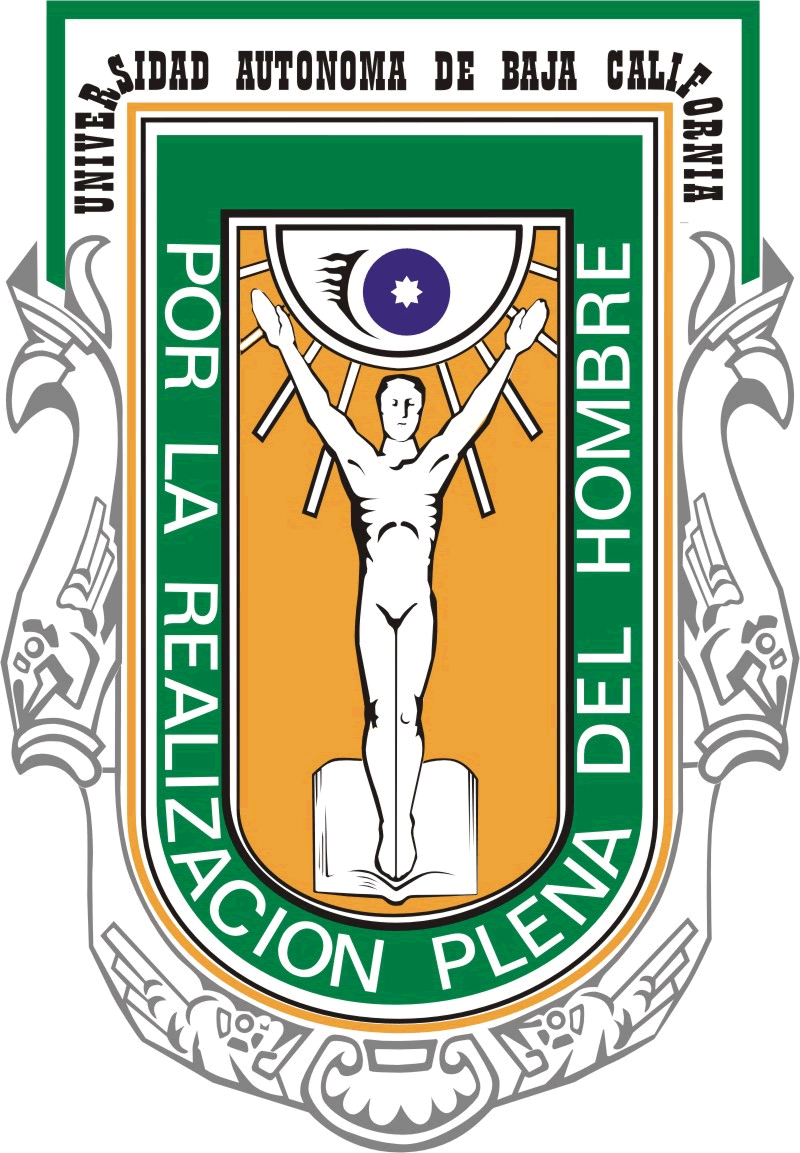
**Universidad Autónoma de Baja California**

Campus Ensenada. Km. 106 Carretera Tijuana-Ensenada, 22800 Ensenada B.C. México

**Spin Coater**

**Resumen**

Se realizó una máquina de sistema de depósito llamada spin coater la cual funciona pormedio de RPM, es decir por principio de centrifugación. A continuación se presenta el procedimiento de armado la cual consistió de un circuito Dimmer, un optoacoplador, un motor, un arduino y un display. Los dos primeros son los componentes que miden y controlan las RPM del motor. El arduino es el componente que convierte la señal del optoacoplador a digital para poder mostar las RPM en el display.

***Palabras claves:****optoacoplador, dimmer, fuerza centrífuga, revoluciones, motor AC, arduino.*

# 1. Introducción

La técnica de spin-coating constituye una de las formas más simples y utilizadas para preparar películas delgadas sobre sustratos planos. Se emplea generalmente cuando el material a depositar es de naturaleza polimérica y, no puede ser depositado mediante evaporación térmica sin evitar su descomposición. Esta técnica de fabricación de películas delgadas conduce a la obtención de recubrimientos bastante uniformes, planos y de alta calidad. No obstante, pueden surgir en el seno de la película inhomogeneidades como consecuencia, entre varias posibles causas, de utilizar disoluciones de partida demasiado complejas o que contengan impurezas. Esta técnica se materializa en un instrumento llamado spin-coater, el cual posee un torno que inmoviliza al sustrato mediante vacío durante el proceso de rotación. Para preparar una película, el material a depositar se disuelve previamente, siendo muy aconsejable el filtrado de la disolución para eliminar partículas o impurezas, y evitar así posteriores defectos en la película. (Pérez-Morales, M. 2006)

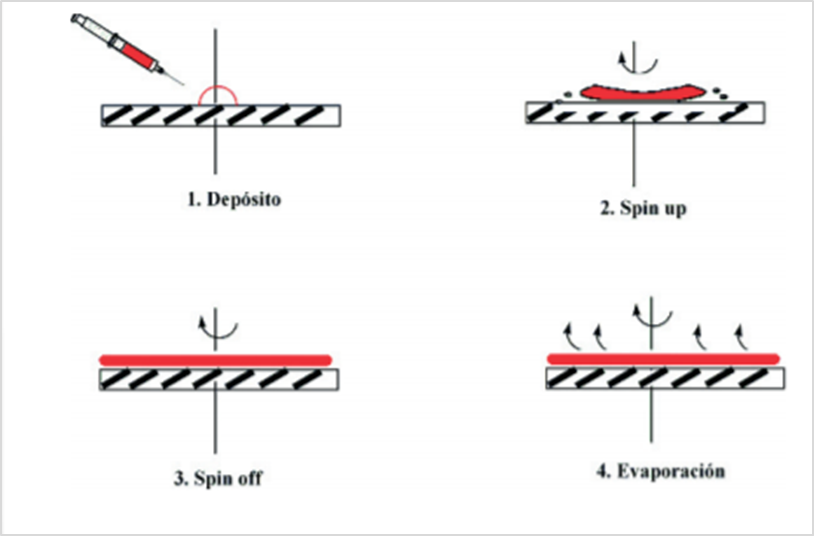
A pesar de que existen divergencias entre diferentes autores en cuanto a la delimitación de las etapas en el proceso de spin-coating, éstas pueden unificarse en cuatro:

- Etapa 1: Se deposita un cierto volumen de disolución sobre el sustrato limpio inmovilizado, cubriendo toda la superficie. La cantidad de material que aporta este volumen está en exceso en relación a la cantidad que finalmente formará la película. (Pérez-Morales, M. 2006)

- Etapa 2: El sustrato se acelera hasta que se alcanza la velocidad de rotación final deseada. Debido a la fuerza centrípeta generada en el movimiento rotatorio, la disolución se esparce sobre toda la superficie del sustrato, y se expulsa parte de ésta de forma agresiva. (Pérez-Morales, M. 2006)

- Etapa 3: El sustrato gira a velocidad constante, y se produce un adelgazamiento gradual del fluido, generalmente uniforme sobre toda la superficie. En función de la tensión superficial y viscosidad del fluido, velocidad de rotación, etc., el espesor final de la película puede ser ligeramente diferente en los bordes del soporte. (Pérez-Morales, M. 2006)

- Etapa 4: Durante esta etapa, el soporte continúa girando a velocidad constante, y es la evaporación del disolvente el fenómeno predominante. Como es evidente, las etapas tercera (control del flujo o caudal) y cuarta (control de la evaporación) son las dos etapas que más impacto tienen en el espesor final de la película, y deben ocurrir de forma simultánea. Es habitual, una vez acabado el proceso, calentar el sustrato con la película para eliminar los restos de disolvente que hayan quedado en el seno de ésta. (Pérez-Morales, M. 2006)



**Figura 1**. Representación de las etapas del proceso de spin coating.

La técnica spin-coating es utilizada en diversas aplicaciones que requieran cubrir sustratos planos con películas delgadas uniformes. Actualmente muchas tecnologías precisan de la fabricación de películas de gran calidad, para lo cual hacen uso de este método, como por ejemplo: recubrimientos con materiales fotorresistentes para la grabación de plantillas en microcircuitos, películas aislantes/dieléctricas para la fabricación de microcircuitos, recubrimientos magnéticos (suspensiones de partículas magnéticas, lubricantes, etc.), recubrimientos en pantallas planas (tratamientos antirreflejantes, óxidos conductores, etc.), deposición de películas en discos compactos (DVD, CDROM, etc.), dispositivos electroluminiscentes, etc. (Pérez-Morales, M. 2006)

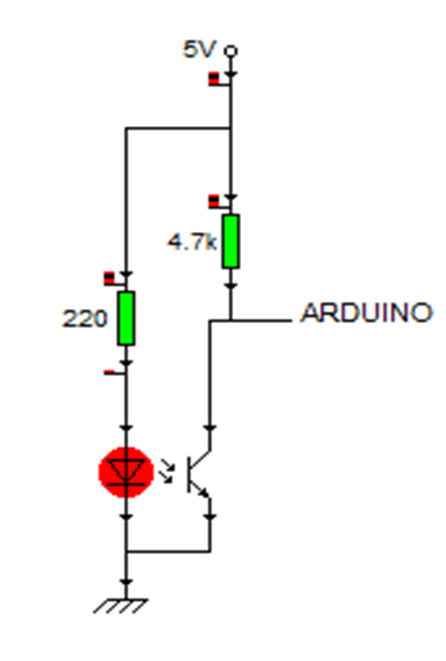
# 2. Desarrollo (materiales y métodos)

El spin coater se compone de dos módulos; el mecánico (base metálica, portamuestras y superficie giratoria), y el electrónico, el cual fue armado con los siguientes componentes:

* Protoboard marca Steren
* Multímetro marca Fluke
* Motor AC de una aspiradora comercial
* Encoder rotacional de 40 ranuras
* Optoacoplador
* Pantalla de cristal líquido (LCD)
* Placa de programación Arduino UNO
* Puentes eléctricos
* Diac DB3
* Triac 6073AG
* Resistencias de 3.3 kΩ, 1.5 k Ω, 100Ω, 220 Ω, 4.7 kΩ.
* 2 capacitores de 0.02 µF y 1 de 0.027 µF
* 1 potenciómetro de 250 KΩ

Los dos principales circuitos que detectan y controlan la velocidad del spin coater son el del optoacoplador y el del dimmer.

El circuito del optoacoplador se encarga de detectar las revoluciones por minuto que tiene el motor AC por medio de un encoder rotacional de 40 ranuras, el cual fue colocado en el eje del motor (el cual genera señales digitales en respuesta al movimiento) y un optoacoplador (que tiene una salida y una entrada de luz).



**Figura 2.** Circuito del optoacoplador.



**Figura 3.** Montaje del optoacoplador y el encoder rotacional en el eje del motor.

Para contabilizar las revoluciones del motor, se compiló en la placa Arduino UNO el siguiente código:

#include <FreqCount.h> //Se descargó y utilizó la libreria FreqCount.h existente para arduino//

#include <LiquidCrystal.h> //Se descargó y utilizó la libreria LiquidCrystal existente para arduino//

LiquidCrystal lcd(12, 11, 6, 4, 3, 2); // Los números indican los pines de la entrada digital del arduino a los cuales se conectarà el display lcd //

void setup() {

lcd.begin(16, 2);

FreqCount.begin(1000); // En la libreria FreqCount viene indicado que el cable de la señal del optoacoplador (cable blanco) se conecta al pin 5 del arduino//

}

void loop() {

if (FreqCount.available()) {

unsigned long count = FreqCount.read();

float rpm=0.0;

rpm=(40.0/count);

rpm=(60.0/rpm); //La libreria FreqCount cuenta las revoluciones por segundo, aqui se pasa a RPM //

lcd.clear();

lcd.print("Spin");

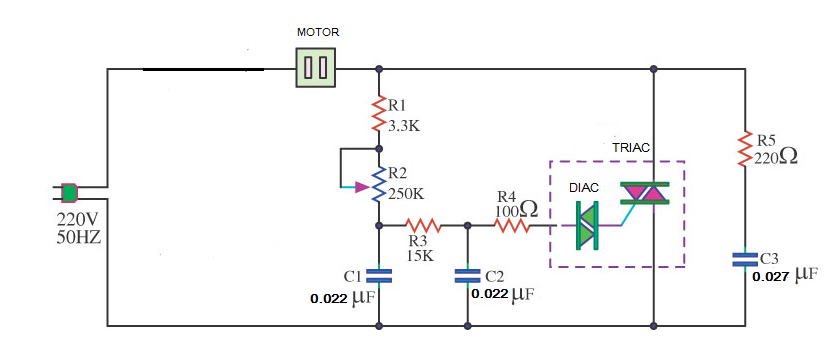
lcd.setCursor(0, 2);

lcd.print("RPM:");

lcd.print(rpm);

}

Para el armado del circuito dimmer, se conectó en un protoboard el circuito mostrado en la figura 4 el cual era alimentado por corriente alterna a 220V, de manera que uno de los terminales que llegaba al motor pasaba por este circuito.



**Figura 4.** Circuito Dimmer.

Finalmente se conectó una pantalla LCD con al arduino para mostrar en tiempo real las revoluciones por minuto.

# Resultados y discusiones

Con el circuito dimmer se logró regular la potencia del motor, gracias a que el triac se dispara por medio de una señal en la compuerta, dicha señal está controlada por medio de un diac ya que la compuerta del triac está conectada en serie al diac, el voltaje de disparo del diac a su vez es controlado por los capacitores los cuales se cargaran dependiendo del valor fijado en el potenciómetro, tardaran más en cargarse si la resistencia es mayor y tardaran menos si la resistencia es menor, lo que finalmente se ve reflejado como cambios de potencia en el motor, es decir, se regulan las revoluciones del motor.

Cabe mencionar que el encoder rotacional debió ser modificado por uno más grande, para lograr contabilizar las revoluciones del motor, ya que cualquier falla de detección por parte del sensor se verá reflejada en la imprecisión de la medición

El spin coater armado funcionó correctamente, alcanzado hasta las 7000 rpm, en una pantalla LCD (véase figura 5).



**Figura 5**. Spin coater, mostrando en la pantalla LCD las rpm

# Conclusiones

El depositar una sustancia o compuesto sobre un sustrato se puede conseguir por medio de diversas técnicas, dichas técnicas pueden variar significativamente dígase, por ejemplo: Deposición química de vapor, evaporación térmica, espputering, etc. Dichas técnicas son en la mayoría de los casos logradas por artefactos de gran tamaño y costo, la deposición realizada por un Spin Coater es una técnica relativamente sencilla y aunque presenta diversas desventajas como por ejemplo un ineficiente aprovechamiento del material, es especialmente útil ya que su construcción no requiere una componentes de precio muy elevado o de difícil implementación.

El equipo realizado tiene la ventaja de ser de bajo, en comparación con un spin coater comercial cuyo costo oscila entre los $ 50, 000 y $80, 000.pesos Además de ser flexibilidad, ligero y portátil para ser adaptado a las necesidades del usuario

# Referencias y Bibliografía

Pérez-Morales, M. (2006). Películas orgánicas delgadas preparadas mediante diversos métodos: propiedades ópticas, morfológicas y eléctricas.