

Comportamiento del sensor de color RGB TCS230 en granos de café escalas Agtron 75, 55 Y 35

Behavior of the rgb color sensor tcs230 in coffee grains Agtron scales 75, 55 and 35

Néstor Iván Marín Peláez¹
Camilo Enrique González Fernández²

Recibido: 02/18/2016 - Aceptado: 04/30/2016

Cómo citar este artículo: N. Marín y C. González, “Comportamiento del sensor de color RGB TCS230 en granos de café escalas Agtron 75, 55 Y 35”, *IngeEam*, vol. 3, n.º 3, pp. 22 - 27, 2016

Resumen

Este trabajo evalúa el comportamiento del sensor de color RGB TCS230 en muestras de granos de café en escalas Agtron 75, 55 y 35, con la intención de usarse en la construcción de un equipo de torrefacción de café en lazo cerrado. Se captaron las medidas en las diferentes muestras de granos de café y se elaboraron las gráficas para realizar el análisis y definir si el sensor es el indicado para ser implementado en la construcción del equipo.

Palabras clave: Sensor TCS230, Escala Agtron, torrefacción de café

Abstract

This work evaluates the behavior of the RGB color sensor TCS230 in samples of coffee beans on Agtron 75, 55 and 35 scales, with the intention of being used in the construction of a roasting coffee machine in closed loop. Measurements were taken in the different samples of coffee beans and the graphs were elaborated to carry out the analysis and to define if the sensor is the one indicated to be implemented in the construction of the equipment.

Keywords: TCS230 sensor, Agtron scale, coffee roasting

¹ Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Institución Universitaria EAM. Correo electrónico: nestorivanmarin@eam.edu.co,

² Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Institución Universitaria EAM. Correo electrónico: cegonzalez@eam.edu.co

I. Introducción

Actualmente, existen equipos de torrefacción de café automatizados con sistemas de temporizado para la activación y desactivación de los quemadores, y con ello obtener un grado deseado de tuestión de café. De esta manera el grano alcanza sus mejores propiedades en acidez, aroma, cuerpo, entre otras, permitiendo hacer un producto óptimo para su consumo; no obstante, la automatización de estos equipos son en lazo abierto, es decir, no miden ninguna propiedad del grano de café que permita puntualizar en qué grado de tuestión se encuentra, ya que se estima por la temperatura y el tiempo de cocción; por eso es necesario implementar equipos de torrefacción de café automatizados en lazo cerrado, que permitan definir claramente el grado de tuestión de café en cualquier momento del proceso.

Para ello, se realizó un estudio del comportamiento del sensor de color RGB TCS230 en muestras de granos de café escala Agtron 75, 55 y 35 con la intención de construir un equipo de torrefacción de café en lazo cerrado a partir de la colorimetría. El sensor entrega información a partir de una señal cuadrada con ciclo útil del 50 %, en la cual la frecuencia es directamente proporcional a la intensidad de luz medida. El estudio comprendió la elaboración de una cámara oscura y un muestreador que recolectaba los granos de café para garantizar las condiciones de iluminación sobre todas las muestras, también se configuro el sensor con señal de salida máxima a 100KHz con filtros rojo, azul, verde y sin filtro para registrar promedios de 10 datos en cada muestra de grano de café.

II. Materiales y Métodos

El sensor de color RGB TCS230 [1] que se muestra en la figura 1, consta de un arreglo de fotodiodos que detectan luz roja, azul, verde, o la mezcla de las tres. La señal entregada por el sensor es cuadrada con un ciclo de trabajo del 50 %, en donde la frecuencia es directamente proporcional a la intensidad de luz reflejada por el objeto a medir, en este caso, muestras de granos de café.



Fig. 1. Sensor TCS230

El sensor debe realizar medidas periódicas cada segundo, acompañado de la emisión de luz de cuatro (4) diodos LED que se encuentran en la tarjeta electrónica. La figura 2 muestra el sensor de forma modular, en donde los pines S2 y S3 permiten configurar el uso del filtro azul, rojo, verde o sin filtro, los pines S0 y S1 permiten configurar un escalador de frecuencia a 2 %, 20 % y 100 %, donde la frecuencia máxima es de 500KHz.

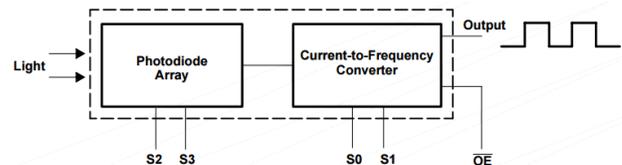


Fig. 2. Funcionamiento modular del Sensor TCS230

La figura 3 muestra la configuración física de los pines y la alimentación a 5V DC. Además, este circuito integrado debe tener un estado bajo en el pin 3 para habilitar la activación del circuito integrado.

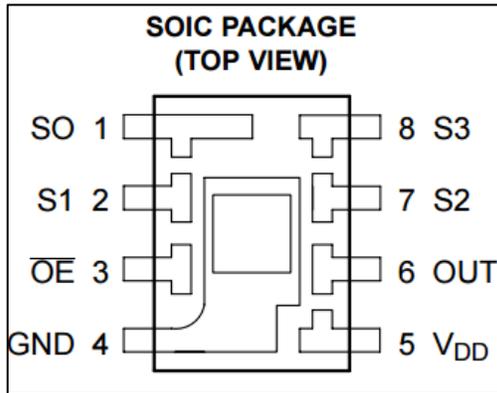


Fig.3. Configuración Sensor TCS230

Para la caracterización del sensor de color TCS230 en los tres tipos de granos de café, se utilizaron métodos experimentales, implementando un lente tele objetivo, una tarjeta Arduino Mega [2] como interfaz entre el sensor y un computador, a su vez, se utilizó el la macro PLX-DAQ [3] de Microsoft Excel, la cual permite captar y registrar los datos en la hoja de cálculo como se muestra en la figura 4.

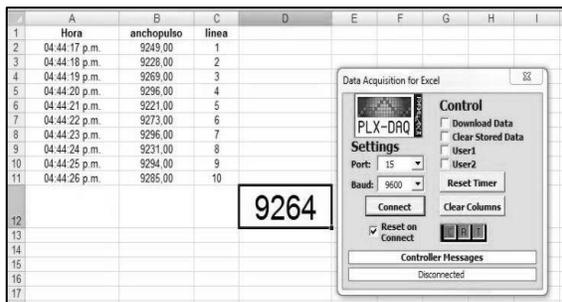


Fig. 4. Captación de datos Macro PLX-DAQ

Para garantizar las condiciones de iluminación, en la figura 5 se muestra una cámara oscura implementada y un muestreador que recolectaba entre 7 y 10 granos de café. En esta cámara se instaló

el sensor de tal forma que la lente quedara a una distancia de 2cm de las muestras de café, y posteriormente se configuró el sensor para una señal de salida máxima de 100KHz, sin filtro y se realizó la toma de diez (10) datos, de los cuales se calculó y se registró el promedio de los mismo. Este proceso se repitió cinco (5) veces para cada muestra de café en las escalas Agtron 75, 55 y 35 según la norma 2442 -Determinación del grado de tostión de café- [4]. Una vez tomados los datos sin filtro se realizó el mismo proceso para las configuraciones con filtro rojo, el azul y el verde.



Fig. 5. Cámara oscura y muestreador de granos de café

III. Resultados y Discusión

Tras captar las medidas del ancho de pulso en microsegundos como respuesta del sensor TCS230, a través de las cuatro configuraciones, sin filtro, filtro rojo, filtro azul y filtro verde; se obtuvieron las gráficas de los cinco (5) promedios para cada una de las tres muestras de grano de café, como se muestra en las figuras 6, 7 y 8.

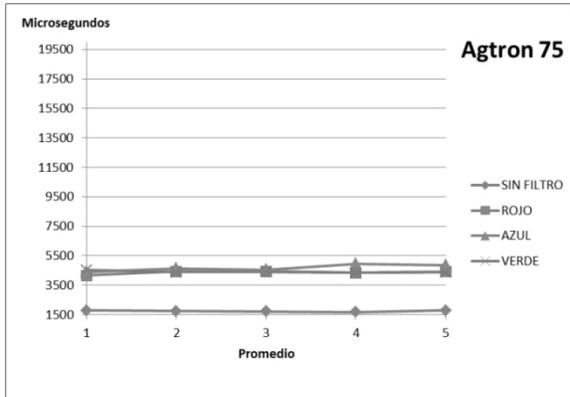


Fig. 6. Gráfica de 5 promedios en microsegundos del Sensor TCS230 con la muestra de grano de café escala Agtron 75

La figura 6 muestra el comportamiento del sensor TCS230 con respecto a la muestra de grano de café escala Agtron 75, y se puede observar que el promedio de las medidas de los filtros rojo, azul y verde responden a un rango entre 3500 μ s y 5500 μ s con un $\Delta_T \leq 2000\mu$ s aproximadamente; sin embargo el promedio en la configuración sin filtro responde a un rango de medida entre 1500 μ s y 2000 μ s con un $\Delta_T \leq 500\mu$ s aproximadamente. Cabe resaltar que todas las configuraciones de filtrado presentan tendencia lineal.

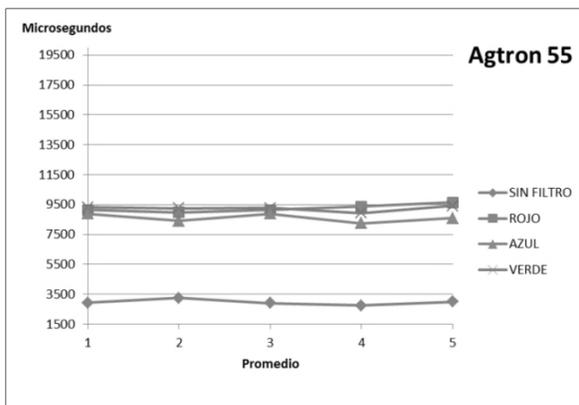


Fig.7. Gráfica de 5 promedios en microsegundos del Sensor TCS230 con la muestra de grano de café escala Agtron 55

La figura 7 muestra el comportamiento del sensor TCS230 con respecto a la

muestra de grano de café escala Agtron 55, y se puede observar que el promedio de las medidas de los filtros rojo, azul y verde, responden a un rango entre 7500 μ s y 9500 μ s con un $\Delta_T \leq 2000\mu$ s aproximadamente; sin embargo el promedio en la configuración sin filtro responde a un rango de medida entre 1500 μ s y 3500 μ s con un $\Delta_T \leq 2000\mu$ s aproximadamente. Cabe resaltar, de igual forma, que todas las configuraciones de filtrado presentan tendencia lineal.

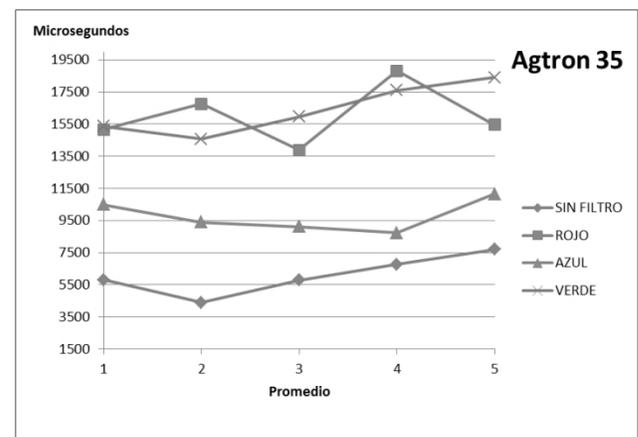


Fig.8. Gráfica de 5 promedios en microsegundos del Sensor TCS230 con la muestra de grano de café escala Agtron 35

La figura 8 muestra el comportamiento del sensor TCS230 con respecto a la muestra de grano de café escala Agtron 35, y se puede observar que el promedio de las medidas en la configuración sin filtro responde a un rango entre 3500 μ s y 7500 μ s con un $\Delta_T \leq 4000\mu$ s aproximadamente; sin embargo no presenta tendencia lineal.

El promedio de las medidas en la configuración de filtro rojo responde a un rango entre 13500 μ s y 19500 μ s con un $\Delta_T \leq 6000\mu$ s aproximadamente, y tampoco presenta una tendencia lineal.

El promedio de las medidas en la configuración de filtro azul responde a un

rango de medida entre $7500\mu\text{s}$ y $11500\mu\text{s}$ con un $\Delta_T \leq 4000\mu\text{s}$ aproximadamente, sin tendencia lineal al igual que las anteriores.

El promedio de las medidas en la configuración de filtro verde responde a un rango de medida entre $13500\mu\text{s}$ y $19500\mu\text{s}$ con un $\Delta_T \leq 6000\mu\text{s}$ aproximadamente, sin tendencia lineal como las anteriores.

Se observó que cualquier configuración de filtrado de color del sensor TCS230 responde de manera estable dentro de un rango determinado con un $\Delta_T \leq 2000\mu\text{s}$ en granos de café escala Agtron 75 y 55; sin embargo, la muestra de grano de café escala Agtron 35 exhibe cambios abruptos, difícilmente predecibles en el filtrado rojo, y presenta rangos de medida con un $\Delta_T \leq 6000\mu\text{s}$, lo cual evidencia mayor amplitud del Δ_T en comparación con las otras muestras de granos de café.

Lo anterior ocurre debido al principio físico del funcionamiento del sensor y las características especiales de los granos de café. El sensor TCS230 es dependiente de la emisión de luz blanca de cuatro (4) diodos LED en su propia tarjeta electrónica, y de la recepción de la luz reflejada proveniente de las muestras de café que incide en el arreglo de fotodiodos. Por otro lado, las muestras de grano de café escala Agtron 75 y 55 son opacas y sin brillo alguno, mientras la muestra de grano de café escala Agtron 35, es brillante debido a que en ese grado de tostión sale a la superficie los aceites naturales del café; por tanto la superficie del café se torna brillante y refleja gran parte de la luz blanca emitida por los cuatro (4) diodos LED.

IV. Conclusiones

Anteriormente se describió la importancia de implementar equipos de torrefacción de café en lazo cerrado, con la intención de conocer en cualquier momento de la cocción su grado de tostión; es por esto que se realizaron pruebas con el sensor de color TCS230 en muestras de grano de café escala Agtron 75, 55 y 35 para evaluar su comportamiento y posiblemente emplearlo en la construcción de un equipo de torrefacción en lazo cerrado.

Se consideró garantizar las condiciones de iluminación para toda muestra, así que se implementó una cámara oscura y un muestreador de granos de café, el cual recolectaba entre 7 y 10 granos de café.

Para cada muestra de grano de café de escala Agtron 75, 55 y 35, se midió con filtro rojo, azul, verde y sin filtro, de lo cual se obtuvo que para los granos a escala Agtron 75 y 55 el sensor respondió de manera positiva debido a la opacidad de la superficie del grano y sin brillo alguno, con gráficas de tendencia lineal, de tal forma que se podría implementar el sensor para medidas de colorimetría en muestras de café de escala Agtron 55 o mayor.

El grano de café a escala Agtron 35 a diferencia de los otros dos, respondió de manera negativa debido al brillo de la superficie del grano, el cual reflejó gran parte de la luz blanca emitida por los cuatro (4) diodos LED de la tarjeta electrónica del sensor TCS230, y provocó una gráfica sin tendencia lineal, con rangos de medida más amplios; incluso la medida en ocasiones tomó valores característicos de los granos en escala 75 y 55; por tanto se concluyó que el sensor TCS230 no capta medidas apropiadas en el grano de café escala

Agtron 35, y por ende, no puede ser implementado en un equipo de torrefacción de café de lazo cerrado por colorimetría.

V. Referencias Bibliográficas

- [1] TAOS. *TCS 230 Programmable Color Light to Frequency Converter* [En línea], 2017, 13 de enero Disponible en http://www.pobot.org/IMG/pdf/tcs230_datasheet.pdf, visitado el 10 de noviembre de 2016.
- [2] Arduino, *Arduino Mega*, [En línea], 2017, 13 de enero Disponible en <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>,
- [3] ParallaxINC, *PLX-DAQ*, [En línea], 2017, 13 de enero Disponible en <https://www.parallax.com/downloads/plx-daq>, visitado el 20 de Noviembre de 2016
- [4] INEN, *NTC 2442: Café Tostado en Grano y/o Molido. Determinación del Grado de Tostión* [En línea], 2017, 13 de enero. Disponible en http://apps.normalizacion.gob.ec/fileserver/2016/nte_inen_1123-2.pdf
- [5] MLA S2, Sensor TCS 230, [En línea], 2017, 13 de enero. Disponible en http://mla-s2-p.mlstatic.com/sensor-de-color-tcs230-tcs3200-arduino-763711-MLA20609753868_022016-O.jpg