

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Recinto Universitario "Simón Bolívar"
Facultad de Electrotecnia y Computación**



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA BIOMETRICO PARA ENTREGA DE BECA
ALIMENTICIA EN EL COMEDOR ESTUDIANTIL DEL RUSB-UNI**

**TRABAJO MONOGRAFICO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

Br. CÉSAR ERNESTO GOMEZ CASTAÑO 2010-33767

Br. LUISA AMANDA NAVARRETE TRAÑA 2010-33593

TUTOR:

MSc. MARCO MUNGUIA MENA

**8 de Octubre 2021
Managua, Nicaragua**

Dedicatoria

Dedicamos esta monografía a las personas que estuvieron brindando su acompañamiento y apoyo a lo largo de este proceso, en el cual tuvimos que enfrentar diversos desafíos, pero logramos salir adelante con perseverancia.

A nuestros padres:

De César Gómez:

A mis padres

César Adán Gómez Umaña y Sílvia Elena Castaño Zepeda por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y por todo su apoyo incondicional para cumplir mis metas, a ustedes dedico este logro.

De Luisa Navarrete:

A mis padres

Luis Román Navarrete Reyes e Imelda Traña Lezama quienes han sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad, brindándome el futuro de su esfuerzo. Por enseñarme a no dejar de luchar por lo que de desea alcanzar.

Agradecimientos

A Dios, nuestro padre celestial por darnos la vida, por proveernos económicamente con lo que se necesitó y brindarnos la sabiduría y paciencia necesaria para poder cumplir con el reto de culminar nuestro plan de estudios de manera exitosa.

Agradecemos primeramente a nuestro tutor de tesis, Msc. Marcos Munguía Mena por su ardua asesoría a lo largo de todo el proceso de redacción de tesis y montaje del prototipo

Agradecemos también, a las amistades que nos motivaron en todo momento, nos compartieron sus diversos conocimientos ya que sus críticas constructivas fueron de gran ayuda para culminar todo este proceso.

Finalmente, Agradecemos a todas las personas que estuvieron al pendiente de nuestro proceso de culminación de estudios, por sus aportes valiosos que han contribuido a la consecución de este logro.

Resumen

En este trabajo monográfico documentamos los procedimientos llevados a cabo en la realización del sistema biométrico para entrega de beca alimenticia. Para su efecto se implementó la metodología aplicada partiendo de los requerimientos indispensables que son la base para su funcionabilidad.

Paralelamente se establecieron ciertos criterios ingenieriles para la selección de componentes del sistema, mismos que son fundamentales para su automatización. Además, se definieron los parámetros que permitieron el avance de nuestro prototipo. Estos parámetros son: el desarrollo de algoritmo con el software Arduino y el desarrollo de una aplicación con el software MyOpenLab.

Una vez teniendo parámetros principales, los pusimos en práctica segmentando el proceso de registro de usuario y entrega de beca en distintas etapas que contribuyeron a concretar las operaciones internas, para lo que debimos ajustar ciertos detalles, para tener un buen funcionamiento general del sistema biométrico.

Como resultado de este trabajo monográfico se presenta el prototipo final que consta de un case en impresión 3D en el que se encuentran todos los elementos de hardware seleccionados, con sus periféricos de salida que son: huella dactilar, fuente de alimentación y pantalla.

Finalmente, se puso en práctica su desempeño realizando pruebas de funcionalidad las cuales determinan que deben de cumplirse ciertas condiciones para obtener el beneficio de entrega de alimentos. Estas pruebas fueron realizadas obteniendo resultados satisfactorios.

Abstract

In this monographic work we document the procedures carried out in the realization of the biometric system for the delivery of the food grant. For its effect, the applied methodology was implemented based on the essential requirements that are the basis for its functionality.

At the same time, certain engineering criteria were established for the selection of system components, which are fundamental for its automation. In addition, the parameters that allowed the advancement of our prototype were defined. These parameters are: algorithm development with Arduino software and application development with MyOpenLab software.

Once we had the main parameters, we put them into practice by segmenting the user registration process and grant awarding in different stages that contributed to specifying the internal operations, for which we had to adjust certain details, to have a good general functioning of the biometric system.

As a result of our monographic work, we present the final prototype that consists of a 3D printed case in which all the selected hardware elements are found, with their output peripherals that are: fingerprint, power supply and screen.

Finally, its performance was put into practice by performing functionality tests which determine that certain conditions must be met to obtain the benefit of food delivery. These tests were carried out with satisfactory results.

Contenido

I. Introducción	1
II. 1 Objetivo General	2
II.2 Objetivos Específicos	2
III. Justificación	3
Capítulo 1. Generalidades de los Sistemas Biometricos.	4
1.1 ¿Qué es un Sistema de control?	4
1.2 Clasificación de los sistemas de control	4
1.3 ¿Qué es Biometría?	4
1.4 ¿Qué son los Sistemas de control biométricos?	4
1.5 Métodos Biométricos:	4
1.6 Tipos de sistemas Biométricos:	5
1.6.1 Sistemas Fisiológicos	5
1.6.2 Sistemas de Comportamiento	6
1.7. Beneficios de implementar métodos biométricos	7
1.8 Aplicaciones de los Sistemas Biométricos	7
Capítulo 2. Requerimientos del sistema	9
2.1 Introducción DBE- tipos de beca	9
2.1.1 Sobre la Beca alimenticia	9
2.2 Requerimientos	10
Capítulo 3: Selección de Componentes	12
3.1 Determinación de LCD-display táctil	13
3.2 Modulo reloj	14
3.3 Batería de reloj	15
3.4 Fuente de alimentación	16
3.5 Impresora termica de recibos	16
3.6 Sensor de huella dactilar	17
3.7 Arduino	18
3.8 Software	19
3.8.1 Arduino	19
3.8.2 MyOpenLab	19
3.8.3 Modelaciones con software proteus	19
3.8.4 Simulación de placa arduino con pantalla tft	20

3.8.4 Simulación de arduino con sensor de huella dactilar	20
Capítulo 4. Procesos de registro de usuario y entrega de la beca	22
4.1 Etapas en las que se divide el registro de usuario	22
4.2 Sub procedimientos para registro de administrador del sistema	22
4.3 Procedimientos para registro de usuario convencional y súper usuario	29
4.3.1 Panel Visualización o panel frontal	32
4.3.2 Proceso de Registro	33
4.4 Algoritmo de funcionamiento general del sistema biométrico	35
Capítulo 5. Presentación de Resultados	38
5.1 Prototipo Final	38
5.2 Pruebas de funcionamiento/ desempeño	39
5.2.1 Entrega de alimentos a usuarios convencionales.	39
5.2.2 Entrega de alimentos a Súper Usuarios	40
5.2.3 Usuarios no Registrados	41
5.2.4 Día no asignado	42
5.2.5 Intento de retiro por más de una vez	43
5.2.6 Súper Usuario en horario de Usuario convencional	44
5.2.7 Usuario convencional en horario de Súper Usuario.	45
5.2.8 Dos Súper usuario por carrera.	46
5.2.9 Fuera de horario de entrega	47
5.3 Costo del Prototipo	48
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51
Anexos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de bloques funcional del sistema	12
Figura 2: Conexión de pantalla tft y arduino	20
Figura 3: conexión arduino con huella dactilar	21
Figura 4: funcion enroll de la librería adafruit - arduino	23
Figura 5: cambio de pines y puerto serial	24
Figura 6: Selección del tipo de placa arduino	25
Figura 7: Abrir monitor Serial	26
Figura 8: ingreso del ID del administrador del sistema	27
Figura 9: Registro y validación de huella en la memoria del sensor	28
Figura 10 Conexión de bloques e identificación de las etapas del circuito	30
Figura 11 Interfaz Gráfica diseñada	32
Figura 12 Aplicación corriendo	33
Figura 13:Huella del administrador del sistema	34
Figura 13: A) Se debe Ingresar a ajustes por medio de la huella tactil	34
Figura 13: B) Colocar el dedo en el sensor	34
Figura 13: C) El sistema muestra en la pantalla que se encuentra listo para registrar	34
Figura 14 :Registro de huella de usuarios	35
Figura 14: A) El sistema recibe la información proveniente de la aplicación y la almacena en la memoria SD	35
Figura 14: B) El sistema solicita al usuario que coloque el dedo por primera vez	35
Figura 14: C) El sistema solicita al usuario que coloque el dedo por segunda vez para validar	35
Figura 14: D) Huella guardada en el ID seleccionado	35
Figura 15 :Algoritmo de proceso de entrega para usuario convencional y súper usuario	36
Figura 16: prototipo en etapa de desarrollo	38
Figura 17: Prototipo final	38
Figura 18: Entrega de alimentos a usuarios convencionales	39
Figura 19 : Entrega de alimentos a Súper Usuarios	40
Figura 20: huella no encontrada	41
Figura 21: día no asignado	42
Figura 22: retiro más de una vez	43
Figura 23: Súper Usuario en horario de Usuario convencional	44
Figura 24: Usuario convencional en horario de Súper Usuario	45
Figura 25: comidas de súper usuarios ya retiradas	46
Figura 26: fuera de horario de entrega	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de requerimientos del sistema biométrico	11
Tabla 2: Evaluación de características técnicas en pantallas	13
Tabla 3: Comparación entre distintos módulos de reloj RTC	14
Tabla 4: Comparación de modelos CR	15
Tabla 5: Aspectos técnicos en las fuentes de alimentación encontradas	16
Tabla 6: Comparación entre diferentes impresoras térmicas de recibos	16
Tabla 7: Huella AS608 respecto a otro modelo	17
Tabla 8: Características entre distintos modelos de arduino	18
Tabla 9: Tabla de presupuesto costo total del prototipo	48

I. Introducción

A nivel de universidades públicas, ya se cuenta con implementaciones de sistemas de verificación, seguridad y control de acceso que han venido a modernizar procesos tales como: entrada y salida de trabajadores, control de acceso a centro de datos entre otros. Sin embargo, dentro de las universidades públicas existen muchos procesos que podrían verse beneficiados al hacer uso de este tipo de tecnologías.

Específicamente, los procesos de entrega de beca, en general, en la Universidad Nacional de Ingeniería se vienen haciendo de manera manual desde hace más de 10 años. Esto se evidencia, diariamente, en el proceso de entrega de la denominada beca alimenticia a aproximadamente 350 estudiantes generando principalmente la llegada tardía de estos al primer turno vespertino de clases.

Esto dificulta el control al encargado del comedor para acceder de manera rápida a datos como: carrera, carnet y días que tiene derecho al beneficio ya que se generan largas filas de espera, con lo cual el proceso tarda más de lo establecido para el horario de almuerzo.

Para el desarrollo de este proyecto se llevó a la práctica los estudios técnicos y metodología que nos permitió desglosar nuestra investigación en las siguientes etapas: 1. Requerimientos del sistema, 2. selección de componentes, 3. procesos de registro de usuario y entrega de la beca y 4. presentación de resultados.

Al concluir estas etapas se realizaron las pruebas necesarias partiendo de los requerimientos indispensables, de tal manera que al finalizar cada una se obtuvo resultados satisfactorios.

II. Objetivos

II. 1 Objetivo General

- Implementar un sistema Biométrico para el registro y control de la beca alimenticia en el comedor estudiantil del Recinto Universitario Simón Bolívar de la UNI.

II.2 Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos del sistema biométrico por medio de entrevistas a personal clave de la Dirección de Bienestar Estudiantil.
- Determinar los componentes del sistema para la adquisición, control, procesamiento e interfaz humano-maquina.
- Diseñar y desarrollar las diferentes etapas del sistema haciendo uso de un software especializado, para implementarlo en el recinto universitario Simón Bolívar.
- Validar el sistema desarrollado mediante pruebas directas en el comedor del recinto.

III. Justificación

En la universidad Nacional de Ingeniería, el proceso de entrega de la beca alimenticia, tanto para los estudiantes que gozan de este beneficio y los becados residentes, se realiza de manera de manual. La persona a cargo busca por lista: la carrera, el nombre y el carnet del beneficiado. Además, debe verificar si, ese día de la semana tiene derecho a la beca o no, lo cual produce que haya atraso en la entrega y se generen largas filas en el comedor. De igual manera, es una práctica muy común que el beneficiario de esta beca se la transfiera a un tercero el día que no desea utilizarla, lo cual según el reglamento beca en el capítulo III, Arto.9(inciso G) se prohíbe la transferencia. Entre las principales consecuencias de este proceso manual tenemos que algunos estudiantes toman sus alimentos muy tarde y no llegan a tiempo a la primera hora de clases del turno vespertino (12:40 pm), afectando su desempeño académico. Ante esta situación, es frecuente que los estudiantes decidan no tomar sus alimentos, generando que este beneficio no cumpla el alcance esperado e inclusive se desperdicie la comida generándole pérdidas a la universidad nacional de ingeniería.

En vista de esta situación, se propone desarrollar un sistema Biométrico automático para la entrega y registro de la beca alimenticia en el comedor estudiantil del recinto universitario Simón Bolívar (RUSB-UNI). Este sistema hará más eficiente y ágil la entrega. Además, proporcionará un mejor control y registro de este beneficio estudiantil que brinda nuestra Alma mater.

Capítulo 1. Generalidades de los Sistemas Biometricos.

1.1 ¿Qué es un Sistema de control?

Es una interconexión de elementos que forman una configuración llamada sistema de tal manera que el arreglo resultante es capaz de controlarse por sí mismo (Gaviño, 2010). Lográndose así, automatizar procesos y por ende hacerlo más eficientes. Entre los principales requisitos que deben de cumplir los sistemas de control tenemos:

1. Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores de modelo.
2. Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido
3. De fácil implementación y como de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

1.2 Clasificación de los sistemas de control

Los sistemas de control se clasifican en:

- Sistemas de lazo abierto: son los sistemas donde la acción de control es independiente del estado actual del sistema, en donde existen niveles predeterminados de actuación.
- Sistemas de lazo cerrado: son sistemas intuitivos en donde se toman decisiones de posición(control), basados en la ubicación censada, para que el actuador mueva a la planta (Dr. Rúben Morales Mendez, 2013).

1.3 ¿Qué es Biometría?

Es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento de personas basado en rasgos de conducta o físicos (Benchimol, 2011). Etimológicamente proviene del griego “bios” (vida) y “metrón” (medida), En nuestro campo es la aplicación de métodos matemáticos y tecnológicos para identificar o verificar la identidad.

1.4 ¿Qué son los Sistemas de control biométricos?

Son sistemas que se basan en la identificación de un ser humano por medio de alguna característica física que lo individualice perfectamente (Bustio, 1994). Por ello pasan por ser los sistemas más seguros y se utilizan preferentemente en acceso a recintos de alta seguridad, aplicaciones militares, validación electrónica de transferencia de fondos en bancos y tiendas, a fin de evitar el fraude.

1.5 Métodos Biométricos:

Se definen como las técnicas automáticas de reconocimiento de personas mediante el análisis de características físicas o de comportamiento que definen al usuario por ser exclusivas del mismo. Entre estas tenemos: huellas dactilares, el timbre de voz o la firma; características que identifican al usuario sin ningún tipo de dudas y que son difíciles de falsificar (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

1.6 Tipos de sistemas Biométricos:

1.6.1 Sistemas Fisiológicos

En estos sistemas las características fisiológicas son complejas, ya que sus valores deben variar a lo largo de la vida del usuario (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

a) Características Faciales

se demuestra que el procesamiento de la fotografía bien iluminada de una persona puede generar una serie de parámetros que la identifiquen de modo único. El procesamiento requiere de altas prestaciones, así como técnicas específicas de como la lógica difusa o redes neuronales (Netbot R. L , Seguridad y Protección de la Información).

Posteriormente el sistema extrae cientos de pequeñas imágenes del usuario a modo de celdillas, cada una con varias posiciones y con luz diferente, guardando dicha información (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información). La velocidad de este proceso suele ser bastante rápida, de 1 segundo aproximadamente.

b) Características de la Retina

Presenta una serie de limitantes en los métodos basados en el análisis de patrones oculares una de estas es su escasa aceptación, ya que el hecho de mirar a través de un binocular; no es cómodo para los usuarios ni aceptable para muchos de ellos (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información)

Otro inconveniente es la utilización de lentes de contacto ya que modifica los valores de la medida obtenida. Son sistemas considerablemente caros para la mayoría de organizaciones y el proceso de autenticación no es todo lo rápido que debería en poblaciones de usuarios elevadas (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información). La vasculatura de la retina (forma de los vasos sanguíneos), es un elemento característico de cada individuo por lo que numerosos estudios se basan en el reconocimiento de esta vasculatura (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

Los sistemas de autenticación basados en patrones retinales el usuario a identificar ha de mirar a través de unos binoculares, ajustar la distancia interocular y el movimiento de la cabeza, mirar a un punto determinado y por último pulsar un botón para indicar al dispositivo que se encuentra listo para el análisis. En ese momento se escanea la retina con una radiación infrarroja de baja intensidad en forma de espiral, detectando los nodos y ramas del área retinal para compararlos con los almacenados en una base de datos; si la muestra coincide con la almacenada para el usuario que el individuo dice ser, se permite el acceso (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

c) Utilización del Iris

La identificación basada en el reconocimiento del iris es más moderna que la basada en patrones retinales (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información). Desde hace unos años el iris humano se viene utilizando para la autenticación de usuarios. Para ello se captura una imagen del iris en blanco y negro, en un entorno correctamente iluminado; esta imagen se somete a deformaciones pupilares y de ella se extraen patrones que a su vez son sometidos a transformaciones matemáticas hasta obtener una cantidad de datos suficiente para los propósitos de autenticación. Esa muestra denominada *iriscode*, es comparada con otra tomada con anterioridad y almacenada en la base de datos del sistema, de forma que si ambas coinciden el usuario se considera autenticado con éxito (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

d) Geometría de la Mano

Son sin duda los más rápidos dentro de los biométricos con una probabilidad de error aceptable en la mayoría de ocasiones, en aproximadamente 1 segundo son capaces de determinar si una persona es quien dice ser (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

Cuando un usuario desea autenticarse ante el sistema sitúa su dedo en un área determinada. Aquí se toma la imagen que posteriormente se normaliza mediante un sistema de finos espejos para corregir ángulos, y de esta imagen normalizada de la que el sistema extrae minucias (ciertos arcos, bucles o remolinos de la huella) que va a comparar contra las que tiene en su base de datos (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

1.6.2 Sistemas de Comportamiento

Es una de las propiedades básicas ya que significa la evolución a lo largo de la vida de una persona. Dicha evolución debe ser considerada en el desarrollo de la técnica, de modo que se pueda identificar a una persona aun cuando se hayan producido ciertos cambios. Es por ello, que habitualmente se desarrollan procedimientos adaptativos que detectan y corrigen los cambios producidos (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

a) Ritmo de Escritura

Se fundamentan en el análisis de todas las peculiaridades que muestra el usuario al teclear un patrón, que puede ser una palabra o una frase peculiaridades como: las pausas producidas cuando se presionan diferentes teclas, el tiempo de presión de cada una, la misma presión, la velocidad de escritura, el nivel de error (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

b) Características de la voz

La voz humana es simplemente un sonido, por lo que puede ser tratada como una señal más, sobre la cual es posible aplicar un análisis de Fourier. Como resultado de este análisis se obtiene el espectro característico de una persona que puede ser almacenado para una posterior identificación (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

c) Firma Dinámica

La verificación a base de firmas es algo que todos usamos y aceptamos día a día en documentos, cheques, no obstante, existe una diferencia fundamental entre el uso de las firmas que hacemos en nuestra vida cotidiana y los sistemas biométricos; mientras que habitualmente la verificación de la firma consiste en un simple análisis visual sobre un a impresión de papel, estática en los sistemas automáticos no es posible autenticar usuarios en base a la presentación de trazos de su firma.

En los modelos biométricos se usa la Dynamic signatura verification (DSV): el tiempo utilizado para rubricar, las veces que se separa el bolígrafo del papel, el ángulo que se realiza en cada trazo (Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información).

1.7. Beneficios de implementar métodos biométricos

- No necesita recordarse.
- Fácil de usar.
- Accesible para todos.
- Aumenta la seguridad de control de acceso.
- Permite el control de presencia.
- Se combina con otras tecnologías.
- Posibilidad de realizar trámites de forma remota.
- Aumento de la privacidad.
- Mejora la imagen corporativa (Netbot R. L., Seguridad y Protección de la Información).

Limitantes / Inconvenientes al implementar los métodos biométricos

- Poseen un alto costo.
- Las técnicas no son absolutamente seguras, pudiendo producirse errores.
- Cuando los condicionantes se satisfagan completamente, el uso de la memorización de la información pasara a segundo plano (Netbot R. L., Seguridad y Protección de la Información).

1.8 Aplicaciones de los Sistemas Biométricos

- Call centers: un ejemplo son los negocios que requieren la autenticación de usuarios por vía telefónica. Así, el uso de reconocimiento por voz resulta en aumento de la seguridad y la rentabilidad al mismo tiempo, ya que es atestigua que el interlocutor es realmente el cliente que dice ser y elimina la necesidad de contar con personal que atienda la llamada (seguridad, 2016).
- Medio de pago: el uso de la biometría en terminales de punto de venta (TPV) ha reducido el tiempo empleado en transiciones y ha reducido las posibilidades de errores y confusiones. Como ejemplo es posible implantar el uso de la huella dactilar para el pago (pre asociado a una cuenta bancaria), (seguridad, 2016) eliminando problemas relacionados con la pérdida de tarjetas, olvido de números de identificación, transacciones manuales y cargos a cuentas erróneas.
- Control de Navegación: se pueden usar controles mediante la huella dactilar aplicada al acceso de redes sociales y a determinados sitios web, incluyendo las restricciones que la empresa haya determinado, por ejemplo, el filtro de contenidos, la búsqueda de páginas o el uso de ciertos servicios (Vieites, 2014).
- Vigilancia: las técnicas biométricas son utilizadas como medida de vigilancia. Este caso requiere de rasgos biométricos que puedan ser adquiridos por un a distancia media. Las tecnologías más utilizadas son el reconocimiento facial y la forma de andar como rasgo biométrico (Vieites, 2014).

Capítulo 2. Requerimientos del sistema

2.1 Introducción DBE- tipos de beca

La Dirección Bienestar Estudiantil es una instancia universitaria de apoyo a la docencia, cuyos ejes de acción están centrados en el estudiante y en sus procesos de formación integral, mediante el desarrollo de programas y servicios relacionados con aspectos académicos, personales, vocacionales, culturales, deportivos y recreativos (DBE, uni- becas, 2021).

Esta instancia se encarga de beneficiar al estudiante que se destaca por su alto Rendimiento Académico, Deportivo o Cultural, a través de diversos tipos de becas mediante las cuales la UNI estimula y apoya a sus estudiantes, atendiendo los criterios establecidos para cada caso (DBE, uni- becas, 2021)

Entre esta diversidad de becas podemos encontrar las siguientes:

- Beca de residencia completa: contempla alojamiento, alimentación, estipendio monetario, enseres personales, servicios médicos de emergencia y exoneración de matrícula.
- Beca de excelencia académica: Es la asignación monetaria que se otorga al estudiante cuyo rendimiento académico semestral sea igual ó mayor a 85% en promedio.
- Beca monetaria: Es la asignación en efectivo que se le asigna al estudiante becario A, B y C. Los montos en efectivo de la monetaria se establecen en el presupuesto general de ingresos y egresos de la universidad.
- Beca deportiva y cultural: Es la asignación monetaria que se le entrega al estudiante becario; que se destaca en las actividades deportivas y culturales con proyección institucional.
- Beca monográfica: se les asigna a los estudiantes egresados cuyo tema monográfico sea de interés institucional y social.
- Beca alimenticia: Es la asignación de un almuerzo que se otorga al estudiante de lunes a viernes en cada semestre académico exceptuando los periodos de primera y segunda convocatoria.

2.1.1 Sobre la Beca alimenticia

Los requisitos para optar a la beca alimenticia son los siguientes:

- Llenar formato oficial de solicitud en línea
- Redactar carta de intención dirigida al director del DBE
- Hoja de matrícula del semestre que cursa
- Horario de clase del semestre que cursa
- Fotocopia de cedula de identidad
- Fotocopia de carnet de estudiante activo

Una vez que se cierre el periodo de recepción de solicitudes, la comisión de beca se encarga de otorgarla a los estudiantes en base a lo establecido en el reglamento interno y el número de becas alimenticias disponibles.

Para la entrega de la beca alimenticia se generan listas en papel semanales en las que se incluyen: nombres, apellidos, carrera y número de carnet de los estudiantes a los que les fue otorgado este beneficio. Así mismo, estas listas semanales incluyen que días de las semanas tienen derecho al beneficio los estudiantes e.g. habrá estudiantes con derecho los 5 días de la semana a la beca alimenticia y otros no. Esto es determinado por la comisión de beca al momento de otorgarla en base al horario de clase presentado por cada estudiante (DBE, Revista DBE, 2019).

Durante el segundo semestre 2020, en el comedor estudiantil del recinto universitario Simón Bolívar, se definieron 50 becas alimenticias distribuidas de la siguiente manera:

- Arquitectura: 10 cupos
- Ing. En Computación: 10 cupos
- Ing. Eléctrica: 10 cupos
- Ing. Electrónica: 10 cupos
- Ing. Química: 10 cupos

Además, a estas 50 becas se le adicionan 20 cupos más que son distribuidos a UNEN recinto (10 cupos) y al personal administrativo del DBE (10 cupos). Totalizándose 70 cupos (UNEN, 2020-2021)

2.2 Requerimientos

La recopilación de información se obtuvo mediante entrevistas al personal del BDE, relacionado con la entrega de la beca alimenticia. Estas entrevistas iban orientadas a obtener los requerimientos técnicos y funcionales para automatizar la entrega de la beca alimenticia en el comedor estudiantil UNI-RUSB. (DBE, requerimientos para beca alimenticia, 2020).

A continuación, se listan los requerimientos funcionales y técnicos obtenidos:

- ✓ Horario de entrega de beca alimenticia variable por día o semana.
- ✓ Generación de bono físico (Boucher) en distintos colores de papel para cada carrera.
- ✓ Que en la pantalla se muestre el derecho al beneficio de beca de acuerdo al día de la semana. Además, incluya la fotografía de cada usuario, nombre, carnet y carrera.
- ✓ Conexión a los servidores del Nic ni.
- ✓ Capacidad de usuarios de 150 a 350.
- ✓ Tipos de usuarios: estudiantes y súper usuarios.
- ✓ Horarios de entrega distintos según tipo de usuario.
- ✓ Conexión a internet.
- ✓ Identificación de usuario bimodal: huella dactilar y retina.
- ✓ Que incluya cámara.
- ✓ Formato de hora militar.

En un segundo momento se le solicitó a las personas entrevistadas clasificar los requerimientos anteriores en indispensables y deseables. Siendo los deseables todos aquellos que no son obligatorios pero que se adaptan de manera amplia al sistema y dan un valor añadido al mismo. Mientras que los requerimientos indispensables son los que deben estar presentes si o si para poder llevar a cabo una función y que son completamente fundamentales. (DBE, Requerimientos deseables e indispensables para el sistema biometrico, 2020)

La tabla a continuación muestra los resultados de esta clasificación:

Tabla 1: Clasificación de requerimientos del sistema biométrico

Requerimientos Indispensables	Requerimientos deseables
❖ Horario de entrega de beca fijo	❖ alimenticia variable por día o semana. Horario de entrega de beca
❖ Generación de bono físico (Boucher)	❖ Generación de bono físico(Boucher) en distintos colores de papel por cada carrera
❖ Identificación de usuario por huella dactilar	❖ Que en la pantalla se muestre el beneficio de beca de acuerdo al día de la semana. Además, incluya la fotografía de cada usuario, nombre, carnet y carrera
❖ Tipos de usuarios: convencionales y súper usuarios	❖ Identificación de usuario bimodal: huella dactilar y retina
❖ Capacidad de usuarios de 150 a 350	❖ Conexión a los servidores del Nic ni
❖ Formato de hora militar	❖ Conexión a internet
	❖ Que incluya cámara

Capítulo 3: Selección de Componentes

En este capítulo se abordará a detalle el proceso de selección de los componentes del sistema biométrico para lograr un funcionamiento adecuado. También, se presentan los criterios técnicos para la selección de los componentes, mismos que deberán garantizar el cumplimiento de los criterios indispensables definidos por el DBE en el capítulo anterior.

Para la selección de componentes se han seleccionado algunos criterios técnicos, que determinarán que modelos son los más aptos para el montaje del sistema electrónico. Entre estos se encuentran:

- Voltaje de operación
- Corriente de operación
- Calidad del material
- Rangos de frecuencia
- Actualización tecnológica de modelo
- Disponibilidad en el mercado nacional
- Protocolos de comunicación
- Costos
- Vida útil.
- Tipo de almacenamiento

A continuación, se muestra el diagrama de bloques funcional del sistema en general:

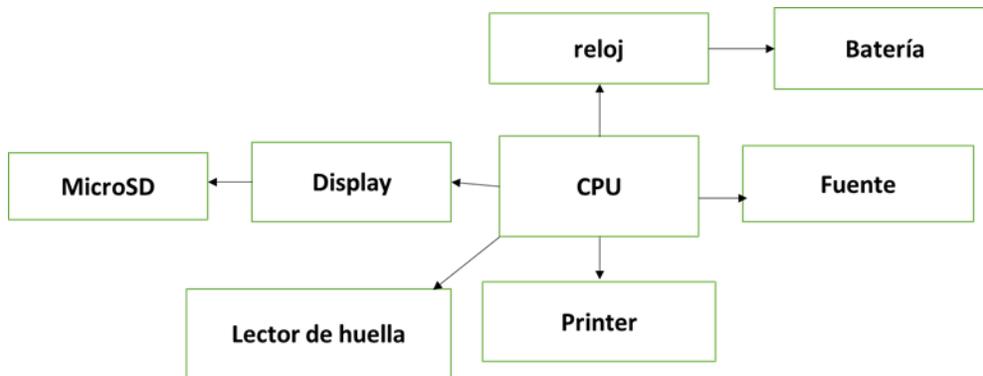


Figura1: Diagrama de bloques funcional del sistema (Fuente Propia, 2021)

A continuación, se presenta el proceso de selección de los diferentes componentes de hardware de nuestro sistema.

3.1 Determinación de LCD-display táctil

Para la selección del display se consideraron distintas tecnologías entre las que tenemos LCD, TFT, IPS y OLED. En la tabla 2, se realiza una comparación de los distintos display considerados en este trabajo. (Marino Tapiador Mateos, 2005)

Tabla 2: Evaluación de características técnicas en pantallas

Variables a evaluar	TFT 2.4" ILI9341	OLED	LCD	IPS
Gama de colores	18 bits	10 bits	4 bits	
Resolución	240pxX 320px	3.840X2.160 px	1280 X 720 px	0.248X0.248 px
Frecuencia		120Hz		60hz
Corriente de funcionamiento	300mA	0.5mA		110 A
Tipo de almacenamiento	microSD		40 caracteres por línea de pantalla	MicroSD
Protocolo de comunicación	SPI	HDMI/ usb/salida digital óptica	Serial IIC/ I2C	
Voltaje de operación	3.3 a 5V	5V	5V	100-240 V CA
Costo	medio	Elevado	Bajo	Elevado
Disponibilidad en el mercado nacional	si	no	no	Si

Una vez concluida la comparación se seleccionó la pantalla tft de 2.4". Esto debido:

- ✓ Incluye el táctil y lector microSD integrado, aspecto que es muy importante para expandir el almacenamiento de datos.
- ✓ Además, su protocolo de comunicación SPI es compatible con todos los formatos de arduino, aspecto que nos ayuda a configurar parámetros y realizar pruebas de manera óptima.
- ✓ El costo económico, pese a no ser el más bajo nos brinda la mejor relación costo-beneficio para el proyecto.

3.2 Modulo reloj

El módulo de reloj juega un papel importante en todo el circuito a desarrollar, ya que monitorea con precisión la hora y fecha en la cual los usuarios deben retirar la comida.

Este aspecto es muy importante para esta selección ya que también tiene propiedades configurables. En la tabla 3, se realiza una comparación entre los distintos módulos de reloj considerados para este trabajo. Los módulos en detalle se pueden consultar en (Mechatronics, 2021).

Tabla 3: Comparación entre distintos módulos de reloj RTC

Características a evaluar	DS 3231	DS 1302	DS 1307
Canal de comunicación	SCL	CE y CL	I2C
Voltaje de operación	3.3-5V	2.2 – 5.5V	4.5-5.5V
Chip de memoria	AT24C32-32 bytes	31 bytes	56 bytes de SRAM
Costo \$	Medio	Bajo	Alto
Disponibilidad en el mercado nacional	Si	no	no

Una vez realizada la comparación se seleccionó el módulo rtc 3231 debido a:

- ✓ Su funcionalidad en formato de 24 horas como el de 12 horas con un indicador AM/PM.
- ✓ proporciona 2 alarmas de tiempo al día programables y una salida de onda cuadrada programable.
- ✓ La dirección y los datos se transfieren en serie a través de un bus bidireccional tipo I2C.

3.3 Batería de reloj

La batería es un componente relevante para la aplicación del sistema ya que almacena la información básica (BIOS), aunque este se encuentre apagado (Chamorro, 2013).

En la tabla 4 se detallan los aspectos técnicos que se evaluaron para su selección:

Tabla 4: Comparación de modelos CR

Modelo	mAh	Voltaje	Disponibilidad en el mercado nacional	Costo
CR 2032	235	3	Si	bajo
CR 2025	170	3	Escaso	medio
CR 2320	150	3	No	bajo
CR2016	80	3	Si	bajo

Una vez recopilados los aspectos técnicos, se seleccionó el modelo CR2032 por las siguientes razones:

- ✓ Es el más encontrado en el mercado nacional y el más usado debido a su larga vida útil.
- ✓ Recibe suministro de la fuente de energía principal de la unidad durante el funcionamiento del dispositivo.
- ✓ Se puede encontrar en diversas marcas a un precio que se adapta a presupuesto establecido.

III.4 fuente de alimentación

La fuente de alimentación tiene sustancial funcionalidad debido a que buscamos compatibilidad de los periféricos de salida, con los puertos de comunicación serial, así como compatibilidad en voltaje y corriente (Armando artasloa).

En la tabla 5, se presentan los aspectos técnicos tomados en cuenta en las diferentes fuentes de alimentación encontradas.

Tabla 5: Aspectos técnicos en las fuentes de alimentación encontradas

características	Cargador Samsung EP.TA200	Adaptador + cable Samsung TA300	Cargador DTK para laptop DL-45W
Voltaje	5V	12V	19.5 V
Corriente	2A	2.1 A	4.7 A
Longitud de cable	1 m	1 m	3 mts
Frecuencia	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz
Costo	Bajo	Medio	Elevado
Disponibilidad en el mercado nacional	Si	Si	Escasa

Una vez evaluados y recopilados estos aspectos técnicos, se eligió el adaptador marca Samsung EP.TA200, se obtuvo en un puesto de cables electrónicos usados en el mercado oriental. Entre las razones para su elección están las siguientes:

- ✓ Es modificable para convertirlo en la fuente de alimentación directa para el sistema completo.
- ✓ Soporta 5V igual a la placa arduino
- ✓ Tiene un costo accesible a nuestro presupuesto

III.5 Impresora Térmica de recibos

Se consideró de gran importancia para su elección, que el dispositivo posea características de alta compatibilidad con los puertos seriales del arduino (Burgess, 2012).

En la tabla 6, se presentan los aspectos comparativos que se consideraron relevantes para este trabajo.

Tabla 6: Comparación entre diferentes impresoras térmicas de recibos

Características	Nano thermal receipt printer <i>Adafruit</i>	Xprinter XP-P10	Printer MHT-P58F
Método de impresión	Impresión fuente térmica de línea	Térmica directa	Línea térmica
Interfaz	TTL/RS232/USB	Usb+bluetooth,usb+wifi, Bluetooth+wifi	Usb+ Bluetooth
Conductor	Linux/mac/windows	Window/Linux/mac/android	Android, IOS, windows
Potencia	5 a 9V dc	DC 9V/2A	100-240 V
Costo \$	Bajo	Alto	Medio
Disponibilidad en el Mercado nacional	No	No	No

Una vez recopilados todos los datos, se escogió la impresora Nano thermal receipt printer *Adafruit* debido a:

- ✓ La compatibilidad con las librerías de arduino(*Adafruit*) ya que estas se descargan al instalar el dispositivo en el ordenador.
- ✓ Programación y configuración de valores más amigable en el software de arduino ya que es posible variar los valores al momento de realizar pruebas.
- ✓ Rollo de papel adaptable al tamaño de la tapa de la impresora

3.6 Sensor de huella dactilar

Es uno de los componentes más relevantes para el circuito ya que, para la elaboración del prototipo el número de huellas requeridas en almacenamiento son 150. Además, debe verificar la identidad de un usuario con los parámetros almacenados (PROMETEC, 2019)

En la tabla 7 se presentan las características a tomar en cuenta para integrarlo en el sistema.

Tabla 7: Huella AS608 respecto a otro modelo

Características a evaluar	Huella dactilar AS608	Huella dactilar URU4500
Alimentación	3.3 -5V dc	5 v
Tiempo de entrada de la imagen de la huella digital	1 seg	-
Interfaz de comunicación	Usb/uart	USB 2.0
Corriente	60mA	120Ma
Capacidad de huella	150	8 bits escala de grises
Costo	Medio	Alto
Disponibilidad en el mercado nacional	Si	No

Al recopilar todas estas características, se encontró elegible la huella dactilar modelo AS608 debido a:

- ✓ La capacidad de almacenamiento de huella coincide con el número de huella requerido para el registro en la base de datos del sistema.
- ✓ Cumple con los requisitos básicos de procesamiento de huella:
 - proceso de registro de huellas dactilares
 - proceso de emparejamiento de huellas dactilares (1:1, 1: N)
- ✓ El precio y disponibilidad en el mercado internacional: Hoy en día existen plataformas de compras en línea en las que; brindan la opción de obtener este primordial componente a un precio moderado para un mercado consumidor diverso ya que es altamente demandado.

3.7 Arduino

Es la parte más importante del sistema, puesto que se encarga de controlar y unificar todos componentes del sistema, su lenguaje de programación que ha sido configurado (Arduino, 2021). También posee una plataforma de código abierto, aspecto que se consideró primordial para el de registro de usuarios en el software a seleccionar.

En la tabla 8 se encuentra una comparación de los aspectos técnicos entre distintos modelos de arduino considerados para este proyecto.

Tabla 8: Características entre distintos modelos de arduino

Características a evaluar	Arduino MEGA	Arduino DUE	Arduino UNO
Voltaje operativo	5V	3.3V	5V
Compatibilidad con todos los shields	Si	Si	Si
Alimentación	USB	Micro USB	USB
Memoria flash	256 KB	512 KB	32 KB
EEPROM	4Kb	No tiene	1 KB
SRAM	8KB	96KB	2 KB
Corriente de pin de in/out:	40mA	130 – 800 mA	12 mA
Disponibilidad en el mercado nacional	Escasa	No	Escasa
Costo	medio	altamente elevado	medio

Una vez recopiladas estas características a evaluar, se escogió el modelo *Atmega 2560* debido a:

- ✓ Su capacidad de almacenamiento es suficiente para lo que requerimos en el sistema biométrico.
- ✓ Permite optimizar y aprovechar los recursos económicos disponibles ya que se puede encontrar en formato original y chino. Siendo ambos de buena calidad en su funcionamiento.
- ✓ Evita parpadeo constante de la pantalla y tiempo de respuesta lentos.

Se decidió también realizar pruebas con otras placas de desarrollo más avanzadas que arduino mega. Para esto se recopilaron los datos técnicos como almacenamiento, compatibilidad con plataformas web, disponibilidad en el mercado, costo y capacidad de memoria.

Estas pruebas fueron útiles para tener una panorámica completa acerca de otras opciones que se pueden aplicar mejoras a un mediano o largo plazo.

En la tabla 8 se presentan los datos comparativos para 2 placas distintas de arduino y el arduino mega previamente seleccionado.

3.8 Software

Se utilizarán los softwares Arduino y MyOpenLab para la programación de las diferentes sentencias, condiciones e instrucciones que canalizarán el funcionamiento idóneo para el sistema.

3.8.1 Arduino

Es utilizado para la realización de conexiones entre componentes electrónicos para simularlos y comprobar su funcionamiento. Para el sistema a construir, conforma una herramienta imprescindible que nos permite realizar pruebas operacionales antes de montar el circuito en físico (Arduino, 2021)

3.8.2 MyOpenLab

Es utilizado para la construcción de sistemas que poseen entornos gráficos con propiedades configurables y que cumplen una función específica (MyOpenLab, 2017). Para el sistema a construir, además, permite realizar pruebas en tiempo real y sus librerías son por defecto ampliables.

3.8.3 Modelaciones con software proteus

Se han realizado pruebas de simulaciones con el software proteus para mostrar el funcionamiento en conjunto de las diferentes componentes del circuito electrónico (Electronics, 2021)

Se han identificado 3 grandes bloques para los que se han realizado conexiones en las que se muestran la placa arduino mega con la pantalla tft y arduino mega con sensor de huella. No se realizó la conexión en el simulador para arduino mega con impresora térmica dado que no existe librería para este componente.

3.8.4 Simulación de placa arduino con pantalla tft

En la figura 2 se muestra el primer bloque identificado, que corresponde a la simulación de arduino mega con pantalla tft.

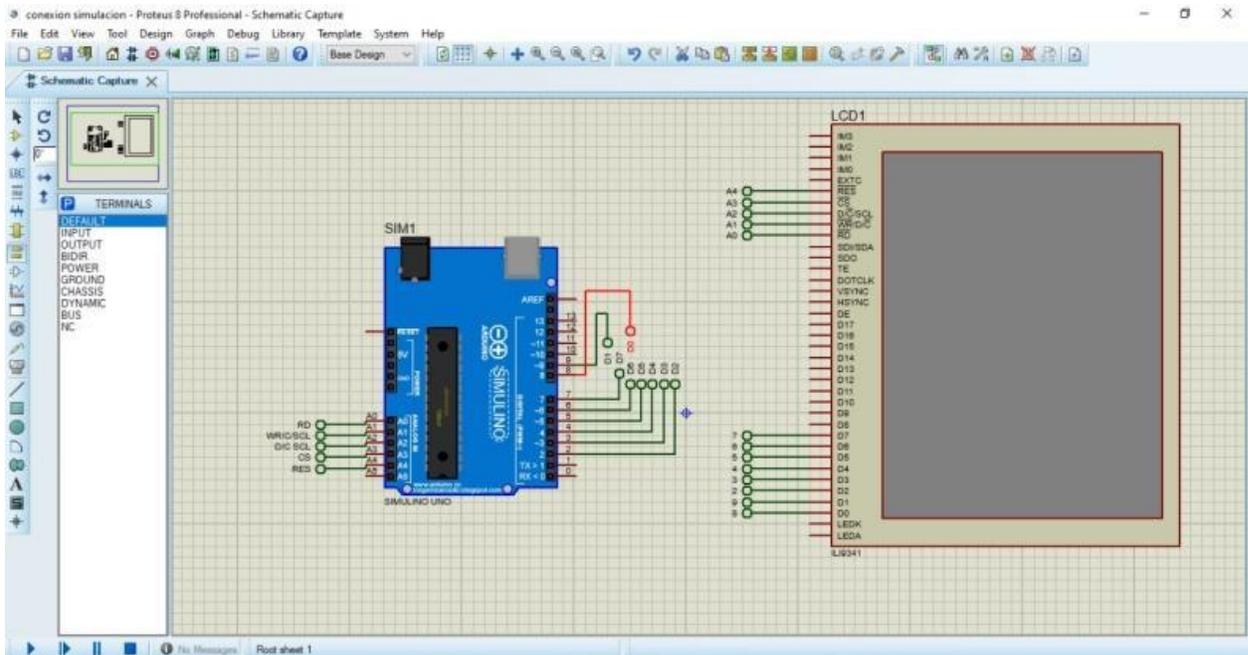


Figura 2: Conexión de pantalla tft y arduino (Fuente Propia,2021)

3.8.4 Simulación de arduino con sensor de huella dactilar

En la siguiente figura se muestra el segundo bloque identificado que corresponde a la conexión de arduino mega con el sensor de huella dactilar.

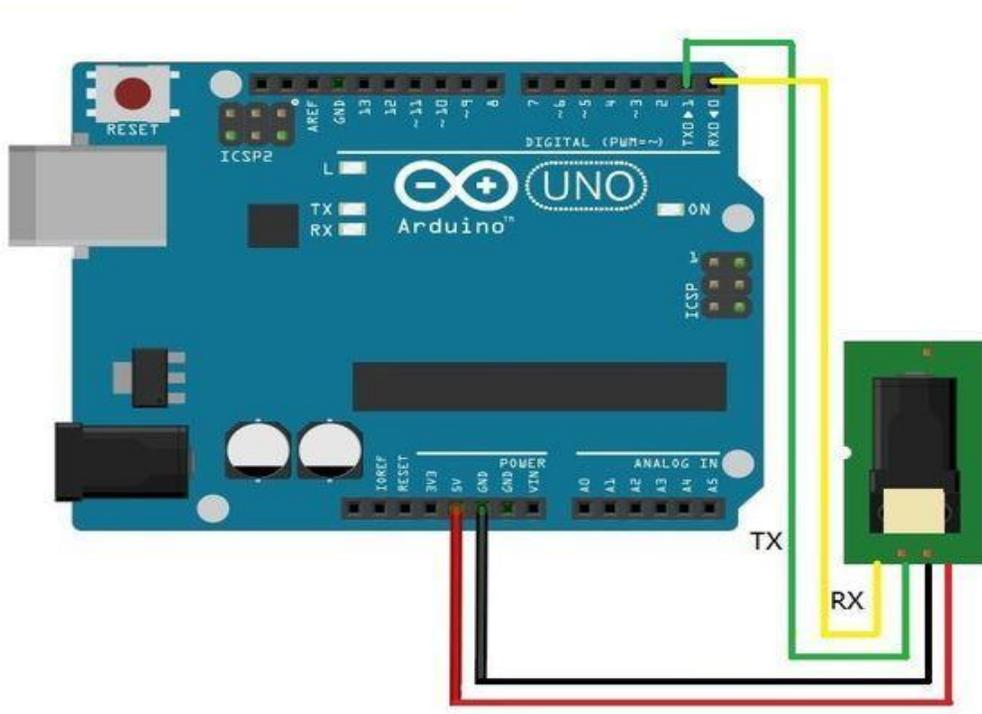


Figura 3: Conexión arduino con huella dactilar(Fuente Propia,2021)

Capítulo 4. Procesos de registro de usuario y entrega de la beca

En este capítulo, se abordará a detalle los procedimientos que se realizan para el registro de los usuarios en el sistema y la entrega de la beca alimenticia.

Del capítulo 1 se identificaron usuarios convencionales (estos incluyen a los estudiantes becados y los administrativos del DBE que gozan de este beneficio) y lo súper usuarios. aparte de estos usuarios, el sistema define un usuario administrador del sistema, el cual se encargará del proceso de registro de los demás usuarios usuario convencional y súper usuario. Así mismo se abordarán los procedimientos constituidos para la entrega de beca alimenticia que implican la existencia de la repuesta que brinda el sistema ante casos especiales que no cumplen con la secuencia dada.

4.1 Etapas en las que se divide el registro de usuario

El procedimiento de registro de los usuarios en el sistema se sub-divide en dos. El primer sub-procedimiento corresponde al usuario administrador del sistema. En tanto, el segundo sub-procedimiento corresponde para los usuarios convencionales y los súper usuarios.

4.2 Sub-procedimiento para registro del administrador del sistema

Para el registro del administrador, se utiliza el software Arduino. A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso:

- a. Haciendo uso del software Arduino ir a archivo, ejemplos, buscar la librería Adafruit Fingerprint Sensor Library, abrir ejemplo Enroll, ver figura 4. Este ejemplo, se utilizará como punto de partida para guardar la huella dactilar en la memoria del sensor AS608.

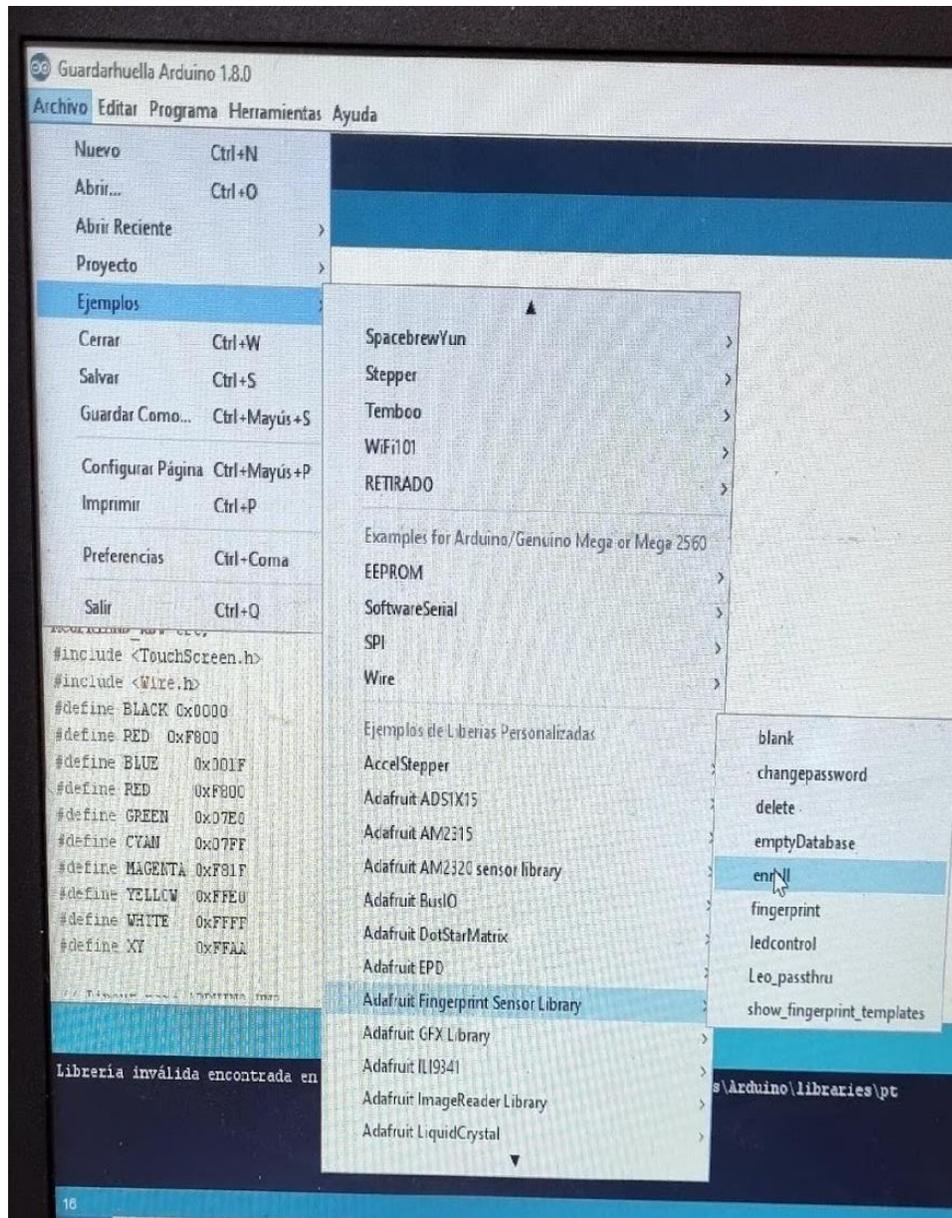
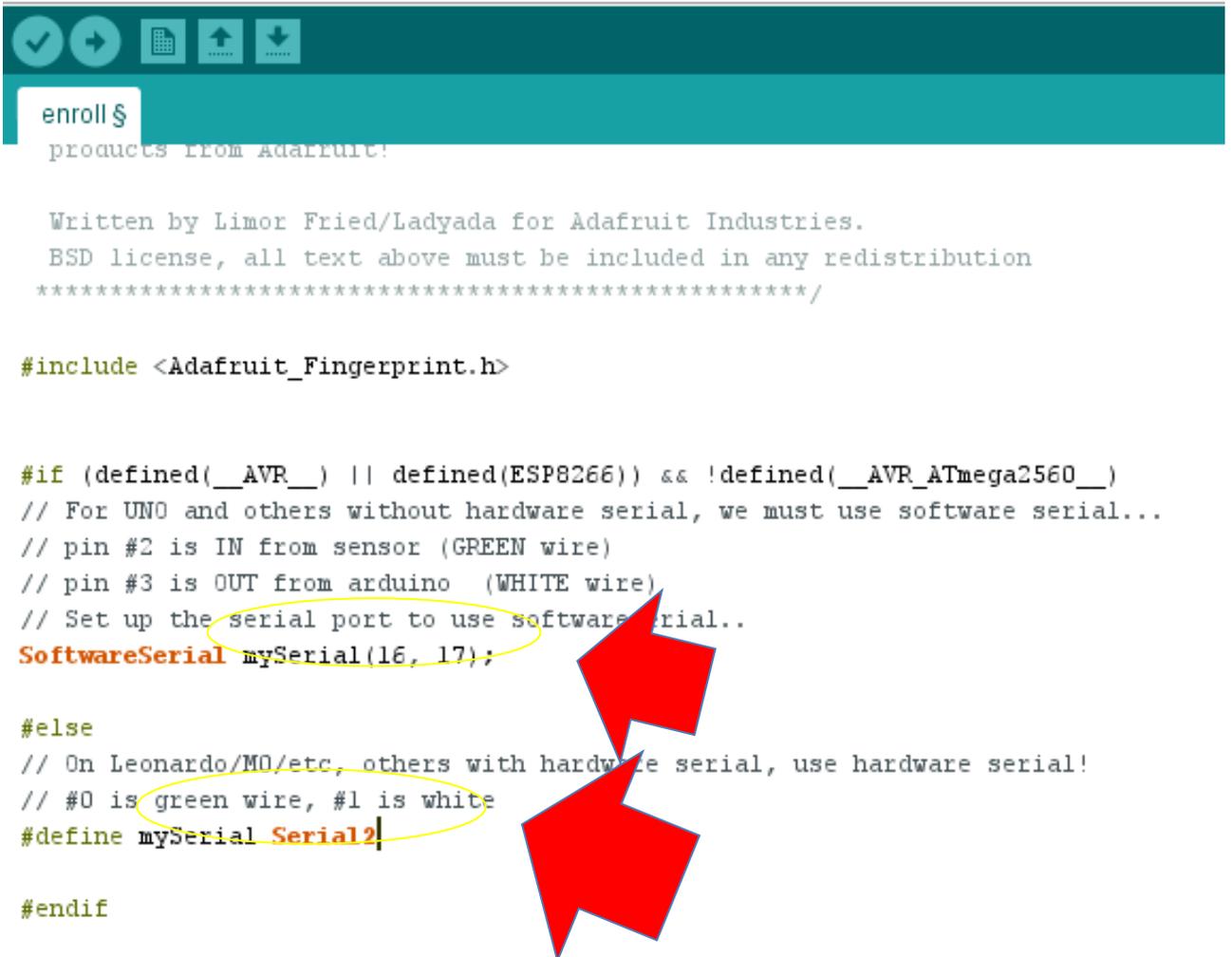


Figura 4: Funcion enroll de la librería adafruit – arduino (Fuente Propia,2021)

b. El ejemplo Enroll trae asignado por default para cualquier placa Arduino el puerto **serial1** con los pines **2 y 3** para tx y rx . Sin embargo, dado que estos pines fueron usados en nuestro sistema para la conexión de la pantalla TFT 2.4” ILI9341, se asigno el puerto **serial2** con los pines **16 y 17** para la comunicación entre el sensor de huella y nuestra placa de Arduino. El proceso para hacer este cambio es el siguiente:

cambiar “*Software Serial mySerial (2, 3);*” por “*Software Serial mySerial (16, 17);*” en el código del ejemplo Enroll. También, modificar “*#define mySerial Serial1*” por “*#define mySerial Serial2*”. Esto se muestra en la figura 5:



```

enroll $
products from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
*****/

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if (defined(__AVR__) || defined(ESP8266)) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use software serial..
SoftwareSerial mySerial(16, 17);

#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial2

#endif

```

Figura 5: Cambio de pines y puerto serial (Fuente Propia,2021)

c. Una vez que se han cambiado los pines y el puerto serial, se debe asignar la placa Arduino que se está utilizando en este trabajo monográfico, que corresponde al nombre de “Arduino/Genuino Mega o Mega2560”. Esto se realiza, debido a que el software Arduino trae configurado por defecto la placa “ARDUINO UNO”; para hacer este cambio ir a herramientas y seleccionar “Arduino/Genuino Mega or Mega 2560”.

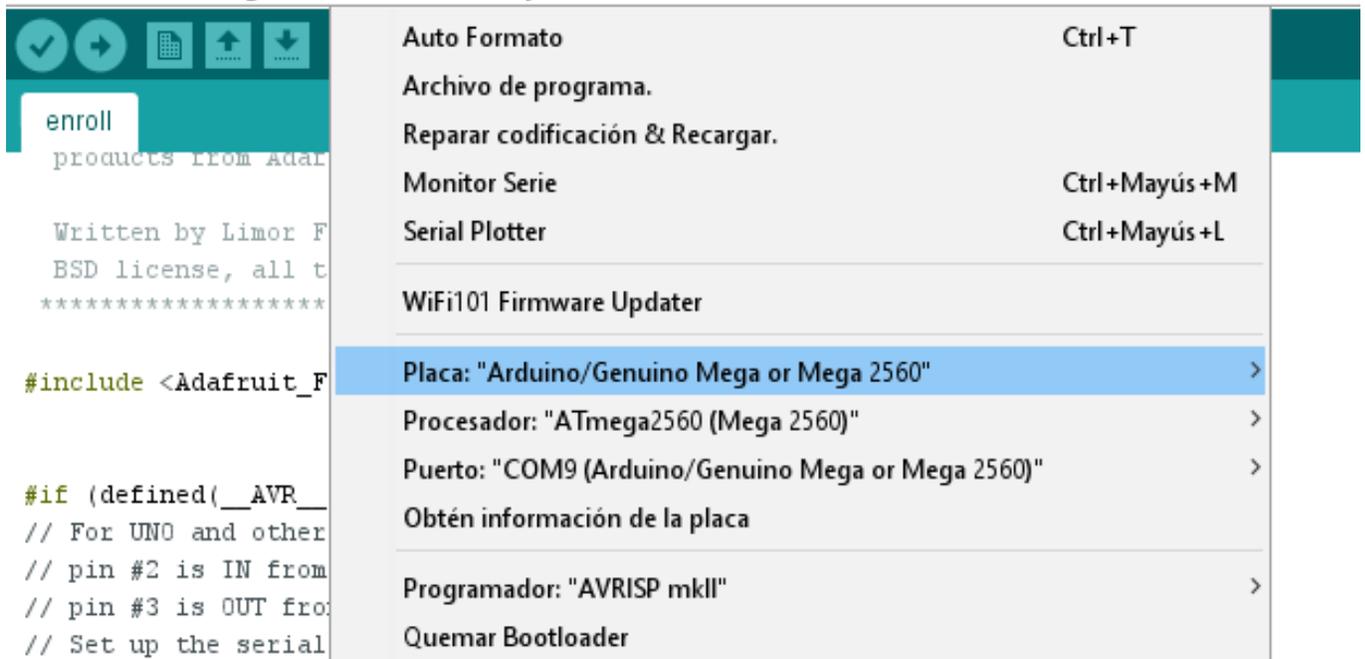


Figura 6: Selección del tipo de placa arduino (Fuente Propia, 2021)

d. Luego que se ha seleccionado la placa, asignado el puerto y los pines de comunicación serial se debe cargar el programa Enroll en la memoria ROM del Arduino. Lo cual hará que en el sistema estén interactuando solamente el Arduino y el sensor de huella.

e. Cuando el sistema ya está gobernado por el código Enroll, haciendo uso del Monitor Serie se puede visualizar los mensajes en los cuales se están comunicando el Arduino y el sensor. El monitor serie en la parte superior derecha.

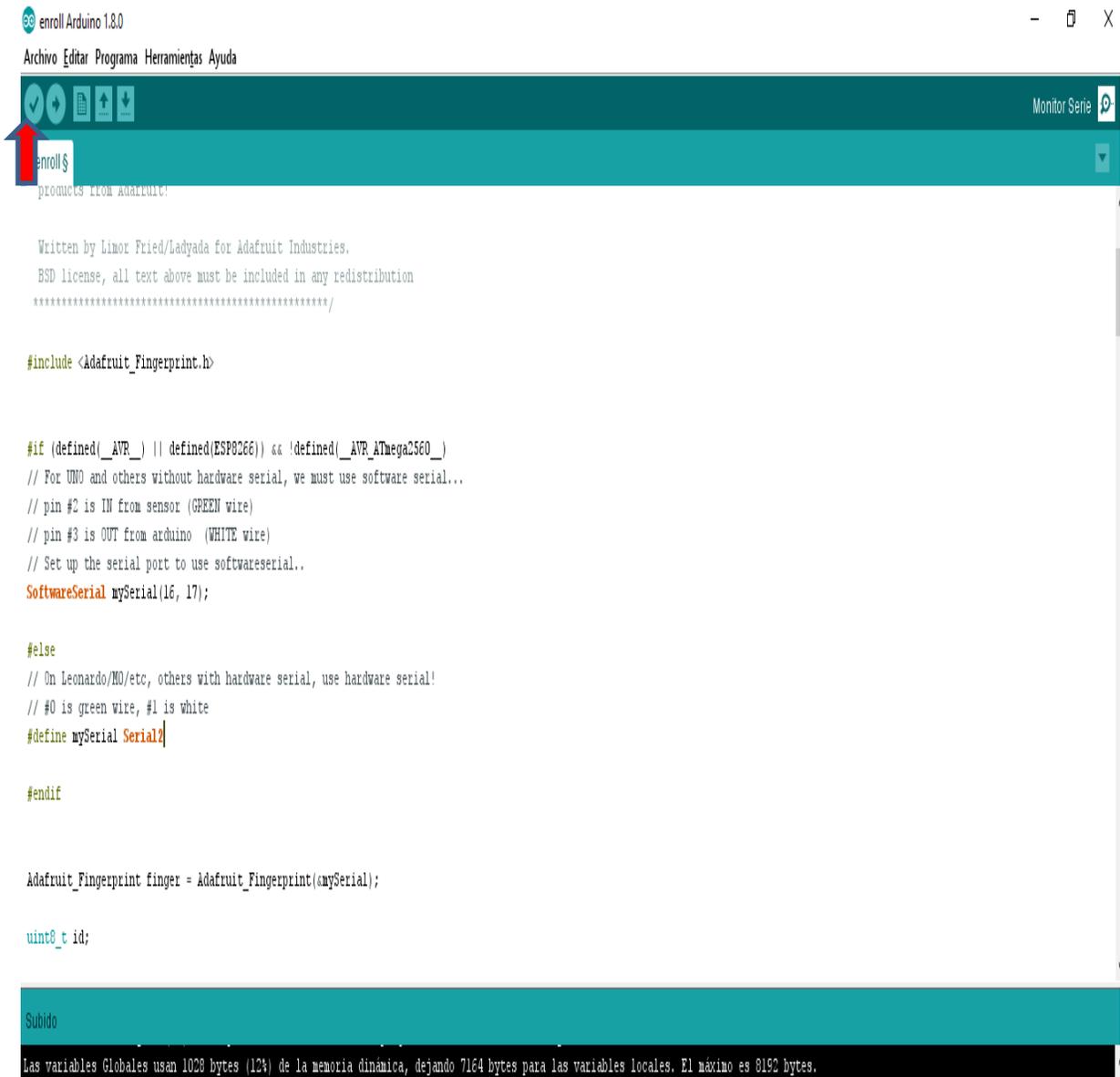


Figura 7: Abrir monitor Serial (Fuente Propia, 2021)

f. Dentro de los mensajes de interacción entre el Arduino y el sensor visto en el monitor serie, se encuentra el mensaje de solicitud *“Please type in the ID # (from 1 to 150) you want to save this finger as”*, para lo cual se debe escribir el número 12, que es el ID que se ha designado para el administrador del sistema y luego dar clic en enviar en la parte superior derecha.



Figura 8: ingreso del ID del administrador del sistema (Fuente Propia, 2021)

g. Al hacer clic en enviar en el monitor serie, aparece una serie de puntos verticales lo cual indica que el sensor está ubicado en el espacio de memoria número doce y esperando a que la persona coloque la huella por primera vez.

Una vez colocado el dedo en el sensor se mostrará el mensaje *“Imagen taken Imagen converted Remove finger ID 12 Place same finger again”*. Indicando que el sensor ha tomado la primera imagen del dedo. seguidamente, aparecerá una serie de puntos de manera horizontal, se coloca nuevamente el mismo dedo por segunda vez esto hace que el sensor valide que se trata de la misma imagen y proceda a guardarla reflejando el mensaje que indica que la huella ha sido guardada *“Imagen converted Creating model for #12 Prints matched! ¡ID 12 Stored!”* (ver figura 9)

```
.  
.   
.   
.   
.   
.   
.   
.   
.   
.   
.   
Image taken  
Image converted  
Remove finger  
ID 12  
Place same finger again  
.....  
Image converted  
Creating model for #12  
Prints matched!  
ID 12  
Stored!  
Ready to enroll a fingerprint!
```

Figura 9: Registro y validación de huella en la memoria del sensor

(Fuente Propia, 2021)

Con esto se ha finalizado el proceso de registro para el administrador del sistema. Por lo cual ya no es necesario la función Enroll, es por ello que se debe reemplazar lo que está guardado en la ROM del Arduino con el código desarrollado para el sistema biométrico.

4.3 Procedimientos para registro de usuario convencional y súper usuario

Para registrar este tipo de usuarios, se realizó un circuito en el software My Openlab. Este es un software de desarrollo basado en elementos gráficos, cada uno cumple con una función específica y tiene propiedades configurables por el usuario, dichos componentes se pueden unir entre sí para implementar de una manera sencilla la parte gráfica y lógica de una aplicación.

MyOpenLab se comunica con el software Arduino a través de la librería *Firmata*. La realización de una aplicación en este software, se hace mediante dos pantallas o áreas de trabajo: *Panel Circuito* y *Panel Visualización*. En el primero se diseña el algoritmo mediante "bloques" o "elementos de función" y el segundo se muestran los datos o se generan los estímulos cuando se está ejecutando la aplicación.

La figura 10 muestra la interconexión de bloques desarrolladas en el *panel circuito*, así como las etapas en las que subdivide el mismo.

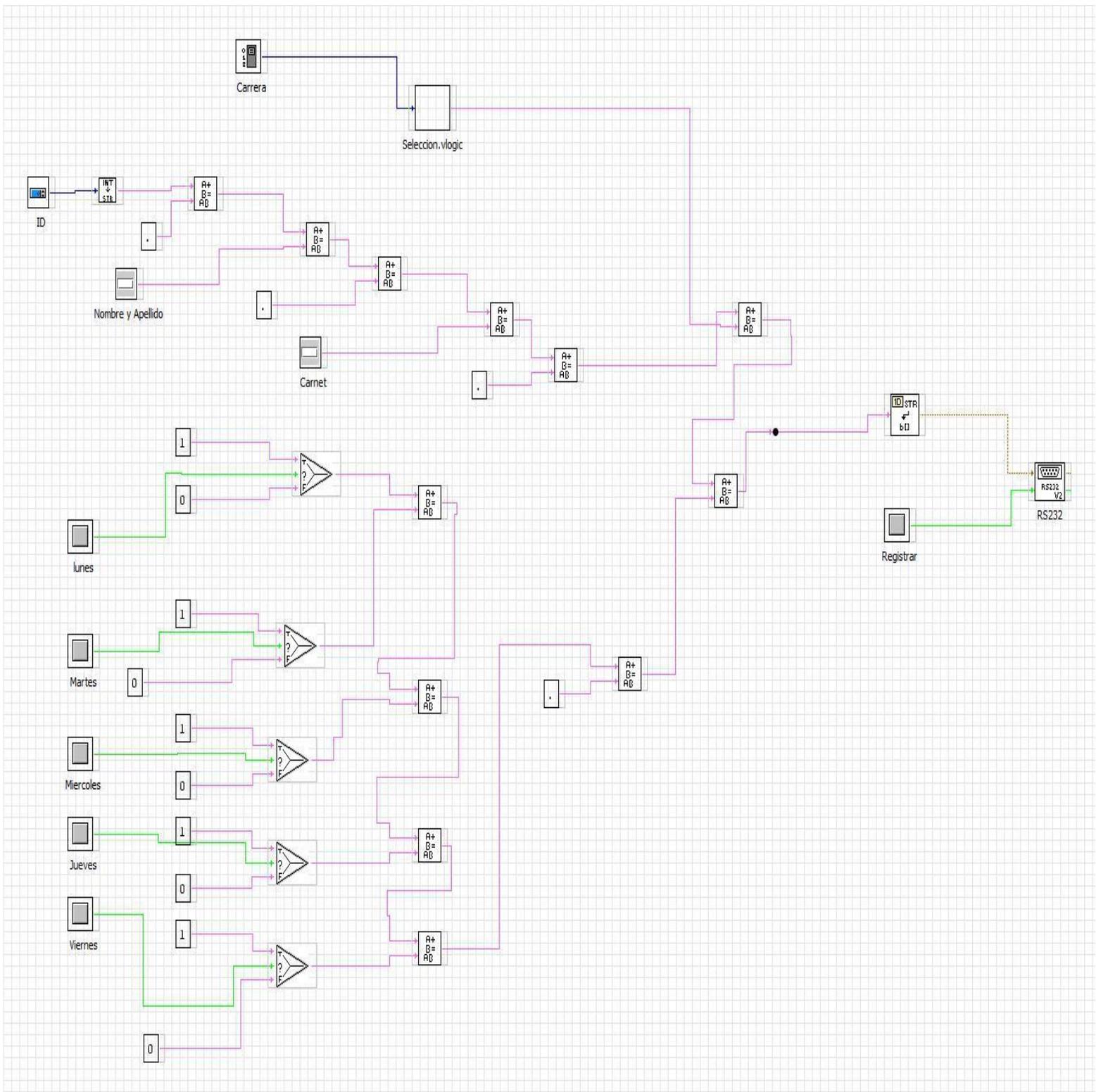


Figura 10: Conexión de bloques e identificación de las etapas del circuito

(Fuente Propia, 2021)

Este circuito consta de cuatro etapas:

1. Ingreso ID y datos personales de los distintos usuarios: A través de una serie de sumadores se juntan todos los datos personales de los usuarios cada uno de ellos separado por un punto ejemplo: **"ID.NOMBREYAPELLIDO.CARNET."** "a esto se le suma lo seleccionado en las etapas dos y tres del circuito.
2. Selección de carrera: Selector MULTISWITCH de seis posiciones mediante el cual el administrador del sistema puede seleccionar la carrera/administrativo a la cual pertenezca el usuario convencional. Siendo la posición uno del switch la carrera Electrónica la posición dos Química, tres Computación, cuatro Eléctrica, cinco Arquitectura y llegando hasta la posición seis que es Administrativos. Esto se puede apreciar en la figura 11.
3. Asignación de días: Haciendo uso de cinco selectores controlados por un push botón y cinco sumadores es posible hacer la asignación de los días específicos en los que los usuarios convencionales tendrían derecho al beneficio alimenticio.

Si el push botón de cada selector esta NA (normalmente abierto) en la salida del selector es 0; mientras que si el push botón esta NC (normalmente cerrado) la salida del selector es 1.por lo tanto esta etapa del circuito envía una cadena de 5 bits equivalente a 5 días de la semana (lunes- viernes); por ejemplo, si un usuario tiene los cinco días asignados se envía 11111. O en otro caso si el usuario tiene asignado el día martes se enviaría 01000.
4. Envío de datos al Arduino: la etapa final del circuito suma todo lo asignado en las etapas anteriores quedando de la siguiente manera **ID.NOMBREYAPELLIDO.CARNET.CARRERA.11100.** se puede apreciar que cada dato está separado por un punto esto debido a que es un método para que el Arduino pueda identificar donde inicia y donde finaliza cada termino. Toda esta información es enviada accionando un push botón llamado registrar, de my openlab al Arduino a través del puerto RS232v2 y a su vez almacenada en la memoria SD.

4.3.1 Panel Visualización o panel frontal

En el área de trabajo panel gráfico, se desarrolló la interfaz gráfica, la cual es muy sencilla de manipular y por medio de ella el administrador del sistema solamente deberá llenar los campos solicitados. (ver figura 11).

Es importante mencionar que las posiciones de registro del sensor del 1 al 14 están reservados para los Súper Usuarios exceptuando la posición 12 en la cual ya está

almacenada la huella del administrador del sistema. Por lo tanto, quedan disponible para registro de Usuarios convencionales los Registros del 15 hasta 150.

The image shows a user registration form on a blue background. At the top left is a logo consisting of white geometric shapes on a dark blue square. At the top right is the 'DEBE' logo, where the 'D' is a circle with a checkmark. Below these is an 'ID' dropdown menu showing '0'. The main form area contains a text input field for 'Nombres y Apellidos', another for 'Nro de Carné', and a vertical list of categories: ELECTRONICA, QUIMICA, COMPUTACION, ELECTRICA, ARQUITECTURA, and ADMINISTRATIVOS. To the left of this list are five buttons labeled 'L', 'M', 'MI', 'J', and 'V'. At the bottom center is a green 'Registrar' button.

Figura 11 Interfaz Gráfica diseñada (Fuente Propia, 2021)

4.3.2 Proceso de Registro

- a) Una vez ya finalizada la aplicación, se procede a establecer su comunicación con el software Arduino, para esto solo se ejecuta en el software My Openlab. El resultado de esta acción se muestra a continuación, en la figura 12:

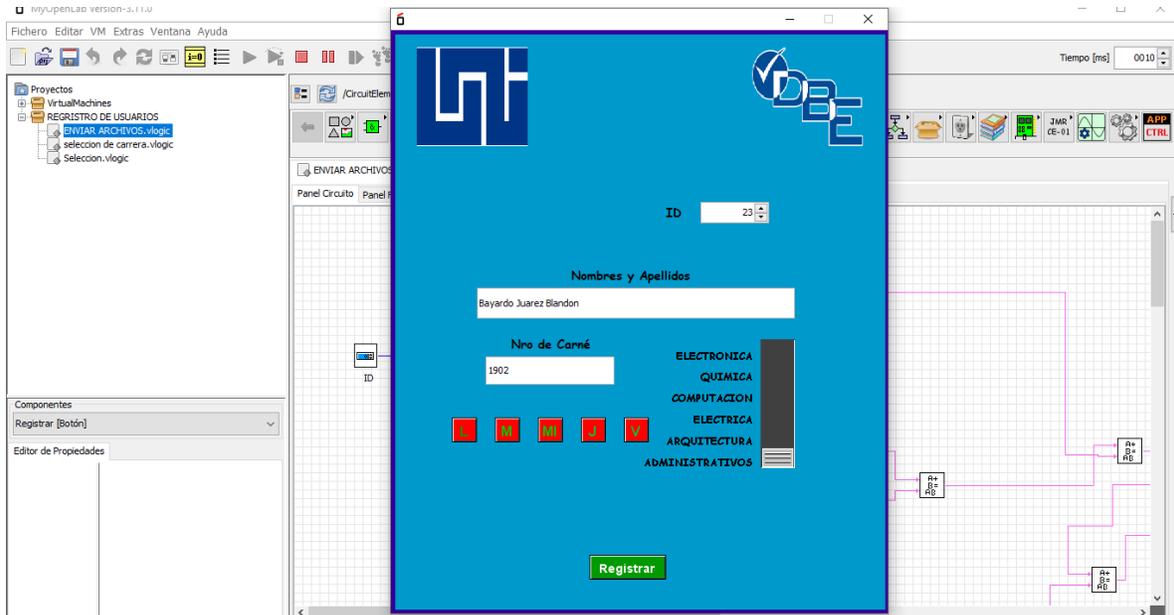


Figura 12 Aplicación corriendo

b) Una vez cargada la aplicación, es indispensable que el administrador del sistema se identifique. Para este fin deberá en la pantalla LCD entrar a ajustes, el sistema le solicitará “que coloque su huella de administrador “. Finalmente, la pantalla del sistema mostrará que el sistema está listo para el registro de usuarios. (ver figura 13 a, b y c).



Figura 13: Huella del Administrador del sistema: (a) Debe ingresar a ajustes por medio de la pantalla táctil, (b) Colocar el dedo en el sensor, así solamente el podrá tener acceso a registrar (c) El sistema muestra en pantalla que se encuentra listo para registrar (Fuente Propia, 2021)

c) El administrador procede a llenar la información solicitada: (ID, nombres y apellido, número de carnet, selección de área, días a los que tienen derecho al beneficio). Una vez se ha completado toda la información se le da clic en registrar, lo cual hará que el sistema muestre en la pantalla el mensaje datos guardados, indicando que la información ha sido almacenada en la base de datos alojada en la memoria micro SD (ver Figuras 14 A), posterior a esto el dispositivo solicitará que el usuario convencional coloque la huella así como se puede apreciar en la Figura 14.B, una vez que el usuario registra exitosamente su huella el sistema por validación le vuelve a pedir que registre nuevamente la misma huella esto lo podemos ver en la figura 14.C; finalmente el sistema refleja el mensaje que indica que la huella ha sido guardada correctamente en la posición ID 24 de la memoria del sensor, ver Figuras 14 D.



A



B



C



D

Figura 14: Registro de huella de usuarios: (A) El sistema recibe la información proveniente de la aplicación y la almacena memoria SD. (B) El sistema solicita que el usuario coloque el dedo por primera vez. (C) El sistema solicita que el usuario coloque el dedo por segunda vez para validar. (D) Huella guardada en ID seleccionado (Fuente Propia, 2021)

4.4 Algoritmo de funcionamiento general del sistema biométrico

A continuación, se muestra el algoritmo de funcionamiento principal para el sistema biométrico. De acuerdo con los requerimientos obtenidos del DBE (dirección de bienestar estudiantil) existen 2 periodos de entrega para beca alimenticia. En base a esto el algoritmo desarrollado es el siguiente:

DIAGRAMA DE FLUJO FUNCION PRINCIPAL.
TRABAJO MONOGRAFICO.

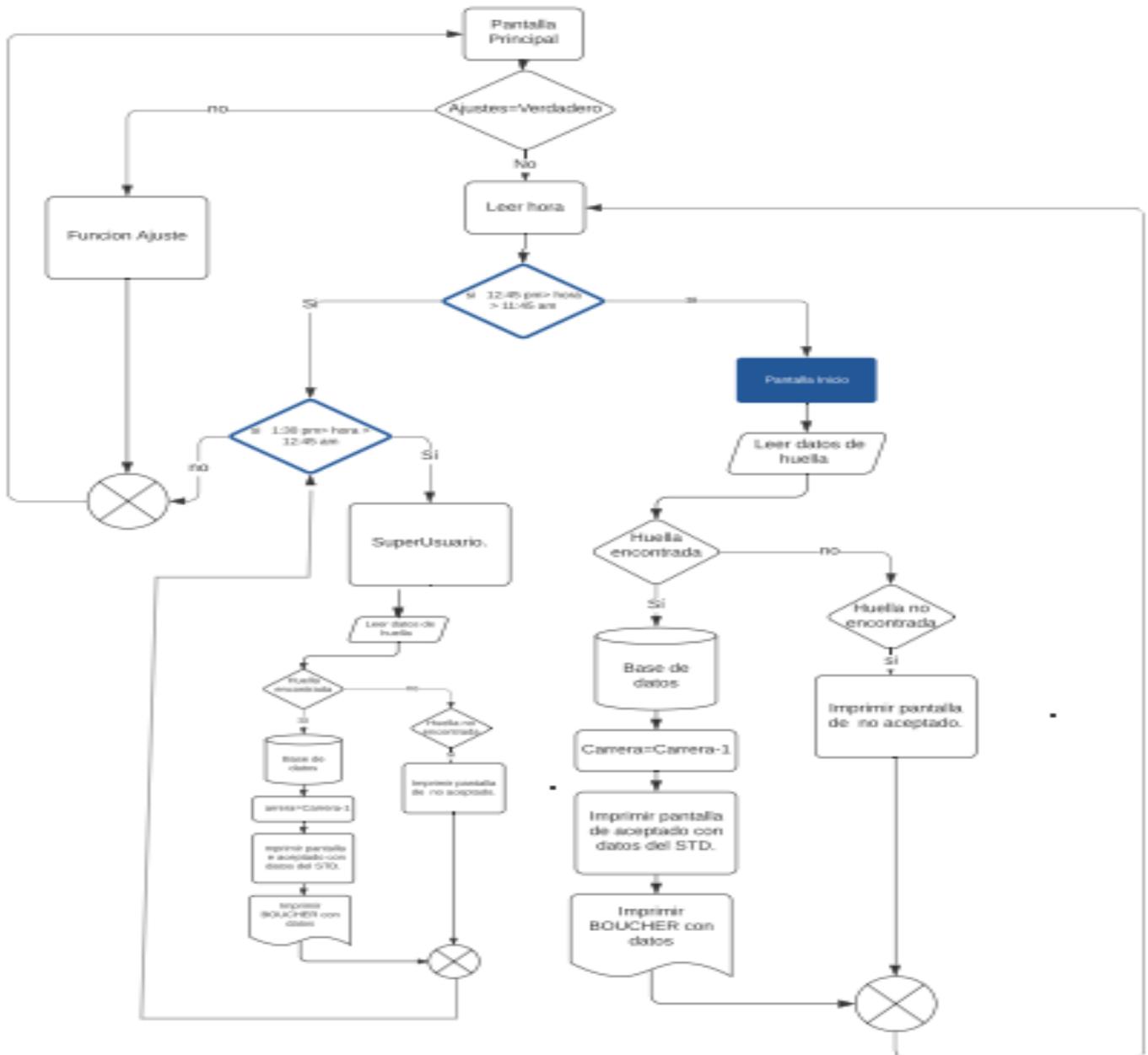


Figura 15: Algoritmo de proceso de entrega para usuario convencional y súper usuario (Fuente Propia, 2021)

El primer periodo comprende la inicialización de la pantalla principal, seguidamente cumple una condición predeterminada en ajustes(“verdadero”), una vez ejecutada esta función, se procede a leer la hora. El sistema comienza el proceso de entrega de la beca cuando el reloj marca entre las 11:45 AM y 1:30 PM. Este periodo a su vez, se subdivide en:

- Primer periodo: 11:45 AM a 12:45 PM
- Segundo periodo: 12:46 PM a 1:30 PM

En el primer periodo, el sistema lleva a cabo la entrega de alimento a aquellos usuarios registrados en la base de datos (usuario convencional), acción que es verificable mediante la lectura de la huella dactilar y la impresión correspondiente de su comprobante o Boucher.

En el segundo periodo, se lleva a cabo la entrega a aquellas personas que han sido registradas como súper – usuarios en la base de datos, lo cual también es verificable mediante la lectura huella dactilar y su correspondiente impresión de comprobante o Boucher.

En este caso el Boucher incluye el número total de comidas que se le está entregando al Súper-Usuario. Es importante destacar la existencia de condiciones para una mayor efectividad y congruencia en cuanto a la cantidad de comida entregadas.

Cuando el reloj de nuestro sistema biométrico esta fuera del horario de entrega de la beca, este pasa a modo inactivo, es decir no realiza ninguna acción ni se activa por ninguna condición ni por ninguna huella dactilar.

Capítulo 5. Presentación de Resultados

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos del presente proyecto monográfico, mismos que incluyen las pruebas de funcionalidad realizadas tanto al hardware como al software desarrollado.

5.1 Prototipo Final

A continuación se presenta la conexión de lo distintos elementos del prototipo durante la etapa de desarrollo, ver figura 16.

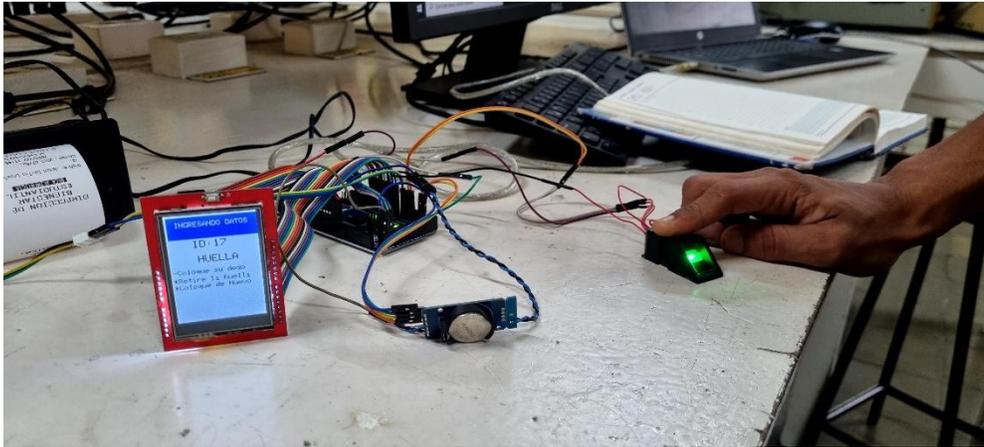


Figura 16: prototipo en etapa de desarrollo (Fuente Propia, 2021)

Una vez que los resultados de las pruebas de conexión y funcionalidad fueron exitosas en esta etapa de desarrollo, se procedió a diseñar un case con ayuda del software SKETCHUP. Seguidamente, el diseño del case fue impreso en el laboratorio de Monografías y Proyectos de la FEC el cual tiene impresoras 3D. En la figura 17, se muestra el resultado de integrar el diseño de prototipo en el case impreso 3D.



Figura17: Prototipo final (Fuente Propia, 2021)

5.2 Pruebas de funcionamiento/ desempeño

Una vez que el sistema esta funcional y encapsulado se procedió a realizar las siguientes pruebas de funcionamiento.

5.2.1 Entrega de alimentos a usuarios convencionales.

- Para la entrega del beneficio a un Usuario convencional se deben de cumplir las siguientes condiciones:
 - ✓ Que este registrado en la base de datos del sistema.
 - ✓ Que este en periodo de entrega.
 - ✓ Colocar la huella dactilar en el sensor.
 - ✓ El sistema valida si dicha huella se encuentra guardada en la memoria del sensor.
 - ✓ Al encontrar que la huella si se encuentra registrada, el dispositivo compara el día actual con los días asignados.
 - ✓ retiro de alimentos por medio de comprobante impreso.

Mediante el registro de un usuario convencional perteneciente a la carrera de ingeniería Electrónica, se procedió a realizar la prueba donde dichos usuarios hacen el retiro de su almuerzo obteniendo como resultado que el sistema responde satisfactoriamente mostrando tanto en la pantalla como en el comprobante impresión. La información correspondiente al usuario, así como también fecha y hora en que se realizó la entrega, ver figuras 18 A y B.



A



B

Figura 18: Entrega de alimentos a usuarios convencionales (Fuente Propia, 2021)

5.2.2 Entrega de alimentos a Súper Usuarios

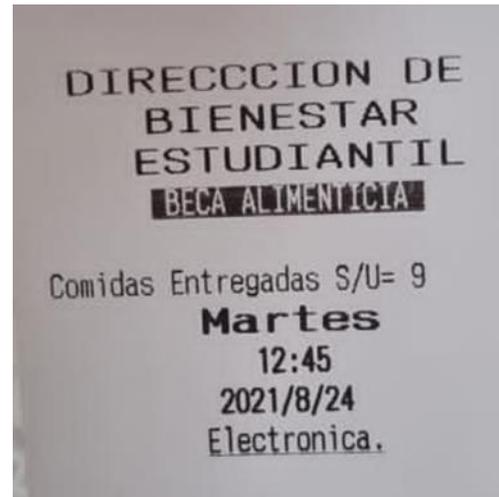
- Para la entrega del beneficio a un Súper Usuario se deben de cumplir las siguientes condiciones:
 - ✓ Que este registrado en la base de datos del sistema con un ID específico para súper usuarios.
 - ✓ Que este en el horario de entrega respectivo.
 - ✓ Retira por medio de huella dactilar las comidas restantes que por eventos de cualquier naturaleza no han sido retiradas por el denominado usuario convencional (estudiantes).

En la prueba anterior, el sistema realizo la entrega a un usuario convencional de la carrera de ingeniería Electrónica, una vez realizada esa prueba procedio a que el Súper Usuario de electrónica previamente registrado, retire las comidas restantes que por eventos de cualquier naturaleza no fueron retiradas por los demás usuarios de electrónica.

En el escenario donde se realizó esta prueba de los 10 becarios de electrónica solamente 1 retiró sus alimentos por lo cual, los 9 restantes fueron retirados por el súper usuario a como se aprecia en la figura 19 A y B.



A



B

Figura 19 : Entrega de alimentos a Súper Usuarios (Fuente Propia, 2021)

5.2.3 Usuarios no Registrados

Se procedió a colocar el sistema en modo de entrega en el horario de usuario convencional de (11:45 a.m. a 12:45 p.m.), luego se invitó a una persona que no está registrada en el sistema a colocar su dedo en el sensor de huella dactilar. La respuesta del sistema se muestra en la figura 20. Se puede observar que el sistema al no encontrar la huella en la base de datos, alerta a la persona designada mediante el mensaje de “huella no encontrada” en la pantalla.



Figura 20: huella no encontrada (Fuente Propia)

5. 2.4 Día no asignado

- Usuarios convencionales: intentando retirar en día que no tiene asignado el beneficio.

Generalmente se aduce a personas que se encuentran registradas en el sistema, pero que intentan realizar el retiro de comida en un día distinto al asignado dado que los días asignados son a horario presentado en la solicitud de beca. En este caso, El sistema valida que la huella se encuentra registrada en el sistema, posteriormente se verifica si el día actual está incluido dentro de los días asignados de acuerdo a lo que se definió en el registro de este usuario. La figura 21 muestra la respuesta del sistema ante este caso.



Figura 21: día no asignado (Fuente Propia, 2021)

5.2.5 Intento de retiro por más de una vez

- Usuarios registrados en el sistema intentando retirar el beneficio dos o más veces el mismo día.

En esta prueba un Usuario convencional intenta retirar el beneficio por segunda vez el mismo día. Ante esta situación, el sistema bloquea este segundo o cualquier otro intento. La respuesta del sistema ante esta eventualidad la podemos observar en la figura 22.



Figura 22: retiro más de una vez (Fuente Propia, 2021)

5.2.6 Súper Usuario en horario de Usuario convencional

- Cuando un Súper Usuario intenta retirar las comidas restantes en periodo de entrega de Usuarios Convencionales.

Se realizó esta prueba bajo las condiciones de que un súper usuario colocó su huella en horario de 11:45 a.m. a 12:45 p.m. Por requerimiento del DBE, esto no debe ocurrir. Por tanto, el sistema responde a esta situación ver figura 23.



Figura 23: Súper Usuario en horario de Usuario convencional (Fuente Propia, 2021)

5.2.7 Usuario convencional en horario de Súper Usuario.

Se sometió el sistema a la prueba de que un usuario convencional colocó su dedo en el sensor de huella dactilar (emulando que un estudiante llega tarde a retirar su beca) durante el periodo de 12:46 p.m. a 1:30 p.m. la respuesta de esta situación se muestra en la figura 24.



Figura 24: Usuario convencional en horario de Súper Usuario (Fuente Propia, 2021)

5.2.8 Dos Súper usuario por carrera.

Para que el súper usuario por carrera tenga redundancia tanto el presidente como su vicepresidente o quien delegue se registran como súper usuarios durante el proceso de registro al inicio del semestre. Esto se realiza previendo que el súper Usuario principal (presidente de carrera) no pueda retirar las comidas restantes por ejemplo porque ese día no está en el recinto y el otro súper usuario de la carrera es delegado para esta función. En la figura 25 se muestra el resultado cuando un súper usuario ya retiró la comida y aparece el otro e intenta retirarla.



Figura 25: comidas de súper usuarios ya retiradas (Fuente Propia, 2021)

5.2.9 Fuera de horario de entrega

- Usuarios registrados en el sistema: retiro de beca fuera de horario de entrega.

Ningún usuario convencional ni súper usuario podrá retirar los alimentos fuera del periodo establecido (11:45 a.m. – 1:30 p.m.). debido a que durante ese tiempo el sistema no está haciendo lectura de huellas dactilares, ni está habilitado para entregar, solamente muestra un mensaje en pantalla “Fuera de horario de entrega” en color rojo.

Para probar el correcto funcionamiento se procedió a designar a cinco usuarios convencionales que están registrados y tienen días asignados, colocaran su huella cuando el sistema se encuentra fuera del periodo de entrega, comprobando de esta manera que el dispositivo no da respuesta alguna porque se ha programado para que este en modo inactivo, no realiza ninguna acción ni se activa por ninguna condición ni por ninguna huella dactilar. Ver figura 26.



Figura 26: fuera de horario de entrega (Fuente Propia, 2021)

5.3 Costo del Prototipo

En la tabla que se presenta a continuación, se muestra el costo del prototipo del sistema biométrico desarrollado:

Tabla 9: Presupuesto costo total del prototipo.

Costo del prototipo	
Componentes	Precio en dólares
Impresora Térmica	85
Pantalla TFT 2.4" ILI4391	13
Reloj RTC DS 3231	5
Sensor de huella dactilar Huella dactilar AS608	20
Arduino MEGA 2560	21
Fuente de alimentación 5.V – 2.A	9
Micro SD Kingstone 16 G	5
Papel de impresión térmica	5
Diseño e Impresión del Case en modelo 3D	40
Mano de obra (40 horas)	200
TOTAL	403

Conclusiones

En este trabajo monográfico se desarrolló un prototipo. Se logró mediante entrevistas definir los requerimientos mínimos provistos por el DBE, que se deben cumplir para su funcionamiento.

También, se definieron criterios técnicos y económicos para la selección de componentes. Entre los más relevantes tenemos: Voltaje de operación, corriente de funcionamiento, disponibilidad en el mercado nacional y costos.

Luego se realizó el diseño del sistema haciendo uso de Arduino y MyOpenLab, en donde se desarrolló una interfaz gráfica que permite fácil acceso al usuario.

Finalmente, se llevaron a cabo distintas pruebas de funcionalidad, en las que son contempladas los requerimientos definidos por el DBE. En todas las pruebas realizadas se logró con éxito el funcionamiento del dispositivo.

De tal manera que dicho dispositivo con un costo de 403 dolares, brinda respuesta a la problemática que se presenta actualmente en el comedor del recinto.

Recomendaciones

El DBE solicitó tantos requerimientos tanto deseables e indispensables. El prototipo desarrollado en este trabajo da respuesta únicamente a los indispensables, por tanto, como aspectos de mejoras para este prototipo tenemos:

- El sensor de huella tiene capacidad limitada. Se recomienda actualizar modelo de sensor a una capacidad de 500 usuarios.
- Dotar el prototipo con interconexión a internet.
- Reestructuración de la fuente de alimentación tomando en cuenta los parámetros determinados para su montaje e impresión 3D.
- Configuración del sistema mediante código URL para obtener una vía de acceso más rápido al sistema.
- Que el reconocimiento sea bimodal, es decir por medio de huella dactilar y retina.
- Agregar al sistema configuración de sonido en forma de pitidos para indicar usuario aceptado(pitido una vez) y no aceptado(pitido dos veces).
- Incorporar tecnología IoT(Internet of Things) como medio de gestión de la información para acceder a notificaciones de validación,ingresos y protección de datos de cada usuario.
- Incorporar la realización de un software de enrolamiento basado en la nube que sea compatible con sistemas operativos IOS y Android, cuya interfaz gráfica sea amigable con el usuario empleando contraseña personalizada para acceder a la misma.

Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de Adafruit: <https://www.adafruit.com/product/2752>
- (s.f.). Obtenido de xataka.com: <https://www.xataka.com/especiales/como-elegir-la-tarjeta-microsd-adecuada-para-tu-smartphone>
- (mayo de 2015). Obtenido de ElectroHobby: <https://www.electrohobby.org/tft-lcd-touch-2-4-shield-arduino-uno/>
- (2021). Obtenido de Naylamp Mechatronics: <https://naylampmechatronics.com/107-modulo-rtc-ds3231-eeeprom-at24c32-i2c.html>
- Arduino . (2021). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Trademark/CommunityLogo>
- Arduino. (2021). *arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Armando artasloa, C. c. (s.f.). *Electronica Industrial apuntes, practicas y problemas*. bilbao.
- Benchimol, D. (2011). *Conceptos de Biometria*.
- Burgess, p. (septiembre de 2012). *Learn Adafruit*. Obtenido de <https://learn.adafruit.com/mini-thermal-receipt-printer?view=all>
- Castaño. (2020). *Conexion fisica arduino Mega con Huella dactilar*. Managua.
- Castaño, C. G. (Noviembre de 2020). Managua, Nicaragua.
- Chamorro, J. G. (13 de Junio de 2013). *Bitacora de Javier Gutierrez Chamorro*. Obtenido de <https://www.javiergutierrezchamorro.com/especificaciones-de-las-pilas-de-boton/>
- DBE. (2019). *Revista DBE*. Obtenido de <https://dbe.uni.edu.ni/progama/programa-de-becas/#:~:text=Beca%20alimenticia%3A%20Es%20la%20asignaci%C3%B3n,de%20primera%20y%20segunda%20convocatoria>
- DBE. (noviembre de 2020). Requerimientos deseables e indispensables para el sistema biometrico. (c. cesar, Entrevistador)
- DBE. (noviembre de 2020). requerimientos para beca alimenticia. (c. c. navarrete luisa, Entrevistador)
- DBE. (2021). *uni- becas*. Obtenido de <https://dbe.uni.edu.ni/>
- Dr. Rúben Morales Mendez. (2013).
- Dr. Rúben Morales Mendez. (2013).
- Electronics, L. c. (2021). *proteus lab center*. Obtenido de <https://www.labcenter.com/>
- Fuente Propia. (marzo de 2021).
- Fuente Propia. (marzo de 2021). Conexión de pantalla tft y arduino.

Fuente Propia. (marzo de 2021). Diagrama de bloques funcional del sistema. Managua, Niagaragua.

Gaviño. (2010). Sistemas de Control.

luisa, N. (Febrero de 2021). Algoritmos de sistema. Managua.

Marino Tapiador Mateos, J. A. (2005). *Tecnologías Biométricas aplicadas a la seguridad*. RA-MA S.A Editorial y publicaciones.

Mechatronics, M. (2021). *Maylamp Mechatronics*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/52_tutorial-rtc-ds1307-y-EEPROM-at24c.html

MyArrow. (diciembre de 2015). Obtenido de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/cr2032-batteries-keep-a-light-shining-in-the-window>

MyOpenLab. (2017). *MyOpenLab*. Obtenido de <https://myopenlab.org/inicio/>

Navarrete. (2020). *pruebas de depuración de códigos arduino software*. Managua.

Navarrete. (Octubre de 2020). *Simulación*. Managua.

Navarrete, I. (2021). simulación de prueba con pantalla TFT y arduino. Managua: Proteus ISIS versión 8.4.

Netbot R. L, Seguridad y Protección de la Información. (s.f.). *Seguridad y Protección de la Información*.

PROMETEC. (2019). *prometec.net*. Obtenido de <https://www.prometec.net/lector-de-huellas/>

Propia, F. (marzo de 2021).

UNEN. (2020-2021). número de becas asignadas a estudiantes por carrera. Managua.

UNIT electronics. (2016-2021). Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/lector-sensor-huella-dactilar-digital-as608/>

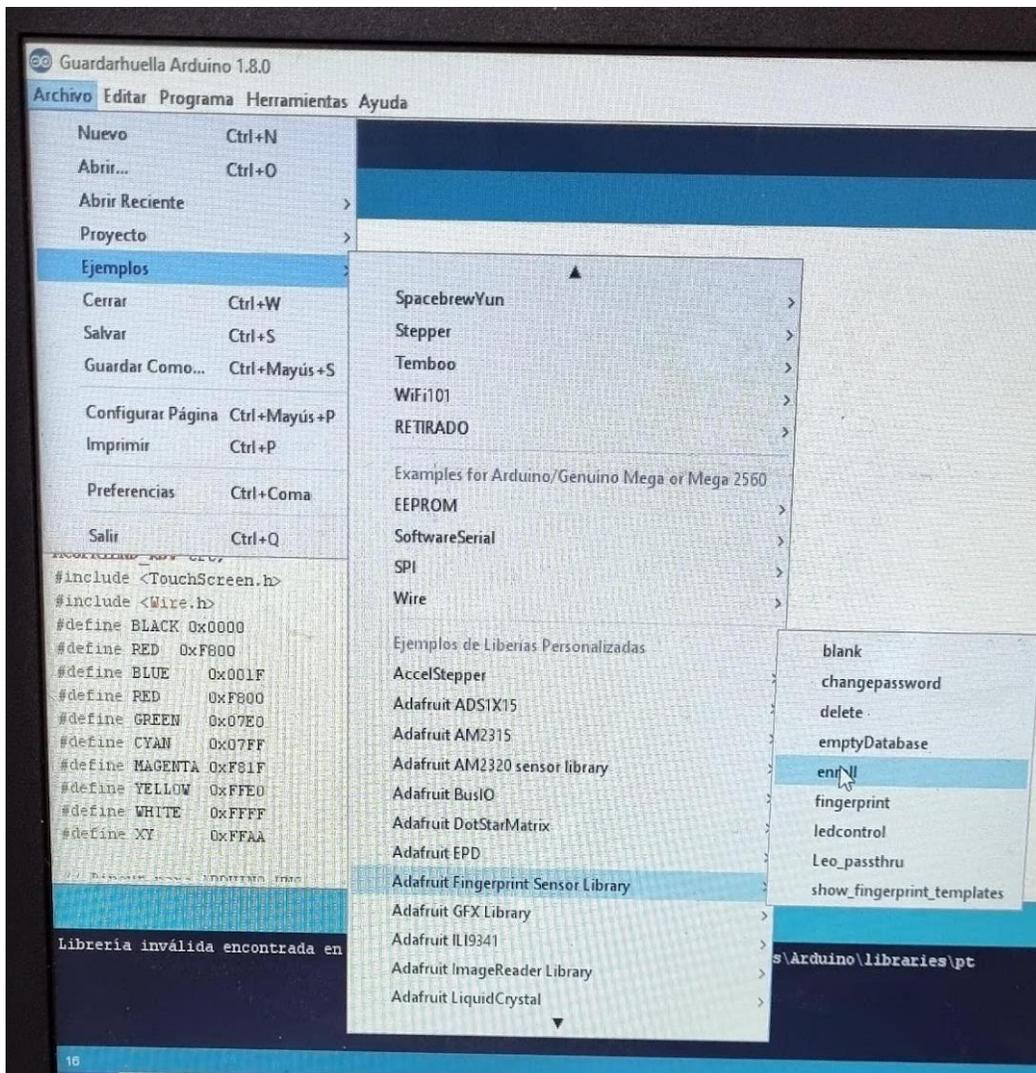
Velasquez, J. (2017). *MyOpenLab*. Obtenido de <https://myopenlab.org/inicio/>

zone, H. h. (16 de marzo de 2021). Obtenido de <https://hardzone.es/tutoriales/compras/tarjeta-memoria-micro-sd/>

Anexos

Manual de Usuario

- 1- Registro del administrador del sistema, para poder registrar a los Usuarios convencionales en la base de datos primero debe de estar guardado y registrado el Administrador del sistema quien será el encargado de hacer todo el proceso de registro de los Usuarios convencionales y Súper Usuarios:
 - a- Hacer uso del software Arduino ir a archivo, ejemplos, buscar la librería Adafruit Fingerprint Sensor Library, abrir Enroll.



b. Cambiar “**Software Serial mySerial (2, 3);**” por “**Software Serial mySerial (16, 17);**” y también modificar “**#define mySerial Serial1**” por “**#define mySerial Serial2**”.



```
enroll
products from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
*****/

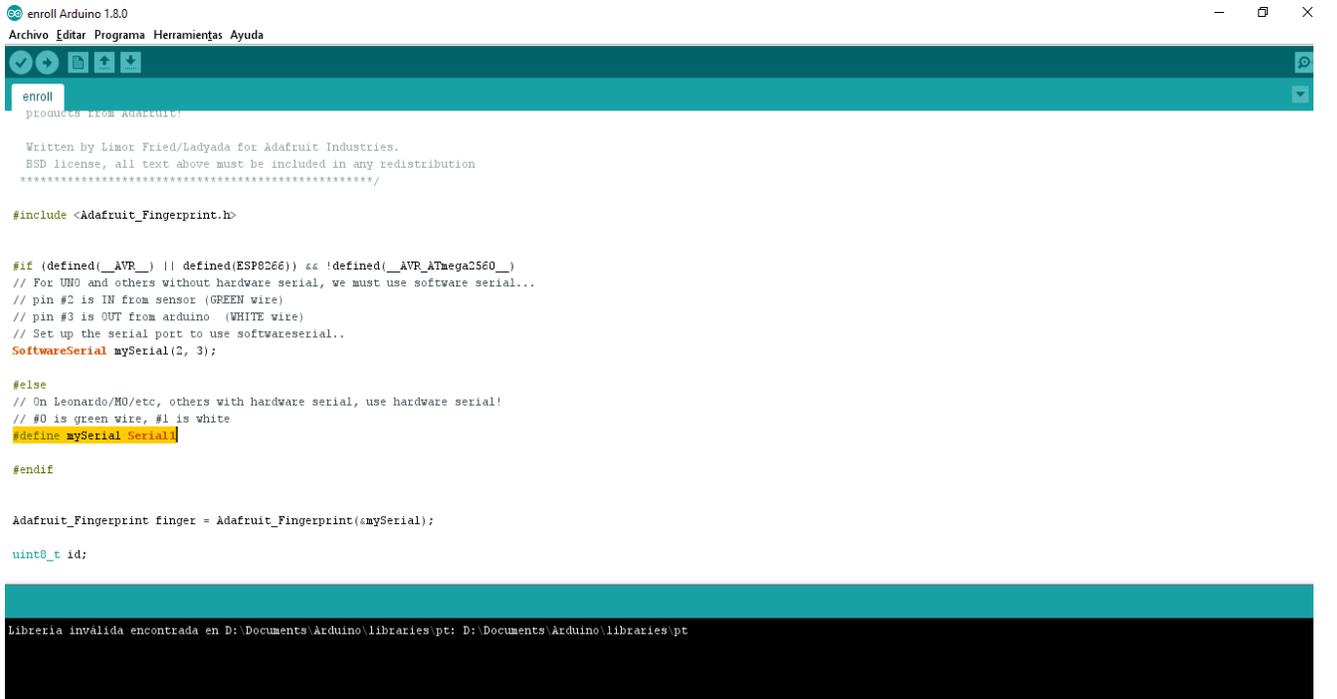
#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if defined(__AVR__) || defined(ESP8266) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial1
#endif

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

uint8_t id;
```

Librería inválida encontrada en D:\Documents\Arduino\libraries\pt: D:\Documents\Arduino\libraries\pt



```
enroll
products from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
*****/

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

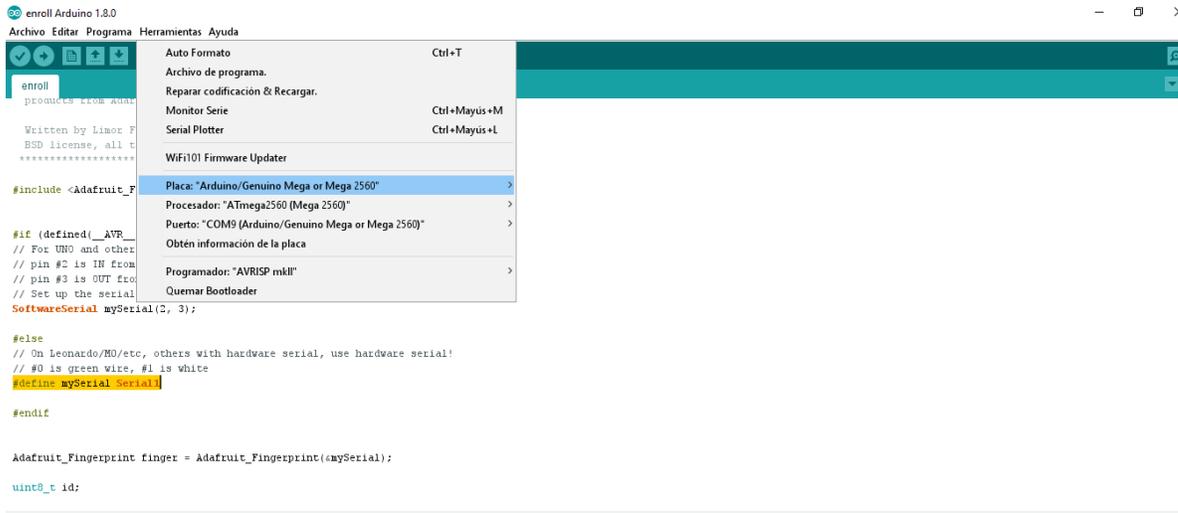
#if defined(__AVR__) || defined(ESP8266) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial2
#endif

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

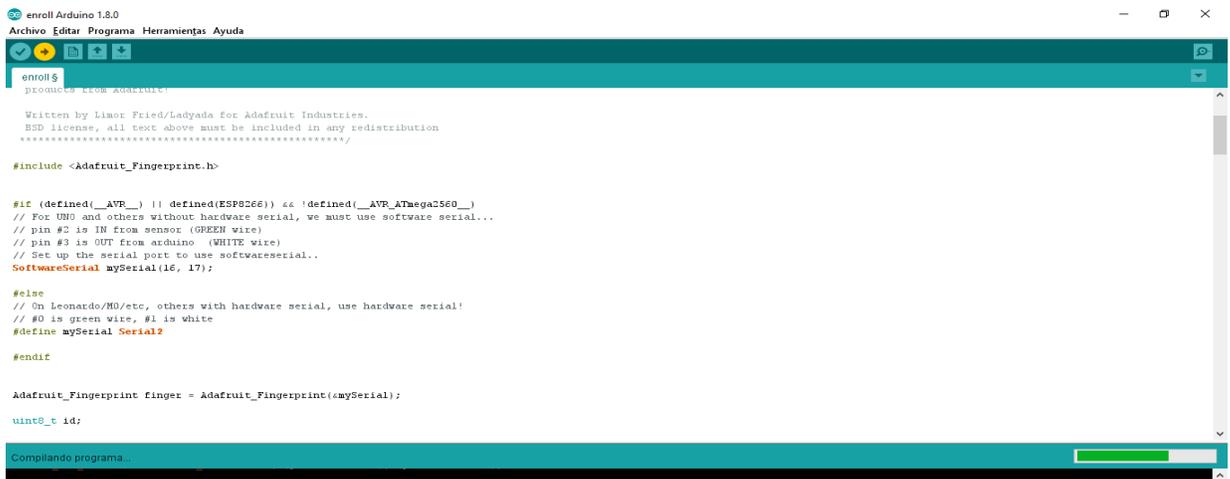
uint8_t id;
```

Librería inválida encontrada en D:\Documents\Arduino\libraries\pt: D:\Documents\Arduino\libraries\pt

c. En herramientas seleccionar el tipo de placa de Arduino que se esté utilizando en este caso es “**Arduino/Genuino Mega or Mega 2560**”.



d. hacer click en subir y esperar a que el software brinde el mensaje subido.



```
enroll Arduino 1.8.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

enroll $
products from Adafruit:

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
.....

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if defined(__AVR__) || defined(ESP8266) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(16, 17);

#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial2
#endif

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

uint8_t id;
```

Subido

Las variables Globales usan 1028 bytes (12%) de la memoria dinámica, dejando 7164 bytes para las variables locales. El máximo es 8192 bytes.

e. abrir monitor serie en la parte superior derecha

```
enroll Arduino 1.8.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

enroll $
products from Adafruit:

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
.....

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if defined(__AVR__) || defined(ESP8266) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(16, 17);

#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial2
#endif

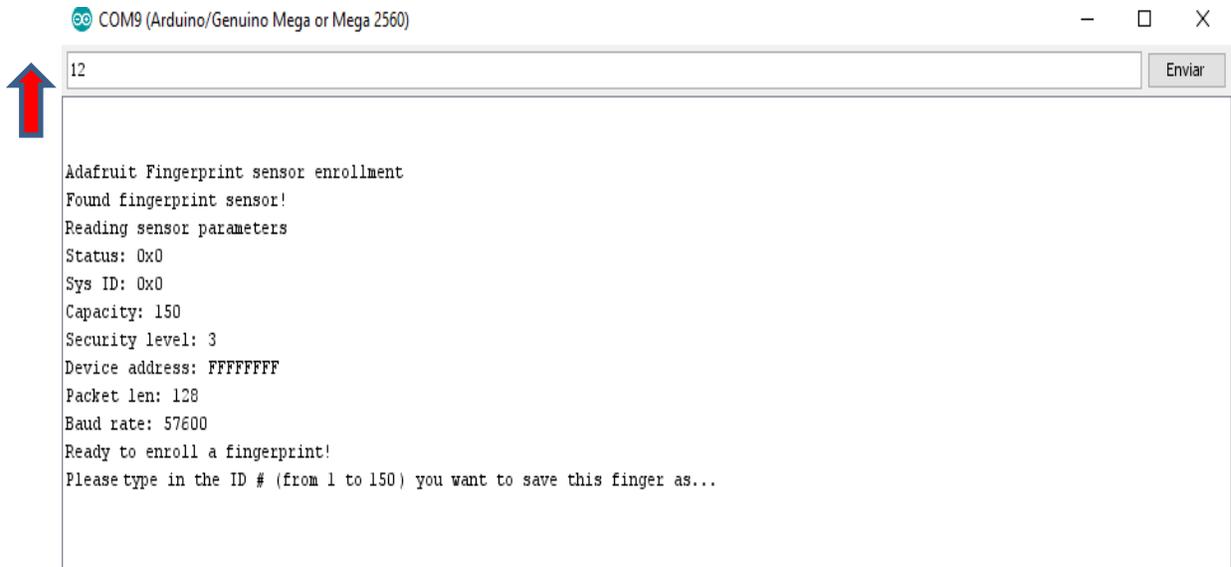
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

uint8_t id;
```

Subido

Las variables Globales usan 1028 bytes (12%) de la memoria dinámica, dejando 7164 bytes para las variables locales. El máximo es 8192 bytes.

f. el programa va a solicitar **“Please type in the ID # (from 1 to 150) you want to save this finger as”** debemos escribir el Numero 12 el cual es el ID que esta designado para el Administrador del sistema y luego dar click en enviar en la parte superior derecha



g- Cuando en pantalla aparezcan una serie de puntos verticalmente, colocar la huella en el sensor de huella dactilar hasta que aparezca el mensaje **“Imagen taken Imagen converted Remove finger ID 12 Place same finger again”**. Retirar el dedo del sensor y aparecerán otra serie de puntos de manera Horizontal, colocar nuevamente la misma huella hasta que se refleje el mensaje que indica que la huella ha sido guardada **“Imagen converted Creating model for #12 Prints matched! ¡ID 12 Stored!”**

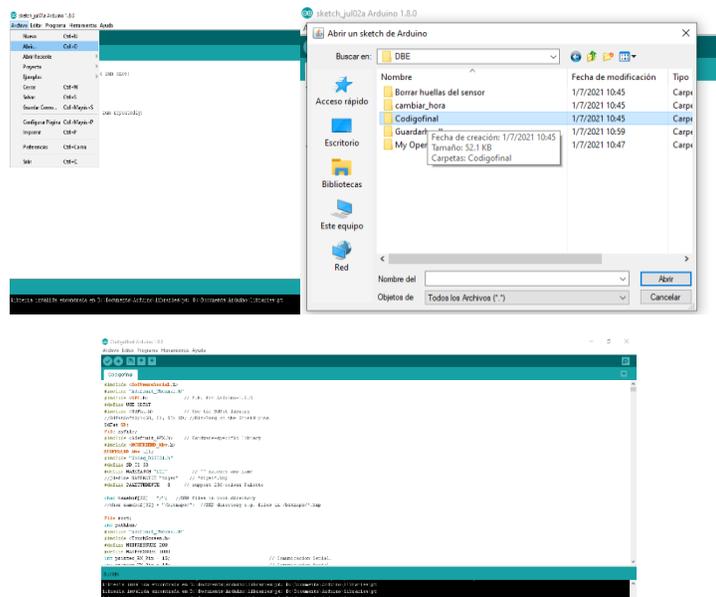
```

COM9 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
Enviar

Image taken
Image converted
Remove finger
ID 12
Place same finger again
.....
Image converted
Creating model for #12
Prints matched!
ID 12
Scored!
Ready to enroll a fingerprint!

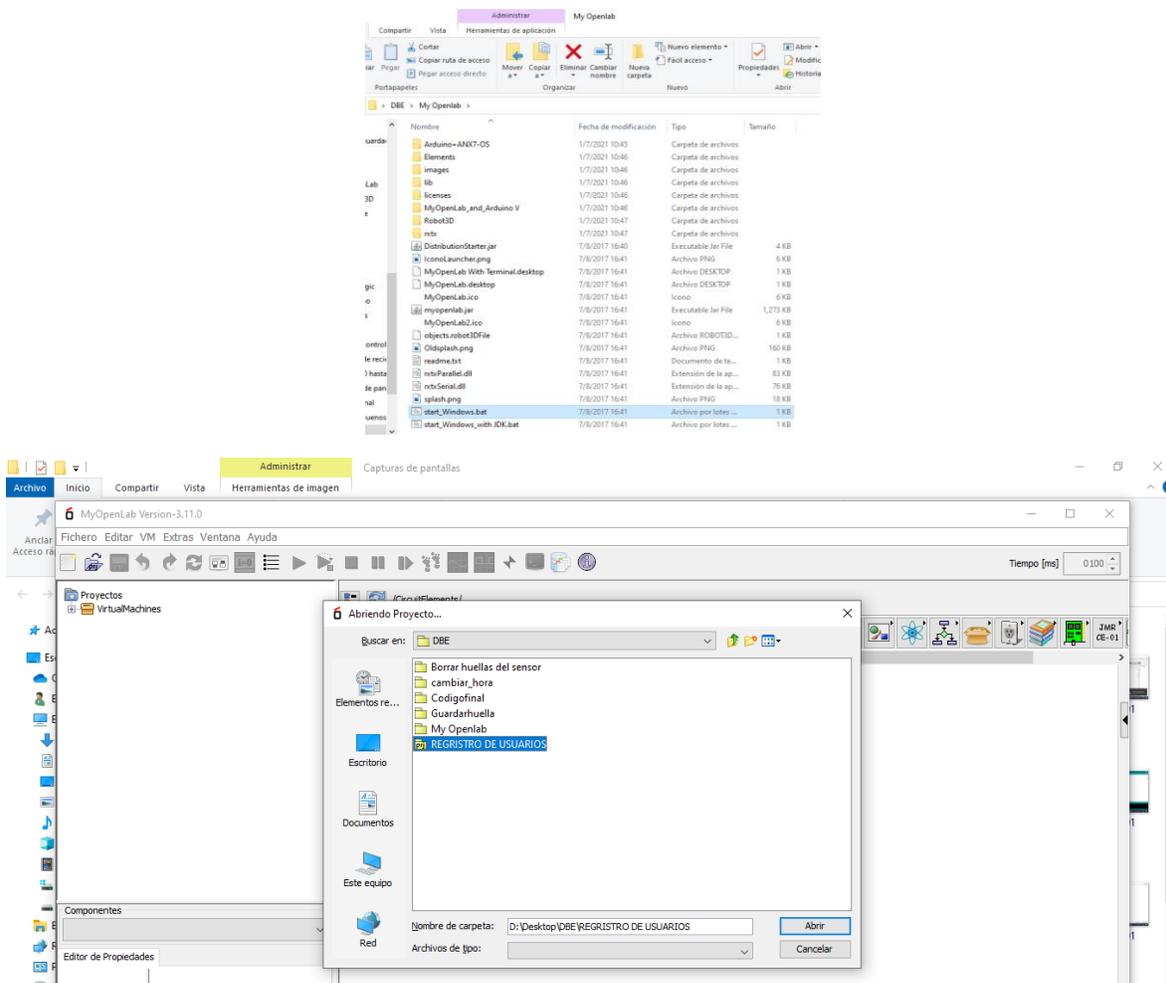
```

h- Una vez guardado la huella del administrador del sistema se debe volver a cargar el sistema con el código final. Para ello Haciendo uso del software Arduino ir a archivo, abrir, buscar carpeta DBE, seleccionar código final y luego hacer click en subir y esperar a que el software brinde el mensaje subido.

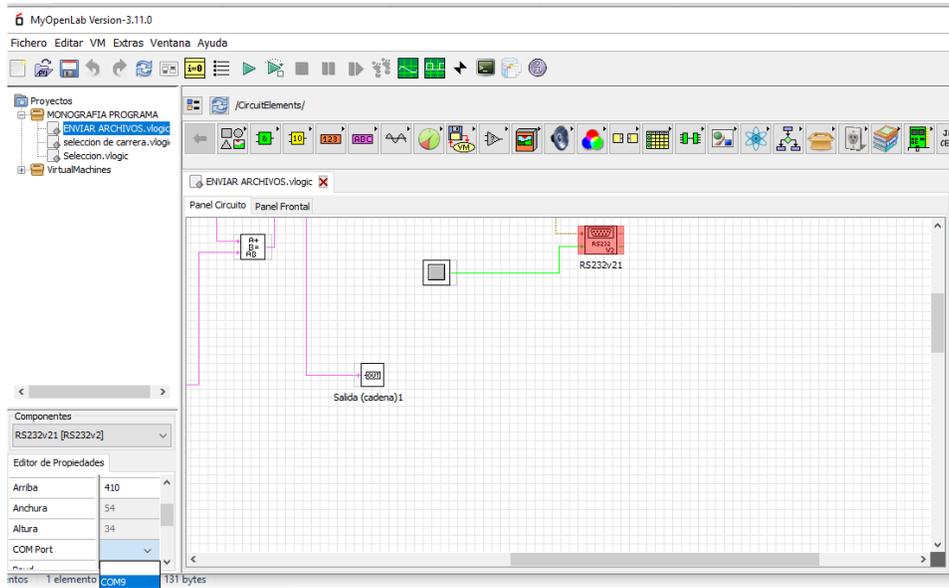


2- Registro de Usuarios convencionales y Súper Usuarios

A) Ejecutar el software my openlab (**start_Windows.bat**) ir a fichero, abrir proyecto, buscar en la carpeta DBE Registro de Usuarios y abrirlo, dar doble click en “**enviar archivo. vlogic**”



b) Una vez abierto el circuito dar click en el último bloque “**RS232**” y luego en la parte inferior izquierda en COM Port seleccionar el puerto detectado por el sistema.

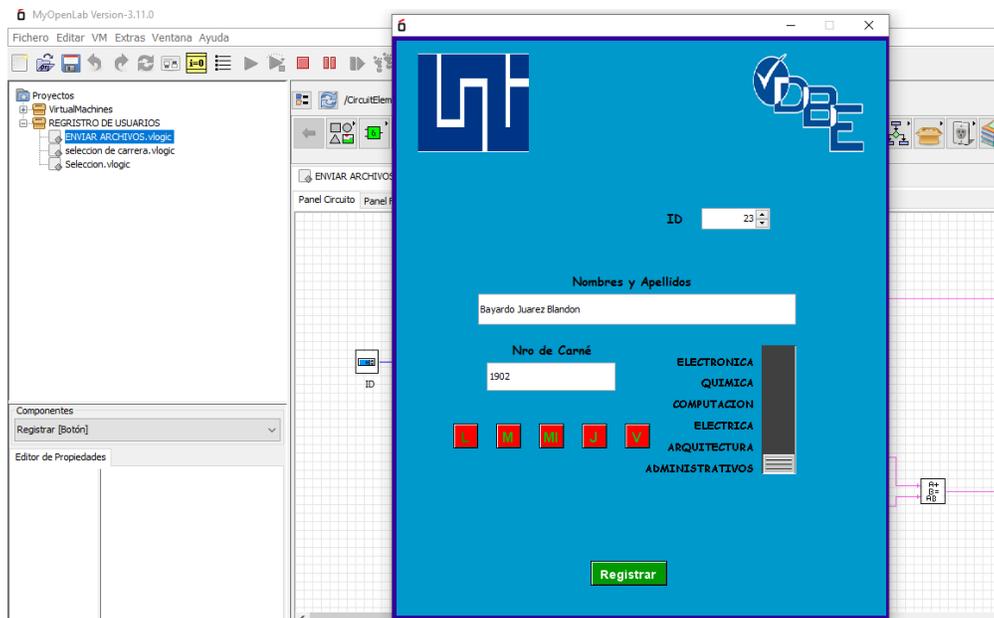


- c) Luego seleccionar play en lo cual se abrirá una ventana idéntica a la de la figura, en ella hay que ingresar los datos de Usuario Convencional o del súper usuario. Si es Súper Usuario usar un ID del 1 al 14 exceptuando el ID 12; si es usuario convencional utilizar un ID del 15 al 150. En ambos casos no utilizar ID que ya hayan sido asignados.

- d) Una vez cargada nuestra aplicación, es indispensable que el administrador del sistema se identifique. Para este fin deberá en la pantalla LCD entrar a **ajustes**, el sistema le solicitará “que coloque su huella de administrador “. Finalmente, la pantalla del sistema mostrará que el sistema está listo para el registro de usuarios.



- e) Una vez ingresado los datos de cada Usuario dar click en el boto “**Registrar**”



- f) El sistema mostrara en pantalla el mensaje datos guardados y luego los pasos a seguir son, colocar la huella en el sensor, retire la huella, coloque de nuevo y guardados.

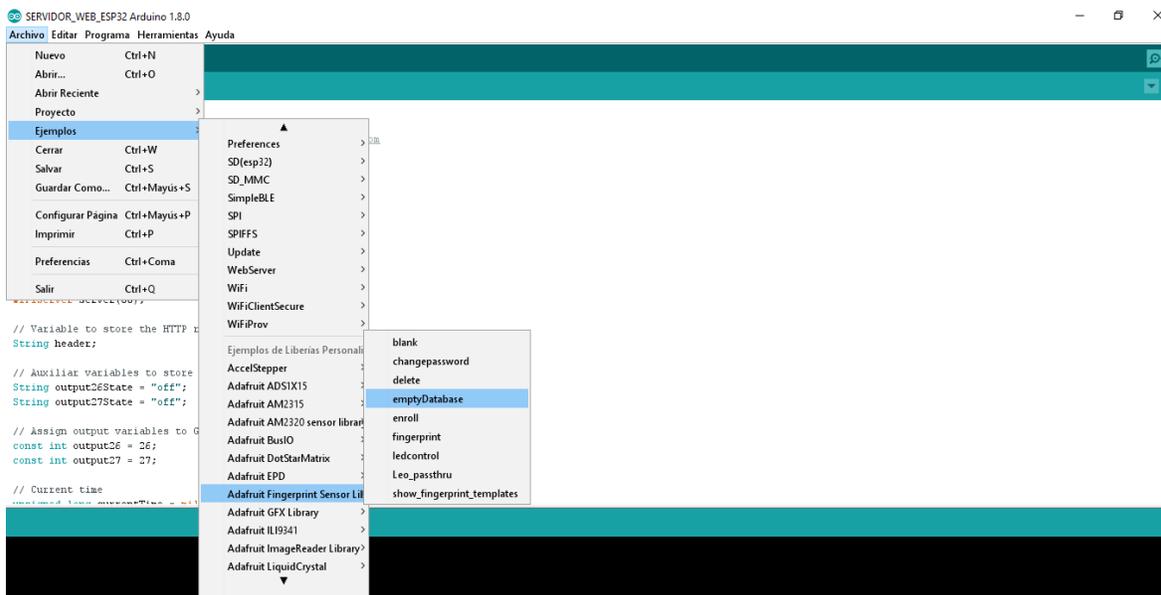


g) Al terminar el proceso de Registro de Usuarios, tocar “Salir” en la pantalla



3- Proceso de limpieza de la memoria SD y la memoria del sensor.

- a) Borrar memoria del sensor hacer uso del software Arduino ir a archivo, ejemplos, buscar la librería Adafruit Fingerprint Sensor Library, abrir Empty data base.



- b) Cambiar “Software Serial mySerial (2, 3);” por “Software Serial mySerial (16, 17);” y también modificar “#define mySerial Serial1” por “#define mySerial Serial2”.

```
enroll Arduino 1.8.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

enroll
products from adafruit:

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
...../

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if (defined(__AVR__) || defined(ESP8266)) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(2, 3);

#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial
#endif

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

uint8_t id;

Librería inválida encontrada en D:\Documents\Arduino\libraries\pt: D:\Documents\Arduino\libraries\pt
```

```
enroll Arduino 1.8.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

enroll
products from adafruit:

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
...../

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if (defined(__AVR__) || defined(ESP8266)) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use softwareserial..
SoftwareSerial mySerial(2, 3);

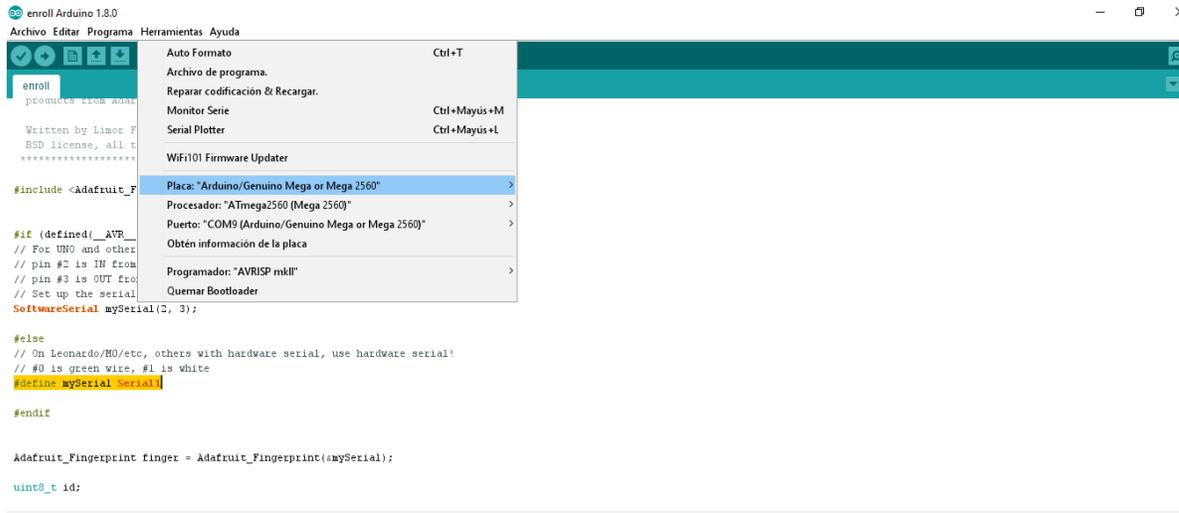
#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial1
#endif

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

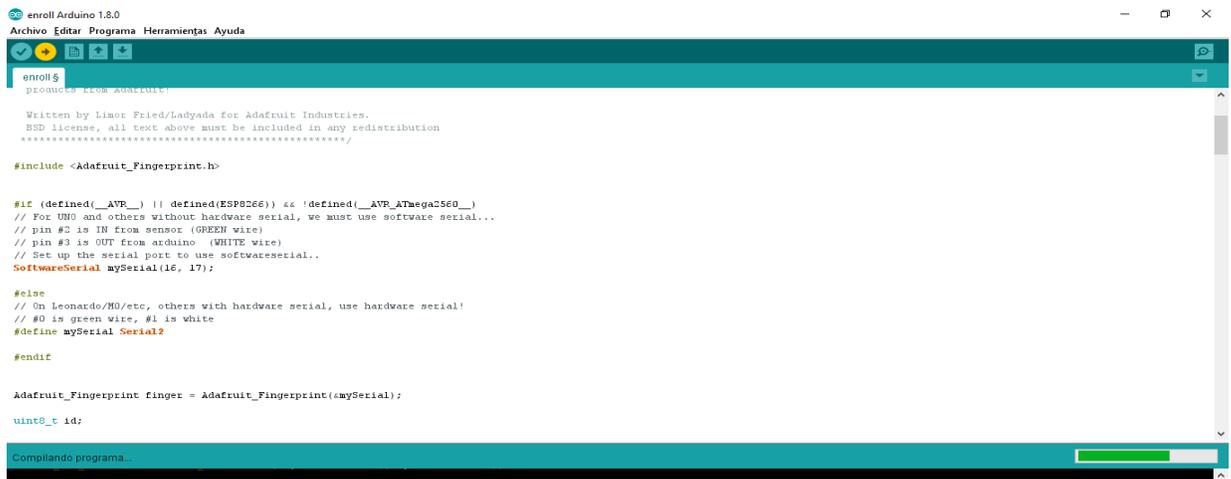
uint8_t id;

Librería inválida encontrada en D:\Documents\Arduino\libraries\pt: D:\Documents\Arduino\libraries\pt
```

c) En herramientas seleccionar el tipo de placa de Arduino que se esté utilizando en este caso es “Arduino/Genuino Mega or Mega 2560”.



d) hacer click en subir y esperar a que el software brinde el mensaje subido.



```

enroll Arduino 1.8.0
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
enroll$
promoted from Adafruit!

Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
BSD license, all text above must be included in any redistribution
*****

#include <Adafruit_Fingerprint.h>

#if defined(__AVR__) || defined(ESP8266) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
// For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
// pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
// pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
// Set up the serial port to use software serial..
SoftwareSerial mySerial(16, 17);

#else
// On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
// #0 is green wire, #1 is white
#define mySerial Serial2
#endif

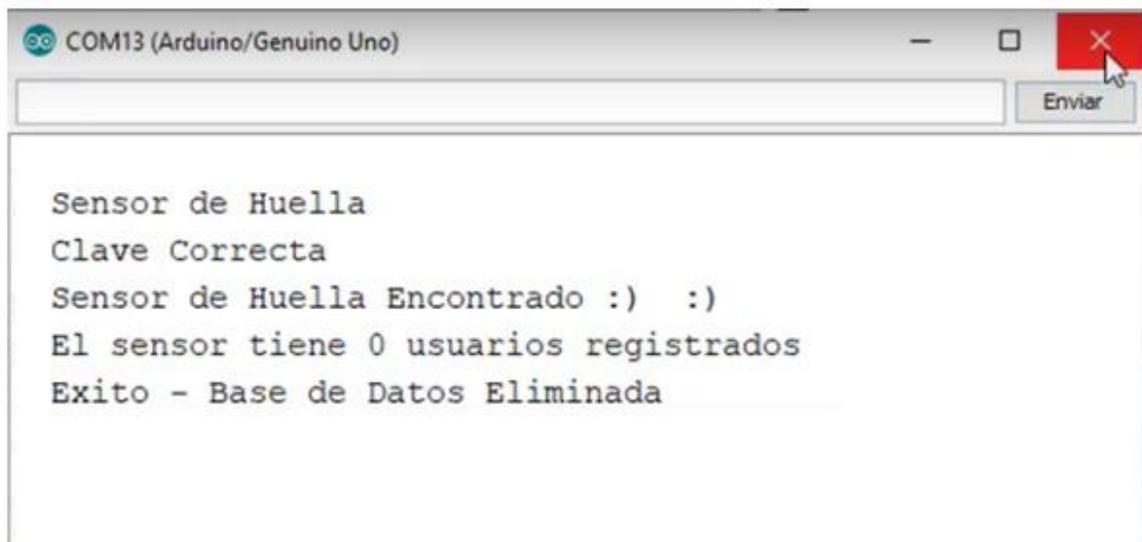
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);

uint8_t id;

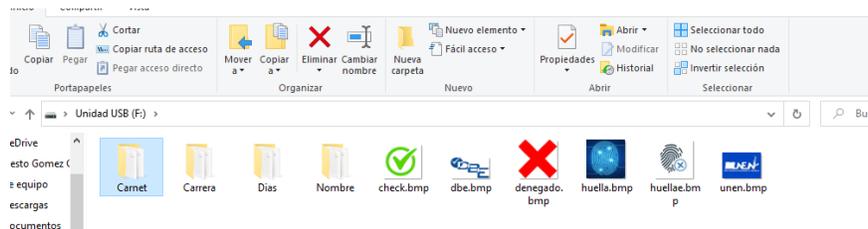
Subido
Las variables Globales usan 1028 bytes (12% de la memoria dinámica, dejando 7164 bytes para las variables locales. El máximo es 8192 bytes.

```

e) abrir **monitor serie** en la parte superior derecha. Lo cual mostrara una ventana similar a la figura, lo que indica que la memoria del sensor ha sido borrada.



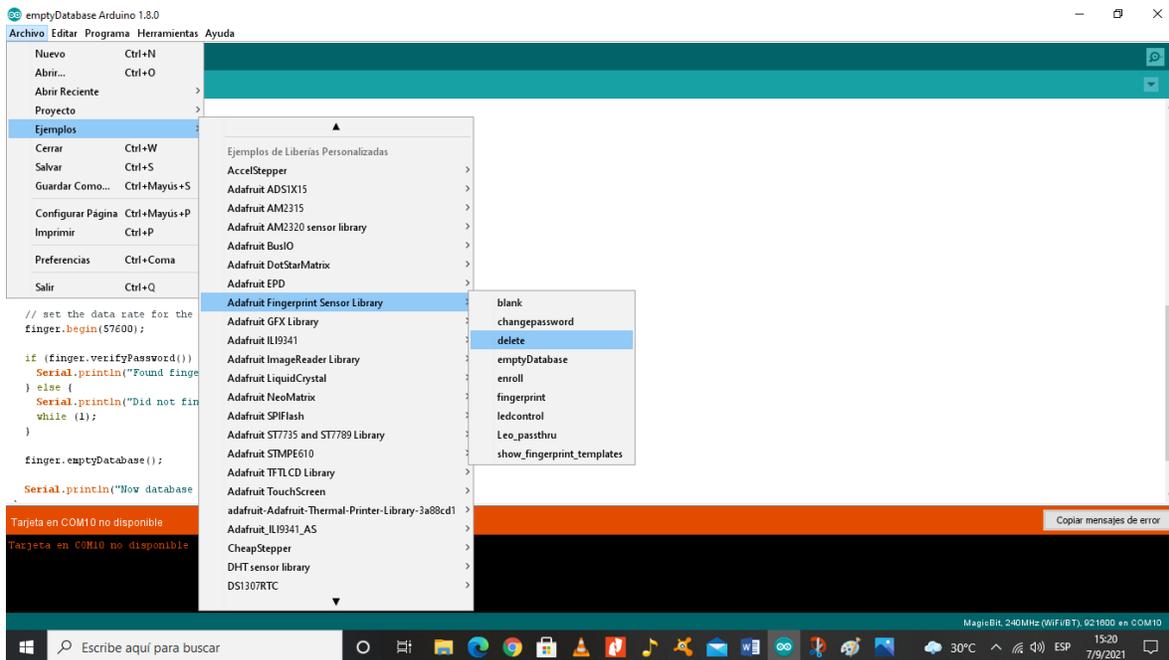
f) Borrar memoria SD: extraer la memoria MicroSD del dispositivo, mediante el uso de un adaptador de MicroSD a USB, conectarla a una PC y borrar los archivos .txt que están dentro de las carpetas: Carnet, Carrera, días Y Nombres. No eliminar ni cambiar el nombre a las carpetas.



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Carnet2.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet12.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet16.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet17.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet18.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet19.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet20.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet21.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet22.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet23.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet24.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet25.txt		Documento de te...	1 KB
Carnet26.txt		Documento de te...	1 KB

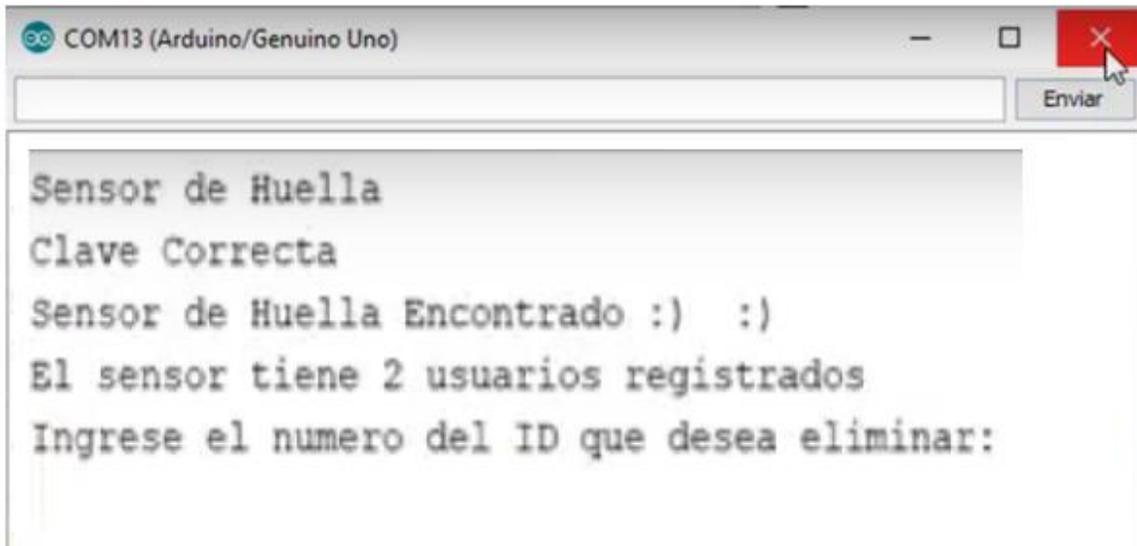
4- Proceso de borrado de un usuario en la memoria SD y en la memoria del sensor.

- a) Borrar memoria del sensor hacer uso del software Arduino ir a archivo, ejemplos, buscar la librería Adafruit Fingerprint Sensor Library, abrir delate.



- b) Repetir los pasos b,c y d del Proceso de limpieza de la memoria SD y la memoria del sensor.

- c) abrir monitor serie en la parte superior derecha. Lo cual mostrara una ventana similar a la figura. En la barra horizontal ingresar el ID específico que desea borrar y dar click en enviar.



- d) Borrar memoria SD: extraer la memoria MicroSD del dispositivo, mediante el uso de un adaptador de MicroSD a USB, conectarla a una PC y borrar los archivos .txt específicos que contenga el número del ID que desea borrar, dentro de las carpetas: Carnet, Carrera, días Y Nombres. No eliminar ni cambiar el nombre a las carpetas.

