

Glucometro Infrarrojo

Hazael F. Mojica G. y Ricardo I. Guevara Z.

Lunes 2 de Diciembre del 2013

Hazael Fernando Mojica Garcia
Ricardo Israel Guevara Zavala
Medidor de glucosa por Infrarrojos

1. INTRODUCCIÓN

Existen muchas personas en el mundo y en especial en México con problemas para controlar su nivel de glucosa en la sangre. Padecimientos tales como la diabetes afectan alrededor de 10 millones de personas en tan sólo en México y 13 de cada 100 muertes en este país son a causa de la diabetes.

El proyecto que proponemos es una manera de detectar niveles anormales de glucosa en la sangre por medio de dispositivos sencillos, rápidos y eficientes tales como los sensores de infrarrojo.

La glucosa muestra una alta absorbancia a la luz infrarroja, por lo tanto es posible desarrollar un dispositivo electrónico que sea portátil, rápido, económico y fiable capaz de detectar dicha absorbancia en una muestra de sangre, analizarla y arrojar la cantidad de glucosa contenida en la misma.

La glucosa existente en la sangre, como toda sustancia, posee niveles de absorbancia (cantidad de luz que dicha sustancia absorbe, la cual es transformada en otra forma de energía). La glucosa posee la particularidad de tener un gran valor de absorbancia para la luz infrarroja (940 nm de longitud de onda). Basándonos en dicho principio, nosotros hemos desarrollado un dispositivo capaz de medir dicha absorbancia por medio de dispositivos electrónicos de uso comercial.

Por medio de un arreglo de leds que emiten en el infrarrojo, un arreglo de transistores capaz de detectar los fotones emitidos a la longitud de onda correcta (o mejor dicho, la variación de dicha intensidad) y una sistema de adquisición de datos el cual utiliza un procesador Arduino. Con base en dichos elementos y aunado a un software desarrollado expofeso para esta aplicación, hemos logrado crear un dispositivo capaz de detectar con nivel de exactitud aceptable, la absorbancia de varias muestras que poseen una solución con diferentes niveles de glucosa diluidas en las mismas.

Como resultado, hemos desarrollado un sistema para análisis de glucosa de forma portátil, eficiente y económica.

1.1. Espectro de Absorción de la sangre

La sangre y en especial la glucosa poseen espectros de absorción con valores altos para longitudes de onda que entran en el rango del infrarrojo. Esto beneficia a nuestra investigación porque si la sangre a analizar absorbe mayor radiación infrarroja quiere decir que tendremos una mayor variación por cada diferencia de concentración de glucosa en la sangre a analizar.

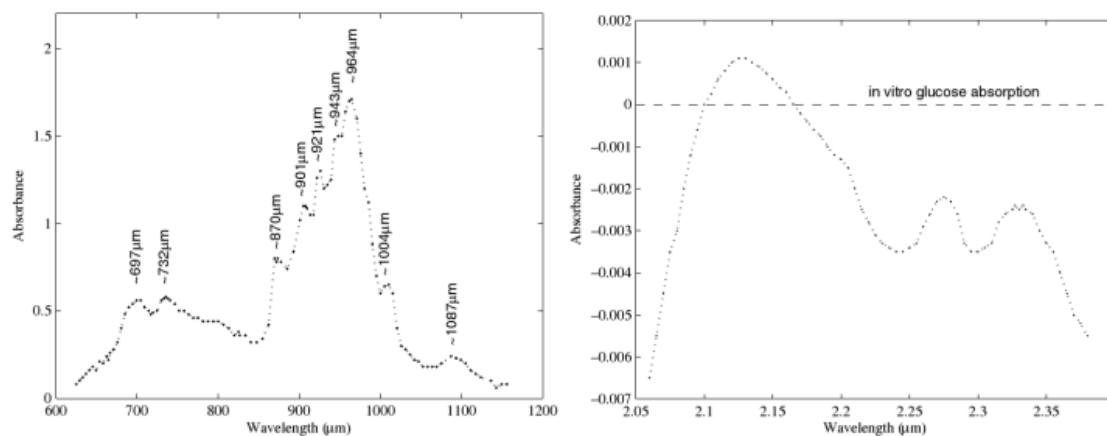


Figura 1 La imagen muestra el espectro de absorción de la Glucosa. Esta imagen es propiedad intelectual de Frederick Chee y Tyrone Fernando?

En la imagen Fig.?? podemos ver el espectro de absorción de la glucosa y claramente se observa que el espectro de absorción para valores de longitudes de onda en rangos del infrarrojo (en especial entre 900 y 1000 nm) poseen una **Absorbancia** muy elevada.

La medición de la cantidad de glucosa en la sangre es una práctica común en la actualidad, y en la mayoría de los casos conocidos se necesita siempre una muestra de sangre a analizar, para los fines de este proyecto nosotros también analizaremos una muestra de sangre pero en lugar de aplicar un voltaje y medir la corriente a través de dicha muestra lo que haremos será irradiar dicha muestra con luz infrarroja (940nm de longitud de onda según nuestro emisor LED IR333 Fig.?? y Fig.??) y recibiremos por medio de un receptor (foto transistor IR PT1302B/C2) la señal atenuada después de atravesar la muestra.

IR333/H0/L10

**Features**

- High reliability
- High radiant intensity
- Peak wavelength $\lambda_p=940\text{nm}$
- 2.54mm Lead spacing
- Low forward voltage
- Pb Free
- This product itself will remain within RoHS compliant version.

Figura 2 Características principales del emisor IR usado

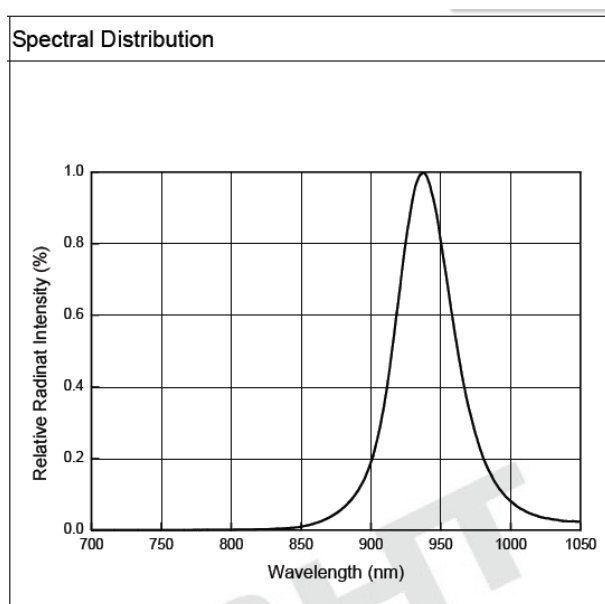


Figura 3 Curva de la Intensidad de Radiación Relativa contra la longitud de onda. Se observa que las emisiones de luz de 940nm son las más intensas

La diferencia entre la señal emitida y la señal recibida será medida y comparada en diferentes muestras de sangre, y así poder discernir entre las muestras que puedan ser consideradas con niveles de glucosa normales y aquellas que posean niveles de glucosa anormales.

Sin duda alguna no obtendremos un **espectro completo** de las longitudes de onda que absorbe la muestra de sangre ya que solo la irradiaremos con longitudes de onda pertenecientes a los infrarrojos (en especial la de 940nm), pero realizaremos pruebas para saber si es suficiente con esta longitud de onda para obtener resultados concluyentes.

Se usará un Arduino para la obtención de los datos y posiblemente para el despliegue de los resultados por medio de una pantalla LCD, este tendrá también conexión a la computadora por medio de USB (emulación de puerto serie UART) para simplificar la calibración.

Se planea hacer una shield para Arduino en donde se puedan conectar todos los dispositivos.

2. Esquemáticos del sistema final

Debido al bajo presupuesto se acordó que solo se dejaran dos tarjetas, las cuales son las mínimas necesarias para que el proyecto funcione de la mejor manera posible.

La **Tarjeta shield** (en la cual se enbebió la tarjeta LCD y la Tarjeta de los push-buttons) y la **Tarjeta IR**. (Se decidió no embeber la tarjeta IR dentro de la shield debido a los soportes hechos en acrílico que sobrepasan el tamaño del shield mismo).

2.1. Esquemáticos y Diseño electrónico: Tarjeta Shield Final

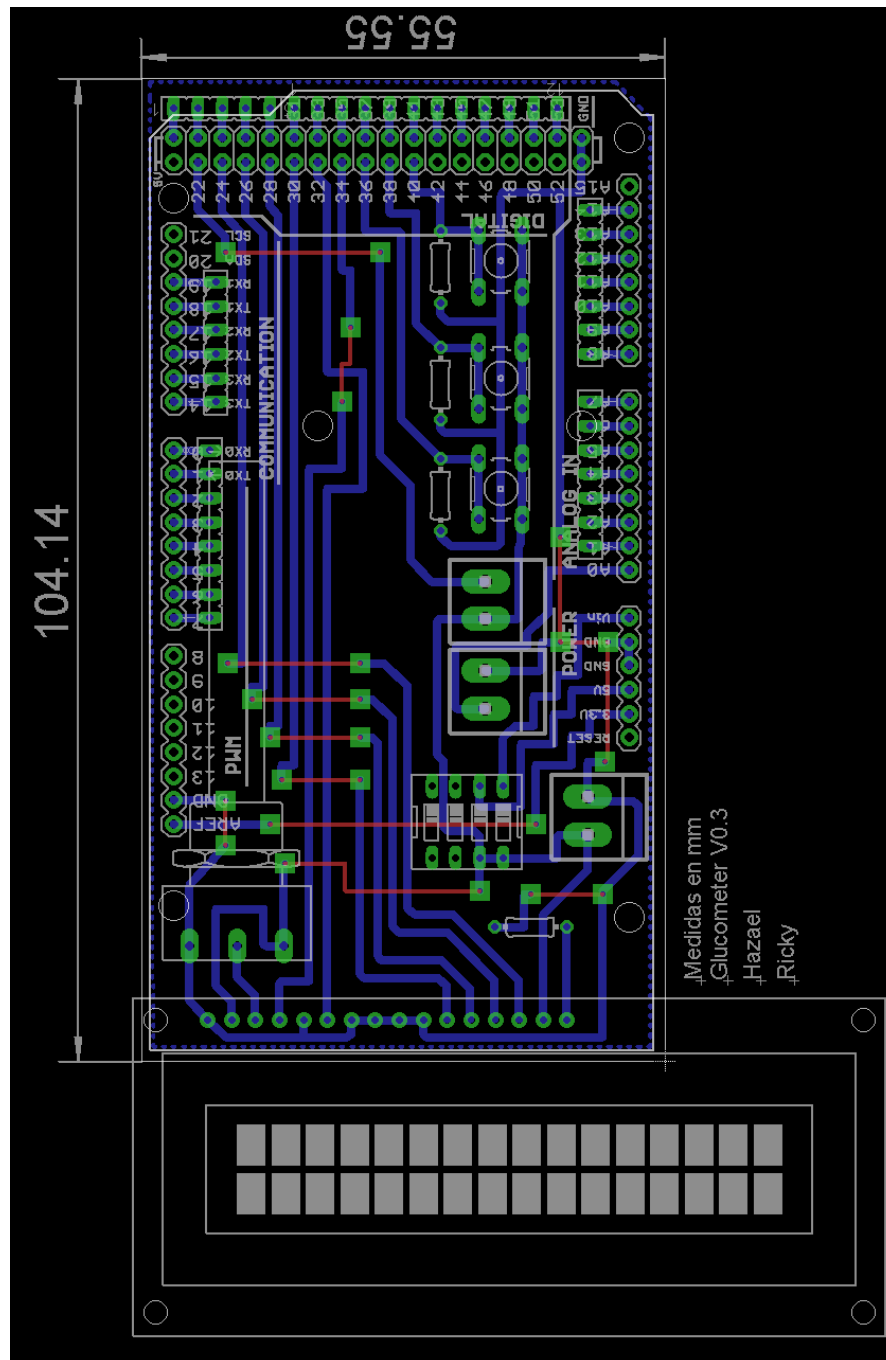


Figura 4 Diseño electrónico de la tarjeta shield

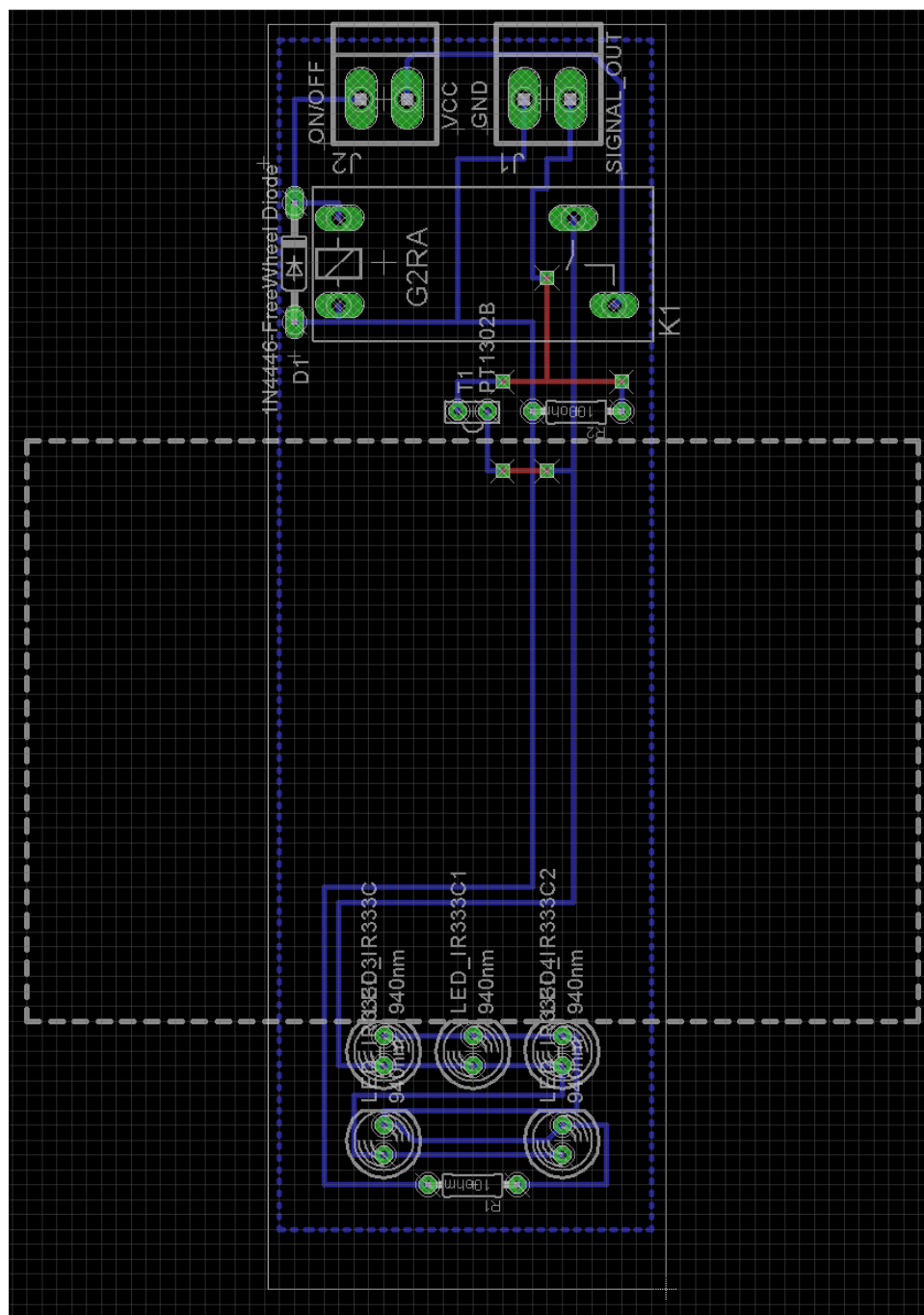
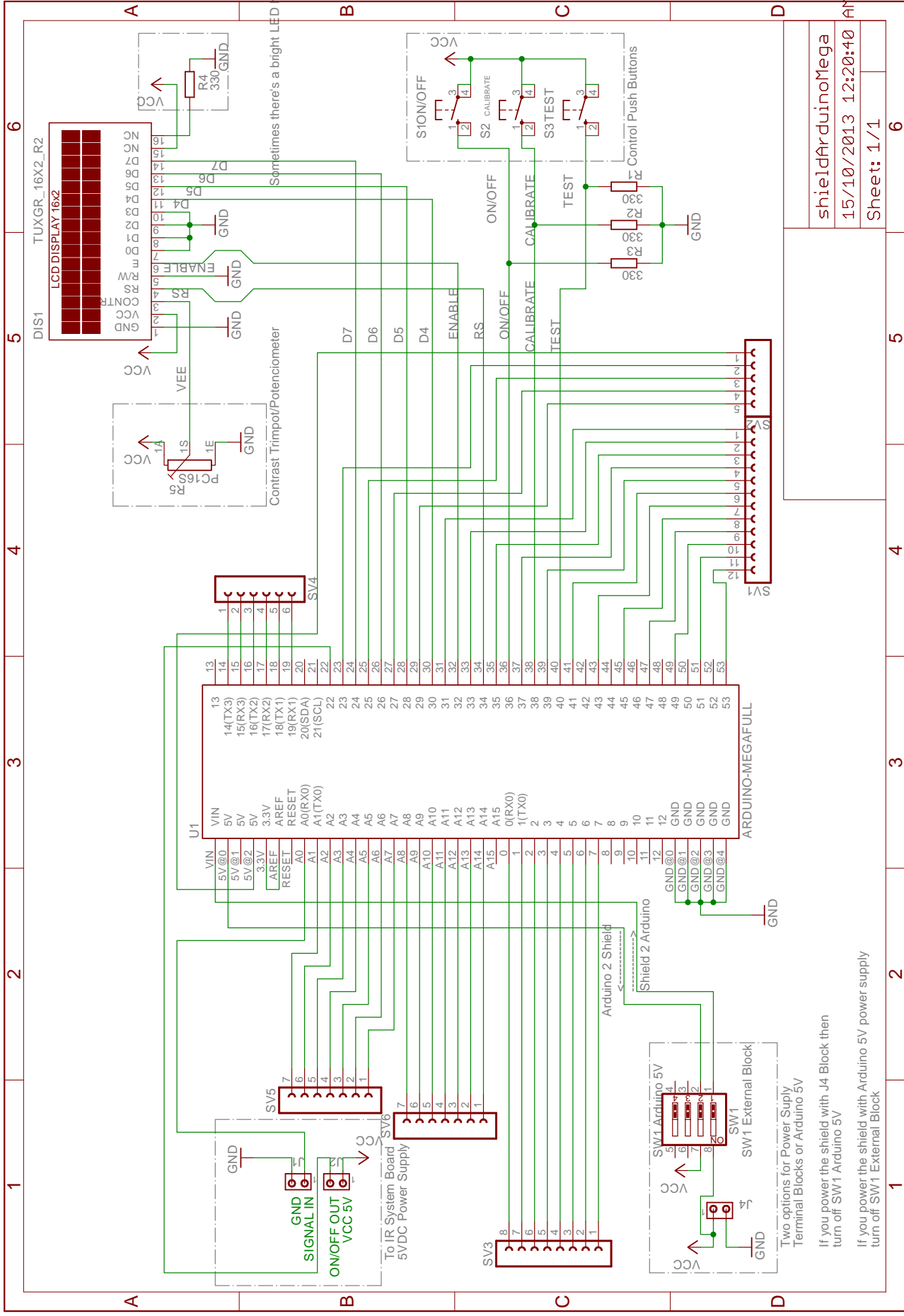
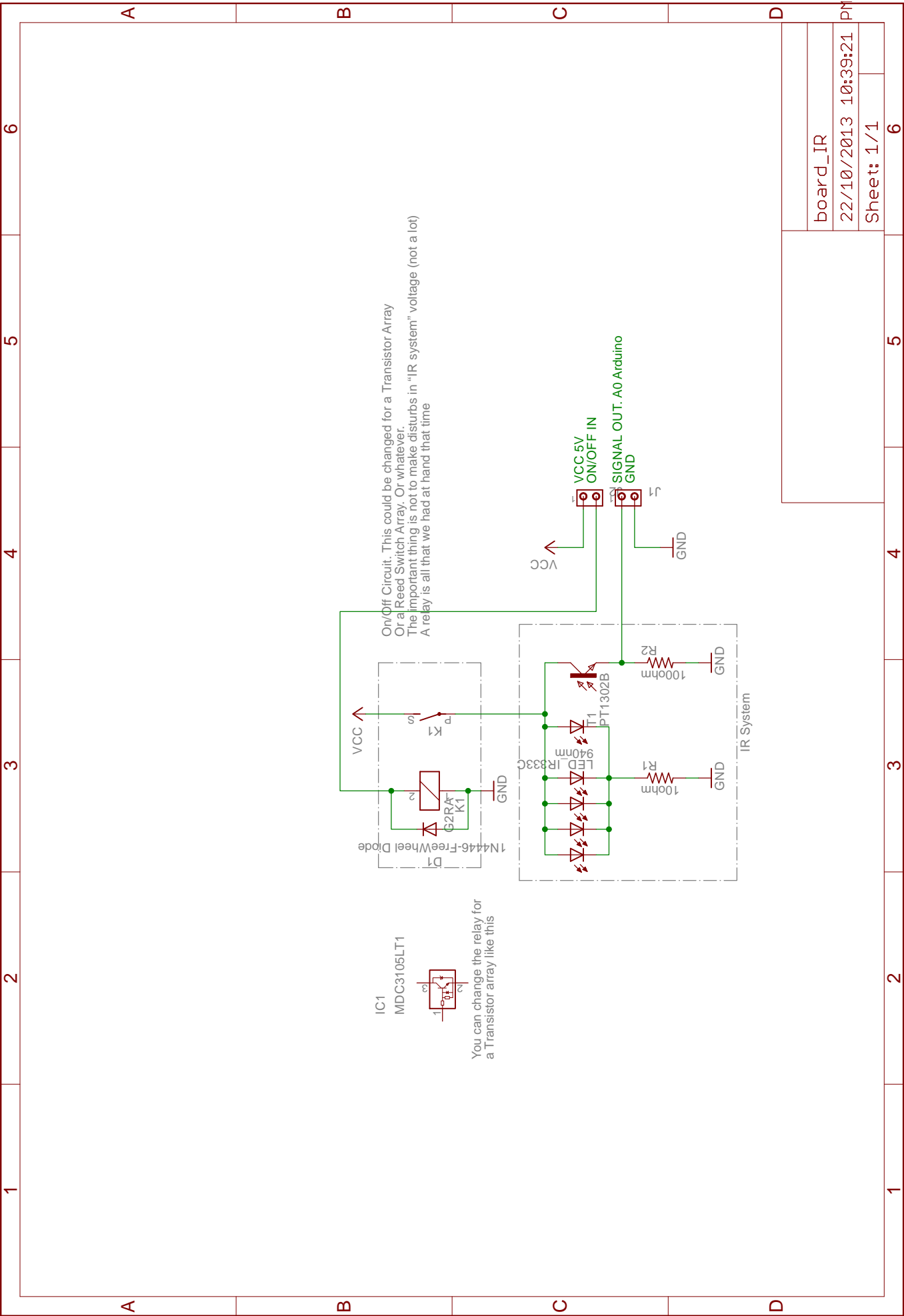


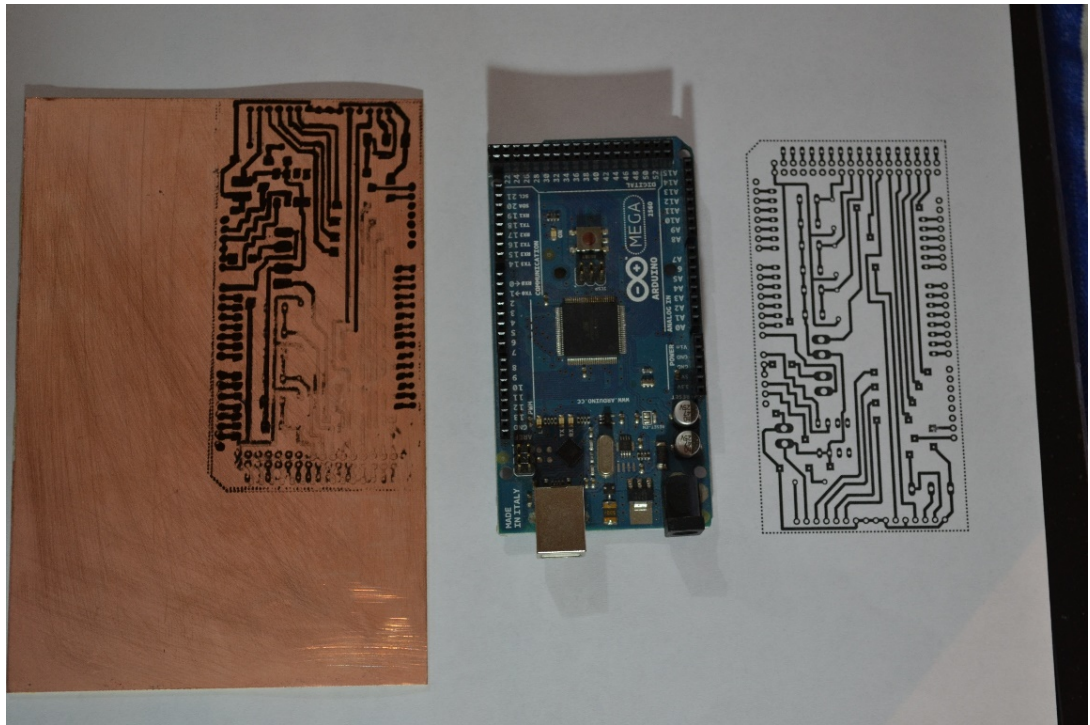
Figura 5 Diseño electrónico de la tarjeta IR





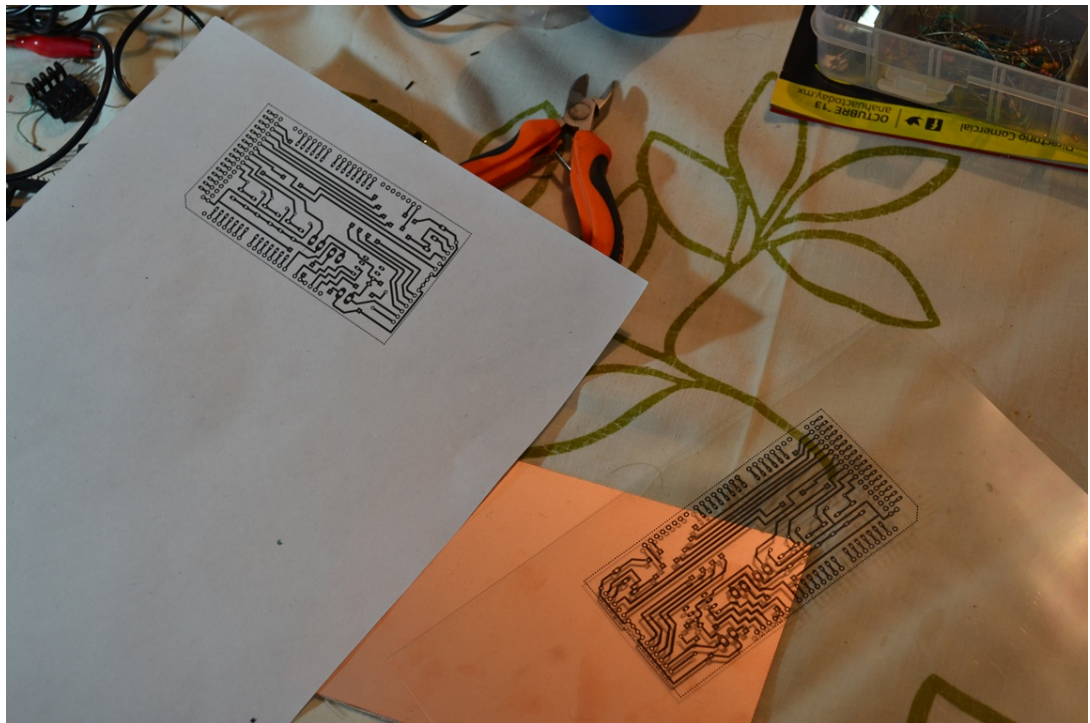
3. Construcción de las PCB

Construcción y diseño de la placa PCB



(1).JPG

(a) A) Arduino. Placa de cobre e impresión en acetato

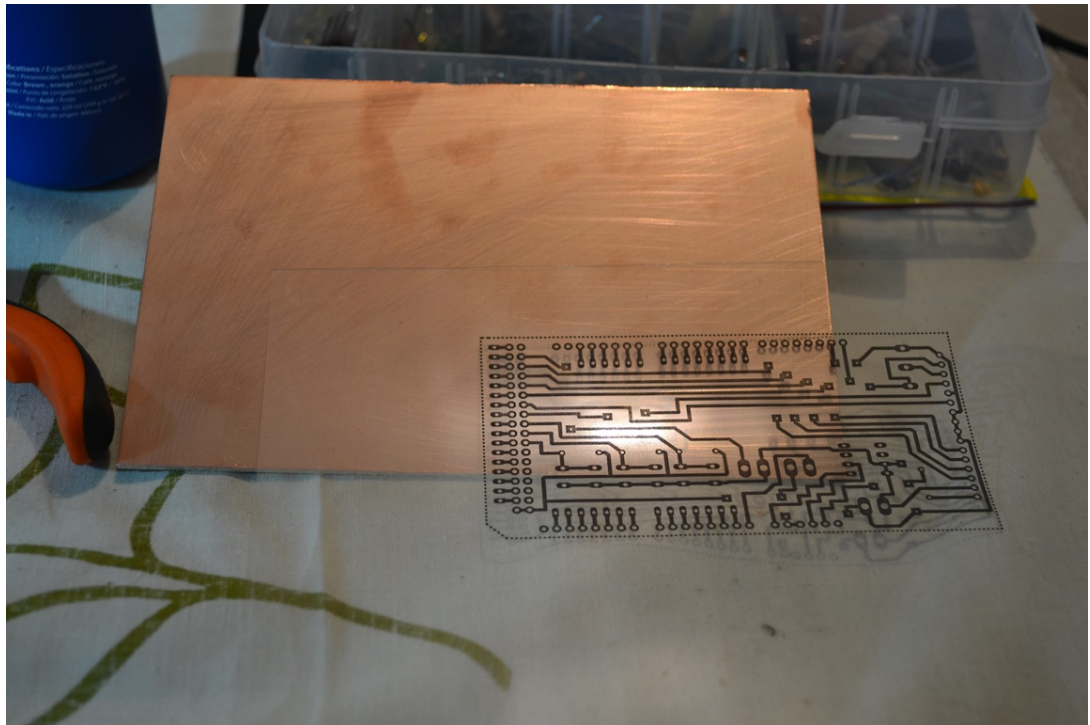


(3).JPG

(b) B) Impresiones del diseño electrónico

Figura 6 Fallido proceso de hacer las pcb por medio de acetato, planchado y ácido, es decir, de la manera más artesanal posible. Me sentía en la facultad de trabajo social

3 CONSTRUCCIÓN DE LAS PCB



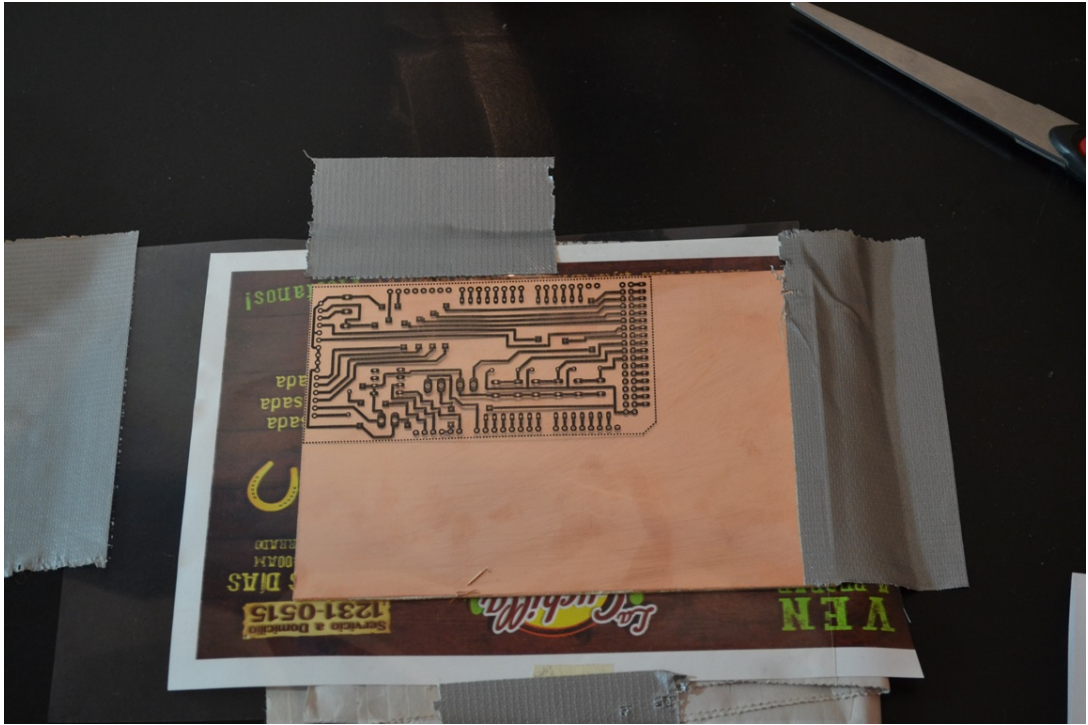
(4).JPG

(a) C) Antes de planchar



(5).JPG

(b) D) Apunto de planchar



(6).JPG

(a) E) Planchado

4. Parte mecánica del proyecto

La idea principal es crear un soporte o base donde poder colocar las muestras de sangre y que puedan ser irradiadas con los rayos infrarrojos por un extremo y por el otro el receptor capture dicha radiación parcial (debido a la absorción de la muestra de sangre).

Se ha propuesto crear una base hecha de material acrílico de 4mm de espesor con una ranura en la que pueda colocarse de manera vertical la muestra de sangre.

Esta base estará unida a la placa electrónica "Tarjeta IR".

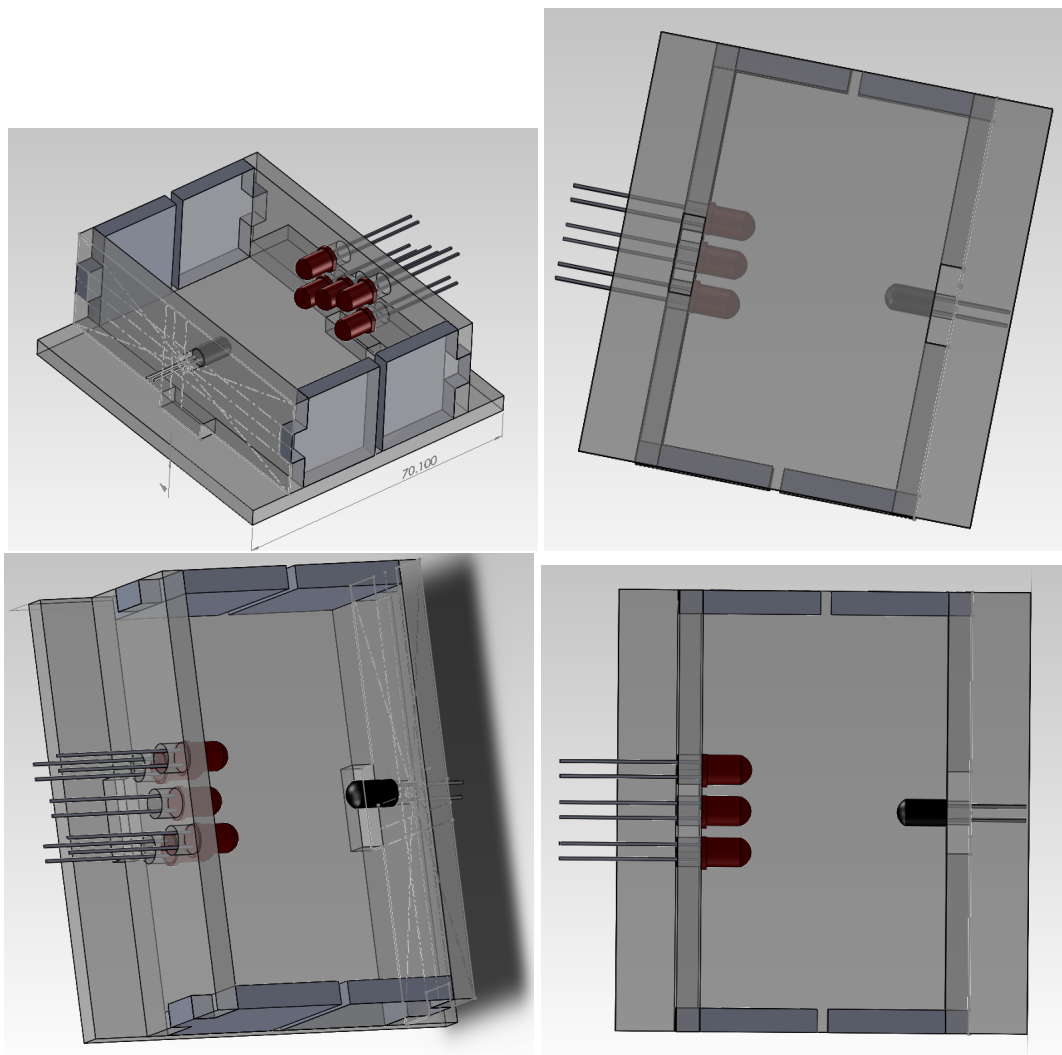
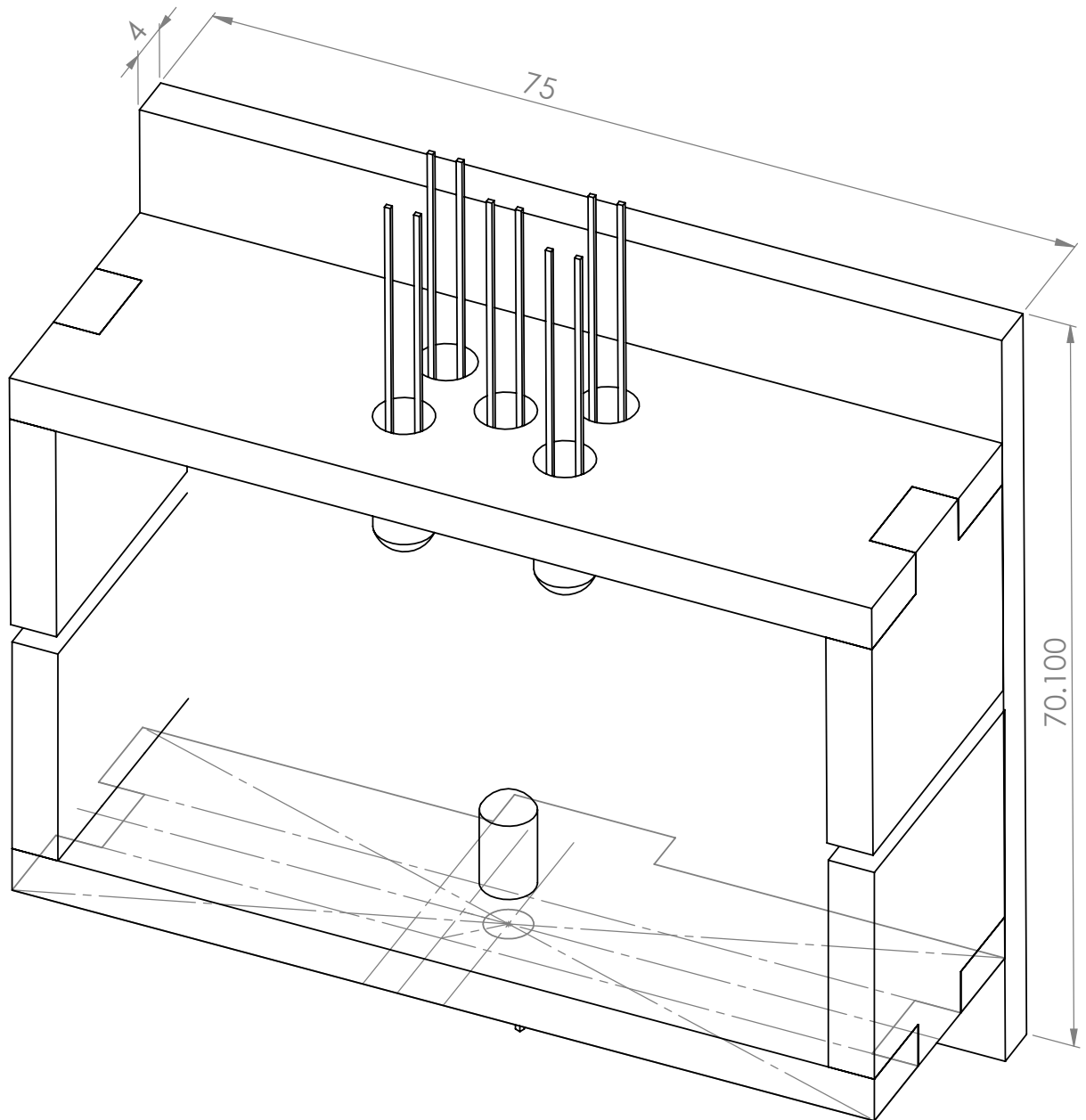
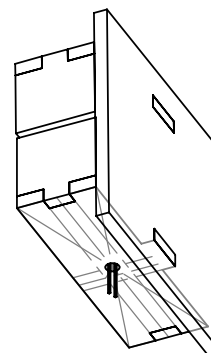
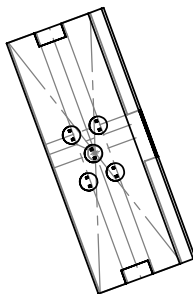
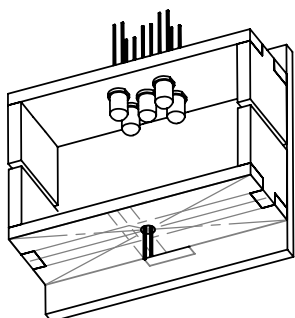
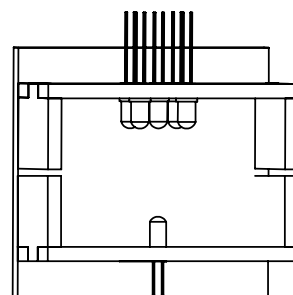
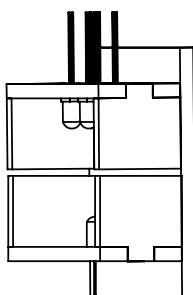
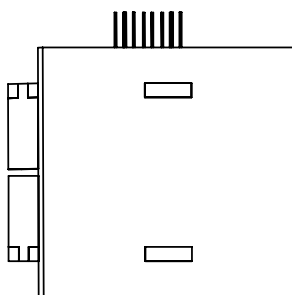
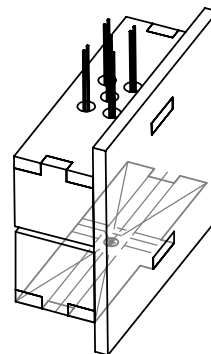
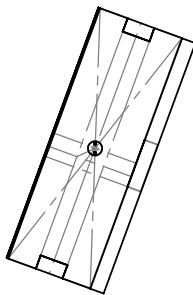
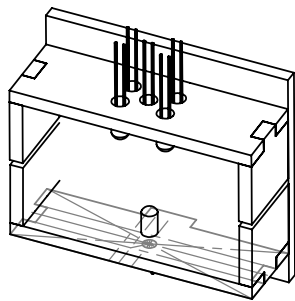


Figura 9 Vista del soporte mecánico de la Tarjeta IR



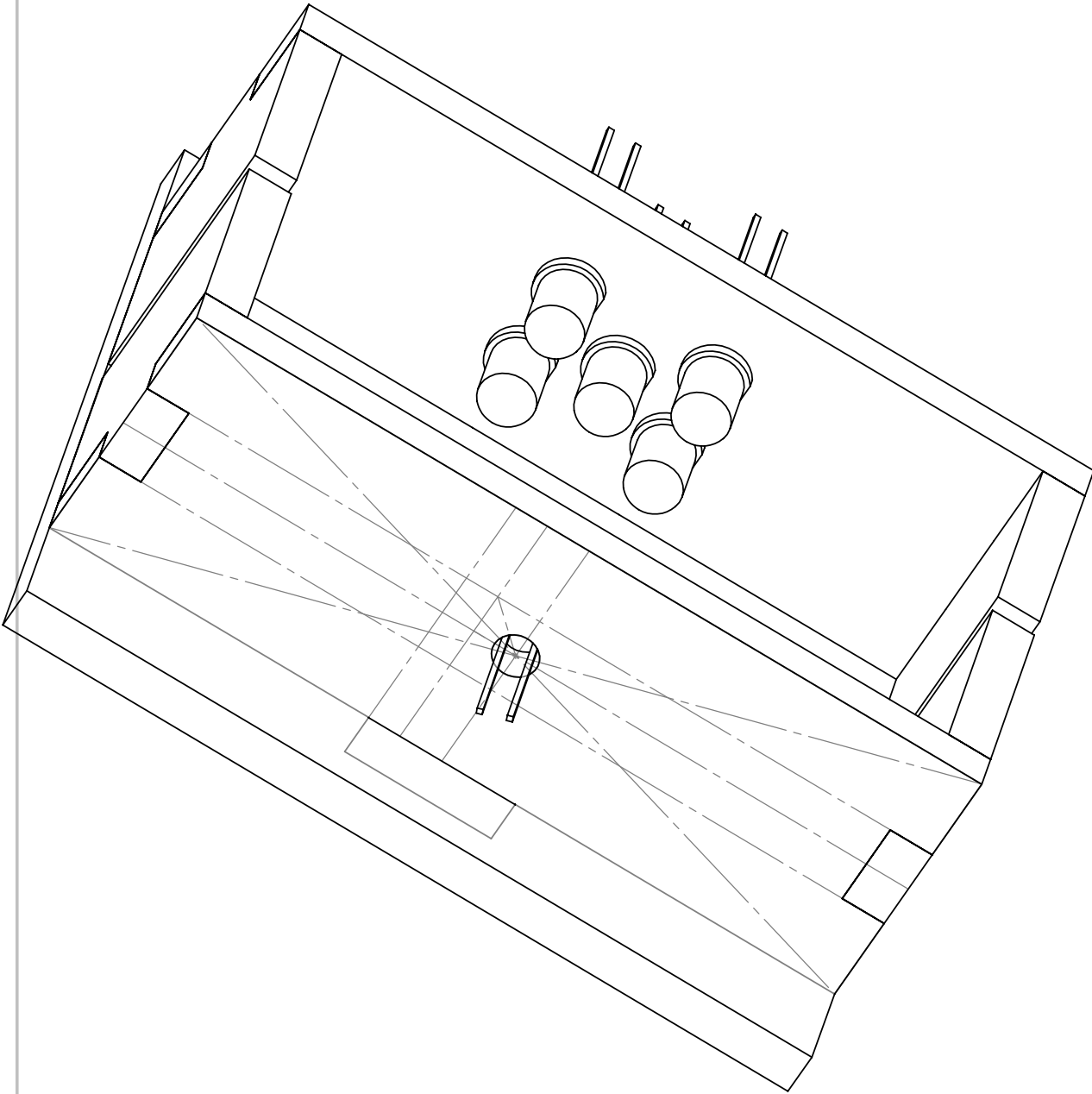
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
								TITLE:			
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE					
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A								MATERIAL:		DWG No.	
										A4	
								WEIGHT:		SCALE: 1:2	
										SHEET 1 OF 4	

Dispositivo Terminado

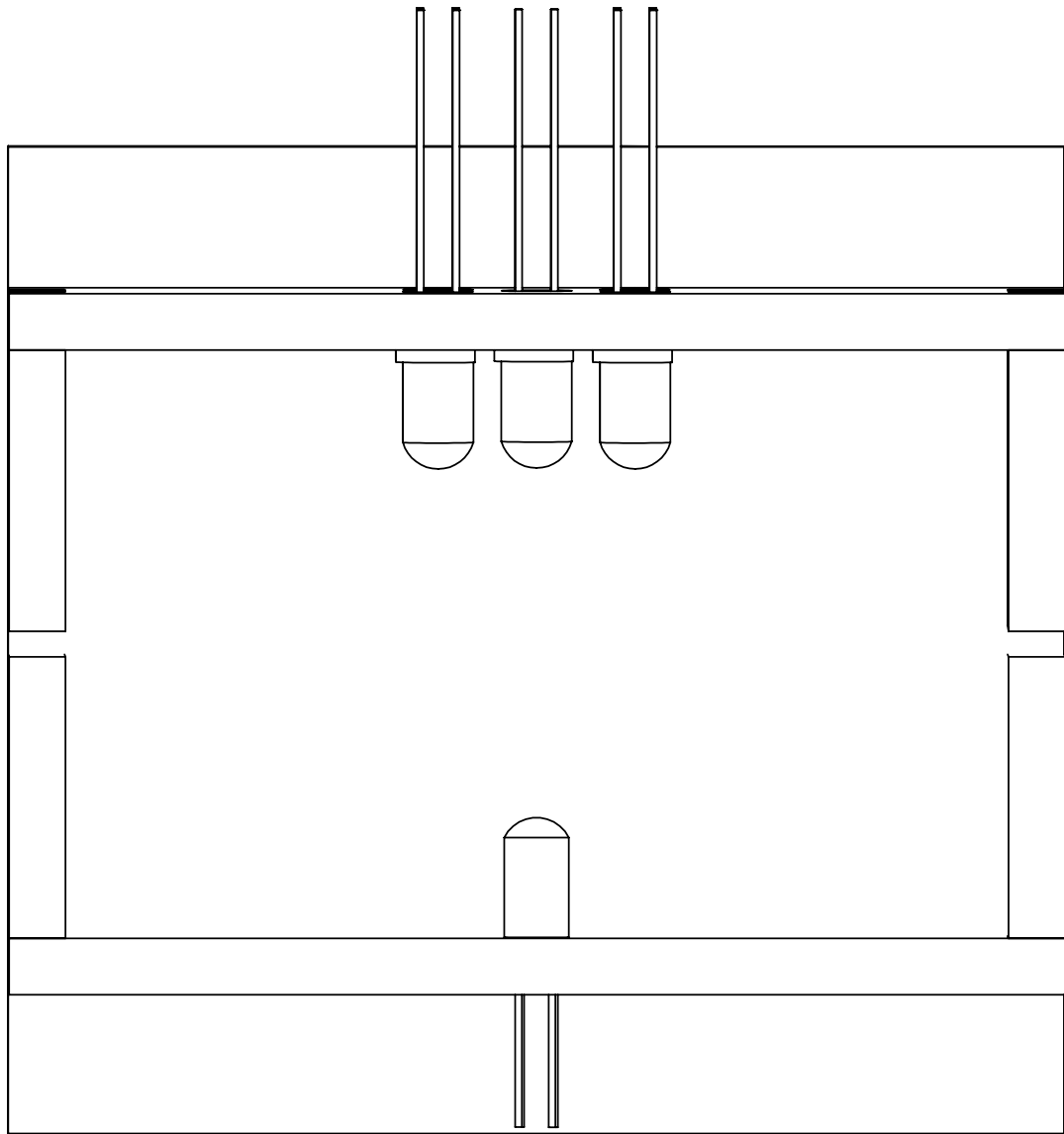


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
								TITLE:			
								DWG No.			
								A4			
WEIGHT:								SCALE:1:2			
SHEET 2 OF 4											

Dispositivo Terminado



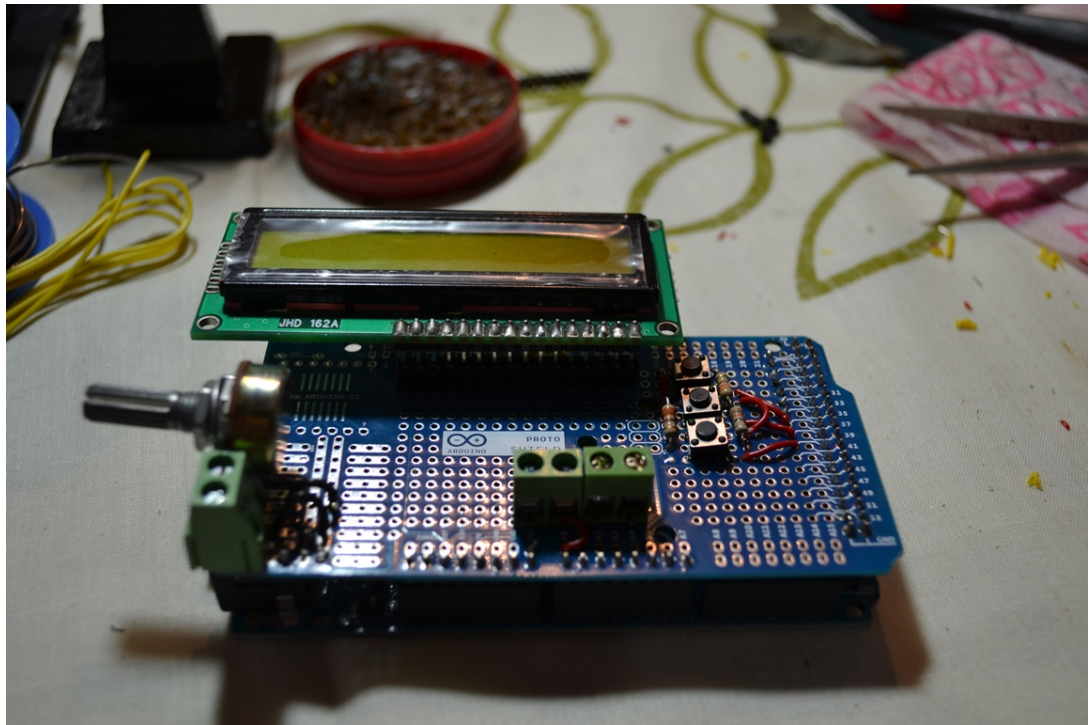
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
		NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE:			
DRAWN									DWG No: Dispositivo Terminado A4			
CHK'D												
APPV'D												
MFG												
Q.A												
					MATERIAL:							
					WEIGHT:				SCALE: 1:2		SHEET 3 OF 4	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:		
CHK'D												
APPV'D												
MFG												
Q.A										DWG NO.		
										Dispositivo Terminado		
										A4		
										SHEET 4 OF 4		
										SCALE: 1:2		
										WEIGHT:		

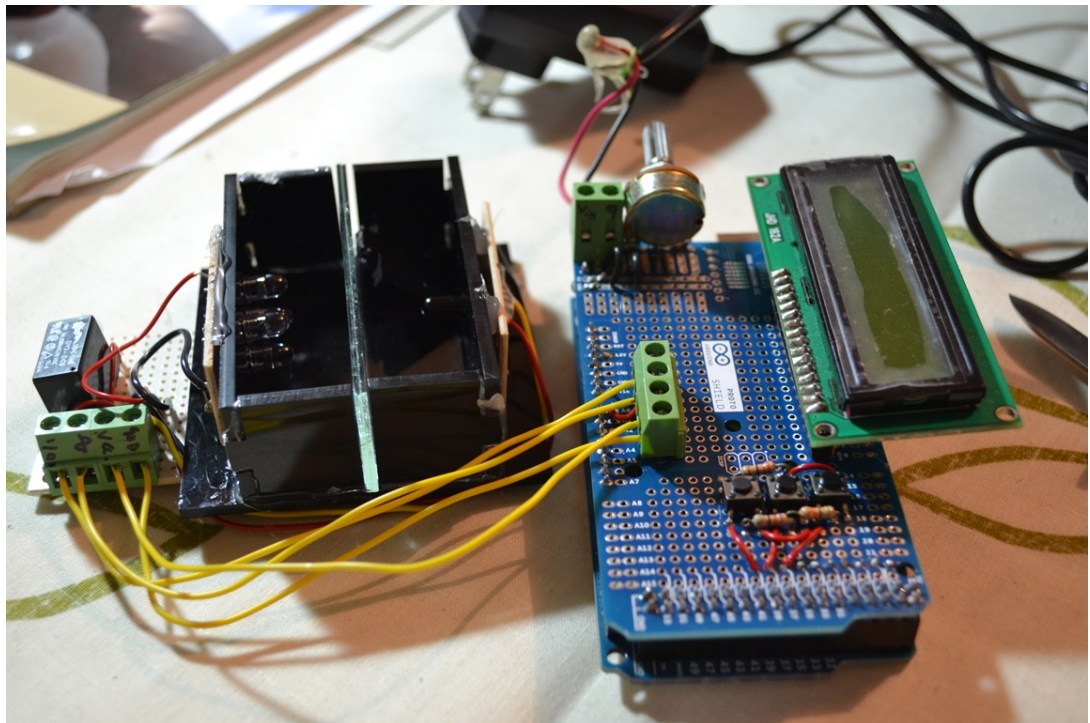
4.1. Diseño Final

La tarjeta Shield final hecha con ProtoShield.



(6).JPG

(a) A) Protoshield



(2).JPG

(b) B) Proyecto completo actual

5. Desarrollo de software

Se ha creado un software para el propósito de medir la Absorbancia de las muestras de sangre. Este está programado en .Net en el lenguaje C sharp para la plataforma de Windows, bien pudiendo ser emulado con Mono (MonoDevelop Project[?]) para diversas plataforma (Linux, Mac).

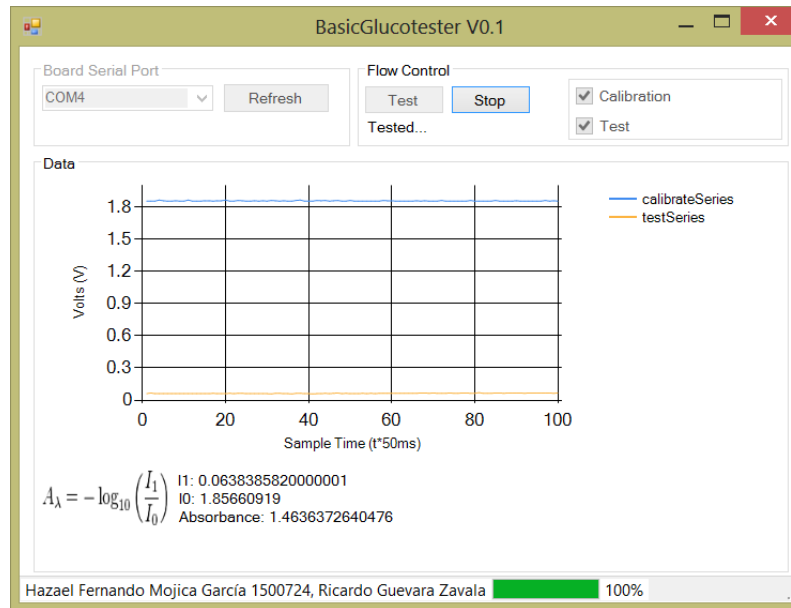


Figura 11 Software desarrollado a la medida para este proyecto en C Sharp

Este software posee conexión con el Arduino, lo que este software realiza es básicamente es tomar lecturas del ADC del arduino en el cual se encuentra conectado el receptor IR dos veces, una antes de colocar la muestra (para calibrar, sería nuestra I_0) y otra con la muestra colocada (sería la I_1).

Procedimiento de uso:

1. Conectar Arduino a a PC (creación de puerto serie virtual)
2. Iniciar software
3. En el software click en “Calibrate”
 - a) Tomará 100 valores del ADC, uno cada 10ms (usando un Timer)
 - b) Los promediará para obtener la I_0
4. Colocar la muestra de sangre en el aparato
5. En el software click en “Test”

- a) Tomará 100 valores del ADC, uno cada 10ms (usando un Timer)
 - b) Los promediará para obtener la I_1
6. El software calculará A (absorbancia)

6. Firmware para Arduino

El firmware cargado en el Arduino prácticamente lo único que hace es esperar a que la PC por medio de comunicación Serie le pida un valor obtenido del ADC, en lo que espera este se encuentra constantemente haciendo la conversión analógica a digital para tener siempre un valor listo a entregar.

En la comunicación influyen 3 etapas importantes:

- Inicialización: La PC debe enviar una cadena de caracteres para poder iniciar la comunicación
- Pedido de datos: La PC enviado un carácter de control específico le pide al Arduino le envíe un valor del ADC
- Fin de la comunicación: La PC enviando un carácter de control específico termina la comunicación y coloca al Arduino en un estado de “espera de inicialización”.

El ADC posee una referencia a 3.3V y es capaz de muestrear en 10bits, eso hace una resolución de 0.00322V (3.22mV) detectables. En otras palabras cuando el ADC arroje 0 serán 0V, cuando arroje 1 serán 3.22mV y cuando arroje 1023 serán 3.3V.