

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sonido e Imagen)



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**



**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA**

**“Técnicas de implementación de
cicloramas para Chroma-key sin
limitaciones de color ”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

Juan Alberto Lafuente Hernández

Director/es:

Borja Vidal Rodriguez

GANDIA, 2011

Índice General

1. Motivación (Pág. 4-7)

1.1 Objetivos

2. Fundamentos del Chroma-key (Pág. 8-22)

2.1. Descripción

2.2. Evolución histórica

2.3. Metodología

2.4. Proveedores

2.5. Materiales

2.6. Presupuesto básico

2.7. Algunas alternativas al Chroma-key convencional

3. Técnicas de composición sin restricciones de color (Pág. 23-37)

3.1. Técnica 1, Kinect

3.1.1. Descripción y características

3.1.2. Problemas y soluciones

3.2. Técnica 2, Ciclorama con infrarrojos

3.2.1. Descripción y características

3.2.2. Problemas y soluciones

3.3. Técnica 3, Chroma-key con ciclorama patrón

3.3.1. Descripción y características

3.3.2. Problemas y soluciones

3.4. Técnica 4, Chroma-key con cámaras térmicas

3.4.1. Descripción y características

3.4.2. Problemas y soluciones

- 4. Técnica de composición ciclorama con patrón temporal de colores (Pág. 38-57)
 - 4.1. Descripción y características
 - 4.2. Problemas y soluciones
 - 4.3. Presupuesto
 - 4.4. Adaptación al video
 - 4.4.1. Descripción y características
 - 4.4.2. Problemas y soluciones
 - 4.4.3. Presupuesto
- 5. Técnica de composición con un patrón temporal y un único color (Pág. 58-63)
- 6. Evaluación y conclusiones (Pág. 64)
- Bibliografía (Pág. 65-67)
- Anexo I (Pág. 68-72)

1. Capítulo 1.- Motivación

1.1. Objetivos

Tanto en cine como en televisión se realizan de forma continua composiciones entre distintas fuentes de imagen con el objetivo de dinamizar las producciones o permitir la incorporación de escenarios virtuales. Una forma básica de componer una imagen consiste en el mezclado de dos imágenes. Los primeros sistemas de composición se basaban en realizar fundidos o adiciones de varias imágenes. Posteriormente se desarrollaron los basados en llaves que permitían efectos más avanzados.

Entre los mezclados de llave, tal vez el más común es el Chroma o también conocido como cromaqui que consiste actualmente en tener un panel, una pared, una lona o cualquier otra zona de color verde o azul, en la que un personaje se ubica delante de ella para realizar una toma de una película, programa de tv o cualquier otra situación mientras una cámara lo capta.

Posteriormente en producción mediante procesado se consigue diferenciar el fondo, del personaje para sustituirlo por otra imagen, composición o video que haga creer que el personaje se encuentra en un lugar o tiene algo donde hace referencia que en realidad no existe, como por ejemplo un plató de noticias virtual, los mapas del tiempo en los telediarios como se puede observar en las figuras 1 y 2, donde podemos ver y hacernos una idea de que consiste y lo simple que es hacer un Chroma-key básico y así en muchas situaciones las cuales cada vez son mayores porque se consiguen efectos muy buenos a muy bajo coste con un mínimo de dedicación.

En este Proyecto Fin de Carrera se pretende realizar un estudio y evaluación de las restricciones que aparecen en la actualidad en sistemas de composición de video basados en Chroma-key.

Estos sistemas, cada vez más empleados tanto en producciones de alto como bajo presupuesto, permiten la realización de mezclados sencillos con buenas calidades. Sin embargo, el uso de estas técnicas impone restricciones en la elección de colores presentes en la escena, lo que supone una limitación en cuanto a las posibilidades creativas así como un elemento adicional a controlar durante la producción. Por ello, resultaría interesante disponer de estrategias para la eliminación de las restricciones en el uso del Chroma-key, para más información [REF0].



Figura 1. Chroma-key. El tiempo de Google Imágenes



Figura 2.Chroma-key. El tiempo de Google Imágenes

Este Proyecto Fin de Carrera pretende estudiar distintas opciones que se han planteado para abordar estas limitaciones, analizar sus ventajas e inconvenientes y proponer nuevas estrategias.

Así pues, el presente Proyecto se divide en 6 capítulos. En el primer capítulo se realiza una revisión del estado del arte y descripción del mezclado mediante Chroma-key.

En lo que se refiere al capítulo 2 nos centraremos en explicar en qué consiste y como se genera la técnica del Chroma-key, para ello explicaremos las principales características de la técnica tanto los colores más habituales que se emplean y sus características, también hablaremos de las necesidades de iluminación, tanto de la cantidad de focos como de su ubicación y su temperatura de color, para terminar con una breve explicación de la evolución que ha sufrido el Chroma-key desde sus inicios hasta la actualidad. Pasando desde el conocido travelling mate hasta lo más actual en software específico como por ejemplo Ultimatte.

Seguidamente hablaremos de la metodología necesaria a tener en cuenta a la hora de realizar la técnica y obtener buenos resultados. Para terminar hablando de algunos proveedores de material, de las características de dichos materiales que se emplean en este tipo de composiciones obteniendo un presupuesto aproximado para un estudio básico y alternativas más modernas a esta técnica como es el Liting y la lona Chromatte de Reflecmidia.

En el capítulo 3 hablaremos de las alternativas de composición sin restricciones de color, donde mencionaremos y estudiaremos algunas alternativas al Chroma básico donde poder eliminar la problemática en el vestuario que tiene esta técnica.

Como son el empleo del Kinect, el empleo de un ciclorama con infrarrojos, el empleo de cámaras térmicas y también en el empleo de patrones en los cicloramas que es donde nos centraremos más para la elaboración de este proyecto.

En el capítulo 4 empezaremos a realizar el estudio del empleo de patrones de color en los cicloramas, para así eliminar por completo las restricciones de color en el vestuario de los actores.

Primero realizaremos pruebas con Matlab para obtener Chromas básicos y familiarizarnos con el código, para seguir con cicloramas patrón tanto en fotografía como en video obteniendo información de problemas y soluciones que nos han ido surgiendo y verificar que sea un proyecto viable.

Para terminar con el presupuesto necesario que nos haría falta para poder realizarlo.

En el capítulo 5 hablaremos sobre los patrones temporales para Chroma-key con un único color donde realizaremos pruebas en el estudio, obteniendo conclusiones al respecto con las que seguir investigando.

En el capítulo 6 lo dedicaremos para hablar de las conclusiones que hemos llegado después de todas las pruebas realizadas a lo largo del proyecto y hacer un breve resumen.

Por último terminamos con toda la bibliografía que hemos ido necesitando y anexos que hemos ido obteniendo a lo largo del proyecto.

2. Capítulo 2.- Fundamentos del Chroma-key

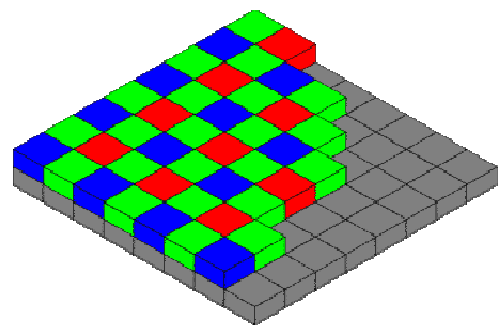
2.1. Descripción

Partimos del significado de composición, que consiste en la creación de una nueva imagen a partir de múltiples elementos no relacionados. En esta técnica uno de los puntos más importantes es la creatividad y el arte a la hora de realizar la composición, porque es la diferencia de un cromograma de calidad a uno que no lo es.

La imagen principal es captada sobre un fondo de un solo color o una gama de color relativamente estrecha de color, generalmente azul o verde debido a que estos colores son considerados como los más alejados del tono de la piel, para así hacer coincidir lo captado con la cámara y el color predefinido anteriormente y poder sustituirlo por un video o fondo alternativo.

Este proceso se conoce comúnmente como "manipulación" o simplemente "key".

El verde es el más utilizado actualmente como fondo para estas composiciones, porque los sensores de imagen en cámaras de video digitales son más sensibles al verde, debido al patrón de Bayer que como se puede observar en la figura 3, hay más píxeles de la componente de verde que del resto.



[Bayer de Google Imágenes](#)

Por lo tanto, el canal de la cámara verde contiene menos "ruido" y puede producir un verde más correcto que en el caso del azul o el rojo.

Además se necesita menos luz para iluminarlo, por la misma razón de sensibilidad y por tanto se simplificará el tema de iluminación.

Como hemos comentado anteriormente el verde es el color más empleado para hacer los Chroma-key pero en algunas situaciones es conveniente utilizar otro color como por ejemplo el azul.

El azul también se usa frecuentemente siendo el primer color que se escogió para Chroma-key. Ya que es complementario al tono de la piel humana. El uso de azul también está relacionado con el hecho de que la capa de emulsión azul de la película cinematográfica tiene los mejores cristales y por lo tanto un buen detalle y grano mínimo (en comparación con las capas rojas y verdes).

En general el verde es óptimo para sistemas basados en cámaras CCD o CMOS mientras que el azul se sigue empleando por la existencia de muchos equipos basados en este color. La elección del color depende de los artistas de los efectos y las necesidades que tenga el director de la película o programa en cuestión.

Pero también se puede emplear en tomas de exteriores como podría ser en un parque, el cual tiene muchas tonalidades de verde, pudiendo llegar a producirse una confusión en el remplazo de la imagen si lo utilizásemos como llave para el Chroma, mientras que si usamos el azul no tendremos ese problema siempre y cuando no tengamos tomas o escenas de cielo. Eso sí, siempre teniendo en cuenta que el azul necesita más iluminación que el verde.

A pesar de que verde y azul son los más comunes, cualquier color puede ser utilizado. El rojo es generalmente evitado debido a su prevalencia en pigmentos de la piel humana normal, pero puede ser usado para los objetos y escenas que no tienen que ver con dicha pigmentación. En algunas producciones se ha usado el magenta por la presencia de un fuerte contenido en verdes y azules en la escena a procesar.

Un tema clave es la ropa, la cual no debe coincidir o ser similar al color del Chroma (a no ser que sea intencionadamente), ya que la ropa puede ser sustituida por el vídeo o imagen de fondo y provocar un efecto no deseado. Un ejemplo de uso intencional es cuando un actor desaparece en una escena y se hace transparente, pues resulta que lleva una capa o tela del color del Chroma sobre su cuerpo, produciendo que se inserte la imagen fondo y la persona sea sustituida pareciendo que desaparece.

Hemos estado hablando de los problemas que presenta el color de los ciclорamas en algunas ocasiones y de las precauciones necesarias para evitar esos problemas, pero también es muy importante el tema de iluminación, ya que tenemos que evitar en todo momento sobras que puedan hacer que el color de fondo no sea totalmente uniforme, produciendo que la cámara no capte bien la llave y el reemplazo no sea satisfactorio. Normalmente este problema se puede ver en transmisiones de bajo presupuesto o retransmisiones en directo donde los errores no se pueden ser reparados de forma manual y la calidad de los materiales no siempre es buena. También tenemos que tener en cuenta que el fondo tiene que ser lo más liso, uniforme y mate que sea posible con el fin de obtener la llave de Chroma lo más limpia posible y la diferencia de valor entre sujeto y pantalla sea elevada.

Aunque a veces alguna sombra es utilizada para crear algún efecto especial, como podría ser las sombras de desplazamiento del personaje sobre el escenario, produciendo un aumento de la realidad en la escena.

Lo que necesitamos para una buena iluminación son focos con una temperatura de color de unos 5600k, que sería fácil de conseguir con unos cuarzos y filtros azules para subir la temperatura de color, aunque se podría usar papel de cebolla, porque es más barato y crea una luz uniforme que es lo que nos interesa en nuestro caso. También se podría usar luz fluorescente ya que es característica por crear una iluminación blanda y con valores cercanos a los 5600K sin necesidad de filtros y también este tipo de iluminación suele ser de bajo consumo punto importante a tener en cuenta.

La luz tiene que estar lo más dispersa posible para no crear puntos de luz que pueda favorecer a la aparición de sombras.

Con tres focos tendríamos suficiente, dos para iluminar el fondo y un tercero por detrás del personaje (a contraluz) consiguiendo un mejor recorte del personaje y un Chroma mucho más realista. En la figura 4 podemos hacernos una idea de cómo se deben colocar. Si se produce “spill” (el recorte del personaje y el ciclorama no es correcto) se aconseja emplear en los “contras” un filtro del color complementario para reducirlo. Más información en [Ken58] y [Bri08]



Figura 4. Distribución de material para Chroma-key de Google Imágenes

2.2. Evolución histórica

Para llegar al Chroma que hoy se conoce muchas han sido las evoluciones que esta técnica ha tenido que sufrir. Por ejemplo grabar tarjetas impresas o pintadas por separado para luego unir las manualmente a los fotogramas necesarios, era un trabajo laborioso y muy costoso puesto que era totalmente manual. Fue en el campo de la fotografía en 1920 cuando C. Dodge Dunning patentó el sistema al que llamó Dunning Travelling Mate [REF1] que podemos observar en la figura 5 de más abajo y así entender el procedimiento tan elaborado que se empleaba para poder obtener la composición final.

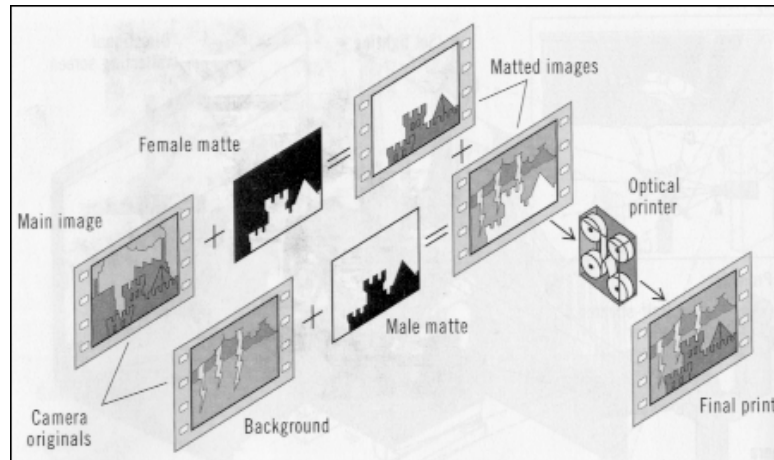


Figura 5. Travelling Matte de Google Imágenes

Este sistema consiste en captar las dos imágenes (background y foreground) y obtener la máscara de la zona deseada para luego unirlos mediante una impresora óptica.

Para la realización de las máscaras se emplea un negativo virgen y uno positivo entintado con color naranja. Durante la fotografía se iluminaba con luz naranja contra un fondo blanco iluminado con luz azul de modo que actúen como una máscara.

En el cine se llegaron a usar máscaras, que consistía en una lámina de cristal que se situaba frente al objetivo de la cámara con un área pintada de negro que luego serviría para poder insertar otra imagen en su lugar.

Si nos fijamos la tecnología y la técnica han evolucionado mucho pero la base sigue siendo la misma, combinar dos imágenes grabadas o editadas en un lugar y tiempo diferente.

Al principio era una técnica poco utilizada debido a la dificultad que esta tenía, pero conforme fueron pasando los años empezó a tener cada vez más éxito ya que se fue mejorando, por la necesidad de tenerla más refinada y controlada, con la consecuencia de reducir sus costes hasta el hoy conocido como Chroma-key, que es extraña la producción que no lo usa por la facilidad de la creación y el bajo presupuesto que supone una producción de estas características.

Puesto que hoy en día es posible realizarlo con un ordenador que tenga instalado un software específico dependiendo de la plataforma usada Mac o PC, (los más usados son Adobe After Effects, Adobe Premier Pro, Final Cut Pro y sin olvidarnos del plugin Ultimatte AdvantEdge, que es de los más empleados para la realización y composición de toda clase de Chroma-key debido a su gran sencillez pero sin descartar un buen acabado y es compatible con la mayoría de los programas de edición, en la figura 6 se pueden observar capturas de pantalla de los programas) una cámara de video y un fondo de color verde o azul ya sea pared pintada o una lona de dicho color.

El principal punto que se debe cumplir para un buen croma es realizarlo de la manera más real y convincente posible para el espectador. Porque si desentona o es poco realista la inmersión del espectador sobre lo que se está contando se verá reducida.

Para conseguir un buen Chroma-key varios son los puntos a tener en cuenta como por ejemplo una buena iluminación o un fondo acorde a las necesidades, la vestimenta del personaje adecuada y todo eso es un tema que continuamente se está investigando para conseguir mejorar cada vez más esta técnica.



Figura 6. Programas que realizan Chroma-key de Google Imágenes

2.3. Metodología

Como hemos ido comentando a lo largo del proyecto, realizar un Chroma-key puede ser muy sencillo o complicado a la vez, todo depende de las necesidades que se tengan y para que va a ser empleado. Por eso vamos a dedicar un punto a explicar algunos pasos y ideas necesarias que se deberían tener para realizar un Chroma-key.

Unos de los principales problemas que nos podemos encontrar a la hora de realizar un Chroma es el recorte del personaje sobre el fondo verde por una desafortunada iluminación o también en reducir al máximo las sombras inoportunas.

Pero primero partiremos de lo más básico, establecer unas premisas importantes y evidentes, utilizar material de calidad tanto en cámara, iluminación y fondo. Y así reducir al máximo problemas debidos por el uso de material de baja calidad que en muchos casos las cámaras usan señales de Luminancia más Chrominancia (Y/C) que reduce considerablemente el ancho de banda de la señal y por tanto su calidad y nos será más complicado realizar un Chroma de calidad, otro de los problemas es el uso de formatos de almacenamiento como MiniDV o SVHS que usan algunas cámaras, que almacenan la información reduciendo la calidad que la cámara capta para tener más autonomía. Por tanto sería conveniente trabajar en estudio con señales RGB y en ambientes PAL o NTSC para tener la máxima calidad y reducir problemas, aunque no siempre será posible realizarlo en un estudio y con material de alta calidad.

Una vez tenemos claro nuestras necesidades y por tanto el material a emplear pasamos hablar del fondo y su iluminación que como hemos ido comentando es una de las cosas más importantes y más difíciles de conseguir por su elevada complejidad. Debemos conseguir un fondo lo más mate posible para evitar reflejos y coloración de la iluminación ya que supondría un peor recorte del sujeto sobre el fondo, aunque algunos dispositivos suelen disponer de una función para reducir o disimular este efecto, llamado spill supression pero que en ocasiones no reduce lo necesario y puede introducir irregularidades en el color.

Respecto al fondo también podemos encontrar problemas con las sombras si la iluminación no es la correcta y especialmente si el sujeto debe desplazarse a lo largo del Chroma, pero se podrían considerar tres principios como los fundamentales para una buena iluminación.

1. Una vez establecido el key del sujeto, este debe respetarse rigurosamente a lo largo de toda la producción, aunque ello represente un elevado trabajo para conseguirlo. Jugando con la iluminación, con el monitor forma de onda y el exposímetro conseguiremos el punto deseado.
2. Debe existir una diferencia significativa entre la luminancia del sujeto y la del fondo, facilitando la ubicación de zonas disparejas en el fondo y asegura un nivel similar de saturación de color en el fondo. Normalmente con tres puntos de luz sería suficiente, dos frontales a la derecha e izquierda y uno trasero para el recorte del personaje.
3. Hay que separar físicamente al sujeto del fondo y si es necesario emplear más iluminación se utilizará si queremos conseguir un Chroma definido.

Nunca usaremos filtros de cámara cuando hagamos tomas para Chroma ya que los cambios aparentes de contraste, color o definición que estos producen van a dificultar el recorte. Sería conveniente utilizarlos después de tener la composición finalizada para reducir algunas imperfecciones.

Para el caso que no sea posible el uso de material de alta calidad es aconsejable trabajar con DV de 25 Mbits, usar fondos ligeramente borrosos o con foco suave ayudara a disimular los problemas de recorte, especialmente si se manejan bordes suaves y a la vez nos mejorará la sensación de recorte. Y por descontado evitar elementos finos, colores oscuros, líneas diagonales,...

No realizaremos balance de blancos con un plano abierto sino ajustado y en medio del campo de luz. Porque si lo hacemos en plano abierto estamos introduciendo reflejos del fondo los cuales se pretenden disimular, porque así lo que conseguiremos son tonos de piel amarillentos sobre fondos azules y rojizos sobre fondos verdes debido al reajuste que realiza el balance de blancos.

Para escoger la pintura apropiada hay que conseguir muestras y aplicarlas a la pared del estudio, una vez aplicada la iluminaremos de la mejor manera posible. Seguidamente captaremos la muestra con la cámara y visualizaremos por el vectorscopio que cumple con los niveles.

En algunos Chroma-key es importante ajustar la perspectiva del personaje en el fondo, para que cuando se realice la composición el objeto quede perfectamente integrado en la imagen resultante. Normalmente se suele producirse cuando se crean sets virtuales como por ejemplo platos de noticiarios. Los cuales tienen que venir acompañados por unas guías para poder ubicar perfectamente al individuo en el fondo de la composición y así conseguir un Chroma-key mucho más realista.

2.4. Proveedores

Gracias a la facilidad y bajo presupuesto que supone realizar un Chroma-key con muy buenos resultados, la demanda de material se ha disparado y por tanto el número de empresas especializadas en el tema se han multiplicado tanto en tiendas físicas como venta en páginas web como por ejemplo la empresa Reflecmedia [REF2] es una empresa especializada en el desarrollo y venta de soluciones de Chroma-key para vídeo, televisión y producciones cinematográficas. En ella podremos encontrar material como lonas, anillos de Chroma, iluminación, material portátil para realizar Chroma-key en el exterior y mucho más, en la figura 7 podemos ver un kit básico.



Figura 7. Chromatte y Anillo de Chroma LiteRing de Google Imágenes

Otra empresa podría ser TubeTape [REF3] que es parecida a la anterior pero con más variedad de material como por ejemplo pintura para paredes o lonas de los colores específicos como en la figura 9, software destinado para realizar Chromas como el CompositeLabPro y muchos más, también tienen trajes de color verde como el de la figura 8, en definitiva todo lo necesario para la producción con Chroma-key. Esto son ejemplos pero existen muchísimas más tiendas en las cuales podremos encontrar todo el material necesario a precios muy competitivos.



Figura 8. Traje Chroma de Google Imágenes



Figura 9. Kit básico de Google Imágenes

2.5. Material

En este apartado vamos a nombrar los materiales más usados que podremos encontrar en el mercado en lo que respecta al Chroma-key que habitualmente se usan en la mayoría de producciones y programas de televisión. Con el fin de conocerlos mejor tanto por su nombre como por su aspecto.

1. Lona:

Es el principal complemento del Chroma-key sin él no sería posible realizar esta técnica y existen de dos colores verde y azul. También existen lonas para exteriores de tamaño más reducido y reversibles. Figura 10.



Figura 10. Lona Chroma-key para estudio y lonas portátiles de Web TubeTape

2. Soporte:

Se emplea para poder sujetar la lona detrás del personaje de una manera firme y lo más lisa posible, en la figura 11 vemos un ejemplo.



Figura 11. Soporte para Lonas de Web TubeTape

3. Bote Pintura:

Es una alternativa diferente al uso de lonas pero con la misma utilidad, lo único que si la pared es completamente lisa, no tendremos el problema de arrugas como en la lona. Figura 12.



Figura 12. Pintura para Chroma-key de Web TubeTape

4. Focos:

La elección de este material es muy importante, porque una buena elección puede llevar a un buen Chroma-key o no tan bueno. Esta sería la alternativa mínima con 3 focos, dos delante y uno detrás para definir al individuo perfectamente del fondo verde. Figura 13.



Figura 13. Focos para estudio de Web TubeTape

5. Cinta:

Se usa para tapar zonas pequeñas que no sale rentable poner una lona o pintar y también para unir varias lonas y así que no sea perceptible esa unión. Figura 14.

Figura 14. Cinta de Web TubeTape



6. Difusores:

Como anteriormente hemos estado comentando la iluminación en un Chroma-key tiene que ser lo más uniforme posible y esto se consigue gracias a los difusores, que como bien define su nombre se encargan de crear una iluminación más difusa y por tanto hacerla menos dura. Evitando que se puedan introducir sombras no deseadas. Figura 15.



Figura 15. Difusores para focos estudio y portátiles de Web TubeTape

2.6. Presupuesto básico

En este apartado vamos a realizar un recuento del mínimo material necesario para poder realizar un Chroma-key simple, con diferentes alternativas, obteniendo varios presupuestos aproximados de lo que podría costar todo el material, haremos referencia de precios de la tienda mencionada en el apartado anterior, TubeTape y para el último presupuesto de la tienda Warp [REF4], aunque podrían ser de coste mucho más elevado para producciones con un presupuesto superior, en la cual se necesita una técnica mucho más depurada y por tanto muchos más recursos.

1º PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Lona	Color verde de tamaño 10' x 12'	1	34,26
Kit de iluminación	kit de 600w con 3 halógenos, con soportes	1	139,45
Soporte	10 'x 12' construido en aluminio y funda de transporte	1	69,25
		TOTAL	242,96

2º PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Bote de pintura	Color azul para unos 100 metros cuadrados	1	35
Kit de iluminación	kit de 600w con 3 halógenos, con soportes	1	139,45
		TOTAL	174,45

3º PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Lona Chromatte	4m x 3m con funda de transporte	1	2695
Anillo Chroma	36 LED's de color verde de 158 candelas, 72mm con controlador de potencia y alimentación	1	700
		TOTAL	3395

2.7. Algunas alternativas al Chroma-key convencional

En los puntos anteriores hemos estado hablando de la técnica más usada del Chroma-key, pero este método tiene algunas limitaciones como por ejemplo el color tiene que tener una banda estrecha y lo más puro posible para evitar tener que usar una banda más ancha y perder colores que podrían estar presentes en la escena, eso conlleva a una exhaustiva y complicada iluminación y lo que eso significa, elevado gasto de energía, mayor nivel de temperatura que tienen que soportar los actores y los técnicos y que en cada toma de cámara hay que cambiar la iluminación para mantener la uniformidad del color.

Por eso se han optado por otras alternativas como por ejemplo el mencionado en el punto 1 sobre las lonas Chromatte y del anillo de Chroma LiteRing en la figura 16.



Figura 16. LiteRing de Google Imágenes

Este método es muy actual, nacido en la década de 1990, es una buena solución para estudios pequeños o cuando existen limitaciones de tiempo, ya que no tienes la necesidad de dedicar una zona del estudio para realizar Chromas porque si se necesita simplemente tienes que extenderla y ponerle el anillo a la cámara. Es una alternativa un poco más cara que la normal, pero en determinados estudios es una buena opción.

Consiste en una lona de un color grisáceo de tamaño estándar y anillas para una fácil sujeción y toda su superficie consta de millones de cristales que reflejan la luz incidente del LiteRing haciendo que la cámara capte un fondo uniforme del color de los LED's. En la figura 17 podemos observar el esquema de la lona.

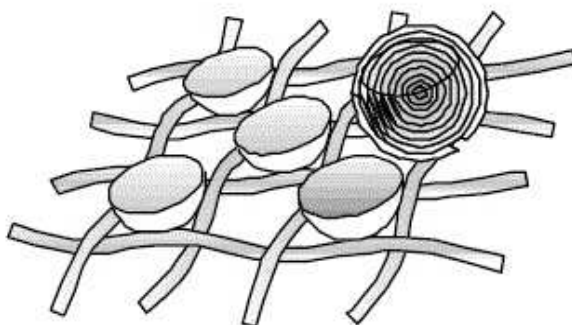


Figura 17. Estructura interna Chromatte de Web Reflecmidia

Con este método la única iluminación necesaria para realizar el Chroma es la del anillo y luz ambiental de la sala, a diferencia de las otras mencionada que si necesitan una iluminación más exhaustiva cerca de los 1000 vatios y son más vulnerables a movimientos de cámara porque la iluminación no va en concordancia con la cámara y por tanto a la no uniformidad del fondo llave.

En lo que consta al anillo, existen de varios diámetros y diferente cantidad de LED's para más o menos potencia, desde las 47 candelas con LED's azules hasta las 158 candelas con verdes, la potencia de estos se controla mediante un controlador que podemos ver en la figura 18.



Figura 18. Controlador LiteRing de Reflecmidia

3. Capítulo 3 .- Técnicas de composición sin restricciones de color

Como hemos ido hablando a lo largo del proyecto, muchas son las pautas que tenemos que tener en cuenta a la hora de realizar un buen Chroma, desde la elección del color específico, obtener una iluminación correcta y uniforme en todas las superficies ya que si no se tiene especial atención en ese tema podríamos llegar a tener problemas a la hora de realizar esta técnica. También hay que mencionar la problemática con el movimiento de cámara que en la técnica más básica del Chroma podemos llegar a tener problemas con las sombras y la iluminación, ya que al desplazarnos la iluminación respecto a la cámara varía.

También hablar de la problemática del vestuario empleado, teniendo que tener unos determinados colores restringidos para evitar problemas, en sí muchas son las pautas que tenemos que tener en cuenta para eliminar o reducir al máximo todas estas contraindicaciones.

Para ello vamos a investigar en una serie de alternativas que nos parecieron más interesantes y puedan ayudar a minimizar estos problemas o si es el caso a su eliminación. Y profundizaremos en la última técnica que es la que emplearemos en la investigación práctica del proyecto. Pero existen más alternativas como la de P. Vlahos [Vla78], la de Anselm Grundhofer [Gru10], la de James R [Col08] o la de Yoshio Monjo [Mon02].

3.1. Técnica 1: Kinect

3.1.1. Descripción y características

Una buena alternativa a tener en cuenta sería el complemento que ha sacado Xbox 360 de la mano de la compañía Microsoft, al principio era conocido como Proyecto Natal pero al final se ha llamado Kinect [REF5]. Es un sistema capaz de reconocer a las personas y sus movimientos para interactuar con los juegos que la videoconsola dispone, sin la necesidad de emplear ningún otro dispositivo que no sea el propio cuerpo.

El dispositivo es capaz de rastrear 6 personas en los cuales incluye a dos personas en movimiento, también es capaz de rastrear hasta 20 articulaciones diferentes por jugador activo. Todo esto es posible gracias a un láser y sus 2 cámaras. Una de 320 x 240 a 16 bits de profundidad de campo a 30fps y otra de 640 x 480 32 bits de color a 30fps. El láser infrarrojo emite una matriz de puntos que rebotan en las distintas personas u objetos de la sala y con la primera cámara (sensible a luz infrarroja) detecta el movimiento del personaje generando una forma de esqueleto como el de la figura 20

y la profundidad del ambiente mediante procesado, pudiendo llegar a diferenciar entre personas y objetos, tipo de ropa, pelo, con la ayuda de la segunda cámara. En la figura 19 podemos observar el principal funcionamiento de la emisión y captación de infrarrojos.

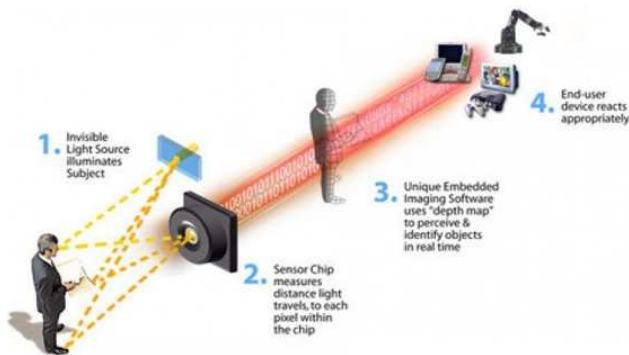


Figura 19. Funcionamiento infrarrojo de Kinect de [REF5]



Figura 20. Esqueleto virtual generado por Kinect de [REF6]

De esta forma genera la forma de un esqueleto en movimiento, teniendo precargado unas 200 poses comunes para movimientos que la cámara no pueda captar y tener una buena representación de los movimientos. Debido a la baja resolución de puntos del laser el equipo no es capaz de reconocer los movimientos de manos o dedos. La segunda se encargará de captar la misma imagen que la otra cámara pero con más resolución y en RGB.

El equipo también dispone de una serie de micrófonos capaces de captar audio de hasta 16KHz a 16 bits. Pudiendo reconocer y diferenciar voces a distancias inferiores a 5 metros e ignorando ruidos ambientales u otro sonido que no provenga de la fuente principal (se consigue con 4 micrófonos boca abajo en la parte inferior del equipo).

También dispone de un motor encargado desplazar la óptica hacia arriba y abajo para ajustarla a las diferentes estancias, siendo su ubicación recomendada a una altura de 1 a 2 metros. El motor también se encarga de realizar el zoom para ampliar o reducir espacio de juego.

En definitiva dispone de un campo de visión horizontal de 57° y vertical de 43° el cual puede variar tanto hacia arriba como hacia abajo 27° con una profundidad del sensor de 1,2 a 3,5 metros de distancia. Por último indicar que tiene un coste de 100€. En la figura 21 podemos observar como es el dispositivo.



Figura 21. Kinect de Google imágenes

3.1.2. Problemas y soluciones

Una vez sabemos todo el potencial que tiene el equipo, podemos hacernos la pregunta si este sistema sería capaz de realizar un Chroma key en condiciones. Ya que es capaz de reconocer a la persona que tiene delante y reconocer todos sus movimientos sin confundirse con otros objetos, animales que no interesen. Por tanto en la teoría sería una función fácil seleccionar a la persona detectada por el sistema y reemplazar el fondo por otro sin problemas.

Pero vamos a ver que sí que es posible pero no va a resultar como creemos o sería recomendable para la realización de un Chroma en condiciones.

Pero primero vamos a dejar claro que la compañía Prime Sense [REF7] responsable de la creación de la tecnología que emplea Kinect y entre otras empresas han sacado a la luz el interfaz de programación en código abierto, este driver deja manejar todos los aspectos de Kinect (audio, video, sensores) por lo tanto cualquier persona con un mínimo de conocimientos informáticos y programación podrá modificar o añadir aplicaciones y funciones al dispositivo mediante la conexión USB que este dispone conectada a un PC. Ya que no se consideraría delito al ser la propia empresa quien te proporciona dicho material.

Se pueden ver muchos videos en Youtube en los cuales personas se dedican a hacer aplicaciones para Kinect. Pero vamos a mencionar uno de estos videos que tiene que ver con nuestro tema, el Chroma con Kinect. En el cual podemos ver como una persona realiza un Chroma-key con su ordenador y Kinect conectado mediante el USB, en la figura 22 podemos ver una captura de pantalla del video y más abajo un link del video.

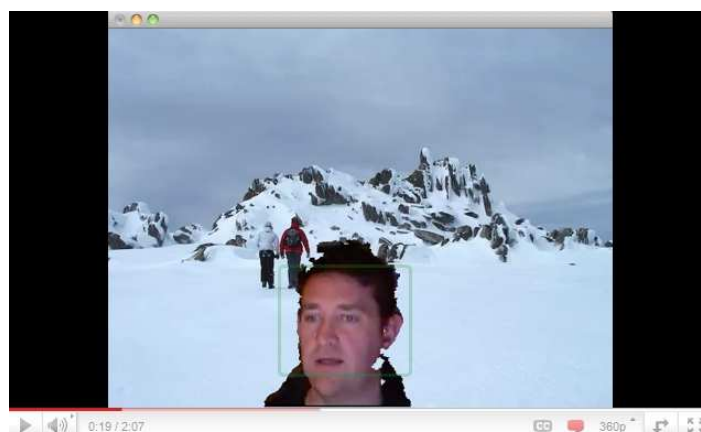


Figura 22. Chroma con Kinect. Video en Youtube [REF8].

A partir del video anterior podemos sacar las conjeturas necesarias para decir que este método para realizar un Chroma en condiciones no es viable, debido a los fallos que tiene sobre la definición de bordes en el individuo y el retraso de procesado debido al hardware del sistema que no está fabricado para esta función.

La definición de bordes no se realiza correctamente debido a la baja resolución de puntos que el laser es capaz de emitir por tanto no genera una buena definición de los bordes. También hay que destacar como anteriormente hemos hablado, Kinect no es capaz de diferenciar los movimientos de dedos y manos, por tanto cuando en el Chroma entren en juego esta parte del cuerpo no se realizará como debiere. En el video se puede observar que una vez llegado a las muñecas no realiza bien el Chroma.

Una solución para este problema sería modificar el haz infrarrojo por uno de mayor resolución y conseguir más densidad de puntos en la matriz para así obtener una mejor definición de la silueta del personaje, pero conllevaría más procesado de imagen que saturaría el equipo, produciendo mayor ralentización en los movimientos y no quedaría un Chroma tan realista.

3.2. Técnica 2: Ciclorama con infrarrojos

3.2.1. Descripción y características

En este caso vamos a decantarnos por una alternativa un poco innovadora que hasta el momento es un poco desconocida, por tanto la información sobre el tema es muy reducida o inexistente.

Consiste en la creación de un ciclorama con emisión infrarroja emitida por una serie de LED's infrarrojos que gracias a una óptica o un filtro de densidad neutra elevada (parecido a lo que se emplea en las pantallas LCD para repartir la luz a lo largo de todo el panel de una manera uniforme) ubicado en la parte delantera del ciclorama nos ayudará a conseguir una iluminación uniforme. Se necesitará una cámara sensible a luz infrarroja para poder captar el rango de frecuencia que emplea el infrarrojo, ya que el ojo humano no es sensible en esa zona por tanto no molestará.

Este panel no tendrá la necesidad de ser iluminado por ningún foco ya que es el propio ciclorama el que emite la luz, con la luz de la sala será suficiente y eliminaremos la problemática con la iluminación que tenemos en otros métodos. Tampoco tendremos problemas de movimientos de cámaras que puedan generar sombras indeseadas debido a que es el propio ciclorama quien emite la luz.

Conseguiremos evitar un alto consumo de energía para iluminar el ciclorama como en otro tipo de técnicas debido a la baja necesidad de iluminación y el bajo consumo de los LED's y por tanto también conseguiremos reducir drásticamente la temperatura del plató.

Este sistema está basado en el Chroma básico, que consiste en obtener la llave con la que hacer la composición. En la figura 23 podemos observar como el generador de llaves se encarga de generar la llave necesaria para la realización de la técnica, con la imagen deseada en negro y la que deseamos cambiar.

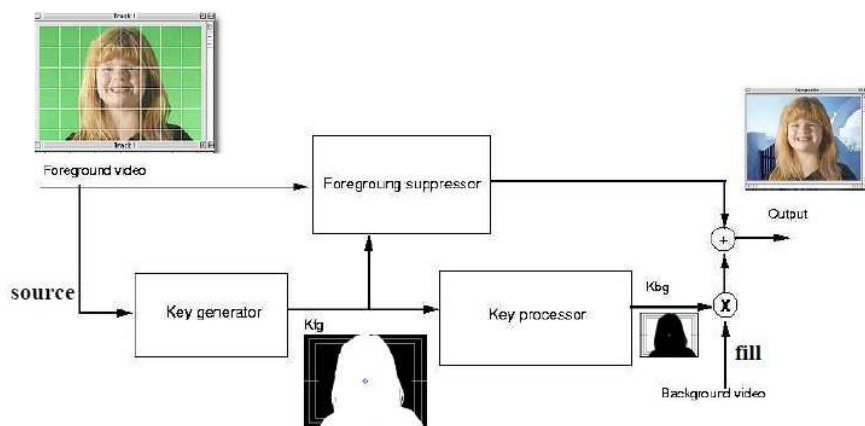


Figura 23. Esquema de bloques simple de un Chroma-key de Apuntes Tema 3 de Laboratorio de Video

Con este método podremos obtener la misma señal de llave sin la necesidad del generador. La zona blanca sería la iluminación emitida por los LED's y captada por los CCD de la cámara y la zona negra será el personaje, al situarse en la parte delantera del ciclorama no dejará pasar la luz consiguiendo una buena simulación de la silueta con la que hacer la llave. Y posteriormente mediante un fácil procesado conseguir el remplazo de las imágenes.

3.2.2. Problemas y soluciones

En la realización de este método son varios los problemas que nos podemos encontrar y uno de ellos es si los LED's infrarrojos tendrían la energía suficiente para que el CCD de la cámara lo capte a una distancia determinada debido a su baja potencia, pudiendo llegar a ser un problema en platós medianamente grandes.

Otro de los problemas que tendríamos sería la creación del ciclorama que para conseguir una iluminación de gran potencia y a la vez uniforme para evitar problemas de llave cuando se realice en la práctica, debido a que la iluminación LED proviene de un punto muy reducido con potencia moderada, pudiendo originar cambios de luz a lo largo del ciclorama. También sería de gran interés tener en cuenta el mantenimiento de este particular ciclorama, por si en un supuesto momento dejan de funcionar un número definido de LED's, poder seguir realizando la técnica sin tener que parar para repararlo.

También podríamos tener problemas para encontrar una cámara que sea sensible a la luz infrarroja porque lo normal es que tengan filtros para evitar la captación de esta luz y así evitar lecturas del CCD erróneas.

Las posibles soluciones que se podrían abordar para solucionar el problema de potencia, se podría subsanar con LED's infrarrojos de mayor potencia y para el problema de la uniformidad en la iluminación del ciclorama y minimizar posibles fallos de los componentes, consistiría en añadir mayor densidad de LED's infrarrojos y añadir un filtro parecido a los empleados en fotografía conocido como filtro de densidad neutra (es un filtro ahumado), que nos ayudará a conseguir una iluminación más uniforme y aunque fallen algunos de los LED's pueda seguir funcionando. Y en lo que respecta en los CCD's de las cámaras que sean sensibles a este tipo de Luz, sería modificar el filtro que llevan en su interior.

3.3. Técnica 3: Chroma-key con cámara térmica

3.3.1. Descripción y características

También se está investigando, aunque no hay mucha información al respecto, sobre el Thermo-key [REF9], que consiste en captar con dos cámaras la escena, una cámara normal RGB y otra sensible a la luz infrarroja. Esta última se encarga de registrar el calor corporal del individuo y representarlo como una zona diferente al fondo, pudiéndolo usar como llave para realizar el cambio. En la figura 24 podemos observar de una manera simple en qué consiste la técnica y hacernos una idea de las bases que consta este método.

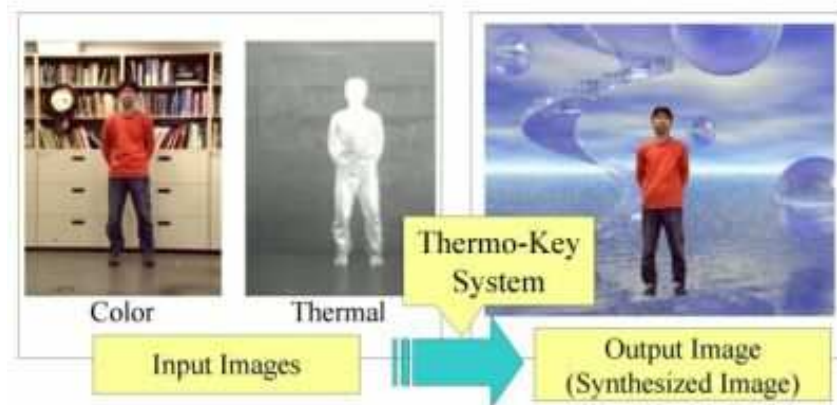


Figura 24. Funcionamiento básico de Thermo-Key de Google imágenes

En la figura 25 podemos ver los dos tipos de cámaras que se van a emplear que anteriormente hemos mencionado. También de qué manera hay que ubicarlas para poder conseguir el mismo punto de imagen en las dos.

Esto se consigue ubicando las cámaras conforme vemos en la imagen y colocando un cristal entre medias de las dos, como se ve en la imagen, este cristal es especial ya que refleja la luz infrarroja pero deja pasar sin ningún problema la luz visible. Y así de esta manera podemos tener dos cámaras desplazadas pero que están enfocando a un mismo punto de una imagen.

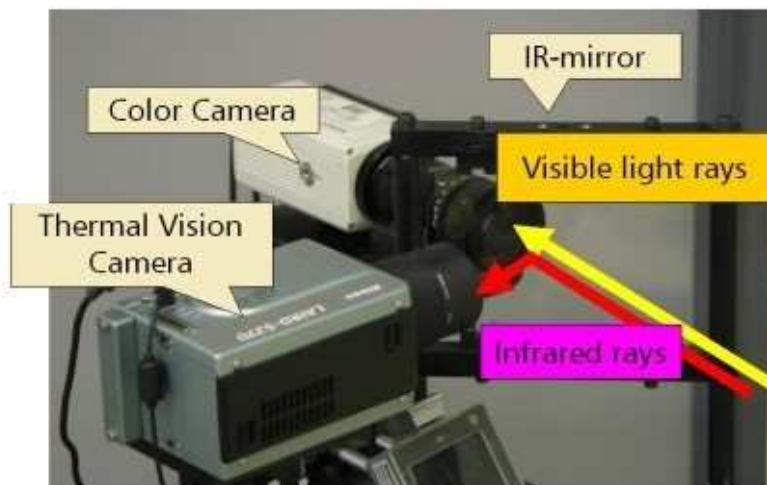


Figura 25. Cámaras para realizar Thermo-Key de Google imágenes

3.3.2. Problemas y soluciones

Es una técnica que no se utiliza mucho porque presenta varios problemas con la iluminación, ya que esta al estar en funcionamiento genera calor provocando que la cámara se confunda y crea que el calor de los focos sea el del propio individuo, pudiendo llegar a perjudicar en la composición si no se tiene en cuenta a la hora de realizar dicha técnica.

Una solución sería emplear luz fluorescente o luz tipo LED que generan mucha menos calor que las lámparas incandescentes y también ubicar la iluminación fuera del alcance de la cámara infrarroja para evitar al máximo lecturas erróneas.

3.4. Técnica 4: Chroma-key con ciclorama patrón

3.4.1. Descripción y características

Esta sería otra alternativa a tener en cuenta con una mejor base que el anterior y en el cual nos basaremos para nuestro caso práctico del proyecto. Consiste en la posibilidad de emplear un ciclorama totalmente diferente a lo empleado hasta ahora. Nada de emplear cicloramas de colores definidos y uniformes ni emplear anillo de LED's o otros tipos de Chromas conocidos, en los cuales siempre vamos a estar limitados a la iluminación, el tipo de ropa a emplear y todos los problemas que hemos ido mencionando a lo largo del proyecto.

Consiste en un ciclorama con un patrón impreso con forma de tablero de ajedrez, como podemos observar en la figura 26.



Figura 26. Ciclorama Patrón del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

Este ciclorama se ubica de la misma forma que los otros, pero sin los inconvenientes de tener que estar completamente liso, ni la necesidad de conseguir un color lo más uniforme posible, ni problemas de iluminación, porque con la misma iluminación de la sala será suficiente para que la cámara capte el patrón y pueda identificarlo,

Tampoco tendremos problemas con el color del vestuario de los actores, porque como se puede apreciar en la figura 24 el individuo lleva varios brazaletes de los colores prohibidos en un Chroma normal y el remplazo se realiza perfectamente sin que se aprecie ninguna clase de remplazo de imagen en esa zona del cuerpo donde están ubicados. Esto es posible porque no solo detecta el color del ciclorama sino también el patrón con forma de tablero de ajedrez.

La silueta del individuo viene definida gracias al patrón y la interpolación de todas las líneas que la componen, consiguiendo así una silueta con mayor definición. En la figura 27 podemos observar cómo a partir de los puntos que cortan en la silueta se interpolan para formar un zona bien recortada y definida del personaje.

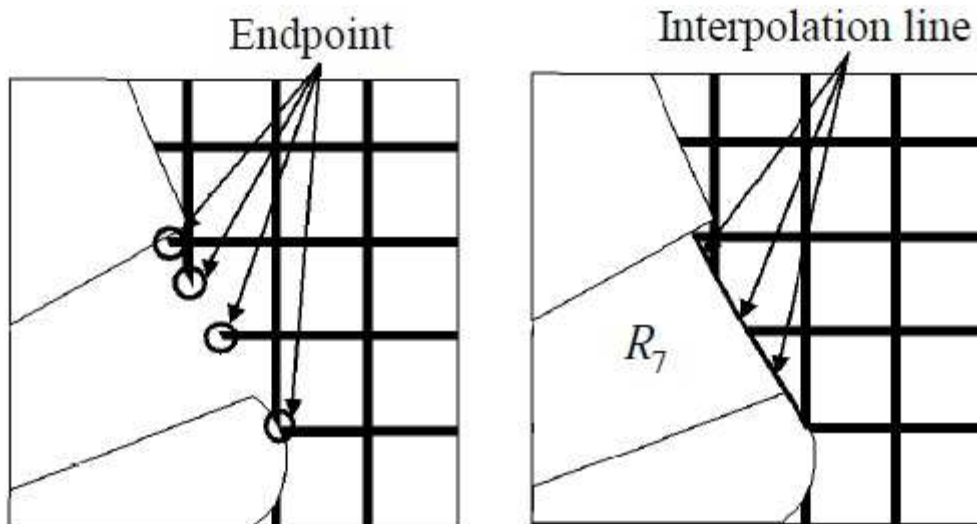


Figura 27. Interpolación de líneas del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

En la figura 28 podemos observar lo mismo que anteriormente pero en la práctica, pudiendo observar mejor que el recorte de la silueta del individuo se realiza correctamente gracias a la interpolación de las líneas.

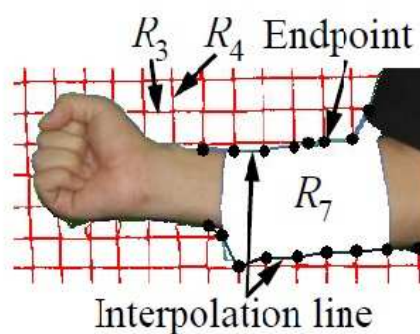


Figura 28. Interpolación de líneas, caso práctico del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

El procedimiento del método propuesto consta de cuatro pasos: 1) la extracción de color de fondo, 2) la extracción de la línea de cuadrícula de fondo, 3) la extracción de primer plano, y 4) la composición de imágenes.

1. Para la extracción del color se va a trabajar solo con dos colores (verde y azul) y trabajando en el modo de color HSL ya que con este método es más simple trabajar con los colores, pudiendo diferenciar perfectamente la zona del color azul C1 y la del verde C2, como se puede apreciar en la figura 29.

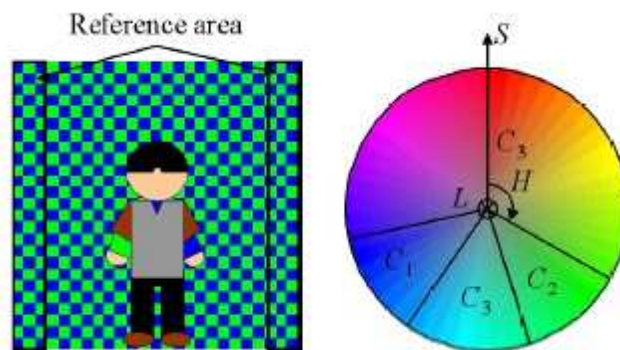


Figura 29. Extracción de color del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

2. Se obtiene a partir de la intersección de ambos colores que estará relacionada con la zona de color C3 de las figuras 29 y 30. De esta manera conseguiremos una buena resolución de las líneas del patrón.

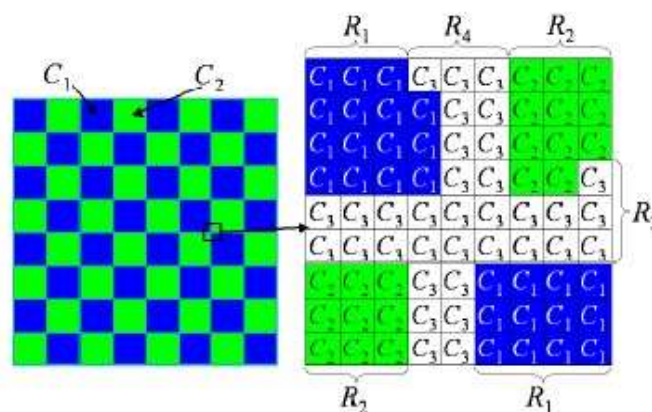


Figura 30. Detección de la cuadrícula del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

Para evitar problemas de reemplazo con la imagen en primer plano (personaje) que pueda llevar el mismo o parecido patrón que el fondo, lo que se hace es empezar por el borde de la imagen para detectar la zona C3 (líneas de patrón) ya que por esa zona normalmente no tendremos ubicado nada en primer plano y una vez detectada la línea como sabemos la forma del patrón (cuadrícula) lo único que tendremos que hacer es alargar la zona C3 tanto en horizontal como en vertical hasta obtener todo el patrón y así evitar los problemas con el primer plano. En la figura 31 nos podemos hacer una idea de cómo sería.

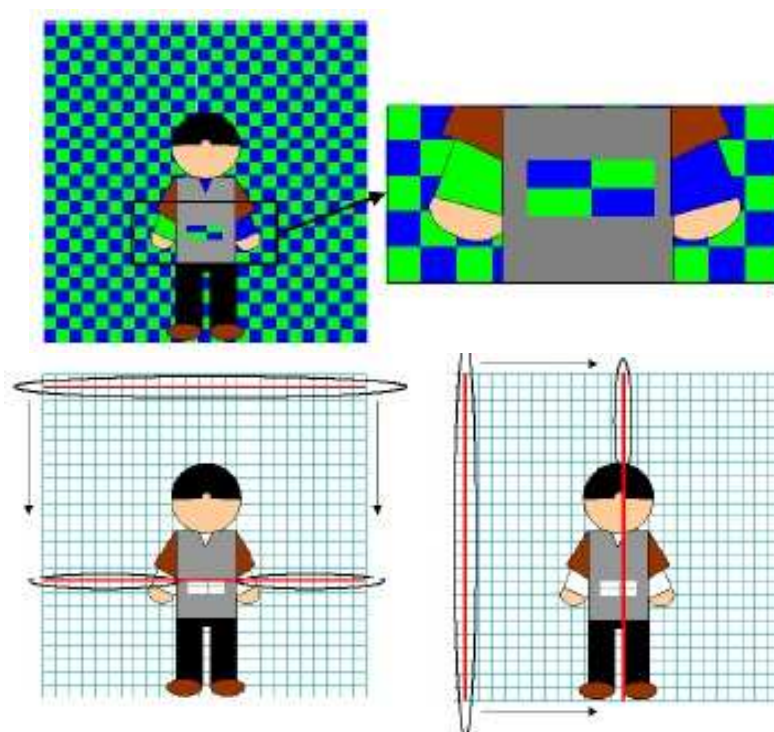


Figura 31. Detección de la cuadrícula del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

3. Para la extracción del primer plano (personaje) del fondo sería bastante sencillo, una vez tenemos delimitado el fondo con los colores y las líneas como hemos explicado anteriormente, el personaje se ubicará delante de este patrón, produciendo una ocultación de parte del patrón que conlleva una serie de recortes del mismo, produciendo un mal recorte de la silueta del personaje. Para solucionarlo se empleará la interpolación de líneas y así poder diferenciar bien entre la región fondo y primer plano. Para ello emplearemos las siguientes formulas de la figura 32.

$$E_{spline}(\mathbf{s}_i) = \sum_{i=1}^n (w_{sp1} |\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_{i-1}|^2 + w_{sp2} |\mathbf{s}_{i+1} - 2\mathbf{s}_i + \mathbf{s}_{i-1}|^2),$$

$$E_{image}(\mathbf{s}_i) = - \sum_{i=1}^n (w_{image} |\nabla I(\mathbf{s}_i)|),$$

$$E_{area}(\mathbf{s}_i) = \sum_{i=1}^n w_{area} \{u_i(v_{i+1} - v_i)$$

$$|\nabla I(\mathbf{s}_i)| = \begin{cases} |I(u_i + 1, v_i) - I(u_i, v_i)| \\ + |I(u_i, v_i + 1) - I(u_i, v_i)| \\ \quad \text{if } (u, v) \notin R_3, R_4 \\ |I(u_i + 1, v_i) - I(u_i, v_i)| \\ \quad \text{if } (u, v) \in R_3 \\ |I(u_i, v_i + 1) - I(u_i, v_i)| \\ \quad \text{if } (u, v) \in R_4 \end{cases}$$

Figura 32. Extracción primer plano (interpolación de líneas) del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga]

4. Para la composición de la imagen únicamente debemos hacer es intercambiar el patrón detectado por la imagen fondo. Para una buena unión entre personaje y background se emplea el canal alfa para conseguir un degradado entre ambos y así obtener una unión entre ambas muy buena. En la figura 33 se puede apreciar el método.

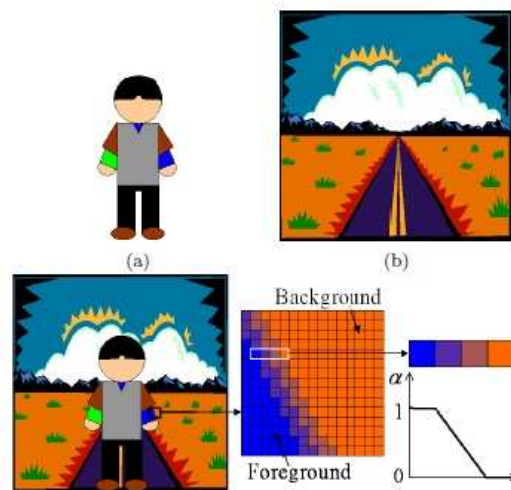


Figura 33. Unión Background y foreground del Artículo de Hiroki Agata, Atsushi Yamashita y Toru Kaneko [Aga07]

3.4.2. Problemas y soluciones

Una vez estudiado este método podemos decir que elimina completamente la mayoría de los problemas que existen hasta ahora en los Chromas, tanto en los colores prohibidos como en la iluminación uniforme, como hemos comentado anterior mente.

Por tanto son todo ventajas, pero eso sí, mientras se esté en una situación normalmente estática o sea una fotografía, porque si en su defecto intentamos grabar video los bordes no se conseguirán realizar perfectamente por la gran cantidad de computación necesaria para poder realizarlo correctamente y sobre todo si los movimientos son muy bruscos.

Ya que si el movimiento es muy rápido las áreas de los rectángulos que va captando la cámara se irán modificando continuamente y el procesado de interpolación de líneas será muy elevado produciendo en los peores casos ralentización de la imagen.

La solución procesadores de elevado velocidad computacional, que hoy por hoy no saldría rentable invertir, teniendo otras alternativas menos costosas.

4. Técnica de composición ciclorama con patrón temporal de colores

4.1. Descripción y características

A partir de la anterior idea y visualizando los pros de la técnica y los posibles contras que pudiera tener, nos ha surgido la idea de emplear un patrón al igual que anteriormente, pero en vez de emplear uno con formas, emplear uno con combinación de colores. O lo que es lo mismo una modificación temporal del color del background de una manera controlada.

Con este método conseguiremos eliminar el problema de la vestimenta de los colores prohibidos.

Para la realización del algoritmo que implementa la presente técnica emplearemos la aplicación Matlab R2008b. Y para obtener una buena base en el empleo de Chroma con dicha aplicación, hemos realizado algunas pruebas con un Chroma-key básico de un único color de fondo, tanto en azul como en verde, como se puede apreciar en la figura 34.

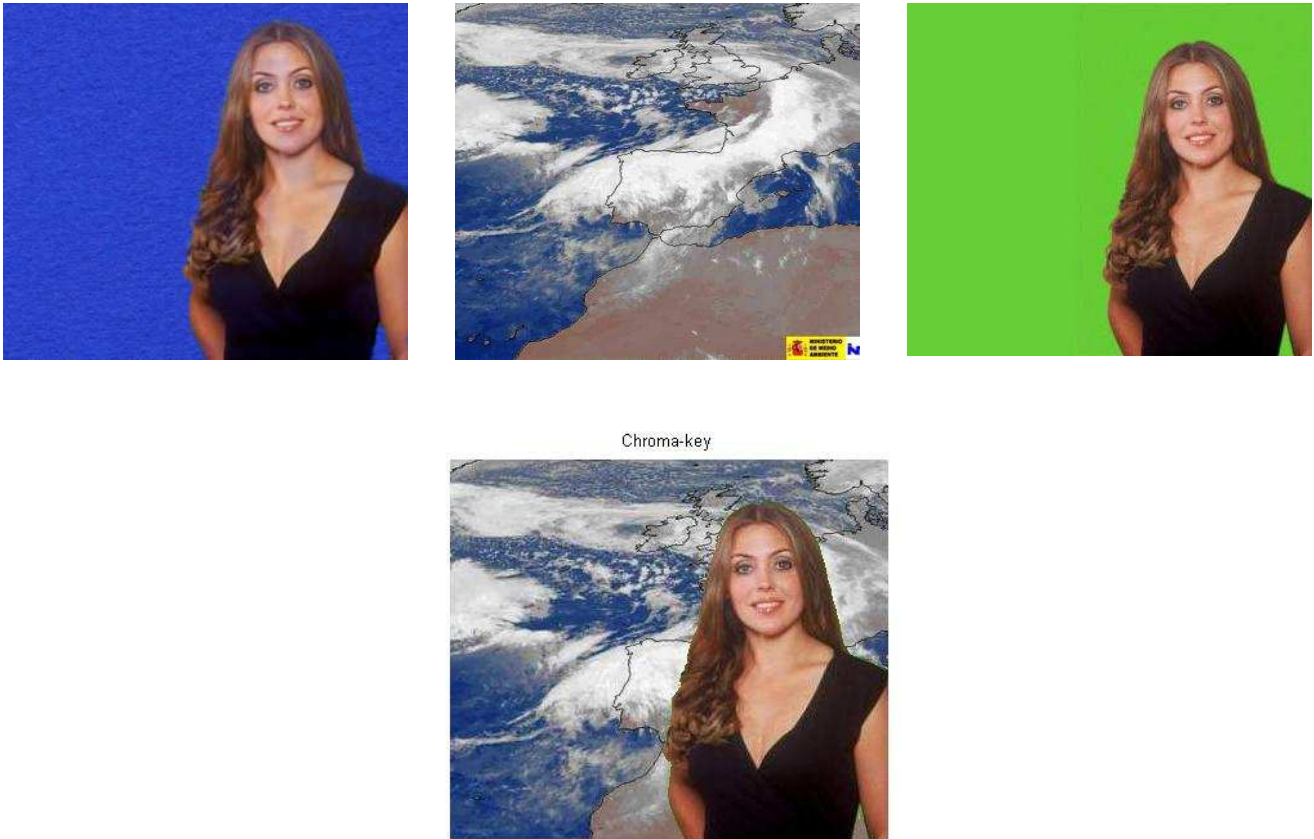


Figura 34. Caso práctico Chroma-key básico. Imágenes base de Google y la última resultado de la función con Matlab

Para la resolución de la técnica mediante Matlab hemos empleado el siguiente código en MatLab, cuya única función es recorrer la imagen foreground, tanto en verde como en azul e ir comparando cada uno de los pixeles y si están dentro del umbral sustituirlo por la otra imagen, (background).

El código sería igual para verde que para azul la única diferencia sería que hay que modificar los umbrales para que se ajusten lo máximo a los tonos de verde o azul para poder realizar satisfactoriamente la sustitución por el background y no tener pérdidas en la imagen.

```
tic
disp('Implementacion Chroma-key');
disp('Cargamos las Imágen y las normalizamos');

imagen_in2=imread('Meteosat.jpg');
imagen_in2=double(imagen_in2)/255; %convertimos y normalizamos
imagen_in1=imread('ima_delante.jpg');
imagen_in1=double(imagen_in1)/255; %convertimos y normalizamos
figure(1);
subplot(121);
imshow(imagen_in1);
title('Foreground')
subplot(122);
imshow(imagen_in2);
title('Background')

[n,m,k]=size(imagen_in1);
imagen_out1=imagen_in1;
for i=1:n
    for j=1:m
        if imagen_in1(i,j,2)>=0.45 && imagen_in1(i,j,1)<0.58 &&
imagen_in1(i,j,3)<0.9
            imagen_out1(i,j,:)=imagen_in2(i,j,:);
        end
    end
end

figure(2);
imshow(imagen_out1);
title('Chroma-key')
toc
```


Con el fin de entender mejor el código anteriormente descrito vamos a dedicar un momento a explicar cada una de las líneas de código.

En la primera línea nos encontramos con la función *tic* y al final del código *toc*, que se encargan de contabilizar en tiempo lo que le cuesta ejecutar el programa, en este caso es necesario 0.312 segundos para realizar la composición completa.

A modo de explicación con la función *disp('...')* añadimos un título de lo que vamos a realizar. Seguidamente pasaremos a cargar y normalizar las fotografías tanto el foreground como el background con las funciones *imread('nombre de la imagen más extension')* para cargarlas y *double(nombre de la imagen/255)* para normalizarla y obtener solo valores entre 0 y 1.

Después generamos unas ventanas con *figure(número de ventana)* y *subplot(número de fotos por ventana, organizado en número de filas, número de columnas y posición de columna)*.

Seguidamente pasaremos a calcular el tamaño de la imagen con la función *size(nombre de la imagen)* que nos informará de los números de pixels que la imagen tiene, tanto de ancho como de alto y además los componentes de color que en nuestro caso serán 3 (RGB).

Una vez tenemos el tamaño de todas las imágenes a emplear pasaremos a copiar directamente la imagen foreground. Para ello emplearemos la siguiente asignación, *imagen_out=imagen_in1*.

En la siguiente línea crearemos dos bucles tipo "for" para recorrer la matriz de la imagen, los cuales tienen que recorrer desde el pixel 1 hasta el máximo que disponga la imagen, que lo sabemos gracias a la función explicada anteriormente. Una vez tenemos esto creamos una condición tipo "if" para poder comparar cada pixel de la imagen foreground,

Si cumple la condición de que el pixel considerado en la imagen es verde o azul que pase a añadir el mismo pixel de la imagen background, eso sí siempre estemos dentro de los umbrales definidos. Y si no cumple que lo deje como está.

Por último finalizaremos la condición y los dos bucles con "end" y crearemos otra ventana nueva con la función *figure* y mostraremos por pantalla el resultado guardado en "imagen_out" con la función "imshow"

Una vez tenemos claro como se realiza el Chroma-key básico con MatLab pasamos a explicar en qué consiste esta nueva alternativa.

Como anteriormente hemos explicado, consiste en utilizar un patrón de combinación de colores predeterminado con los cuales podamos tener total control del fondo y así evitar la problemática del empleo de algunos colores en el vestuario.

Para ello necesitaremos como mínimo dos imágenes con diferente color en el foreground, en nuestro caso vamos a emplear el verde y el azul pero se podría emplear cualquier otro color y más combinaciones de colores, pero pasa simplificar y tener claro que se puede realizar esta técnica, solo emplearemos estos dos.

En la figura 35 como podréis observar hemos añadido una zona de color verde al vestuario de la modelo, para que se pueda observar que no existe ningún problema en el empleo de de ropa del mismo color que los ciclорamas. El background es el mismo que empleamos en anterior caso.

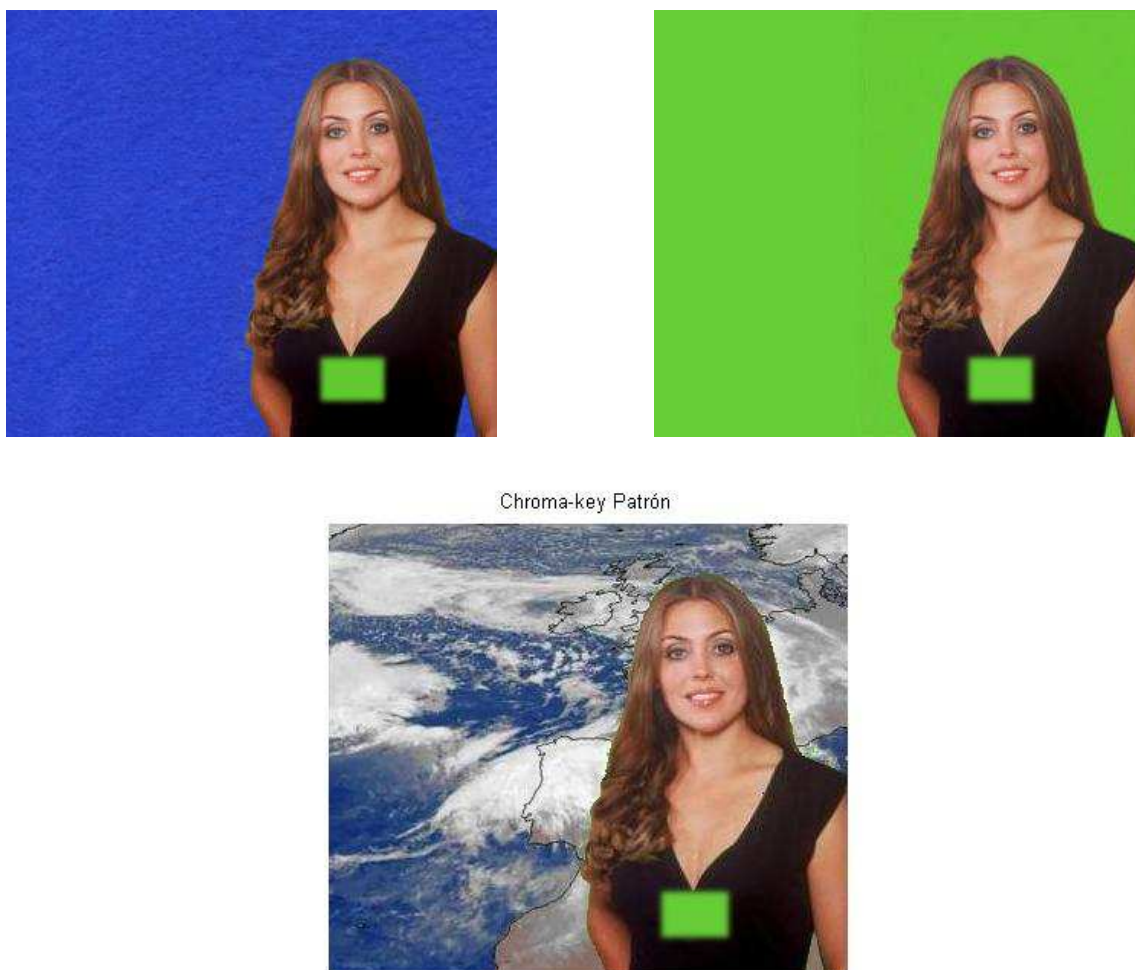


Figura 35. Chroma-key patrón. Imágenes base de Google modificadas con photoshop y la última resultado de la función con Matlab

Como se puede observar el remplazo de la imagen se realiza perfectamente sin modificar la zona de color que hemos añadido al vestuario de la modelo. Esto se consigue gracias a la comparación de las dos imágenes que son idénticas pero con diferente color en su fondo, que anteriormente se han visto.

El código es muy parecido al del Chroma-key básico mostrado anteriormente, la única diferencia que ahora compararemos las dos imágenes en el mismo pixel y si se cumple que uno es verde y el otro azul automáticamente realizará el remplazo por el background. Pero aquellas zonas que capte azul o verde pero en la otra imagen no sea así no remplazará la imagen. Consiguiendo así no reemplazar la zona que hemos añadido del color de los fondos y por tanto eliminando por completo la problemática que existe hoy en día con los colores en el vestuario. A continuación en la figura 36 os mostramos la segunda prueba modificando el rectángulo en el vestuario de la modelo por el de otro color, para que así se pueda observar que existe indiferencia del color empleado en el vestuario.

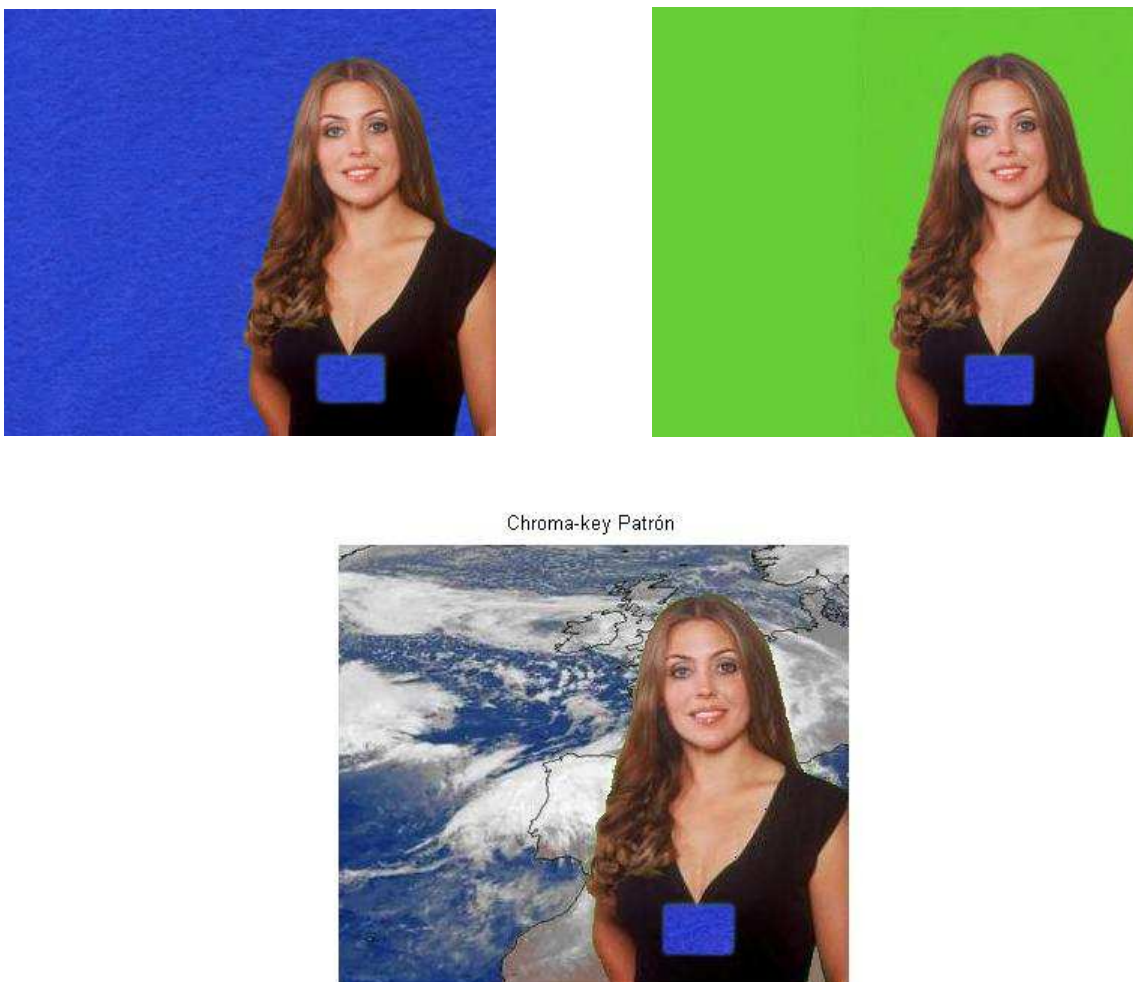


Figura 36. Chroma-key patrón. Imágenes base de Google modificadas con photoshop y la última resultado de la función con Matlab

A continuación mostraremos el código empleado para la realización de la técnica, que como hemos dicho anteriormente es muy parecido al anterior código, solo añadiendo una comparación más con otra imagen.

tic

```
disp('Implementacion Patrón Chroma-key');
disp('Cargamos las Imágen y las normalizamos');

imagen_in2=imread('meteosat.jpg'); %Cargamos Fondo
imagen_in2=double(imagen_in2)/255; %Convertimos y normalizamos
imagen_in1=imread('ima_delante_patron.jpg');%Cargamos la imagen1
imagen_in1=double(imagen_in1)/255; %Convertimos y normalizamos
imagen_in3=imread('ima_Chroma Blue patron.jpg');%Cargamos la imagen3
imagen_in3=double(imagen_in3)/255; %Convertimos y normalizamos
figure(1);
subplot(131);
imshow(imagen_in1);
title('Foreground1')
subplot(132);
imshow(imagen_in2);
title('Background')
subplot(133);
imshow(imagen_in3);
title('Foreground2')

a=size(imagen_in1);%obtenemos el tamaño de la imagen
b=size(imagen_in2);
t=size(imagen_in3);
[n,m,k]=size(imagen_in1); %Obtenemos resolución de pixels para después
poder recorrerlo
imagen_out1=imagen_in1; %Copia directamente a la imagen salida la imagen
con cromas verde, se podría poner el azul.

for i=1:n
    for j=1:m
        if imagen_in1(i,j,2)>=0.29 && imagen_in1(i,j,1)<0.83 &&
imagen_in3(i,j,3)>=0.638 %Identificación de los umbrales
            imagen_out1(i,j,:)=imagen_in2(i,j,:); % Si se cumple realice
la sustitución por la imagen Background
        end
    end
end

figure(2);
imshow(imagen_out1);
title('Chroma-key Patrón')
toc
```

Con el fin de entender un poco mejor los pasos que sigue el funcionamiento del código vamos a explicar qué función realiza cada parte.

Primero a modo de explicación con la función `disp(...)` añadimos un título de lo que vamos a realizar. Seguidamente pasaremos a cargar y normalizar las fotografías tanto las dos foreground como el background con las funciones `imread('nombre de la imagen más extensión')` para cargarlas y `double(nombre de la imagen/255)` para normalizarla y obtener solo valores entre 0 y 1.

Después generamos unas ventanas con `figure(número de ventana)` y `subplot(número de fotos por ventana, organizado en número de filas, número de columnas y posición de columna)`.

Seguidamente pasaremos a calcular el tamaño de la imagen con la función `size(nombre de la imagen)` que nos informará de los números de pixels que la imagen tiene, tanto de ancho como de alto y además los componentes de color que en nuestro caso serán 3 (RGB).

Una vez tenemos el tamaño de todas las imágenes a emplear pasaremos a copiar directamente la imagen foreground, en nuestro caso copiamos la que tiene fondo verde, pero sería indiferente emplear la de fondo azul. Para ello emplearemos la siguiente asignación, `imagen_out=imagen_in1`.

Ahora viene lo más importante del método, comparar las dos imágenes. Primero crearemos dos bucles tipo "for" para recorrer las matrices de las imágenes, las cuales tienen que recorrer desde el pixel 1 hasta el máximo que disponga la imagen, que lo sabemos gracias a la función explicada anteriormente. Una vez tenemos esto creamos una condición tipo "if" para poder comparar cada pixel de las dos imágenes foreground,

Si cumple la condición de que el pixel considerado en la imagen 1 y el mismo pixel de la otra imagen es azul que pase a añadir el mismo pixel de la imagen background, eso sí siempre estemos dentro de los umbrales. Y si no cumple que lo deje como está.

De esta manera conseguiremos un buen reemplazo de la imagen, respetando el vestuario de los actores o del color de los objetos aunque sean del mismo color que alguno de los fondos empleados en el foreground de la toma.

También emplearemos la función "tic toc" para calcular la duración del código a la hora de realizar el Chroma, siendo de 0.634425 segundos, unas tres veces superior al Chroma que hemos realizado en el punto anterior.

Por último finalizaremos la condición y los dos bucles con "end" y crearemos otra ventana nueva con la función `figure` y mostraremos por pantalla el resultado guardado en "imagen_out" con la función "imshow"

4.2. Problemas y soluciones

En este apartado mencionaremos algunos de los problemas que hemos ido encontrando a lo largo de la implementación de este método.

Primero que nada, las imágenes tienen que ser del mismo tamaño para no tener problemas de dimensionamiento en la imagen solución, pero que no es de gran problema porque siempre se capturará con la misma cámara, ya que si no se modifica la resolución siempre será la misma.

Otro de los problemas encontrados como hemos ido hablando a lo largo de todo el proyecto, la necesidad de tener un ciclorama con un color muy uniforme y sin brillos, porque si esto no es así tendremos muchos problemas con los umbrales a la hora de ajustarlos, y por tanto el recorte de las imágenes no será el correcto. En las figuras 37 y 38 mostraremos el pequeño estudio que empleamos para realizar las pruebas y ver que era inviable realizarlo de esa forma debido a la cantidad de brillos y sombras que se generaban por la falta de recursos.



Figura 37. Estudio a escala. Imagen tomada con una cámara digital casera de 6MegaPixels con iluminación de los focos



Figura 38. Estudio a escala. Imagen tomada con una cámara digital casera de 6MegaPixels con iluminación diurna y focos

En las dos primeras imágenes podemos observar que tomamos fotografías tanto con la luz dos focos (únicamente), como con luz diurna y la de los focos.

Quedando de la siguiente forma las imágenes (figuras 39 y 40), en las cuales se pueden apreciar la falta de uniformidad de color, algunos brillos en algunas partes del cuerpo como la cara, brazos y también algunas sombras, que hacían que la técnica fuera imposible.



Figura 39. Estudio a escala. Imagen tomada con una cámara digital casera de 6MegaPixels



Figura 40. Estudio a escala. Imagen tomada con una cámara digital casera de 6MegaPixels

En las figuras 41 y 42 mostraremos como quedaba cuando intentábamos implementarlo con las imágenes captadas con nuestra cámara en el estudio a escala.



Figura 41. Prueba Chroma-key. Técnica con imagen estudio a escala

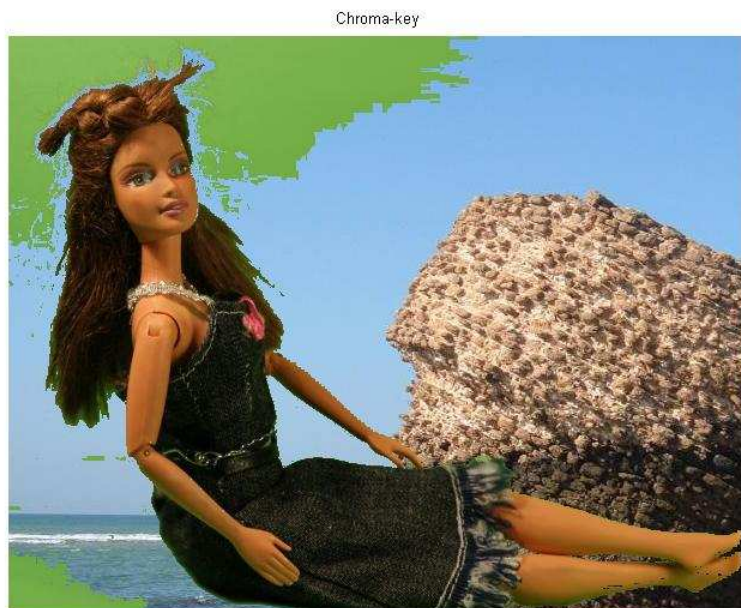


Figura 42. Prueba Chroma-key. Técnica con imagen estudio a escala

Por eso terminamos optando por emplear imágenes de estudio que se consigue mejor resultado tanto en uniformidad de los colores como minimizar los brillos y facilitarán muchísimo el trabajo y por tanto el código empleado realizará perfectamente sin ningún problema. Estas imágenes mencionadas de estudio son las empleadas al principio del punto donde hablamos de la técnica.

Respecto a la duración del código, algo superior a medio segundo, no es un serio problema si solo lo empleamos para fotografías, donde la velocidad de procesado es poco relevante, pero si pensamos aplicar este método al video necesitaríamos tiempos de 0.04 segundos para cumplir los 25 fps y perfecta compatibilidad con otros equipos. Se podría solucionar reduciendo algo del código como las funciones explicativas y las muestras en pantalla, consiguiendo reducir hasta los 0.248581 segundos, aun no sería suficiente pero se podría solucionar descartando el normalizado de las imágenes y emplear imágenes un una resolución algo inferior, consiguiendo así reducir la cantidad de puntos a comparar y por tanto llegar a los 0.04 segundos necesarios para tener un video seguido, sin saltos.

4.3. Presupuesto

El presupuesto empleado para realización de esta técnica sería más o menos el mismo que se necesita en la técnica Chroma-key básico, el cual hablamos al principio del proyecto.

Pero como necesitaríamos dos zonas con diferentes colores para realizar las dos imágenes foreground, subirá un poco de precio, quedando entorno a unos 200 – 300€. Pero por lo demás sería todo igual. Mostramos como sería más o menos el presupuesto tanto para pintura como lonas.

PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Bote de pintura	Color azul para unos 100 metros cuadrados	1	35
Bote de pintura	Color verde para unos 100 metros cuadrados	1	35
Kit de iluminación	kit de 600w con 3 halógenos, con soportes	1	139,45
TOTAL			209.45

PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Lona	Color verde de tamaño 10' x 12'	1	34,26
Lona	Color azul de tamaño 10' x 12'	1	34.26
Kit de iluminación	kit de 600w con 3 halógenos, con soportes	1	139,45
Soporte	10 'x 12' construido en aluminio y funda de transporte	2	138,50
TOTAL			346,47

4.4. Adaptación al video

4.4.1. Descripción y características

Anteriormente en el punto 4.2 hemos hablado de emplear el código para realizar el Chroma-key en video y sería de gran interés realizar un estudio para saber si sería viable emplearlo para esta función.

Una vez solucionado el problema de conseguir 25 fps en el punto 4.2, pasaremos a pensar como implementar el patrón en este caso.

La mejor idea sería emplear el anillo de Chroma con la lona chromatte que hablamos en el punto 2.7 del proyecto, para así poder realizar los cambios de color de fondo de una manera automática y sin tener que hacer cambios de escena o de cámara y así reducir al máximo los problemas de iluminación que producen otras técnicas.

Para ello emplearíamos dos anillos de Chroma con LED's verdes y azules, como se puede observar en la figura 43.



Figura 43. Anillos Chroma verde y azul. Imagen de Google imágenes

Uno con diferente diámetro al otro para poder encajarlos perfectamente uno dentro del otro en la lente de la cámara, aunque existen anillos con los dos colores como podemos observar en la siguiente figura 44 y en el boceto del anexo [3], pero como en la Escuela los tenemos por separado, lo realizaremos de la primera forma.

El azul será el de mayor tamaño para poder compensar la menor potencia que ofrecen los LED's azules frente a los verdes. Porque con la misma cantidad de LED's los azules generan unas 47 candelas mientras que los verdes 158 candelas.

En el Anexo I, puntos [1], [2] muestra un esquema de una posible composición basada en anillos convencionales.

Una vez tengamos colocados los anillos y la lona chromatte se diseña una conmutación con un contador que active y desactive la iluminación de cada anillo cada 0.04 segundos para conseguir que en cada frame se encienda un anillo y así conseguir realizar la misma función que con las fotografías sin ninguna clase de problemas.



Figura 44. Anillos Chroma verde y azul juntos. Imagen de la web Data Video [REF10]

4.4.2. Problemas y soluciones

Los problemas que nos pueden surgir en la aplicación de esta técnica serían los mencionados en el apartado que dedicamos a explicar la técnica de trabajar con anillo y lona chromatte.

Otros problemas que podrían surgir sería la falta de potencia en el anillo inferior, que al ser de menor tamaño tendrá menor cantidad de LED's y por tanto menor potencia, llegando a producir una baja reflexión de luz en la lona y por tanto problemas a la hora de emplear nuestro código, aunque se podrá solucionar ajustando su potencia, para que el más pequeño trabaje a máxima potencia y el más grande con un poco menos de potencia, para que así tengan la misma potencia de iluminación.

Hemos dicho que necesitamos un conmutador para que encienda y apague los anillos como por ejemplo cada 0.04 segundos y cumpla los 25 fps.

Para ello vamos a emplear un circuito eléctrico que se encargará de alimentar y conmutar los anillos para así poder realizar la técnica. En el Anexo I, punto [3] podemos ver el primer boceto del circuito y en la figura 45 el circuito diseñado. Pero se necesitarán 2 circuitos como este, uno por cada anillo.

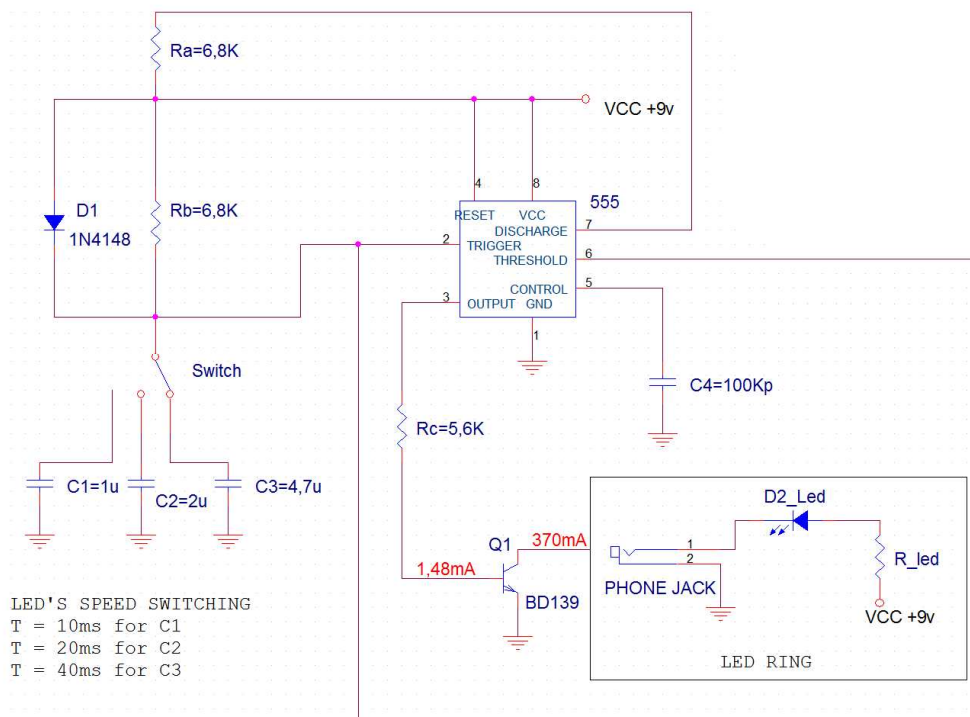


Figura 45. Circuito eléctrico diseñado en OrCad 9.2 Portable encargado de realizar la conmutación de los Litereing de Reflecmédia

Este emplea una electrónica sencilla con un 555 multivibrador a estable como contador [REF11] y varias resistencias, condensadores para controlar los tiempos de conmutación y un amplificador de potencia BD140 para alimentar los anillos.

El 555 es un integrado muy popular y muy versátil que puede trabajar como por ejemplo como un circuito que oscila a una frecuencia y ciclos de trabajo configurables con resistencias y condensadores externos, pudiendo obtener un rango muy amplio de frecuencias independientemente de la alimentación, que es para lo que lo vamos a emplear nosotros. Anexo I, punto [4]

También hay que recalcar que puede trabajar a partir de 4,5V hasta 18V manejando corrientes de salida de hasta 200mA.

Otro problema que nos podría surgir, es si un LED's es capaz de conmutar a las velocidades necesarias. Para ello vamos a observar la siguiente tabla de la figura 46.

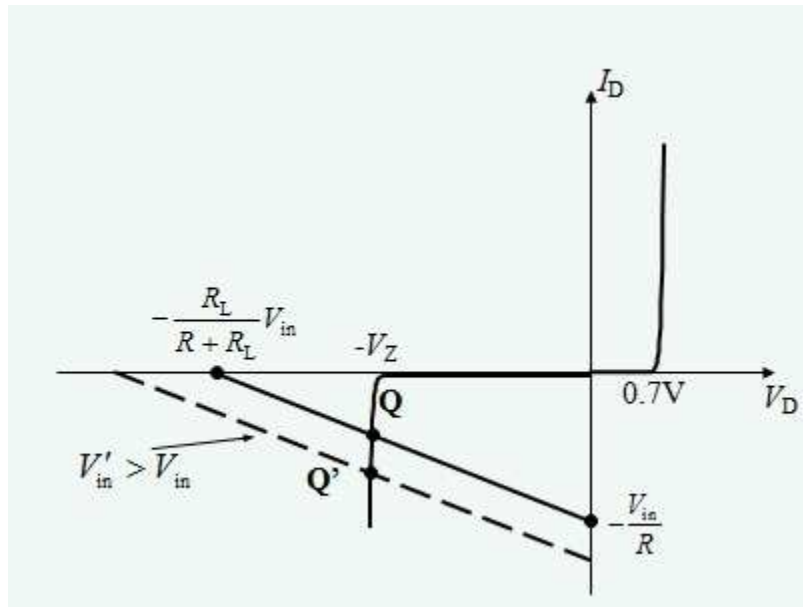


Figura 46. Tabla conmutación Diodo. Apuntes de Fundamentos de Electrónica

Como se puede observar en la tabla vemos las zonas de funcionamiento general del diodo, de izquierda a derecha, primero avalancha luego Off y por último On. Esta última es la que nos interesa a nosotros. Que sería el tiempo que tarda de pasar de Off (apagado) a On (encendido). Como se puede apreciar en la figura 46 la conmutación se produce de forma abrupta con una variación de tensión pequeña del orden de $0,7V$ que puede conseguirse en una fracción de tiempo corta (presentando tiempos de conmutación del orden de ns) por tanto no tendremos problema a la hora de conmutar a esas velocidades.

Una vez sabemos que el LED puede conmutar a altas velocidades sería interesante tener en cuenta las posibles molestias que podrían producir los LED's al personaje que se ubique delante de los anillos debido a la rápida conmutación de colores que los anillos de Chroma van a realizar.

Para ello hemos realizado un programa mediante la aplicación MatLab, este encarga de conmutar una imagen verde seguida de una azul de una manera automática durante un tiempo determinado. Las imágenes se mostrarán durante un intervalo de tiempo reducido del entorno de 0.04 segundos. Tendremos que tener en cuenta el refresco de la pantalla, que nos puede limitar la velocidad de conmutación.

A continuación mostraremos el código empleado en la aplicación y explicaremos paso a paso que realiza cada línea de código.

```
disp('Percepción Patrón Chroma-key');
disp('Cargamos las Imágenes');

imagen_in1=imread('patronverde.jpg');%cargar imagen
imagen_in2=imread('patronazul.jpg');%cargar imagen

figure(1);
subplot(121);
imshow(imagen_in1);
title('Verde');
subplot(122);
imshow(imagen_in2);
title('Azul')

n=25;% número de imágenes(25 de cada color)

for i=1:n
    a=0;
    while (a<0.04) %contador para patrón verde
        figure(2);
        imshow(imagen_in1);
        a=a+0.01; %añade al contador
    end
    a=0;
    while (a<0.04) %contador para patrón azul
        figure(2);
        imshow(imagen_in2);
        a=a+0.01; %añade al contador
    end
end
end
```

Primero que nada en las dos primeras líneas emplearemos la función *disp('...')* para mostrar por pantalla lo que se va realizar en dicho código. Seguidamente pasaremos a cargar las imágenes para poder trabajar con ellas posteriormente, para ello emplearemos la función *imread('...')*.

En las líneas siguientes nos encargaremos de mostrar las dos imágenes cargadas anteriormente para tener una referencia visual de las imágenes que vamos a emplear, que en este caso serán la verde y la azul. Para ello emplearemos el comando *figure(número de ventana)* y *subplot(número de fotos por ventana, organizado en número de filas, número de columnas y posición de columna)*.

Seguidamente crearemos una variable “n” con valor 25, que emplearemos posteriormente para que el bucle *for* se repita esa cantidad de veces. Este valor podrá variarse dependiendo la duración que necesitemos.

Una vez tenemos esta parte completa, pasaremos a definir los condicionales para así conseguir la conmutación de las dos imágenes en un intervalo de tiempo definido.

Primero definiremos la variable "a" y la inicializamos a 0 y seguidamente definiremos la condición tipo *while*, que mientras se cumpla la condición que tiene entre paréntesis no saldrá de la condición y únicamente mostrará la primera imagen con los comandos *figure(...)*, *imshow(...)* y al final añadiremos a la variable "a" 0.01 hasta llegar a 0.04 que se cumplirá la condición y pasará a la siguiente condición.

Cuando pasa a la otra condición, realizará lo mismo pero mostrando ahora la otra imagen de color azul durante el mismo tiempo. En las siguientes figuras 47 y 48 podemos verlo y hacernos una idea, aunque tendrá que ser a una velocidad más elevada, pero para poder observarlo correctamente en la pantalla del ordenador o proyector lo vamos a mostrar más lento porque la velocidad de refresco de los equipos es más reducida y también si fuera así de lenta la secuencia sería muy molesto para el actor pudiendo llegar a sentirse mal después de horas de grabación.

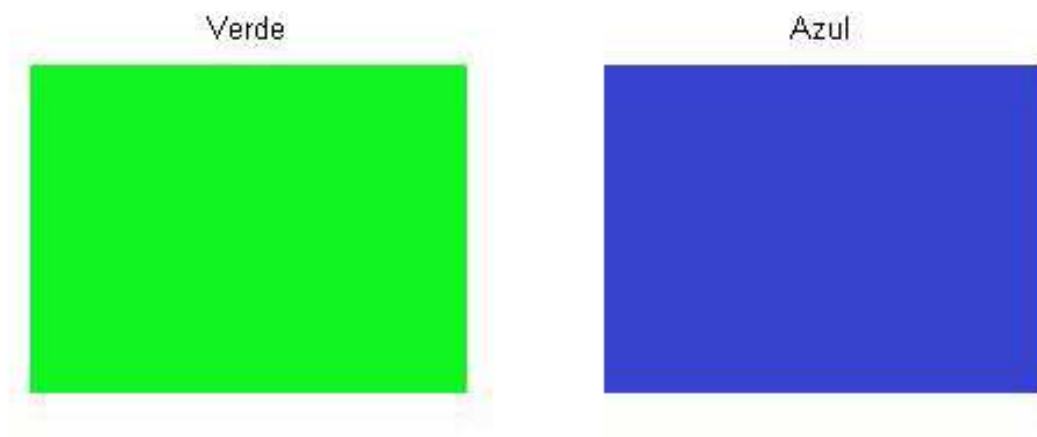


Figura 47. Imágenes generadas con photoshop para calcular el nivel de molestia en la percepción del patrón

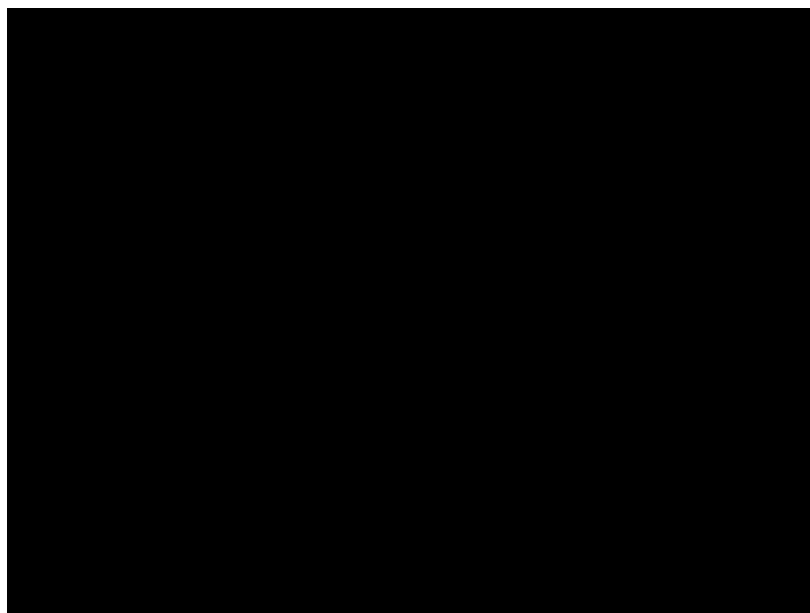


Figura 48. Video demostrativo para calcular el nivel de molestia en la percepción del patrón generado con Matlab. Pulsar dos veces sobre el fondo negro para reproducirlo

4.4.3. Presupuesto

El presupuesto que vamos a emplear para la realización de esta técnica es muy parecido al que hicimos a principio del proyecto para la aplicación de Chroma con chromatte, pero ahora va a ser algo elevado debido al alto coste de los materiales y que en este caso tendremos que comprar dos anillos.

PRESUPUESTO

MATERIAL	Descripción	Unidades	Precio €
Lona Chromatte	4m x 3m con funda de transporte	1	2695
Contador	Contador/conmutador LED's	1	20
Anillo Chroma	De color azul 147mm con controlador de potencia y alimentación	1	900
Anillo Chroma	De color verde 72mm con controlador de potencia y alimentación	1	700
		TOTAL	4315

5. Técnica de composición con un patrón temporal y un único color

Después del estudio que hicimos a lo largo del punto 4 sobre un patrón temporal en el ciclorama, decidimos realizar pruebas en el plató de televisión de la escuela con el equipo de edición Tricaster [REF12] conectado a una cámara HD Canon XL H1S [REF13] y el anillo de Chroma conectado al circuito de conmutación, pero en vez de emplear dos anillos o uno doble como mencionamos en el punto 4.4 del proyecto, solo emplear uno, debido a que en ese momento solo disponíamos de un anillo en el plató de televisión.

Como hemos dicho anteriormente consiste en únicamente emplear un anillo, ya sea verde o azul y empleando como patrón del ciclorama el color del anillo y la variación de saturación del mismo, que se consigue realizando una conmutación del mismo a una elevada velocidad para evitar molestias como pudimos estudiar en el punto 4.4.2 en las figuras 47 y 48 y la desaparición del color verde en el ciclorama, para lo que empleamos el circuito que hemos mostrado en la figura 45 anteriormente pero en este caso solo necesitaremos uno, ANEXO I, punto [5]. En la figura 49 podemos observar la frecuencia de conmutación del circuito en un osciloscopio.

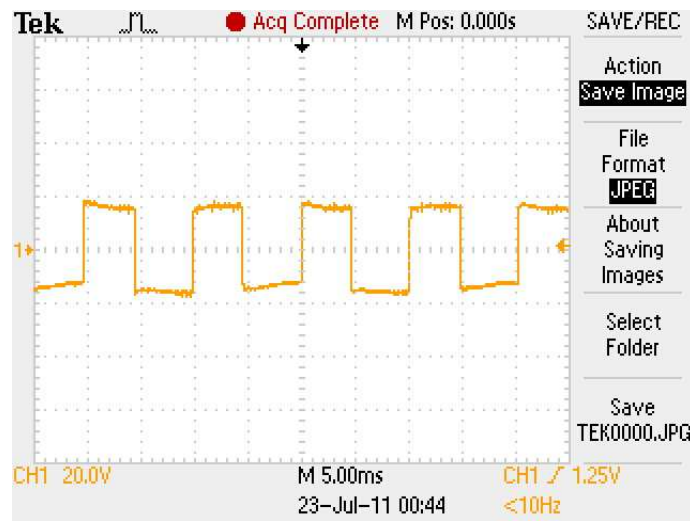


Figura 49. Pantalla del Osciloscopio mostrando la velocidad de conmutación del circuito eléctrico para el anillo

En la figura 50 podremos observar la estructura que hemos estado empleando en la configuración del set del plató para obtener todas las medidas, pudiendo detectar la situación de cada material como la lona reflectante, el anillo, la cámara, el circuito de conmutación y el equipo de procesado (Tricaster).

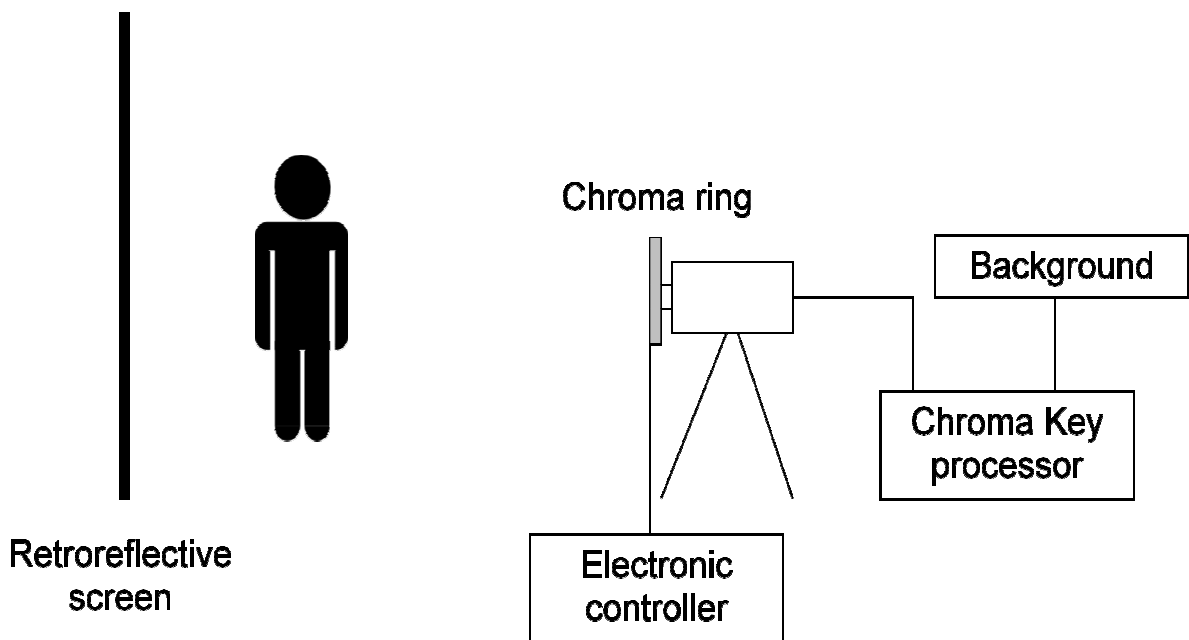


Figura 50. Esquema de la estructura empleada para las medidas en el plató

En las figuras 51, 52, 53 podemos observar cómo quedan las diversas capturas que fuimos realizando y la variación de saturación que se produce en el ciclorama que posteriormente emplearemos para obtener la llave del Chroma.



Figura 51. Mínima tonalidad de verde por la conmutación del anillo. Imagen captada en el plató con el shutter de la cámara a 1/210



Figura 52. Media tonalidad de verde por la conmutación del anillo. Imagen captada en el plató con el shutter de la cámara a 1/210



Figura 53. Alta tonalidad de verde por la conmutación del anillo. Imagen captada en el plató con el shutter de la cámara a 1/210

El resultado una vez obtenida la llave del Chroma con el código que más abajo explicaremos quedaría de la siguiente forma, como podemos ver en la figura 54.



Figura 54. Resultado después del código. Imagen captada en el plató con el shutter de la cámara a 1/210 y posteriormente procesada con Matlab

Para la realización estamos empleando un código aún en pruebas, que como podemos ver nos está dando buenos resultados. En el cual su principal función es cargar una serie de imágenes e ir comparando la imagen actual con la que le precede y solo reemplazar el fondo en aquellas que no se detecte gran variación en el verde, así conseguimos evitar problemas de iluminación y movimientos en el actor.

Parte del código que estamos empleando es el siguiente, una vez cargadas todas las imágenes.

```
% Comparamos el verde de una imagen y la siguiente si varia pero no
varía R
% ni B es que es fondo

imagen_out1=im6s;

a1=0.75; % Relación para el verde
a2=1.13; % 1.13
a3=0.8;
mascara=zeros(length(im6s(:,1,2)),length(im6s(1,:,2)));

ima=im4s;
imb=im6s;
imc=im8s;

mascara1=(imb(:,:,2)>a1*imb(:,:,3) & imb(:,:,2)>a1*imb(:,:,1)) &
imb(:,:,2)>50; % Mascara normal de chroma verde
mascara2=(imb(:,:,2)>ima(:,:,2)*a2 | imb(:,:,2)*a2<imc(:,:,2)) &
(abs(int16(imb(:,:,1))-int16(ima(:,:,1)))<10 | abs(int16(imc(:,:,1))-
int16(imb(:,:,1)))<10) & (abs(int16(imb(:,:,3))-int16(ima(:,:,3)))<10 |
abs(int16(imc(:,:,3))-int16(imb(:,:,3)))<10); % Aumente el verde con
el tiempo
mascara3=imb(:,:,2)>a3*imb(:,:,3) & imb(:,:,2)>a3*imb(:,:,1);

%mascara1=cast(mascara1,'uint8');mascara2=cast(mascara2,'uint8');mascara3=ca
st(mascara3,'uint8');
%mascara3=mascara3*0.8;

%mascara1=~mascara1;
%mascara2=~mascara2;

mascara=mascara1 & mascara2;%.*mascara3;

imFu = cast(~mascara,'uint8');
imFm= cast(mascara,'uint8');

imCk(:,:,1) = background(:,:,1).*imFm + imFu.*imb(:,:,1);
imCk(:,:,2) = background(:,:,2).*imFm + imFu.*imb(:,:,2);
imCk(:,:,3) = background(:,:,3).*imFm + imFu.*imb(:,:,3);
figure;imshow(mascara1*255);title('Mascara 1 - verde')
figure;imshow(mascara2*255);title('Mascara 2 - movimiento')
figure;imshow(mascara3*255);title('Mascara 3 - ajuste')
```

```
figure; imshow(ima);  
figure; imshow(imb);  
figure; imshow(imc);  
  
figure; imshow(mascara*255);  
figure; imshow(imCk);
```

Cabe destacar que con este código es posible no solo realizarlo con imágenes estáticas, sino con una secuencia indefinida de imágenes o lo que es lo mismo con vídeo, que es para lo que realmente se ha investigado y con lo que creemos que puede llegar a ser muy importante para la evolución del Chroma que tanto se ha ido haciendo a lo largo de su vida como hemos ido comentando a lo largo del proyecto.

6. Evaluación y conclusiones

Después de dedicarle muchas horas a este proyecto, tanto en estudio de la técnica en el plató con su posterior postproducción de las imágenes y vídeos mediante Matlab se obtiene como conclusión que el empleo de patrones de color en los ciclорamas para la eliminación total de la problemática con el vestuario de los actores que actualmente se tiene es muy viable ya que con unas simples modificaciones en hardware y software del anillo de Chroma se pueden obtener resultados muy interesantes, sin la necesidad de desembolsar un gran presupuesto y eliminando por completo la problemática del empleo de objetos verdes o azules a la hora de realizar Chromas en estudios o en exteriores.

El trabajo sigue en curso para determinar la viabilidad de las técnicas propuestas en este proyecto planteándose incluso el envío de los resultados obtenidos empleando un patrón temporal basado en el anillo de cromas con un único color a una publicación especializada.

Bibliografía

- [REF0] http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/11359619/Tutorial-Completo-de-Chroma-Key_efecto-de-la-pantalla-verde_.html (21/8/2011)
- <http://www.taringa.net/posts/info/913402/La-magia-del-Chroma-Key-FX.html> (21/8/2011)
- <http://www.edicionmania.com/index.php?name=News&file=article&sid=60&theme=Printer> (21/8/2011)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Croma> (21/8/2011)
- [REF2] http://en.wikipedia.org/wiki/Matte_%28filmmaking%29 (12/8/2011)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Chroma_key (12/8/2011)
- [REF2] <http://www.reflecmedia.com/education/products/chromatte/index.htm> (12/8/2011)
- [REF3] <http://www.tubetape.net/servlet/StoreFront> (12/8/2011)
- [REF4] <http://www.warp9online.es/home.php> (12/8/2011)
- [REF5] <http://www.arturogoga.com/2010/11/23/especial-los-mejores-hacks-del-microsoft-kinect-como-funciona-el-kinect/> (12/8/2011)
- <http://www.logros360.com/foro/general/caracteristicas-kinect-asi-por-dentro-t75690.html> (12/8/2011)
- <http://www.comusoft.com/todo-sobre-el-kinect-de-xbox-360-caracteristicas-y-precio>
- [REF6] <http://wildgames.es/driver-oficial-de-codigo-abierto-para-kinect-ya-disponible/> (12/8/2011)

- [REF7]**<http://www.neoteo.com/primense-libera-controladores-3d-de-kinect> (12/8/2011)
- [REF8]** <http://www.youtube.com/watch?v=6BaWwx5x7nM> (12/8/2011)
- [REF9]** <http://nae-lab.org/project/thermo-key/> (18/8/2011)
- [REF10]**<http://www.datavideo.us/products/chroma-keying/ckl-200-dual-color-chroma-key-light-system.html> (18/8/2011)
- [REF11]**http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555 (18/8/2011)
- [REF12]**<http://www.newtek.com/tricaster/> (19/8/2011)
- [REF13]**http://www.canon.es/For_Home/Product_finder/Camcorders/professional/XL_H1S/ (19/8/2011)
- [Aga07]**H. Agata, A. Yamashita, T. Kaneko, "Chroma Key using a Checker Pattern Background", IEICE Trans. Inf & Syst, vol. E90-D, no. 1, January 2007
- [Jac07]**J. Jackman, "Composición Chroma-key: una guía práctica para video y cine", Ed. Escuela de Cine y Video, Andoain, 2007.
- [Bri08]**R. Brinkmann, "The Art and Science of Digital Composing", Ed. Elsevier, 2008
- [Ken58]**R.C. Kennedy, F.J. Gaskins, "Electronic Composites in Modern Television", Ed. Proceedings of the IRE, vol. 46, no. 11, pp. 1798-1807, Nov. 1958.
- [Vla78]**P. Vlahos, "Comprehensive Electronic Compositing System". US Patent 4,100,569, July 1978.
- [Gru10]**Anselm Grundhofer, Daniel Kurz, Sebastian Thiele, Oliver Bimber, "Color invariant chroma keying and color spill neutralization for dynamic scenes and cameras", The Visual Computer: International Journal of Computer Graphics, Vol 26 Issue 9, September 2010.
- [Col08]**James R. Cole, Brad Allen, Dennis R. Esterberg, Jeff Bakkom, "Asynchronous Camera projector system for video segmentation". US Patent 2008/00845508 A1, April 2008.
- [Mon02]**Yoshio Monjo, "Chroma key system for discriminating between a subject and a background of the subject based on a changing background color". US Patent 6,490,006 B1, Dec 2002.

Software Empleado

Matlab R2008b

Orcad 9.2 Portable

Adobe Photoshop CS3

Adobe Premiere CS3

Adobe Acrobat 9 Pro

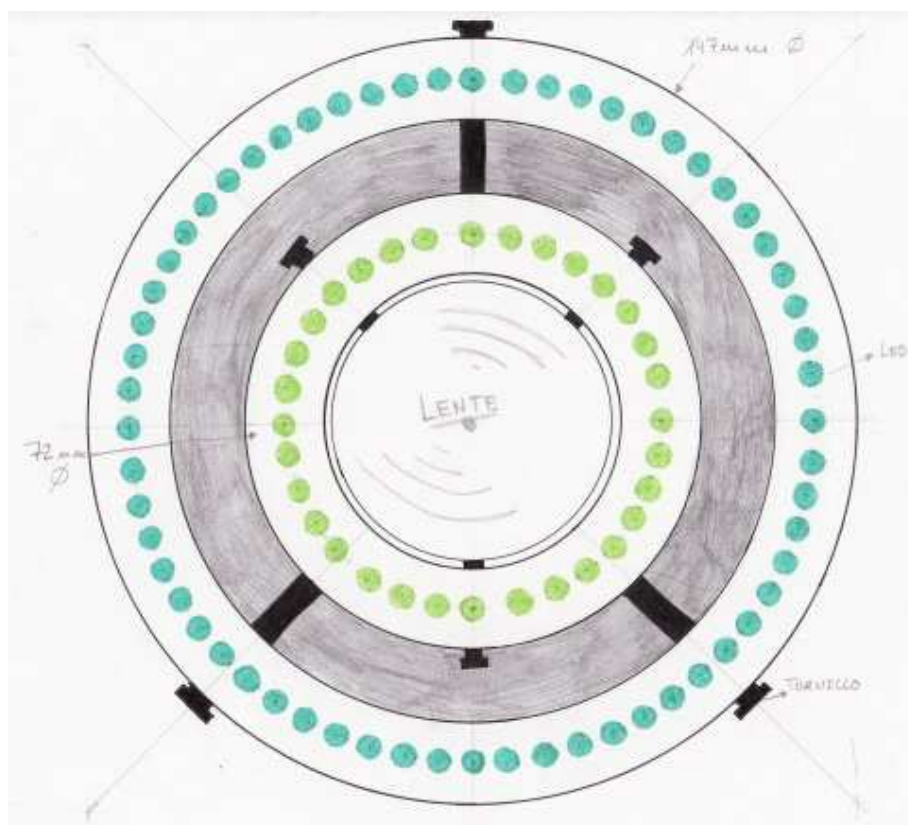
Format Factory 2.6 (multimedia file converter)

Microsoft Word 2007

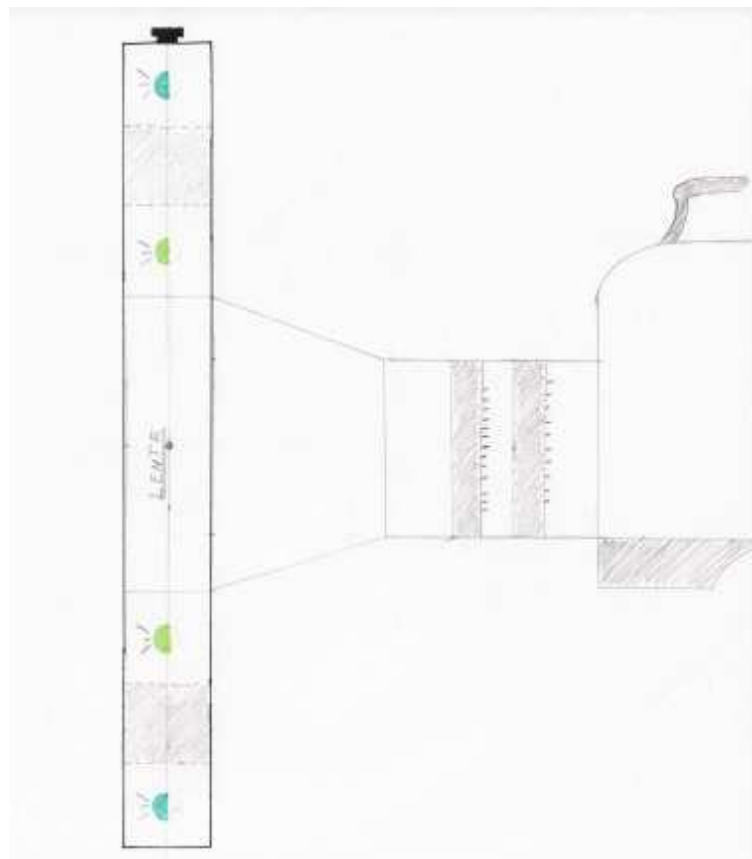
Anexo I

Componentes, Bocetos y Circuitos.

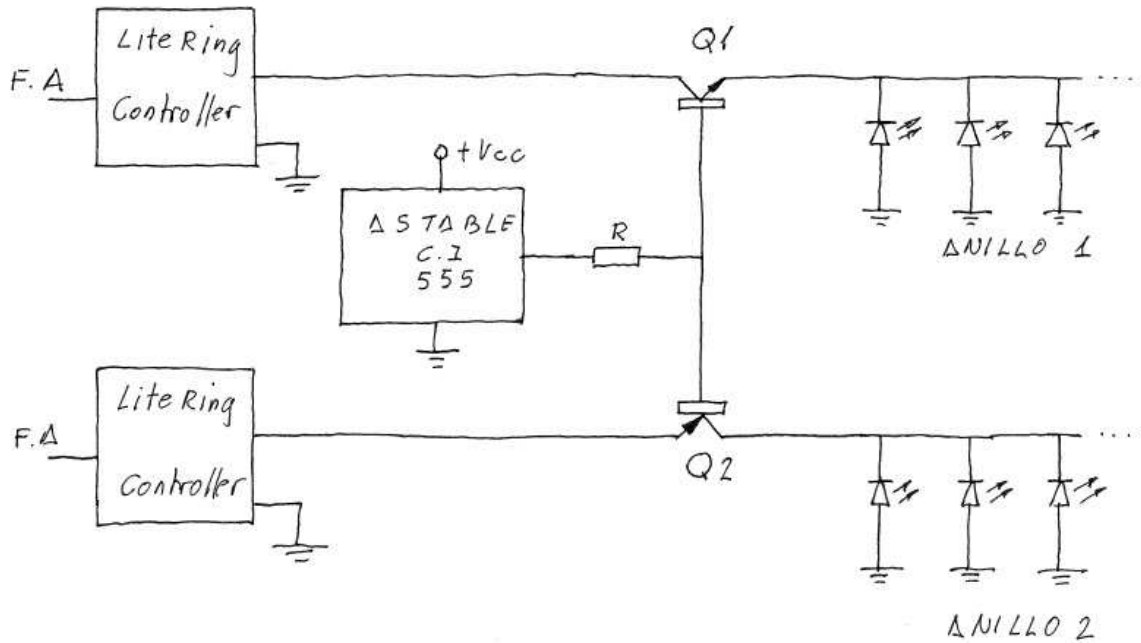
1. [1] En el boceto podemos observar la disposición de los anillos para su empleo en la técnica de Chroma-key con patrón de colores mediante anillos de Chroma. Pudiendo observar en la parte externa el anillo de color azul para compensar la menor potencia de iluminación frente al verde que estará en la parte interna.



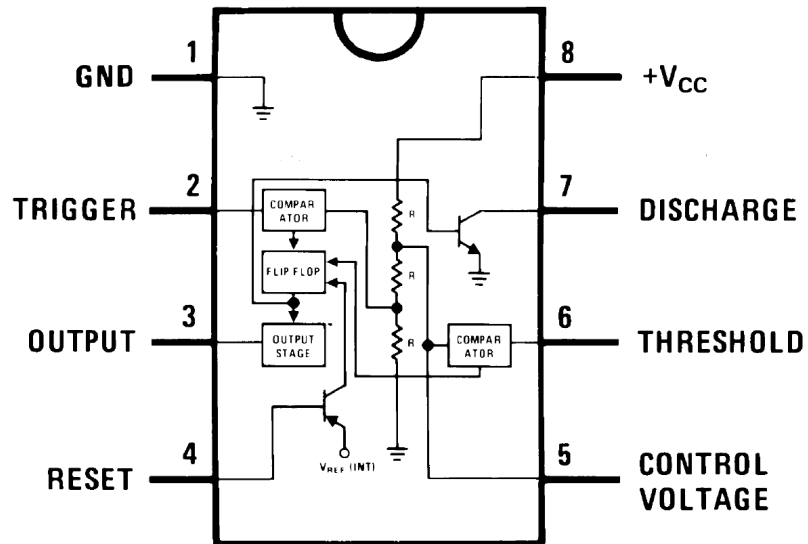
2. [2] En este boceto podemos observar como quedarían los anillos acoplados a la cámara en una vista lateral, enfocados a la lona chromatte.



3. [3] En este boceto podemos hacernos la idea de cómo sería el conexionado del conmutador de los anillos. Donde podemos ver que el conmutador se conecta en serie entre el controlador de potencia de los anillos y los respectivos anillos.



4. [4] Esquema del integrado 555 multivibrador a estable como contador



5. [5] Fotografías del circuito eléctrico de conmutación

