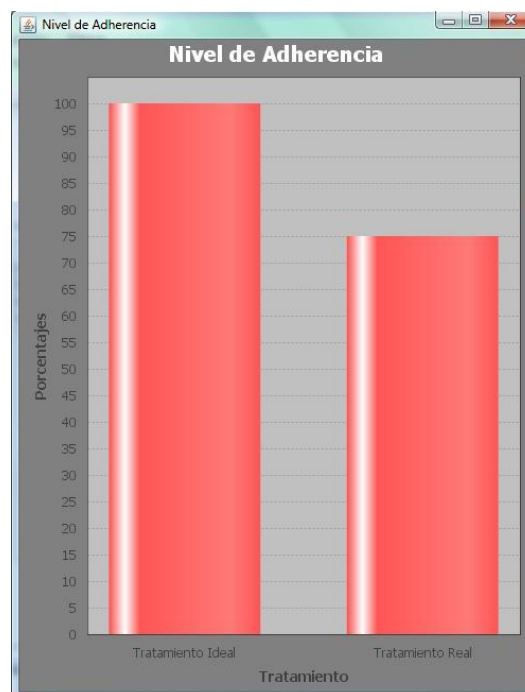


Figura 78. Grafica del nivel de adherencia del paciente.

De esta manera es como quedó integrado el sistema:

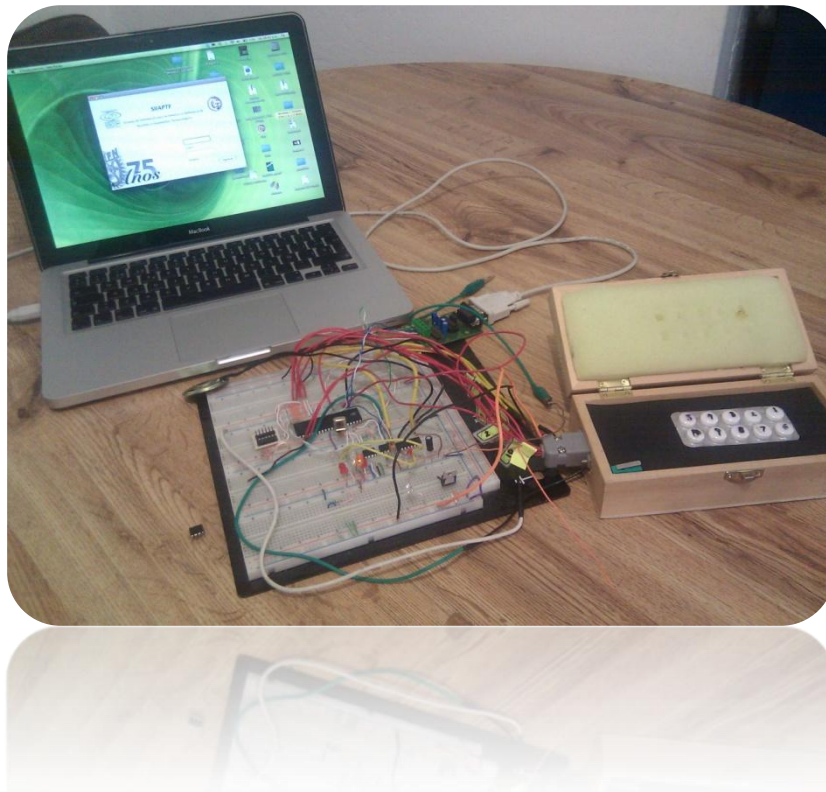


Figura 79. Integración del sistema.

12. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un sistema que permitirá mejorar y registra el grado de apego de los pacientes con su correspondiente tratamiento farmacológico a base de comprimidos, para lo cual:

Se construyó un porta pastillero el cual cuenta con alarmas tanto sonoras, sensoriales y visuales las cuales se activan automáticamente en los horarios preestablecidos por el médico. Además de hacer un registro de fecha y hora de las tomas de medicamento por parte del paciente, cabe mencionar que la información de los registros que son almacenados son confiables ya que el paciente no tiene forma de alterar los registros de las tomas. A este dispositivo se le asignan datos particulares del paciente y su tratamiento que permiten su fácil identificación.

Se implementó un circuito eléctrico en el interior del porta pastillero que permite detectar la cantidad de comprimidos que se encuentran en su interior.

Se elaboró una base de datos en MySQL que permite administrar la información de cada médico con sus pacientes, sus respectivos tratamientos y las estadísticas de apego terapéutico de cada uno. Esta base de datos se administra a partir de una interface desarrollada en JAVA.

Se diseñó una aplicación en el lenguaje de programación JAVA, la cual cuenta con una serie de pestañas a través de las cuales el médico puede acceder a distintos apartados como: Pacientes, en el cual el médico puede dar de alta o baja pacientes, modificar sus datos, Medicamentos, en este el médico puede ingresar medicamentos así como eliminarlos o modificar la información del medicamento, Tratamiento, en este apartado el médico puede realizar la configuración del

porta pastillero, programarlo y también descargar la información que el pastillero a almacenado de las tomas del paciente y por último en el apartado Graficar se muestra de forma grafica la adherencia que a tenido el paciente durante su tratamiento y un cálculo de su correspondiente porcentaje de adherencia.

Se desarrolló una interface electrónica para comunicar el porta pastillero con una computadora a través del puerto serial con estrada USB. Esta comunicación permite programar el porta pastillero en los distintos parámetros que se le asignan como son la duración del tratamiento y el tiempo que debe pasar entre cada ingesta. Además de permitirle al médico la programación de las alarmas y la transferencia de los datos, recolectados por el porta pastillero, hacia la base de datos.

13. TRABAJO A FUTURO

El área tecnológica crece de manera exponencial es por ello que como trabajo a futuro se pueda mejorar este proyecto llevando el diseño actual a un circuito impreso que aumente su portabilidad.

Hay mucho en que apoyar a personas que tienen enfermedades crónico degenerativas y en unos años será la enfermedad que más afectará a la población Mexicana.

El proyecto se podría implementar para más tipos de medicamentos o para las personas que solo requieran tomar de porciones de las pastillas y no pastillas completas.

Este proyecto beneficia a diferentes áreas de investigación debido al tipo de información que se adquiere por medio de este sistema.

14. REFERENCIAS

[1] Johnson George, Rohan A. Elliott and Derek C. Stewart. A Systematic Review of Interventions to Improve Medication Taking in Elderly Patients Prescribed Multiple Medications. *Drugs Aging* 2008; 25 (4): 307-324

[2] Arturo Hernández Yero (2010). Dulce Wireless Tijuana. México: Tijuana. De <http://articulos.sld.cu/diabetes/2010/11/24/nueva-tecnologia-inalambrica-para-monitorear-a-pacientes-con-diabetes-en-tijuana/>

[3] John Wiley y Sons, Ltd. Interventions for enhancing medication adherence (Review); The Cochrane Collaboration. 2008; 1-157

[4] Jacquelyn L. Bainbridge y J. Mark Ruscin. Challenges of Treatment Adherence in Older Patients with Parkinson's Disease. *Drugs Aging* 2009; 26 (2): 145-153

[5] F. Valdeoriola, C. Coronell, C. Ponta, M. T. Buongiorno, A. Ca'mara, C. Gaiga and Y (2010). Factores sociodemográficos y clínicos que influyen en la adherencia al tratamiento en la enfermedad de Parkinson: el estudio ADHESON.

[6] Cristina Herrera, Lourdes Campero, Marta Caballero y Tamil Kendall (2007). Relación entre médicos y pacientes con VIH: influencia en apego terapéutico y calidad de vida. México.

- [7] Guadalupe del Carmen Alvarez-Gordillo, Julio Félix Alvarez-Gordillo, José Eugenio Dorantes-Jiménez, David Halperin-Frisch. Percepciones y prácticas relacionadas con la tuberculosis y la adherencia al tratamiento en Chiapas, México (2000). México: Chiapas.
- [8] Puigventós Francesc; Riera Melcior; Delibes Carla; Peñaranda María; de la Fuente, Laura; Boronat Assumpció. (2002). Estudios de adherencia a los fármacos antirretrovirales. Una revisión sistemática. España: Barcelona.
- [9] Rev Cubana Salud Pública v.30 n.4 Ciudad de La Habana sep.-dic. 2004, versión On-line ISSN 0864-3466
- [10] Haynes RB. Introduction. En: Haynes RB, Taylor DW, Sackett DL, eds. Compliance in health care Baltimore: John Hopkins University Press; 1979. p. 1-7
- [11] Karoly P. Enlarging the scope of the compliance construct toward developmental and motivational relevance. En: Krasnegor NA, Epstein L, Bennett-Johnson S, Yaffe SJ, eds. Developmental aspect of health compliance. Hillsdale: LEA; 1993.p. 11-27.
- [12] Puigventós, Francesc; Riera, Melcior; Estudios de adherencia a los fármacos antirretrovirales. Una revisión sistemática, Med Clin (Barc). 2002;119:130-7. - vol.119 núm 04
- [13] Piñón, Helio & García, Nicanor . (2006). Teoría del proyecto, Barcelona. Pag. 3.