

# Transformación entre modelos de color aplicado a la Astrofotografía para la detección de cráteres en la luna.

Pérez Trejo Addi Alberto

*Instituto politécnico Nacional,*

*ESIME Zacatenco,*

*Visión por computadora*

*Ciudad de México, México.*

[apereztl1507@alumno.ipn.mx](mailto:apereztl1507@alumno.ipn.mx)

**Abstract—** En este documento mostramos la transformación del modelo RGB a CMY, CMYK, HSI, HSV, Escala de grises, YCbCr. Su comparación, así como sus propiedades. Analizaremos que modelo de color nos ayuda más para la detección de cráteres en la luna.

## I. INTRODUCCIÓN

La transformación de modelos de color es un proceso común en la visión por computadora y el procesamiento de imágenes que permite convertir los valores de color de un modelo de color a otro. Existen muchos modelos de color diferentes, cada uno con sus propias ventajas y desventajas para diferentes aplicaciones. Las transformaciones de modelos de color se realizan mediante ecuaciones matemáticas que convierten los valores de color de un modelo en los valores de color de otro modelo.

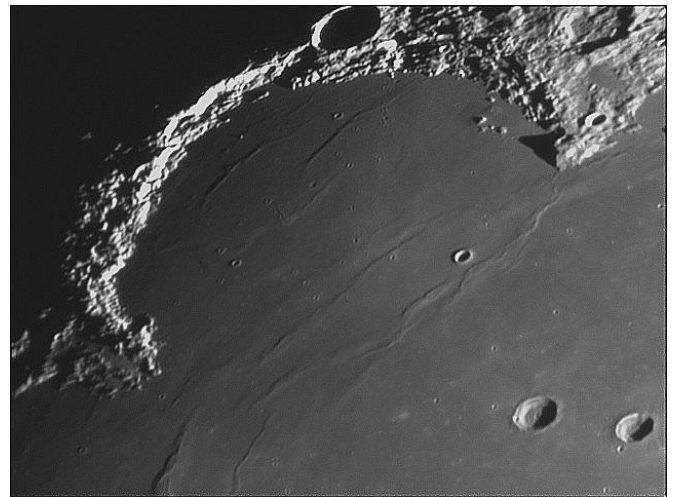
Es importante tener en cuenta que algunas transformaciones de modelos de color pueden resultar en pérdida de información o cambios en la apariencia de la imagen, por lo que es necesario considerar cuidadosamente las implicaciones de cualquier transformación antes de aplicarla. Las transformaciones de modelos de color se utilizan en muchas aplicaciones, como la corrección de color, la segmentación de objetos, la compresión de imágenes y la mejora de la visualización de imágenes.

## II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

### A. Imagen Sinus Iridum (Bahía del arcoíris) – Luna

*La imagen para analizar se trata de Sinus Iridium o Bahía del arcoíris. Es una región que puede verse a simple vista.*

*Son los restos de un cráter de impacto de 250 km de diámetro, el cual perdió su pared sureste. Su interior es fundamentalmente llano, así como una serie de crestas.*



### B. Modelo RGB

El modelo RGB (Red, Green, Blue) es un modelo de color aditivo que se utiliza para representar colores en dispositivos electrónicos, como pantallas de televisores, monitores de ordenador y dispositivos móviles. En el modelo RGB, cualquier color se puede representar como una combinación de tres colores primarios: rojo, verde y azul. Cada color se representa como un valor numérico que indica la intensidad de cada uno de los tres colores primarios en una escala de 0 a 255.

Una imagen de color RGB es un arreglo de tres imágenes monocromáticas independientes de tamaño  $m \times n$  correspondientes a la escala de rojos (R –red–), verdes (G –green–) y azules (B –blue–).

El espacio RGB es usado para monitores de color, y para videocámaras de color [5]; está modelado por un cubo unitario.

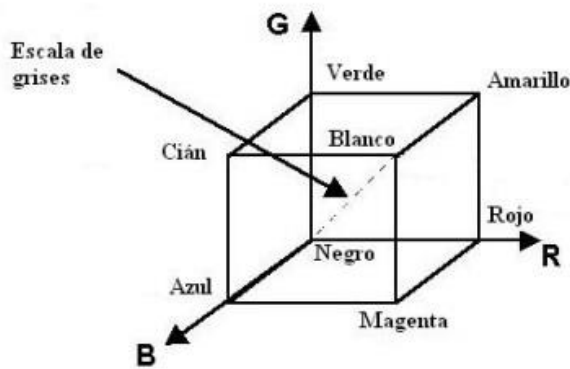


Figura 1: El cubo unitario de color es el modelo matemático que representa al espacio de color RGB.

### Transformación de modelos de color

La transformación entre modelos de color es el proceso de convertir una imagen de un modelo de color a otro. Los modelos de color son diferentes formas de representar el color, cada uno con sus propias características y ventajas. Algunos de los modelos de color más comunes son RGB, CMYK, HSL y HSV.

Las transformaciones entre modelos de color pueden ser necesarias por diversas razones, como la impresión en diferentes medios, la visualización en diferentes dispositivos y la compatibilidad con diferentes programas de software. Es importante tener en cuenta que la transformación entre modelos de color puede resultar en una pérdida de precisión de color, ya que cada modelo de color tiene sus propias limitaciones en términos de la gama de colores que puede representar.

### Modelos de color:

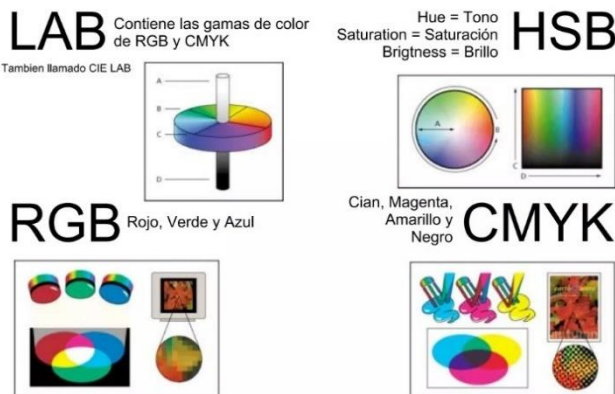


Figura 2: En esta figura se muestran los diferentes modelos de color y su composición. Modelos LAB, HSB, RGB, CMYK.

### Transformación de modelo RGB a CMY /CMYK

#### A. Modelo CMY

El modelo de color CMY (Cyan, Magenta, Amarillo) es un modelo sustractivo de color utilizado en la impresión y otras aplicaciones de artes gráficas. Este modelo se basa en la absorción de luz por parte de los pigmentos y tintas utilizados para imprimir en papel u otros medios.

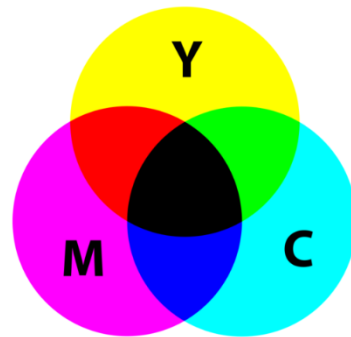


Figura 3: El modelo CMY se trata de un modelo sustractivo de color.

En el modelo CMY, los colores se representan mediante una combinación de cian, magenta y amarillo, que son los colores primarios sustractivos. Estos colores se pueden combinar para crear una amplia variedad de colores.

#### Conversión de modelo RGB a CMY

La transformación de un modelo de color RGB a CMY se puede realizar mediante una serie de cálculos matemáticos. El modelo de color CMY representa los colores como una combinación de Cian, Magenta y Amarillo, que son los colores primarios sustractivos utilizados en la impresión.

La transformación de RGB a CMY se realiza mediante las siguientes fórmulas:

$$C = 1 - R$$

$$M = 1 - G$$

$$Y = 1 - B$$

donde C, M y Y son los valores de Cian, Magenta y Amarillo, respectivamente, y R, G y B son los valores de Rojo, Verde y Azul, respectivamente, en el modelo RGB.

**Obtención de los canales CMY:**

**Canal C**

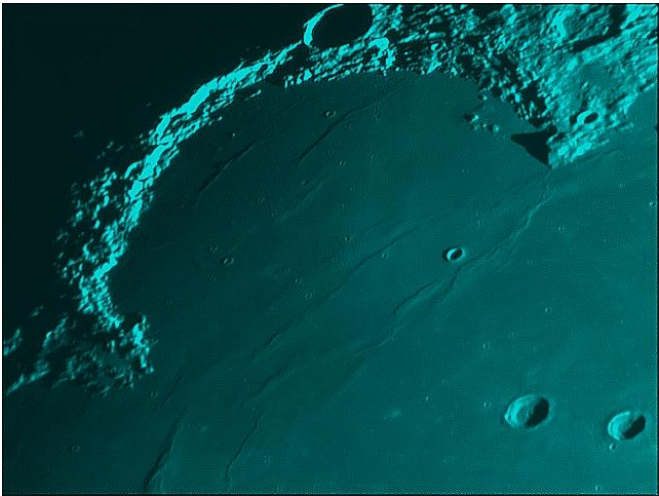


Figura 5: Transformación de RGB a C (Cian)

**Canal M**

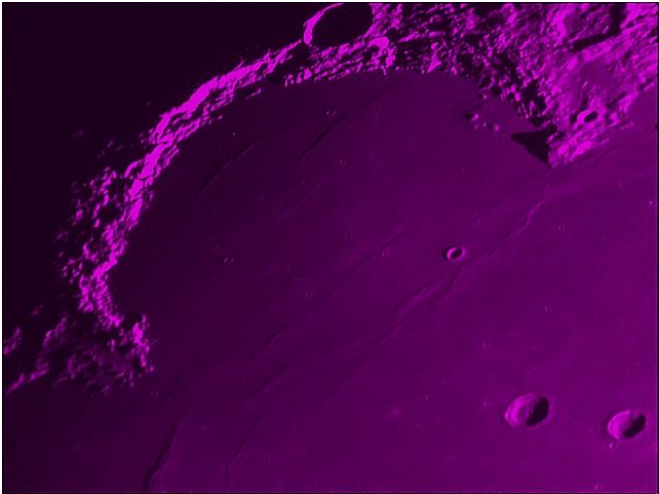


Figura 6: Transformación de RGB a M (Magenta)

**Canal Y**

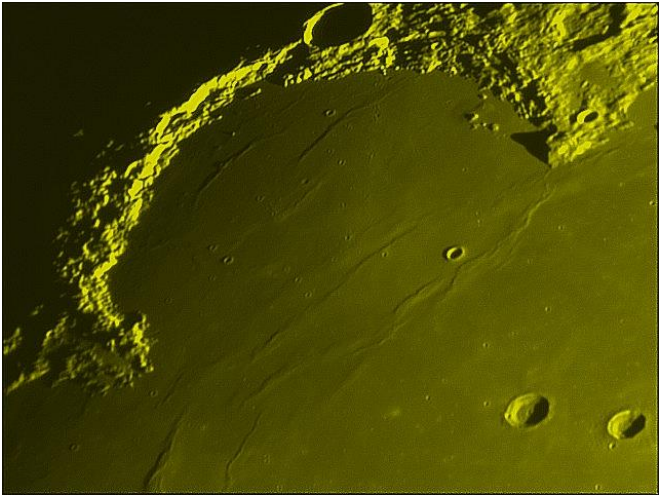


Figura 7: Transformación de RGB a Y (Yellow/Amarillo)

La suma de los canales CMY (cian, magenta y amarillo) produce una mezcla de colores que se aproxima al color negro. Sin embargo, en la práctica, la mezcla de tintas CMY puede no ser perfecta y puede resultar en un color oscuro con un tinte residual de alguno de los colores primarios.

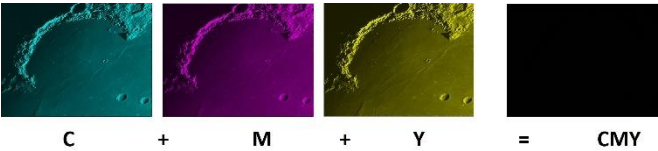
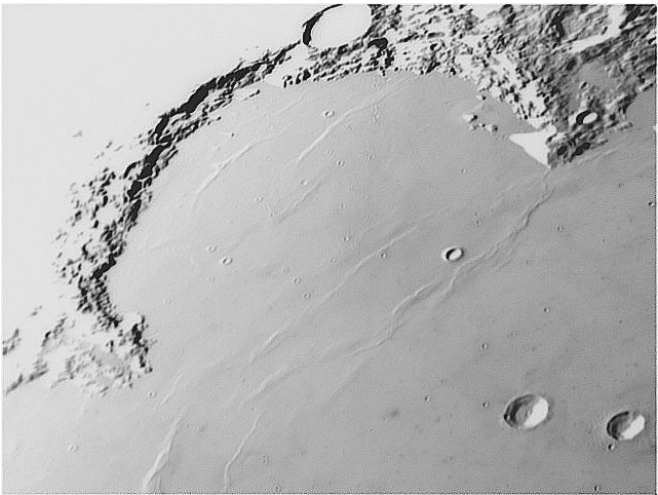


Figura 8: La suma de los canales CMY dan como resultado una imagen sustractiva.



Esto se debe a que el modelo de color CMY es un modelo de sustracción de color, en el cual cada capa de tinta reduce la cantidad de luz reflejada, en lugar de agregar luz como ocurre en el modelo de color aditivo RGB utilizado en pantallas. Por lo tanto, la mezcla de tintas CMY resulta en la absorción de más luz, lo que produce un color más oscuro.



Figura 9: Transformación de RGB a CMYK



Para obtener un color negro más intenso, se suele utilizar un cuarto canal de tinta llamado "K" (de "Key" en inglés), que representa el color negro. Esto se debe a que la combinación de los tres canales CMY no puede producir un negro verdadero, sino más bien un tono oscuro y sucio. Al agregar una tinta negra, se puede obtener un negro más puro y profundo en la impresión en color. Por lo tanto, el modelo de color CMYK se utiliza comúnmente en la impresión en color.

## B. Modelo HSI

El modelo de color HSI (Hue, Saturation, Intensity) es un modelo de color utilizado para representar colores en términos de su tono, saturación e intensidad. Este modelo se basa en la percepción humana del color y se considera más intuitivo que otros modelos de color, como el modelo RGB o CMYK.

Los tres componentes del modelo HSI son los siguientes:

**Hue (Matiz):** es el componente que describe el tono o la tonalidad del color, y se representa como un ángulo en el círculo cromático, con valores que van desde 0 a 360 grados. Los colores adyacentes en el círculo cromático son tonalidades similares, mientras que los colores opuestos en el círculo cromático son complementarios [Fig. 10(a)].

**Saturation (Saturación):** es el componente que describe la pureza o la intensidad del color, y se representa como un valor entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que el color es completamente gris, mientras que un valor de 1 indica que el color es completamente saturado [Fig. 10(c)].

**Intensity (Intensidad):** es el componente que describe la luminosidad o el brillo del color, y se representa como un valor entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que el color es completamente oscuro (negro), mientras que un valor de 1 indica que el color es completamente brillante (blanco) [Fig. 10(b)].

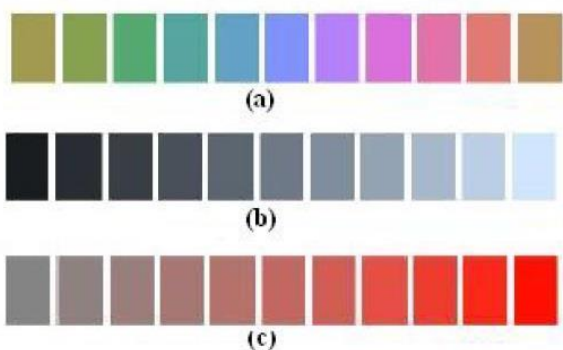


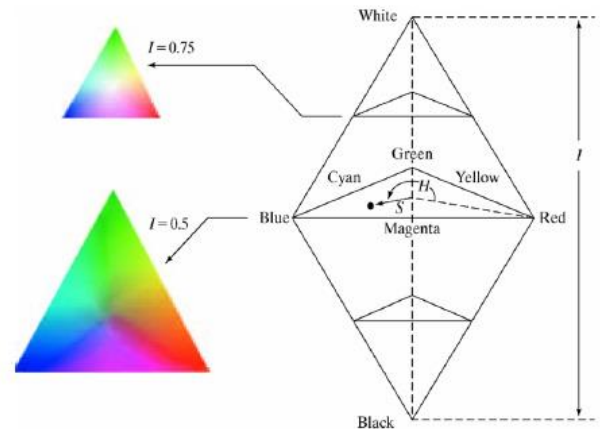
Figura 10: Componentes del modelo HSI,

Triángulo de color y doble pirámide triangular [fig. 6]. El triángulo de color muestra la manera en que se miden el tono y la saturación; el tono es una medida angular y la saturación es una medida longitudinal. La doble pirámide triangular es la representación del espacio HSI, la intensidad va del negro al blanco pasando por la escala de grises.

Figura 11: Triángulo del modelo HSI

## Conversión de modelo RGB a HSI

El tono (H) y la saturación (S) están dados en términos de los



coeficientes tricromáticos:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

$$b = \frac{B}{R + G + B}$$

## Transformación de modelo RGB a HSI

La conversión de RGB (Red, Green, Blue) a HSI (Hue, Saturation, Intensity) implica el cálculo de tres componentes diferentes: matiz (H), saturación (S) e intensidad (I). La conversión se realiza utilizando las siguientes fórmulas:

**Hue (Matiz):**

$$H = \arccos \left\{ \frac{[0.5 * ((R - G) + (R - B))]}{[(R - G)^2 + (R - B) * (G - B)]^{0.5}} \right\}$$

Si  $B > G$ , entonces  $H = 360 - H$

Donde R, G y B son los valores de los canales rojo, verde y azul, respectivamente.

**Saturation (Saturación):**

$$S = 1 - (3 / (R + G + B)) * \min(R, G, B)$$

Donde R, G y B son los valores de los canales rojo, verde y azul, respectivamente.

**Intensity (Intensidad):**

$$I = (1 / 3) * (R + G + B)$$

Donde R, G y B son los valores de los canales rojo, verde y azul, respectivamente.

## Obtención de los canales HSI:

### Canal H

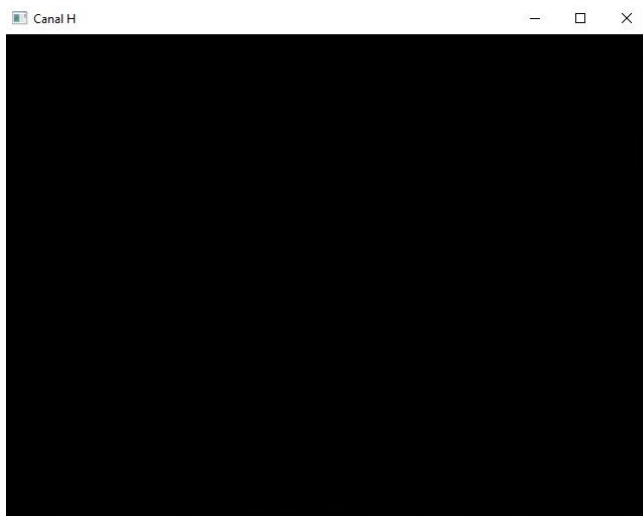


Figura 12: Transformación de RGB a H (Matiz)

### Canal S

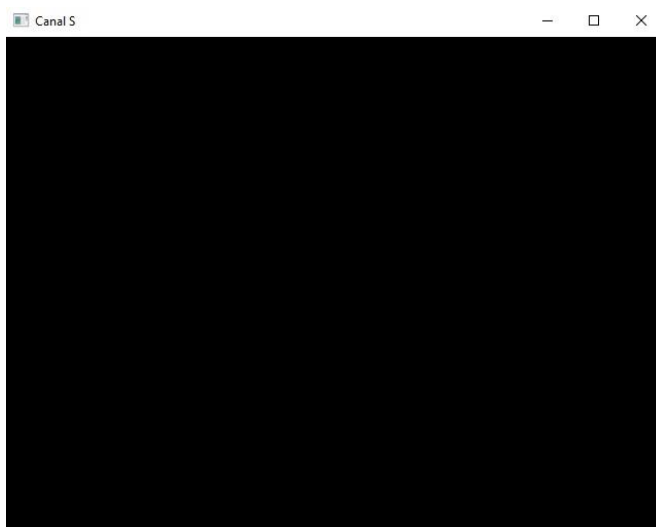


Figura 13: Transformación de RGB a S (Saturación)

### Canal I

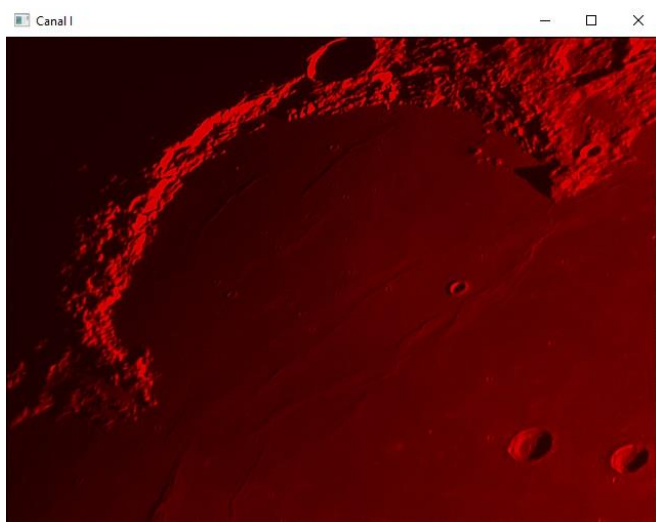


Figura 14: Transformación de RGB a I (Intensidad)

Es importante tener en cuenta que los valores de H, S e I se expresan en diferentes unidades: H se expresa en grados, S e I se expresan en una escala de 0 a 1. Además, la fórmula para calcular el matiz puede producir un resultado en radianes, por lo que es necesario convertirlo a grados utilizando la función de arco tangente o arco tangente inversa.

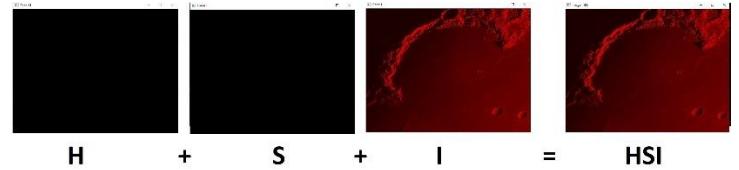


Figura 15: La suma de los canales H, S, I dan como resultado la imagen HSI.

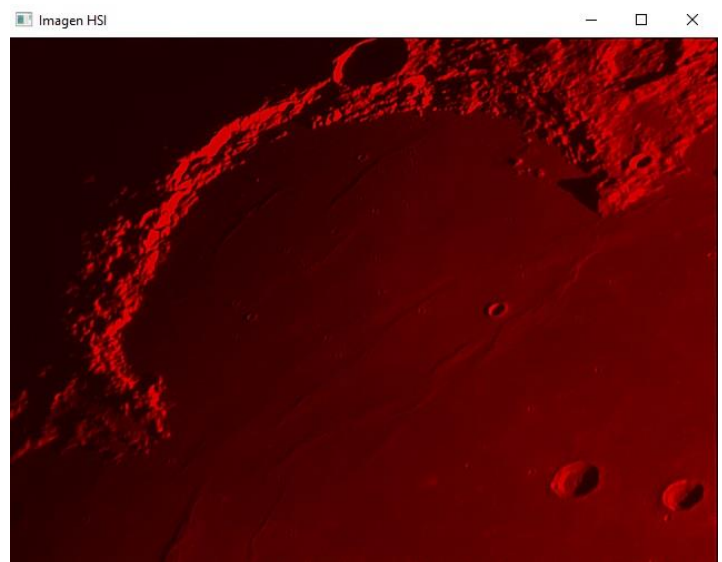


Figura 16: Imagen convertida de RGB a HSI.

La conversión de RGB a HSI es útil en aplicaciones de procesamiento de imágenes que requieren el análisis y la manipulación de colores. La conversión inversa de HSI a RGB también se puede realizar utilizando fórmulas matemáticas.

### C. Modelo HSV

El modelo de color HSV (acrónimo de Hue, Saturation, Value) es un modelo de color en el que se describe el color en términos de tres propiedades: matiz, saturación y valor.

Hue (matiz): se refiere a la propiedad del color que lo distingue de otros colores. Es lo que comúnmente se conoce como tono. El matiz se describe en grados, y puede tomar valores entre 0 y 360.

Saturation (saturación): se refiere a la intensidad del color.

Una saturación alta significa que el color es puro y brillante, mientras que una saturación baja significa que el color es más grisáceo o desaturado. La saturación se mide en porcentaje, y puede tomar valores entre 0% (gris) y 100% (color puro).

Value (valor): se refiere a la luminosidad o brillo del color. El valor también se mide en porcentaje, y puede tomar valores entre 0% (negro) y 100% (blanco).

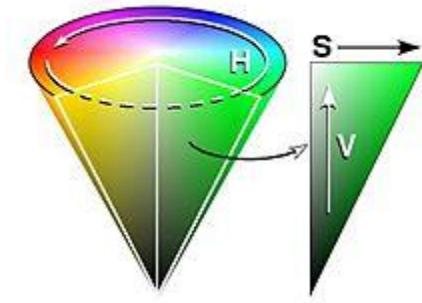


Figura 16: Valores para el modelo de color HSV.

En conjunto, estos tres valores permiten describir cualquier color en términos de su matiz, saturación y valor. El modelo de color HSV es ampliamente utilizado en la industria de la computación gráfica y en el diseño de software y hardware de visualización de color.

#### Conversión de modelo RGB a HSV

La conversión de RGB (Red, Green, Blue) a HSV (Hue, Saturation, Value) se puede realizar siguiendo los siguientes pasos:

1. Normalizar los valores de rojo, verde y azul para que estén en el rango de 0 a 1 dividiendo cada valor por 255 (el valor máximo que puede tener cada canal en el modelo RGB).

2. Calcular el valor máximo (V) entre los tres valores normalizados de RGB.

3. Calcular la saturación (S) como:  $S = 1 - (\min(R', G', B') / V)$ , donde  $R'$ ,  $G'$  y  $B'$  son los valores normalizados de RGB.

4. Calcular el matiz (H) de la siguiente manera:

- Si V es igual a 0, entonces H es igual a 0 (se podría definir como indefinido, pero se suele fijar en 0).

- Si S es igual a 0, entonces H es igual a 0 (también se podría definir como indefinido).
- Si  $R'$  es el valor máximo, entonces  $H = 60 * ((G' - B') / (V - \min(R', G', B')))$ .
- Si  $G'$  es el valor máximo, entonces  $H = 60 * (2 + (B' - R') / (V - \min(R', G', B')))$ .
- Si  $B'$  es el valor máximo, entonces  $H = 60 * (4 + (R' - G') / (V - \min(R', G', B')))$ .
- Si el valor calculado de H es negativo, se le suma 360.

5. Finalmente, los valores de H, S y V se expresan en grados, porcentaje y porcentaje respectivamente.

En resumen, la fórmula para convertir un color RGB a HSV es la siguiente:

$$R', G', B' = R/255, G/255, B/255$$

$$V = \max(R', G', B')$$

$$S = 1 - (\min(R', G', B') / V)$$

$$H = (60 * (G' - B') / (V - \min(R', G', B'))) \% 360 \text{ (se usa el operador \% para asegurarse de que H esté en el rango [0, 360])}$$

$$H, S, V = H, S * 100, V * 100$$

Donde R, G, B son los valores de rojo, verde y azul respectivamente.

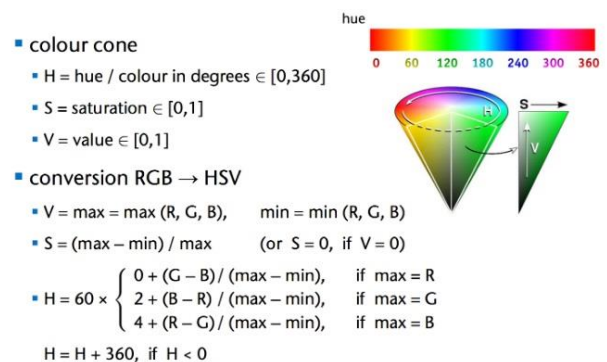


Figura 17: Fórmula para la conversión RGB a HSV

## Obtención de los canales HSI:

### Canal H

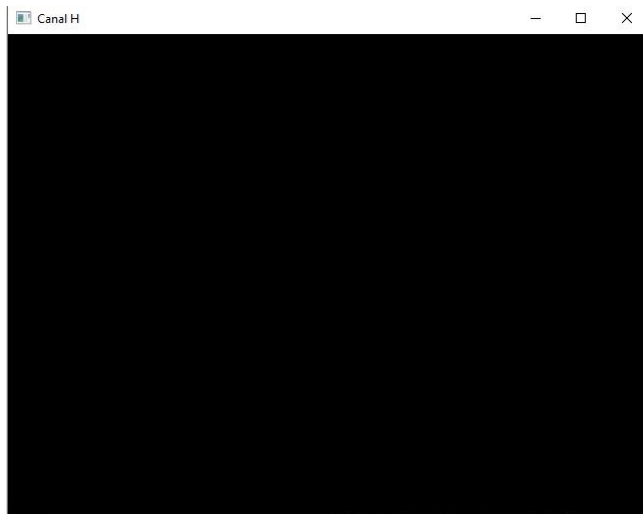


Figura 18: Transformación de RGB a H (Matiz)

### Canal S

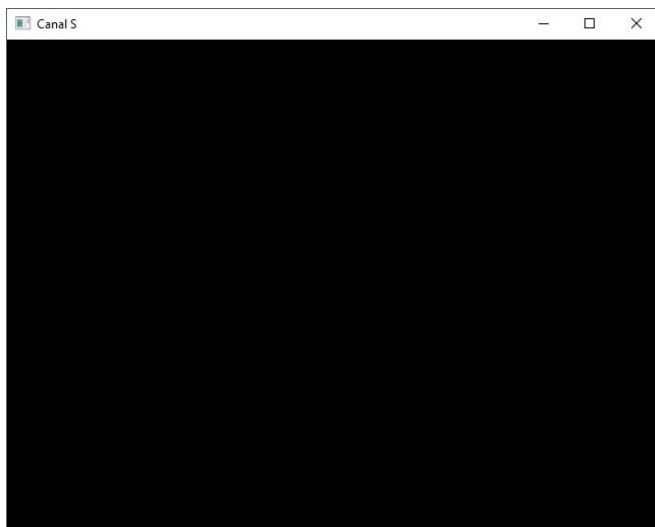


Figura 19: Transformación de RGB a S (Saturación)

### Canal V

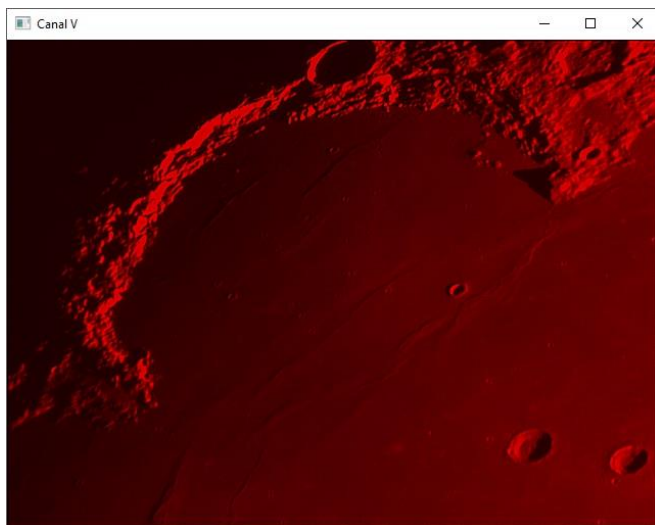


Figura 20: Transformación de RGB a V (Valor)

En resumen, la suma de los valores del modelo HSV no tiene un significado útil. Cada componente del modelo representa una característica diferente de un color y no se pueden sumar de manera coherente.

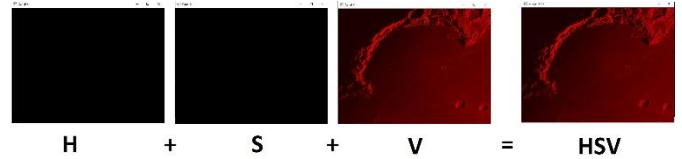


Figura 21: Suma de los canales H, S, V. dan como resultado HSV

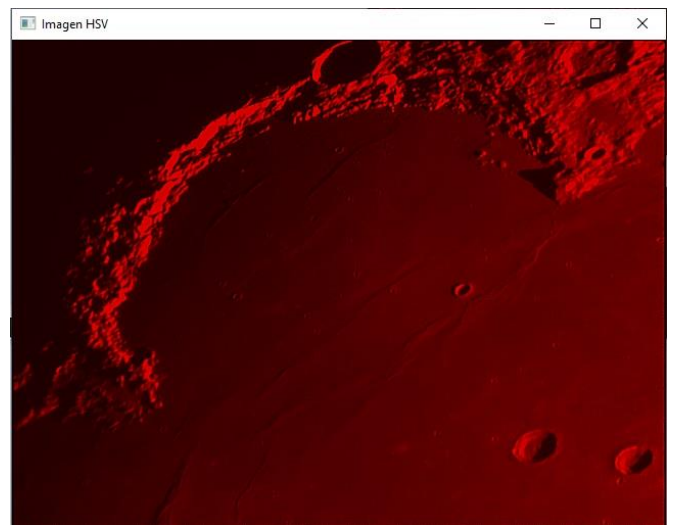


Figura 22: Imagen convertida de RGB a HSV.

El modelo HSV se basa en cómo percibe el ojo humano el color y es utilizado comúnmente en aplicaciones de diseño gráfico, edición de imagen y procesamiento de video. Es una manera intuitiva y fácil de entender para describir los colores y permite la manipulación y ajuste de los colores de manera sencilla.

La suma de los valores del modelo HSV no tiene un significado útil ya que cada componente representa una característica diferente de un color y no se pueden sumar de manera coherente. En lugar de ello, cada componente del modelo se mide en una escala específica para describir características específicas de un color.

#### D. Modelo Escala de grises.

El modelo de escala de grises es un modelo de color que representa las imágenes en tonos de gris. En este modelo, cada píxel de la imagen se representa por un solo valor que indica su intensidad luminosa. El rango de valores de un píxel en una imagen en escala de grises es comúnmente de 0 a 255, donde 0 representa el color negro y 255 representa el color blanco.

En una imagen en escala de grises, la información de color se reduce a una sola dimensión, lo que puede ser útil en ciertas aplicaciones. Por ejemplo, este modelo de color se utiliza a menudo en aplicaciones de procesamiento de imágenes, como la detección de bordes o la eliminación de ruido de imágenes. También puede ser útil en aplicaciones de impresión en blanco y negro.

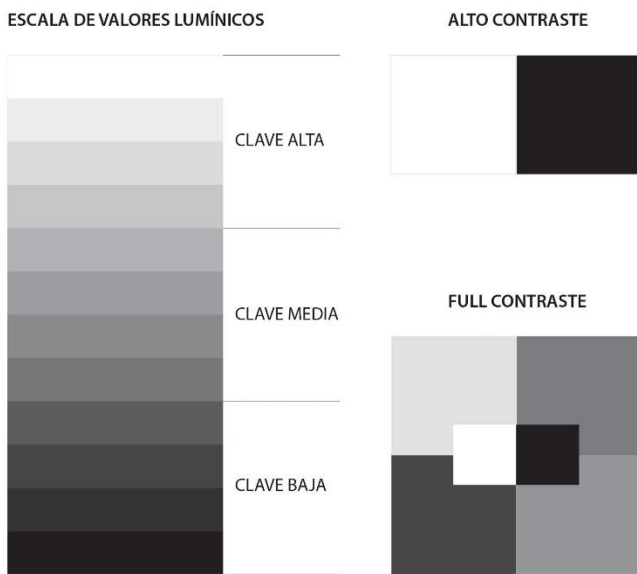


Figura 23: Modelo escala de grises

Es importante tener en cuenta que una imagen en escala de grises no tiene información de color, por lo que puede ser menos útil en aplicaciones que requieren una representación precisa del color, como el diseño gráfico o la edición de imágenes. En su lugar, se utilizan modelos de color que representan el color en términos de valores de matiz, saturación y valor (como el modelo HSV que mencionamos anteriormente) para estas aplicaciones.

#### Conversión de modelo RGB a escala de grises.

La transformación de una imagen en modelo RGB a una imagen en escala de grises se puede realizar al calcular la intensidad luminosa de cada píxel a partir de los componentes rojo (R), verde (G) y azul (B) de la imagen RGB. Hay varias formas de calcular la intensidad luminosa, pero una de las formas más comunes es la siguiente:

1. Para cada píxel de la imagen, se calcula su intensidad luminosa como la media aritmética de los valores de R, G y B del píxel:

$$I = \frac{(R + G + B)}{3}$$

2. El valor resultante de la intensidad luminosa se utiliza como el valor de color del píxel en la imagen en escala de grises.

También se pueden utilizar otras fórmulas para calcular la intensidad luminosa que dan resultados ligeramente diferentes, como por ejemplo:

$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B;$$

Esta fórmula tiene en cuenta la sensibilidad del ojo humano a los diferentes colores y pondera los valores de R, G y B en consecuencia.

$$I = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B;$$

Esta fórmula es similar a la anterior, pero utiliza diferentes factores de ponderación que se basan en los estándares de televisión y video.

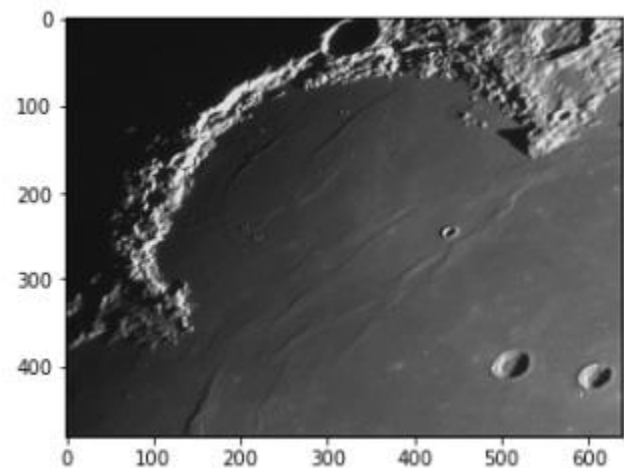


Figura 24: Imagen convertida de RGB a Escala de grises

Cualquiera de estas fórmulas puede utilizarse para transformar una imagen en modelo RGB a una imagen en escala de grises. El resultado será una imagen en tonos de gris en la que cada píxel se representa por un solo valor que indica su intensidad luminosa.

La conversión de una imagen en modelo RGB a una imagen en escala de grises es un proceso que consiste en calcular la intensidad luminosa de cada píxel de la imagen RGB y utilizarla como el valor de color del píxel en la imagen en escala de grises.

Para calcular la intensidad luminosa, se pueden utilizar diferentes fórmulas, como la media aritmética de los valores de R, G y B del píxel, o fórmulas que tienen en cuenta la sensibilidad del ojo humano a los diferentes colores y ponderan los valores de R, G y B en consecuencia.

El resultado de la conversión es una imagen en tonos de gris en la que cada píxel se representa por un solo valor que indica su intensidad luminosa. La imagen en escala de grises no contiene



información de color, por lo que puede ser útil en aplicaciones de procesamiento de imágenes, como la detección de bordes o la eliminación de ruido de imágenes, pero puede ser menos útil en aplicaciones que requieren una representación precisa del color, como el diseño gráfico o la edición de imágenes.

### E. Modelo YCbCr.

El modelo YCbCr es un modelo de color utilizado para representar imágenes digitales. A diferencia del modelo RGB, que utiliza tres componentes de color (rojo, verde y azul) para representar cada píxel de la imagen, el modelo YCbCr utiliza tres componentes diferentes: luminancia (Y) y dos componentes de crominancia (Cb y Cr).

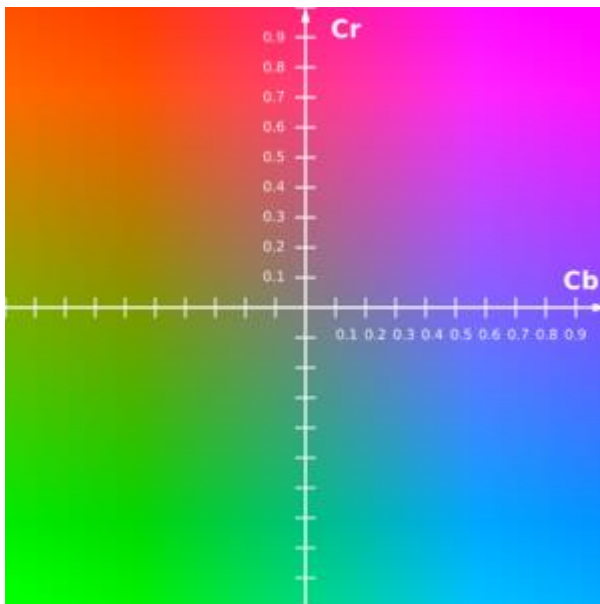


Figura 25: Espectro de YCbCr

La luminancia (Y) representa la información de brillo de la imagen, mientras que las dos componentes de crominancia (Cb y Cr) representan la información de color. La componente Cb representa la diferencia entre la información de color azul y la luminancia, mientras que la componente Cr representa la diferencia entre la información de color rojo y la luminancia. Esto significa que la información de color se separa de la información de brillo en el modelo YCbCr, lo que puede ser útil en ciertas aplicaciones.

El modelo YCbCr se utiliza comúnmente en aplicaciones de compresión de imágenes, como JPEG, porque la separación de la información de brillo y color permite una mayor eficiencia en la compresión de la imagen. También se utiliza en aplicaciones de video digital, como la televisión digital y los reproductores de DVD.

### Conversión de modelo RGB a YCbCr

La conversión de una imagen en modelo RGB a una imagen en modelo YCbCr se puede realizar mediante una transformación lineal de los valores de los componentes RGB. La transformación se puede expresar como una matriz de conversión que multiplica los valores RGB de cada píxel y produce los valores YCbCr correspondientes. La matriz de conversión se define como sigue:

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ Cb &= -0.169R - 0.331G + 0.5B + 128 \\ Cr &= 0.5R - 0.419G - 0.081B + 128 \end{aligned}$$

Donde R, G y B son los valores de los componentes rojo, verde y azul de cada píxel de la imagen RGB, y Y, Cb y Cr son los valores de los componentes de luminancia y crominancia del píxel en la imagen YCbCr resultante.

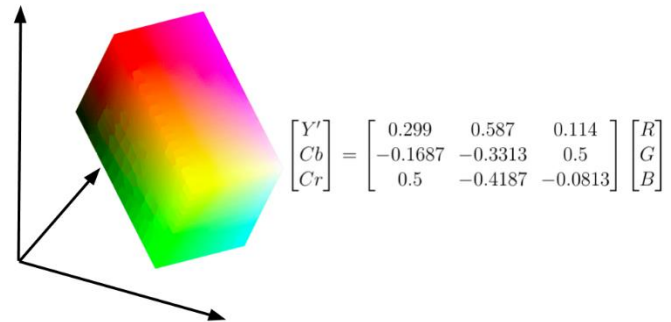


Figura 26: Operación matricial de RGB a YCbCr.

Los valores de Y, Cb y Cr se normalizan a un rango de 0 a 255 y se redondean al entero más cercano para su representación como valores de píxel. Los valores de Cb y Cr se desplazan en 128 para que se puedan representar como números enteros sin signo.

Una vez realizada la conversión de RGB a YCbCr, la imagen resultante tendrá una representación separada de la información de brillo y color, lo que puede ser útil en aplicaciones de compresión de imágenes o procesamiento de video.

La conversión de una imagen en modelo RGB a una imagen en modelo YCbCr implica operaciones matemáticas en cada uno de los píxeles de la imagen. Las operaciones se realizan mediante una transformación lineal de los valores de los componentes RGB, que se pueden expresar como una matriz de conversión.

Las operaciones específicas realizadas en cada píxel de la imagen RGB para convertirlo a YCbCr son las siguientes:

1. Se toman los valores de los componentes rojo (R), verde (G) y azul (B) del píxel.
2. Se multiplican estos valores por los coeficientes correspondientes de la matriz de conversión.
3. Los resultados de estas multiplicaciones se suman para obtener los valores de los componentes de luminancia (Y), crominancia azul (Cb) y crominancia roja (Cr) del píxel en el modelo YCbCr.
4. Los valores de Y, Cb y Cr se normalizan a un rango de 0 a 255 y se redondean al entero más cercano para su representación como valores de píxel.
5. Los valores de Cb y Cr se desplazan en 128 para que se puedan representar como números enteros sin signo.

## Obtención de los canales HSI:

### Canal Y



Figura 18: Transformación de RGB a Y (Luminancia)

### Canal Cb

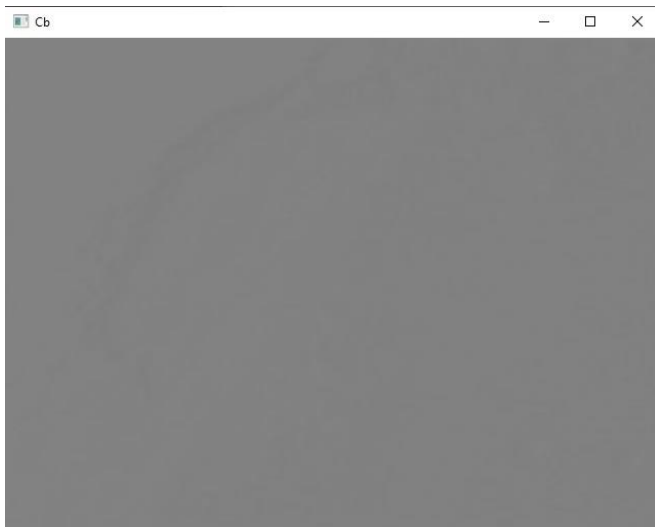


Figura 19: Transformación de RGB a Cb (Crominancia Cb)

### Canal Cr

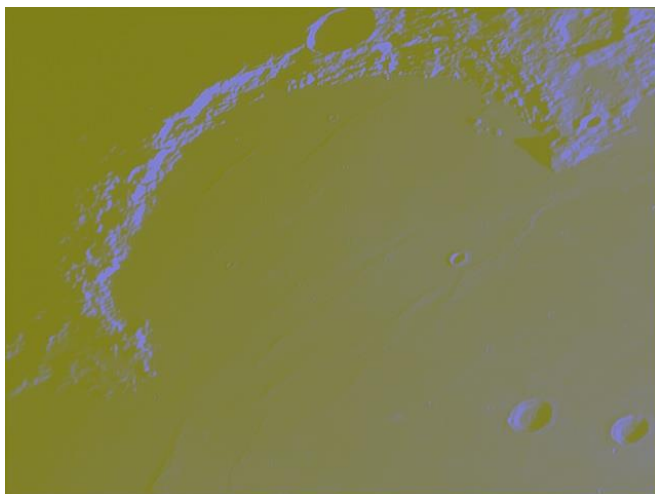
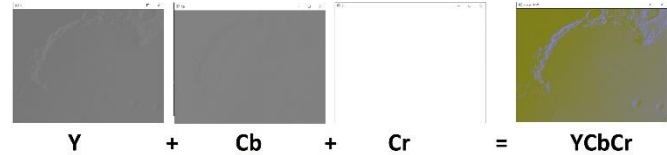


Figura 20: Transformación de RGB a Cr (Crominancia Cr)

Estas operaciones se repiten para cada píxel de la imagen RGB, lo que resulta en una imagen en modelo YCbCr en la que cada píxel se representa mediante tres valores: luminancia, crominancia azul y crominancia roja. Esta representación separada de la información de brillo y color puede ser útil en ciertas aplicaciones, como la compresión de imágenes o la transmisión de video.



En resumen, el modelo YCbCr es un modelo de color utilizado para representar imágenes digitales que separa la información de brillo y color en tres componentes diferentes: luminancia (Y) y dos componentes de crominancia (Cb y Cr). Este modelo se utiliza comúnmente en aplicaciones de compresión de imágenes y video digital.

## I. CONCLUSIONES

En conclusión, las transformaciones entre modelos de color son operaciones importantes en el procesamiento de imágenes y video. Cada modelo de color tiene sus propias ventajas y desventajas, y elegir el modelo adecuado para una tarea en particular puede mejorar significativamente la calidad de la imagen o video resultante.

La conversión entre modelos de color se puede realizar mediante operaciones matemáticas, como la transformación lineal de los valores de los componentes de color de un modelo a otro. En algunos casos, se puede utilizar una tabla de búsqueda para realizar estas conversiones de manera más eficiente.

Es importante tener en cuenta que la conversión entre modelos de color puede resultar en la pérdida de información de la imagen original. Por lo tanto, es importante seleccionar el modelo de color adecuado y ajustar los parámetros de conversión de manera óptima para minimizar esta pérdida.

En general, la elección del modelo de color adecuado y la realización de las transformaciones de color de manera adecuada pueden mejorar la calidad de la imagen o video y permitir una amplia gama de aplicaciones en el procesamiento de imágenes y video.

## . REFERENCIAS

- [1] S. <https://cs.stackexchange.com/questions/64549/convert-hsv-to-rgb-colors>
- [2] J.chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/362/1/AlonsoPeMA.pdf
- [3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
- [4] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.

Observaciones del tutor.