

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez



“sistema para medir la absorbancia
(espectrofotómetro)”

ASESOR

Dr. Jorge Luis Camas Anzueto

REVISORES

ALUMNO

Antonio López Juárez

INGENIERIA ELECTRONICA

RESIDENCIA PROFESIONAL

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Información general de la institución empresa donde se desarrolló proyecto	2
1.2.1 Historia del ITTG.....	2
1.2.2 Misión.....	3
1.2.3 Visión.....	3
1.2.4 Localización.....	3
1.2.5 Área específica relacionada directamente con el proyecto.....	3
1.4 Antecedentes.....	4
1.4.1 Invención.....	4
1.4.3 Diseño.....	4
1.4.4 Popularidad.....	4
1.4.5 Avances modernos.....	5
1.5 Planteamiento del problema.....	5
1.6 Nombre del proyecto.....	5
1.7 Objetivos generales y específicos.	5
1.7.1 Objetivo general.....	5
1.7.2 Objetivos específicos.....	6
1.8 Justificaciones del proyecto.....	6
1.9 Alcances y limitaciones del proyecto.....	6
1.10. Metodología para el desarrollo del proyecto.....	7
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
2.1 Aluminio.....	8
2.1.1 Propiedades.....	8
2.1.2 Usos del aluminio.....	9
2.2 Cobre-.....	9
2.2.1 Propiedades.....	9
2.2.2 Usos del cobre.....	10
2.3 Acero y sus propiedades.....	11
2.4 Imanes de neodimio.....	11
2.4.1 Fuerza.....	12
2.5 Terciopelo.....	12
2.6 El polipropileno.....	13
2.6.1 Propiedades físicas.....	13
2.6.2 Propiedades mecánicas.....	14
2.6.3 Propiedades eléctricas.....	14
2.6.4 Propiedades químicas.....	14
2.6.5 aplicaciones y usos.....	14
2.7 Resorte.....	15
2.7.1 Resortes de tracción.....	15
2.7.2 Resortes de compresión.....	15
2.8 Circuitos impresos.....	16

2.8.1	Historia.....	16
2.8.2	Composición física.....	17
2.8.3	Sustratos.....	17
2.8.4	Características básicas del sustrato.....	18
2.8.4.1	Mecánicas.....	18
2.8.4.2	Químicas.....	18
2.8.4.3	Térmicas.....	18
2.8.4.4	Eléctricas.....	18
2.9	Tornillos.....	19
2.9.1	Características del tornillo.....	19
2.10	Cajas de engranajes reductoras de velocidad.....	20
2.10.1	Características de los reductores de velocidad.....	20
2.10.2	Reductores de velocidad de Sin fin-Corona.....	20
2.10.3	Reductores de velocidad de engranajes.....	21
2.10.4	Reductores Cicloidales.....	21
2.10.5	Clasificación por disposición de los ejes lento y rápido.....	21
2.10.6	Clasificación por sistema de fijación.....	21
2.10.7	Par nominal.....	22
2.10.8	Par resistente.....	22
2.10.9	Par de cálculo.....	22
2.11	Conductores eléctricos (cables).....	22
2.11.1	Niveles de tensión.....	23
2.11.2	Componentes.....	23
2.11.4	Flexibilidad del conductor.....	24
2.11.5	Aislamiento del conductor.....	24
2.11.6	Materiales aislantes.....	24
2.12	El servomotor.....	24
2.12.1	Funcionamientos.....	25
2.12.2	Características generales y funcionamiento.....	25
2.12.3	servomotores en modelismo.....	27
2.13	Capacitor.....	28
2.13.1	Propiedad.....	29
2.13.2	Usos del capacitor.....	29
2.13.3	Unidad.....	30
2.14	Resistencia eléctrica.....	31
2.14.1	Como influye la temperatura en resistencia de un conductor.....	31
2.15	Lcd 16x2.....	32
2.15.1	Pines de alimentación.....	32
2.15.2	Pines de control.....	33
2.15.3	Pines de bus de datos.....	33
2.15.4	¿DDRAM y CGROM?.....	33
2.16	Optoacoplador.....	34

2.17	Puente rectificador.....	35
2.18	LED.....	35
2.18.1	Ventajas y desventajas.....	36
2.18.2	Tiempo de encendido.....	36
2.18.3	Tecnología de fabricación.....	36
2.18.4	Explicación detallada de funcionamiento.....	48
2.19	El regulador de voltaje.....	40
2.20	Espectrofotómetro.....	40
2.20.1	Componentes de un espectrofotómetro.....	41
2.20.1.1	Fuente de luz.....	41
2.20.1.2	Dispensor.....	41
2.20.1.3	Compartimiento de muestra.....	41
2.20.1.4	Detector.....	42
2.20.1.5	Fotodetectores.....	42
2.20.1.6	Celdas.....	42
2.21	¿De qué están hechos los discos ópticos?.....	43
2.21.1	Polycarbonato.....	43
2.21.2	Tinte fotosensible.....	43
2.21.3	Recubrimiento metálico.....	44
2.22	espectrofotometria.....	44
2.22.1	Transmitancia.....	44
2.22.2	Absorbancia.....	45
2.22.3	Medición de Transmitancia y Absorbancia.....	45
CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN		
DEL PROYECTO.....		
3.1	introducción.....	47
3.2	emisor de luz.....	47
3.3	dispensor de luz.....	49
3.4	Construir el mecanismo de rotación del dispensor.....	51
3.5	Porta celda y el sensor.....	52
3.6	programa para la etapa de control y para leer los datos arrojados por el sensor en la plataforma arduino, implementación de matlab para la comprensión de los datos.....	55
3.5.1	programa para la lectura de los datos y de respuesta.....	55
3.5.2	programa para la etapa de control.....	58
3.5.3	programa para la manipulación de los datos en matlab.....	63
3.7	Chasis que servirá para la fijación de cada elemento que conformará el espectrofotómetro.....	65
3.8	Pruebas finales.....	67
3.9	Conclusiones.....	75
3.10	Referencias.....	76
3.11	Apéndice – manual de operación.....	78

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Un espectrofotómetro es un instrumento que compara la intensidad de la luz de una fuente regulada o estándar con la intensidad de longitudes de onda en un espectro particular de luz. En otras palabras, es un dispositivo para medir el brillo de diversas porciones de un espectro. La espectrofotometría es el estudio del espectro. Este estudio se basa en la creencia de que cada elemento químico tiene su propio espectro, por lo tanto, cuando el elemento es radiado con diferentes longitudes de onda esta tiende a absorber sólo el espectro de su propia naturaleza de esta forma se puede determinar la presencia de cierto elemento y su cantidad.

Actualmente existen espectrofotómetros de alta calidad en el mercado y se distinguen por su elevado costo, lo que se busca al realizar esta investigación es crear un prototipo que tenga las mismas funcionalidades como las que hay en el mercado, ciertamente es posible igualarla.

Se buscará mejorar el emisor de luz para que sea constante en potencia sin importar cuantas muestras se procesen. El tiempo de captura de muestra será prácticamente rápida y el análisis de esas muestras lo hará el usuario de esa manera hará determinaciones exacta de lo que observe.

Es espectrofotómetro contará de seis etapas indispensable para el funcionamiento: el emisor de luz, el dispersor de luz, la porta celda y la colocación sensor (fotodiodo de alta precisión), el programa para leer los datos arrojados por el arduino, ya que el arduino será el convertidor de señal analógica a digital, el mecanismo de rotación del dispersor, el chasis que servirá para la fijación de cada elemento que conformará el espectrofotómetro. Todas estas etapas se irán desarrollando a lo largo de este escrito y se le dará la explicación más clara posible para un mejor entendimiento del lector.

1.2 Información general de la institución o empresa donde se desarrolló el proyecto

1.2.1 Historia del ITTG

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es una institución pública dependiente de la Secretaría de Educación Pública. Imparte 8 licenciaturas y 2 programas de posgrado en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Administrativas.

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez fue fundado el 24 de octubre de 1972, se encuentra ubicado en el centro del estado de Chiapas, que por su gran variedad de climas y suelos es propio para el cultivo de muy diversas especies vegetales nativas y adaptadas, con lo que se puede desarrollar la agroindustria, así como muchos otros procesos industriales a partir del gran potencial que ofrece este estado, en el cual el Instituto debe constituirse en el sujeto de cambio, al presentar alternativas de desarrollo sustentable del estado en forma multidisciplinaria.

La matrícula escolar en licenciatura se conforma de 1 982 estudiantes: 1 473 hombres y 509 mujeres. En el posgrado hay 78 alumnos: 68 hombres y 10 mujeres.

La población de egresados en el nivel de licenciatura es de 2 345 alumnos, de ellos 1 892 son hombres y 453 son mujeres.

Los principales laboratorios con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez son:

- ✓ Microbiología
- ✓ Biotecnología
- ✓ Química
- ✓ Química pesada
- ✓ Mecánica
- ✓ Sistemas computacionales
- ✓ Ingeniería industrial
- ✓ Plantas piloto
- ✓ Polo Tecnológico Nacional

Proyectos de vinculación exitosos con la industria

- ✓ Aprovechamiento integral del timbre
- ✓ Incremento en el contenido de sacarosa en la caña de azúcar
- ✓ Efectos del boro en la producción del cacahuete

✓ Factibilidad técnica en la extracción de aceites esenciales de la flora chiapaneca

1.2.2 Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

1.2.3 Visión

Ser una Institución de excelencia en la educación superior tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

1.2.4 Localización

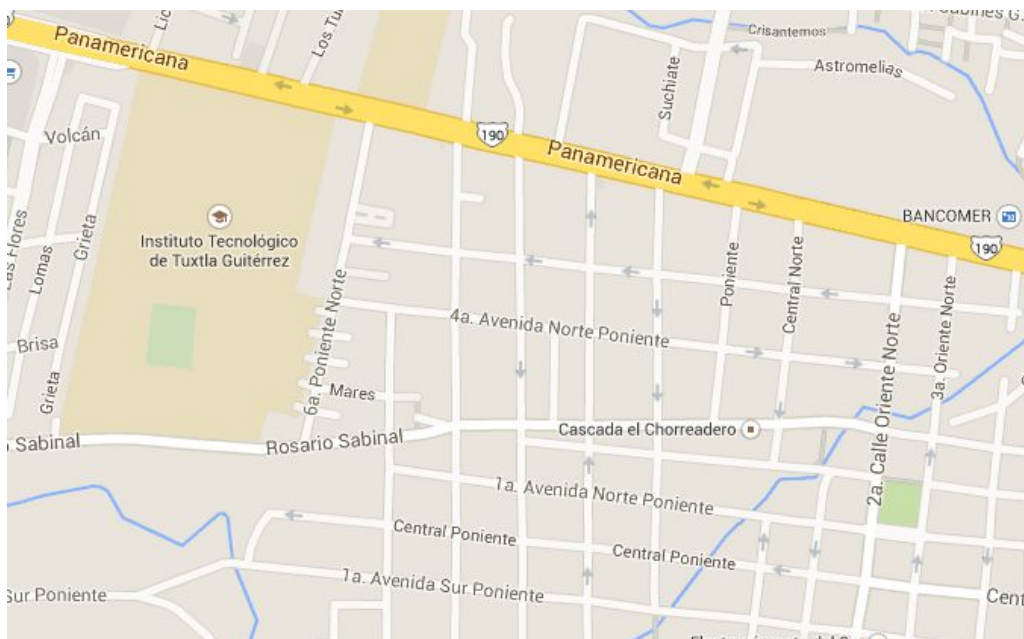


Fig.

1.2 Carretera Panamericana Km 1080. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, C.P. 29050.

1.2.5 Área específica relacionada directamente con el proyecto

El laboratorio de Ingeniería Electrónica cuenta con 8 áreas destinadas a la investigación, desarrollo e implementación de proyectos escolares, 5 de las cuales son educativas, en las que los docentes imparten clases de: electrónica digital, PLC, electrónica de potencia, instrumentación, mediciones eléctricas, programación en c y electrónicas analógicas. Dos más son para investigación, una pertenece al grupo de IEEE y la otra es de desarrollo de circuitos electrónicos. La

última área está destinada para que los alumnos desarrollen sus actividades en extra clase. Parte del área que se ocupó en la realización de éste proyecto fueron las de IEEE, las de Electrónicas Analógicas y desarrollo de circuitos electrónicos y el almacén de Mecatrónica.

La carrera de Ingeniería Electrónica tiene como misión “formar profesionales de excelencia con competencias en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, motivados para la promoción del desarrollo profesional y el conocimiento científico y tecnológico, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores cívicos y éticos”.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Invención

El espectrofotómetro se inventó en 1940, por Arnold J. Beckman y sus colegas en los Laboratorios National Technologies, la empresa que Beckman había comenzado en 1935. Fueron conducidos por el líder de proyecto Howard H. Cary. El espectrofotómetro fue el mayor descubrimiento de la compañía.

1.4.2 Precisión

Antes de 1940, el proceso del análisis químico era un largo emprendimiento, que tomaba semanas para completarse con sólo el 25% de precisión, de acuerdo con el archivo del MIT "Inventor de la semana". En 1940, cuando se introdujo el Espectrofotómetro Beckman DU, se simplificó el proceso en gran medida, que requería de sólo unos minutos para llevar a cabo el análisis. De acuerdo con la misma fuente, esta prueba ofrecía 99,99% de exactitud en el análisis. Este instrumento estableció el estándar en el análisis químico.

1.4.3 Diseño

Al principio, hubo problemas de rendimiento con el espectrofotómetro. Estos problemas llevaron a cambios en el diseño. El espectrofotómetro modelo B utilizó un prisma de cuarzo en lugar de un prisma de cristal, lo que mejoró las capacidades ultravioletas del dispositivo. El modelo C continuó con los cambios que elevaron la resolución de la longitud de onda en el ultravioleta y se realizaron tres espectrofotómetros posteriores al modelo C. En 1941, el Modelo D, también conocido como el Modelo DU, fue producido con una lámpara de hidrógeno y otras mejoras. Este diseño se mantuvo esencialmente sin cambios desde 1941 hasta 1976, cuando fue discontinuado.

1.4.4 Popularidad

Para cuando la producción del Modelo DU se interrumpió en 1976, se habían vendido más de 30.000 modelos DU y DU-2. Este instrumento fue utilizado en

clínicas, laboratorios industriales y en la química y bioquímica. Bruce Merrifield, premio Nobel y autor fue citado diciendo que el espectrofotómetro era "probablemente el instrumento más importante que se haya desarrollado hacia el avance de la ciencia biológica".

1.4.5 Avances modernos

En 1981, Cecil Instrumentos produjo un espectrofotómetro que era controlado por microprocesador. Este automatizó el dispositivo y mejoró la velocidad, además de ser más confiable que otras versiones realizadas en esa época. De 1984 a 1985, se desarrollaron versiones con doble haz que se convertirían en el modelo de la serie 4000. Con la década de 1990 llegó la adición de un software externo que proporcionaba control mediante PC y pantallas de información con los espectros. Hoy en día, el desarrollo del espectrofotómetro continúa y sus aplicaciones van desde la ciencia y la medicina, hasta la investigación de la escena del crimen y otros usos policiales.

1.5 Planteamiento del problema

Actualmente en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG) hace falta esta herramienta, se considera que solo hay uno en existencia debido a su alto costo, estamos hablando de \$ 35,000.00 los más económicos y frágil, los mejores espectrofotómetros tienen un precio muy elevado más allá de los \$200,000.00 entonces esto es lo que se observa para decidir hacer este proyecto y claro está que es mejor construirlo.

Sobre todo se mejoraría la parte del emisor de luz porque en las comerciales esta no se puede usar mucho tiempo, ahí en las especificaciones indica que hay que dejar descansar el equipo después de cada muestra o después de cada número de muestras por el simple hecho que la fuente de luz de estas se atenúan debido al exceso de temperatura, entonces se busca mejorar esta parte; por lo tanto, darle una solución al problema de que no hay suficiente equipo de esta naturaleza en el ITTG y corregir este problema del frágil emisor de luz es lo mejor y sobre todo solucionarlo a un bajo precio.

1.6 Nombre del proyecto

Sistema para medir la absorbancia (espectrofotómetro)

1.7 Objetivos generales y específicos

1.7.1 Objetivo general

Construir un sistema que nos permita medir la absorbancia y que sus datos sean fáciles de analizarlos

1.7.2 Objetivos específicos

- Construir el emisor de luz.
- Construir el dispersor de luz.
- Construir la porta celda e incluir el sensor.
- Construir el programa para leer los datos arrojados por el arduino, ya que el arduino será el convertidor de señal analógica a digital.
- Construir el mecanismo de rotación del dispersor.
- Construir el chasis que servirá para la fijación de cada elemento que conformará el espectrofotómetro.

1.8 Justificaciones del proyecto

Se pretende mejorar el instrumento ya existente y todo esto que nos salga más barato o aún menor precio a los establecidos en el mercado, los puntos que hay que mejorar es sobre todo el emisor de luz o la fuente de luz, ya que esto impide que se hagan pruebas tras pruebas porque la fuente de luz se daña o se atenúa si no se le da un uso correcto como lo establece el manual, ya que si se prolonga el uso más tiempo de lo establecido el LED produce una alta temperatura más de la que pueda soportar y comienza a perder potencia y en los peores de los casos este se quemaría.

El impacto sobre el ambiente será menor a lo que se refiere a la contaminación por basura electrónica, como es una innovación se redujera la cantidad de semiconductores que se usen en el proyecto obviamente manteniendo su eficiencia o que no afectará en absoluto el buen funcionamiento, es decir, hacer mucho con poco y con esto también obtener una inversión menor al proyecto.

También se pretende que los datos arrojados sean entendibles y manejables al antojo del usuario, de esta manera se logrará una mejor comodidad en el análisis de muestras.

1.9 Alcances y limitaciones del proyecto

La presente investigación del prototipo a diseñar solo se probará para medir la absorbancia en niveles de potencia sin aplicar ningún tipo de análisis químico a las diferentes pruebas que se haga, si se hará un análisis numérico de los datos obtenidos y hacer una determinación de la diferencia de un valor con respecto a la de referencia esto solo para probar que está funcionando correctamente.

El alcance de este proyecto se reduce a que se quedará para uso exclusivo del laboratorio de optomecatronica tomando en cuenta la posibilidad de que se seguirá investigando más acerca de este proyecto ya que el tiempo de dedicación a esta investigación es demasiado corto por ahora, habrá muchas cosas por mejorar obviamente, lo que se buscará más que nada es hacer que el prototipo alcance hacer su función principal que es medir la absorbancia para que sea un punto de partida a muchas otras incógnitas.

1.10. Metodología para el desarrollo del proyecto

1. Recopilación de información e investigación de cómo hacer el espectrofotómetro (los elementos y materiales).
2. Construir cada uno de los elementos necesarios del espectrofotómetro: fuente de voltaje estable de 12CD, fuente de luz, dispersor, porta muestra, fijar el fotodetector.
3. Diseñar y construir un chasis metálico capaz de mantener fijo cada uno de los elementos ya mencionados, que esté totalmente cerrado para que no entre la luz del ambiente.
4. Llevar acabo un software en arduino uno para poder controlar la rotación del dispersor, para controlar fa fuente de luz y para la obtención de datos en cada longitud de onda
5. Llevar a cabo la calibración del fotodetector con lentes ópticos para eliminar la luz parasita producida por la fuente de luz.
6. Hacer un software en matlab para que poder apreciar nuestros datos obtenidas de las muestras en una grafica
7. Hacer el circuito funcional implementado en las pruebas en placa impresa pcb y hacer el montaje en el chasis, hacer las últimas pruebas.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 introducción

Es necesario recabar toda la información posible para darle cimientos al proyecto, toda la información aquí recabada es porque fue muy necesaria su comprensión para poder utilizarlas de manera correctas en el proyecto para que en algunas de ellas tomar el cuidado necesario, hablo de que algunos materiales son frágiles, algunos otros de alto valor económico, algunas otras simplemente no haya el suficiente material como para desaprovecharla o desperdiciarla, es por esto la necesidad de recabar información y lo más importante de todas estas es para saber que hacer.

2.1 Aluminio



Figura 2.1.1 aluminio

2.1.1 Propiedades

El aluminio pertenece al grupo de elementos metálicos conocido como metales del bloque p que están situados junto a los metaloides o semimetales en la tabla periódica. Este tipo de elementos tienden a ser blandos y presentan puntos de fusión bajos, propiedades que también se pueden atribuir al aluminio, dado que forma parte de este grupo de elementos^[1,2].

El estado del aluminio en su forma natural es sólido como se muestra en la figura 2.1.1. El aluminio es un elemento químico de aspecto plateado y pertenece al grupo de los metales del bloque p. El número atómico del aluminio es 13. El símbolo químico del aluminio es Al. El punto de fusión del aluminio es de 933,47 grados Kelvin o de 661,32 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del aluminio es de 2792 grados Kelvin o de 2519,85 grados Celsius o grados centígrados.

2.1.2 Usos del aluminio

El aluminio es un metal importante para una gran cantidad de industrias. Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el hidrógeno, a continuación tienes una lista de sus posibles usos:

- El aluminio metálico es muy útil para el envasado. Se utiliza para fabricar latas y papel de aluminio gracias a su resistencia a la corrosión.
- El borohidruro de aluminio se añade al combustible de aviación.
- El cableado eléctrico se hace a veces a partir de aluminio o de una combinación de aluminio y cobre.
- El gas hidrógeno, un combustible importante en los cohetes, puede obtenerse por reacción de aluminio con ácido clorhídrico.

- El aluminio de pureza extra (99,980 a 99,999% de aluminio puro) se utiliza en equipos electrónicos y soportes digitales de reproducción de música.
- Muchas piezas de coche, avión, camión, tren, barco y bicicleta están hechos de aluminio.
- El aluminio es muy bueno para absorber el calor. Por lo tanto, se utiliza en la electrónica (por ejemplo en ordenadores) y transistores como disipador de calor para evitar el sobrecalentamiento.
- Las luces de la calle y los mástiles de barcos de vela son normalmente de aluminio.
- El borato de aluminio se utiliza en la fabricación de vidrio y cerámica.
- Otros compuestos de aluminio se utilizan en pastillas antiácidas, purificación de agua, fabricación de papel, fabricación de pinturas y fabricación de piedras preciosas sintéticas.

2.2 Cobre

2.2.1 Propiedades

Los metales de transición, también llamados elementos de transición es el grupo al que pertenece el cobre. En este grupo de elementos químicos al que pertenece el cobre, se encuentran aquellos situados en la parte central de la tabla periódica, concretamente en el bloque d. Entre las características que tiene el cobre, así como las del resto de metales de transición se encuentra la de incluir en su configuración electrónica el orbital d, parcialmente lleno de electrones. Propiedades de este tipo de metales, entre los que se encuentra el cobre son su

elevada dureza, el tener puntos de ebullición y fusión elevados y ser buenos conductores de la electricidad y el calor ^[3].

El estado del cobre en su forma natural es sólido (diamagnético), véase la figura 2.2.1. El cobre es un elemento químico de aspecto metálico, rojizo y pertenece al grupo de los metales de transición. El número atómico del cobre es 29. El símbolo químico del cobre es Cu. El punto de fusión del cobre es de 1357,77 grados Kelvin o de 1085,62 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del cobre es de 3200 grados Kelvin o de 2927,85 grados Celsius o grados centígrados.



Figura 2.2.1 cobre.

2.2.2 Usos del cobre

Si alguna vez te has preguntado para qué sirve el cobre, a continuación tienes una lista de sus posibles usos:

- Los disipadores de calor de los ordenadores están hechos de cobre debido a que el cobre es capaz de absorber una gran cantidad de calor.
- El magnetrón, la parte fundamental de los hornos de microondas, contiene cobre.
- Los tubos de vacío y los tubos de rayos catódicos, contienen cobre.
- Como un buen conductor de electricidad, el cobre se utiliza en el hilo de cobre, electroimanes, relés e interruptores eléctricos.
- El cobre es un material muy resistente al óxido. Se ha utilizado para hacer recipientes que contienen agua desde tiempos antiguos.
- El cobre se combina a veces con el níquel para hacer un material resistente a la corrosión que se utiliza en la construcción naval.

- El cobre se utiliza para fabricar pararrayos. Estos atraen los rayos y provocan que la corriente eléctrica se disperse en lugar de golpear y destruir la estructura sobre la que están colocados.
- El sulfato de cobre se usa para eliminar el moho.
- Muchos de los instrumentos musicales, en particular instrumentos de bronce, están hechos de cobre.

2.3 Acero y sus propiedades

El acero es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, es decir, hierro combinado con un 1% aproximadamente de carbono, y que hecho ascua y sumergido en agua fría adquiere por el temple gran dureza y elasticidad. Hay aceros especiales que contienen además, en pequeñísima proporción, cromo, níquel, titanio, volframio o vanadio, uno de estos es lo que se muestra en la figura 2.3.1 hecho principalmente con proporciones de cromo.

Se caracteriza por su gran resistencia, contrariamente a lo que ocurre con el hierro. Este resiste muy poco a la deformación plástica, por estar constituida solo con cristales de ferrita; cuando se alea con carbono, se forman estructuras cristalinas diferentes, que permiten un gran incremento de su resistencia. Ésta cualidad del acero y la abundancia de hierro le colocan en un lugar preeminente, constituyendo el material básico del S.XX. Un 92% de todo el acero es simple acero al carbono; el resto es acero aleado: aleaciones de hierro con carbono y otros elementos tales como magnesio, níquel, cromo, molibdeno y vanadio ^[4].



Figura 2.3.1 lamina de acero.

2.4 Imanes de neodimio

Los imanes de neodimio forman parte de la familia de imanes de tierras raras y son los más poderosos imanes permanentes en el mundo. También se conocen como los imanes de NdFeB porque se componen principalmente de neodimio (Nd), Hierro (Fe) y el boro (B) ^[5]. Se trata de un invento relativamente nuevo y últimamente están al alcance del público en general, véase la figura 2.4.1.



Figura 2.4.1 iman de neodimio.

2.4.1 Fuerza

Si nunca has manejado imanes de neodimio antes, te sorprenderás de su fuerza. Los imanes de neodimio son mucho más fuertes que los imanes de ferrita (cerámicos). Si usas imanes de ferrita o cerámica, probablemente podrías utilizar un imán de neodimio mucho más pequeño.

2.5 Terciopelo

El terciopelo es un tipo de tela velluda en la cual los hilos se distribuyen muy uniformemente, con un pelo corto y denso, dándole una suave sensación muy distintiva tal como se ve en la figura 2.5.1. El terciopelo se puede hacer de cualquier fibra. Se teje en un telar especial que hila dos pedazos de terciopelo al mismo tiempo. Los dos pedazos entonces se separan y las dos longitudes de tela se colocan en rodillos de posicionamiento separados ^[6].



Figura 2.5.1 terciopelo.

El contrapunto del terciopelo tejido es el valor. El terciopelo es difícil de limpiar, pero actualmente, se utiliza la limpieza en seco o con solventes puros (con 0% de aceites).

2.6 El polipropileno



Figura 2.6.1 lamina de polipropileno.

Al polipropileno se le conoce con las siglas PP. Es un plástico muy duro y resistente, es opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura más elevada de los 150 °C). Es muy resistente a los golpes aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También resiste muy bien los productos corrosivos.

Estructuralmente es un polímero vinílico, similar al polietileno, sólo que uno de los carbonos de la unidad monomérica tiene unido un grupo metilo El polipropileno, pertenece al grupo de los termoplásticos, es una cadena larga de polímero, hecha del monómero de propileno (véase la figura 2.6.1). Después de la exposición del propileno al calor y a la presión con un catalizador activo metálico, el monómero de propileno se combina para formar una cadena larga de polímero, llamada "propileno", del griego "poly" que significa muchos y "mero" que significa unidades [7].

2.6.1 Propiedades físicas

- La densidad del polipropileno, está comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5 kg/cm², aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar
- Posee alta resistencia al impacto.

2.6.2 Propiedades mecánicas

- Puede utilizarse en calidad de material para elementos deslizantes no lubricados.
- Tiene buena resistencia superficial.
- Tiene buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse.
- Tiene buena dureza superficial y estabilidad dimensional.

2.6.3 Propiedades eléctricas

- La resistencia transversal es superior a 1016 Ω cm.
- Por presentar buena polaridad, su factor de pérdidas es bajo.
- Tiene muy buena rigidez dieléctrica.

2.6.4 Propiedades químicas

- Tiene naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.
- Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales..
- El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa).
- Punto de Ebullición de 320 °F (160°C)
- Punto de Fusión (más de 160°C)

2.6.5 aplicaciones y usos

- fabricación de sacos
- bolsas
- envolturas debido al lustre satinado y buena tenacidad.
- A nivel automotriz, por su peso reducido, precio, facilidad de conformación
- utensilios domésticos
- juguetes
- cassetes
- block de dibujo o escritura
- piezas de dispositivos
- empaquetados
- utensilios de laboratorio
- botellas de diferentes tipos.
- envolturas de aparatos eléctricos
- embalajes
- estuches de cintas
- fibras
- monofilamentos
- tubos
- casco de barcos

- asientos y piezas para el automóvil, por ejemplo, cofres de baterías y parachoques

2.7 Resorte

Se conoce como resorte a un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido, un ejemplo de resorte se muestra en la figura 2.7.1, en la mecánica es conocido erróneamente como " muelle", varían así de la región o cultura. Se fabrican con materiales muy diversos, tales como acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo-silicio, cromo-vanadio, bronce, plástico, entre otros, que presentan propiedades elásticas y con una gran diversidad de formas y dimensiones ^[8,9].



Figura 2.7.1 resorte

Tienen gran cantidad de aplicaciones, desde cables de conexión hasta disquetes, productos de uso cotidiano, herramientas especiales o suspensiones de vehículos y sillas plegables. Su propósito, con frecuencia, se adapta a las situaciones en las que se requiere aplicar una fuerza y que esta sea retornada en forma de energía. Siempre están diseñados para ofrecer resistencia o amortiguar las sollicitaciones externas.

2.7.1 Resortes de tracción

Estos resortes soportan exclusivamente fuerzas de tracción y se caracterizan por tener un gancho en cada uno de sus extremos, de diferentes estilos: inglés, alemán, catalán, giratorio, abierto, cerrado o de dobles espira. Estos ganchos permiten montar los resortes de tracción en todas las posiciones imaginables.

2.7.2 Resortes de compresión

Estos resortes están especialmente diseñados para soportar fuerzas de compresión. Pueden ser cilíndricos, cónicos, bicónicos, de paso fijo o cambiante.

2.8 Circuitos impresos

En electrónica, “circuito impreso”, “tarjeta de circuito impreso” o “placa de circuito impreso” (del inglés: Printed Circuit Board, PCB), es la superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre mientras que la base se fabrica de resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita.

La producción de las PCB y el montaje de los componentes puede ser automatizada.¹ Esto permite que en ambientes de producción en masa, sean más económicos y fiables que otras alternativas de montaje (p. e.: wire-wrap o punto a punto). En otros contextos, como la construcción de prototipos basada en ensamble manual, la escasa capacidad de modificación una vez construidos y el esfuerzo que implica la soldadura de los componentes² hace que las PCB no sean una alternativa óptima.

La organización IPC (Institute for Printed Circuits), ha generado un conjunto de estándares que regulan el diseño, ensamblado y control de calidad de los circuitos impresos, siendo la familia IPC-2220 una de las de mayor reconocimiento en la industria. Otras organizaciones, también contribuyen con estándares relacionados, como por ejemplo: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, American National Standards Institute), Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, International Engineering Consortium), Alianza de Industrias Electrónicas (EIA, Electronic Industries Alliance), y Joint Electron Device Engineering Council (JEDEC) ^[10].

2.8.1 Historia

Probablemente, el inventor del circuito impreso es el ingeniero austríaco Paul Eisler (1907-1995), que mientras trabajaba en Inglaterra, fue quien fabricó un circuito impreso como parte de una radio, alrededor de 1936. Aproximadamente en 1943, en los Estados Unidos comenzaron a usar esta tecnología en gran escala para fabricar radios que fuesen robustas, para ser usadas en la Segunda Guerra Mundial. Después de la guerra, en 1948, EE. UU. Liberó la invención para el uso comercial. Los circuitos impresos no se volvieron populares en la electrónica de consumo hasta mediados de 1950, cuando el proceso de “auto-ensamblaje” fue desarrollado por la Armada de los Estados Unidos.

Antes que los circuitos impresos (y por un tiempo después de su invención), la conexión “punto a punto” era la más usada. Para prototipos, o producción de pequeñas cantidades, el método wire wrap puede considerarse más eficiente.

Originalmente, cada componente electrónico tenía pines de cobre o latón de varios milímetros de longitud, y el circuito impreso tenía orificios taladrados para cada pin del componente. Los pines de los componentes atravesaban los orificios y eran

soldados a las pistas del circuito impreso. Este método de ensamblaje es llamado through-hole ("a través del orificio"). En 1949, Moe Abramson y Stanilus F. Danko, de la United States Army Signal Corps, desarrollaron el proceso de autoensamblaje, en donde las pines de los componentes eran insertadas en una lámina de cobre con el patrón de interconexión, y luego eran soldadas. Con el desarrollo de la laminación de tarjetas y técnicas de grabados, este concepto evolucionó en el proceso estándar de fabricación de circuitos impresos usado en la actualidad. La soldadura se puede hacer automáticamente pasando la tarjeta sobre un flujo de soldadura derretida, en una máquina de soldadura por ola.

El costo asociado con la perforación de los orificios y el largo adicional de las pines, se elimina al utilizar dispositivo de montaje superficial (tecnología de montaje superficial).

2.8.2 Composición física

La mayoría de los circuitos impresos están compuestos por entre una a dieciséis capas conductoras, separadas y soportadas por capas de material aislante (sustrato) laminadas (pegadas) entre sí.

Las capas pueden conectarse a través de orificios, llamados vías. Los orificios pueden ser electorecubiertos; para conectar cada capa del circuito, el fabricante mediante un proceso químico, deposita en todas las superficies expuestas del panel, incluyendo las paredes del agujero una fina capa de cobre químico, esto crea una base metálica de cobre puro; o también se pueden utilizar pequeños remaches. Los circuitos impresos de alta densidad pueden tener "vías ciegas", que son visibles en sólo un lado de la tarjeta, o "vías enterradas", que no son visibles en el exterior de la tarjeta.

2.8.3 Sustratos

Los sustratos de los circuitos impresos utilizados en la electrónica de consumo de bajo costo, se hacen de papel impregnado de resina fenólica, a menudo llamados por su nombre comercial: Pértinax. Usan designaciones como XXXP, XXXPC y FR-2. El material es de bajo costo, fácil de mecanizar y causa menos desgaste de las herramientas que los sustratos de fibra de vidrio reforzados (la más conocida es la FR-4). Las letras "FR" en la designación del material indican "retardante de llama" (Flame Retardant, en inglés).

Los sustratos para los circuitos impresos utilizados en la electrónica industrial y de consumo de alto costo, están hechos típicamente de un material designado FR-4. Éstos consisten en un material de fibra de vidrio, impregnados con una resina epóxica resistente a las llamas. Pueden ser mecanizados, pero debido al contenido de vidrio abrasivo, requiere de herramientas hechas de carburo de tungsteno en la producción de altos volúmenes. Debido al reforzamiento de la fibra de vidrio, exhibe una resistencia a la flexión alrededor de 5 veces más alta que el Pertinax, aunque a un costo más alto.

Los sustratos para los circuitos impresos de circuitos de radio en frecuencia de alta potencia usan plásticos con una constante dieléctrica (permitividad) baja, tales como Rogers® 4000, Rogers® Duroid, DuPont Teflón (tipos GT y GX), poliamida, poliestireno y poliestireno entrecruzado. Típicamente tienen propiedades mecánicas más pobres, pero se considera que es un compromiso de ingeniería aceptable, en vista de su desempeño eléctrico superior.

Los circuitos impresos utilizados en el vacío o en gravedad cero, como en una nave espacial, al ser incapaces de contar con el enfriamiento por convección, a menudo tienen un núcleo grueso de cobre o aluminio para disipar el calor de los componentes electrónicos.

No todas las tarjetas usan materiales rígidos. Algunas son diseñadas para ser muy o ligeramente flexibles, usando DuPont's Kapton film de poliamida y otros. Esta clase de tarjetas, a veces llamadas "circuitos flexibles", o "circuitos rígido-flexibles", respectivamente, son difíciles de crear, pero tienen muchas aplicaciones. A veces son flexibles para ahorrar espacio (los circuitos impresos dentro de las cámaras y auriculares son casi siempre circuitos flexibles, de tal forma que puedan doblarse en el espacio disponible limitado. En ocasiones, la parte flexible del circuito impreso se utiliza como cable o conexión móvil hacia otra tarjeta o dispositivo. Un ejemplo de esta última aplicación es el cable que conecta el cabezal en una impresora de inyección de tinta.

2.8.4 Características básicas del sustrato

2.8.4.1 Mecánicas

1. Suficientemente rígidos para mantener los componentes.
2. Fácil de taladrar.
3. Sin problemas de laminado.

2.8.4.2 Químicas

1. Metalizado de los taladros.
2. Retardante de las llamas.
3. No absorbe demasiada humedad.

2.8.4.3 Térmicas

1. Disipa bien el calor.
2. Coeficiente de expansión térmica bajo para que no se rompa.
3. Capaz de soportar el calor en la soldadura.
4. Capaz de soportar diferentes ciclos de temperatura.

2.8.4.4 Eléctricas

1. Constante dieléctrica baja, para tener pocas pérdidas.

2. Punto de ruptura dieléctrica alto.

2.9 Tornillos



Figura 2.9.1 tornillos

Se denomina tornillo a un elemento u operador mecánico cilíndrico con una cabeza tal como se ve en la figura 2.9.1, generalmente metálico, aunque pueden ser de plástico, Son elementos que permiten la unión de dos partes de forma no definitiva, dentro de estos elementos existe una enorme gama de productos que se adapta a la necesidad específica de la unión deseada. Las proporciones y medidas de estos sistemas son regidas por normativas internacionales que permiten su fácil uso [12,11]. El tornillo deriva directamente de la máquina simple conocida como plano inclinado y siempre trabaja asociado a un orificio roscado. Los tornillos permiten que las piezas sujetas con los mismos puedan ser desmontadas cuando la ocasión lo requiera.

2.9.1 Características del tornillo

Los tornillos están fabricados en muchos materiales y aleaciones; en los tornillos realizados en metal su resistencia está relacionada con la del material empleado. Un tornillo de aluminio será más ligero que uno de acero (aleación de hierro y carbono) pero será menos resistente ya que el acero tiene mejor capacidad metalúrgica que el aluminio; una aleación de duraluminio mejorará las capacidades de resistencia del aluminio pero disminuirá las de tenacidad, ya que al endurecer el aluminio con silicio o metales como cromo o titanio, se aumentará su dureza pero también su coeficiente de fragilidad a partirse.

Diámetro exterior de la caña: en el sistema métrico se expresa en mm y en el sistema inglés en fracciones de pulgada.

Tipo de rosca: métrica, Whitworth, trapecial, redonda, en diente de sierra, eléctrica, etc. Las roscas pueden ser exteriores o machos (tornillos) o bien interiores o hembras (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.

Paso de la rosca: distancia que hay entre dos crestas sucesivas. En el sistema métrico se expresa en mm y en el sistema inglés por el número de hilos que hay en una pulgada.

Sentido de la hélice de la rosca: a *derechas* o a *izquierdas*. *La mayoría de la tornillería tiene rosca a derechas, pero para aplicaciones especiales, como en ejes*

de máquinas, contratuercas, etc. tienen alguna vez rosca a izquierdas. Los tornillos de las ruedas de los vehículos industriales tienen roscas de diferente sentido en los tornillos de las ruedas de la derecha (a derechas) que en los de la izquierda (a izquierdas). Esto se debe a que de esta forma los tornillos tienden a apretarse cuando las ruedas giran en el sentido de la marcha. Asimismo, la combinación de roscas a derechas y a izquierdas es utilizada en tensores roscados. El tipo de rosca, métrica o Whitworth, aparte de ser debida al país de origen, tiene distintas características físicas: la rosca inglesa o Whitworth tiene un paso más reducido, por lo cual la rosca métrica tiene una mayor tendencia a aflojarse sola por el movimiento de las piezas. Para evitar este problema se optó por diversas soluciones, como crear variantes de rosca métrica de paso más reducido o usar tuercas y arandelas especiales que impiden más eficazmente que las piezas en movimiento se aflojen solas.

Material constituyente y resistencia mecánica que tienen: salvo excepciones la mayor parte de tornillos son de acero en diferentes grados de aleación y con diferente resistencia mecánica. Para madera se utilizan mucho los tornillos de latón.

Tipo de cabeza: en estrella o Phillips, Bristol, de pala y algunos otros especiales.

2.10 Cajas de engranajes reductoras de velocidad

Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor (ya sea eléctrico, de explosión u otro) necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la máquina tal como se muestra en la figura 2.10.1. Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos (estáticos y dinámicos).

Esta adaptación se realiza generalmente con uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad aunque en algunos países hispanos parlantes también se le denomina caja reductora ^[13].

2.10.1 Características de los reductores de velocidad

Los reductores de velocidad se suelen clasificar de un modo bastante anárquico, solapándose en algunos casos las definiciones de modo intrínseco y en otros casos hay que usar diversas clasificaciones para definirlos.

2.10.2 Reductores de velocidad de Sin fin-Corona

Es quizás el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce en cuyo centro se ha embutido un eje de acero (eje lento), esta corona está en contacto permanente con un husillo de acero en forma de tornillo sin-fin. Una vuelta del tornillo sin fin provoca el avance de un diente de la corona y en consecuencia la reducción de velocidad. La reducción de

velocidad de una corona sin fin se calcula con el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin fin.

Paradójicamente es el tipo de reductor de velocidad más usado y comercializado a la par que todas las tendencias de ingeniería lo consideran obsoleto por sus grandes defectos que son, el bajo rendimiento energético y la pérdida de tiempo entre ciclos

2.10.3 Reductores de velocidad de engranajes

Los reductores de engranajes son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin. Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño. Por ejemplo: un mecanismo de elevado de anclas

2.10.4 Reductores Cicloidales

El sistema de reducción de velocidad de Cicloidal se basa en un principio ingeniosamente simple.

El reductor de velocidad sólo tiene tres partes móviles:

- El eje de entrada de alta velocidad con una leva excéntrica integral y un conjunto de cojinete de rodillo
- El disco cicloidal y el conjunto del eje de salida de baja velocidad. La acción de rodamiento progresiva y pareja de los discos cicloidales eliminan la fricción y los puntos de presión de los engranajes convencionales.

Todos los componentes que transmiten el par de torsión de Cicloidal ruedan y están dispuestos en forma simétrica alrededor del eje para una operación equilibrada.

2.10.5 Clasificación por disposición de los ejes lento y rápido

Los reductores se pueden clasificar por la posición relativa del eje lento del reductor con respecto al eje rápido del mismo, las clasificaciones más usuales son; paralelas, ortogonales y coaxiales.

2.10.6 Clasificación por sistema de fijación

Los reductores se pueden clasificar por su sistema de fijación, fijo o pendular.

La fabricación o selección de un reductor de velocidad es algo sumamente complejo en algunas ocasiones dada la gran cantidad de parámetros a tener en cuenta. Los principales son:

El par motor, es la potencia que puede transmitir un motor en cada giro. También llamado "Torque"

2.10.7 Par nominal

Es el par transmisible por el reductor de velocidad con una carga uniforme y continua; está íntimamente relacionado con la velocidad de entrada y la velocidad de salida. Su unidad en el SI es el N m (newton metro).

2.10.8 Par resistente

Representa el par requerido para el correcto funcionamiento de la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

2.10.9 Par de cálculo

Es el producto del par resistente y el factor de servicio requerido por la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

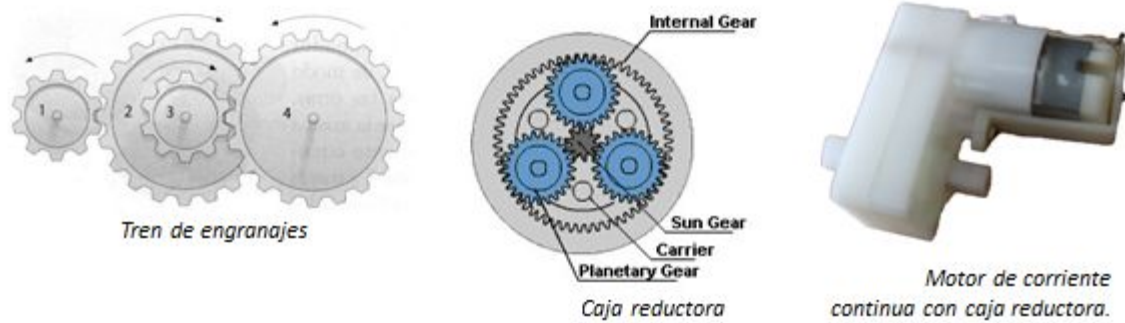


Figura 2.10.1 diagrama que indica cómo está construido un motor con caja de engranajes.

2.11 Conductores eléctricos (cables)

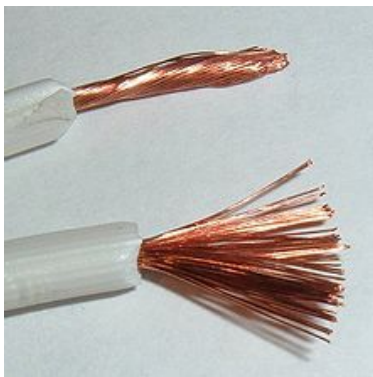


Figura 2.11.1 cable

Los cables que se usan para conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico(ver la figura 2.11.1).

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 μm hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá del nivel de tensión de trabajo, la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor ^[14].

Un cable eléctrico se compone de:

Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.

Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.

Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

2.11.1 Niveles de tensión

- Cables de muy baja tensión (hasta 50 V)
- cables de baja tensión (hasta 1000 V)
- cables de media tensión (hasta 30 kV)
- cables de alta tensión (hasta 66 kV)
- cables de muy alta tensión (por encima de los 770 kV)

2.11.2 Componentes

- Conductores (cobre, aluminio u otro metal).
- Apantallado o Blindaje (se utiliza en conductores de radiofrecuencia, puede ser una malla o un tubo, liso o corrugado).
- Aislamientos (materiales plásticos, elastoméricos, papel impregnado en aceite viscoso o fluido).
- Protecciones (armaduras y cubiertas externas adicionales al aislamiento para aumentar la resistencia a ciertas condiciones críticas de operación).

2.11.3 Materiales empleados

- Cobre
- Aluminio
- Constantán, una aleación de cobre
- Almelec, una aleación de aluminio

2.11.4 Flexibilidad del conductor

- Conductor rígido
- Conductor flexible

2.11.5 Aislamiento del conductor

- Aislamiento termoplástico:
 - PVC - (policloruro de vinilo)
 - PE - (polietileno)
 - PCP - (policloropreno), neopreno o plástico
- Aislamiento termoestable:
 - XLPE - (polietileno reticulado)
 - EPR - (etileno-propileno)
 - MICC - Cable cobre-revestido Mineral-aislado

2.11.6 Materiales aislantes

- Cables en papel impregnado:
 - Papel impregnado con mezcla no migrante
 - Papel impregnado con aceite fluido
- Cables con aislamientos poliméricos extrusionados:
 1. Polietileno reticulado(XLPE)
 2. Goma etileno propileno (HEPR)
 3. Polietileno termoplástico de alta densidad (HDPE)

2.12 El servomotor



Figura 2.12.1 servomotor.

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado véase la figura 2,12,1. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la

señala codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia. En la práctica, se usan servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control, títeres, y por supuesto, en robots ^[15].

Los Servos son sumamente útiles en robótica. Los motores son pequeños, tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño. Un servo normal o Standard como el HS-300 de Hitec tiene 42 onzas por pulgada o mejor 3kg por cm. De torque que es bastante fuerte para su tamaño. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, no consume mucha energía. Se muestra la composición interna de un servo motor en el cuadro de abajo. Podrá observar la circuitería de control, el motor, un juego de piñones, y la caja. También puede ver los 3 alambres de conexión externa. Uno es para alimentación Vcc (+5volts), conexión a tierra GND y el alambre blanco es el alambre de control.

2.12.1 Funcionamientos

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor. En la figura se puede observar al lado derecho del circuito. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto. El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante. Un servo normal se usa para controlar un movimiento angular de entre 0 y 180.

La cantidad de voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor correrá a una velocidad más lenta. A esto se le llama control proporcional.

2.12.2 Características generales y funcionamiento

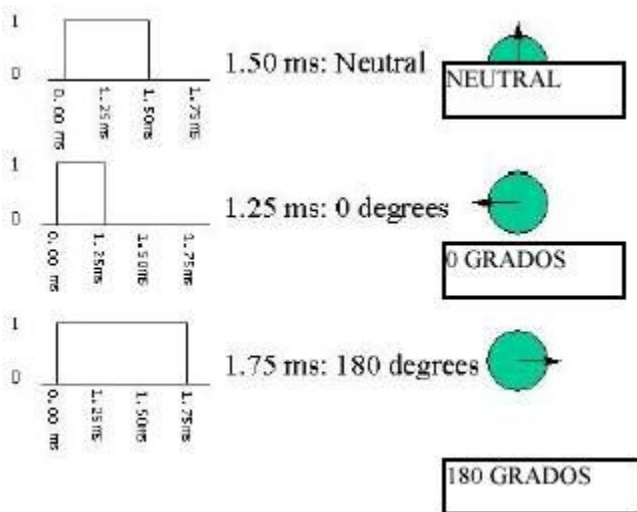
Estos servos tienen un amplificador, servo motor, piñonearía de reducción y un potenciómetro de realimentación; todo incorporado en el mismo conjunto. Esto es un servo de posición (lo cual significa que uno le indica a qué posición debe ir), con un rango de aproximadamente 180 grados. Ellos tienen tres cables de conexión eléctrica; Vcc, GND, y entrada de control.

Para controlar un servo, usted le ordena un cierto ángulo, medido desde 0 grados. Usted le envía una serie de pulsos. Conforme la figura 2.12.2.1 en un tiempo ON de pulso indica el ángulo al que debe posicionarse; 1ms = 0 grados, 2.0ms = máx. grado (cerca de 120) y algún valor entre ellos da un ángulo de salida proporcional. Generalmente se considera que en 1.5ms está el "centro." Entre límites de 1 ~ 2ms son las recomendaciones de los fabricantes, normalmente puede usar un rango mayor de 1.5ms para obtener un ángulo mayor e incluso de 2ms para un ángulo de rendimiento de 180 grados o más. El factor limitante es el tope del potenciómetro y los límites mecánicos construidos en el servo. Un sonido de zumbido normalmente indica que usted está forzando por encima al servo, entonces debe disminuir un poco.



Figura 2.12.2.1 esta figura indica la señal que debería tener el servo.

El tiempo de OFF en el servo no es crítico; puede estar alrededor de los 20ms. Hemos usado entre 10ms y 30 ms. Esto No tiene que ser de ésta manera, puede variar de un pulso a otro. Los pulsos que ocurren frecuentemente en el tiempo de OFF pueden interferir con el sincronismo interno del servo y podría escucharse un sonido de zumbido o alguna vibración en el eje. Si el espacio del pulso es mayor de 50ms (depende del fabricante), entonces el servo podría estar en modo SLEEP entre los pulsos. Entraría a funcionar en pasos pequeños y el rendimiento no sería el óptimo.



Como se observa en la figura 2.12.2.2, la duración del pulso indica o dictamina el ángulo del eje (mostrado como un círculo verde con flecha). Nótese que las ilustraciones y los tiempos reales dependen del fabricante de motor. El principio, sin embargo, es el mismo.

Figura 2.12.2.2 esta figura indica la señal de onda cuadrada

afectada por el tiempo y la posición que toma el eje del servo.

El cable de control se usa para comunicar el ángulo. El ángulo está determinado por la duración de un pulso que se aplica al alambre de control. A esto se le llama PCM Modulación codificada de Pulsos. El servo espera ver un pulso cada 20 milisegundos (.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor. Un pulso de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor se torne a la posición de 90 grados (llamado la posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se acercará a los 180 grados.

2.12.3 servomotores en modelismo

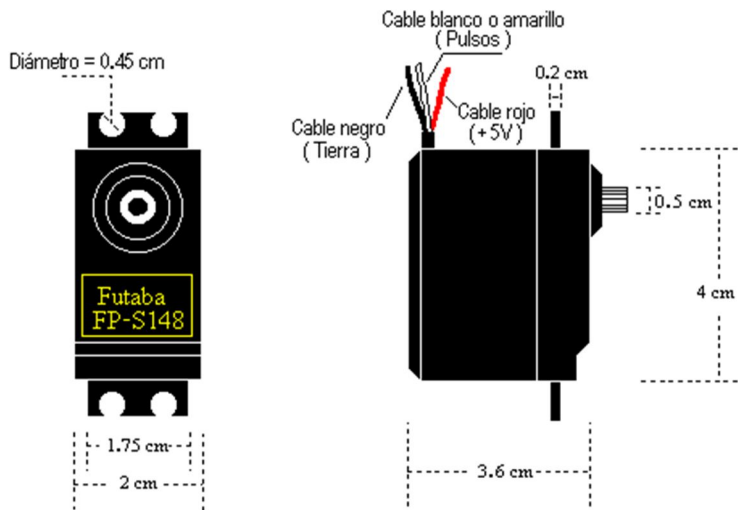


Figura 2.12.3.1 Diagrama de un servomotor típico de modelismo.

Un servomotor de este tipo es básicamente un motor eléctrico que sólo se puede girar en un ángulo de aproximadamente 180 grados (no dan vueltas completas como los motores normales). De la figura 2.12.2.3.1 los tres cables que salen de su cubierta, el rojo es de voltaje de alimentación (+5V), el negro es de tierra (0V ó GND). El cable blanco (a veces amarillo) es el cable por el cuál se le instruye al servomotor en qué posición ubicarse (entre 0 grados y 180).

Dentro del servomotor, una tarjeta controladora le dice a un pequeño motor de corriente directa cuántas vueltas girar para acomodar la flecha (el eje de plástico que sale al exterior) en la posición que se le ha pedido.

En la figura 2.12.3.2 se observa la ubicación de estas piezas dentro del servomotor:

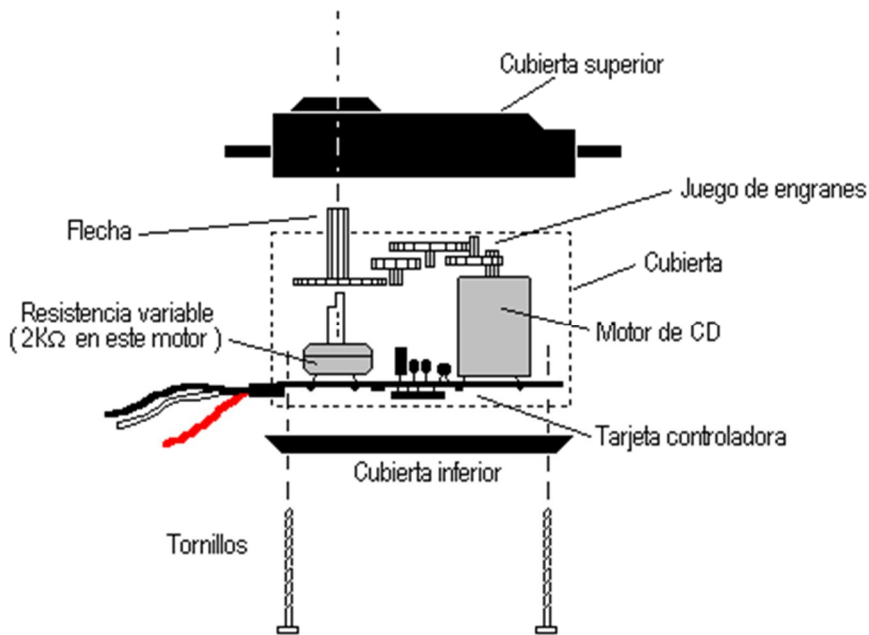


Figura 2.12.3.2 diagrama interno de las piezas del servomotor.

Un potenciómetro que está sujeto a la flecha, mide hacia dónde está ubicado en todo momento. Es así como la tarjeta controladora sabe hacia dónde mover al motor. La posición deseada se le da al servomotor por medio de pulsos. Todo el tiempo debe haber una señal de pulsos presente en ese cable.

2.13 Capacitor

La capacidad "C" entre dos conductores separados por un dieléctrico es la relación entre la carga "Q" y el voltaje entre ellos "V" ^[16].

$$C = \frac{Q}{V} . \quad \text{Ec. 2.13.1}$$

C: Faraday
 Q: Coulomb
 V: Volt

2.13.1 Propiedad

El capacitor es un elemento pasivo que almacena energía en forma de campo eléctrico, adquiriendo carga eléctrica. El capacitor está formado por dos láminas conductoras, separadas por un aislante o dieléctrico, de tal modo que puedan

estar cargados con el mismo valor, pero con signos contrarios, véase la figura 2.13.1.1.

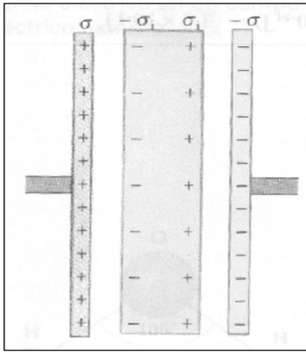


Figura 2.13.1.1 este diagrama indica cómo está conformado un capacitor.

2.13.2 Usos del capacitor

Para aplicaciones de descarga rápida: como un Flash, en donde el condensador se tiene que descargar a gran velocidad para generar la luz necesaria (algo que hace muy fácilmente cuando se le conecta en paralelo un medio de baja resistencia)

Como Filtro: un condensador de gran valor (1,000 uF - 12,000 uF) se utiliza para eliminar el "rizado" que se genera en el proceso de conversión de *corriente alterna a corriente continua*.

Para aislar etapas o áreas de un circuito: un condensador se comporta (idealmente) como un corto circuito para la señal alterna y como un circuito abierto para señales de corriente continua, etc.

Para motores eléctricos: genera el par de fuerza en un motor monofásico.

Para corregir el factor de potencia: compensa las cargas inductivas en las instalaciones eléctricas.

Como temporizador: en conjunto con la resistencia o inductancia se utiliza en osciladores.

Como memoria: al cargarse a una determinada tensión, se lo utiliza como un bit de memoria digital.

Así como tienen múltiples aplicaciones también hay una gran variedad de tipo de capacitores, dependiendo de su valor, tensión de aislación y frecuencia a la que se lo utiliza. El capacitor y el resistor son los elementos pasivos más utilizados en la electrónica.

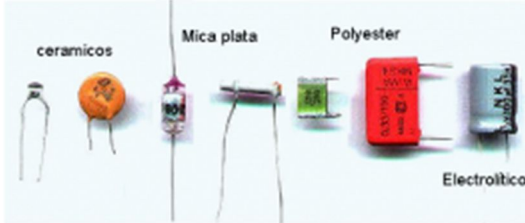


Figura 2.13.2.1 diferente encapsulados del capacitor según sus especificaciones.

2.13.3 Unidad

La unidad de medida de capacidad es el Faraday (F), en honor al físico químico inglés Michel Faraday, que nació cerca de Londres en 1791 y falleció a los 76 años. De una familia humilde llevó una vida dedicada a la electricidad, dejando a la humanidad descubrimientos que hoy utilizamos a diario.

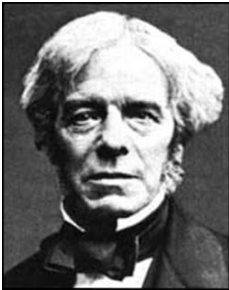


Figura 2.13.3.1 Michel Faraday.

Los valores de capacidad utilizados en la práctica son mucho más chicos que la unidad, por lo tanto, dichos valores estarán expresados en microfaradios ($1 \mu\text{F} = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$), nanofaradios ($1\text{nF} = 1 \times 10^{-9} \text{ F}$) o picofaradios ($1 \text{ pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$).

2.14 Resistencia eléctrica

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica ^[17].

El ohm es la unidad de medida de la resistencia que oponen los materiales al paso de la corriente eléctrica y se representa con el símbolo o letra griega "Ω" (omega). La razón por la cual se acordó utilizar esa letra griega en lugar de la "O" del alfabeto latino fue para evitar que se confundiera con el número cero "0".

El ohm se define como la resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica una columna de mercurio (Hg) de 106,3 cm de alto, con una sección transversal de 1 mm², a una temperatura de 0° Celsius.

De acuerdo con la "Ley de Ohm", un ohm (1^Ω) es el valor que posee una resistencia eléctrica cuando al conectarse a un circuito eléctrico de un volt (1 V) de tensión provoca un flujo de corriente de un Amper (1 A). La fórmula general de la Ley de Ohm es la siguiente:

$$I = \frac{E}{R} \qquad \text{Ec. 2.14.1}$$

La resistencia eléctrica, por su parte, se identifica con el símbolo o letra (R) y la fórmula para despejar su valor, derivada de la fórmula general de la Ley de Ohm, es la siguiente:

$$R = \frac{E}{I} \qquad \text{Ec. 2.14.2}$$

2.14.1 Como influye la temperatura en resistencia de un conductor

La temperatura influye directamente en la resistencia que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica. A mayor temperatura la resistencia se incrementa, mientras que a menor temperatura disminuye.

Sin embargo, teóricamente toda la resistencia que ofrecen los metales al paso de la corriente eléctrica debe desaparecer a una temperatura de 0 °K (cero grado Kelvin), o "cero absoluto", equivalente a – 273,16 °C (grados Celsius), o – 459,69 °F (grados Fahrenheit), punto del termómetro donde se supone aparece la superconductividad o "resistencia cero" en los materiales conductores.

En el caso de los metales la resistencia es directamente proporcional a la temperatura, es decir si la temperatura aumenta la resistencia también aumenta y viceversa, si la temperatura disminuye la resistencia también disminuye; sin embargo, si hablamos de elementos semiconductores, como el silicio (Si) y el germanio (Ge), por ejemplo, ocurre todo lo contrario, pues en esos elementos la resistencia y la temperatura se comportan de forma inversamente proporcional, es decir, si una sube la otra baja su valor y viceversa.

2.15 Lcd 16x2

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento ^[18].

En este caso vamos a emplear un LCD de 16x2, esto quiere decir que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Los píxeles de cada símbolo o carácter, varían en función de cada modelo.

En la imagen 2.15.1 de Proteus se puede observar la estructura de sus pines.

Lo podemos dividir en los Pines de alimentación, pines de control y los pines del bus de datos bidireccional. Por lo general podemos encontrar además en su estructura los pines de Anodo de led backlight y cátodo de led backlight.

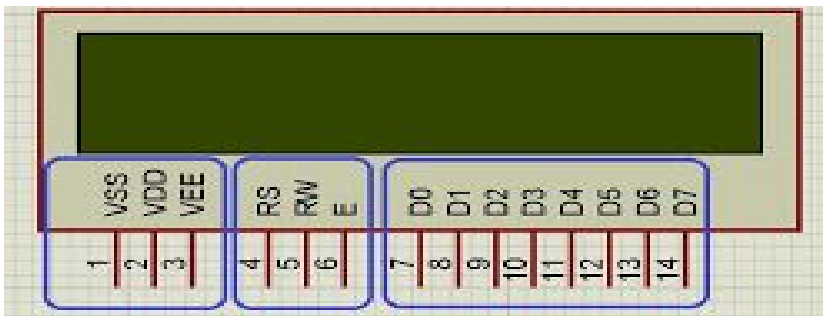


Figura 2.15.1 la primera parte encerrada de azul es los pines de alimentación, el segundo cuadro azul son los pines de control, y la última parte encerrada son los pines de bus de datos.

2.15.1 Pines de alimentación:

Vss: Gnd

Vdd: +5

voltios

Vee: corresponde al pin de contraste, lo regularemos con un potenciómetro de 10K conectado a Vdd.

2.15.2 Pines de control:

RS: Corresponde al pin de selección de registro de control de datos (0) o registro de datos (1). Es decir el pin RS funciona paralelamente a los pines del bus de datos. Cuando RS es 0 el dato presente en el bus pertenece a un registro de control/instrucción. y cuando RS es 1 el dato presente en el bus de datos pertenece a un registro de datos o un carácter.

RW: Corresponde al pin de Escritura (0) o de Lectura (1). Nos permite escribir un dato en la pantalla o leer un dato desde la pantalla.

E: Corresponde al pin Enable o de habilitación. Si E (0) esto quiere decir que el LCD no está activado para recibir datos, pero si E (1) se encuentra activo y podemos escribir o leer desde el LCD.

2.15.3 Pines de bus de datos:

El Bus de datos bidireccional comprende desde los pines D0 a D7. Para realizar la comunicación con el LCD podemos hacerlo utilizando los 8 bits del bus de datos (D0 a D7) o empleando los 4 bits más significativos del bus de datos (D4 a D7). En este caso vamos a explicar la comunicación con el bus de 4 bits.

2.15.4 ¿DDRAM y CGROM?

Son las dos zonas de memoria del LCD.

La memoria DDRAM (Data Display Ram): corresponde a una zona de memoria donde se almacenan los caracteres que se van a representar en pantalla. Es decir es la memoria donde se almacenan los caracteres a mostrar con su correspondiente posición.

La memoria CGROM es una memoria interna donde se almacena una tabla con los caracteres que podemos visualizar en el lcd. En la imagen podemos ver un ejemplo de la figura 2.15.3.1 con un contenido de 192 caracteres.

ASCII	Unicode	UTF-8
0@P`p	-ヲミxp	
!1AQaq	。7チ4ãq	
"2BRbr	「イツ×pθ	
#3CScs	」ウテモεε	
\$4DTdt	、イトμα	
%5EUeu	・オナ1εü	
&6FVfv	ヲカニヨρΣ	
^7GWgw	ヲキヌラgπ	
<8HXhx	イウネリjア	
>9IYiy	ウツルル"y	
*:JZjz	エコhlレj千	
+;K[k<	オザヒロ°ス	
,<L¥ll	ホシフワ#角	
-=M]m>	ユス\ンも÷	
.>N^n→	ヨセホ^ñ	
/?O_o←	ッソマ°ö	

Figura 2.15.3.1 caracteres.

La memoria CGRAM (Character Generator Ram): en ella se pueden almacenar nuestros propios caracteres.

2.16 Optoacoplador

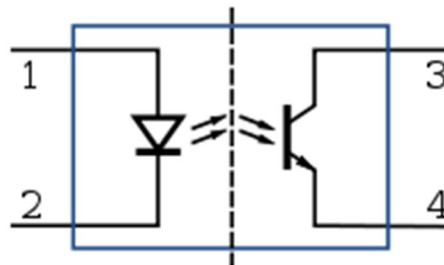


Figura 2.16.1 encapsulado de un optoacoplador con salida de transistor y simbolo electronico.

Un optoacoplador, también llamado *optoaislador* o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac (véase la figura 2.16.1).

De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles ^[19].

2.17 Puente rectificador

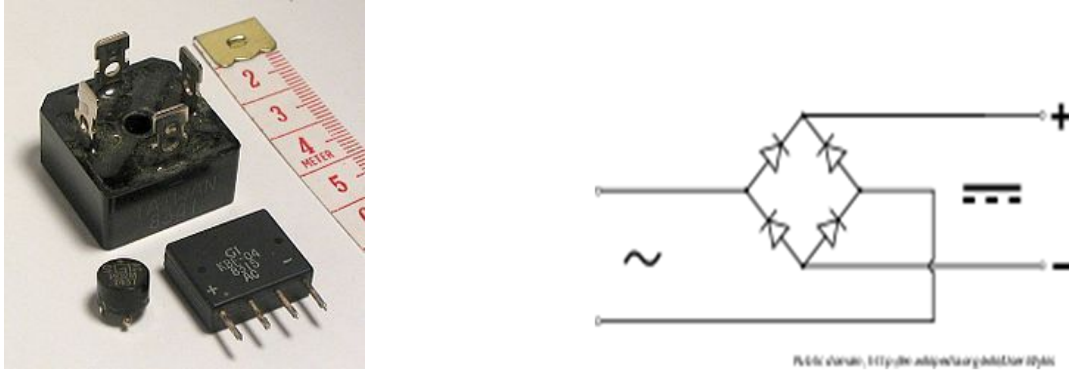


Figura 2.17.1 encapsulado de puentes rectificadores y su diagrama electrónico.

El puente rectificador es un circuito electrónico usado en la conversión de corriente alterna en corriente continua. También es conocido como circuito o puente de Graetz, en referencia a su creador, el físico alemán Leo Graetz (1856-1941).

Consiste en cuatro diodos comunes, que convierten una señal con partes positivas y negativas en una señal únicamente positiva tal como se muestra en la figura 2.17.1. Un simple diodo permitiría quedarse con la parte positiva, pero el puente permite aprovechar también la parte negativa. El puente, junto con un condensador y un diodo Zener, permite convertir la corriente alterna en continua. El papel de los cuatro diodos comunes es hacer que la electricidad vaya en un solo sentido, mientras que el resto de componentes tienen como función estabilizar la señal. Usualmente se suele añadir una etapa amplificadora con un transistor BJT para solventar las limitaciones que estos componentes tienen en la práctica en cuanto a intensidad ^[20].

2.18 LED

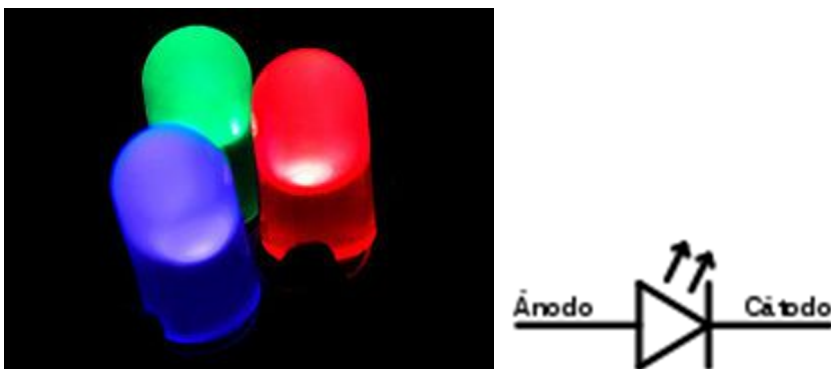


Figura 2.18.1 encapsulado del LED y su diagrama electrónico.

Un led (del acrónimo inglés *LED*, *light-emitting diode*: "diodo emisor de luz"; el plural aceptado por la RAE es *ledes*) es un componente optoelectrónico pasivo y, más concretamente, un diodo que emite luz, véase la figura 2.18.1.

Los ledes se usan como indicadores en muchos dispositivos y en iluminación. Los primeros ledes emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Debido a su capacidad de operación a altas frecuencias, son también útiles en tecnologías avanzadas de comunicaciones y control. Los ledes infrarrojos también se usan en unidades de control remoto de muchos productos comerciales incluyendo equipos de audio y video ^[21].

2.18.1 Ventajas y desventajas

Los ledes presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, tales como: el bajo consumo de energía, un mayor tiempo de vida, tamaño reducido, resistencia a las vibraciones, reducida emisión de calor, no contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente nocivo y posibilita el envenenamiento por mercurio), en comparación con la tecnología fluorescente, no crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética, con los cuales se crea mayor radiación residual hacia el ser humano; reducen ruidos en las líneas eléctricas, son especiales para utilizarse con sistemas fotovoltaicos (paneles solares) en comparación con cualquier otra tecnología actual; no les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio, son especiales para sistemas antiexplosión ya que cuentan con un material resistente, y en la mayoría de los colores (a excepción de los ledes azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración.

2.18.2 Tiempo de encendido

Los ledes tienen la ventaja de poseer un tiempo de encendido muy corto (menor de 1 milisegundo) en comparación con las luminarias de alta potencia como lo son las luminarias de alta intensidad de vapor de sodio, aditivos metálicos, halogenuro o halogenadas y demás sistemas con tecnología incandescente.

2.18.3 Tecnología de fabricación

En corriente continua (CC), todos los diodos emiten cierta cantidad de radiación cuando los pares electrón-hueco se recombinan; es decir, cuando los electrones *caen* desde la banda de conducción (de mayor energía) a la banda de valencia (de menor energía) emitiendo fotones en el proceso. Indudablemente, por ende, su color dependerá de la altura de la banda prohibida (diferencias de energía entre las bandas de conducción y valencia), es decir, de los materiales empleados. Los diodos convencionales, de silicio o germanio, emiten radiación infrarroja muy alejada del espectro visible. Sin embargo, con materiales especiales

pueden conseguirse longitudes de onda visibles. Los ledes e IRED (diodos infrarrojos), además, tienen geometrías especiales para evitar que la radiación emitida sea reabsorbida por el material circundante del propio diodo, lo que sucede en los convencionales, en la tabla 2.18.3.1 se muestra los materiales de construcción de los led.

Tabla 2.18.3.1 Compuestos empleados en la construcción de ledes

Compuesto	Color	Long. de onda
arseniuro de galio (GaAs)	Infrarrojo	940 nm
arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	rojo e infrarrojo	890 nm
arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)	rojo, anaranjado y amarillo	630 nm
fosfuro de galio (GaP)	verde	555 nm
nitruro de galio (GaN)	verde	525 nm
seleniuro de cinc (ZnSe)	azul	
nitruro de galio e indio (InGaN)	azul	450 nm
carburo de silicio (SiC)	azul	480 nm
diamante (C)	ultravioleta	

silicio (Si)	en desarrollo	
--------------	---------------	--

Los primeros ledes construidos fueron los diodos infrarrojos y de color rojo, permitiendo el desarrollo tecnológico posterior la construcción de diodos para longitudes de onda cada vez menores. En particular, los diodos azules fueron desarrollados a finales de los años noventa por Shuji Nakamura, añadiéndose a los rojos y verdes desarrollados con anterioridad, lo que permitió por combinación de los mismos la obtención de luz blanca. El diodo de seleniuro de cinc puede emitir también luz blanca si se mezcla la luz azul que emite con la roja y verde creada por fotoluminiscencia. La más reciente innovación en el ámbito de la tecnología led son los ledes ultravioleta, que se han empleado con éxito en la producción de luz negra para iluminar materiales fluorescentes. Tanto los ledes azules como los ultravioletas son caros respecto a los más comunes (rojo, verde, amarillo e infrarrojo), siendo por ello menos empleados en las aplicaciones comerciales.

Los ledes comerciales típicos están diseñados para potencias del orden de los 30 a 60 mW. En torno a 1999 se introdujeron en el mercado diodos capaces de trabajar con potencias de 1 vatio para uso continuo; estos diodos tienen matrices semiconductoras de dimensiones mucho mayores para poder soportar tales potencias e incorporan aletas metálicas para disipar el calor generado por el efecto Joule.

Hoy en día se están desarrollando y empezando a comercializar ledes con prestaciones muy superiores a las de hace unos años y con un futuro prometedor en diversos campos, incluso en aplicaciones generales de iluminación. Como ejemplo, se puede destacar que Nichia Corporation ha desarrollado ledes de luz blanca con una eficiencia luminosa de 150 lm/W utilizando para ello una corriente de polarización directa de 20 miliamperios (mA). Esta eficiencia, comparada con otras fuentes de luz solamente en términos de rendimiento, es aproximadamente 1,7 veces superior a la de la lámpara fluorescente con prestaciones de color altas (90 lm/W) y aproximadamente 11,5 veces la de una lámpara incandescente (13 lm/W). Su eficiencia es incluso más alta que la de la lámpara de vapor de sodio de alta presión (132 lm/W), que está considerada como una de las fuentes de luz más eficientes.

2.18.4. Explicación detallada de funcionamiento

El funcionamiento normal consiste en que, en los materiales conductores, un electrón, al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se manifiesta en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. Cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia, se manifieste como un fotón desprendido o como

otra forma de energía (calor por ejemplo) depende principalmente del tipo de material semiconductor. Cuando un diodo semiconductor se polariza directamente, los huecos de la zona positiva se mueven hacia la zona negativa y los electrones se mueven de la zona negativa hacia la zona positiva; ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo.

Si los electrones y huecos están en la misma región, pueden recombinarse, es decir, los electrones pueden pasar a "ocupar" los huecos "cayendo" desde un nivel energético superior a otro inferior más estable. Este proceso emite con frecuencia un fotón en semiconductores de banda prohibida directa (*direct bandgap*) con la energía correspondiente a su banda prohibida (véase semiconductor). Esto no quiere decir que en los demás semiconductores (semiconductores de banda prohibida indirecta (*indirect bandgap*) no se produzcan emisiones en forma de fotones; sin embargo, estas emisiones son mucho más probables en los semiconductores de banda prohibida directa (como el nitruro de galio) que en los semiconductores de banda prohibida indirecta (como el silicio).

La emisión espontánea, por tanto, no se produce de forma notable en todos los diodos y solo es visible en diodos como los ledes de luz visible, que tienen una disposición constructiva especial con el propósito de evitar que la radiación sea reabsorbida por el material circundante, y una energía de la banda prohibida coincidente con la correspondiente al espectro visible. En otros diodos, la energía se libera principalmente en forma de calor, radiación infrarroja o radiación ultravioleta. En el caso de que el diodo libere la energía en forma de radiación ultravioleta, se puede conseguir aprovechar esta radiación para producir radiación visible mediante sustancias fluorescentes o fosforescentes que absorban la radiación ultravioleta emitida por el diodo y posteriormente emitan luz visible.

El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es solo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida. Usualmente un led es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Para obtener buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el led. Para ello hay que tener en cuenta que el voltaje de operación va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Los valores típicos de corriente directa de polarización de un led corriente están comprendidos entre los 10 y los 40 mA. En general, los ledes suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que producen (mayor cuanto más grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos). El primer

led que emitía en el espectro visible fue desarrollado por el ingeniero de General Electric Nick Holonyak en 1962.

2.19 El regulador de voltaje.

Un regulador o estabilizador es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que queramos.

Es muy corriente encontrarse con reguladores que reducen el rizado en 10000 veces (80 dB), esto significa que si usas la regla del 10% el rizado de salida será del 0.001%, es decir, inapreciable.

La tensión entre los terminales Vout y GND es de un valor fijo, no variable, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.

La corriente que entra o sale por el terminal GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito de forma aproximada. Funciona simplemente como referencia para el regulador.

La tensión de entrada Vin deberá ser siempre unos 2 o 3 V superior a la de Vout para asegurarnos el correcto funcionamiento.

Una fuente simétrica como la que se muestra en la figura 2.20.1 suministra una tensión de + XX voltios y otra de - XX voltios respecto a masa. Para ello hay que usar un transformador con doble secundario, más conocido como "transformador de toma media" o "transformador con doble devanado". En el siguiente ejemplo se ha empleado un transformador de 12v + 12v para obtener una salida simétrica de $\pm 12v$:

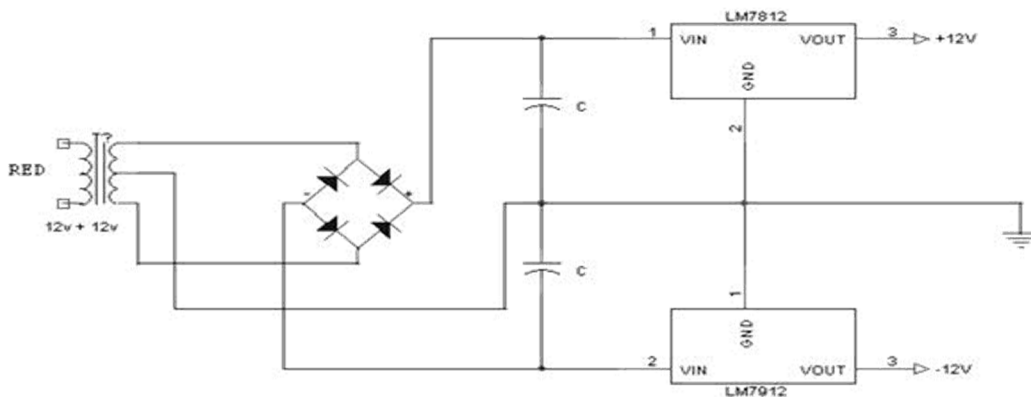


Figura 2.20.1 diagrama de un regulador de voltaje simétrico ± 12 v cd.

2.20 Espectrofotómetro

Un espectrofotómetro (Espectromatófotro en América Latina) es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de

onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos [22].

Hay varios tipos de espectrofotómetros, puede ser de absorción atómica, de absorción molecular (que comúnmente se conoce como espectrofotómetro UV-VIS), y no debe ser confundido con un espectrómetro de masa.

Este instrumento tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Esto le permite al operador realizar dos funciones:

1. Dar información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra
2. Indicar indirectamente qué cantidad de la sustancia que nos interesa está presente en la muestra

2.20.1 Componentes de un espectrofotómetro

2.20.1.1 Fuente de luz

La fuente de luz que ilumina la muestra debe cumplir con las siguientes condiciones: estabilidad, direccionalidad, distribución de energía espectral continua y larga vida. Las fuentes empleadas son: lámpara de wolframio (también llamado tungsteno), lámpara de arco de xenón y lámpara de deuterio que es utilizada en los laboratorios atómicos.

2.20.1.2 Dispersor

Está constituido por las rendijas de entrada y salida, colimadores y el elemento de dispersión. El colimador se ubica entre la rendija de entrada y salida. Es un lente que lleva el haz de luz que entra con una determinada longitud de onda hacia un prisma el cual separa todas las longitudes de onda de ese haz y la longitud deseada se dirige hacia otra lente que direcciona ese haz hacia la rendija de salida.

2.20.1.3 Compartimiento de muestra

Es donde tiene lugar la interacción con la materia (debe producirse donde no haya absorción ni dispersión de las longitudes de onda). Es importante destacar, que durante este proceso, se aplica la ley de Lambert-Beer en su máxima expresión,

con base en sus leyes de absorción, en lo que concierne al paso de la molécula de fundamental-excitado.

2.20.1.4 Detector

El detector, es quien detecta una radiación y a su vez lo deja en evidencia, para posterior estudio. Hay de dos tipos:

- a) los que responden a fotones;
- b) los que responden al calor.

2.20.1.5 Fotodetectores

En los instrumentos modernos se encuentra una serie de 16 fotodetectores para percibir la señal en forma simultánea en 16 longitudes de onda, cubriendo el espectro visible. Esto reduce el tiempo de medida, y minimiza las partes móviles del equipo.

2.20.1.6 Celdas

Son los recipientes donde se depositan las muestras líquidas a analizar. El material del cual están hechas varía de acuerdo a la región que se esté trabajando; son de vidrio o plástico si se trabaja en la región visible, de cuarzo si se trabaja en la ultravioleta y de NaCl si se trabaja la región de infrarrojo. Se caracterizan por tener dos paredes correspondientes a los lados ópticos por donde cruza el haz de luz así como se ve en la figura 1.20.1.1.



Figura 2.20.1.1 Celdas de espectrofotometría. En un primer plano, dos de cuarzo aptas para el trabajo con luz ultravioleta; en segundo plano, de plástico, para colorimetría (es decir, empleando luz visible).

2.21 ¿De qué están hechos los discos ópticos?

Los discos ópticos, independientemente de que sean CD o DVD, están fabricados en diversas capas de materiales de las que destacan principalmente tres ^[23].

2.21.1 Policarbonato

Es la masa del disco, lo que se suele llamar 'el plástico'. Se trata de una pasta hecha con un material de carbono muy similar a los polivinilos y otros materiales plásticos que se utilizan en la industria de los tubos y conducciones. El policarbonato se ablanda a elevadas temperaturas (quien haya dejado un Cd en el salpicadero de un coche en un día de verano durante varias horas lo habrá comprobado) y es rígido a temperatura ambiente.

2.21.2 Tinte fotosensible

El policarbonato, además de ofrecer la necesaria rigidez al disco óptico, soporta en su seno un tinte fotosensible, que es el segundo componente, y el más importante, de los CD y DVD. La mezcla del policarbonato y el tinte produce una pasta de color verde azulado. Este color, que es el que se ve en la cara no impresa de muchos discos ópticos grabables, se debe al tinte fotosensible.

Existen tres tipos de tinte fotosensible empleados en la fabricación de discos ópticos. El primer tipo son los componentes Azo, formados por dobles enlaces entre moléculas de nitrógeno que están unidas a moléculas de compuestos de carbono conocidos como "ciclos aromáticos derivados del benceno". Los Azo son componentes bastante estables ante la luz, por lo que no tienen tendencia a alterar su estructura. Su color es azul oscuro.

El segundo grupo son las Cianinas, que también son compuestos orgánicos nitrogenados. Son menos estables ante la luz, por lo que generalmente se las usa mezcladas con productos estabilizantes. Dan un color azul verdoso.

El tercer grupo lo componen las ftalocianinas, que son una red de ciclos de moléculas de carbono que pueden tener en su centro un metal retenido mediante enlaces iónicos. Tienen una gran estabilidad ante la luz, por lo que son muy utilizadas para aumentar la vida de los discos ópticos. Su color puede ser dorado, plateado o verde luminoso dependiendo del metal que haya en su centro tal como se ve en la figura 2.21.

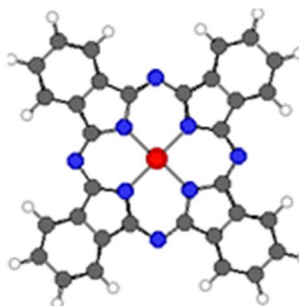


Figura 2.21 molécula de ftalocianinas

La función del tinte es muy similar a la que tienen las sales de plata en la fotografía analógica: reaccionar ante la luz, en este caso ante un rayo láser. La capa formada por el policarbonato y el tinte mide aproximadamente 1,2 milímetros. En ella se guarda toda la información que contiene el disco.

2.21.3 Recubrimiento metálico

Se trata de una capa de metal de grosor imperceptible que recubre la cara legible del disco. El metal empleado en esta capa es uno de los factores que definen la calidad del disco. Las marcas más baratas suelen emplear aluminio, mientras que los discos de gama media incorporan plata y los de gama alta oro. Los mejores recubrimientos están hechos con una aleación de oro y plata. Del tipo de metal empleado depende la durabilidad del disco. Esto es el tiempo durante el que el disco guardará y transmitirá correctamente la información que contiene. La función del recubrimiento metálico es reflejar el rayo láser del lector.⁴

2.22 espectrofotometría

2.22.1 Transmitancia

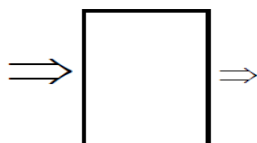


Figura 2.21.1 indica la dirección de la luz hacia la celda, relaciona la potencia de salida y la de entrada.

La figura 2.21.1 muestra un haz de radiación paralela antes y después de que ha pasado a través de una capa de solución que tiene un espesor de b cm y una concentración c de una especie absorbente. Como consecuencia de interacciones entre los fotones y las partículas absorbentes, la potencia del haz es atenuada ^[24]. La Transmitancia T de la solución es entonces la fracción de la radiación incidente transmitida por la solución:

$$T = \frac{I}{I_0} \quad \text{Ec. 2.1.1}$$

La Transmitancia se expresa a menudo como porcentaje:

$$\%T = \frac{I}{I_0} \times 100 \quad \text{Ec.21.2}$$

2.22.2 Absorbancia

La absorbancia A de una solución se define mediante la ecuación:

$$A = -\log T = \log \frac{I}{I_0} \quad \text{Ec. 2.21.3}$$

La mayor parte de los trabajos analíticos se realizan con soluciones de manera que vamos a desarrollar la relación que existe entre la concentración de la solución y su capacidad de absorber radiación.

2.22.3 Medición de Transmitancia y Absorbancia

La Transmitancia y la absorbancia se miden en un instrumento llamado espectrofotómetro, la solución del analito se debe contener en algún recipiente transparente, tubo o celda.

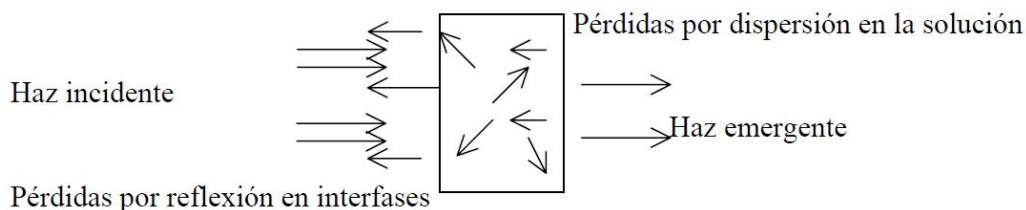


Figura 2.21.2 hace referencia a la forma que la luz incidente interactúa con la muestra.

Como se ve en la representación de la figura 2.21.2, ocurre reflexión en las interfaces: aire-pared, tanto como en la pared-solución. La atenuación del haz resultante es sustancial. Además, la atenuación de un haz puede ocurrir por dispersión de las moléculas grandes y a veces por absorción de las paredes del recipiente. Para compensar estos efectos, la potencia del haz transmitido por la solución del analito es comparada comúnmente con la potencia del haz transmitido por una celda idéntica que contiene solamente solvente. Una absorbancia experimental que se aproxima mucho a la absorbancia verdadera se obtiene con la ecuación.

$$A = \log \frac{I_{\text{solvente}}}{I_{\text{solucion}}} \quad \text{Ec. 2.21.4}$$

Los espectrofotómetros, están a menudo, equipados con un dispositivo que tiene una escala lineal que se extiende de 0 a 100%. De manera de hacer tal instrumento de lectura directa en porcentaje de Transmitancia, se efectúan dos ajustes preliminares, llamados 0%T y 100%T. El ajuste del 0%T se lleva a cabo mediante un cierre mecánico del detector. El ajuste de 100%T se hace con el cierre abierto y el solvente en el camino de la luz.

Normalmente el solvente está contenido en una celda que es casi idéntica a las que contienen las muestras.

Cuando la celda del solvente es reemplazada por la celda que contiene la muestra, la escala da la Transmitancia porcentual.

Los instrumentos actuales poseen un sistema electrónico que realiza la operación matemática y da la respuesta directamente absorbancia. También hay que hacer una calibración previa con el solvente o blanco.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.1 Introducción

Se comenzó a realizar el proyecto a nivel prototipo una vez teniendo en claro toda la información útil recabada según su utilidad en el proyecto que va desde sus características mínimas hasta las más complejas tales como características físicas y químicas de los diversos materiales a utilizar.

Muchos de los avances se hicieron de forma simultánea por ejemplo: la construcción del emisor de luz y el dispersor. Fueron las partes que se le dio más prioridad de avance en lo que es la experimentación hasta que quedó de la mejor forma para su implementación en el proyecto. Después de esto se hizo el mecanismo para rotar el dispersor, se esta manera se logró hacer que las diferentes longitudes de onda fueran movibles de forma horizontal en el espacio real. Después de esto se hizo el porta celda o el compartimiento donde se coloca las celdas tratando de hacerlo lo más cómodo posible para que las celdas no derramen el fluido que contengan, a esto se le agregó el sensor, es un fotodiodo de alta resolución que capta la luz visible, infrarrojos y ultravioleta. Se prosiguió a la elaboración del software para poder leer los datos recabados y así tener una respuesta clara que se pueda analizar en cualquier momento que se requiera. Todo esto se explicara más a fondo en lo que concierne ala elaboración en los siguientes temas.

3.2 Emisor de luz.

Se comenzó a elaborar la fuente de luz con un led luminoso de luz blanca, se hizo un experimento donde se filtraba por medio de una rendija, la rendija dejaba pasar un pequeño haz de luz en este caso la que se iba a utilizar, la verdad es que se perdía mucha potencia, es decir había mucha luz que se desperdiciaba en los lados de la capsula de contención y unos de los problemas más grande es que la luz del led era demasiado débil en cuestión de potencia luminosa, estamos hablando que la potencia eléctrica consumida de este led es de 20mW funcionando a 5 V cd y 40mA.

Entonces se desecha la idea que se tenía de filtrarlo por rendija simplemente por este problema de potencia y sobre todo de la pérdida de potencia que este presenta. Se prosiguió experimentando y se optó en utiliza un cañón de acero inoxidable de esta manera se logró encapsular la mayor parte de la luz del led dándole la forma de un haz de luz de 1 cm de diámetro, es bastante grande y con ayuda de una lente de lupa se logró reducir el diámetro, doblé la luz con esa lente dándole un aspecto ovalado de tal forma que si se veía el haz de luz tenía de

forma vertical 1cm ahí no se deformó y de forma vertical la reducimos a 0.4cm, así como se ve en la figura 3.2.1.

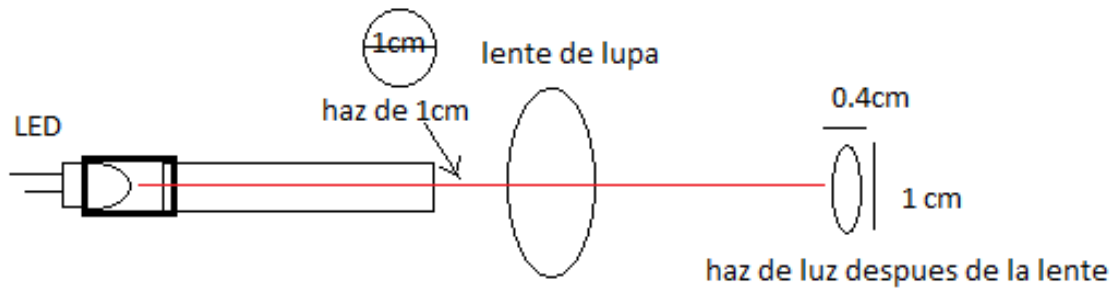


Figura 3.2.1 esquema de led con cañón de acero inoxidable y una lente reductora del haz de luz resultante mientras que la raya roja indica la trayectoria de desplazamiento de la luz.

La reducción del haz de luz fue muy importante porque al reducirlo hubo un incremento considerable de la luz por lo que se dobló prácticamente ese haz de luz y no se desperdició nada, es decir, concentramos la luz en un solo punto. A la lente de lupa se le dio un giro de 45° con respecto a la trayectoria de la luz y si funcionó de forma correcta, esto indicaba que la investigación iba por buen camino y el avance se puede apreciar en la figura 3.2.2.



Figura 3.2.2 una foto capturada al experimento número 1 que corresponde a la prueba del emisor de luz.

Según las observaciones de esta parte como que no convencía así que se decidió mejorar la fuente de luz sin alterar el sistema usando el mismo protocolo de la experimentación inicial, a esto solo se le cambió el led, este led es de más potencia estamos hablando de 1W a 10 V cd con 1 A con valor máximo de 1.2 W a 12 V cd de funcionamiento, estamos hablando de 50 veces la potencia del led anterior esto es muy prometedor, al parecer según la figura 3.2.3 funciona de maravilla y solo se le aumento una cápsula de contención más grande a la anterior y a esta se le agregó un disipador de calor por lo que genera mucha temperatura a

su máxima potencia, esto es un punto muy importante tal como se vio en el tema de la investigación 2.14 de resistencia eléctrica en el subtema 4.14.1 de como la temperatura influye en la variación de la resistencia de los materiales, este nos indica que va ver una caída en la resistencia del semiconductor; por lo tanto, en el led va ver una atenuación de la luz por esta parte y por lo tanto tenderá a calentarse más de lo que pueda soportar y esto implica un daño catastrófico en el led y en pocos segundos tendríamos un led quemado, y se recuerda que esto es uno de los puntos a que se le debe prestar más atención para que a la hora de realizar trabajos con el prototipo no se limite a una determinada cantidad de pruebas.

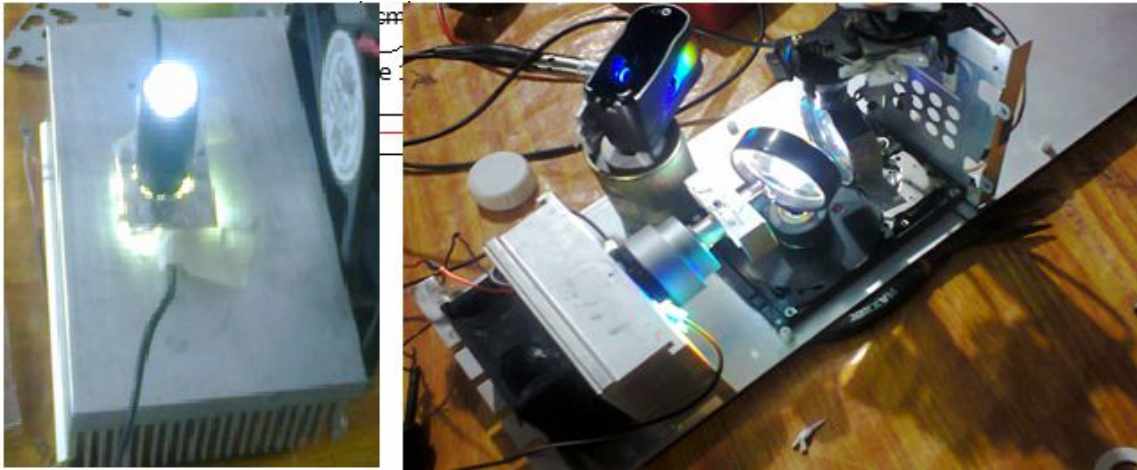


Figura 3.2.3 experimento número 2 que corresponde a la prueba del led de 1.2 W

De esta manera se construyó la fuente de luz y más adelante se le hace una mejora a la lente pero corresponde a la parte del dispersor, se obtuvieron buenos resultados de esta parte y así concluye la construcción de la parte del emisor.

3.3 Dispersor de luz.

Procedemos a la construcción del dispersor, se tenía pensado usar un prisma de cristal que hay en el laboratorio para dispersar la luz pero al hacer el experimento simplemente no funcionó, el problema radica en que no es el tipo de prisma que se utiliza normalmente para dispersar la luz; por lo tanto, se buscó una solución inmediata para este problema y se usó un pedazo de disco de DVD para realizar esta tarea y si funciona muy bien a pesar de la impureza que existe en el plástico del disco, esta serie de experimento se llevó a cabo con el primer emisor de luz en la que consistía de un led de 20 mW, y como se puede observar en la figura 3.3.1 funciona.

Como se puede ver los resultados son poco convencionales por lo que está muy deforme; por ejemplo, en el área de la luz dispersada se ve el color violeta más larga que las demás y eso implica un error muy grande en la etapa del censado, es importante que las longitudes de onda principales deben estar del mismo tamaño.



Figura 3.3.1 experimento número 1 funcional que corresponde a la construcción del dispersor. Como se puede apreciar si separa la luz blanca en sus diferentes longitudes de onda.

Entonces como esto no nos dio resultados viables para implementarlo en el prototipo se prosiguió a cambiarlo, ahora se me dio la idea de cambiar la forma del dispersor encapsulando la mayor parte del pedazo de disco solo dejando un espacio circular libre como se puede observar en la figura 3.3.2 y de esta manera se logró cortar el espectro violeta; no obstante, habrá problemas para cuando se dé la existencia de luz ultravioleta.



Figura 3.3.2 al pedazo de disco de DVD se aisló con papel doble de color negro para obtener nuevos resultados.

A esto se le cuestionó si realmente era viable para la implementación en el prototipo y se dedujo que era necesario obtener mejores resultados, reducir la perdida por la barrera de plástico y tratar de reducir espacio y sobre todo una resolución mejor. Entonces según la investigación del tema xxx que corresponde a la fabricación del disco nos explica que estos están fabricados con 2 capas de plástico y entre ellas está el tinte colorido, y tomando en cuenta que es el tinte que dispersa la luz se decidió separar esas capas de esta forma obtuvimos el material

totalmente puro y se le cortó de manera circular de 3.3 cm de diámetro y se le colocó de tras de una lente de lupa para protegerlo, al ponerlo de tras de una lente de lupa habrá más resolución en los colores por el simple hecho de que su diseño oblicuo así lo permite y no supone pérdida, todo lo contrario, ofrece concentración y este avance del experimento se puede observar en la figura 3.3.3.

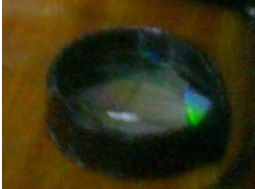


Figura 3.3.3 es una mejora al experimento del dispersor con el pedazo disco.

Esto funcionó de maravilla entonces cuando se le pone el emisor de luz con el led de 1.2 W se obtiene mejores resultados y de hecho se elimina la primera lente que hacía más angosta el haz de luz por la razón que esa lente cumple con la misma función que la lente que tiene el dispersor, es decir, el dispersor hace esa tarea y se puede ver ya armado en una base de prueba de la figura 3.3.4 y según los resultados ya está totalmente lista para ser implementado en el prototipo.

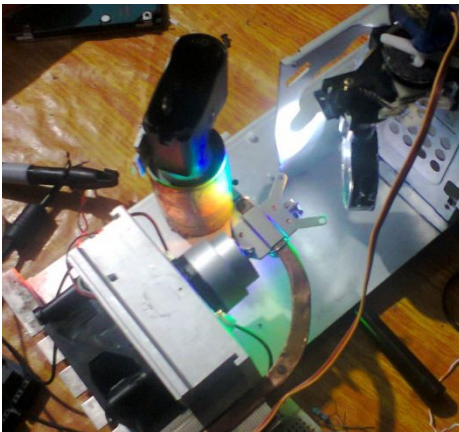


Figura 3.3.4 es una captura del experimento del dispersor ya concluido ofreciendo resultados excelentes.

3.4 Construir el mecanismo de rotación del dispersor

Esta parte es de gran importancia por lo que es el dispositivo que va mover el dispersor un aproximado de 35° y regresarlo a su posición normal todo esto para que las diferentes longitudes de onda de la luz pasen a través del sensor y sean leídos.

Se hicieron múltiples experimentos con motores reductores pero eran imprecisos por lo que nunca pasaban por el mismo punto y cuando regresaba jamás regresaba al mismo punto y ponerle sensores de fin de carrera era una opción que se estaba considerando para mejorar que siempre regresara al punto de partida, pero el problema mayor era la precisión así que mejor se usó un mini servomotor y con esto se hizo las primeras pruebas estamos hablando que avanzaba a 1.1° por paso por lo tanto se consideró reducir el giro del eje del servo con una caja de engranajes de una lectora de casete de cintas magnéticas con esto se pudo reducir a 0.6° por paso.

El siguiente problema de rotación era de que no había completa sincronización entre el servo y la caja de engranaje, por cada paso que el eje del servo hacia producía un rechazo que movía la estructura que lo sostenía entonces se le colocó un resorte de tracción, se quitó los tornillos que aseguraba el servo y se le reemplazó por el resorte esta hacia suspender el servo de la estructura de aseguramiento, entonces cuando el servo daba los pasos el resorte absorbía el golpe producido por el rechazo y redujo considerablemente la vibración producida por la misma y se puede observar esta parte terminada en la figura 3.4.1.



Figura 3.4.1 elemento de movimiento del dispersor.

3.5 Porta celda y el sensor

Se hace entonces el compartimento donde se colocaran las celdas, esto se tomó de una parte de la carcasa de un cargador de celular por lo que ofrecía un diseño muy prometedor justo lo que se necesitaba y se le puso la rendija de paso de la luz dispersada para que solo una porción pudiera continuar su recorrido permitiendo que esa parte sea la que atravesase la celda de contención de la muestra y después sea capturada por el sensor, véase la figura 3.5.1.



Figura 3.5.1 se puede observar claramente que el color naranja de la luz dispersada pasa libremente a través del compartimiento de celda.

Una vez teniendo esto pasamos a la colocación del sensor al compartimiento de celda, para ello necesitamos hacer un circuito amplificador inversor con un amplificador operacional tal como se ve en la figura 3.5.2, en este caso se usó el tl081 para realizar esta tarea y un fotodiodo de alta resolución capaz de captar la luz infrarroja y luz ultravioleta y sobre todo la luz visible, véase la figura 3.5.3.

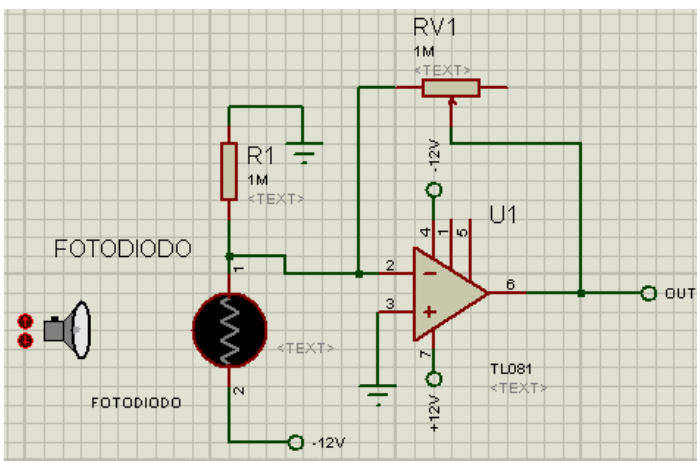


Figura 3.5.2 amplificador inversor con ganancia regulable. Figura 3.5.3 fotodiodo.

Una vez teniendo esto se procede a la construcción de la plaquita que sostendrá los componentes y nos queda de la manera que se ve en la figura 3.5.4.



Figura 3.5.4 sensor con el circuito amplificador

Una vez teniendo esto se ensambla junto al compartimiento de celda y a esto se le agrega una estructura metálica para que después pueda ser fijada en el chasis metálico definitivo que le dará forma al prototipo así como se ve en la figura siguiente.



Figura 3.5.5 compartimiento de celda con sensor ya terminada.

La acomodación de este parte costó bastante por lo que había que apuntar bien a la luz dispersada y después se reflejaba en un espejo de 90% de efectividad. Es decir la luz que se pierde por reflejarla es solo el 10% de toda. Esto se hizo con el fin de tener mejor precisión, para que la luz dispersada atravesara de forma precisa el porta muestra.

3.6 programa para la etapa de control y para leer los datos arrojados por el sensor en la plataforma arduino, implementación de matlab para la comprensión de los datos.

3.6.1 programa para la lectura de los datos y de respuesta.

Esta programación pertenece al primer arduino, en esta parte se busca leer el puerto analógico 0 donde estará conectado el sensor y mandarla por el puerto serial para que después se capture con la ayuda de matlab y pueda analizarse sus datos.

Lo que hacemos primero es mandar a llamar las librerías necesarias a utilizar en este caso las del servomotor y de la LCD. Declaramos nuestras variables y esas variables tomaran valores según el estado de los pines del segundo arduino, según el estado del programa de control esta ejecutara lo que se le indique; por ejemplo, echar andar el servomotor, encender la fuente de luz, imprimir las lecturas seleccionadas en el programa de control en la LCD.

```
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

```
Servo rightleft;
int left = 8;
////////////////////
int left1 = 0;
int left2 = 1;
int left3 = 7;
int left4 = 9;
int left5 = 10;
int left6 = 13;
////////////////////
int left_state;
int left_state1;
int left_state2;
int left_state3;
int left_state4;
int left_state5;
int left_state6;
```

```

int servo_val;
float lectura = 0; //variable para la lectura del sensor
int buttonState = 0;
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(left, INPUT);
  pinMode(left1, INPUT);
  pinMode(left2, INPUT);
  pinMode(left3, INPUT);
  pinMode(left4, INPUT);
  pinMode(left5, INPUT);
  pinMode(left6, INPUT);
  rightleft.attach(6);
  servo_val = rightleft.read();
}
void loop()
{
  left_state = digitalRead(left);
  left_state1 = digitalRead(left1);
  left_state2 = digitalRead(left2);
  left_state3 = digitalRead(left3);
  left_state4 = digitalRead(left4);
  left_state5 = digitalRead(left5);
  left_state6 = digitalRead(left6);

  lectura = (5.0 * analogRead(0)*100.0)/1023.0;
  Serial.println (lectura); //escribe los datos en el serial
  delay (250);

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("ESPECTROFOTÓMETRO ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  if(left_state == HIGH)
  {
    rightleft.write(servo_val - 1);
    delay(250);
  }
}

```

```

servo_val = rightleft.read();
}
////////////////////////////////////
if(left_state1 == HIGH)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("ANALISIS NORMAL");

}
////////////////////////////////////
if(left_state6 == HIGH)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("VIOLETA-AZUL    ");
}
////////////////////////////////////
if(left_state3 == HIGH)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("VERDE ->    ");
}
////////////////////////////////////
if(left_state4 == HIGH)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("AMARILLO-NARANJA    ");
}
////////////////////////////////////
if(left_state5 == HIGH)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("ROJO    ");

}
}
}

```

3.6.2 programa para la etapa de control

Primero declaramos nuestras variables con el código `const int` y la igualamos a un número, este número corresponde a los pines digitales del arduino uno.

```
const int buttonPin = 8;
const int buttonPin1 = 9;
const int buttonPin2 = 10;
const int buttonPin3 = 11;
const int buttonPin4 = 12;
const int buttonPin5 = 13;

const int ledPin0 = 0; //SALIDA PARA CONTROL DEL CERVO
const int ledPin1 = 1; // SALIDA DEL ESPECTRO VIOLETA
const int ledPin2 = 2; // SALIDA DEL ESPECTRO VERDE
const int ledPin3 = 3; //SALIDA DEL ESPECTRO AMARILLO-NARANJA
const int ledPin4 = 4; //SALIDA DEL ESPECTRO ROJO
const int ledPin5 = 5; //BROLLO DE TODO EL ESPECTRO LUMINOSO
const int ledPin6 = 6; // RESET PARA VOLVER POSICION ORIGINAL
const int ledPin7 = 7; //////////////
```

En esta parte del programa agregamos variables con el código `int` que posteriormente cuando se ejecute el programa tomaran un valor, se les iguala a 0 para que normalmente inicien en 0.

```
int buttonState = 0;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;
int buttonState3 = 0;
int buttonState4 = 0;
int buttonState5 = 0;
int buttonState6 = 0;
```

En el `void setup()` se declaran el modo de los pines de todas las variables que declaramos anteriormente con `const int` como salidas o entradas según sea el caso, donde `INPUT` es entrada y `OUTPUT` son las salidas.

```
void setup() {
  pinMode(ledPin0, OUTPUT);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);
```

```

pinMode(ledPin4, OUTPUT);
pinMode(ledPin5, OUTPUT);
pinMode(ledPin6, OUTPUT);
pinMode(ledPin7, OUTPUT);
pinMode(buttonPin, INPUT);
pinMode(buttonPin2, INPUT);
pinMode(buttonPin3, INPUT);
pinMode(buttonPin4, INPUT);
pinMode(buttonPin5, INPUT);
pinMode(buttonPin1, INPUT);
}

```

En esta parte del programa es donde se lleva a cabo todas las operaciones necesarias para la ejecución de las tareas que se necesitan físicamente.

```

void loop() {
//muestreo normal de todo el espectro de luz visible.
buttonState = digitalRead(buttonPin);
if (buttonState == HIGH)
{
digitalWrite(ledPin0, HIGH);
digitalWrite(ledPin6, HIGH);
digitalWrite(ledPin5, HIGH);
delay (18000);
digitalWrite(ledPin6, LOW);
digitalWrite(ledPin0, LOW);
digitalWrite(ledPin5, LOW);
delay (2000);
digitalWrite(ledPin6, HIGH);
delay(500);
}
else
{
digitalWrite(ledPin6, HIGH);
digitalWrite(ledPin5, LOW);
digitalWrite(ledPin0, LOW);
}
///solo con la luz violeta

buttonState1 = digitalRead(buttonPin1);

```



```

if (buttonState1 == HIGH)
{
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);

    delay (2000);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin7, HIGH);
    delay (3500);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin7, LOW);
    delay(5000);
    digitalWrite(ledPin6, LOW);
    delay(500);

}
else
{
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, LOW);
    digitalWrite(ledPin1, HIGH);
}
//solo con la luz verde.

buttonState2 = digitalRead(buttonPin2);

if (buttonState2 == HIGH)
{
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    delay (6000);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    delay (3000);
}

```

```

digitalWrite(ledPin0, HIGH);
digitalWrite(ledPin2, LOW);
digitalWrite(ledPin6, HIGH);
delay(1000);
  digitalWrite(ledPin6, LOW);
  delay(500);
}
else
{
  digitalWrite(ledPin6, HIGH);
digitalWrite(ledPin0, LOW);
digitalWrite(ledPin2, LOW);
}
///solo con la luz amarillo.

```

```

buttonState3 = digitalRead(buttonPin3);
if (buttonState3 == HIGH)
{
  digitalWrite(ledPin0, HIGH);
  digitalWrite(ledPin6, HIGH);
  delay (9000);
  digitalWrite(ledPin6, HIGH);
digitalWrite(ledPin0, HIGH);
digitalWrite(ledPin3, HIGH);
  delay (3000);
digitalWrite(ledPin0, HIGH);
digitalWrite(ledPin3, LOW);
  digitalWrite(ledPin6, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin6, LOW);
  delay(500);
}
else
{
  digitalWrite(ledPin6, HIGH);
digitalWrite(ledPin0, LOW);
digitalWrite(ledPin3, LOW);
}

```

```

//solo con la luz rojo.
buttonState4 = digitalRead(buttonPin4);
if (buttonState4 == HIGH)
{
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    delay (11500);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin4, HIGH);
    delay (3500);
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, HIGH);
    digitalWrite(ledPin4, LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite(ledPin6, LOW);
    delay(500);
}
else
{
    digitalWrite(ledPin6, HIGH);
    digitalWrite(ledPin0, LOW);
    digitalWrite(ledPin4, LOW);
}
}

```

Como nos dimos cuenta que en la base de datos había puntos separados por color es decir, se puede hacer muestreo por diferentes longitudes de onda de manera individual. La primera muestra es completa por todo el espectro es normal, el cual se le asigna un tiempo a un tiempo de 20500 ms en total esto equivale a 20.5 segundos de tiempo para que el servomotor haga un recorrido mostrando todo el espectro de luz visible, también es el tiempo que la fuente de luz tarda encendida y se apaga después de ese tiempo. El otro caso es la de hacer un muestreo solo con la luz violeta igual el recorrido del servomotor se tarda 20500 ms a diferencia del anterior es que esta controla el tiempo de apagado y encendido de la fuente de luz, es decir la enciende en el momento exacto cuando la posición del dispersor está en dispersar solo violeta y es en ese momento donde la fuente de luz se enciende y se apaga cuando esta empieza a ser verde, lo mismo sucede con los otros colores como el verde, amarillo-naranja y rojo.

3.6.3 programa para la manipulación de los datos en matlab

Este programa esta creado en matlab con la finalidad de recabar los datos arrojados del puerto serial del primer arduino y graficar esos valores en tiempo real para darse la idea de qué forma tiene o si los datos se están leyendo de forma correcta, también una vez finalizado la captura de datos nos da las opciones de guardar esos datos en una hoja de Excel de la paquetería de Microsoft Office para su posterior análisis en la cual podemos graficar, sacar un valor porcentual, etc.

```
4 clear all;
5 close all;
6 s1 = serial('COM7'); %define serial port
7 s1.BaudRate=9600; %define bite rate
8 display('Bienvenido a su programa de toma de medidas v1.0')
9 puntos = input('Cuantos puntos de medida desea tomar?');
10 periodo = input('Cada cuantos segundos desea que se tome su
medida?'); % distinto de 0, periodo en segundos de cada toma de
datos, cuantos segundos por punto se desean ej periodo = 60; quiere
decir 1 punto por minuto
11 double matriz(puntos);
12 %open serial port
13 fopen(s1);
14 clear data;
15 for i= 1:puntos %acquisition of 50 points
16 data=fscanf(s1); %read sensor
17 y(i) = str2double(data);
18 plot(i,y(i),'.-r')
19 title('intervalos de muestra');
20 xlabel({'Ultimo dato tomado a las: '(datestr(now,13))}');
21 ylabel({'potencia de entrada';y(i)});
22 drawnow;
23 grid on
24 hold on
25 matriz(i)=y(i);
26 pause(periodo);
27 end
28
29 fclose(s1);
30 display('El programa ha terminado de tomar las medidas.')
31 guardar=input('Desea guardar esta sesión?(si=1/no=2)');
32 if (guardar==1)
33 display('Al guardar se creará un archivo en su carpeta MATLAB,')
34 display('recuerde tener cerrado el archivo donde se va a guardar
su')
35 display('toma de datos, y no sobrescribir hojas del libro de
excel')
36 file=input('Cual es el nombre del archivo: ','s');
37 hoja=input('Hoja en la que deseas trabajar: ','s');
38
```

```

39 desc=[{'Tiempo(s) '},{'datos recabados'}];
40
41 [estado]=xlswrite(file,desc,hoja,'A1');
42
43 if estado==0
44     disp('La creacion del archivo ha fallado.');
```

```

45 end
46
47 muestras=[1:puntos]';
48 [estado]=xlswrite(file,(muestras*periodo),hoja,'A2');
49
50 if estado==0
51     disp('La creacion del archivo ha fallado.');
```

```

52 end
53 valor=matriz(1:puntos)';
54 [estado]=xlswrite(file,valor,hoja,'B2');
55
56 if estado==0
57     disp('La creacion del archivo ha fallado.');
```

```

58 end
59 temp=(1.8).*valor+32;
60
61 [estado]=xlswrite(file,temp,hoja,'C2');
62
63 if estado==0
64     disp('La creacion del archivo ha fallado.');
```

```

65 end
66 end
67 % close the serial port
68

```

Después de esto pasamos a la ejecución del programa a la hora de ponerlo en marcha aparece las opciones de cuantas muestras se necesita tomar y cada cuanto tiempo en este caso siempre le coloco 60 muestras y que las tome cada 0.1 s tal como se puede ver en la figura 3.6.3.1, una vez finalizada el proceso me aparece las opciones desea guardar el documento (1=si o 2= no) elegimos según nos parezca, si se eligió si aparecerá una parte para nombrar el archivo y otra para elegir la hoja de trabajo en Excel.

```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

>> Lector
Bienvenido a su programa de toma de medidas v1.0
Cuantos puntos de medida desea tomar?70
Cada cuantos segundos desea que se tome su medida?0.1
```

Figura 3.6.3.1 parte del programa que nos permite elegir la sensibilidad de toma de datos.

3.7 Chasis que servirá para la fijación de cada elemento que conformará el espectrofotómetro.

El chasis fue armado de puros retazos de metales reciclados, principalmente de aluminio. También se le agregaron unas barras de polietileno para cubrir la parte de arriba y una cajita de polietileno que funcionará como puerta al compartimento de la celda, se le pintó de color celeste y en la parte de adentro se le forró de terciopelo para absorber la luz que se reflejan en los elementos y se puede ver en la figura siguiente la forma del chasis ya con sus partes ensambladas.



Figura 3.7.1 chasis



Figura 3.7.2 prototipo funcionando



Figura 3.7.3 prototipo funcionando con los botones de selección de opciones y se puede apreciar la función seleccionada en la LCD.

3.8 Pruebas finales

Se hicieron muchas pruebas para lograr para lograr determinar el estado correcto del prototipo y de ellas solo se eligieron unas cuantas para colocarlo en este escrito, a lo que me refiero es que en la mayoría de ellas se repetían las lecturas, véase la figura 3.8.1.

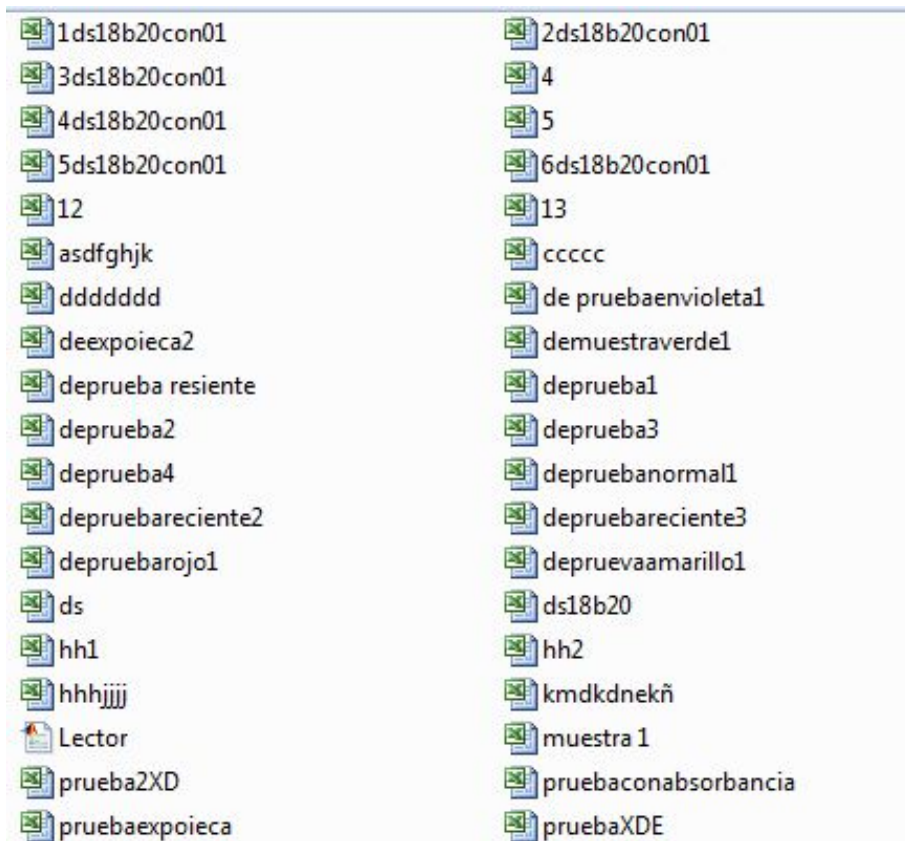


Figura 3.8.1 esta imagen muestra la cantidad de muestras que se realizaron para la determinación del buen funcionamiento del prototipo.

Después de esto pasamos a la caracterización del sistema alterando la temperatura y la luz del medio donde se encuentra el prototipo en este caso es en el laboratorio de optomecatrónica, entonces surge la pregunta de qué pasa si hago un análisis con el aire acondicionado encendido a 16 grados Celsius y que pasa si la hago cuando apago el aire acondicionado con una temperatura de 28 grados en el ambiente (ver la tabla 3.8.2 y la figura 3.7.3) o que pasa si apago las luces del laboratorio y hago una muestra (ver la tabla 3.8.1 y la figura 3.8.2).

Tabla 3.8.1 estos valores se tomaron apagando y encendiendo las luces, no se le puso nungun tipo de muestra, solo fue la caracterización del sensor sin obstáculos.

prueba con luz	prueba sin luz
muestra 1	muestra 2
0.98	0.98
1.47	1.96

3.91	3.91
6.35	6.35
15.15	16.13
21.99	22.48
26.39	28.84
31.28	33.24
31.77	32.75
29.81	31.77
29.33	32.26
28.35	31.77
27.86	31.77
28.35	32.75
28.35	32.75
28.35	32.75
27.37	31.28
25.42	29.33
23.46	26.88
20.53	23.46
18.08	20.04
15.64	18.08
14.17	16.13
12.22	13.2
8.8	9.78
7.33	7.82
5.38	6.35

3.91	4.4
3.42	3.91
1.96	1.96
0.98	0.98

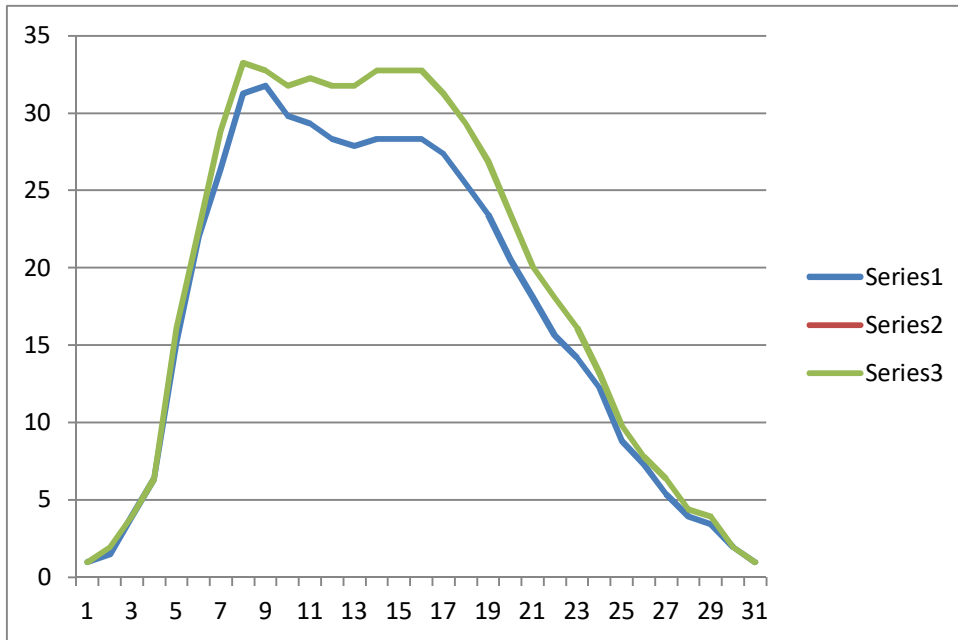


Figura 3.8.2 esta grafica hace referencia a los valores tomados en la tabla 3.7.1 donde la línea verde es sin presencia de luz en el ambiente y la línea azul es con presencia de luz en el ambiente.

Gracias a estos resultados se buscó tapar a lo máximo que se pueda el prototipo con laminillas de polipropileno de color negro para que no entre la luz del medio donde se encuentre esto. Y se redujo este problema y en cada muestra se aprovechaba al máximo la potencia de la luz. Porque si observamos cuidadosamente que la luz interna del prototipo se atenúa en presencia de la luz externa.

Ahora en la siguiente tabla se representa la forma de los datos afectados por los diferentes cambios de temperatura y ver la gráfica de la figura 3.8.3.

Tabla 3.8.2 donde se muestra los valores afectados por la variación de la temperatura.

muestra 1 16°C	muestra 2 28°C
----------------	----------------

0.49	0.32
1.47	0.58
3.42	1.47
8.8	5.38
13.69	17.11
30.3	29.33
39.1	37.63
37.15	35.19
33.72	31.77
32.26	30.79
31.28	29.33
30.79	28.84
32.26	30.3
34.21	31.77
34.21	32.26
33.24	31.28
32.26	30.3
30.79	28.35
26.88	24.44
22.97	21.02
20.53	19.06
18.08	17.11
17.11	15.15
14.17	11.73
11.24	9.78

8.31	6.84
6.84	4.89
4.89	3.42
3.42	2.44
2.93	2.44
1.47	0.98
0.98	0.49

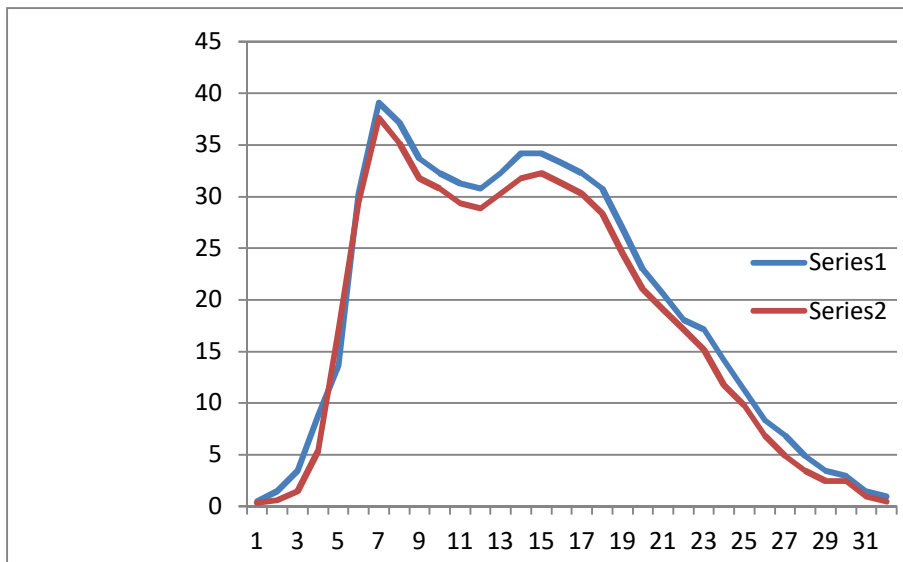


Figura 3.8.3 la línea azul representa valores tomados a 16°C y la línea roja valores tomados a 28°C.

Entonces a las variaciones de temperatura muy bruscas siempre habrá variaciones también en los datos si la temperatura es constante a la hora de hacer la prueba de una muestra entonces las lecturas serán constantes. Así que cualquier temperatura que se escoja para hacer la prueba es mejor que sea la del medio ambiente o la ideal sería a 25 grados Celsius y que se mantenga constante.

La temperatura siempre va influir en estas cuestiones por lo que son propiedades de los semiconductores que varía su capacidad de respuesta. Por ejemplo los componentes fabricados de cilicio o germanio a mayor temperatura su resistencia

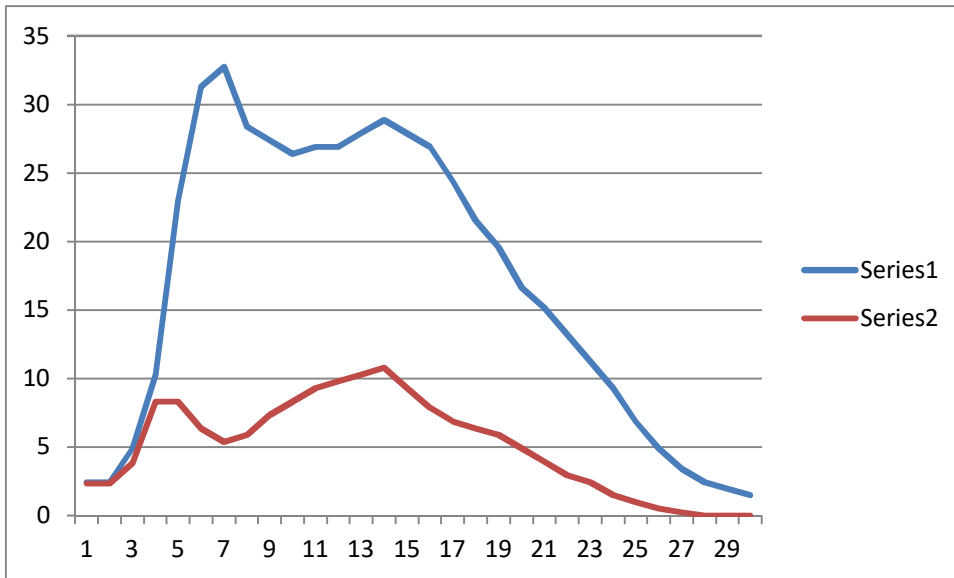
eléctrica disminuye y viceversa, en otros componente por ejemplo el galio que es uno de los materiales de fabricación de ledes luminosos blancos a mayor temperatura la resistencia eléctrica aumenta, con esta analogía de las propiedades de los materiales tal como ya se mencionó se observa que la luz del led se puede atenuar con estos pequeños cambios de temperatura, la conductividad del fotodiodo también es afectado considerando que a cierta cantidad de luz conduce cierta cantidad de voltaje entonces también el voltaje entregado va a ser menor o mayor según la temperatura, considerando que el sensor le está llegando una potencia luminosa fija.

Ahora se pasarán a una prueba que se hizo con agua destilada como referencia y refresco de color amarillo-naranja claro véase la siguiente tabla 3.8.3 con su respectiva gráfica.

Tabla 3.8.3 prueba de absorbanca de refresco amarillo-naranja claro.

muestra 1 normal	muestra 2 con refresco amarillo
2.44	2.34
2.44	2.34
4.89	3.84
10.26	8.31
22.97	8.31
31.28	6.35
32.75	5.38
28.35	5.87
27.37	7.33
26.39	8.31
26.88	9.29
26.88	9.78
27.86	10.26
28.84	10.78

27.86	9.29
26.88	7.82
24.44	6.84
21.51	6.35
19.55	5.87
16.62	4.89
15.15	3.91
13.2	2.93
11.24	2.44
9.29	1.47
6.84	0.98
4.89	0.49
3.42	0.21
2.44	0
1.96	0
1.47	0



Grafica 3.8.4 la línea azul es la prueba inicial de referencia con agua destilada y la línea roja indica la trayectoria de los valores que se tomaron con el fluido amarillo-naranja.

3.9 Conclusión

Se llegó a los resultados esperados, ahora en el laboratorio de optomecatronica ya existe un prototipo para medir la absorbancia, gracias a las investigaciones se logró mejorar grandemente la estabilidad de la potencia luminosa emitida por la fuente de luz, los materiales utilizados la algunos fueron reciclados y la construcción de este prototipo se hizo posible con un valor de \$1025.00 y si lo comparamos con los del mercado es mucho la verdad hay una gran diferencia.

Este proyecto se puede mejorar mucho en cuestión del software u la calidad del emisor de luz, podemos utilizar bombillas especializadas en luz infrarroja y ultravioleta. Se le puede hacer un sistema que cambie las bombillas según lo que necesitemos, el tiempo fue corto sin embargo si le pudimos dar una solución aproximada al problema que se tenía.

El prototipo cuenta con pocos componentes electrónicos tal como se necesitaba y la mayoría de las partes que conforman el chasis fueron recicladas por lo tanto si este producto se desechara se pueden volver a reciclar sus piezas y de esta manera estamos siendo amables en el cuidado del medio ambiente.

3.10 Referencias

- [1] <http://elementos.org.es/aluminio>
- [2] Jorge F. Ma San Zapata, diseños de elementos de máquinas, aluminio, pp 11.
- [3] Varios autores (1984). *Enciclopedia de Ciencia y Técnica. Tomo 4 Cobre*, pp 748. Salvat Editores. ISBN 84-345-4490-3.
- [4] Jorge F. Ma San Zapata, diseños de elementos de máquinas, acero y sus propiedades, pp 5-10.
- [5] <http://www.imanes123.com/informacion-de-iman-es-neodimio/>
- [6] Real Academia Española (2014), tema de búsqueda “terciopelo”, Diccionario de la lengua española (23ª edición), Madrid: Espasa.
- [7] <http://www.quiminet.com/articulos/todo-acerca-del-polipropileno-4455.htm>
(Artículo. Todo acerca del polipropileno).
- [8] Jorge F. Ma San Zapata, diseños de elementos de máquinas, material de los resortes, pp 108.
- [9] <http://www.smihq.org/> (resortes).
- [10] https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_impreso
- [11] Jorge F. Ma San Zapata, diseños de elementos de máquinas, material de los tornillos, pp 81-84.
- [12] Artículo: terrajas, machuelos, rondanas, tornillos, pijas y tuercas. *Técnicas máquinas herramientas* y otros. Pp. 2, 6, 13-18.
- [13] https://es.wikipedia.org/wiki/Reductores_de_velocidad
- [14] <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=19>
(José Luis Giordano, conductores eléctricos, Noviembre 5, 2005 Última revisión: Julio 15, 2006)
- [15] <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>
- [16] <http://electronicageneralenet1.blogspot.mx/2012/12/capacitor-definicion-propiedad-simbolo.html>
- [17] https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_eléctrica
- [18] <http://todoelectrodo.blogspot.mx/2013/02/lcd-16x2.html>
(Artículo: lcd 16x2, domingo 10 de febrero de 2013.
- [19] <https://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador>

[20] https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_rectificador

[21] Javier Durán Ugena, Artículo (PFC_JAVIER_DURAN_UGENA), Diseño de un sistema automático de medida de la constante de Planck en diodos LED, pp. 5-26, Septiembre 2013.

[21] <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>

[22] <https://es.wikipedia.org/wiki/Espectrofot%C3%B3metro>

[23] <http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/hardware/2006/01/26/148862.php>
(EROSKI CONSUMER), tecnología de los discos ópticos.

[24] Ing. Carlos Brunatti, Lic. Ana María Martín, Artículo: espectrofotometría, Introducción a la Espectroscopia de Absorción Molecular Ultravioleta, Visible e Infrarrojo Cercano, pp.1-10.

3.11 Apéndice – manual de operación.

El sistema para medir la absorbancia cuenta con un cable de alimentación que va conectado a la energía eléctrica de 120, después de conectar el prototipo a la energía eléctrica se procede a conectar el cable de un puerto serial a la computadora, una vez haciendo esto aparecerá una palabra en la pantalla Lcd de 16x2 que dirá espectrofotómetro.

Una vez haciendo esto pasamos a ejecutar el programa de matlab para capturar los datos arrojados por el microcontrolador del prototipo llamado lector así como se ve en figura 3.11.1.

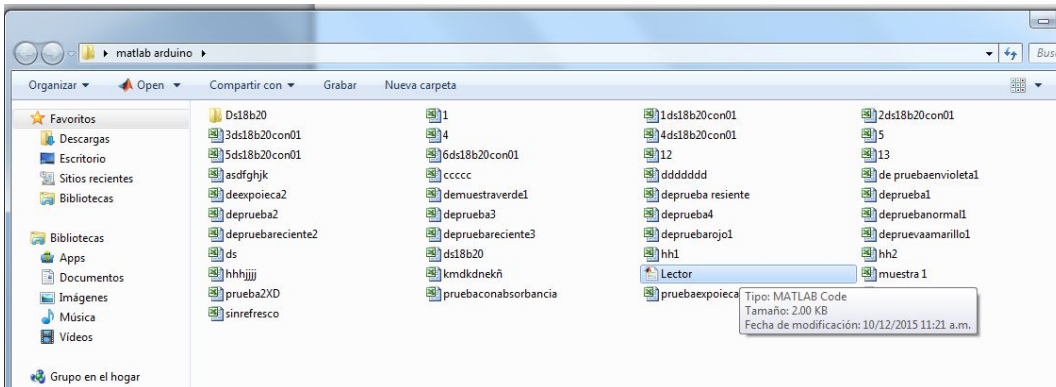


Figura 3.10.1. Muestra la ubicación de la interface de obtención de datos.

Le damos doble clic con el botón izquierdo del ratón o un simplemente presionamos el botón enter del teclado. Una vez se ejecute el programa aparecerá la siguiente ventana.

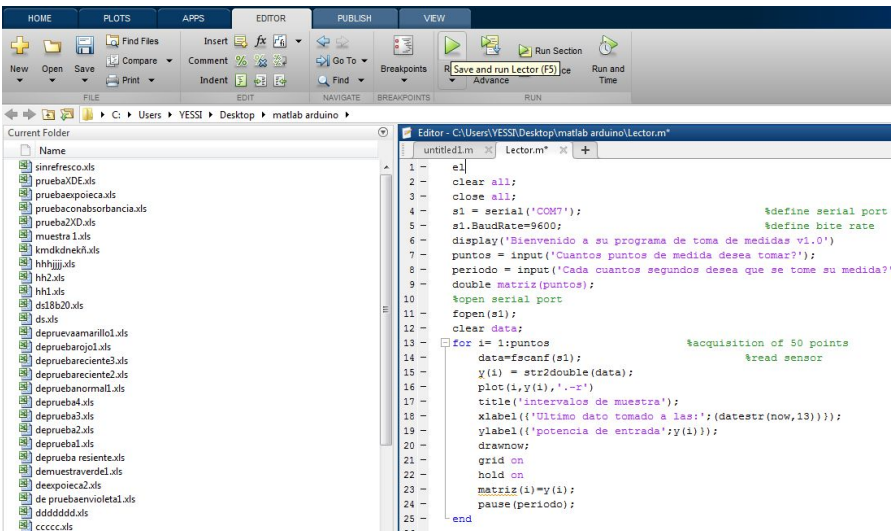
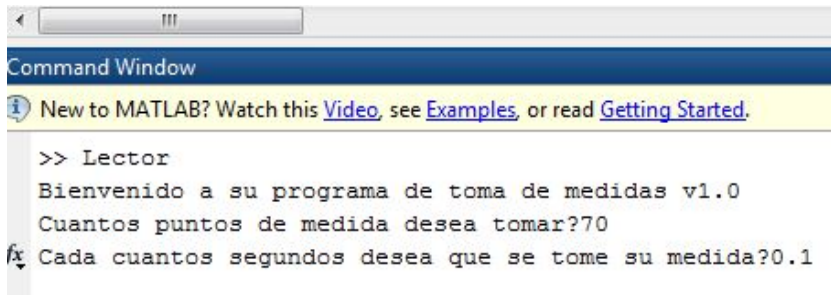


Figura 3.11.2. Ventana que se mostrara después de ejecutar el programa llamado lector.

Una vez teniendo esto la ejecutamos dando clic en el icono run de la barra de tareas o presionando F5 del teclado (ver la figura 3.11.2) y el programa pedirá

unos datos esenciales para determinar el número de muestra en un determinado tiempo, es recomendable que en los puntos de muestras a tomar se le coloque el número 70 y en el tiempo 0.1 segundos tal como lo muestra la figura 3.11.3.



```
>> Lector
Bienvenido a su programa de toma de medidas v1.0
Cuantos puntos de medida desea tomar?70
Cada cuantos segundos desea que se tome su medida?0.1
```

Figura 3.11.3. Muestra la parte del programa donde se pide datos para realizar el trabajo.

Después de hacer este paso en la última parte donde dice “¿cada cuantos segundos desea que se tome su medida?” al colocar el tiempo y presionamos enter en el teclado de la pc y el programa comenzara a ejecutarse tomando 70 muestras y cada muestras serán tomadas cada 0.1 segundos siendo que se haya tomado en consideración los intervalos recomendados.

Hay que tener claro un punto muy importante, el prototipo no está sincronizado para iniciar a funcionar en el momento de que el programa se le de enter en la última parte, por lo tanto, el prototipo cuenta con 5 botones (ver la figura 3.11.4) que al ser presionadas comienza a procesar la muestra que se le haya colocado en el porta celdas, los botones hacen las siguientes funciones:

- El botón número 1 es para hacer un muestreo totalmente completo en las diferentes longitudes de onda de la luz visible.
- El botón número 2 es para hacer una muestra solo en el color violeta-azul.
- El botón número 3 es para hacer una muestra solo en el color verde.
- El botón número 4 es para hacer una muestra solo en el color amarillo.
- El botón número 5 es para hacer una muestra solo en el color amarillo naranja.
- El botón número 6 es para hacer una muestra solo en el color rojo.



Figura 3.11.4. Muestra 5 útiles comenzando a contar de arriba hacia abajo.

Una vez teniendo en claro la función que se desea volvemos a la última parte mencionada del software y se le da enter y en cuanto aparezca la ventana para graficar en tiempo real se debe presionar el botón que haga la función que uno mejor nos convenga. De esta manera, el software comenzara a capturar los datos que arduino le arroje y comenzara a graficar en tiempo real el comportamiento de la señal hasta que las 70 muestras que se le propuso termine, de esta manera se logra una sincronización manual y es que los 70 puntos muestras a 0.1 segundos propuestas es equivalente al tiempo que el prototipo le lleva para hacer su función de forma correcta.

Entonces una vez finalizada la tarea el prototipo entra en reposo esperando una nueva muestra, mientras que el programa finaliza de capturar sus 70 muestras aparecerá un texto que da opciones para guardar los datos obtenidos en una hoja de Excel respetando el siguiente orden:

1. *Desea guardar esta sesión?(si=1/no=2):*
2. *Cuál es el nombre del archivo:*
3. *Hoja en la que deseas trabajar:*

En el punto número uno seleccionamos la acción que más nos convenga, en el punto numero dos se le coloca un nombre al archivo a generar para que usted lo pueda identificar de forma más fácil, y después seleccionamos el nombre de la hoja de trabajar (ver la figura 3.11.5).

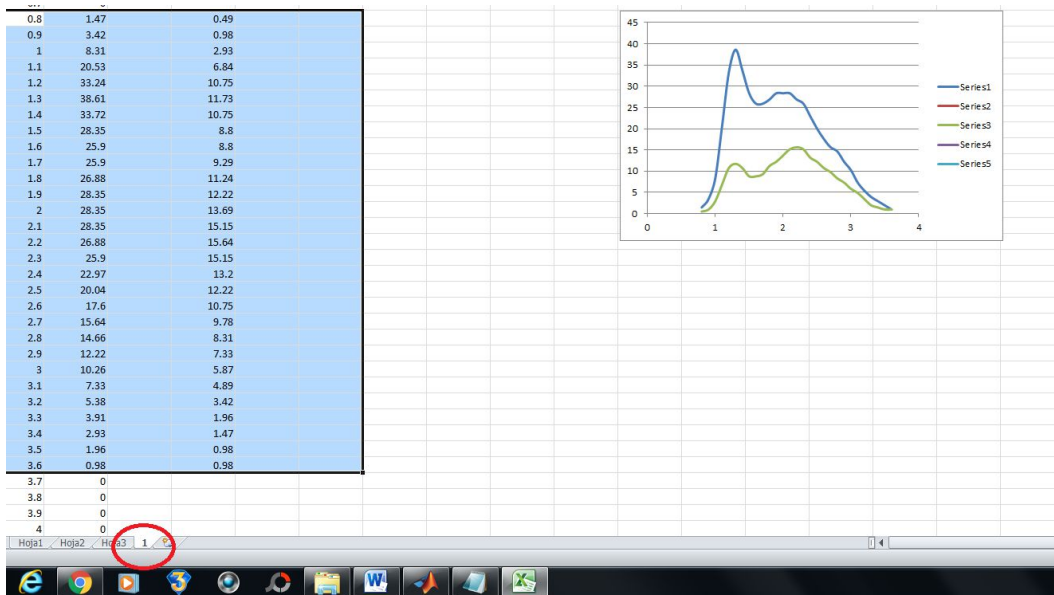


Figura 3.11.5. Esta sesión de muestreo a la hoja se le puso un 1 como nombre.

Una vez usted tenga sus datos podrá analizarlo más a fondo tomando en cuenta que tendrá que unir sus muestras recabadas de la de referencia con las de la muestra con sustancia de forma manual, ignore el tiempo y solo tome el valor arrojado diferentes de cero y grafíquelas para ver una comparación más visual una de otra.