

UNIVERSIDAD GERARDO BARRIOS



FACULTAD DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA WEB.

TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO (A) EN INGENIERÍA WEB

“DISEÑO DE APLICACIÓN WEB PARA LECTOR BIOMETRICO, INTEGRABLE CON
SISTEMAS DE INFORMACIÓN EXISTENTES Y TECNOLOGÍAS IOT

PRESENTADO POR:

ING. WILLIAM ALEXANDER VENTURA

ING. RAUL ANTONIO TORRES

ASESOR:

MSC. JOSE MANUEL FUENTES.

EL SALVADOR, SAN MIGUEL, JUNIO DE 2017.

NOMBRE DE RECTOR.

Dr. Raúl Rivas Quintanilla

NOMBRE DE VICE- RECTOR.

DEGI. Sirhan Raúl Rivas Flores

NOMBRE DEL FISCAL

LIC. RIOS LAZO

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo de Tesis realizado en la Universidad Gerardo Barrios es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron distintas personas opinando, corrigiendo, generando ideas, dando ánimo, acompañando el proceso en las diferentes etapas y aportando conocimientos desde las diferentes áreas. Este trabajo nos ha permitido aprovechar las competencias y la experiencia de muchas personas que deseo agradecer en este apartado.

En primer lugar, a nuestra familia, quienes siempre han tenido palabras de ánimo para completar este objetivo que nos propusimos el camino no ha sido fácil, seguramente esas palabras hicieron que pudiéramos de alguna manera transitar de forma más cómoda cada etapa de nuestra maestría.

Finalmente agradecer a nuestros compañeros con los cuales durante 2 años compartimos bromas, chistes y formamos nuevas teorías filosóficas, de más está mencionar y no mencionar las definiciones, todos y ninguno de nuestros compañeros comprenderá lo antes expuesto.

Así mismos agradecimientos a quienes por curiosidad, por ganas de aprender o por simple prejuicio vayan a leer nuestra tesis, seguros de que nuestro conocimiento y esfuerzo está plasmado en cada línea escrita nos despedimos.

INTRODUCCIÓN.

En el presente trabajo de investigación abordamos la problemática de la creación e integración de una aplicación web compatible en su totalidad con los lectores biométricos actuales y sus sistemas de gestión, así mismo la posibilidad de integración de tecnologías IOT a los mismos, proporcionándonos movilidad y escalabilidad a futuro. Se plantearán diversos casos escenarios a lo largo del documento con diversas tecnologías sean Open Source o de Código cerrado, para poder analizar el comportamiento de cada plataforma y los requerimientos en específico que cada una de ellas requiere, esto nos ayudará a la creación de una api estandarizada y genérica totalmente adaptable a las diversas tecnologías que se encuentran en el mercado actualmente.

El presente trabajo tiene la siguiente estructura:

El capítulo I, contiene Fundamentos Teóricos sobre la situación problemática, tal cual la descripción del problema a tratar, que se busca solucionar y cuáles son los objetivos puntuales que se desarrollarán a lo largo de la investigación, así mismo se da la justificación sobre la necesidad de la creación de una API web estandarizada que vaya en sintonía con los cambios actuales en el mercado y en el mundo del desarrollo de la tecnología. Se abarcará también el marco histórico de como este problema ha venido evolucionando a lo largo del tiempo.

El capítulo II está compuesto por la metodología a utilizar para la realización de dicha investigación, así mismo el tipo de investigación de acuerdo a la naturaleza de la misma, además se detalla cómo se analizarán los resultados obtenidos y como a partir de ellos se sacarán las deducciones adecuadas que nos lleven a la creación del prototipo funcional.

Finalmente tendremos el capítulo III que albergará el marco teórico, donde se tendrá el estado del arte en este momento, así mismo la terminología y descripción básica del tema. Los capítulos IV y V abordan los temas de análisis del Sistema y Propuesta de la solución.

Contenidos

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.1. Situación problemática.....	8
1.2. Delimitación.	8
1.3. Enunciado del problema.	9
1.4. Justificación.	9
1.5. Objetivos.	10
1.5.1 Objetivo General.....	10
1.5.2 objetivos específicos	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.1. Tipo de estudio.	11
2.2. Método.....	11
2.2.1. Descriptivo y propositivo.....	11
2.3. Población y muestra.....	12
2.4. Técnicas e instrumentos.	12
2.4.1. Técnicas.....	12
2.4.2. Instrumentos.	13
2.5. Etapas de la investigación.	13
2.6. Procedimiento de análisis - interpretación de resultados.	14
2.6.1. Análisis.	14
2.6.2. Interpretación.....	14
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.	14
3.1. Antecedentes históricos.....	14
3.2. Elementos teóricos.....	26
3.2.1 Tecnologías de identificación por huella dactilar	27
3.2.2 Identificación de la huella dactilar	27
3.2.3 Breve historia de las huellas dactilares	28
3.2.4 Aplicación.....	29
3.3 Tipos de sensores	30
3.3.1 Sensores Ópticos Reflexivos	30
3.3.2 Sensores Ópticos Transmisivos.....	31
3.3.3 Sensores Capacitivos	31
3.3.4 Sensores de Alta Frecuencia	32
3.3.5 Sensores Mecánicos	32
3.3.6 Sensores Térmicos	32

3.4 Placas Arduino.....	33
3.4.1 Modelos de Placas	33
3.4.2 Conexión y especificaciones.	35
3.4.3 Intel Galileo	35
3.5 Raspberry Pi	37
3.5.1 Generalidades.....	37
3.5.2 Ventajas de Raspberry Pi	37
3.5.3 Inconvenientes de Raspberry Pi	39
3.5.4 Modelos de Micro-controladores	39
3.4. Definición y operacionalización de términos básicos.	43
3.5. Sistema de hipótesis.	43
CAPÍTULO IV: ANALISIS DEL SISTEMA.	44
4.1 Planificación del sistema.....	44
4.1.1 Viabilidad Técnica	44
4.1.2 Viabilidad Operacional	45
4.1.3 Viabilidad Económica.....	45
4.1.4 Viabilidad de Solución.....	46
4.2 Análisis funcional	47
4.2.1 Referentes a la aplicación	47
4.2.2 Grupos de Usuarios Interesados	48
4.3 Análisis de Modelado	49
4.3.1 Modelo de Procesos del Negocio	49
CAPÍTULO V: SOLUCIÓN PROPUESTA.	59
5.1 Cronograma de actividades del Proyecto	59
5.2 Metodología de Desarrollo.....	61
5.3 Definición de Roles	62
5.4 Requerimientos de Software	63
5.4.1 Componentes.....	63
5.4.2 Sistemas Operativos	63
5.4.3 Lenguaje de Desarrollo	64
5.4.4 Sistema de Base de Datos	68
5.4.5 Descripción de Componentes para el Backend.....	69
5.4.6 Descripción de Componentes para el Frontend	71
5.5 Arquitectura de la aplicación Web-Arduino.	73
5.5.1 Componentes de la aplicación	73

5.5.2 Jerarquía de carpetas	74
5.6 Briefing de Diseño Gráfico	75
5.6.1 Análisis de Situación	75
5.6.2 Antecedente de interface	75
5.6.3 Orientación al diseño	77
5.6.4 Inspección cromática	79
5.6.5 Vista en boceto de las interfaces UX	81
5.7 Librería AdaFruit para Lector Biométrico	83
5.7.1 Scripts Arduino	83
5.7.2 Diagrama de conexiones	94
5.7.3 Conexión del Arduino con el Servidor Web	94
GLOSARIO.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	109
ANEXOS.....	110

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Situación problemática.

Los lectores biométricos son parte del control de personal de las empresas desde hace mucho tiempo, pues ofrecen mayor control y seguridad en el manejo de personal, pero siempre han sido enlazados a software privativo y sus esquemáticos no son de acceso público, además no existe documentación para poder integrar estos lectores con plataformas o aplicaciones existentes, desaprovechando el potencial que estos tienen y replegándolos a una tecnología meramente aislada incapaces de integrarse con reglas de negocio de las empresas, es por ello que se vuelve imperante ante los nuevos modelos tecnológicos y de negocios la liberación de dicha tecnología, usando modelos de plataformas libres que sirvan para la adaptación e integración con los diferentes entornos empresariales existentes.

En la investigación se usará Open Hardware para la realización de las pruebas y el prototipado, así mismo se liberara la documentación de cómo funciona un Fingerprint y los esquemáticos electrónicos de estos, para poder utilizarlos y embeberlos a cualquier plataforma de desarrollo, para la comunicación entre el dispositivo y el sistema de información gerencial se usará el IOT como muestra del potencial impacto que pueden llegar a alcanzar, esto permitirá una mayor escalabilidad y robustez del proyecto, así mismo garantizará la replicación y puesta en marcha del mismo en múltiples comunidades de desarrollo al estar desarrollado bajo nuevas tecnologías que tendrán vigencia durante mucho tiempo.

1.2. Delimitación.

Orientado a sistemas integrados con lectores biométricos (en específico lectores de huellas dactilares, de un solo dedo), que lleven un control por medio de dichos lectores estando o no conectados a la red.

Tiempo: 3 meses

Espacio: San Miguel, El Salvador

Área: Informática

1.3. Enunciado del problema.

¿Es factible la creación de una aplicación Web para diferentes tipos de lectores biométricos que permita integrar las tecnologías Hardware con sistemas de información existentes y circuitos existentes, basando sus decisiones en procesos de negocio establecidos por el propietario de la solución?

1.4. Justificación.

Uno de los procesos más importantes dentro de las empresas es el manejo de su personal, es por ello que desde sus inicios se han adoptado e implementado múltiples herramientas y procesos de control para obtener información pertinente y coherente del desempeño de cada persona, con la llegada de la era digital se hizo imperante el uso de tecnología para la trata de dichos datos, es por ello que se adoptó el uso de lectores biométricos (Fingerprint) para el control de los empleados, al inicio solo bastaba para llevar un control de entradas y salidas de dichos empleados y con ello la generación de reportes cada “x” tiempo.

Esto no automatiza el proceso de control de información del recurso humano, sino más bien vino a convertirse en una herramienta de control de asistencia de los mismos, con la evolución de la tecnología, las nuevas tendencias y los nuevos modelos de negocios, es necesario la versatilidad en dichos sistemas, que nos permitan poder reducir la redundancia de proceso de datos, el cual tenemos como ejemplo la generación de planillas donde la encargada registra de manera manual las horas laboradas de acuerdo al reporte generado por el Fingerprint de entradas y salidas, provocando un doble esfuerzo en una tarea sencilla pero que está incluida dentro de las áreas críticas de los procesos internos de las empresas.

Con la creación de una API web conectada a servicios IOT la escalabilidad de los procesos internos de la empresa será mucho mayor, así mismo la trata de datos será de manera más transparente y se reducirá el riesgo de errores por el factor humano. Además, se podrán crear nuevas funciones, se podrán enrolar a nuevos procesos de negocio y así mismo ahorrar recursos en la implementación de nuevas tecnologías usando las existentes con nuevas

formas de conexión y protocolos de comunicación, teniendo un intercambio de información mucho más rápida, eficiente y compatible con diversas plataformas.

Esto hará que la empresa tenga mayor libertad sobre cómo tratar la información de sus empleados y elegir el modo de operarlos o incluirlos dentro de sus procesos de negocios internos o en sus sistemas automatizados existentes.

1.5. Objetivos.

1.5.1 Objetivo General

Creación de API web para la integración y manejo de datos de lector biométrico(Fingerprint) compatible con sistemas de información ya existente y adaptable a tecnologías IOT

1.5.2 objetivos específicos

- Creación de prototipo de lector biométrico con open hardware y el enlace de el con un sistema por medio de IOT.
- Desarrollo de documentación para la adaptación de lectores biométricos a cualquier plataforma de desarrollo de software.
- Generación de esquemáticos estandarizados de un lector biométrico (Fingerprint).
- Creación de script para el manejo del lector biométrico mediante OpenHardware

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Tipo de estudio.

Debido a las características presentadas en la investigación y tomando en cuenta que se desarrollará un prototipo final o un entregable por ello el tipo de estudio es aplicativo, con rigurosidad científica.

2.2. Método.

2.2.1. Descriptivo y propositivo.

El tipo de investigación efectuada fue de naturaleza descriptiva, que consiste en describir situaciones y eventos, es decir, cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

Los estudios descriptivos buscan especificar y explicar las causas y efectos por los cuales los datos de interés fueron tomados directamente de la realidad del estudio.

La investigación describe las dimensiones de la estructura organizacional y su funcionamiento en cuanto al manejo de información, así mismo los procesos de recaudación de datos a partir de dispositivos biométricos y como se representan de manera final como reportes, y el uso que se le da a dicha información y como afecta los procesos internos de la empresa.

El estudio es también de naturaleza propositiva porque a partir de los datos recabados respecto a la situación actual de la trata de data con lectores biométricos, se busca por medio de la creación de una API el mejoramiento de dicha trata y el aprovechamiento de los recursos, así mismo la escalabilidad a futuro y flexibilidad en manejo de datos y transmisión de los mismos.

2.3. Población y muestra.

Para poder tener una idea general de la problemática en el manejo de información biométrica dentro de las empresas se realizó un análisis del manejo y la administración del recurso humano en las PYME, por ser una investigación descriptiva aplicada no se realizaron encuestas.

2.4. Técnicas e instrumentos.

Son los procedimientos o actividades que se realizaron con el propósito de recabar la información necesaria para el logro de los objetivos de la investigación

2.4.1. Técnicas.

Técnica de Observación. La técnica de observación se aplicó para identificar los procesos donde se podría optimizar los recursos con la tecnología biométrica, siendo éste el punto de partida de la investigación.

Técnica de Encuesta. Esta técnica se utilizó para conocer los diferentes puntos de vista de gerentes y colaboradores en lo concerniente a la optimización de recursos y funcionamiento de la estructura organizacional de la empresa y caracterizar sus procesos internos.

2.4.2. Instrumentos.

Guía de Observación. La guía de observación tendrá información básica de la empresa y de los procesos a observar, instrucción para su llenado, el objetivo de dicha guía, así como, los aspectos a evaluar en los diferentes departamentos que conforman la empresa para verificar el funcionamiento de los mismos y el grado de automatización que se tiene, para poder intuir el grado de impacto que tendría una API IoT ligado al lector biométrico en el desarrollo de procesos de negocios y procesos internos. (Ver Anexo 2).

Guía de Encuesta. La guía de encuesta define a quienes va dirigida, detalla el objetivo de la misma, indicaciones para su llenado, los datos generales del encuestado y se complementa con 16 interrogantes de selección múltiple. (Ver Anexo 1).

2.5. Etapas de la investigación.

Etapa I: Revisión de literatura y estado del arte.

Etapa II: Elaboración de cronogramas y entregables esperados

Etapa III: Elaboración de esquemáticos electrónicos

Etapa IV: Diseño de la aplicación de manejo de datos

Etapa V: Estandarización y documentación de los resultados obtenidos

2.6. Procedimiento de análisis - interpretación de resultados.

2.6.1. Análisis.

El análisis de datos se realizó a través de la estadística descriptiva de los requerimientos obtenidos con la guía de observación, basado en los procesos de negocios que conlleven el uso de identificación biométrica, así mismo con la aplicación de nuevas tecnologías de intercambios de datos como lo es el IOT.

2.6.2. Interpretación.

La interpretación se realizó a partir de los resultados del análisis de los requerimientos encontrados para la creación de una API integrable a sistemas de información existentes, lo cual nos permite la concepción de una solución tanto a nivel de hardware como de software detalladas en el presente documento.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.

3.1. Antecedentes históricos.

¿Qué es la Biometría?

Todos los seres humanos tenemos características morfológicas únicas que nos diferencian. La forma de la cara, la geometría de partes de nuestro cuerpo como las manos, nuestros ojos y tal vez la más conocida, la huella digital, son algunos rasgos que nos diferencian del resto de seres humanos.

El concepto biometría proviene de las palabras bio (vida) y metría (medida), por lo tanto, con ello se infiere que todo equipo biométrico mide e identifica alguna característica propia de la

persona. Biometría es el conjunto de características fisiológicas y de comportamiento que pueden ser utilizadas para verificar la identidad del individuo, lo cual incluye huellas digitales, reconocimiento del iris, geometría de la mano, reconocimiento visual y otras técnicas.

La medición biométrica se ha venido estudiando desde tiempo atrás y es considerada en la actualidad como el método ideal de identificación humana.

(Prieto, 2011)

Qué es la Dactiloscopia.

La Dactiloscopia es la ciencia que estudia las huellas dactilares de las personas, ha sido utilizada para la identificación de personas desde hace más de cien años. En la actualidad las huellas dactilares representan una de las tecnologías biométricas más maduras y son consideradas pruebas legítimas de evidencia criminal en cualquier corte del mundo.


Una huella dactilar es la representación de la morfología superficial de la epidermis de un dedo. Posee un conjunto de líneas (crestas papilares) las cuales se forman a partir del sexto mes de vida intrauterina y permanecen sin que el tiempo genere alguna clase de cambio o modificación, están dispuestas en forma paralela. Sin embargo, estas líneas presentan diferentes morfologías, también conocidos como puntos característicos; los que más predominan son las terminaciones en forma abrupta y las bifurcaciones, los cuales se conocen técnicamente como minucias.

Para concluir si dos huellas dactilares corresponden o no a la misma persona se lleva a cabo un procedimiento que comienza con la clasificación de la huella dactilar y termina con el Matching (coincidencia) o comparación de las minucias de ambas huellas.

La clasificación de huellas corresponde a un análisis a escala "gruesa" de los patrones globales de la huella que permite asignarla a un conjunto predeterminado o clase, lo que se traduce en una partición de la base de datos a ser revisada.

Por otro lado, el Matching de huellas lleva a cabo una comparación a escala "fina" de las

huellas dactilares a partir de los vectores de características resultantes de representar la geometría de cada una de las minucias. En otras palabras, el Matching de huellas dactilares consiste en encontrar el grado de igualdad entre dos vectores de características cuyas componentes representan a las minucias de cada huella.

	MARGINAL	Está ubicado en la margen o contorno del dactilograma limita con el delta en su parte externa y las crestas van haciendo un recorrido ascendente para descender al lado opuesto de su inicio. ¹⁹
	NUCLEAR	Las crestas se ubican en la región céntrica o núcleo del dactilograma la cual limita con la región basilar y marginal con un recorrido en forma descendente y ascendente.
	BASILAR	Constituido por crestas papilares que ubican en la última parte de la falange las cuales van elevándose hasta encontrarse con la región nuclear, por la parte inferior limita con el pliegue de flexión de la huella dactilar. ²⁰

¿Qué es el sistema AFIS - Automated Fingerprint Identification System?

El AFIS - Automated Fingerprint Identification System, es un sistema informático que permite la captura, consulta y comparación automática de huellas dactilares. Hasta hace poco, el trabajo de los expertos en identificación dactiloscópica se basaba en técnicas un tanto empíricas, con procedimientos poco automatizados. Se cotejan huellas mono-dactilares buscando coincidencias llamadas “puntos” que van desde los 8 hasta los 16, según quien aplique la técnica.

Este método de identificación fue considerado como el más preciso y el más precioso entre los de reconocimiento biométrico, por las posibilidades matemáticas de parametrización. En los últimos años, han aparecido recursos técnicos y analíticos que agilizan y optimizan la labor, derivados de avances científicos y tecnológicos recientes, los que, al aplicarse a las ciencias forenses y criminalística, son de gran utilidad.

La organización de impresiones dactilares en archivos manuales utilizando sistemas decadactilares, está pasando a la historia, por la implementación de los AFIS, Automated Fingerprint Identification System.

Este sistema informático compuesto de Hardware y Software integrados que permite la captura, consulta y comparación automática de huellas dactilares agrupadas por fichas decadactilares, mono dactilares o en forma de rastro o latente, basados en las ciencias biométricas, la matemática, los cálculos de transformadas (Fourier) la coherencia y la correlación, a partir de la lectura de una imagen alineada de rasgos integrales paralelos, con bifurcaciones aleatorias, pero que establecen una figura integrada por "puntos", que en el caso de la registración electrónica se denominan "píxeles".

Un punto de los que suele orientarse el dactiloscopio manualmente, el dispositivo de lectura de los AFIS más avanzados, lo transforma en cientos de píxeles que a su vez impresionan las celdas de carga acoplada CCD del elemento sensible del escáner o cámara de alta resolución, y además esos cientos de píxeles tienen cada uno una posible escala de grises de 1 a 10.

La evolución del AFIS

Estos sistemas se emplean desde hace varios años, pero al principio eran sólo archivos informatizados que funcionaban con ayuda manual (los datos tenían que buscarse personalmente). Con el tiempo, se han perfeccionado y se han convertido en sistemas integrados, que utilizan tecnología digital: la huella se puede escanear para su búsqueda y cotejo en el sistema o se introduce directamente a través de un "live-scan", Asimismo, existen programas de software que permiten "limpiar" la imagen de una huella dactilar si no se aprecia con claridad o reconstruirla en pantalla, a través de algunos parámetros.

Pero lo más relevante de los AFIS es que el propio ordenador se encarga de cotejar la información que hay en su archivo y averiguar si por ejemplo el detenido tiene antecedentes y no importa si se ha cambiado el nombre siempre y cuando existan sus impresiones dactilares en el sistema.

Las clases de AFIS: Civil y criminal

Existen dos clases de AFIS, el civil y el criminal, el cual tiene como objetivo la lucha contra el crimen. Se utiliza para buscar rastros (una huella "latente" encontrada en la escena de un crimen), contra una base de datos AFIS con el objeto de identificar a la persona poseedora de dicha huella o comprobar que el dueño de la latente no se encontraba en otra escena de un crimen donde dejó sus huellas.

Una huella latente puede ser una fracción ínfima de una huella dactilar, de la cual generalmente el perito no conoce a que dedo pertenece, ni su orientación, ni su centro, ni ningún otro dato que reduzca el universo de búsqueda (sexo del dueño, color de piel...). Por lo tanto, el sistema AFIS cotejará dicho rastro contra cada uno de los 10 dedos de cada persona presente en la base de datos, y contra otra base de datos donde se encuentran todos los rastros no identificados que se guardaron de escenas de crímenes anteriores.

Un sistema civil se utiliza por ejemplo para garantizar que una persona no logre, mediante la presentación de documentos apócrifos, poseer doble o múltiple identidad. Por lo tanto, en el momento de que cada ciudadano solicita su cédula, se capturan generalmente las dos huellas dactilares de sus índices, y se comparan contra una base de datos AFIS que posee los dedos índice derecho e izquierdo de todas las personas que ya retiraron un documento. Los más avanzados registran deca-dactilarmente las dos manos (diez dedos).

La mejora

La investigación y desarrollo aplicado en empresas diversas del rubro de la Seguridad Electrónica han ido mejorando los sistemas de identificación dactiloscópica, hasta el punto de acelerar la localización de huellas que han sido enroladas en extensas bases de datos y a las que se le ha asignado a cada una de ellas un número binario que responde a ciertas características de la huella archivada.

La primer búsqueda fina de la instalación informatizada es sobre huellas que contengan números similares registrados o al menos dentro de ciertas proporciones geométricas; el segundo paso, es trabajar a alta velocidad cotejando los rasgos de coherencia y correlación de la fotografía de la huella testigo contra las huellas registradas y por último, presentar al operador del sistema en pantalla dividida la huella "levantada" y la huella "seleccionada" por

el ordenador; el operador puede desplazar las huellas superponiéndolas y determinar si son coincidentes o al menos guardan más de un 95% de relación entre sí.

Empleando el sistema manual, identificar una huella entre un millón de registros demandaría más de 15 años. En cambio, mediante los AFIS, solo requiere minutos. No obstante, la última palabra será la del experto dactiloscopista.

(Reisz, 2017)

Ahora teniendo ya claro que es el AFIS nos queda una pregunta que resolver:

¿Cuáles son los Beneficios de aplicar la Tecnología a los Recursos Humanos?

Las nuevas tecnologías se han extendido a muchos ámbitos de negocio, generando grandes retos y oportunidades para las compañías. Estamos ante un mercado global y tecnológico en el que debemos adaptarnos y renovarnos continuamente si queremos mantener la competitividad. Tanto es así que la tecnología se divisa como uno de los mayores cambios que afectarán el sector de Recursos Humanos en los próximos años.

La digitalización: el futuro de los Recursos Humanos

No cabe duda de que el área que gestiona el capital humano no podía quedar al margen. Las nuevas tecnologías han llegado a los departamentos de personal, los que finalmente podrán convertirse en grandes centros de inteligencia gracias al big data y la automatización de tareas administrativas.

Hoy en día, el talento es uno de los valores más preciados, y uno de los retos principales de las empresas es detectarlo, motivar y retenerlo. Es necesario dejar atrás los modelos tradicionales para adaptarnos a las nuevas herramientas de selección, evaluación y potenciación del capital humano. Sólo así seremos capaces de desempeñar nuestra labor con la mayor efectividad posible.

A continuación, te mostramos algunas ventajas de incorporar la tecnología en la gestión de capital humano:

1. Reducción de la carga administrativa del departamento:

Uno de los principales problemas de los departamentos de recursos humanos son los papeleos excesivos y la cantidad de tiempo que se emplea en tareas administrativas. Los empleados dependen del departamento de personal para cualquier trámite burocrático: actualizar información personal, solicitar vacaciones, imprimir el recibo de sueldo.

Gracias al uso de programas informáticos, la dependencia de los empleados hacia el departamento de recursos humanos es mucho menor ya que la información puede ser gestionada por todos los miembros de la organización. De esta manera, el departamento de RRHH tiene la posibilidad de focalizarse en actividades más productivas para el negocio, que ayudarán a impulsar el desarrollo y rendimiento de sus empleados.

2. Mejora en la evaluación del desempeño:

La tecnología permite evaluar el rendimiento de tus trabajadores de manera automatizada. Gracias a ella, podrás identificar más fácilmente las fortalezas y áreas a desarrollar de los miembros de la empresa. También podrás ver cuáles han sido aquellos perfiles que han tenido un mejor desempeño, y focalizar en ellos las futuras contrataciones.

La evaluación del desempeño es de vital importancia, ya que nos facilita datos útiles para aportar soluciones que mejoren el rendimiento humano dentro de la organización.

3. Seguimiento a tiempo real y formación continua:

Las últimas tecnologías también facilitan la gestión de plantillas y la trayectoria de los empleados. Por un lado, aparece el e-learning, que es un tipo de formación flexible y virtual que permite a los nuevos trabajadores aprender e integrarse de forma rápida al funcionamiento de la compañía. Por otro, también existen programas informáticos que

nos permiten hacer un seguimiento a tiempo real de nuestros empleados y darles feedback de manera inmediata.

Gracias al seguimiento a tiempo real, las empresas pueden desarrollar programas informáticos de formación y capacitación de sus empleados. El aprendizaje virtual hace que los usuarios asuman el rol de individuos sociales, interactúen entre sí y tengan acceso a los recursos de Inteligencia Colectiva.

(Pich, 2016)

Por último, se da un análisis más profundo de la implementación de la biometría en el entorno empresarial.

La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos define la biométrica como el reconocimiento automatizado de individuos basado en sus características conductuales y biológicas. Pero los expertos alertan que esa tecnología, promovida por gobiernos y las grandes corporaciones, encierra riesgos para la privacidad y la ciberseguridad, por ser vulnerable, como cualquier otra modalidad digital.

Luis Fernando García, director ejecutivo de la Red en Defensa de los Derechos Digitales, desaconseja la construcción de tales bases en México. “El riesgo es mayor en comparación con otros datos, porque no se pueden cambiar. Por ejemplo, si te roban la contraseña, la puedes cambiar. Pero si se trata de las huellas digitales, no se puede. Y esos datos en manos equivocadas es muy peligroso”.

El recurso de huellas digitales como identificación está extendido entre empresas de telecomunicaciones y financieras. Pero su aplicación se amplía cada vez más.

En mayo de 2015, las administradoras de Fondos para el Retiro (Afore) divulgaron el arranque de utilización de sistemas biométricos, como fotos, huellas dactilares, voz y firma digital de cada trabajador, para “la mayor seguridad en la administración de datos personales, la validación de la identidad con altos niveles de seguridad, evitar la duplicidad de cuentas, reducir el tiempo de atención al trabajador, seguridad en la realización de trámites y contar con elementos para depurar y validar la Base Nacional de Datos del SAR”.

En México, el Fideicomiso para extender a la sociedad los beneficios del acceso a la infraestructura de pagos electrónicos (Fimpe) construye una base de datos biométricos de sus usuarios para alentar métodos de identificación a partir de esos procedimientos.

Al menos nueve instituciones financieras, entre ellas seis bancos y tres emisoras de tarjetas de crédito, participan en esa iniciativa, que inició en agosto y que empezará por contar con unos 20 millones de registros y llegará a unos 40 millones.

Adolfo Loera, director ejecutivo de la empresa Biometría Aplicada, defiende la utilización de esa tecnología por estimular la economía digital y el desarrollo tecnológico.

“Urge que México tenga una base nacional biométrica para evitar que se cree una mayor división entre quienes acceden a soluciones digitales y quienes están fuera. El gobierno puede volverse más eficiente”, plantea el ejecutivo a Apro.

Para Loera, cuya empresa dota de tecnología biométrica al proyecto de Afores y del Fimpe, esa estructura evitaría la duplicación de bases en diferentes instancias gubernamentales.

La privacidad, la ciberseguridad, la conectividad y la inclusión digital figuran entre los temas torales a tratar en el Foro para la Gobernanza de Internet, que se realizará en Guadalajara del 6 al 9 de diciembre y que reúne a delegados gubernamentales, de organismos internacionales, empresariales, de la sociedad civil y académicos.

Se espera que ese encuentro atestigüe cuestionamientos a esquemas como las bases biométricas.

Bases vulnerables

Durante el gobierno del panista Felipe Calderón, la Secretaría de Gobernación (Segob) impulsó la aplicación de la cédula única de identidad, que incluía datos biométricos. La primera etapa de recopilación y registro de la información se desarrolló a partir de 2011 en Baja California, Guanajuato y Colima, para que los mayores de cuatro años y menores de 17 obtuvieran su identificación.

Pero el proyecto se encuentra suspendido desde finales de 2012, con más de 6 millones de menores registrados en 15 estados y 3.53 millones de cédulas entregadas, de las cuales 431 mil 485 fueron extendidas por la actual administración de Enrique Peña Nieto. La meta inicial del programa era la concesión de 91 millones de documentos, de los cuales 25 millones se dirigían a menores de entre cuatro y 17 años.

En 2015, el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales (INAI) respaldó a la madre de dos menores que solicitó a Segob la cancelación de tomas de fotos, huellas dactilares e iris para la elaboración de la suspendida cédula de identidad.

La biométrica no es tan segura o a prueba de fallos, como suele pensarse. En 2010, un reporte del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos concluyó que tales sistemas son “inherentemente falibles”.

Además, resaltó que no sólo ciertos marcadores biológicos pueden ser copiados, sino que las bases de datos que albergan toda la información biométrica, como representaciones de ojos, cara y huellas dactilares, están amenazados.

En 2011, autoridades israelíes descubrieron que la base nacional biométrica, con nombres, fechas de nacimiento, número de seguro social y registros médicos de 9 millones de personas, había sido robada por un contratista al crimen organizado y había aparecido completa en la red profunda o deep web.

Casos en Alemania, China y otros sitios han exhibido la vulnerabilidad de los sistemas biométricos, especialmente de huellas dactilares.

En Estados Unidos, el Buró Federal de Investigación (FBI, por sus siglas en inglés) maneja una de las mayores bases biométricas del mundo, conocida como Identificación de Siguierte Generación (NGI, por sus siglas en inglés).

El noviembre pasado el Centro de Información sobre Privacidad Electrónica (EPIC, por sus siglas en inglés) interpuso una demanda contra el FBI por agenciarse de un documento secreto que detalla la transferencia de datos personales al Departamento de Defensa.

Mediante solicitudes de información, EPIC averiguó que las búsquedas de reconocimiento facial en dicha base tienen una tasa de error de 20%. El FBI se ha resistido a aplicar salvaguardas de privacidad, según esa organización.

En junio último, una coalición de 45 organizaciones le pidió al Congreso de Estados Unidos realizar una revisión integral del NGI y urgió a sostener audiencias de supervisión. Ese colectivo advirtió que “el FBI está almacenando vastos volúmenes de información personal y exponiendo a millones de personas a una potencial violación de la privacidad”.

Como señala el experto estadounidense Marc Goodman en su libro de 2015 ‘Crímenes del futuro’, la biométrica es el futuro de la identidad, la seguridad y la autenticación. Para este año, la consultora estadounidense Gartner estima que 30% de las empresas utilizarán identificación biométrica de sus empleados. Para 2018, se estima que unos 3 mil 400 millones de usuarios de teléfonos inteligentes desbloquearán sus dispositivos con sus dedos, caras, ojos y voces.

En 2017, 990 millones de dispositivos móviles tendrían sistemas biométricos incorporados. Debido a sus costos decrecientes y crecimiento paulatino de capacidades, el mercado biométrico global crecería a 23 mil millones de dólares en 2019, con más de 500 millones de sensores potencialmente ligados al Internet en 2018. Durante la 31a. Reunión Anual de la Conferencia Internacional de Comisionados para Privacidad y Protección de Datos de 2009, organizaciones de la sociedad civil lanzaron la Declaración de Madrid sobre Privacidad, la cual contiene diez recomendaciones.

La novena consiste en solicitar una moratoria en el desarrollo o implementación de nuevos sistemas de vigilancia de masas, incluido el reconocimiento facial, la toma de imágenes de cuerpo entero, el escaneo del cuerpo humano, identificaciones biométricas, y las etiquetas con tecnología RFID –que transmiten la identidad de un objeto mediante ondas radiales–, y que sean sujetos a una evaluación completa y transparente por parte de autoridades independientes, y al debate democrático.

Fotos peligrosas

Parecieran escenas extraídas de la exitosa y espeluznante serie británica Black Mirror (Espejo negro), pero son prácticas cada vez más frecuentes.

El banco Inbursa, propiedad de Carlos Slim, aplica desde septiembre último el uso de una selfie para ingresar a sus servicios en línea. Se trata de tecnología de reconocimiento facial conocida como FacePhi, aplicado por la empresa Stratus Technologies México, filial de Moneta Technologies.

Más bancos se suman a la introducción de esa plataforma. En Latinoamérica es utilizada por 14 bancos en nacionales como Costa Rica, Ecuador y Guatemala. Pero Inbursa, que forma parte del proyecto de Fimpe, ha sufrido algunos descalabros cibernéticos. En junio último perdió durante al menos tres semanas el dominio de su sistema tecnológico, que perjudicó la operación en sucursales, cajeros automáticos y su portal de internet, con pérdidas económicas aún no reveladas.

Scotiabank padeció un ciberataque similar por esas mismas fechas, pero recuperó el control de la plataforma en poco tiempo. Todas las grandes empresas de internet han puesto muchísimo dinero en biométrica facial. Pero Facebook se destaca por haber comprado en 2012 la start-up israelí Face.com por unos 100 millones de dólares. Si de por sí esa empresa ya practicaba el reconocimiento facial en cada foto subida a esa red social, con Face.com mejoró la función de etiquetas sugeridas, al poder identificar a todas las personas en las imágenes compartidas mediante algoritmos biométricos y exhortando al usuario a etiquetar a sus amigos.

Loera defiende la seguridad de la tecnología biométrica, aunque reconoce que no hay garantías absolutas. “Los sistemas han avanzado mucho. Por ejemplo, la toma de huellas dactilares contiene una serie de parámetros que prácticamente evitan su falsificación”, explica. En cuanto a las Afores, descarta que pueda haber operaciones sospechosas, pues el sistema las bloquea si los parámetros no concuerdan.

(Máximo Hidalgo, 2016)

3.2. Elementos teóricos.

Biometría.

La Biometría se define como la identificación automatizada de una persona viva, basada en las características fisiológicas o de comportamiento. Hay muchos tipos de tecnologías biométricas en el mercado que procesan las siguientes variables biométricas: reconocimiento de rostro, huellas dactilares, geometría manual, sistema venoso de la retina, iris y reconocimiento de firma y voz.

Los métodos de identificación biométrica se prefieren a los métodos clásicos de identificación por varias razones:

- Es necesaria la presencia física del individuo que va a ser identificado.
- Con la identificación basada en técnicas biométricas no es necesario recordar una contraseña o llevar una tarjeta de identificación.

La revolución en la tecnología de la información ha producido un rápido incremento en el uso de PINS y contraseñas. Por esto es necesario restringir el acceso a datos personales. Las técnicas biométricas, que sustituyen el uso de pin y contraseñas, son más prácticas para el usuario y pueden prevenir con mucha más efectividad el acceso sin autorización o uso fraudulento de ATMs, Time & Attendance Systems, teléfonos móviles, ordenadores, sistemas y redes informáticas, tarjetas de identificación, etc.

Contraseñas y pin se pueden olvidar; métodos de identificación basados en tarjetas como pasaportes, carnet de conducir o de seguro de sanidad pueden también olvidarse, extraviarse, o perderse. En la actualidad se utilizan varios tipos de sistemas biométricos para la identificación en tiempo real. Los más populares son la geometría facial y huella digital. Pero existen otros como, por ejemplo: la geometría manual, el sistema venoso de la retina e iris, la voz y la firma.

3.2.1 Tecnologías de identificación por huella dactilar

La identificación basada en la huella dactilar es uno de los métodos más antiguos de identificación biométrica. Su historia se remonta al año 2200 a.C. El uso de huellas dactilares como código personal tiene una larga tradición y ya era utilizado por los sirios, babilonios, chinos y japoneses. La dactiloscopia (sinónimo de identificación de huellas dactilares no basada en ordenador) se usa en la investigación criminal desde 1897. La huella dactilar

consta de crestas papilares (las líneas que cruzan en sentido ascendente la yema de los dedos) y surcos (los espacios entre las crestas). La combinación de crestas y surcos es única en cada individuo.

La identificación por huella dactilar se puede dividir en dos grandes grupos:

- Específica- basada en los puntos de discontinuidad de terminaciones y bifurcaciones, denominados puntos de minucia.
- General- aproximación macroscópica. Se tienen en consideración el sentido de las crestas papilares, por ejemplo, arcos, curvas y espirales.

Se puede decir que la identificación dactilar es muy precisa ya que el índice de error es muy bajo. El precio de estos sistemas comparados con otros sistemas biométricos es muy bajo y su aceptación por el usuario muy alta. La base del éxito de este sistema es su aplicación en diferentes campos. Es una tecnología comprobada y su capacidad de registrar la diversidad de huellas aumenta su exactitud y flexibilidad drásticamente.

3.2.2 Identificación de la huella dactilar

La identificación basada en la huella dactilar se puede dividir en dos grandes grupos: Específica (basada en los puntos de minucia) y general (analiza la estructura global). La identificación automática de huellas dactilares se hace casi siempre basándose en los puntos de minucia. Se denomina así a las características específicas de las yemas de los dedos que pueden presentar como bifurcación o final de cresta.

La individualidad de la huella dactilar se determina por las crestas y surcos que la componen. Una huella dactilar completa consta con un promedio de 100 puntos de minucia. El área que se mide consta con un promedio de 30 a 60 puntos de minucia dependiendo del dedo y el sensor.

Los puntos de minucia se representan por una línea de puntos en un sistema de coordenadas. Estos se añaden con el ángulo de la tangente del punto de minucia local a un código dactilar o directamente a una plantilla de referencia. La plantilla puede constar de más de un código dactilar para ampliar la cantidad de información, así como el área a considerar.

En general esto lleva a una calidad de plantilla más alta y por tanto a un valor también elevado de similitud entre plantilla y modelo. El tamaño de plantilla varía entre 100 bytes y 1500 bytes, dependiendo del algoritmo y la calidad de la huella. Sin embargo, muy pocas veces se dan huellas sin ningún tipo de punto de minucia. Esto produce un índice de error registrado (FER). Resulta también muy difícil extraer los puntos de minucia cuando la huella dactilar es de baja calidad.

3.2.3 Breve historia de las huellas dactilares

Existen suficientes hallazgos arqueológicos que indican que las huellas dactilares se han venido utilizando en la identificación de individuos desde el año 6000a.c. por diversas poblaciones asirias y chinas [Jain 99^a, Maltoni 03]. Entre ellos, cabe destacar, los restos de cerámica en arcilla con impresiones dactilares, que sugiere el empleo de las mismas como medio para identificar al alfarero.

Algunos documentos chinos de aquella época presentan también sellos estampados con la impresión del pulgar del firmante. Los ladrillos utilizados en las casas de la antigua ciudad de Jericó eran a veces marcados por impresiones el pulgar de los trabajadores. Sin embargo, aunque la individualidad de las huellas de aquella época fuese reconocida, no existe evidencia de aquellas sociedades.

El primer científico publicado sobre la estructura de crestas, valles y poros de las huellas

dactilares data de 1648, realizado por el morfologista inglés Nehemiah Grew. Desde entonces han sido muchos los investigadores que han trabajado en este campo.

En 1823, por ejemplo, Purkinje propuso un esquema de clasificación de huellas en nueve clases atendiendo a la configuración de la estructura de las crestas. En general, los estudios científicos de principios 1800 llegaron a dos importantes conclusiones que hasta hoy, han servido de base para el reconocimiento biométrico, especialmente en entornos forenses: la no existencia de dos huellas de individuos diferentes con un patrón de crestas coincidente, y la invariabilidad en el tiempo de dichos patrones durante toda la vida.

A principios de 1900, se admitieron las siguientes características biológicas de las huellas dactilares como base de la identificación de individuos:

- La estructura de crestas y valles de la epidermis de cada individuo es única y representa unívocamente su identidad.
- La estructura de crestas y valles de un individuo, aunque puede variar, lo hace dentro de unos límites tan reducidos, que hacen posible una clasificación sistemática.
- Los detalles de las estructuras de crestas y valles, así como las minucias, con particulares de cada individuo e invariables en el tiempo.

(Dr. Gerik Alexander v. Graevenitz, 2003)

3.2.4 Aplicación

El área de aplicación más importante está en el control de acceso para los ordenadores o PC. Esto es especialmente importante para ordenadores portátiles y PDAs. Gracias a la caída de precios, cada vez más dispositivos están equipados con sensores.

Otros dispositivos con sensores de huellas digitales incorporados incluyen discos duros USB, módulos de memoria USB y lectores de tarjetas. También están disponibles en ratones y

teclados. Los sensores se utilizan cada vez más para asegurar las transacciones financieras y las máquinas de cambio para la banca "en línea".

En el futuro, la huella digital del propietario será almacenada de forma segura en tarjetas de identidad y tarjetas de crédito y también podrá ser utilizada para autenticación de correos electrónicos que utilicen firmas digitales.

El acceso físico directo a habitaciones y dispositivos también se puede asegurar acoplando sensores de huellas digitales con sistemas de apertura de puertas. Los terminales de salidas en los aeropuertos serán capaces de procesar a los pasajeros de manera más rápida. Los automóviles, la maquinaria de construcción, los barcos y los aviones también estarán protegidos contra robos.

3.3 Tipos de sensores

3.3.1 Sensores Ópticos Reflexivos

Se basan en la técnica más antigua, consiste en colocar el dedo sobre una superficie de cristal o un prisma que está iluminado por un diodo LED. Cuando las crestas de las huellas del dedo tocan la superficie, la luz es absorbida, mientras que entre dichas crestas se produce una reflexión total. La luz resultante y las zonas de oscuridad son registradas en un sensor de imagen.

En la práctica existen algunas dificultades con esta técnica: las imágenes obtenidas con dedos húmedos y secos son muy diferentes y, además, el sistema es sensible al polvo y a la suciedad de la superficie. La unidad tiene un tamaño considerable, poco práctico y caro. Este sistema es fácil de engañar y si la piel está deteriorada o dañada, la huella no se reconoce correctamente.

El reconocimiento de la huella dactilar de las personas mayores también es difícil de hacer ya que la piel no es lo suficientemente elástica. En algunas circunstancias esto puede producir

un reconocimiento falso. Si la huella almacenada fue tomada con menos presión, se pueden producir aceptaciones falsas.

3.3.2 Sensores Ópticos Transmisivos

Esta técnica funciona sin contacto directo entre el dedo y la superficie del sensor. La luz pasa a través del dedo desde la cara de la uña, y al otro lado, mientras que una cámara toma una imagen directa de la huella digital.

La humedad no produce ninguna dificultad. El sensor ve a través de la superficie de la piel sobre una superficie más profunda y produce una imagen multiespectral. El uso de diferentes longitudes de onda para generar imágenes nos proporciona información de diferentes estructuras subcutáneas, indicación de que el objeto en cuestión es un dedo genuino.

El uso de filtros polarizados ortogonales asegura que solamente la luz que tiene importancia a su paso bajo la piel es la que pasa, y bloquea la luz que se reflejaría directamente de la superficie. Solamente unos dedos artificiales muy precisos podrían tener la posibilidad de engañar a este sensor.

3.3.3 Sensores Capacitivos

El sensor es un circuito integrado de silicio cuya superficie está cubierta por un gran número de elementos transductores (o píxeles), con una resolución típica de 500 dpi. Cada elemento contiene dos electrodos metálicos adyacentes. La capacidad entre los electrodos, que forma un camino de realimentación para un amplificador inversor, se reduce cuando el dedo se aplica sobre dicha superficie: se reduce más cuando detecta crestas y menos cuando detecta el espacio entre ellas. El sensor es susceptible a las descargas electrostáticas.

Estos sensores sólo trabajan con pieles sanas normales, ya que no son operativos cuando se utilizan sobre pieles con zonas duras, callos o cicatrices. La humedad, la grasa o el polvo también pueden afectar a su funcionamiento.

3.3.4 Sensores de Alta Frecuencia

Estos sensores son una variación de la técnica capacitiva descrita anteriormente. Cada pixel contiene un único electrodo, mientras que el dedo actúa como el otro electrodo, o de manera más precisa, el electrodo es la capa subcutánea, que es un buen conductor y que no se ve afectada por la grasa, el polvo, los callos o perturbaciones similares. Un contacto más exterior, rodeado por una señal débil de RF, se acopla sobre el dedo.

La amplitud de la señal en cada electrodo es pues proporcional a la capacidad de acoplamiento local: si es más elevada indica que se trata de una cresta, mientras que si es menos elevada se trataría de un valle entre crestas. A diferencia de los sensores capacitivos anteriores, esta técnica puede detectar las crestas y los valles en la capa de células vivas en lugar de en la superficie de piel de células muertas. La tensión y la frecuencia de la señal de RF se pueden ajustar para obtener la mejor imagen.

3.3.5 Sensores Mecánicos

Se trata de decenas de miles de diminutos transductores de presión que se montan sobre la superficie del sensor. Un diseño alternativo utiliza conmutadores que están cerrados cuando son presionados por una cresta, pero permanecen abiertos cuando están bajo un valle. Esto sólo proporciona un bit de información por píxel, en lugar de trabajar con una escala de grises.

3.3.6 Sensores Térmicos

En este caso el sensor detecta el calor conducido por el dedo, el cual es mayor cuando hay una cresta que cuando hay un valle. Se ha desarrollado un componente de silicio con una matriz de píxeles denominado "FingerChip", es decir, "circuito integrado dedo", cada uno de los cuales está cubierto con una capa de material piroeléctrico en el que un cambio de temperatura se traduce en un cambio en la distribución de carga de su superficie. La imagen está en la escala de grises que tiene la calidad adecuada incluso con el dedo desgastado, con suciedad, con grasa o con humedad. El sensor dispone de una capa protectora robusta y puede proporcionar una salida dinámica.

(Zambrano, 2012)

3.4 Placas Arduino.

3.4.1 Modelos de Placas

Los modelos de Arduino se categorizan en placas de desarrollo, placas de expansión (shields), kits, accesorios e impresoras 3d.

Placas

- Arduino Galileo.
- Arduino Uno.
- Arduino Leonardo.
- Arduino Due.
- Arduino Yún.
- Arduino Tre (En Desarrollo).
- Arduino Zero.
- Arduino Micro.
- Arduino Esplora.
- Arduino Mega ADK.
- Arduino Ethernet.
- Arduino Mega 2560.
- Arduino Robot.
- Arduino Mini.
- Arduino Nano.
- LilyPad Arduino Simple.
- LilyPad Arduino SimpleSnap.
- LilyPad Arduino.
- LilyPad Arduino USB.
- Arduino Pro Mini.
- Arduino Fio.
- Arduino Pro.
- Arduino MKR1000/Genuino MKR1000.
- Arduino MICRO/Genuino MICRO.
- Arduino 101/Genuino 101.
- Arduino Gemma.

Placas de expansión (shields)

- Arduino GSM Shield.
- Arduino Ethernet Shield.
- Arduino WiFi Shield.
- Arduino Wireless SD Shield.
- Arduino USB Host Shield.
- Arduino Motor Shield.
- Arduino Wireless Proto Shield.
- Arduino Proto Shield.

Kits

- The Arduino Starter Kit.
- Arduino Materia 101.

Accesorios

- TFT LCD Screen.
- USB/Serial Light Adapter.
- Arduino ISP.
- Mini USB/Serial Adapter.

Impresoras 3d

- Arduino Materia 101.

(Productos de Arduino, 2017)

3.4.2 Conexión y especificaciones.

Poniendo de ejemplo al módulo Diecimila, este consta de 14 entradas digitales configurables como entradas y/o salidas que operan a 5 voltios. Cada contacto puede proporcionar o recibir como máximo 40 mA..

Los contactos 3, 5, 6, 9, 10 y 11 pueden proporcionar una salida PWM (Pulse Width Modulation). Si se conecta cualquier cosa a los contactos 0 y 1, eso interferirá con la comunicación USB.

Diecimila también tiene 6 entradas analógicas que proporcionan una resolución de 10 bits. Por defecto, aceptan de 0 hasta 5 voltios (aunque es posible cambiar el nivel más alto utilizando el contacto Aref y algún código de bajo nivel).

3.4.3 Intel Galileo

Intel ha presentado en Maker Faire 2013 en Roma hoy un nuevo acuerdo de colaboración con Arduino LLC, plataforma de hardware libre líder en las comunidades educativa y creativa que ya ha dado su primer fruto, **Intel Galileo**.

Se trata de una familia de placas de desarrollo compatibles con **Arduino** que trabajan bajo arquitectura Intel. Si conocéis qué es Raspberry Pi o Arduino esta nueva placa ofrece las mismas posibilidades que las anteriores situándose en el mercado como una plataforma perfecta para artistas, diseñadores e inventores que saben lo que quieren y aún no existe.

¿Qué es Intel Galileo?

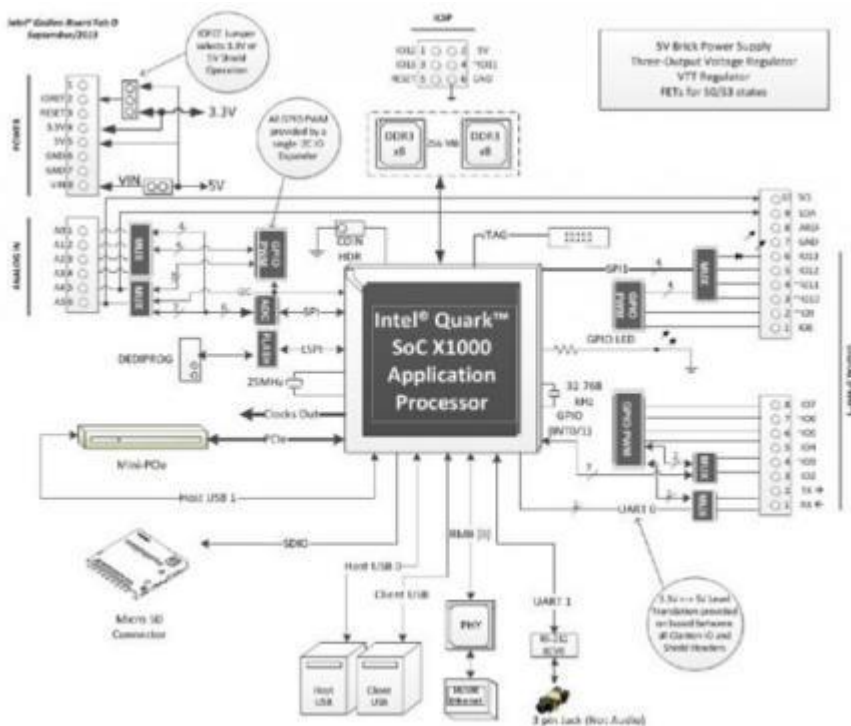
Esta nueva línea de placas de desarrollo es como una pizarra en blanco que permitirá a los desarrolladores crear infinitos **proyectos**.



Gracias a su gran **conectividad**, potencia de proceso, y el uso de **SDKs** muy sencillos permite crear software que, por ejemplo, conecte a Internet cualquier dispositivo, un dispositivo que se ilumine cada vez que recibimos un mensaje en Twitter. Es una herramienta muy interesante de cara a **domótica** y para proyectos que necesiten un PC pero de bajo consumo y coste.

¿Qué hardware / conexiones integra Intel Galileo?

Esta placa monta el SoC **Intel Quark X1000** que funciona a **400 MHz** y es realmente una CPU de bajo consumo de **32 bits** con arquitectura similar a la de los primeros **Pentium**.



La placa de desarrollo de **Intel** cuenta de serie con múltiples interfaces de E/S, de las más extendidas en el sector, entre las que se incluyen ACPI, PCI Express, Ethernet 10/100 Mb, lector SD, puertos para dispositivos USB 2.0 y EHCI/OHCI USB, UART de alta velocidad, puerto serie RS-232, flash NOR programable de 8 MB y un puerto JTAG para mayor comodidad en la depuración de software.

(Arduino CC, 2017)

3.5 Raspberry Pi

3.5.1 Generalidades

Raspberry Pi es un proyecto de código abierto que ha conseguido diseñar un mini ordenador, de bajo coste destinado principalmente a labores educativas y a reducir la brecha tecnológica que hay entre los países ricos y los que no lo son tanto.

Actualmente se ha popularizado de tal manera que las empresas que lo fabrican han tenido que aumentar la producción considerablemente (como dato, indicar, que cuando compré yo mi RP había una lista de espera de 2mes).

Debido a ello también es usado para diferentes proyectos, como HTPC (Centro multimedia para reproducir audio y video), NAS (servidor de archivos en red), Seedbox (servidor Torrent), servidor de páginas webs y una gran lista de proyectos que ahora mismo sería demasiado larga citar.

3.5.2 Ventajas de Raspberry Pi

Su alta popularidad, es debido a las grandes ventajas que presenta frente a otros dispositivos como un PC normal o las máquinas dedicadas para un propósito específico (NAS o HTPC). Las más importantes son:

- Bajo consumo, aproximadamente consume 700mA (sin accesorios ni Overclocking), lo que nos permite tenerlo encendido 24/7 sin que nuestra factura de la luz se resienta.

- Bajo precio, el coste de unos 40€ es accesible para todos y es más rentable comprar uno para nuestros propios proyectos que pagar un servidor, por ejemplo.
- Gran comunidad y proyectos basados en él. Aunque en el mercado hay otras alternativas, Raspberry Pi cuenta con muchos usuarios y una gran cantidad de proyectos de todo tipo, que o están pensado específicamente para él o son adaptaciones muy logradas de otro software.
- Accesorios de fácil disponibilidad. Siendo su fuente de alimentación un cargador de un móvil y su almacenamiento una memoria SD, podemos decir que cualquiera tiene esto en casa.
- Tamaño reducido. La placa completa puede ser algo más grande que una tarjeta de crédito, lo que permite llevarla a cualquier sitio e instalarla en lugares con poco espacio.
- Cuenta con la capacidad suficiente para “mover” películas y series en HD (tanto 720p como 1080p) debido al aprovechamiento de su GPU para renderizado del video, para su tamaño y su consumo, podemos decir que es bastante potente, aunque si lo comparamos con un ordenador normal o un servidor está claro que sus 700mhz se quedan cortos. Hay que darse cuenta de que utiliza un hardware, del tipo que puede llevar nuestro móvil.
- Cuenta con la mayoría de programas que podemos tener en Linux, como Apache, Samba, MySQL, etc.

3.5.3 Inconvenientes de Raspberry Pi

Como todo sistema también tiene sus inconvenientes:

- No es capaz de alimentar discos duros por USB.
- Comparte un mismo bus para los 2 puertos USB y la conexión LAN, lo que limita la velocidad de transferencia y por lo cual, si montamos un NAS este no alcanzará un gran rendimiento.
- Su procesador se queda corto para trabajar con particiones con sistema de archivos NTFS (típicas de Windows).
- Requiere ciertas habilidades para configurarlo. No os voy a engañar, esto no es enchufar y listo y menos si quieres tener 3 cosas a la vez y que todo rinda al máximo, aunque con el tiempo cada vez se están esmerando más, en que se convierta en un dispositivo Plug and Play (conectar y listo para usar).

3.5.4 Modelos de Microcontroladores

3.5.4.1 Raspberry Pi 2

Actualmente la fundación de Raspberry Pi ha presentado Raspberry Pi 2, una Raspberry mejorada y que desde mi punto de vista debería ser la candidata por comprar hoy en día.

Presenta grandes mejoras respecto a la original como lo podemos ver en la siguiente tabla comparativa:

Comparativa	Raspberry Pi 1 B	Raspberry Pi 2 B
CPU	ARM Single-core 700MHz (ARM 11)	ARM Quad-core a 900Mhz (ARM 7)

Comparativa	Raspberry Pi 1 B	Raspberry Pi 2 B
RAM	512MB	1GB
Puertos USB	2	4

Un dato por destacar es que debido al aumento de potencia y a un nuevo diseño de procesador, esta Raspberry Pi 2 va a ser compatible con Ubuntu Core y Windows 10. La diferencia de precio es bastante pequeña y se espera que al pasar de un núcleo a cuatro y doblar la cantidad de RAM se puedan realizar proyectos más complejos, como servidores más potentes.

3.5.4.2 Raspberry Pi 3

En los últimos días la fundación Raspberry Pi ha lanzado al mercado la Raspberry Pi 3 B, que tiene las siguientes mejoras respecto a las versiones anteriores:

Comparativa	Raspberry Pi 1 B	Raspberry Pi 2 B	Raspberry Pi 3 B
CPU	ARM Single-core 700MHz (ARM 11)	ARM Quad-core a 900Mhz (ARM 7)	ARM Quad-core 64bits a 1.2GHz (ARM A53)
RAM	512MB	1GB	1GB
Puertos USB	2	4	4
Conectividad	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100 Bluetooth 4.1 802.11n Wireless

¿Qué puede hacer un usuario normal con un Raspberry Pi?

Muchos de nuestros lectores pensarán, bueno está muy bien que pueda montar un cliente de domótica, pero no tengo sensores para las luces, ni necesito un cliente para servir páginas web o una base de datos.

Configuración típica:

- XBMC como catálogo de series, música y películas, así como reproductor y algunos Addons para ver contenido online.
- Transmission como cliente Torrent, para compartir archivos.
- Samba para transmitir los archivos en Raspberry Pi al resto de dispositivos.
- Reproducir contenido en Streaming.
- Guardar las copias de seguridad.
- Servidor Web.
- Servidor de Bases de Datos.

¿Qué accesorios necesitamos?

Lo primero que necesitamos es una Raspberry Pi que podemos comprar por unos 34€.

Raspberry Pi es enviado sin ningún accesorio, para poderlo encender por primera vez, vamos a necesitar:

- Cable HDMI o adaptadores y cable para otras conexiones.
- Tarjeta SD de 4GB o más (con capacidades más pequeñas es posible que experimentemos problemas). Recomendable clase 10.
- Fuente de alimentación de salida 5V y 700mA (mejor si es de 1A).
- Caja con disipadores con las medidas del Raspberry Pi.
- Proyector o Pantalla.
- Si necesitas Internet, Switch, cables, etc.

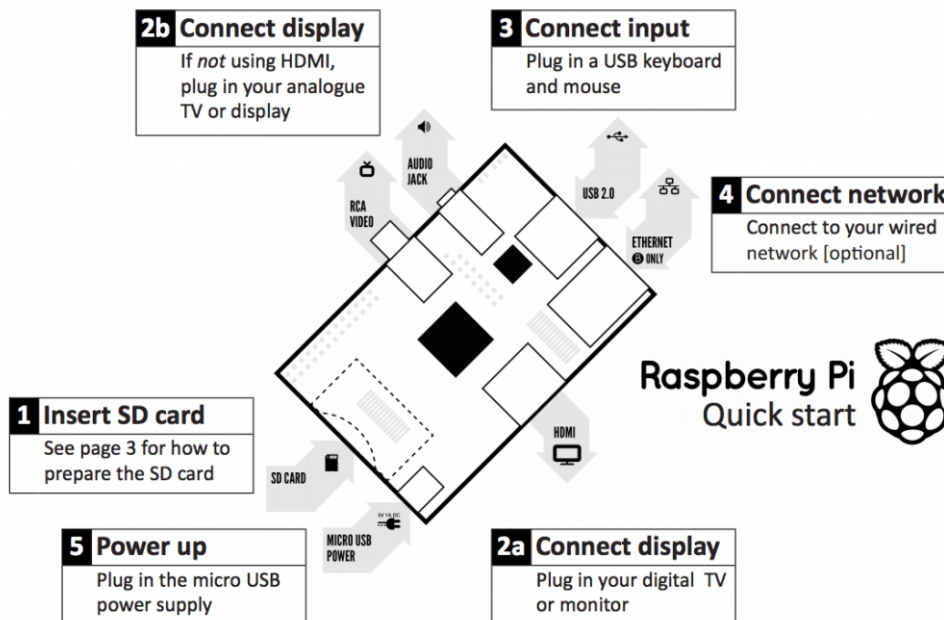
Junto a estos accesorios necesarios, para ponerlo en funcionamiento, se recomienda usar un disco externo (con alimentador propio) para guarda datos y proteger a la memoria SD, ya que muchos ciclos de lectura/escritura pueden degradar rápidamente nuestra tarjeta.

¿Qué sistema operativo elegimos para Raspberry Pi?

Debido a la alta popularización del aparato, han surgido numerosos sistemas operativos para Raspberry Pi, unos son distribuciones de Linux adaptadas al hardware de nuestra Raspberry Pi y otros están orientados a un fin claro, entre ellos tenemos:

- Raspbian.
- OSMC
- OpenELEC
- LibreELEC
- RasPlex
- AEROS
- Android P
- Arch
- FreeBSD

¿Cómo ponerlo en funcionamiento?



1

(Durán, 2013)

3.4. Definición y operacionalización de términos básicos.

El comportamiento organizacional: (con frecuencia se abrevia como CO) es un campo de estudio que investiga el efecto que tienen los individuos, los grupos y la estructura sobre el comportamiento dentro de las organizaciones, con el propósito de aplicar dicho conocimiento para mejorar la efectividad de las organizaciones. Sensor de huella: Un Sensor de huellas digitales (también conocido como Sensor de huella dactilar, Lector de huella dactilar o Sensor biométrico) Es un dispositivo que es capaz de leer, guardar e identificar las huellas dactilares (Generalmente del dedo pulgar, aunque la mayoría no tienen problemas en aceptar los demás dedos). Todos los sensores biométricos cuentan mínimamente con una pieza que es sensible al tacto (Que es el sensor en si, aunque luego hacen falta ciertas partes electrónicas).

Análisis: Analizar la toma de datos y la trata de la misma para poder determinar en que áreas se puede mejorar los procesos y hacerlos más eficientes y confiables

Diseño: Creación a partir de los requerimientos de un sistema biométrico adaptable con IOT y su respectiva API para gestión y adaptación.

3.5. Sistema de hipótesis.

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

El presente ensayo presenta una visión sobre los pasos a seguir en el desarrollo de investigación aplicada, la importancia de la colaboración entre la universidad y la industria en el proceso de transferencia de tecnología, así como los aspectos relacionados a la protección de la propiedad intelectual durante este proceso.

Hipótesis de investigación fue formulada así: "la creación de una aplicación Web para diferentes tipos de lectores biométricos que permita integrar las tecnologías Hardware con sistemas de información existentes y circuitos existentes, ayudara y facilitara el tratamiento de datos del sector productivo y sistema nacional basando sus decisiones en procesos de negocio establecidos por el propietario de la solución."

CAPÍTULO IV: ANALISIS DEL SISTEMA.

Pasamos ahora a detallar el análisis del sistema a desarrollar en este cuarto capítulo, contemplando las siguientes secciones: la planificación del sistema, el análisis funcional, los detalles de cada caso de uso y los diagramas de secuencia.

4.1 Planificación del sistema

Tras haber analizado el objetivo de este Trabajo de maestría, tratando de solventar los problemas surgidos en cuanto a la captura de datos por lectores biométricos y su procesamiento por medio de una API en PHP, vamos a analizar la viabilidad del sistema y las herramientas que se van a desarrollar.

Se creará una aplicación con la cual se tomará la huella con el lector biométrico y dicha lectura será enviada por medio de tecnología IoT a un Servidor que tendrá la API en PHP que se encargará del proceso de comparación y desencadenará las acciones a desarrollar según las reglas de negocio planteadas en cada aplicación o prototipo desarrollado.

4.1.1 Viabilidad Técnica

Nuestro sistema contaría con un servidor Web y servidor de Bases de Datos, donde se gestione toda la información referente al entorno operativo de una entidad. Los fichajes se realizarán con un lector de huellas dactilares, e interactuará con la parte hardware mediante un entorno Web con el que se podrá introducir y consultar toda la información sobre las huellas dactilares guardadas en el sistema, así mismo se podrá verificar la información guardada en la aplicación web.

4.1.2 Viabilidad Operacional

Este proyecto dispondrá de una aplicación a través de la cual podremos gestionar los fichajes. Sólo se necesitará un navegador web para ejecutar la aplicación, y el dispositivo de fichaje solo requiere pasar un dedo de nuestra mano por el lector de huellas como método de identificación única.

El sensor tiene que estar conectado a una placa microcontroladora (**Arduino**), esta placa realizara el volcado de las lecturas biométricas dactilares de dedo único en la base de datos del Servidor Web utilizando una API de comunicación que a su vez guardara dichos datos en el Gestor de Bases de Datos.

En nuestro caso, el servidor deberá estar en funcionamiento para que las aplicaciones web estén disponibles.

4.1.3 Viabilidad Económica

Brevemente vamos a comprobar la viabilidad económica del proyecto. Haremos uso de un lector de huellas que requiere su conexión con un microcontrolador (Arduino de **Grove**), siendo esto la manera más económica de disponer de un lector de huellas y SDK compatible con él.

En la siguiente tabla se indican los dispositivos necesarios para este trabajo fin de grado:

Dispositivo	Precio
Arduino Uno	21, 50 \$
Grove Starter Kit for Arduino	44, 90 \$
Grove Adafruit Fingerprint sensor	44, 90 \$
Raspberry Pi 2 Model B	40, 00 \$
TOTAL	151, 30 \$

En la siguiente tabla se muestra el coste total del proyecto:

Aplicación	Cargo	Horas	Salario / hora	Precio
Análisis del proyecto	Analista	60	20 \$ / hora	1200,00 \$
Servidor	Administrado	5	12 \$ / hora	60,00 \$
Aplicación Arduino	Programador	30	15 \$ / hora	450,00 \$
Sistema de fichaje	Programador	50	15 \$ / hora	750,00 \$
Servicio Web	Programador	160	15 \$ / hora	2400,00 \$
Portal Web	Programador	40	15 \$ / hora	600,00 \$
Generador de informes	Programador	20	15 \$ / hora	300,00 \$
Pruebas	Calidad	10	13 \$ / hora	130,00 \$
TOTAL		375		5.890,00 \$

Con esto, se puede observar que el coste del proyecto sería de unos 5890 \$ en total. Los dispositivos utilizados suman poco más de \$150, algo que reduce muy significativamente la cantidad total si se utilizaría un lector de huellas más profesional con un SDK compatible.

Debido a los innumerables beneficios de integración que obtendríamos, podemos afirmar que el proyecto es económicamente viable, ya que permitirá agilizar muchos procesos e integrar aplicaciones aisladas en conjunto con tecnologías IoT, esto hará que se pueda retornar la inversión en el proyecto en un corto plazo.

4.1.4 Viabilidad de Solución

Llegados a este punto, podemos observar que la solución propuesta es viable técnica, operacional y económicamente.

Los costes del trabajo son muy asequibles, excepto el desarrollo software del sistema. Sin embargo, una vez se hayan desarrollado, las aplicaciones no requerirán costes de funcionamiento, tan solo el mantenimiento de los dispositivos hardware.

4.2 Análisis funcional

4.2.1 Referentes a la aplicación

Vamos a estudiar en este apartado las funcionalidades o requisitos que nuestro sistema requiere. Para ello haremos uso de los diagramas de caso de uso, con los cuales podemos representar la manera en la que los distintos actores (personajes o entidades que participan en un caso de uso) del sistema invocan funciones específicas (u otros pasos del procedimiento) para satisfacer los requerimientos del sistema.

Los módulos obtenidos para este proyecto son los siguientes:

- **Aplicación web con la que podamos registrar las huellas.**

Esta aplicación recibirá los datos de la huella de un profesor que será registrada en el lector y los almacenará en una base de datos, así como los datos personales del usuario.

- **Aplicación Arduino para captura de Huellas y envío de datos utilizando HTTP.**

Este componente será desarrollado para Arduino y nos permitirá hacer las lecturas de huellas y enviar los datos por la red, hasta el servidor donde estará alojada la aplicación.

Funcionalidades de la aplicación Web.

- Registro de Usuarios en el Sistema.
- Registro de Dispositivos Arduino Lectores.
- Inicio de sesión de Usuarios.
- Generación de bitácora de accesos.

Funcionalidades de Aplicación Arduino

- Captura de Huellas para Registro de Usuarios.
- Generación de identificador para Huellas.
- Envío de Datos al servidor de aplicaciones.
- Activación y desactivación de Circuitos anexos.

4.2.2 Grupos de Usuarios Interesados

A continuación, se presenta el perfil de los usuarios interesados en el uso del Sistema y se detallan las actividades o acciones que pueden realizar

Grupo Interesado	Descripción	Responsabilidades
Usuario Final	Será el encargado de interactuar con la aplicación Web y gestionará sus accesos al sistema identificándose con el usuario y posteriormente registrando su huella dactilar de dedo.	<ul style="list-style-type: none">• Iniciar sesión• Interactuar con el sistema donde se integre el lector de huellas.• Habilitar circuitos si tiene dichos permisos de acceso.• Cerrar Sesión
Administrador	Sera el que dará de alta a los nuevos usuarios en el sistema, será el encargado de registrar dispositivos lectores de huellas.	<ul style="list-style-type: none">• Iniciar sesión.• Registrar Usuarios.• Dar de Baja usuarios.• Registrar Lectores de Huellas• Eliminar lectores de huellas.• Revisar los accesos al sistema.
Propietario de aplicación	Verificara accesos al sistema de usuarios en específico.	<ul style="list-style-type: none">• Revisar los accesos al sistema y los componentes activados en el acceso.

4.3 Análisis de Modelado

4.3.1 Modelo de Procesos del Negocio

Con el objetivo de conocer y comprender las actividades del negocio para la creación de la aplicación Web para Lector Biométrico Programable y su Interacción con todos los Grupos interesados, se han identificado los procesos de negocio que representan los requerimientos lógicos para realizar una tarea según las especificaciones y políticas genéricas planteadas.

El modelo de procesos de negocio actual permitirá analizar y mejorar el flujo de información de modo que permita realizar requerimientos indicados en los alcances de la solución planteada en el documento.

En el modelado de procesos cada interacción representa una colección de actividades estructuradas y ordenadas para satisfacer o cumplir un requerimiento.

4.3.1.1 Acerca de BPMN


Business Process Modeling Notation es una notación grafica para modelar procesos de forma lógica y estructurada, ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los pasos y los mensajes que fluye entre los participantes de las diferentes actividades.

4.3.1.2 Ventajas de BPMN


- BPMN es un estándar internacional de modelado de procesos aceptado por la comunidad.
- BPMN es independiente de cualquier metodología de modelado de procesos.
- BPMN crea un puente estandarizado para disminuir la brecha entre los procesos de negocio y la implementación de estos.
- BPMN permite modelar los procesos de una manera unificada y estandarizada permitiendo un entendimiento a todas las personas de una organización.

4.3.1.3 Glosario BPMN


Evento de Inicio

<p>Indican el inicio de un proceso de negocio, pueden iniciar de distintas formas, BPMN provee diferentes tipos de eventos de inicio (simple, mensaje, señal, entre otros) en el alcance de diagramas a modelar utilizaremos el inicio simple.</p>	
---	---




La compuerta inclusiva

<p>Compuerta para la toma de decisiones que define dos o más opciones o caminos que podemos seguir en base a los datos que se reciben o a eventos que ocurren con el usuario en un tiempo determinado</p>	
---	---


Caja de Tareas

<p>Define una actividad específica (Atómica), que generalmente será desarrollada por el usuario final, o la aplicación, o es llevado a cabo para optimizar otro proceso relativo.</p>	
---	---


Tipos de Tareas que utilizaremos:

-  Scripts: Son tareas que se realizan por medio de instrucciones de código.
-  Users: Tareas que requieren la intervención del usuario para ser desarrolladas.
-  Manuales: Tareas que se realizan de forma manual.

Almacenamiento de Información

Representa la acción de guardar u obtener información desde un servidor de datos.	
---	---

Fin del Proceso

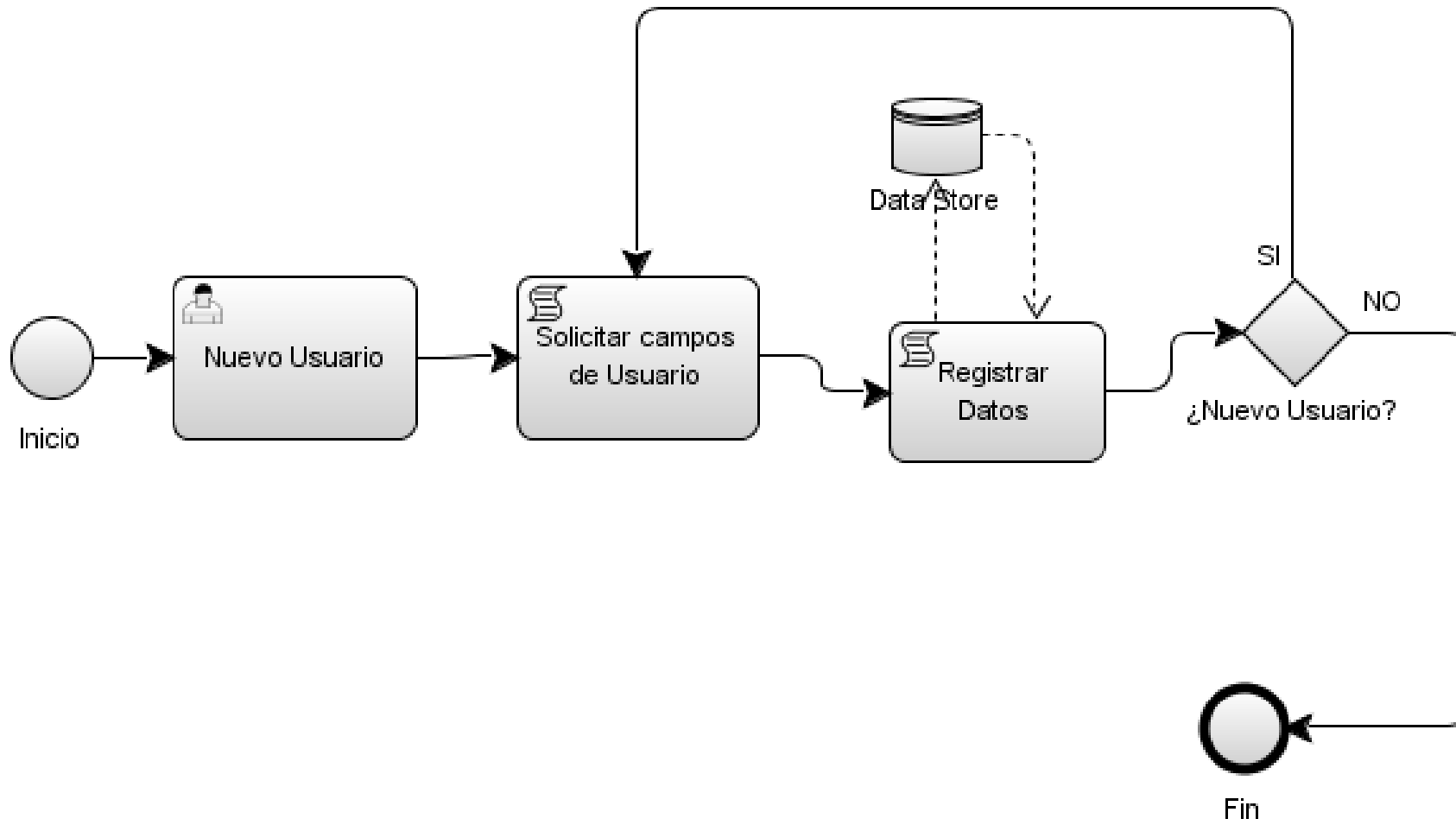
Indica donde el proceso va a terminar, en términos de secuencia todos los flujos de secuencia deben finalizar en este componente.	
---	---

4.3.1.4 Listado de procesos de Negocio

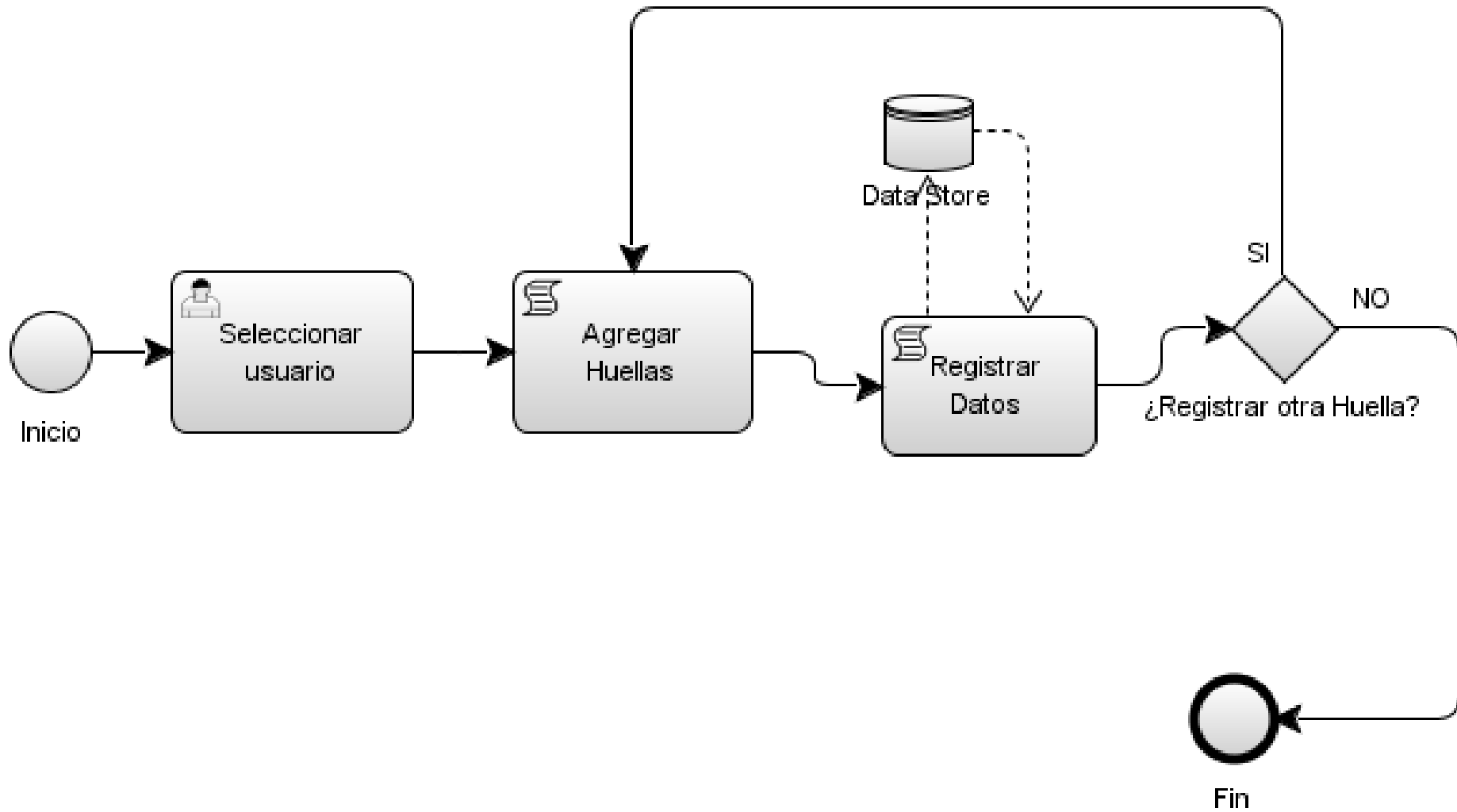
No	Proceso
1	Crear usuario en el Sistema
2	Enrolar al usuario con huellas dactilares
3	Registrar Lectores Biométricos en el Sistema
4	Iniciar sesión en el Sistema
5	Generar Logs de acceso al sistema
6	Generar reportes de acceso por usuario.
7	Capturar Lectura Biométrica
8	Enviar Lectura Biométrica por HTTP
9	Activar circuitos anexos

4.3.1.5 Diagramas BPMN

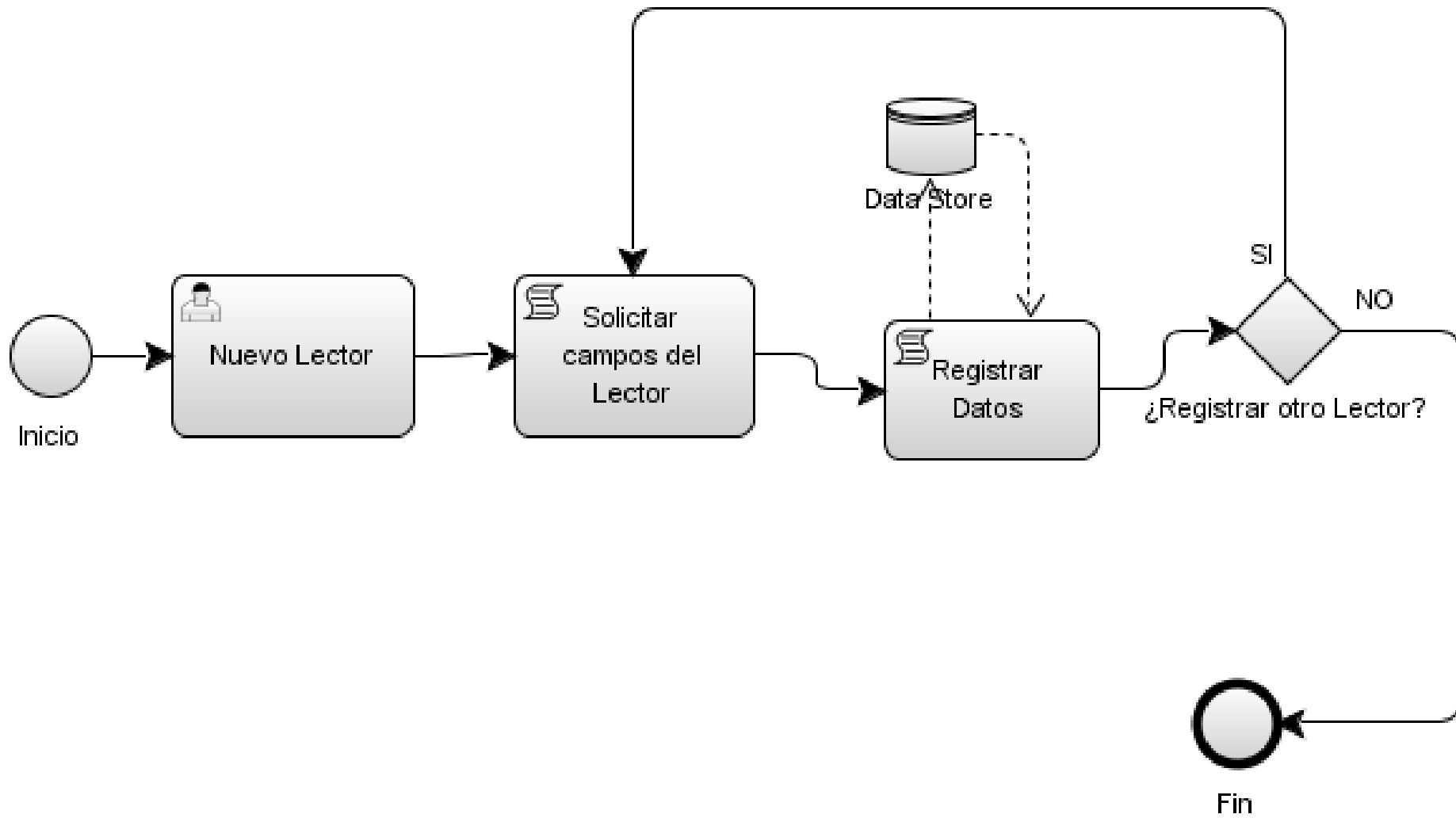
Crear usuario en el Sistema



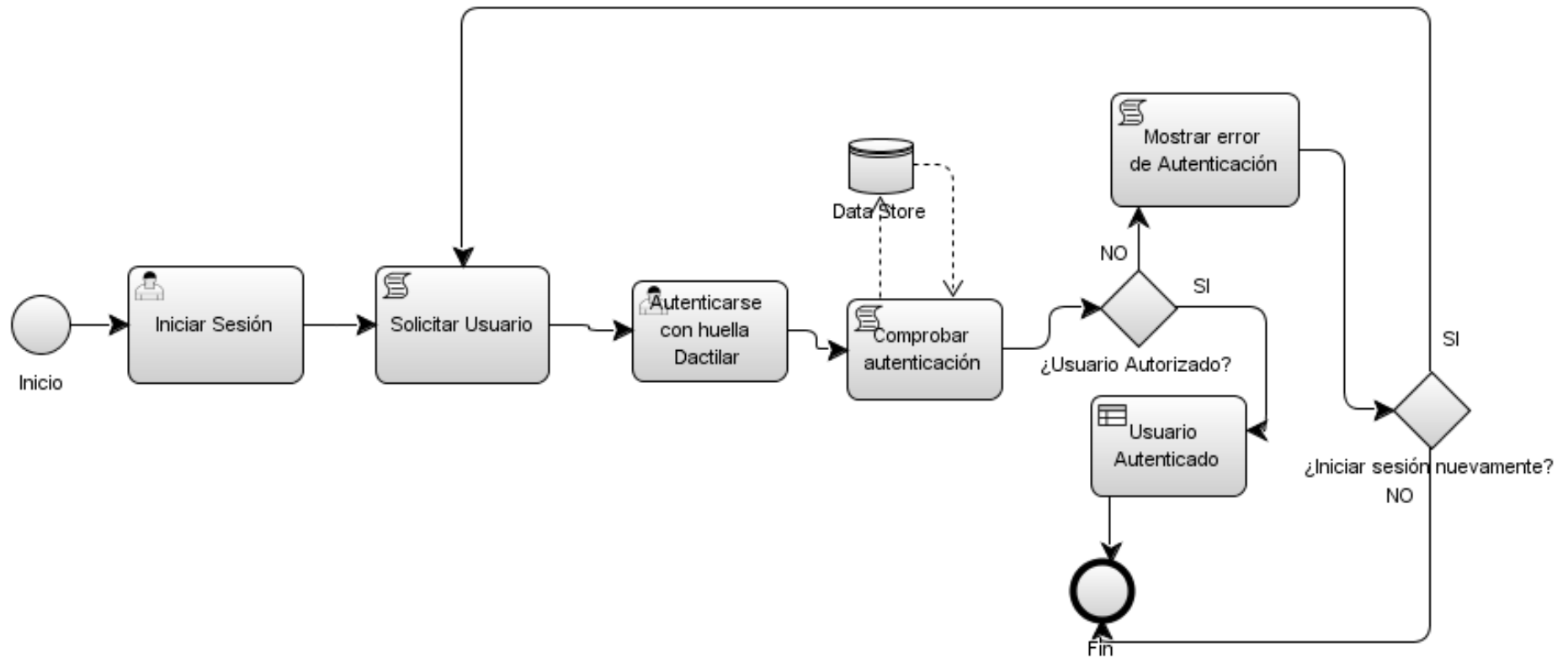
Enrolar al usuario con huellas dactilares



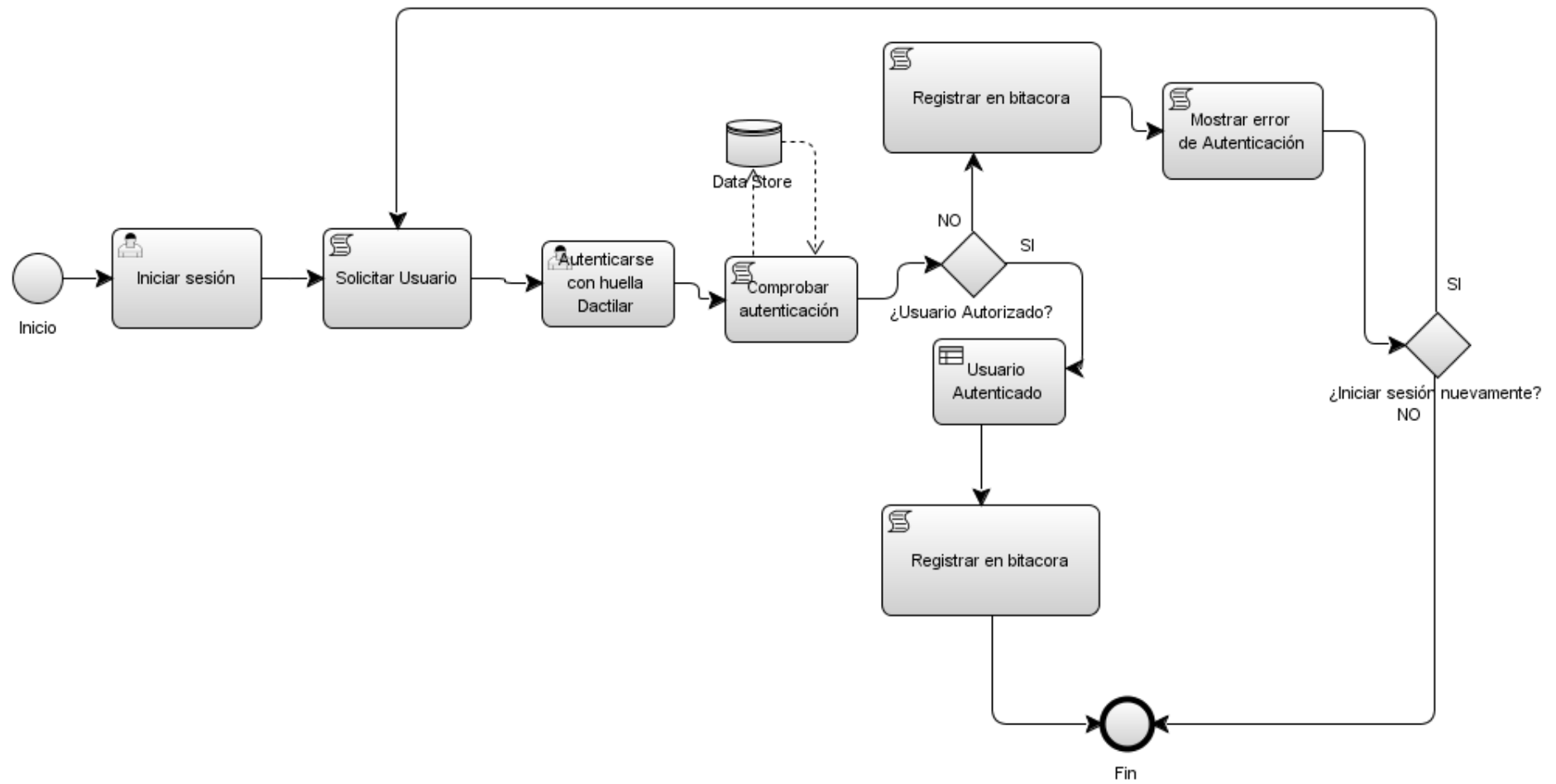
Registrar Lectores Biométricos en el Sistema



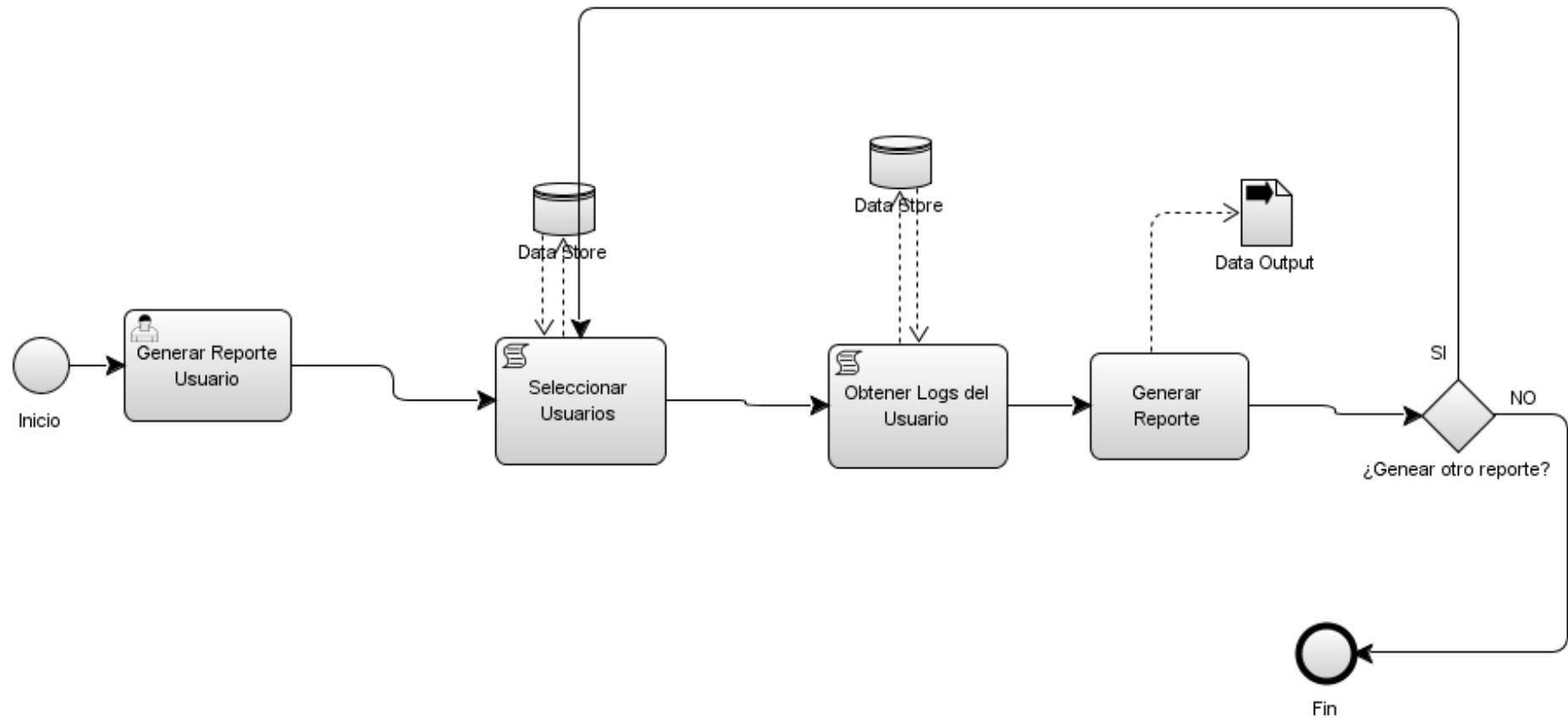
Iniciar sesión en el Sistema



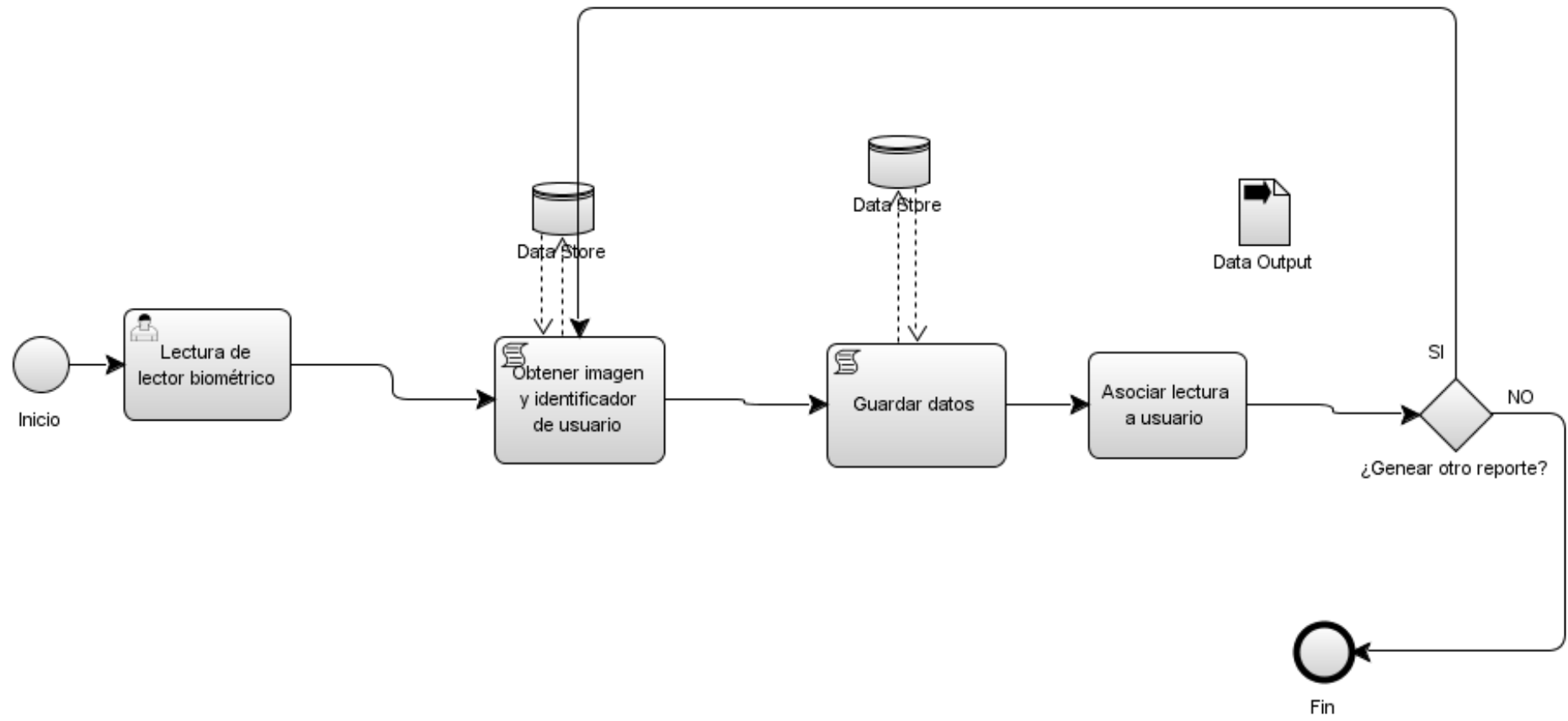
Generar Logs de acceso al sistema



Generar reportes de acceso por usuario.



Capturar Lectura Biométrica



CAPÍTULO V: SOLUCIÓN PROPUESTA.

En este capítulo detallamos los componentes de la aplicación Web que se utilizaran para integrar el lector biométrico con sistemas de información existentes, así mismo se detalla el cronograma con los entregables y el prototipo con sus esquemáticos y la documentación técnica respectiva.

5.1 Cronograma de actividades del Proyecto

ACTIVIDADES	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Definición de Roles del equipo de Desarrollo.				
Documento de Análisis General de procesos (Entregable).				
Definiciones Detalladas de Requerimientos (Entregable).				
-Workflow de comunicación en el contexto de la aplicación (Diagrama de comunicación de componentes).				
Estudio de la línea gráfica actual del software y derivados.				
Estudio de marca de Marca, Iconocografía de Aplicación Lector Biométrico.				
Elaboración del listado de componentes y recursos para el desarrollo de la Aplicación para Lector Biométrico (Entregable).				
Desarrollo de Diagrama de Procesos Modulo, Bocetería, de la aplicación.				

ACTIVIDADES	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Desarrollo Interfaces UI para niveles de la aplicación.		█		
Desarrollo de Componentes a nivel de aplicación		█		
Validación niveles de app y control de calidad (Interno).			█	
Código de todos los componentes desarrollados (por ejemplo: Base de datos, Procesos BPMN, Pantallas y Personalización de Aplicación), listo para ser utilizado en Pruebas de Usuario Final (Entregable)			█	
Modelado detallado y desarrollo de componentes (Entregable)			█	
Documentación de escenarios de pruebas y resultados (Entregable).			█	
Elaboración de informe de investigación.				█
Demo del prototipo desarrollado(Entregable)				█
Código Fuente y Credenciales (Entregable).				█
Presentación de la investigación.				█

5.2 Metodología de Desarrollo

Definición

La metodología utilizada se basa en el método SCRUM, el cual es un marco de referencia para estandarizar proceso de desarrollo desde sus etapas de diseño hasta su terminación.

Valores

- Individuos e Iteraciones sobre proceso y herramientas, los cuales son de mucha ayuda, pero no dan resultados si el equipo no sabe trabajar en grupo y comunicarse de manera colaborativa.
- Colaborar con el cliente en vez de negociaciones de contratos. No solo se busca obtener un contrato y dinero, por ende, se trata de resolver los problemas del cliente.
- Adaptables. Si los requerimientos o los supuestos requerimientos cambian, entonces también el plan y el diseño.

Procesos del Método SCRUM

1. Planeación: En esta fase se planea el proyecto y se genera el diseño de alto nivel.
2. Ciclo Sprint: El ciclo de Sprint es un ciclo iterativo de aproximadamente 3-4 semanas, en las que se realiza el desarrollo real del producto. Se comienza con una reunión de planificación de Sprint para decidir lo que se hará en el Sprint actual. A continuación, el desarrollo se hace.

Un Sprint se cierra con una reunión de revisión Sprint donde se demuestra los progresos realizados en el último Sprint, el Sprint se revisa y se realicen ajustes en el proyecto, según sea necesario.

3. El ciclo de Sprint se repite hasta que el desarrollo del producto se ha completado. El producto se completa cuando las variables de tiempo, la calidad, la competencia y los costos están en equilibrio:
 - a. Desarrollar el producto - implementar, probar y documentar.
 - b. Envuelva el trabajo - que esté listo para ser evaluados e integrados.
 - c. Revisar el trabajo realizado en este Sprint.
 - d. Ajuste de los cambios en los requisitos o planes.
 - e. Clausura: en esta fase el producto desarrollado es cerrado y liberado a los usuarios.

5.3 Definición de Roles

Product Owner	Es el propietario del producto, normalmente es la persona que conoce reglas de negocio y que evalúa la viabilidad del producto final, así como también mantiene una estrecha relación con el Project Manager para que juntos puedan liderar el proyecto.	Lic. Jose Manuel Fuentes.
Project Manager	Se encarga de gestionar los tiempos de entrega, definir requerimientos puntuales, objetivos generales y específicos del proyecto, y dirigir al equipo de Desarrollo en las actividades a realizar.	Ing. Raúl Antonio Torres
Scrum Team	Desarrollador a cargo de las tareas definidas en el Backlog, y delegados para completar los Sprint.	Ing. William Alexander Ventura

5.4 Requerimientos de Software

5.4.1 Componentes

Componentes de código abierto	Componentes de código propietario.
<ul style="list-style-type: none">• Debian• Raspbian• Arduino IDE• Apache2• Intérprete PHP v5.3+• Firefox• Open SSH• MariaDB MySQL• Composer• Codegiter Adapter• Netbeans• JDK.• Gitbash.• DOMPDF Adapter• Bootstrap	<ul style="list-style-type: none">• Chrome• Filezilla.• Mozilla Firefox• Windows

5.4.2 Sistemas Operativos

Debido a que la aplicación será multiplataforma podrá ser accedida desde cualquier navegador web, incluyendo dispositivos móviles y tabletas.

5.4.3 Lenguaje de Desarrollo

PHP 5.6

Acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor. Es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. En lugar de usar muchos comandos para mostrar HTML (como en C o en Perl), las páginas de PHP contienen HTML con código incrustado que hace "algo" (en este caso, mostrar "¡Hola, soy un script de PHP!"). El código de PHP está encerrado entre las etiquetas especiales de comienzo y final `<?php y ?>` que permiten entrar y salir del "modo PHP".

Lo que distingue a PHP de algo del lado del cliente como Javascript es que el código es ejecutado en el servidor, generando HTML y enviándolo al cliente. El cliente recibirá el resultado de ejecutar el script, aunque no se sabrá el código subyacente que era. El servidor web puede ser configurado incluso para que procese todos los ficheros HTML con PHP, por lo que no hay manera de que los usuarios puedan saber qué se tiene debajo de la manga.

Lo mejor de utilizar PHP es su extrema simplicidad para el principiante, pero a su vez ofrece muchas características avanzadas para los programadores profesionales. No sienta miedo de leer la larga lista de características de PHP. En unas pocas horas podrá empezar a escribir sus primeros scripts. Aunque el desarrollo de PHP está centrado en la programación de scripts del lado del servidor, se puede utilizar para muchas otras cosas.

Aplicaciones de PHP

PHP está enfocado principalmente a la programación de scripts del lado del servidor, por lo que se puede hacer cualquier cosa que pueda hacer otro programa CGI, como recopilar datos de formularios, generar páginas con contenidos dinámicos, o enviar y recibir cookies. Aunque PHP puede hacer mucho más.

Existen principalmente tres campos principales donde se usan scripts de PHP:

- **Scripts del lado del servidor.**

Este es el campo más tradicional y el foco principal. Son necesarias tres cosas para que esto funcione. El analizador de PHP (módulo CGI o servidor), un servidor web y un navegador web.

Es necesario ejecutar el servidor con una instalación de PHP conectada. Se puede acceder al resultado del programa de PHP con un navegador, viendo la página de PHP a través del servidor.

Todo esto se puede ejecutar en su máquina si está experimentado con la programación de PHP. Véase la sección sobre las instrucciones de instalación para más información.

- **Scripts desde la línea de comandos.**

Se puede crear un script de PHP y ejecutarlo sin necesidad de un servidor o navegador. Solamente es necesario el analizador de PHP para utilizarlo de esta manera.

Este tipo de uso es ideal para scripts que se ejecuten con regularidad empleando cron (en *nix o Linux) o el Planificador de tareas (en Windows).

Estos scripts también pueden usarse para tareas simples de procesamiento de texto. Véase la sección Uso de PHP en la línea de comandos para más información.

- **Escribir aplicaciones de escritorio.**

Probablemente PHP no sea el lenguaje más apropiado para crear aplicaciones de escritorio con una interfaz gráfica de usuario, pero si se conoce bien PHP, y se quisiera utilizar algunas características avanzadas de PHP en aplicaciones del lado del cliente, se puede utilizar PHP-GTK para escribir dichos programas.

También es posible de esta manera escribir aplicaciones independientes de una plataforma.

PHP puede emplearse en todos los sistemas operativos principales, incluyendo:

- Linux.
- Variantes de Unix
 - HP-UX.
 - Solaris
 - OpenBSD
 - IRIX
- Microsoft Windows.
- Mac OS X
- RISC OS
- probablemente otros más.

PHP admite la mayoría de servidores web de hoy en día, incluyendo:

- Apache.
- IIS.
- Nginix
- Lighthttpd.
- muchos otros.

De modo que, con PHP, se tiene la libertad de elegir el sistema operativo y el servidor web. Además, se tiene la posibilidad de utilizar programación por procedimientos o programación orientada a objetos (POO), o una mezcla de ambas.

Con PHP no se está limitado a generar HTML. Entre las capacidades de PHP se incluyen la creación de imágenes, ficheros PDF e incluso películas Flash (usando libswf y Ming) generadas sobre la marcha.

También se puede generar fácilmente cualquier tipo de texto, como XHTML y cualquier otro tipo de fichero XML. PHP puede autogenerar estos ficheros y guardarlos en el sistema de ficheros en vez de imprimirlos en pantalla, creando una caché en el lado del servidor para contenido dinámico.

Una de las características más potentes y destacables de PHP es su soporte para un amplio abanico de bases de datos. Escribir una página web con acceso a una base de datos es increíblemente simple utilizando una de las extensiones específicas de bases de datos (p.ej., para MySQL), o utilizar una capa de abstracción como PDO, o conectarse a cualquier base de datos que admita el estándar de Conexión Abierta a Bases de Datos por medio de la extensión ODBC.

Otras bases de datos podrían utilizar cURL o sockets, como lo hace CouchDB.

PHP también cuenta con soporte para comunicarse con otros servicios usando protocolos tales como:

- LDAP.
- IMAP.
- SNMP.
- NNTP.
- POP3.
- HTTP.
- COM (en Windows)
- muchos otros.

También se pueden crear sockets de red puros e interactuar usando cualquier otro protocolo. PHP tiene soporte para el intercambio de datos complejos de WDDX entre virtualmente todos los lenguajes de programación web. Y hablando de interconexión, PHP tiene soporte para la instalación de objetos de Java y emplearlos de forma transparente como objetos de PHP.

PHP tiene útiles características de procesamiento de texto, las cuales incluyen:

- Expresiones regulares compatibles con Perl (PCRE).
- Extensiones y herramientas para el acceso y análisis de documentos XML.
- PHP estandariza todas las extensiones XML sobre el fundamento sólido de libxml2, y amplía este conjunto de características añadiendo soporte para:
 - SimpleXML.
 - XMLReader y
 - XMLWriter

5.4.4 Sistema de Base de Datos

MySQL

La plataforma que se propone para la API es un LAMP server utilizando

- PHP 5.3+.
- Apache 2.2.
- Mysql 5.6+.

La plataforma propuesta está orientada tanto para grandes, medianas o pequeñas organizaciones, puede ser instalado en un host de paga sencillo hasta en un servidor dedicado institucional y puede correr tanto en ambientes de 32 como de 64 bits.

Se recomienda utilizar el ambiente de 64 bits. La carga transaccional es de 500 transacciones por segundo (TPS) dependiendo del hardware del equipo donde se encuentre instalado (TPS Calculadas a partir de un procesador Intel Core 2 duo de 1.6 Ghz), el tamaño máximo por tabla es usualmente determinado por el sistema operativo que la contiene, la base de datos podría crecer ilimitadamente dependiendo sobre todo del hardware de la máquina.

Los tamaños máximos por tabla y sistema operativo son los siguientes:

Sistema Operativo	Limite por Archivo
Win32 w/ FAT/FAT32	2GB/4GB
Win32 w/ NTFS	2TB (posiblemente más grande)
Linux 2.2-Intel 32-bit	2GB (LFS: 4GB)
Linux 2.4+	(utilizando ext3) 4TB
Solaris 9/10	16TB
MacOS X w/ HFS+	2TB
NetWare w/NSS file system	8TB

La cantidad de conexiones concurrentes es prácticamente ilimitada, pero se maneja de un promedio de 1000+ usuarios concurrentes dependiendo de las capacidades de la maquina servidor en el que esté instalado el Sistema.

Es posible instalar el sistema bajo MS ISS 7.5 o superior, la versión mínima recomendada para esto es MS IIS 7. Se recomienda que se utilice un ambiente Linux ya que es donde mejor trabaja el sistema en caso de rendimiento y seguridad respectan. Además es posible virtualizar la plataforma propuesta en Hyper V o bien en VMWare no tiene restricciones

5.4.5 Descripción de Componentes para el Backend

5.4.5.1 Framework CodeIgniter

Es un framework para desarrollo de aplicaciones - un conjunto de herramientas - para gente que construye sitios web usando PHP. Su objetivo es permitirle desarrollar proyectos mucho más rápido que lo que podría hacer si escribiera el código desde cero, proveyéndole un rico conjunto de bibliotecas para tareas comunes, así como y una interfaz sencilla y una estructura lógica para acceder a esas bibliotecas.

CodeIgniter le permite enfocarse creativamente en su proyecto al minimizar la cantidad de código necesaria para una tarea dada.

Requisitos en el Servidor

- PHP versión 5.1.6 o más reciente.
- Se necesita una base de datos en la mayoría de los casos de programación de aplicaciones web.
- Las bases de datos que se soportan actualmente son:
 - MySQL (4.1+).
 - MySQLi.
 - MS SQL.
 - Postgres.
 - Oracle.
 - SQLite.
 - y ODBC.

Licencia

CodeIgniter está liberado bajo licencias open source del estilo **Apache/BSD**, así que puede usarlo donde desee. Para mayor información lea el acuerdo de licencia. Se le permite usar, copiar, modificar y distribuir el Software y su documentación, con o sin modificaciones, para cualquier propósito.

5.4.5.2 Librería DOMPdf

Es una herramienta que permite leer un documento **HTML** y convertirlo a **PDF**. El objetivo de esta herramienta no es crear un documento estéticamente profesional y personalizado, sino permitir con el mismo documento **HTML** generar un documento **PDF** para que el usuario lo pueda descargar más fácilmente.

Cuando la parte estética no es tan importante, a veces viene bien simplificar el trabajo realizando una sola vez la programación.

Características

- Soporte de CSS 2.1 y algunas funcionalidades de CSS3.
- Soporte de atributos HTML 4.1
- Soporte de páginas de estilo externos.
- Soporte para tablas, imágenes, SVG.

Requerimientos

- PHP 5.3 o superior.
- Extensiones MBString, DOM GD.
- Php-fon-lib
- Php-svg-lib

El directorio en el que se ha instalado es application **/third-party/dompdf/**

5.4.6 Descripción de Componentes para el Frontend

5.4.6.1 JQuery

Biblioteca multiplataforma de JavaScript, creada inicialmente por John Resig, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web.

Sitio: <https://jquery.com/>

Directorio: assets/js/jquery.js

5.4.6.2 Bootstrap

Framework originalmente creado por Twitter, que permite crear interfaces web con CSS y JavaScript, cuya particularidad es la de adaptar la interfaz del sitio web al tamaño del dispositivo en que se visualice.

Sitio: <http://getbootstrap.com/>

Directorio: assets/js/bootstrap.js, assets/css/bootstrap.css, assets/font-awesome/css/font-awesome.css

5.4.6.3 Dropzone

Librería gratuita que permite subir archivos, se destaca por su elegancia formal, su sencillez de uso y lo altamente configurable que es. Ofrece entre otras cosas, drag and drop de archivos múltiples y preview de imágenes como características principales. Es muy simple de instalar y utilizar (apenas añadirle una clase al formulario adecuado), con vastas opciones de configuración tanto de formato como de capacidades o eventos, bien documentado

Sitio: <http://www.dropzonejs.com/>

Directorio: assets/js/dropzone.js, assets/css/dropzone.css

5.4.6.4 Switch-on-off

Es una librería que permite crear Checkbox y Radio Button de forma flexible, con una apariencia y estilo muy moderno y fácil de integrar, respetando la línea gráfica de bootstrap.

Sitio: www.bootstrap-switch.org

Directorio: assets/js/bootstrap-switch.js

5.4.6.5 Pnotify

Plugin para jQuery que genera todo tipo de notificaciones. Es totalmente configurable y muy flexible a la hora de mostrar las notificaciones, incluso sustituyendo a **alert()**.

Sitio: <https://sciactive.com/pnotify/>

Directorio: assets/js/pnotify/pnotify.custom.min.js, assets/css/pnotify/pnotify.custom.min.css

5.4.6.6 Bootstrap Datepicker

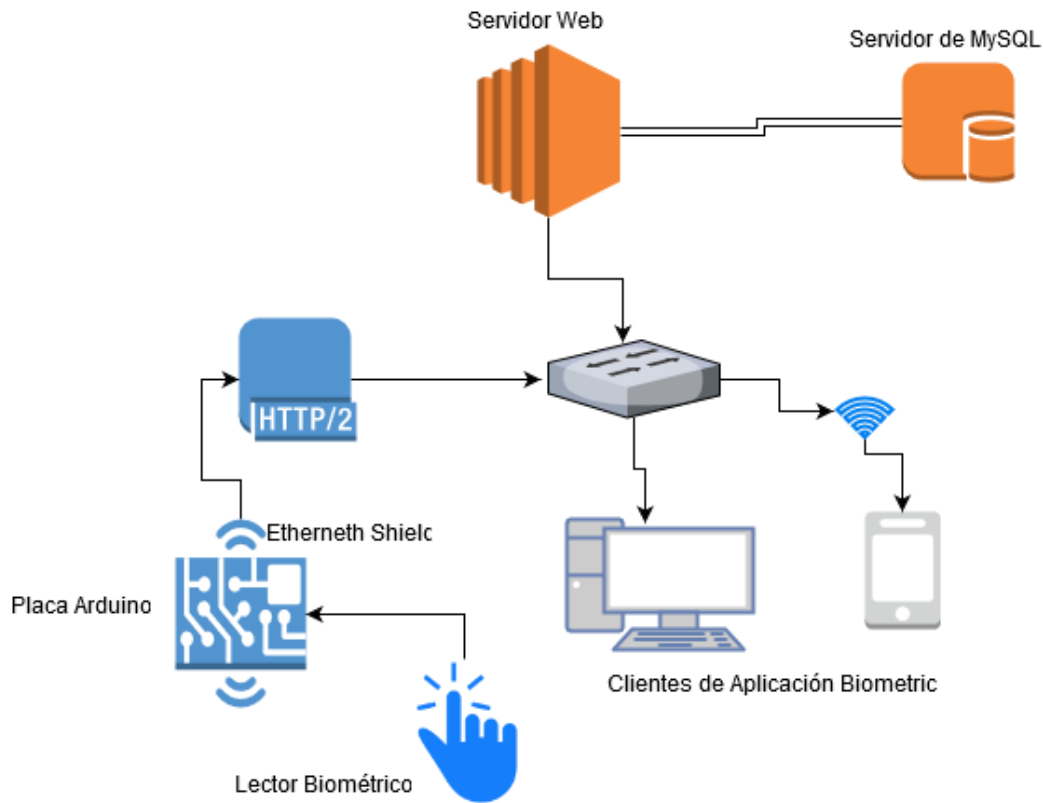
Permite personalizar calendarios a la medida, de lo contrario sería necesario cientos de líneas de código para obtener los buenos resultados que proporciona esta función.

Sitio: <http://www.daterangepicker.com/>

Directorio: assets/js/datepicker/js/bootstrap-datepicker.js

5.5 Arquitectura de la aplicación Web-Arduino.

5.5.1 Componentes de la aplicación

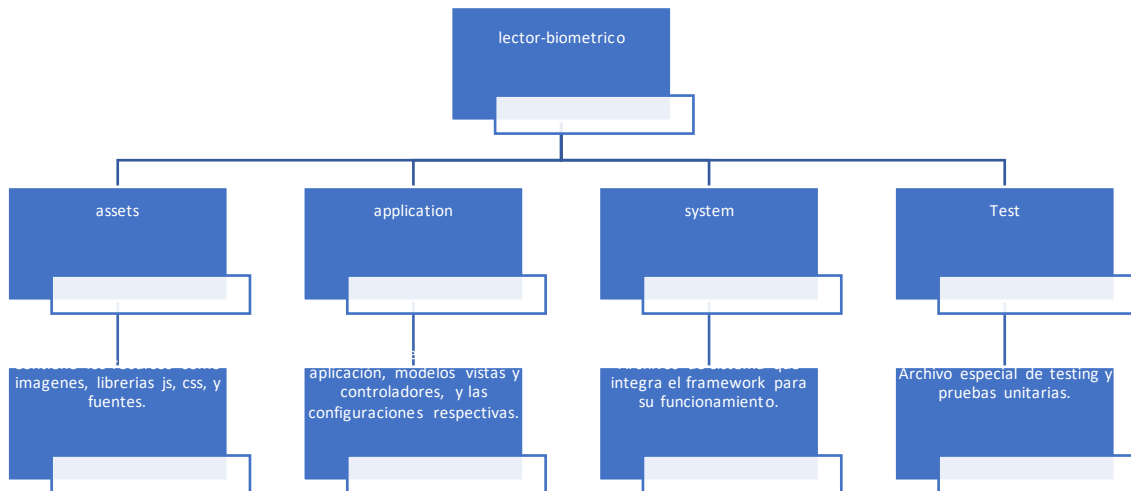


La arquitectura cuenta con 3 componentes importantes que son:

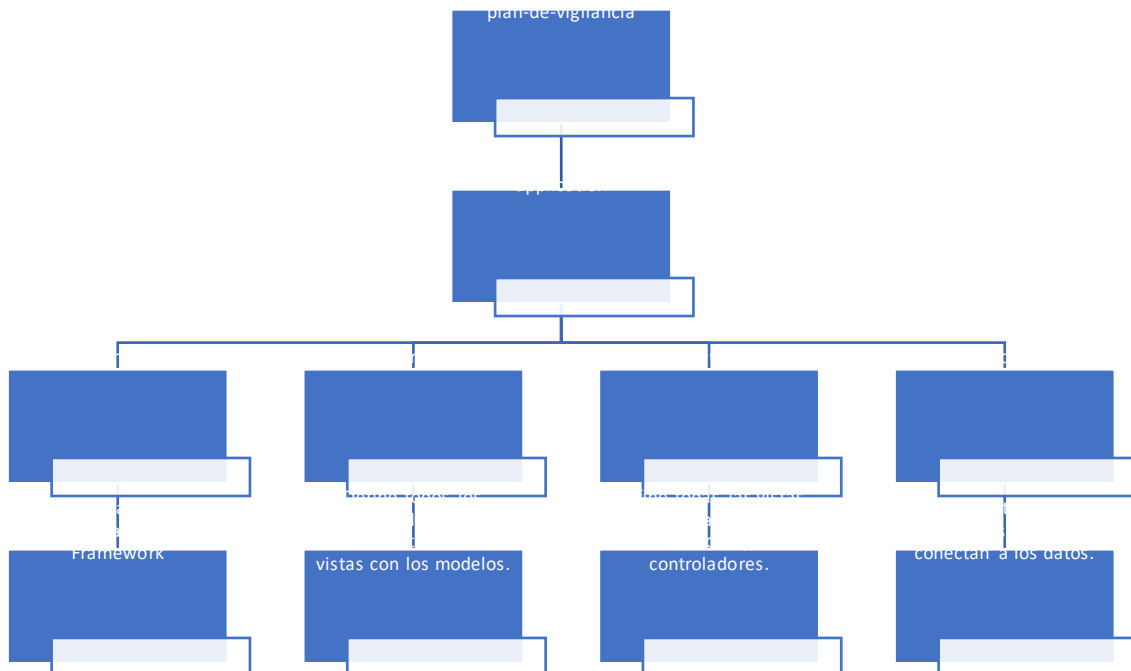
- **Circuito IoT:**
Incluye la placa Arduino, Ethernet Shield y Lector biométrico, en cada lectura la placa Arduino se comunica con el servidor utilizando el protocolo HTTP accediendo a una REST API.
- **Aplicación Web para Lector Biométrico.**
Está diseñada en PHP, con el Framework Codeigniter, Bootstrap y contará con una API para comunicación con el Arduino y una aplicación Web para comunicación con usuarios finales.
- **Arquitectura de Servidores para centralizar la aplicación.**
Se encarga de recibir solicitudes de Arduino y Clientes Web y almacenar información en el servidor de Datos.

5.5.2 Jerarquía de carpetas

5.5.2.1 Directorio lector-biométrico



5.5.2.2 Subdirectorio application



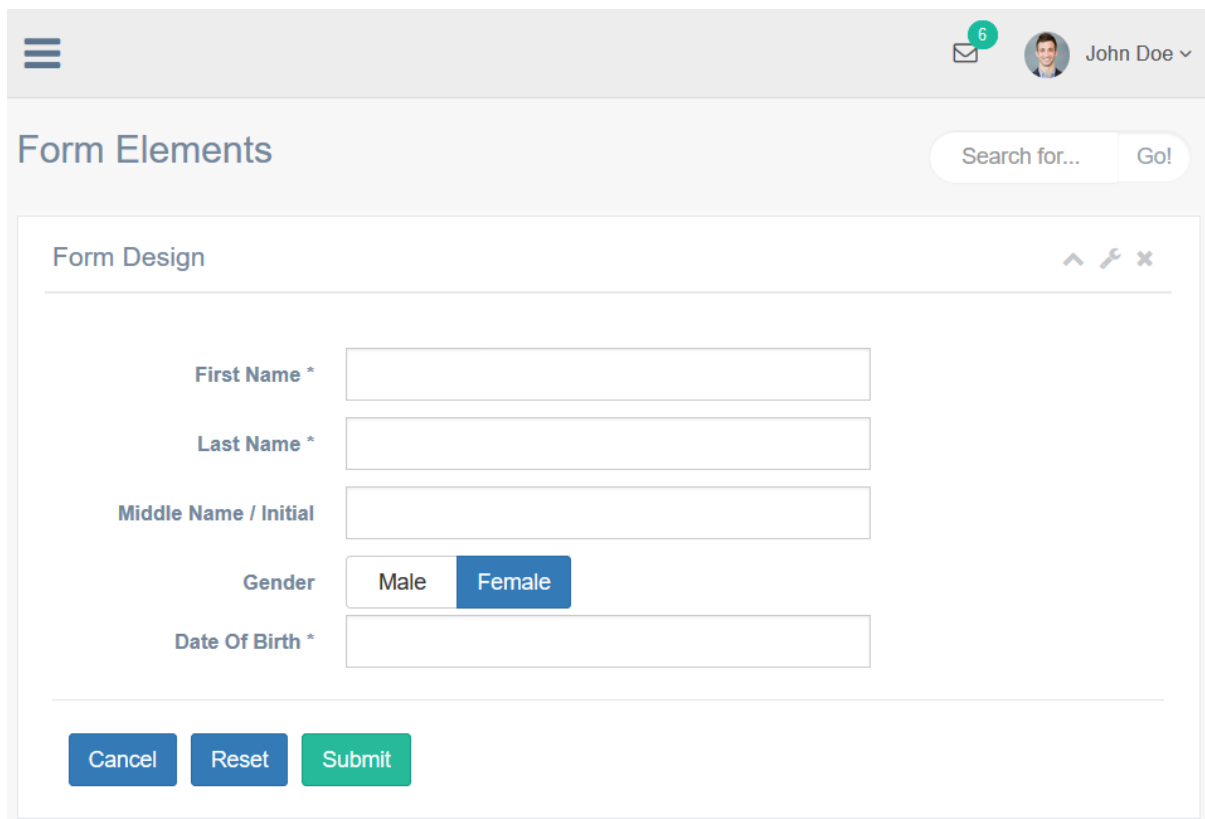
5.6 Briefing de Diseño Gráfico

5.6.1 Análisis de Situación

Actualmente las empresas de realizan una serie de operaciones que involucran la intervención del recurso humano, este involucramiento requiere de una selectividad y de mecanismos de seguridad que permitan comprobar de forma fiable la identidad y autenticidad de los usuarios que accederán a los recursos de cada entidad, es por ello que se considera prioritario diseñar una aplicación que permite comprobar accesos y autenticidad basada en la lectura biométrica dactilar, para ello además se requiere de un diseño minimalista, y fácil de utilizar por las entidades diversas.

5.6.2 Antecedente de interface

Actualmente la mayor cantidad de empresas y desarrolladores están familiarizados con la línea gráfica de Bootstrap sencilla, esta interfaz cuenta con una comunicación visual de la de sus componentes, de forma que son intuitivos como se muestra en el ejemplo:



The image shows a user interface for a form design tool. At the top, there is a navigation menu (hamburger icon), a notification badge with the number '6', and a user profile for 'John Doe'. Below this is a search bar with the text 'Search for...' and a 'Go!' button. The main content area is titled 'Form Elements' and contains a 'Form Design' section. This section displays a form with the following fields: 'First Name *', 'Last Name *', 'Middle Name / Initial', 'Date Of Birth *', and a 'Gender' selector with 'Male' and 'Female' options. At the bottom of the form design area, there are three buttons: 'Cancel', 'Reset', and 'Submit'.

Form Design



First Name	Last Name
Email	Phone
Default Input	Default Input
Disabled Input	Disabled Input
Read-Only Input	Read-Only Input
Date Of Birth *	

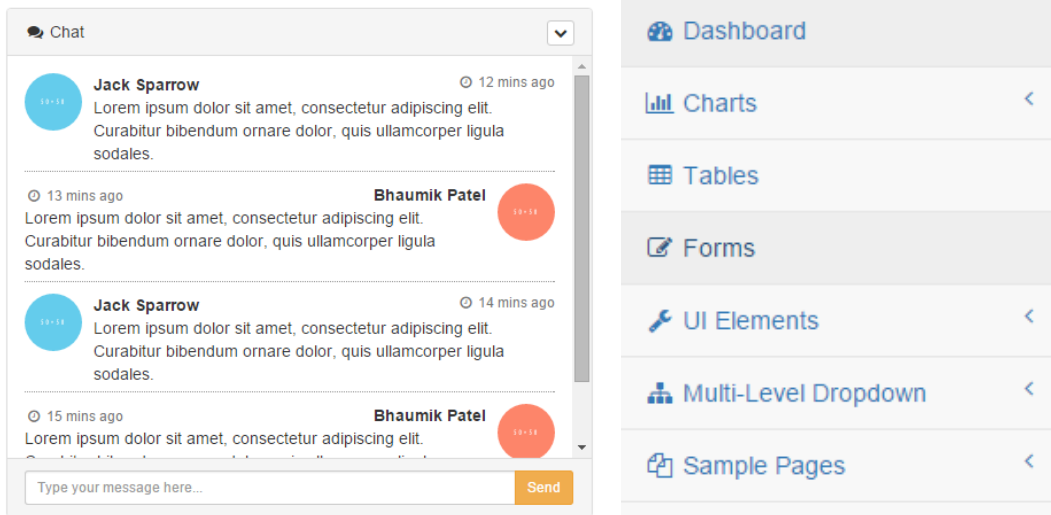
- Checkboxes and radios**
Normal Bootstrap elements
- Option one. select more than one options
 - Option two. select more than one options
 - Option one. only select one option
 - Option two. only select one option

- Checkboxes and radios**
Normal Bootstrap elements
- Checked
 - Unchecked
 - Disabled
 - Disabled & checked
 - Checked
 - Unchecked
 - Disabled
 - Disabled & Checked

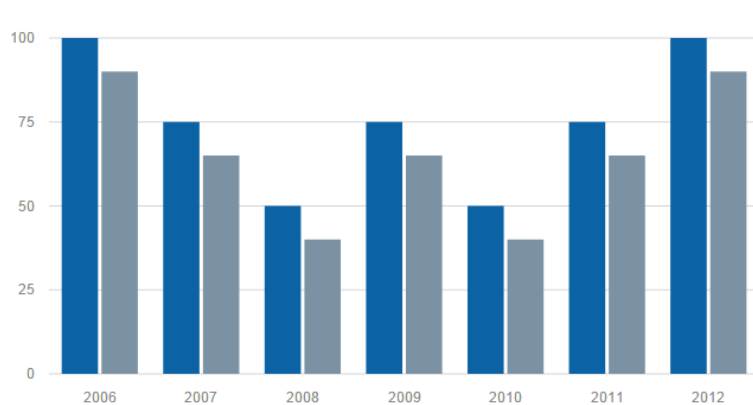
- Switch**
- Checked
 - Unchecked
 - Disabled
 - Disabled Checked

5.6.3 Orientación al diseño

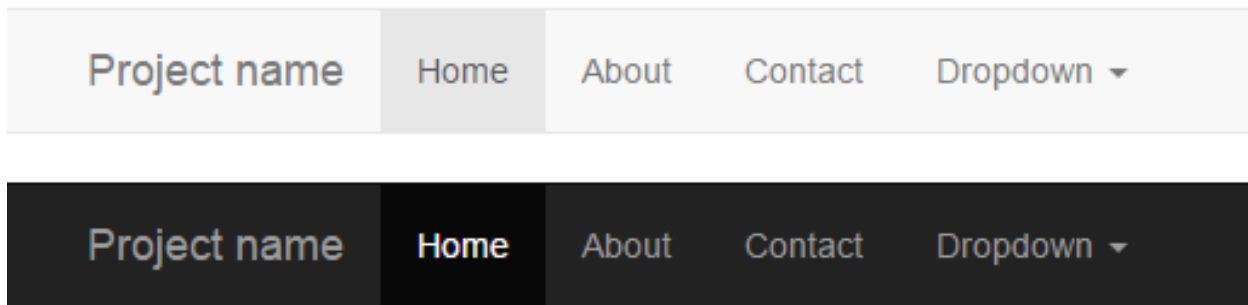
Partiendo de esa aceptación de los usuarios al tipo de interfaces Bootstrap, tomaremos como línea gráfica el diseño minimalista de dicho framework frontend para desarrollar nuestras interfaces visuales.



#	Date	Time	Amount
3326	10/21/2013	3:29 PM	\$321.33
3325	10/21/2013	3:20 PM	\$234.34
3324	10/21/2013	3:03 PM	\$724.17
3323	10/21/2013	3:00 PM	\$23.71
3322	10/21/2013	2:49 PM	\$8345.23
3321	10/21/2013	2:23 PM	\$245.12
3320	10/21/2013	2:15 PM	\$5663.54
3319	10/21/2013	2:13 PM	\$943.45



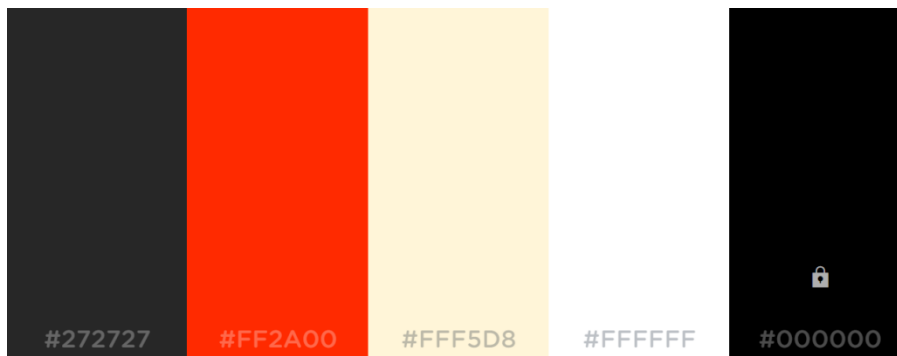
Buttons



Por otra parte se plantea como alternativa predominar con blancos los fondos, como se podrá ver en la inspección cromática.

5.6.4 Inspección cromática

5.6.4.1 Paleta de Colores a utilizar (explicación y objetivo)



Se ha elegido la siguiente paleta de colores debido a que combina colores que dan limpieza al marco de trabajo, los colores negros serán utilizados para las letras y el gris para las sombras, el color rojo será utilizado en el logo en los textos que tengan información sumamente importante.

Objetivo:

Diseñar una aplicación visualmente atractiva y agradable, que el área de trabajo tenga el aspecto de limpieza y que a la vez sea un diseño formal ya que va orientado al aprendizaje.

5.6.4.2 Tipografía a utilizar (explicación y objetivo)

Tipografía a utilizar es: Roboto







¿Por qué? Es una tipografía desarrollada para lucir en Dispositivos Android, Google la introdujo en la versión 4.0 Ice Cream y esta liberada bajo la Licencia Apache lo que significa que podemos utilizarla sin restricciones.

Objetivo:

Utilizar una tipografía que ayude a una lectura agradable y que a la vez se integre con Dispositivos HD sin perder calidad. A la vez que pueda ser soportada en el 100% de Dispositivos Android y Aplicaciones Web.

5.6.4.3 Iconográfica (explicación y objetivo)

Para la Iconografía se utilizará el recurso llamado “Google Material Design Icons” es un conjunto de 350 iconos, que tendremos a disposición para todas las tareas comunes como.

- Home 
- Editar 
- Nuevo 
- Registro 
- Atrás 
- Eliminar 

Dirección <http://webalys.com/nova/free-icons.html>

Objetivo:

Crear una aplicación con iconografía minimalista, que sea reutilizable y que permite que el usuario pueda comprender de forma intuitiva las acciones que realizara al accionar dichos botones.

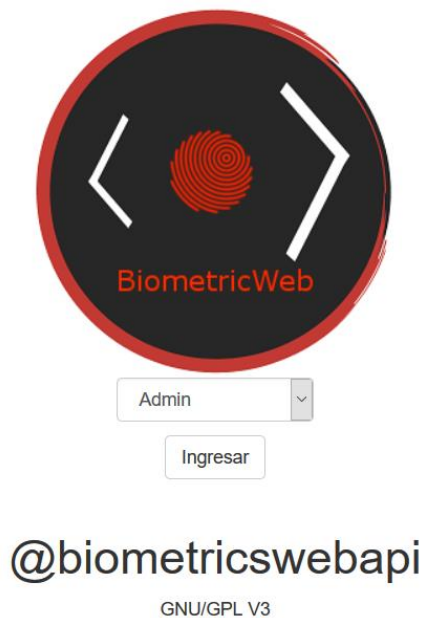
5.6.5 Vista en boceto de las interfaces UX

4.6.5.1 Landing Page



Esta es la pantalla principal de los usuarios donde pueden acceder a los diferentes módulos de la aplicación Web, algunos módulos requieren de autenticación utilizando el lector biométrico.

5.6.5.2 Inicio de Sesión



5.6.5.3 Lectores registrados

Lector Biometrico Dispositivos Usuarios Login Logs

Add

Nombre	IP	MAC	Voltaje	Clave del dispositivo	Action
Arduino Control WebAPP	192.168.56.100	N/A	120V	54554544554421212121	Delete
Arduino Control Puerta	192.168.56.200	N/A	120V	5584756522255551	Delete
Arduino Control Asistencia	192.168.56.300	N/A	120V	66657877878899898	Delete

5.6.5.4 Usuarios Registrados

Lector Biometrico Dispositivos Usuarios Login Logs

Add

User ID	Username	Huellas registradas	Action	Action
025445	Admin	5	Delete	OK
025446	Jorge	2	Delete	OK
025447	Luis	0	Delete	Registrar

5.6.5.5 Registros de Acceso. LOGS.

Lector Biometrico Dispositivos Usuarios Login Logs

Log Time	Username	Data
8/14/2017 12:42:25	Jose	ACCESS
8/14/2017 12:42:30	Jose	ACCESS
8/14/2017 12:42:45	Jose	ACCESS
8/14/2017 12:48:30	Jose	ACCESS
8/14/2017 12:45:30	Jose	ACCESS
8/14/2017 12:50:10	Jose	ERROR
8/14/2017 12:42:55	Jose	ERROR
8/14/2017 13:42:31	Jose	ACCESS

5.7 Librería AdaFruit para Lector Biométrico

5.7.1 Scripts Arduino

Para el manejo del Fingerprint con Open Hardware utilizaremos una clase de la industria Adafruit, esta clase ya nos da ciertas rutinas pre-programadas que nos facilitara el proceso de adaptación, usaremos específicamente 3 los cuales son:

Clase Adafruit_Fingerprint:

Nos permite verificar si un lector biométrico de huellas está conectado a la placa Arduino y hace un reconocimiento de la huella para poder verificar si está registrada en la base de datos, trabajaría de la siguiente forma:

Inicio_lector_biométrico.ino

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>

into getFingerprintIDez();

// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
SoftwareSerial mySerial(2, 3);

Adafruit_Fingerprint finger =
Adafruit_Fingerprint(&mySerial);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("fingertest");

  // set the data rate for the sensor serial port
```

```

finger.begin(57600);

if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("Found fingerprint sensor!");
} else {
    Serial.println("Did not find fingerprint sensor :(");
    while (1);
}

Serial.println("Waiting for valid finger...");
}

void loop()
{
    getFingerprintIDez();

    //don't ned to run this at full speed.
    delay(50);
}

uint8_t getFingerprintID() {
    uint8_t p = finger.getImage();
    switch (p) {
        case FINGERPRINT_OK:
            Serial.println("Image taken");
            break;
        case FINGERPRINT_NOFINGER:
            Serial.println("No finger detected");
            return p;

```

```

case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
    Serial.println("Communication error");
    return p;
case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
    Serial.println("Imaging error");
    return p;
default:
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}

// OK success!
p = finger.image2Tz();
switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
        Serial.println("Image converted");
        break;
    case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
        Serial.println("Image too messy");
        return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
        Serial.println("Communication error");
        return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    default:
        Serial.println("Unknown error");
        return p;
}

```

```

}

// OK converted!
p = finger.fingerFastSearch();
if (p == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Found a print match!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Communication error");
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND) {
    Serial.println("Did not find a match");
    return p;
} else {
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}

// found a match!
Serial.print("Found ID #");
Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of ");
Serial.println(finger.confidence);
}

// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez() {
    uint8_t p = finger.getImage();
    if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;

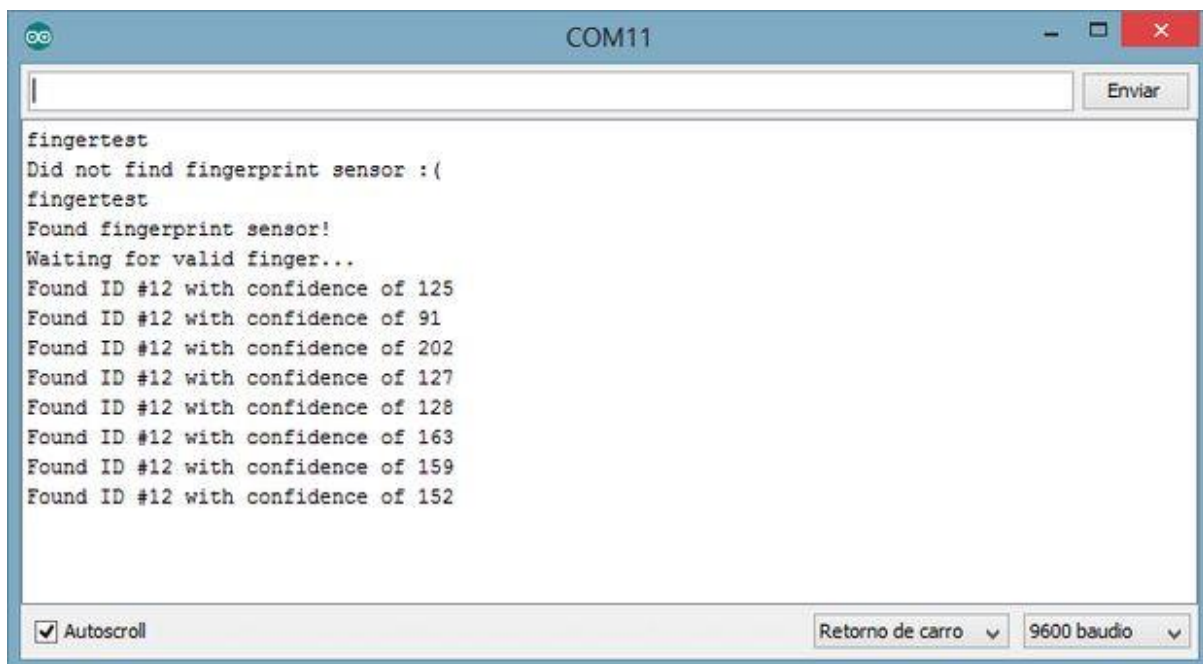
    p = finger.image2Tz();
    if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
}

```

```
p = finger.fingerFastSearch();  
if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;  
  
// found a match!  
Serial.print("Found ID #"); Serial.print(finger.fingerID);  
Serial.print(" with confidence of ");  
Serial.println(finger.confidence);  
return finger.fingerID;  
}
```

(Chwartz, 2015)

Dando como resultado la siguiente salida:



```
fingertest  
Did not find fingerprint sensor :(  
fingertest  
Found fingerprint sensor!  
Waiting for valid finger...  
Found ID #12 with confidence of 125  
Found ID #12 with confidence of 91  
Found ID #12 with confidence of 202  
Found ID #12 with confidence of 127  
Found ID #12 with confidence of 128  
Found ID #12 with confidence of 163  
Found ID #12 with confidence of 159  
Found ID #12 with confidence of 152
```

La clase Enroll:

Esta clase se llamará cuando queramos capturar una huella y poder guardarla en una base de datos relacionada con un id para su posterior búsqueda, cuyo código sería:

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>

uint8_t getFingerprintEnroll(uint8_t id);

// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
SoftwareSerial mySerial(2, 3);

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("fingertest");

  // set the data rate for the sensor serial port
  finger.begin(57600);

  if (finger.verifyPassword()) {
    Serial.println("Found fingerprint sensor!");
  } else {
    Serial.println("Did not find fingerprint sensor :(");
    while (1);
  }
}

// run over and over again
void loop()
```

```

{
    Serial.println("Type in the ID # you want to save this finger as...");
    uint8_t id = 0;
    while (true) {
        while (! Serial.available());
        char c = Serial.read();
        if (! isdigit(c)) break;
        id *= 10;
        id += c - '0';
    }
    Serial.print("Enrolling ID #");
    Serial.println(id);

    while (! getFingerprintEnroll(id) );
}

uint8_t getFingerprintEnroll(uint8_t id) {
    uint8_t p = -1;
    Serial.println("Waiting for valid finger to enroll");
    while (p != FINGERPRINT_OK) {
        p = finger.getImage();
        switch (p) {
            case FINGERPRINT_OK:
                Serial.println("Image taken");
                break;
            case FINGERPRINT_NOFINGER:
                Serial.println(".");
                break;
            case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
                Serial.println("Communication error");
                break;
            case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
                Serial.println("Imaging error");
                break;
            default:

```

```

    Serial.println("Unknown error");
    break;
}
}

// OK success!

p = finger.image2Tz(1);
switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
        Serial.println("Image converted");
        break;
    case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
        Serial.println("Image too messy");
        return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
        Serial.println("Communication error");
        return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    default:
        Serial.println("Unknown error");
        return p;
}

Serial.println("Remove finger");
delay(2000);
p = 0;
while (p != FINGERPRINT_NOFINGER) {
    p = finger.getImage();
}

```

```

p = -1;
Serial.println("Place same finger again");
while (p != FINGERPRINT_OK) {
  p = finger.getImage();
  switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
      Serial.println("Image taken");
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      Serial.print(".");
      break;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
      Serial.println("Communication error");
      break;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      Serial.println("Imaging error");
      break;
    default:
      Serial.println("Unknown error");
      break;
  }
}

// OK success!

p = finger.image2Tz(2);
switch (p) {
  case FINGERPRINT_OK:
    Serial.println("Image converted");
    break;
  case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
    Serial.println("Image too messy");
    return p;
  case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:

```

```

        Serial.println("Communication error");

        return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        Serial.println("Could not find fingerprint features");
        return p;
    default:
        Serial.println("Unknown error");
        return p;
}

// OK converted!
p = finger.createModel();
if (p == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Prints matched!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Communication error");
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_ENROLLMISMATCH) {
    Serial.println("Fingerprints did not match");
    return p;
} else {
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}

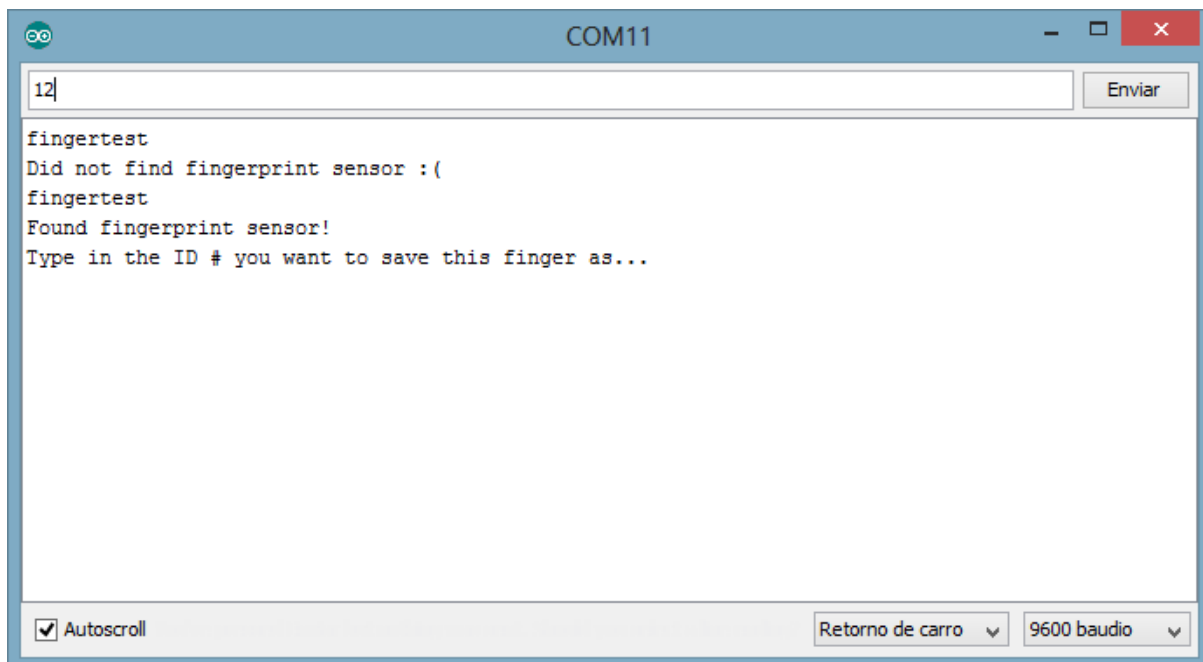
p = finger.storeModel(id);
if (p == FINGERPRINT_OK) {
    Serial.println("Stored!");
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Communication error");
}

```

```
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_BADLOCATION) {
    Serial.println("Could not store in that location");
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_FLASHERR) {
    Serial.println("Error writing to flash");
    return p;
} else {
    Serial.println("Unknown error");
    return p;
}
}
```

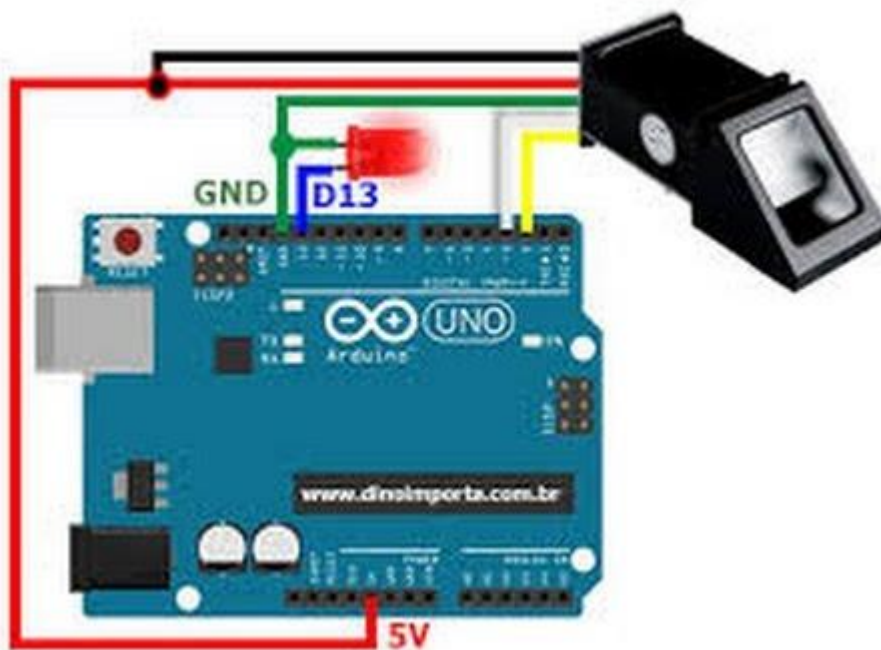
(Chwartz, 2015)

Dando como salida en un puerto serial:



5.7.2 Diagrama de conexiones

La conexión del sensor con respecto al Arduino para la utilización de estas clases es relativamente fácil, solo se tienen 4 cables, dos de comunicación y dos de poder, siendo su configuración estándar la siguiente:



5.7.3 Conexión del Arduino con el Servidor Web

5.7.3.1 Conexión Ethernet Shield DHCP

Una vez se tiene la huella es necesario procesarla y enviarla a la API REST para ello se necesitará configurar una tarjeta de Red para que el Arduino pase a formar parte de la Red y pueda enviar datos utilizando el protocolo HTTP hasta el destino remoto donde los datos serán procesados, y se evaluarán las reglas de negocio específicas.

Tenemos que importar en primer lugar un par de librerías, la SPI (Serial Protocol Interface) y la Ethernet, estas librerías las utilizaremos para poder manipular las diferentes configuraciones que necesitamos.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
```

Posteriormente vamos a configurar la dirección física del Ethernet Shield, es importante que si existieran dos Ethernet Shield cada uno se deberá diferenciar en dicha configuración.

```
byte mac[] = { 0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02 } ;
```

Y ahora vamos a crear una instancia de cliente Ethernet:

```
EthernetClient client;
```

Definimos el método setup() en el cual definiremos las configuraciones generales para inicializar el ethernet.

```
void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    while (!Serial)
        ; // Solo para el Leonardo
}
```

En las versiones actuales de la librería Ethernet, si no suministramos una dirección IP propia, al inicializar la Ethernet, intentará conseguir una dirección mediante DHCP automáticamente, y devolverá 1 si lo consigue y 0 en caso contrario: Si por el contrario devuelve un valor positivo, habrá rellenado un array Ethernet.localIP(), de 4 bytes, con la dirección IP obtenida del DHCP

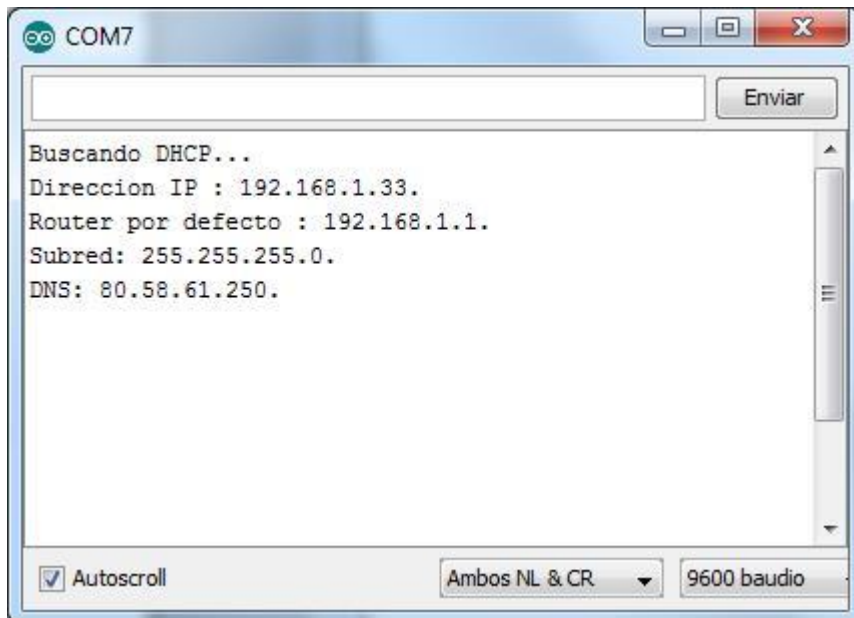
```
Serial.print("Mi direccion IP es: ");

for (byte B = 0; B < 4; B++)
{
    Serial.print(Ethernet.localIP()[B], DEC);

    Serial.print(".");
}

Serial.println();
```

El programa imprimirá, la dirección IP obtenida, en la siguiente captura podemos observar una conexión exitosa entre el Ethernet Shield y las configuraciones obtenidas o generadas desde un servidor DHCP.



Si en nuestra red no hay disponible un servidor DHCP, tenemos que determinar nuestro rango de direcciones y asignarlas manualmente a nuestro Shield Ethernet.

5.7.3.2 Conexión Ethernet Shield IP estatica.

Para forzar a nuestro Shield a una dirección determinada, sin recurrir al DHCP, podéis hacerlo creando antes de llamar a Ethernet.begin (mac), uno o varios arrays de 4 bytes:

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };  
  
IPAddress ip(192,168,1, 177);  
  
IPAddress gateway(192,168,1, 1);  
  
IPAddress subnet(255, 255, 0, 0);
```

El IDE incluye un ejemplo muy interesante de acceso a Google desde la Ethernet y para hacerle una consulta. Vamos a cargarlo y comprobar que nuestra conexión y configuración funcionan correctamente, haremos una petición desde nuestro programa de búsqueda en Google y mostraremos el resultado en la puerta serie.

5.7.3.3 Cliente Ethernet Arduino

```
#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

char server[] = "www.google.com";

IPAddress ip(192,168,1,177);

EthernetClient client;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  while (!Serial);

  if (Ethernet.begin(mac) == 0)
  {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    Ethernet.begin(mac, ip);
  }

  delay(1000);

  Serial.println("connecting...");

  if (client.connect(server, 80))
```

```

{
    Serial.println("connected");

    client.println("GET /search?q=arduino HTTP/1.1");

    client.println("Host: www.google.com");

    client.println("Connection: close");

    client.println();

}else{

    Serial.println("connection failed");

}

}

void loop()

{

    if (client.available())

    {

        char c = client.read();

        Serial.print(c);

    }

    if (!client.connected())

    {

        Serial.println();

        Serial.println("disconnecting.");

        client.stop();

        while (true);

    }

}

```

(Diaz, 2016)

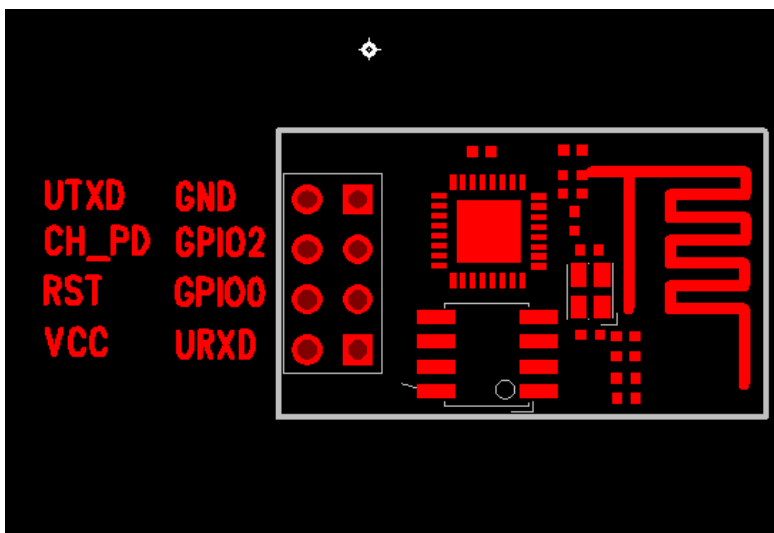
5.7.3.4 Conexión Wifi Shield

El Wifi Shield es un módulo diseñado para Arduino y IoT, y por eso incluye todo lo necesario para conectarse a un punto de acceso WIFI mediante **comandos de texto AT**, vía una puerta serie, que puede ser configurada a diferentes velocidades.

Una vez que le instruimos para que se conecte a nuestra WIFI, el módulo es capaz de enviar información que le remitimos vía la puerta serie a una dirección IP y puerto que deseemos.

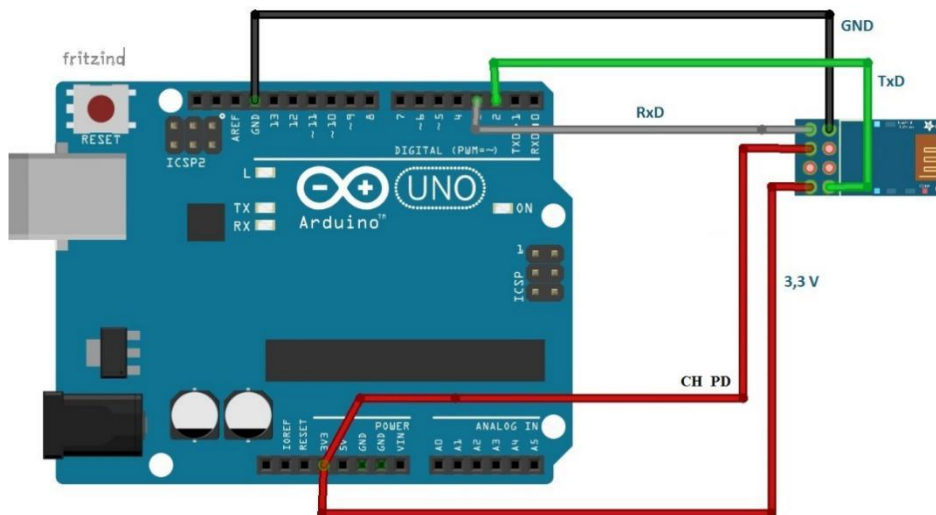
5.7.3.5 Wifi Shield ESP8266

Veamos como conectarlo a nuestro Arduino, el patillaje del módulo visto desde la parte superior donde se puede observar la antena integrada es así:



La fuente interna de 3.3V del Arduino da un máximo de 50 mA, pero el consumo del módulo en el arranque es bastante superior a esto, esto hace que el módulo Wifi tenga un arranque con posibles problemas, el módulo realiza intentos de arranque repetitivos hasta encender el módulo de forma exitosa, y este pueda ser utilizado con normalidad.

En otro caso si tenemos una fuente externa de alimentación de 3.3V podemos utilizarla para alimentar este módulo ESP8266. En este caso el módulo arrancará sin problemas. Para ello se anexa el diagrama de conexión.



Primeros comandos AT con ESP8266

Los módulos ESP8266 antiguos venían programados a una velocidad de comunicación de 9.600 baudios, últimamente la configuración es de 115.200 baudios y por eso es necesario considerar esa velocidad de entrada e ir bajando si es necesario o si hay problemas de conectividad. Los Arduino UNO no funcionan de forma óptima con 115200 con la librería Serial, al contrario, el Arduino MEGA o DUE presentan pocos problemas de comunicación con respecto del Arduino UNO.

Vamos a volcar a nuestro Arduino el siguiente programita, que heredamos de la conexión Bluetooth, que simplemente vuelca la consola al puerto serie y viceversa:

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial BT1(3, 2); // RX | TX

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  BT1.begin(115200);
}

void loop()
{
  String B= "." ;

  if (BT1.available())
```

```

{
    char c = BT1.read() ;

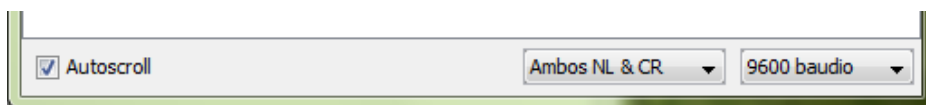
    Serial.print(c);
}

if (Serial.available())
{
    char c = Serial.read();

    BT1.print(c);
}
}

```

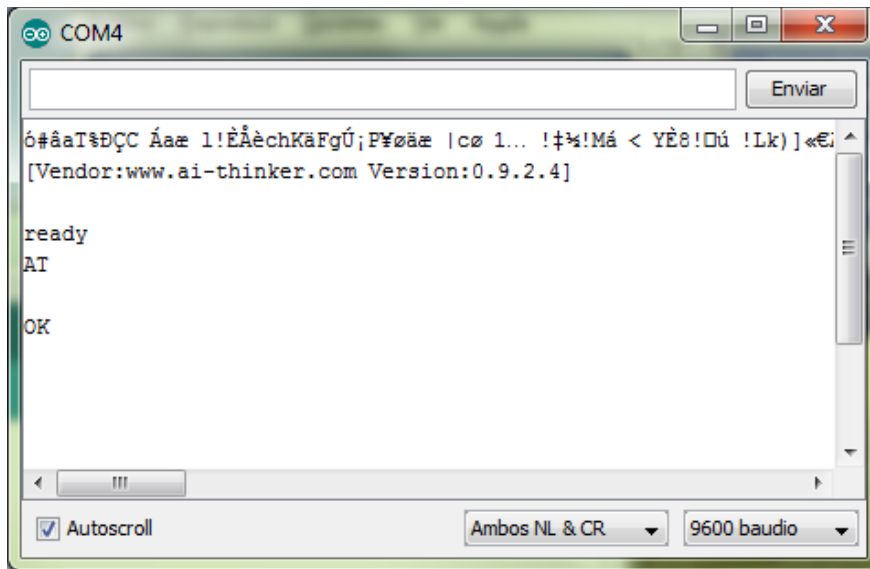
Finalmente abrimos la consola serial y nos aseguramos de que la comunicación este definida a 9600 baudios, por lo que en principio conviene que lo pruebes así.



Si con la conexión que hemos descrito en el apartado anterior el módulo Wifi no arranca. Debemos volver a intentar hasta lograr la pantalla siguiente, normalmente hay problemas por la alimentación para el módulo Wifi como lo describimos anteriormente:



Vamos con nuestro primer **comando AT**, simplemente pedir atención: AT + [Intro]:

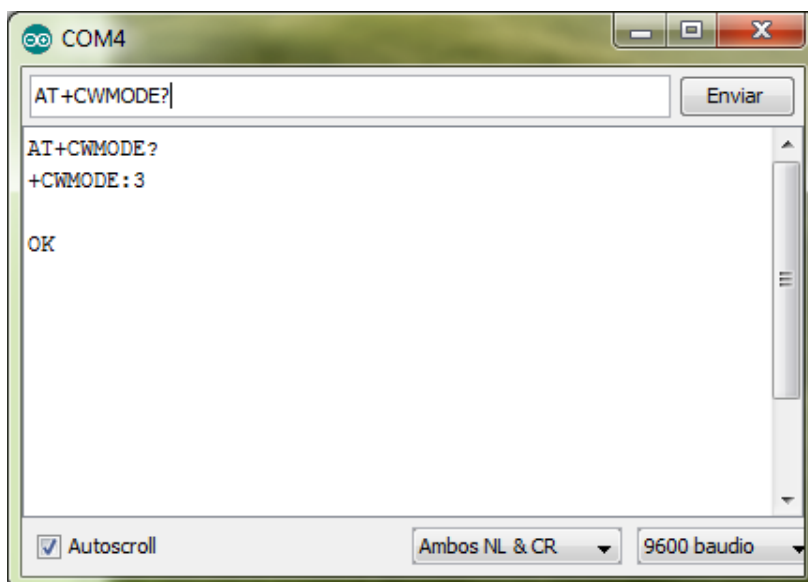


El módulo responde con un OK, para indicar que tenemos la línea abierta. En caso negativo deberemos probar a cambiar la velocidad de transmisión hasta que recibamos un mensaje legible.

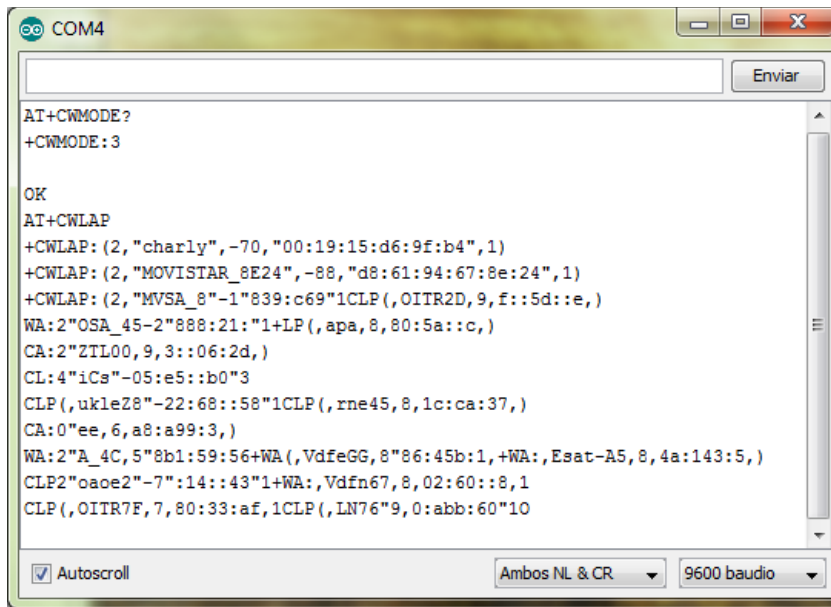
Para resetear el módulo debemos probar AT+RST

Se puede cambiar el modo de ejecución de la línea, ejecutando la instrucción AT+CWMODE=n, donde n es 1, 2 o 3. Para saber en qué modo estás:

AT+CWMODE?



Vamos ahora a ver qué puntos de acceso WIFI tenemos en las inmediaciones:



```
COM4
[Empty input field] [Enviar]
AT+CWMLAP?
+CWMLAP:3

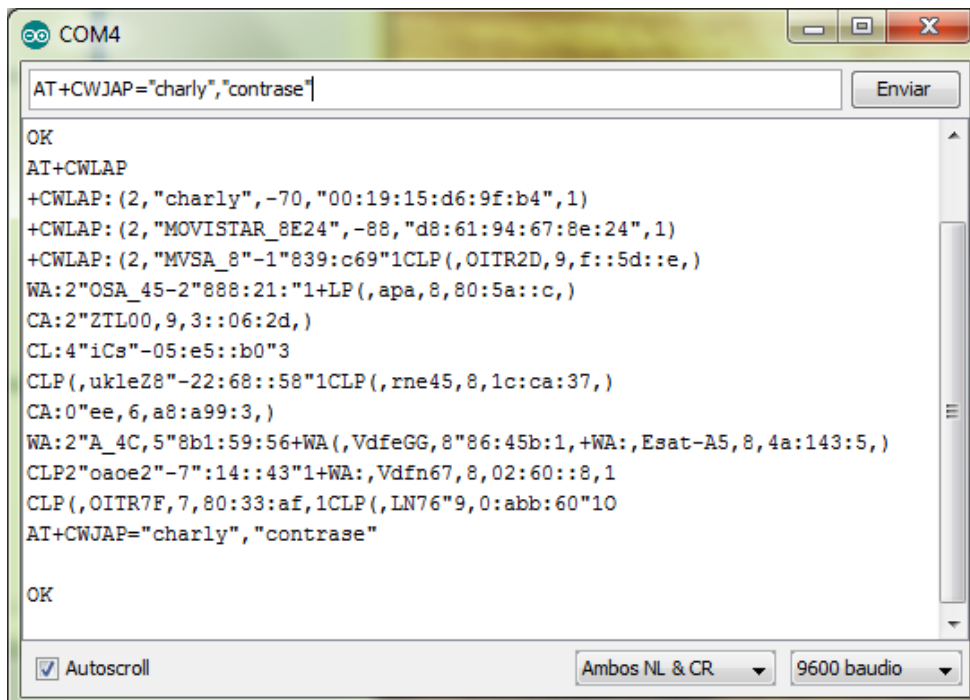
OK
AT+CWLAP
+CWLAP: (2, "charly", -70, "00:19:15:d6:9f:b4", 1)
+CWLAP: (2, "MOVISTAR_8E24", -88, "d8:61:94:67:8e:24", 1)
+CWLAP: (2, "MVSA_8"-1"839:c69"1CLP(, OITR2D, 9, f::5d::e, )
WA:2"OSA_45-2"888:21:"1+LP(, apa, 8, 80:5a::c, )
CA:2"ZTL00, 9, 3::06:2d, )
CL:4"iCs"-05:e5::b0"3
CLP(, ukleZ8"-22:68::58"1CLP(, rne45, 8, 1c:ca:37, )
CA:0"ee, 6, a8:a99:3, )
WA:2"A_4C, 5"8b1:59:56+WA(, VdfeGG, 8"86:45b:1, +WA:, Esat-A5, 8, 4a:143:5, )
CLP2"oaoe2"-7":14::43"1+WA:, Vdfn67, 8, 02:60::8, 1
CLP(, OITR7F, 7, 80:33:af, 1CLP(, LN76"9, 0:abb:60"10

 Autoscroll
Ambos NL & CR
9600 baudio
```

Al principio del mensaje indica 3 redes disponibles a las que podríamos conectarnos.

Para conectarnos a una red, necesitamos como siempre el nombre SSID que publica el punto de acceso y la contraseña de uso.

La instrucción a usar es: AT+CWJAP="charly", "contrase"

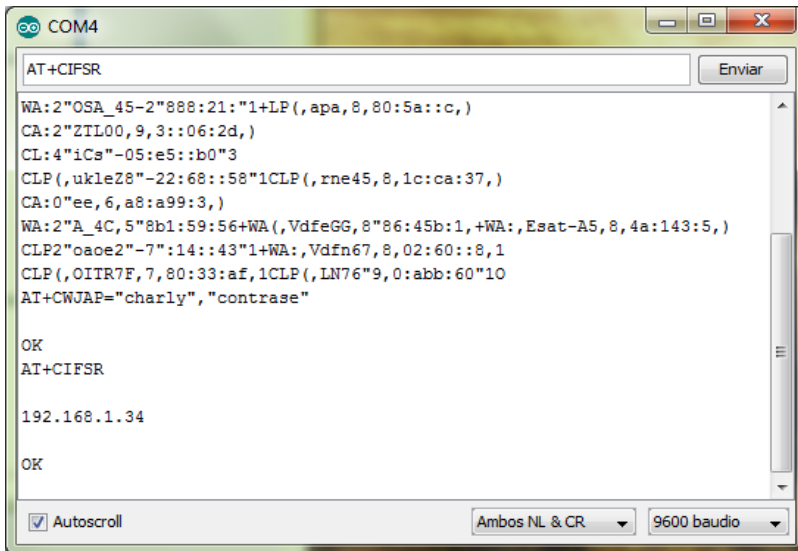


```
COM4
AT+CWJAP="charly", "contrase" [Enviar]
OK
AT+CWLAP
+CWLAP: (2, "charly", -70, "00:19:15:d6:9f:b4", 1)
+CWLAP: (2, "MOVISTAR_8E24", -88, "d8:61:94:67:8e:24", 1)
+CWLAP: (2, "MVSA_8"-1"839:c69"1CLP(, OITR2D, 9, f::5d::e, )
WA:2"OSA_45-2"888:21:"1+LP(, apa, 8, 80:5a::c, )
CA:2"ZTL00, 9, 3::06:2d, )
CL:4"iCs"-05:e5::b0"3
CLP(, ukleZ8"-22:68::58"1CLP(, rne45, 8, 1c:ca:37, )
CA:0"ee, 6, a8:a99:3, )
WA:2"A_4C, 5"8b1:59:56+WA(, VdfeGG, 8"86:45b:1, +WA:, Esat-A5, 8, 4a:143:5, )
CLP2"oaoe2"-7":14::43"1+WA:, Vdfn67, 8, 02:60::8, 1
CLP(, OITR7F, 7, 80:33:af, 1CLP(, LN76"9, 0:abb:60"10
AT+CWJAP="charly", "contrase"

OK

 Autoscroll
Ambos NL & CR
9600 baudio
```

Al cabo de un momento si no hay problemas, responde con un OK. Y para ver que IP nos ha asignado hacemos: AT+CIFSR

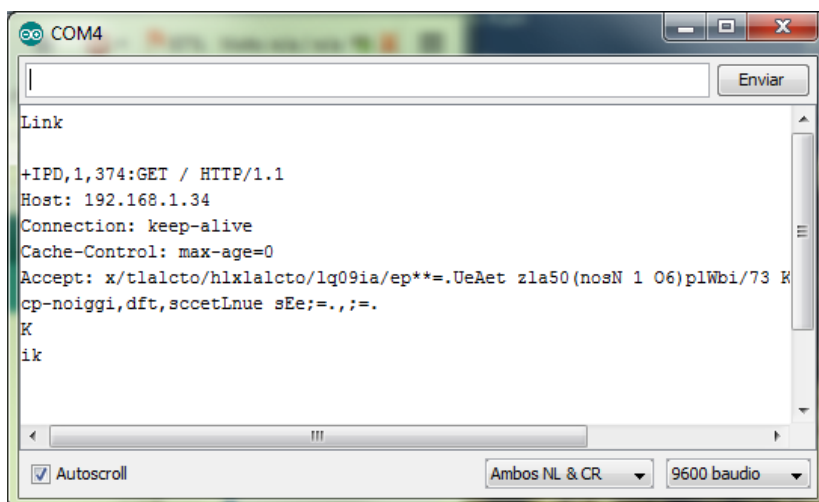


En este caso ha asignado la IP 192.168.1.34.

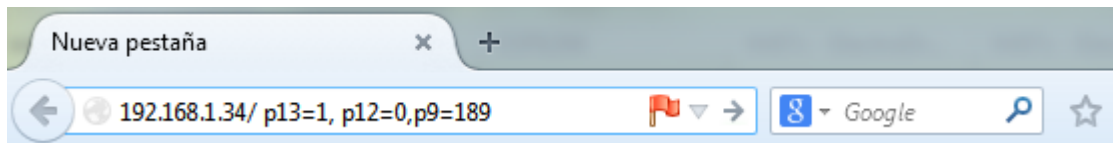
Prueba con:

- AT+CIPMUX=1
- AT+CIPSERVER=1,80

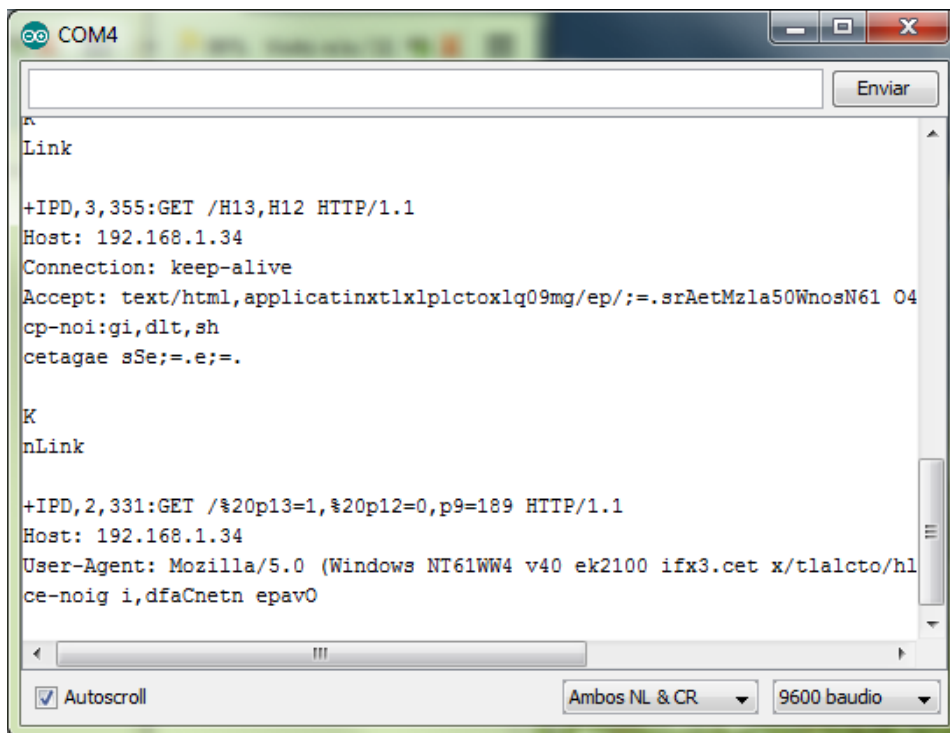
El primero habilita múltiples conexiones simultaneas, y el segundo arranca un servicio web (con el número de servicio = 1) en el puerto 80. Si ahora vas a tu navegador y escribes la dirección IP de tu módulo ESP8266, recibirás en la consola los mensajes correspondientes a la conexión:



Acabamos de montar un pequeño servidor web con unas pocas instrucciones AT. Podríamos usarlo para enviar órdenes a nuestro Arduino. Hay una forma muy fácil de pasar parámetros a nuestro Arduino, directamente desde el navegador, sin más que pasarle los parámetros después de la dirección IP, como, por ejemplo:



Y lo que recibe la consola es:



De esta manera, solo restara procesar los datos en el Arduino para realizar los procesos según los requerimientos presentados.

(Prometec, 2016)

GLOSARIO.

A

AFIS

Automated Fingerprint Identification System, es un sistema informático que permite la captura, consulta y comparación automática de huellas dactilares. 16

Análisis

Analizar la toma de datos y la trata de la misma para poder determinar en que áreas se pueden mejorar los procesos y hacerlos más eficientes y confiables. 43

Arduino

Plataforma de Prototipos electrónicos de código y hardware abierto. 33

B

Biometría

Es el conjunto de características fisiológicas y de comportamiento que pueden ser utilizadas para verificar la identidad de un individuo, lo cual incluye huellas digitales, reconocimiento del iris, geometría de la mano, reconocimiento visual y otras técnicas. 14

Bootstrap

Framework originalmente creado por Twitter, que permite crear interfaces web con CSS y JavaScript. 71

BPMN

Es una notación gráfica para modelar procesos de forma lógica y estructurada, ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los pasos y los mensajes que fluye entre los participantes de las diferentes actividades. 49

C

Comportamiento Organizacional

Es un campo de estudio que investiga el efecto que tienen los individuos, los grupos y la estructura sobre el comportamiento dentro de las organizaciones, con el propósito de aplicar dicho conocimiento para mejorar la efectividad de las organizaciones. 43

CodeIgniter

Es un Framework para desarrollo de aplicaciones -un conjunto de herramientas - para gente que construye sitios web utilizando PHP. 69

D

Dactiloscopia

Es la ciencia que estudia las huellas dactilares de las personas, ha sido utilizada para la identificación de personas desde hace más de cien años. 15

Diseño	Creación a partir de los requerimientos de un sistema biométrico adaptable con IoT y su respectiva API para gestión y adaptación.	43
DOMPDF	Es una herramienta que permite leer un documento HTML y convertirlo a PDF.	70
Dropzone	Librería gratuita que permite subir archivos, se destaca por su elegancia forma, su sencillez de uso y lo altamente configurable.	71
<hr/>		
F		
Fingerprint	Lector de huellas biométricas dactilares.	8
<hr/>		
H		
Huella Dactilar	Es la representación de la morfología superficial de la epidermis de un dedo	15
HTPC	Centro Multimedia para reproducir audio y video.	37
<hr/>		
J		
JQuery	Biblioteca multiplataforma de JavaScript, creada inicialmente por John Resig, que permite simplificar la manera de interactuar con con JavaScript.	71
<hr/>		
N		
NAS	Servidor de Archivos en Red	37
<hr/>		
P		
PHP	Hypertext Preprocessor. Es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.	64
Pnotify	Plugin para JQuery que genera todo tipo de notificaciones, incluyendo notificaciones nativas.	72
<hr/>		
R		

Raspberry Pi

Es un proyecto de código abierto que ha conseguido diseñar un mini ordenador, de bajo coste destinado principalmente a labores educativas y a reducir la brecha tecnológica que hay entre los países desarrollados y los sub desarrollados.

37

S

SCRUM

Es un marco de referencia para estandarizar proceso de desarrollo desde sus etapas de diseño hasta su terminación. 61

Sensor

Es un circuito integrado de silicio cuya superficie está cubierta por un gran número de elementos transductores (o píxeles), con una resolución típica de 500 dpi. 31

Sensor de Huellas

Es un dispositivo capaz de leer, guardar e identificar las huellas dactilares (Generalmente de dedo pulgar, aunque la mayoría no tienen problemas en aceptar los demás dedos). 43

Sensores Mecánicos

Son miles de diminutos transductores de presión que se montan sobre la superficie del sensor. 32

Sensores Ópticos Reflexivos

Se basan en la técnica más antigua, consiste en colocar el dedo sobre una superficie de cristal o un prisma que está iluminado por un diodo LED. 30

Sensores Ópticos Transmisivos

Esta técnica funciona sin contacto directo entre el dedo y la superficie del sensor. 31

Sensores Térmicos

Sensor que detecta el calor conducido por el dedo, el cual es mayor cuando hay una cresta que cuando hay un valle. 32

Seedbox

Servidor Torrent 37

Switch-on-off

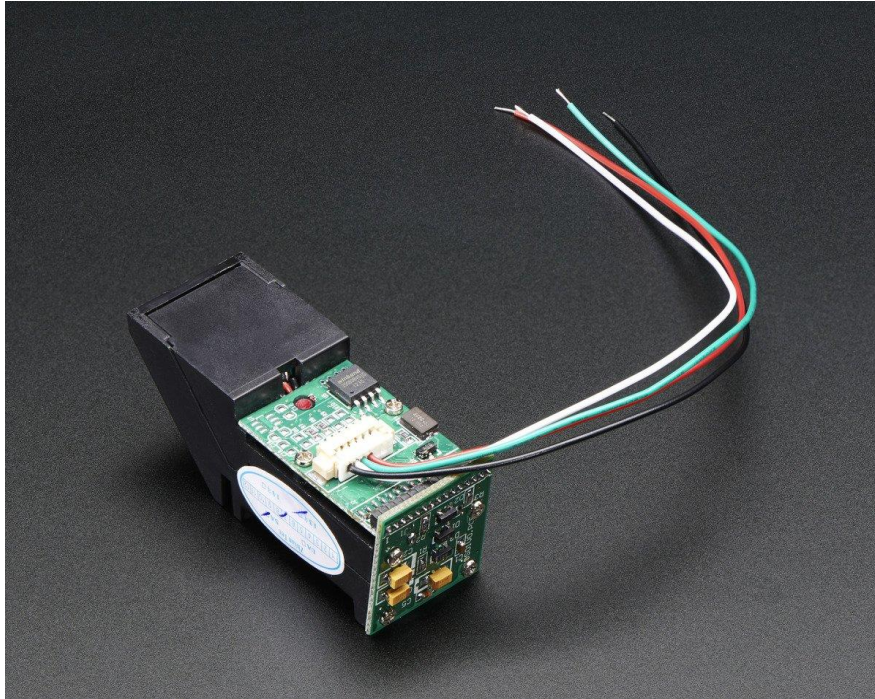
Librería que permite crear Checkbox y Radio Button de forma flexible, con una apariencia y estilo moderno. 72

BIBLIOGRAFÍA.

- Arduino CC. (25 de Marzo de 2017). *Arduino Intel Galileo*. Recuperado el abril de 30 de 2017, de <https://www.arduino.cc/>:
<https://www.arduino.cc/en/ArduinoCertified/IntelGalileo>
- Chwartz, M. (12 de Septiembre de 2015). <https://github.com/marcoschwartz/arduino-secret-agents>. Obtenido de Github: https://github.com/marcoschwartz/arduino-secret-agents/blob/master/chapter4/access_control/access_control.ino
- Diaz, J. (11 de Mayo de 2016). *Conectar Arduino a una Red Ethernet*. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de <http://www.iescamp.es>:
<http://www.iescamp.es/miarduino/2016/05/11/conectar-arduino-a-una-red-ethernet/>
- Dr. Gerik Alexander v.Graevenitz. (2003). *Sensing Fingerprin*. Tapei: A&S International.
- Durán, J. (6 de 10 de 2013). *Overview Raspberry PI*. Recuperado el 08 de Agosto de 2017, de Somos Binarios: <https://www.somosbinarios.es/raspberry-pi-1-primeros-pasos/>
- Máximo Hidalgo. (12 de 04 de 2016). *Bases de datos biométricos, con un alto nivel de peligro* . Obtenido de <http://totalsapiens.com>: <http://totalsapiens.com/total/bases-de-datos-biometricos-con-un-alto-nivel-de-peligro/>
- Pich, I. (15 de Abril de 2016). *¿Cuáles son los Beneficios de aplicar la Tecnología a los Recursos Humanos?* Obtenido de Talentier: <http://blog.talentier.com/beneficios-de-aplicar-tecnologia-a-rrhh>
- Prieto, J. &. (2011). *Sistema de Control de Acceso Biométrico sin contacto con Tarjeta Inteligente*. (Vol. 8). Tekhnê.
- Productos de Arduino*. (10 de Febrero de 2017). Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de <https://www.arduino.cc/>: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- Prometec. (10 de 12 de 2016). *Arduino y Wifi ESP8266*. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de <https://www.prometec.net>: <https://www.prometec.net/arduino-wifi/>
- Reisz, C. F. (19 de Septiembre de 2017). *Foro de Seguridad* . Obtenido de <http://www.forodeseguridad.com>:
<http://www.forodeseguridad.com/artic/discipl/4112.htm>
- Zambrano, M. E. (2012). *Construcción de un Sistema Electrónico de Control de Acceso y registro de entrada-salida, mediante Lectores Biométricos*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.

ANEXOS.

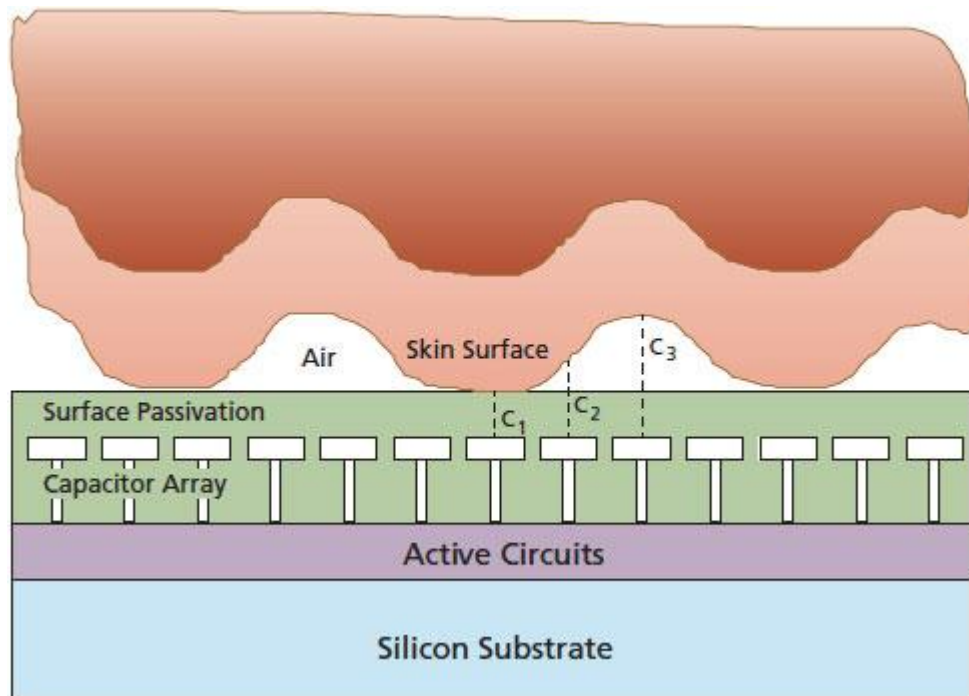
Fingerprint generico



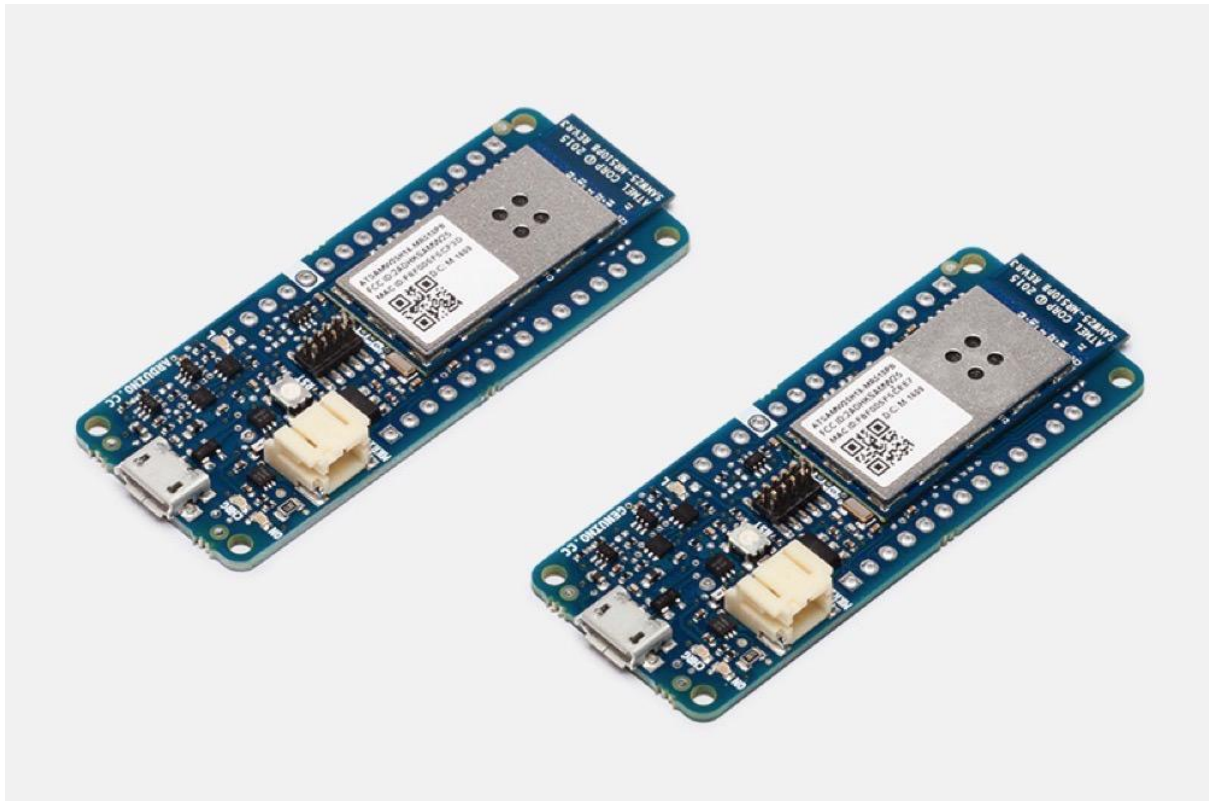
Esquema de huella

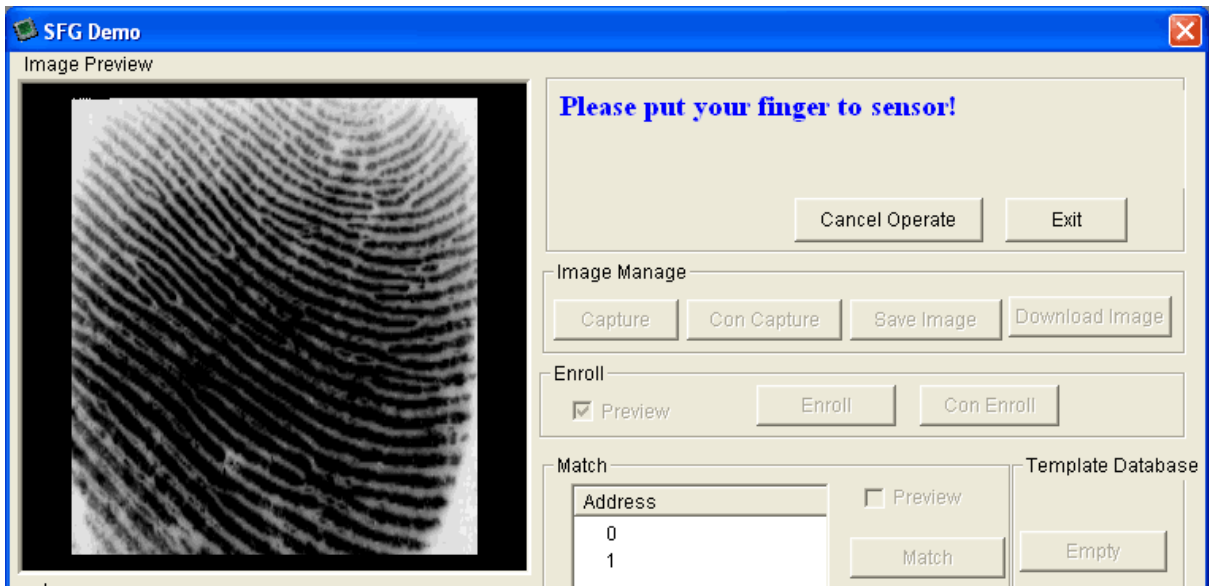


Proceso de captura de huella a nivel electrónico



Módulos MKR1000 con conexión Wifi para IOT y bajo consumo energético

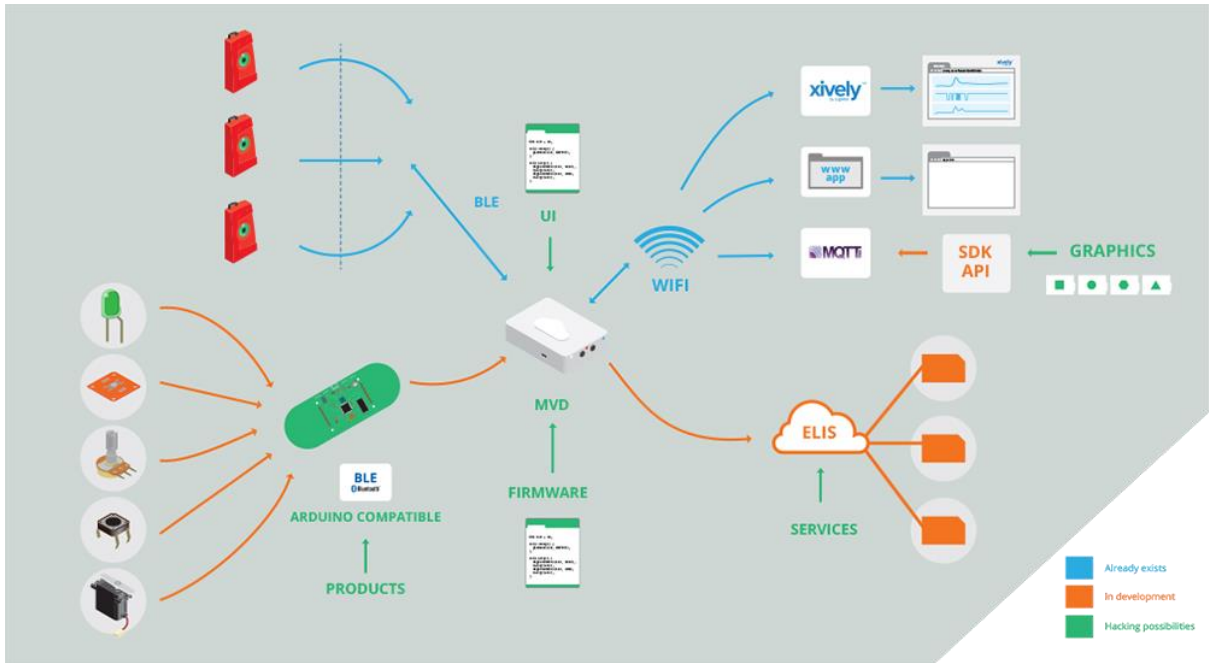




Vista previa de toma de datos biométricos



Lector biométrico con controlador incorporado



Proceso de intercambio de datos por medio de IOT