

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Programación de cámara de meteoros



Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Janire Martínez López

Patricia Yanguas Sayas

Pamplona, 23-6-2017



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría empezar este TFG dando las gracias a todas aquellas personas que me han acompañado durante estos largos años. El camino no ha sido fácil, pero ha merecido la pena.

En primer lugar agradecer el apoyo y paciencia dedicados, a mis padres. Muchos de mis logros se los debo a ellos, entre los que se incluye este. Gracias por trabajar para que no me faltara nada y por todo vuestro amor.

A mi familia, a los que están y los que se fueron, que han estado en los buenos y en los malos momentos. Especialmente a mis abuelas y también a mis primos, me han ayudado y aconsejado día a día, pudiendo confiar plenamente en ellos.

A mi “segunda familia”, mis amigos, que me han aguantado durante muchos años, sobre todo en la época de exámenes con mi mal humor. Me han entendido y apoyado. Han estado ahí presentes siempre, y mucho más cuando les he necesitado. Les agradezco no solo por aportarme buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que siempre me han causado.

A Patricia Yanguas Sayas y a Aurelio Pagola, por haberme dado la oportunidad de realizar el TFG con ellos. Haber pasado horas conmigo en el laboratorio, invirtiendo su tiempo en mí, dándome nuevas ideas y mejoras para el proyecto y por preocuparse tanto por mí, como por el curso del TFG en todo momento.

A cada uno de mis profesores de los que he aprendido mucho, y a mis compañeros que me han acompañado durante todo este trayecto, con todas esas horas de estudio en la biblioteca, los “mini-descansos”, los ataques de risa, los agobios múltiples, el tú me explicas eso y yo esto otro, esto no habría sido igual sin cada uno de ellos.

Por concluir agradecer a todas esas personas que han pasado de alguna forma por mi vida y de los que estoy segura que he aprendido muchas cosas.



ABSTRACT

The project includes the operation of a meteor camera, collecting data, analyzing them and scheduling the camera to operate automatically.

The aim of the first part is programming the camera to automatically work every night.

The second part consists in adjusting the parameters of the program that takes the photos so that they have the appropriate quality.

In addition to the above, a program is used to connect from a mobile phone or another computer with the computer that operates the camera and check if the camera has worked properly during the night. In this way, the user does not need to go to everyday to the place where the device that controls the camera is.

The final step is the analysis of the images, trying to determine if there are meteors. The data are compared with those taken by a radio antenna.

RESUMEN

El proyecto consiste en poner en funcionamiento una cámara de meteoros, recoger datos, analizarlos y programarla para que funcione de modo automático.

La primera parte tiene como objetivo el programar la cámara para que funcione automáticamente todas las noches.

La segunda parte consiste en el ajuste de los parámetros del programa que toma las fotos para que las mismas tengan la calidad adecuada.

Además, se utiliza un programa que permite, a través del móvil o de un ordenador, que el usuario de la cámara se conecte al ordenador que opera la cámara y sepa si ha trabajado correctamente durante toda la noche sin tener que desplazarse hasta el lugar en el que está el dispositivo que controla la cámara.

El último paso, es la recogida de las imágenes y su análisis, tratando de determinar si se han recogido meteoros. Los datos se comparan con los tomados por una antena de radio.



PALABRAS CLAVE

- Meteoro
- Cámara de meteoros
- Automatización de tareas
- Calibrado fotográfico
- Acceso remoto
- Antena de radio





ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	11
1.1. OBJETIVO	11
1.2 ANTECEDENTES	11
1.3 ESTRUCTURA DE LA PRESENTE MEMORIA	12
2 CONTEXTUALIZACIÓN	13
2.1 LA ASTRONOMÍA.....	13
2.2 LOS METEOROS.....	14
3 LA CÁMARA DE METEOROS	15
3.1 ST 402.....	15
3.2 SITUACIÓN	16
3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	16
3.4 LIMITACIONES	18
3.5 SOFTWARE DE LA CÁMARA	18
4 LA ANTENA DE RADIO	22
4.1 SITUACIÓN	22
4.2 FUNCIONAMIENTO	23
4.3 EL RADAR.....	24
4.4 SISTEMA DE RECEPCIÓN	25
4.5. EJEMPLOS DE ECOS METEOROLÓGICOS	26
5 PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN	29
5.1 ¿POR QUÉ AUTOIT?	29
5.2 AUTOIT.....	29
5.3 INSTALACIÓN Y LICENCIA	30
5.4 INTERFAZ DEL PROGRAMA	30
5.5 CREAR UN SCRIPT	31
5.6 EJECUCIÓN DE UN SCRIPT	32
5.7 OTROS EJEMPLOS.....	33
5.8 CONCLUSIÓN SOBRE AUTOIT	34
6 TRABAJO EN EL LABORATORIO.....	35
6.1 DISEÑO DE PROGRAMACIÓN	35
6.1.1 PROGRAMA 1	36



6.1.2 PRUEBA 1	38
6.1.3 PROGRAMA 2	38
6.1.4 PRUEBA 2	41
6.1.5 PROGRAMA 3	42
6.1.6 PRUEBA 3	44
6.3 MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS FOTOS	45
6.4 SLIDE SHOW	55
6.5 PROGRAMA ENVIAR UN MENSAJE	58
6.6 ACCESO REMOTO	58
6.6.1 TEAMVIEWER.....	59
6.6.2 ¿POR QUÉ TEAMVIEWER EN VEZ DE CONFIGURAR EL EQUIPO?	59
6.6.3 CARACTERÍSTICAS Y USO.....	60
6.6.4 INSTALACIÓN.....	60
7 COMPARACIÓN CON LA ANTENA DE RADIO	63
8 CONCLUSIONES Y MEJORAS	64
9 BIBLIOGRAFÍA	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La cámara de meteoros y su cubierta impermeable.	15
Figura 2. Situación de la cámara de meteoros.	16
Figura 3. Interior de la cámara de meteoros.	17
Figura 4. CCDOps.	19
Figura 5. Cuadro de diálogo de los comandos Focus o Grab.	20
Figura 6. Captura de un meteorito.	21
Figura 7. Antena de radio.	23
Figura 8. Funcionamiento de la antena de radio.	24
Figura 9. Situación del Radar Graves.	25
Figura 10. Puesto de trabajo de la antena de radio.	26
Figura 11. Ejemplo 1 de eco meteorológico.	27
Figura 12. Ejemplo 2 de eco meteorológico.	27
Figura 13. Descarga de AutoIt.	30
Figura 14. Aplicación para crear scripts.	30
Figura 15. Editor de scripts de AutoIt.	31
Figura 16. Ejemplo 1 en AutoIt.	31
Figura 17. Función Run en AutoIt.	32
Figura 18. Ejecución de un script en AutoIt.	33
Figura 19. Tutorial de AutoIt.	34
Figura 20. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.	36
Figura 21. Programa para guardar las imágenes y salir.	36
Figura 22. SnagIt 13.	37
Figura 23. AutoIt v3.	38
Figura 24. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.	39
Figura 25. Programa para guardar las imágenes y salir.	39
Figura 26. Obtención de los ejecutables de los dos programas.	40
Figura 27. Programación de tareas.	41
Figura 28. Primera captura obtenida con la cámara de meteoros.	42
Figura 29. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.	43
Figura 30. Programa para salir.	43
Figura 31. Una de las capturas.	44
Figura 32. Imagen día 28-6-2017.	49
Figura 33. Imagen día 8-5-2017.	50
Figura 34. Imagen día 10-5-2017.	50
Figura 35. Imagen de meteorito día 19-5-2017.	51
Figura 36. Imagen de avión día 19-5-2017.	52
Figura 37. Activar Filter Warm Pix.	52
Figura 38. Variación del programa en AutoIt.	53
Figura 39. Imagen del destello Iridium 13-6-2017.	53
Figura 40. Carta celeste.	54



Figura 41. Detalles del destello Iridium.	54
Figura 42. Realizar Slide Show.	55
Figura 43. Dónde se guarda el Slide Show.....	56
Figura 44. Acceder al Slide Show creado.....	57
Figura 45. Parámetros de Slide Show.....	57
Figura 46. Programa enviar un mensaje desde AutoIt.....	58
Figura 47. Descarga TeamViewer.	61
Figura 48. Icono de TeamViewer.	61
Figura 49. TeamViewer.....	62
Figura 50. Meteoro captado por la antena de radio.	63
Figura 51. Meteoro captado por la cámara de meteoros.....	63



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variación de los parámetros del comando Grab.....	47
Tabla 2. Variación de los parámetros de AutoGrab.	48
Tabla 3. Variación de los parámetros de configuración de la cámara.....	48





1 INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO

El objetivo principal del presente proyecto es proporcionar a la Universidad Pública de Navarra una cámara de meteoros en condiciones operativas, que permita la investigación astronómica y acercar al alumnado a la astronomía. Los objetivos específicos se muestran a continuación:

- Búsqueda bibliográfica.
- Conocer el funcionamiento de la cámara de meteoros y comprender la función de cada una de sus partes.
- Realizar las operaciones pertinentes que permitan poner en marcha el sistema.
- Desarrollo de un programa para automatizar el trabajo del dispositivo.
- Llevar a cabo pruebas que permitan caracterizar el estado de la cámara y recoger datos que permitan evaluar su condición y sus posibilidades como instrumento de observación.
- Buscar y utilizar un programa para que el usuario de la cámara sepa en remoto si ha trabajado correctamente durante la noche.
- Optimizar la calidad de las imágenes.
- Determinar si hay meteoros en las fotografías.
- Comparar los datos con los tomados por una antena de radio.

1.2 ANTECEDENTES

El Trabajo Fin de Grado surgió para dar solución a un problema planteado desde hacía dos años en la Universidad Pública de Navarra.

Se disponía de una cámara de meteoros pero no estaba en condiciones de funcionamiento, por lo que se hacía imposible la investigación astronómica y la docencia en la Universidad.

Se precisaba de la puesta en marcha de la cámara de meteoros, para posteriormente crear un programa que permitiese automatizar el funcionamiento del dispositivo.



1.3 ESTRUCTURA DE LA PRESENTE MEMORIA

Es importante notar que hay 5 etapas importantes en el proceso: la parte de investigación, la puesta en marcha de la cámara de meteoros, la programación, la recogida de datos y su posterior comparación con los datos recogidos por una antena de radio. Estas etapas son fácilmente identificables dentro del presente documento. A continuación se detallan los contenidos de cada capítulo.

En el Capítulo 2,3 y 4 se pretende dar un marco de contenidos que permitan introducir al lector en el tema que trata el presente documento. Primero se presentan de manera general una antena de radio y una cámara de meteoros para posteriormente centrarnos en las utilizadas en este proyecto. Se detallan las especificaciones técnicas de los dispositivos y sus componentes más importantes.

En el Capítulo 5 se realiza un resumen del programa utilizado para automatizar el trabajo de la cámara de meteoros.

En el Capítulo 6 se describen la implementación y los trabajos previos a la puesta en marcha. Primero se explican las pruebas preliminares y la familiarización con el sistema llevada a cabo en el laboratorio. Se detalla el diseño de programación, además de los problemas que se han ido encontrado durante este tiempo.

En el Capítulo 6 también se trata la recogida de datos de la cámara de meteoros. Primero se describen las pruebas preliminares y los ajustes necesarios. Finalmente se incluyen las primeras observaciones realizadas y las conclusiones que éstas arrojan.

En el Capítulo 7 se expone la última etapa del proceso, que es la comparación de las fotos tomadas por la cámara de meteoros con las tomadas por la antena de radio.

En el Capítulo 8 se realiza una breve conclusión y se proponen posibles mejoras del proyecto.



2 CONTEXTUALIZACIÓN

Se pretende dar un marco de contenidos que permitan introducir al lector en el tema del que trata el presente proyecto.

2.1 LA ASTRONOMÍA

La **Astronomía** es la rama de la ciencia que tiene por objeto el estudio de las estrellas. Su etimología significa: "astro", que quiere decir "estrella o cuerpo celeste", y "nomia", que es igual a "observación". Entre los principales aspectos que se evalúan a través de los diversos métodos de observación, están la posición, composición y movimiento de los cuerpos celestes. (1)

Antiguas civilizaciones aplicaban la astronomía para explicar cuestiones relacionadas con mitologías, deidades y creencias religiosas, también para la orientación en los largos viajes que se realizaban. Más adelante, con el avance de la tecnología y el conocimiento, se estableció que la Tierra era un cuerpo celeste más, que interactuaba cósmicamente con otras formaciones en un universo infinito organizado en galaxias, con soles, estrellas, otros planetas, Luna, **meteoritos** y asteroides. (1)

Uno de los instrumentos más importantes para el avance de la Astronomía fue el telescopio de Galileo, el cual aportó un grado de precisión en los procesos de observación que se realizaban en el cielo en búsqueda de respuestas. (1) Con la modernización de las herramientas y métodos de investigación, se ha podido llegar a respuestas más claras acerca del origen del universo, la edad de los cuerpos celestes, incluyendo nuestro astro mayor el Sol y también el tiempo de existencia de este planeta. A través de diferentes fenómenos vistos a lo largo de la historia, se ha podido obtener información tanto del pasado como del destino que tendrá la Tierra. (1) La Tierra ha recibido impactos de meteoritos, algunos muy grandes, que han tenido consecuencias catastróficas. Aunque son muy escasas las ocasiones en las que hay evidencias firmes de que hayan causado daños. (2)

Los astrónomos, quienes han tenido una trayectoria de vital importancia para las diferentes sociedades, han recibido aportes de las distintas culturas que han abocado a la búsqueda de respuestas sobre nuestro origen en las estrellas. Hay teorías que dicen que hace 65 millones de años un asteroide de unos 10 Km de diámetro llegó del espacio y se precipitó contra la Tierra. Este cataclismo acabó con los grandes dinosaurios y puso la vida en jaque, aunque algunos científicos creen que fue gracias a ese colosal y destructivo impacto que el hombre está en el planeta, ya que de esta forma los mamíferos tuvieron una oportunidad de expandirse por el mundo. (3)



2.2 LOS METEOROS

Tanto los meteoroides, meteoros y meteoritos representan los diferentes estados de los restos interplanetarios.

Los meteoroides son restos pequeños de roca y metal. Pedazos que suelen ser de asteroides, cometas y raramente de la luna de Marte. La gravedad terrestre arrastra a millones de meteoroides. La mayoría se vaporizan al llegar a nuestra atmósfera dejando un rastro visible de polvo brillante al que popularmente se le llama “estrella fugaz”. (4)

Un meteorito es un meteoroide que alcanza la superficie de un planeta debido a que no se desintegra por completo en la atmósfera. La luminosidad dejada al desintegrarse se denomina **meteoro**. (5)

El término **meteoro** proviene del griego “meteoron”, que significa "fenómeno en el cielo". Se emplea, como hemos mencionado en el párrafo anterior, para describir el destello luminoso que acompaña la caída de materia del sistema solar sobre la atmósfera terrestre. Dicho destello se produce por la incandescencia temporal que sufre el meteoroide a causa de la presión de choque (el aire atmosférico se comprime al chocar con el cuerpo y, al aumentar la presión, aumenta la temperatura, que se transfiere al meteoroide), no de la fricción. Esto ocurre generalmente a alturas entre 80 y 110 kilómetros sobre la superficie de la Tierra. (6)

La aparición de meteoros es un hecho muy frecuente y generalmente se ven a simple vista, con excepción de los llamados meteoros telescópicos. En una noche oscura y despejada se pueden detectar sin ayuda de instrumentos hasta 10 meteoros por hora, pero a intervalos irregulares. En las épocas denominadas de lluvia de estrellas se llegan a observar de 10 a 60 por hora, pero la contaminación lumínica hace que en las ciudades sea muy difícil disfrutar de este tipo de observaciones. También la presencia de la Luna, sobre todo, en su fase llena, impide la observación de los meteoros. (7)

Pero además de poder verlos a simple vista, también existen una serie de instrumentos que permiten su detección como son, las **cámaras de meteoros** o los **radiotelescopios**.

3 LA CÁMARA DE METEOROS

La Tierra, en su movimiento alrededor del Sol, intercepta cada año entre 40000 y 80000 toneladas de meteoroides, fragmentos de materiales desprendidos de asteroides, cometas u otros planetas. Dependiendo de su tamaño, se desintegrarán en la atmósfera o alcanzarán la superficie terrestre. (8) **La cámara de meteoros** contribuye a un mejor seguimiento de estos fenómenos, ya que permite identificar de forma automática la entrada de meteoroides.

3.1 ST 402

La cámara de meteoros con la que se ha trabajado que aparece en la Figura 1, es de tipo All-sky y está fabricada por **Santa Barbara Instrument Group**. La compañía se dedica al diseño y fabricación de productos de instrumentación astronómica. Los productos se ofrecen a través de distribuidores en los Estados Unidos e internacionalmente. Santa Barbara Instrument Group, Inc. tiene su sede en Santa Bárbara, California. Esta compañía opera como una subsidiaria de Avi-Tech Electronics Ltd. desde 2011. (9)



Figura 1. La cámara de meteoros y su cubierta impermeable.

La cámara de meteoros tiene dos usos principales:

- Revelar el cielo para que el usuario pueda determinar si hay nubes que bloquean una visión clara de un objeto con otro sistema. Este es el modo de monitorización de nubes.

- Observar el cielo durante toda la noche y registrar todas las imágenes con objetos en movimiento. Este es el uso que se le va a dar a la cámara de meteoros.

3.2 SITUACIÓN

La ubicación de la cámara de meteoros es la terraza del edificio **Jerónimo de Ayanz** como se puede ver en la Figura 2, aunque no es el sitio más idóneo para la detección de meteoros debido a la gran contaminación lumínica, pues las fotografías tienen menos contraste y existe menos probabilidad de detección que si se encontrase en un lugar más oscuro. Este es uno de los mayores obstáculos con los que se encuentra una instalación de este tipo.

Además los factores climáticos adquieren también una gran importancia: la exposición al sol, a climas fríos y a condiciones atmosféricas adversas (lluvias intensas, vientos fuertes, nevadas, tormentas severas o nieblas densas) pueden afectar a nuestro dispositivo con el paso de tiempo.



Figura 2. Situación de la cámara de meteoros.

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Nuestra cámara ST-402 tiene las siguientes características:

- Utiliza el CCD KAF-0402ME de Kodak, reforzado con azul, con 765x510 píxeles cuadrados de 9 micras.
- Convertidor A/D de 16 bits con muestreo doble correlativo funcionando a 1,8 Mhz.

- Placa simple, diseño pequeño y compacto con obturador interno que permite exposiciones de hasta 40 milisegundos, lo que hace que tomar marcos oscuros sea una tarea trivial.
- Interfaz USB que genera velocidades de descarga de hasta 1,2 megapíxeles por segundo, pero compatibilidad retroactiva total con computadoras USB 1.1 a 400 kilopíxeles por segundo.
- Requisitos de alimentación de entrada de 10-14,5 V DC a 1 A.
- Interfaz del telescopio con cuatro señales normalmente abiertas ópticamente aisladas en el conector estándar RJ-11 de la industria.
- Interfaz mecánico basado en T-Thread. Rueda filtrante opcional de 4 posiciones con filtros rojos, verdes, azules y claros focales.
- Potente pero intuitivo software CCDOps para adquisición y tratamiento.
- La cámara no tiene refrigeración de fábrica aunque se ha añadido para un mejor funcionamiento de ésta.



Figura 3. Interior de la cámara de meteoros.

En la Figura 3, podemos observar el interior de la cámara de meteoros, cuyos principales elementos son: la placa base del ST-402 (1) con el sistema óptico de 2,6 mm de distancia focal, F1.6, la fuente de alimentación para el dispositivo (2), el Icron REX USB 2650 (3) para la conexión con el ordenador mediante cable Ethernet y el termostato (4) que hace que el filtro esté calefactado cuando la temperatura baja por debajo de 10 grados, para evitar la condensación.



3.4 LIMITACIONES

El sistema del dispositivo tiene algunas limitaciones. En primer lugar, no cubre el cielo entero y la cámara no puede informar sobre la **velocidad del meteorito**, o en qué dirección está viajando. Sin embargo, el sistema SBIG tiene muchas estrellas de comparación para localizar la pista, y también es más sensible para objetos que se mueven lentamente como los satélites.

La segunda limitación es que el sistema está muerto durante la lectura, lo cual toma alrededor de 1 segundo. Esto limita **las exposiciones** más cortas que se pueden utilizar hasta unos 10 segundos para no perder demasiados objetos, o interrumpir un meteorito en vuelo.

La tercera limitación es que los algoritmos de detección de meteoros tienden a darnos una **falsa alarma** en los bordes de las nubes, si las nubes están iluminadas, por contaminación lumínica o una luna brillante. Afortunadamente se pueden revisar las imágenes y rechazar estos marcos.

En el lado positivo, se ha encontrado que ejecutar el sistema en una noche clara es muy interesante, sobre todo sabiendo si hay algo significativo. Se han captado algunos meteoros, destellos de satélites Iridium y pasos de otros satélites. Los destellos de satélites Iridium son producidos por el reflejo de la luz del Sol en las placas solares de dichos satélites que los reflejan a la Tierra. (10)

3.5 SOFTWARE DE LA CÁMARA

La cámara de meteoros trae consigo varios CD-ROMs pero el más importante es el que contiene los controladores y el software CCDOps, que se necesita para usar la cámara. CCDOps es un potente pero intuitivo software para adquisición y tratamiento de datos.

Una vez instalado, es fácil ejecutar CCDOps desde el menú de Inicio de Windows. Además incluye un archivo de ayuda extenso y muchos de los cuadros de diálogo tienen un botón de ayuda incrustado para el comando específico. La pantalla principal del programa es la que aparece en la Figura 4.

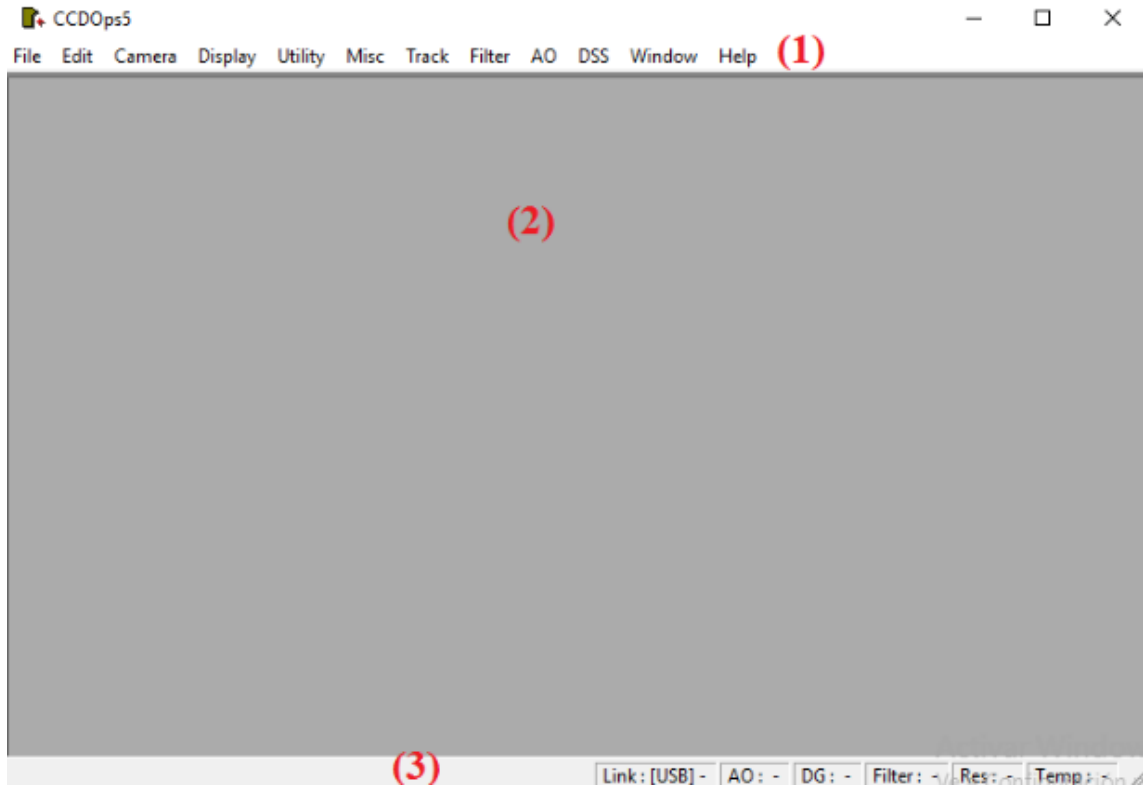


Figura 4. CCDOps.

En la ventana del software, tenemos la "Barra de menú" (1), "Área donde aparecen las imágenes/cuadros de diálogo" (2) y "Barra de información" (3) (ver la Figura 4).

Dentro del menú nos vamos a centrar en "Camera" ya que ofrece comandos para configurar, enfocar la cámara y adquirir imágenes no guiadas. Los comandos más importantes son:

- *Focus*: se utiliza para enfocar la cámara CCD o para centrar objetos en el campo de visión. Repetidamente adquiere y muestra imágenes.
- *Grab*: se utiliza para tomar una sola exposición o una serie de exposiciones y registrarlas en el disco.
- *Setup*: comando de configuración de la cámara que se utiliza para configurar el hardware del dispositivo.

Tanto el comando Focus, como Grab, nos permiten capturar imágenes de meteoros. Al activarlos, CCDOps muestra un cuadro de diálogo con todos los parámetros asociados a la imagen, como el tiempo de exposición, la fecha y hora en que se adquirió la imagen, etc. (Véase la Figura 5.)

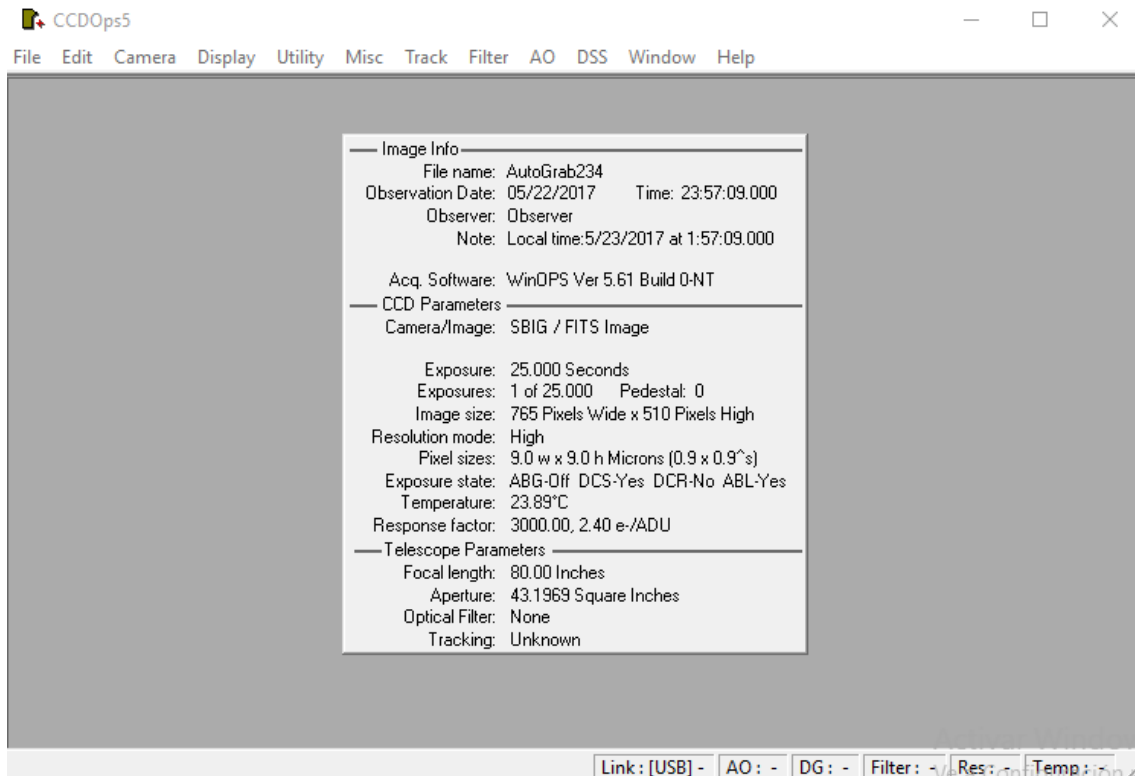


Figura 5. Cuadro de diálogo de los comandos Focus o Grab.

Es interesante inspeccionar los datos de cada fotografía que se obtiene. Para cerrar el cuadro de diálogo se hace clic encima de él. Los datos siempre se adjuntan a las imágenes guardadas y se pueden mostrar mediante el comando parámetros en el menú Pantalla. Después de que el cuadro de diálogo de parámetros de imagen haya desaparecido, se verá la imagen mostrada en su propia ventana y aparecerá el cuadro de diálogo contraste.

En la Figura 6 se muestra una imagen.

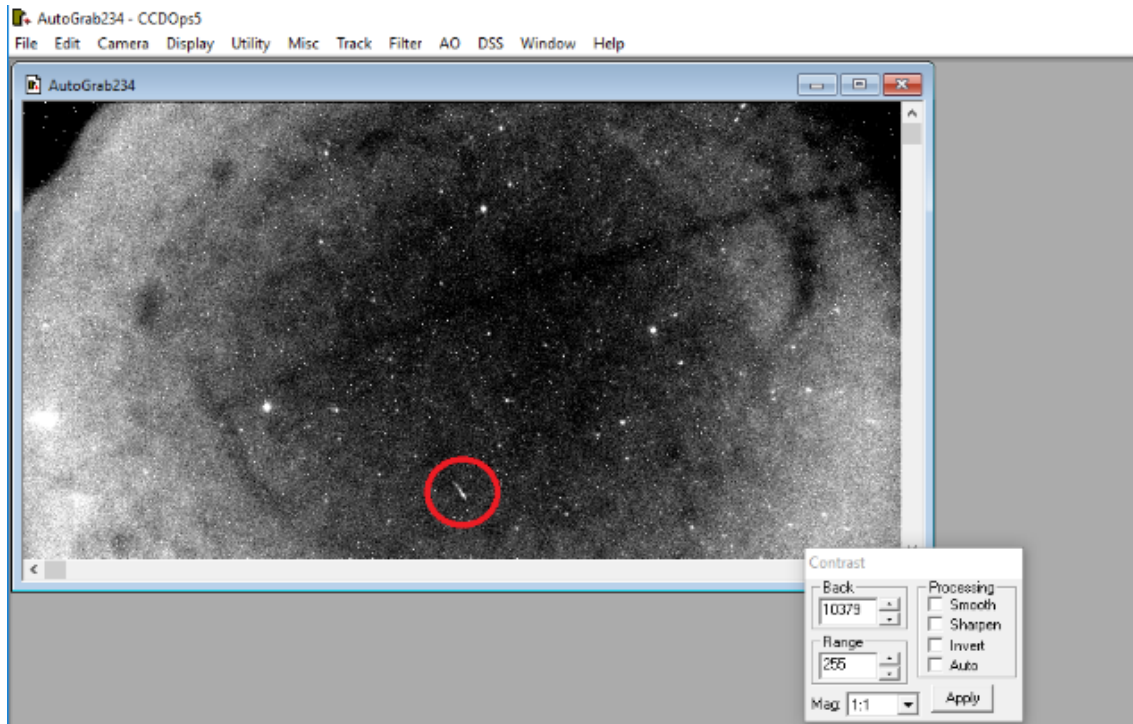


Figura 6. Captura de un meteorito.

Aunque en la imagen de la Figura 6 se puede observar posiblemente un meteorito, la calidad de la fotografía no es la adecuada. Lo primero que se puede ver es que hay cientos de puntos brillantes. Estos se llaman píxeles calientes. Están presentes en todas las imágenes en una medida u otra. El píxel caliente es un atributo de los sensores CCD llamados corrientes oscuras. (11)

El segundo efecto es un brillo a la izquierda de la imagen. Esto se denomina resplandor de lectura y es causado por la electrónica, un pequeño brillo que emana del amplificador en el chip que condiciona las señales débiles para que puedan ser digitalizadas. (11)

El efecto final es el aspecto de sal y pimienta del fondo. Lo que se puede ver es el ruido de lectura de la cámara. Afortunadamente en capítulos posteriores se intentará mejorar la calidad de las fotografías tratando eliminar estos efectos.



4 LA ANTENA DE RADIO

En la Universidad Pública de Navarra disponemos también de una **antena de radio**. Este instrumento sirve para capturar ondas de radio emitidas por cuerpos celestes y así poder estudiarlos. La antena de radio no está fabricada por ninguna compañía sino que la ha hecho José Javier Vesperinas, con componentes reciclados.

Este dispositivo es capaz de detectar por ejemplo meteoros u obtener imágenes de galaxias, pero también cuerpos y situaciones que no se logran captar con instrumentos de astronomía óptica. Por ejemplo se pueden escuchar explosiones en Júpiter, fenómenos solares o el sonido que produce una aurora boreal.

Una de las diferencias con la cámara de meteoros, es que detecta meteoros en radio, mientras que la cámara capta en luz visible.

4.1 SITUACIÓN

La ubicación de la antena de radio que aparece en la Figura 7 es la terraza del edificio **Jerónimo de Ayanz**, la misma que la de la cámara de meteoros.

Como en el caso anterior, la situación no es la más idónea, ya que en la mayoría de los casos estos dispositivos se colocan fuera de la ciudad, donde no hay problema en instalar altas torres para las antenas, disminuyendo así la pérdida de la ruta de radio y evitando cualquier problema que pueda comprometer el rendimiento del enlace, como la interferencia potencial. (12)



Figura 7. Antena de radio.

4.2 FUNCIONAMIENTO

Como hemos comentado anteriormente, las trayectorias de meteoros se forman cuando partículas diminutas impactan en la atmósfera superior de la Tierra a una altura de unos 90 km y generan una fuerte onda de choque en el aire. Hay un enorme diferencial de temperatura generado a través del límite del choque y el calor radiante vaporiza la superficie de la partícula. Esto provoca la ablación de la partícula y la ionización de los átomos del material, produciendo radiación a través de un amplio espectro óptico. El material vaporizado y el aire ionizado desempeñan un papel importante en la reflexión de las ondas electromagnéticas en las frecuencias de radio, permitiendo así su detección mediante radar VHF. (13)

Cuanto mayor sea el meteoroides, más larga y brillante será la trayectoria de meteoros, con algunas partículas muy grandes produciendo intensos senderos llamados "eventos de bola de fuego". (13)

¿Qué quiere decir, lo explicado en los párrafos anteriores? Simplemente que cuando un meteoroides entra en la atmósfera terrestre, éste se incinera a su paso a través, ionizando la atmósfera. Esta ionización sirve como espejo que refleja las ondas de radio de una emisora lejana. (14)

Esta ionización permite tratar de establecer una breve comunicación con otras estaciones en momentos particulares como las lluvias de meteoros, en donde las probabilidades de éxito son mayores. Esto se realiza con **estaciones transmisoras y receptoras** como en la Figura 8. (13)

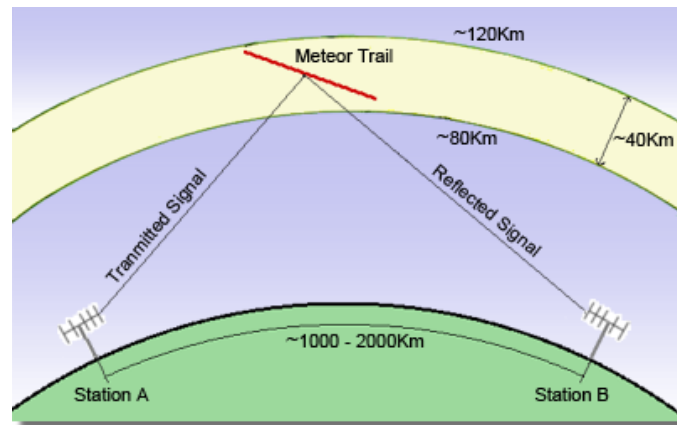


Figura 8. Funcionamiento de la antena de radio.

Favorablemente no es necesario poseer y utilizar un transmisor de alta potencia, debido a la existencia de transmisores de radiodifusión en varios países. Esto significa que no faltan señales que alcancen la ionosfera y sean capaces de interactuar con las trayectorias de los meteoritos. (14)

Nuestro sistema de recepción de bajo costo para detectar meteoros utiliza el radar de vigilancia espacial francés conocido como Grave. (13)

En nuestro caso, no nos interesa transmitir alguna señal, sino más bien captar una. Para esto es necesario poseer una antena que nos garantice la recepción de la señal a una frecuencia de 143.050 MHz.

4.3 EL RADAR

Durante la Segunda Guerra Mundial y el desarrollo del **radar**, se observó que los meteoros podían generar "ecos falsos" y la posterior adaptación del equipo excedente de guerra llevó a un trabajo considerable en la detección y análisis de meteoros. (13)

La detección radar de los senderos ionizados dejados por los meteoros es relativamente directa y se puede deducir una gran cantidad de información de los detalles de la señal de retorno. El análisis de los rendimientos a veces complejos es bastante difícil y se ha dedicado mucho esfuerzo a determinar las estadísticas del número de meteoroides, la masa, las trayectorias y la manera en que los senderos de ionización se desarrollan, se rompen y se deterioran. (13)

El radar temprano se basaba en la transmisión de pulsos de radio cortos desde una antena direccional hacia un objetivo. La radiación era dispersada por el

objetivo metálico y parte de la energía regresaba a un receptor sintonizado a la frecuencia del transmisor. (13)

Los impulsos tenían que ser lo suficientemente cortos para dar un eco nítido y claro y el tiempo entre pulsos tenía que ser lo suficientemente largo como para que el "viaje de ida y vuelta" llegara y saliera del objetivo antes de que se enviara el siguiente pulso. Esta forma de onda clásica de radar pulsado (emite impulsos de radio) se transmitía desde una matriz típica de dipolos de VHF en fase hacia un objetivo de avión. (13)

Como hemos dicho antes, nuestro sistema de recepción de bajo costo para detectar meteoros utiliza el radar de vigilancia espacial francés conocido como Graves. Radar de Graves operado por la Fuerza Aérea Francesa para detectar naves espaciales y escombros espaciales. Su desarrollo costó 15 años para desarrollarse y entró en funcionamiento en noviembre de 2005. (13) El radar está situado cerca de Dijon, en el centro de Francia, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Situación del Radar Graves.

4.4 SISTEMA DE RECEPCIÓN

El **sistema receptor** consta de una simple antena y un receptor de comunicaciones capaz de recibir 143.050 MHz con un modulador de banda lateral única (SSB). El detector SSB es necesario para generar una señal de audio con una frecuencia relacionada con el desplazamiento Doppler del retorno del

radar. Esta señal de audio puede entonces ser analizada en un analizador de espectro. (15)



Figura 10. Puesto de trabajo de la antena de radio.

En la Figura 10 del puesto de trabajo podemos ver un preamplificador, la alimentación, un duplexor (al que llegan dos señales diferentes) y un contador de meteoros que no está en funcionamiento. El software que se utiliza es Funcube (16) pero no nos vamos a centrar en éste, ya que esta explicación es solo para poder entender el funcionamiento de la antena de radio y poder comparar los meteoros detectados con los de la cámara de meteoros.

4.5. EJEMPLOS DE ECOS METEOROLÓGICOS

En este apartado se van a mostrar dos ejemplos de ecos meteorológicos. Durante una lluvia de meteoros hay numerosos ecos cada poco segundos. Además durante el breve lapso que dura la estela ionizada de un meteorito, se escucha el típico siseo (o ruido blanco), súbitamente la radio monitoreada suena y luego se desvanece. En ese momento cuando un meteorito ha pasado. (14)



Figura 11. Ejemplo 1 de eco meteorológico.

En la Figura 11 se muestra el tipo de eco más común. Este es bastante débil y corto, producido por una traza de meteoro débilmente ionizada que sólo existe por un tiempo muy corto.

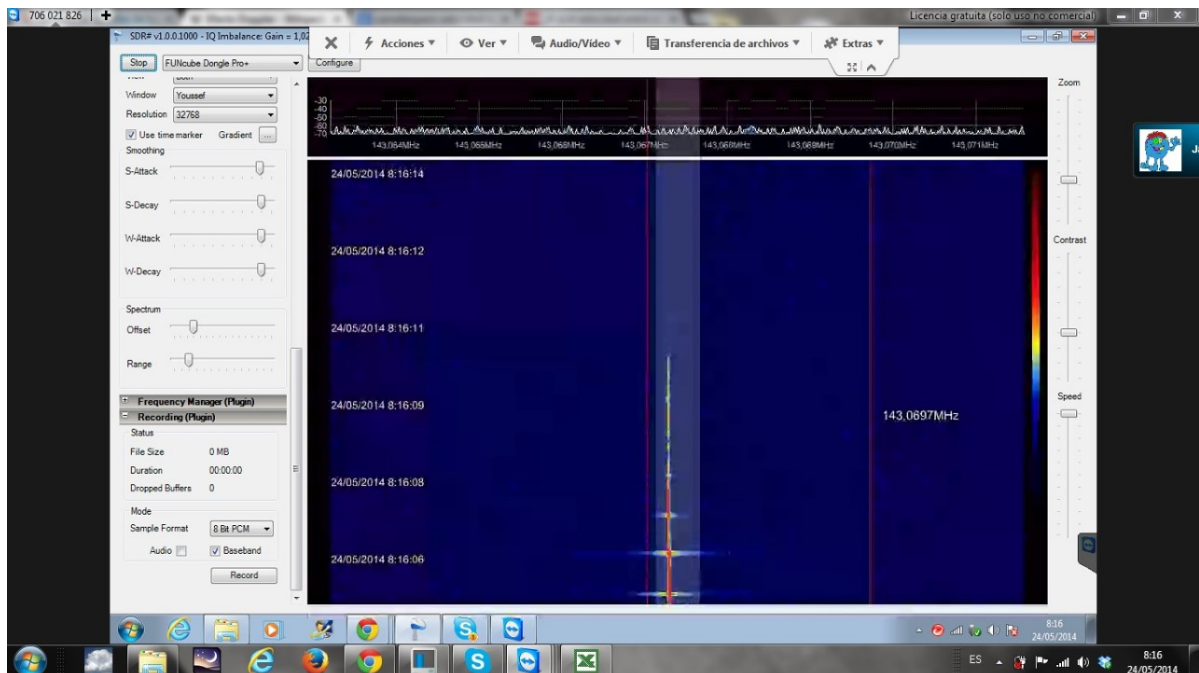


Figura 12. Ejemplo 2 de eco meteorológico.



En el caso de la Figura 12 vemos un ejemplo de un eco inusual. Este tipo de registro es relativamente poco común y puede observarse sólo en pocas ocasiones por hora en una lluvia de meteoros. El ejemplo corresponde a un evento del mes de mayo de 2014, mes en el que se produce la lluvia de estrellas de las Eta Aquáridas.



5 PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN

El software que se ha utilizado para la programación para el funcionamiento automático de la cámara es AutoIt. (17) Por lo tanto, primero se va a realizar una breve introducción al programa.

5.1 ¿POR QUÉ AUTOIT?

Como siempre, la respuesta a esta pregunta depende de las necesidades de cada uno. Este programa es útil para los usuarios que tienen la necesidad de realizar tareas en repetidas ocasiones; en nuestro caso, para el funcionamiento de la cámara de meteoros todas las noches. Con AutoIt, no solo se consigue automatizar una tarea, sino que también ésta se realiza más rápido que manualmente.

5.2 AUTOIT

AutoIt Script es un lenguaje script creado en C++ por Jonathan Bennett. Es un sistema de programación gratuito. Este lenguaje de script ayuda a crear aplicaciones que con otros lenguajes nos llevaría mucho tiempo y tendríamos que escribir más líneas de código. Además de automatizar tareas usando combinaciones de teclas simuladas, clic de ratón, comandos de Windows y ficheros Script cuenta con ActiveX, dlls y plugins, como cualquier lenguaje dinámico al estilo PHP. (18)

AutoIt nos ofrece, de manera muy rápida, un control absoluto de un ordenador y mediante cortas líneas de código podemos automatizar una tarea que nos llevaría horas o días hacerla.

Los automatismos son el punto fuerte de este programa, pero no solo de automatismos vive este lenguaje. Con AutoIt podemos crear una aplicación que nos grabe un CD a las 00:00 cada día o una aplicación que nos ingrese dinero en nuestra cuenta. Además podemos crear un sistema de gestión tipo CRM con interfaz o un videojuego.

Entre las características principales del programa que nos han servido principalmente durante este periodo podemos encontrar:

- La sintaxis es sencilla.
- De fácil comprensión.
- Se ejecuta con rapidez, permite controlar a otros programas.
- Tiene generador de macros y editor gráfico de formularios.

- Sus scripts se pueden compilar en archivos ejecutables totalmente independientes. No requiere archivos adicionales para funcionar.
- Crea ejecutables.
- Simula los movimientos del ratón.
- Manipula ventanas y procesos.
- Crea cuadros para mensajes y cuadros de entrada.

5.3 INSTALACIÓN Y LICENCIA

La **instalación** es sencilla. Para ello, se debe visitar el sitio web del programa y descargar la última versión (actual) en la sección de Descargas. Hay que hacer clic en el enlace como la Figura 13 para descargar esta versión, y continuar con la instalación.



Figura 13. Descarga de AutoIt.

Sitio web del programa: <http://www.autoitscript.com/site/autoit/downloads/>

Sugerencia: Descargar la versión completa porque asegura un mejor funcionamiento del programa.

5.4 INTERFAZ DEL PROGRAMA

Una vez instalado el programa, podemos empezar a usarlo. El menú de AutoIt presenta una serie de opciones. Lo que nos interesa es ir a "**Script Editor SciTE**" que es la aplicación para editar scripts que aparece en la Figura 14, al que se puede acceder desde Inicio.



Figura 14. Aplicación para crear scripts.

En la Figura 15 aparece la pantalla principal del editor.

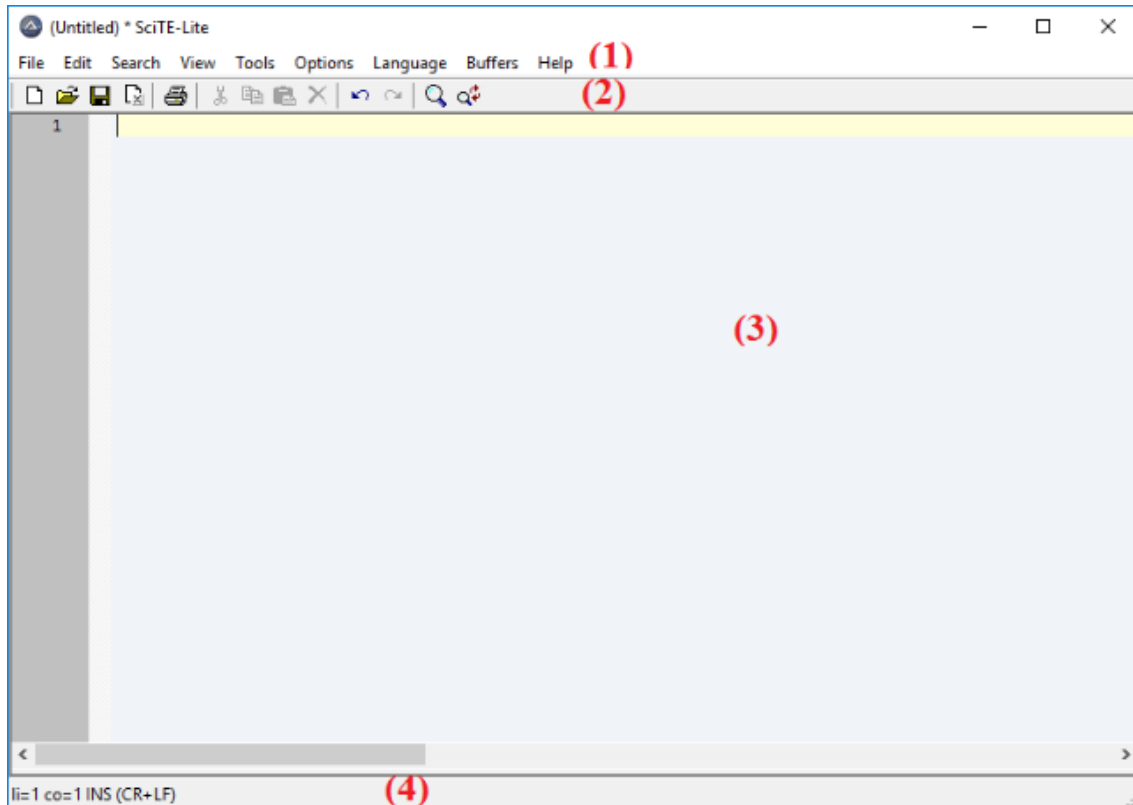


Figura 15. Editor de scripts de AutoIt.

Al igual que en cualquier editor, en la Figura 15 se puede apreciar que tenemos la "barra de menú" (1), "Botones de barra de tareas (2)" y "Barra de estado / información" (4). Pero el área más importante, sin duda, es el área (3), que es donde se crean los scripts.

5.5 CREAR UN SCRIPT

Para crear el primer guion hay que abrir el "Script Editor SciTE" y guardar con cualquier nombre, por ejemplo, "**Ejemplo1**" de la Figura 16.

```
1 ;AutoIt Version: 3.0
2 ;Script para entrar en el programa.
3
4 ;Entrar en el programa CCDOps5.2 y esperar.
5 #include <ie.au3>
6 Run('"C:\Program Files (x86)\SBIG\CCDOps5.2\CCDOps.exe" ')
7 Sleep(2500)
8
9 ; Finished!
```

Figura 16. Ejemplo 1 en AutoIt.

Como cualquier otro lenguaje de programación, AutoIt tiene funciones o comandos, que pueden tener uno o más argumentos o parámetros, opcionales o requeridos. Dependiendo de los parámetros, la forma en la que trabaja la función cambia. También tenemos un área para comentarios, que pueden ser utilizados para obtener información más importante, especialmente si se trata de un gran "guion".

Comenzamos con un ejemplo básico, "Run" que ejecuta el programa. Cuando se empieza a escribir la función, aparece una lista de posibles funciones. Se selecciona con el ratón, o simplemente se pulsa la tecla Enter. Si no sabemos cuáles son los valores esperados o posibles podemos abrir la ayuda directamente en la descripción del comando como en la Figura 17.

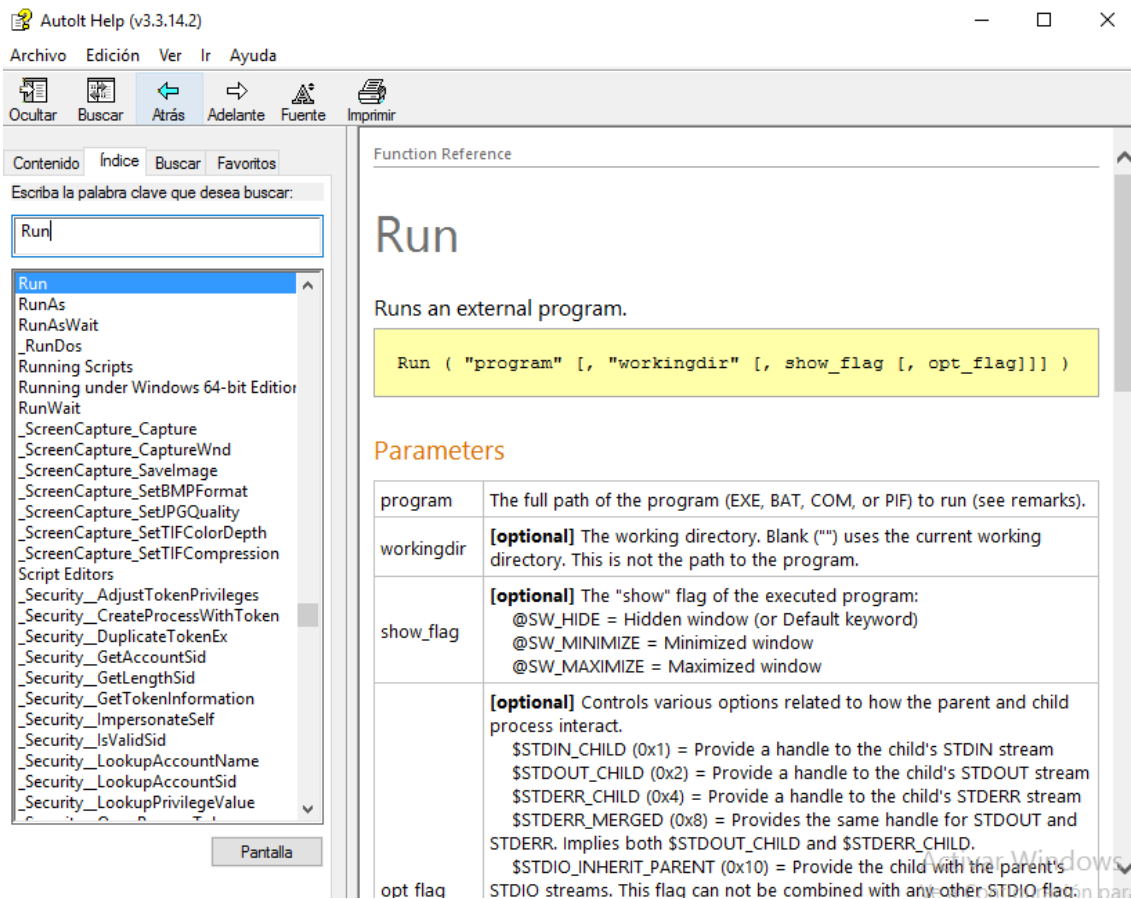


Figura 17. Función Run en AutoIt.

5.6 EJECUCIÓN DE UN SCRIPT

Puede ejecutarse un script a través del editor, accediendo al menú: Tools -> Go, o simplemente pulsando la tecla "F5" (véase la Figura 18).

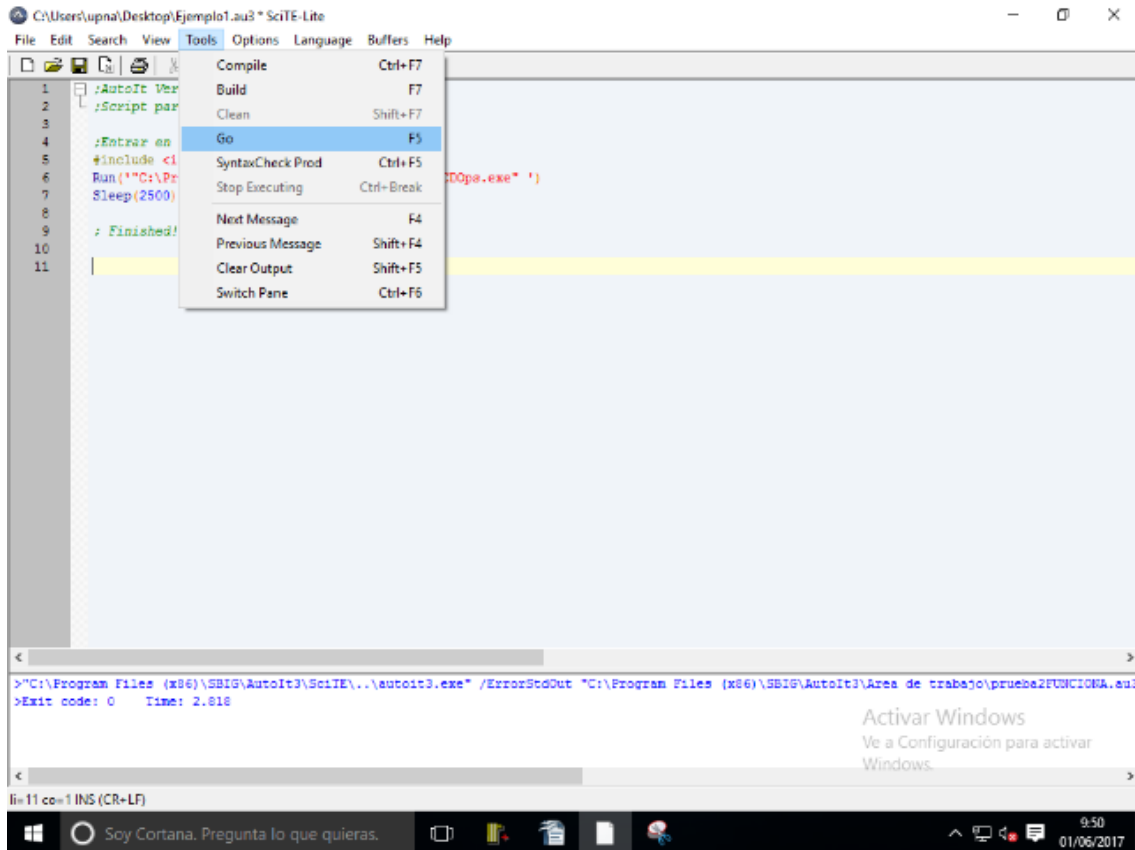


Figura 18. Ejecución de un script en AutoIt.

El resultado es el esperado: se ha creado un primer guion usando AutoIt, y se ha ejecutado.

5.7 OTROS EJEMPLOS

Las posibilidades de desarrollos y aplicaciones, como en otros lenguajes de programación, son prácticamente ilimitadas. Dependen en gran medida de tus necesidades y también de tu capacidad.

Para que se pueda entender realmente el poder de esta herramienta, podemos seguir los ejemplos disponibles en el AutoIt ayudarse a sí mismo como se ve en la Figura 19.

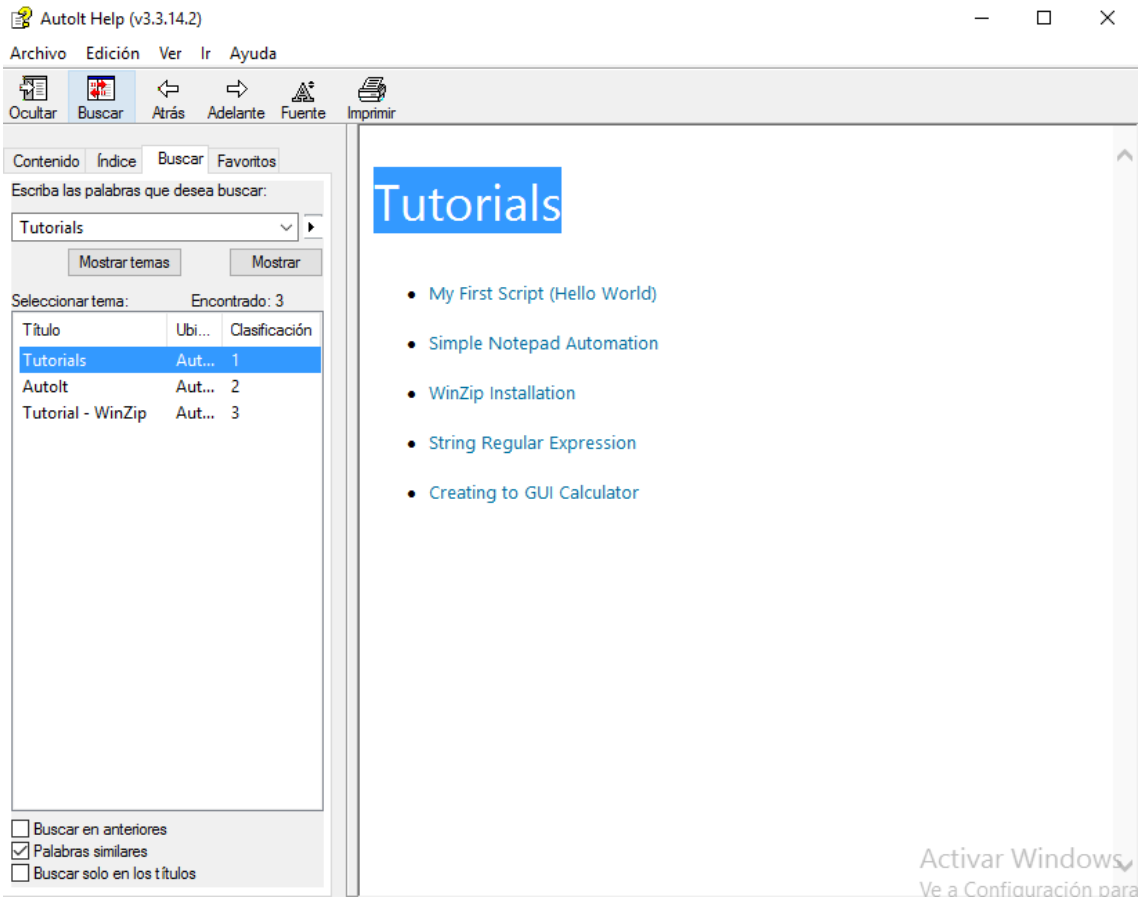


Figura 19. Tutorial de AutoIt.

Se puede realizar una búsqueda en Internet de los ejemplos de "scripts" AutoIt y se encuentran muchos que también están muy bien documentados.

5.8 CONCLUSIÓN SOBRE AUTOIT

Este fue un breve resumen del software AutoIt que nos va a permitir entender el diseño de programación que se expone a continuación. AutoIt es una herramienta de excelente soporte para la automatización de tareas. Este programa depende de la voluntad y la creatividad de cada persona, para sacar lo mejor y ejecutar sus propias actividades de la mejor manera posible.

Ahora vamos a mostrar su excelente aplicación en situaciones prácticas, por ejemplo, para automatizar el funcionamiento de la cámara de meteoros.



6 TRABAJO EN EL LABORATORIO

Al iniciar el proyecto, aparecieron varios problemas, uno de los principales es que el ordenador no detectaba la cámara, por lo que no podíamos trabajar con ella. Por ello se comprobó que todas las conexiones eran las adecuadas, aun así seguía sin funcionar.

Posteriormente pensando que el problema ya era de la cámara de meteoros y que podía estar rota, la Universidad La Rioja nos cedió una cámara exactamente igual, pero el ordenador tampoco detectaba este dispositivo idéntico al otro.

Se llegó a pensar que era problema del ordenador, por lo que la Universidad Pública de Navarra nos prestó un nuevo ordenador y se volvió a instalar todo lo necesario para el funcionamiento de nuestro dispositivo.

Finalmente, el ordenador detectó la cámara de meteoros y comenzamos con una de las partes del trabajo.

6.1 DISEÑO DE PROGRAMACIÓN

En este apartado, se detalla el diseño de programación, además de los problemas que se han ido encontrado durante este tiempo.

Los principales comandos empleados son:

- *DirCreate*: crea un directorio o carpeta donde se guardan las imágenes de cada noche.
- *Run*: ejecuta el programa de la cámara de meteoros.
- *WinActivate*: este comando activa una ventana, en este caso la de CCDOps5.
- *Sleep*: detiene la ejecución del script.
- *Opt*: cambia el funcionamiento de varias funciones o parámetros de AutoIt, establece la forma en que se usan las coordenadas en las funciones del ratón, ya sean coordenadas absolutas o coordenadas relativas a la ventana activa actual. El 1, quiere decir que se han utilizado las coordenadas absolutas.
- *MouseClick*: realiza una operación de clic del ratón, lo difícil de este comando son las coordenadas de donde queremos dar el clic, y lo que más dificultades nos ha traído a la hora del diseño.

6.1.1 PROGRAMA 1

El primer programa tuvo muchos inconvenientes. A continuación, detallamos el diseño de programación.

Como podemos ver en las figuras 20 y 21, primero se crea una carpeta donde se guardan las imágenes de cada noche. Después ejecutamos mediante "Run" el programa de la cámara de meteoros y activamos la ventana para poder trabajar sobre ella con el comando "WinActivate". Hasta ahí el funcionamiento es correcto.

```
1 ;AutoIt Version: 3.0
2 ;Script para entrar en el programa e iniciar la captura de meteoros.
3
4 ;Creación del directorio para guardar las imágenes.
5 DirCreate("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
6
7 ;Entrar en el programa CCDOps5.2 y esperar.
8 #include <ie.au3>
9 Run("C:\Program Files (x86)\SBIG\CCDOps5.2\CCDOps.exe" ')
10 WinActivate("CCDOps5")
11 Sleep(2500)
12
13 ;Pulsar "Camera" con el ratón.
14 ;Opt("MouseCoordMode", 0)
15 Sleep(2500)
16 MouseClick("left", 100, 45, 1)
17 MouseClick("left", 100, 80, 1)
18 Sleep(5000)
19 MouseClick("left", 240, 50, 1)
20 Sleep(2500)
```

Figura 20. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.

```
1 ;Guardar imagen en carpeta (forma 1).
2 MouseClick("left", 180, 200, 1)
3 Sleep(2500)
4 MouseClick("left", 180, 300, 1)
5 Sleep(2500)
6 MouseClick("left", 660, 670, 1)
7 Sleep(2500)
8 MouseClick("left", 640, 330, 1)
9
10 ;Salir sacar fotos
11 MouseClick("left", 180, 200, 1)
12 MouseClick("left", 180, 300, 1)
```

Figura 21. Programa para guardar las imágenes y salir.

Posteriormente queremos ir a Camera para sacar fotos utilizando el comando "MouseDown", que realiza la operación de un ratón. Pero para ello debemos saber

las coordenadas de donde debemos hacer clic. Para obtener las coordenadas se optó por 2 opciones:

- *SnagIt 13*: nueva versión de SnagIt que aparece en la Figura 22. SnagIt es una aplicación completa y sencilla tanto para realizar capturas de pantalla como para grabar en vídeo nuestro escritorio.

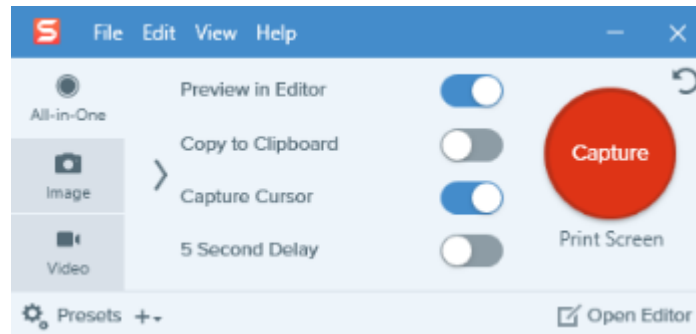


Figura 22. SnagIt 13.

- *AutoIt v3*: herramienta independiente llamada herramienta de información de la ventana de AutoIt (Archivos de programa/AutoIt3/Au3Info.exe). Permite obtener información de una ventana específica que puede utilizarse para automatizarla de forma efectiva como se muestra en la Figura 23. La información que se puede obtener incluye:
 - Títulos de ventanas.
 - Texto en la ventana.
 - Tamaño y posición de la ventana.
 - Contenido de la barra de estado.
 - **Coordenadas o posición del puntero del ratón.**
 - Color de los píxeles debajo del puntero del ratón.
 - Detalles del control debajo del puntero del ratón.

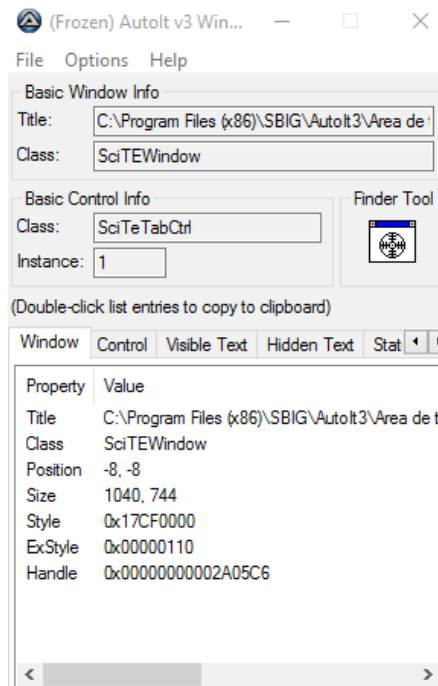


Figura 23. AutoIt v3.

Y teniendo en cuenta todo lo explicado, se diseñó el primer programa, pero como se ha dicho anteriormente este tuvo muchos problemas.

6.1.2 PRUEBA 1

Al terminar de realizar el programa se realizaron unas pruebas en el laboratorio, pero no se obtuvo ninguna foto, debido a que el ratón no iba a donde se quería, ya que las coordenadas no eran las reales.

6.1.3 PROGRAMA 2

En este diseño lo que se intentó solucionar es que la posición del puntero del ratón fuera la adecuada. Para ello se descartaron las dos opciones anteriores para la obtención de las coordenadas, y se optó por hacerlo a ojo.

Los programas que realizamos son los de las Figuras 24 y 25. Como podemos observar las nuevas coordenadas no coinciden con las del programa 1.

```
1 ;AutoIt Version: 3.0
2 ;Script para entrar en el programa e iniciar la captura de meteoros.
3
4
5 ;Creación del directorio para guardar las imágenes.
6 DirCreate("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
7
8 ;Entrar en el programa CCDOps5.2 y esperar.
9 #include <ie.au3>
10 Run('"C:\Program Files (x86)\SBIG\CCDOps5.2\CCDOps.exe" ')
11 WinActivate("CCDOps5")
12 Sleep(2500)
13
14 ;Pulsar "Camera" con el ratón y pulsar "Focus" para empezar a sacar fotos.
15 Opt("MouseCoordMode", 1)
16 Sleep(2500)
17 MouseClick("left", 240, 200, 1)
18 MouseClick("left", 240, 240, 1)
19 Sleep(5000)
20 MouseClick("left", 600, 350, 1)
21 Sleep(2500)
```

Figura 24. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.

```
1 ;Guardar imagen en carpeta.
2 MouseClick("left", 180, 200, 1)
3 Sleep(5500)
4 MouseClick("left", 180, 300, 1)
5 Sleep(5500)
6 MouseClick("left", 540, 220, 1)
7 Send("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
8 Send("{ENTER}")
9 MouseClick("left", 660, 650, 1)
10 Sleep(2500)
11 MouseClick("left", 650, 330, 1)
12
13 ;Salir sacar fotos y programa
14 MouseClick("left", 650, 230, 1)
15 MouseClick("left", 885, 170, 1)
```

Figura 25. Programa para guardar las imágenes y salir.

Después de realizar la secuencia de instrucciones para la entrada y la salida de la cámara, se deben obtener los ejecutables respectivos, esto se ha conseguido mediante Aut2Exe:

- En inicio se escribe Compile Script to .exe y se hace clic. Aparece la pantalla de la Figura 26.
- Se utilizan los botones de Examinar para seleccionar los archivos de entrada (.au3) y de salida (.exe).

- Se hace clic en Convertir para compilar el script.

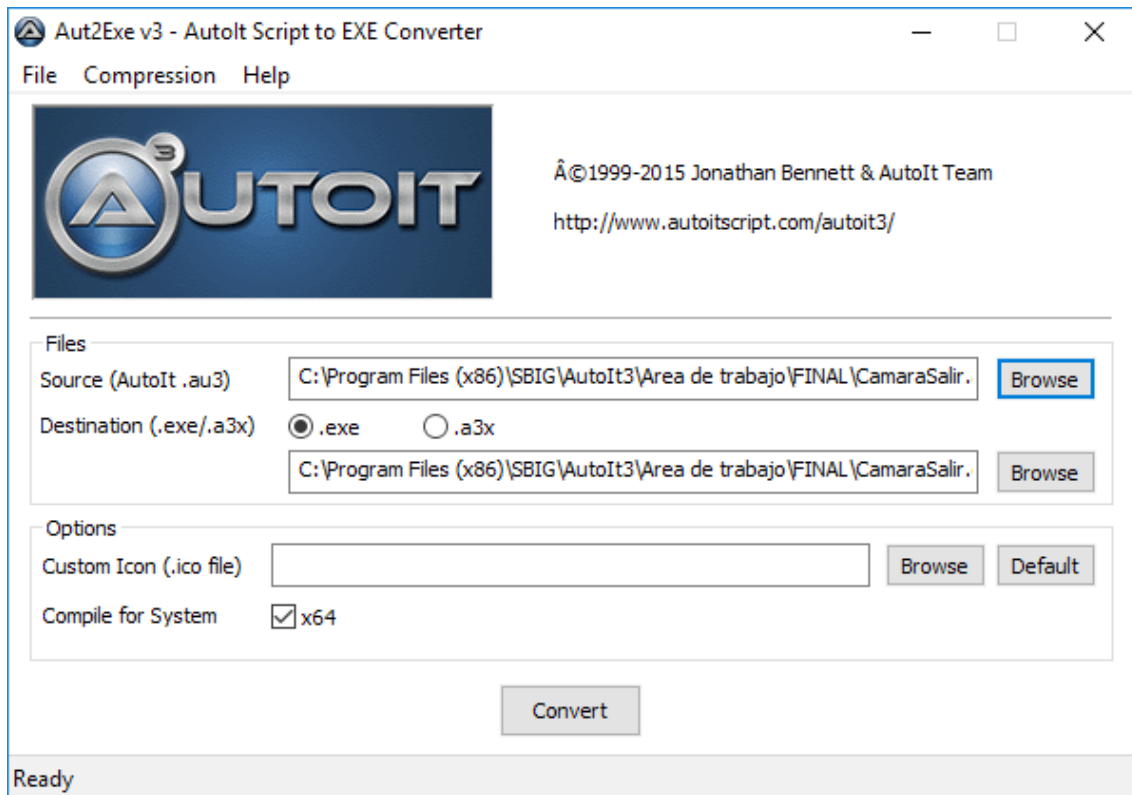


Figura 26. Obtención de los ejecutables de los dos programas.

Finalmente, con los ejecutables obtenidos vamos a programar en el programador de tareas. Este ayuda a programar tareas que realizan acciones a una hora concreta o cuando se produce un determinado evento. Mantiene una biblioteca de todas las tareas programadas, proporcionando una vista organizada y un punto de acceso cómodo para administrarlas. Además desde la biblioteca, puedes ejecutar, deshabilitar, modificar y eliminar las tareas.

Los dos conceptos claves implicados en la programación son los desencadenadores y las acciones. Un desencadenador hace que se ejecute una tarea y la acción es el trabajo que se realiza cuando se ejecuta dicha tarea. Las acciones que puede realizar una tarea incluyen la ejecución de un programa, el envío de un mensaje de correo electrónico y la presentación de un cuadro de mensaje. Nosotros queremos la ejecución de los ejecutables de entrada y salida de la cámara de meteoros obtenidos anteriormente. Y respecto los desencadenadores utilizamos los basados en tiempo que incluyen el inicio de una tarea a una hora concreta del día o el inicio de varias tareas de acuerdo con una programación diaria, semanal o mensual. Con todo esto, obtenemos lo que se muestra en la Figura 27.



Nombre	Estado	Desencadenadores
ENTRAR1	Listo	A las 0:08 todos los días
OneDrive St...	Listo	A las 4:00 el 01/05/1992 - Tras desencadenarse, repetir cada 1.00:00:00 indefinidamente.
SALIR	Listo	A las 4:48 todos los días
TechSmith U...	Listo	A las 12:31 todos los días

Figura 27. Programación de tareas.

En este caso la configuración es diariamente:

- Encendido cámara: a las 00:08.
- Apagado cámara: a las 4:48.

Así se termina el diseño de programación.

6.1.4 PRUEBA 2

Las pruebas preliminares se realizaron en el laboratorio por la mañana. Viendo que el programa funcionaba, se configuró para que la cámara trabajara durante la noche.

Al día siguiente se obtuvo la captura de la cámara de meteoros que aparece en la Figura 28.



Figura 28. Primera captura obtenida con la cámara de meteoros.

Los problemas que encontramos son:

- Solo se sacó una foto y lo que se quiere es una sucesión de fotos para el estudio del cielo durante la noche. Por lo tanto, se debe mejorar el programa.
- Era una noche nublada, por lo que no es posible una adecuada observación.
- Hay que mejorar la calidad de las fotografías, explotando todo el potencial de la cámara.

6.1.5 PROGRAMA 3

Como se ha dicho, uno de los problemas de la prueba 2, es que solo sacaba una foto, por lo que empezamos por buscar solución a este aspecto.

Anteriormente dentro del programa CCDOps5 íbamos a Camera y de ahí a Focus. Focus es un comando de enfoque que se utiliza para enfocar la cámara CCD o para centrar objetos en el campo de visión. Repetidamente adquiere y muestra imágenes, pero solo guarda la última imagen que saca y esto no es lo que queremos que realice la cámara.

Posteriormente descubrimos la función Auto Grab que permite tomar una secuencia de imágenes en algún intervalo periódico y guardarlas en el disco. No es un comando en sí sino una extensión del comando Grab.

Con la función de Grabación automática se debe seleccionar un nombre de archivo para la serie de imágenes y el software agrega automáticamente en el índice al nombre a medida que se están registrando las imágenes. Además del nombre del archivo, también se especifica si se deben guardar las imágenes en los formatos SBIG, TIFF o FITS que se describen a continuación. Finalmente, se selecciona el número de imágenes que se quiere adquirir y el intervalo desde el inicio de una imagen hasta el inicio de la siguiente.

Cuando se utiliza junto con el comando Grab, el Auto Grab puede ser programado para actualizar los marcos oscuros para las imágenes automáticas oscuras substraídas en un intervalo de oscuridad especificado. A continuación, el software procede a través del programa, tomando imágenes periódicamente a una velocidad constante y registrándolas en el disco.

Así se encontró la solución a nuestro principal problema y se diseñó el programa que aparece en las Figura 29 y 30.

```
1 ;AutoIt Version: 3.0
2 ;Script para entrar en el programa e iniciar la captura de meteoros.
3 ;Creación del directorio para guardar las imágenes.
4 DirCreate("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
5
6 ;Entrar en el programa CCDOps5.2 y esperar.
7 #include <ie.au3>
8 Run("C:\Program Files (x86)\SBIG\CCDOps5.2\CCDOps.exe" ')
9 WinActivate("CCDOps5")
10 Sleep(2500)
11
12 ;Pulsar "Camera" con el ratón y pulsar "Grab" en special procesing elegir la opción "AutoGrab"
13 ;permite sacar una película de fotos durante la noche. ;Empezar a sacar fotos.
14 Opt("MouseCoordMode", 1)
15 Sleep(2500)
16 MouseClick("left", 240, 200, 1)
17 MouseClick("left", 240, 220, 1)
18 Sleep(5000)
19 MouseClick("left", 490, 490, 1)
20 Sleep(2500)
21 MouseClick("left", 490, 540, 1)
22 Sleep(2500)
23 MouseClick("left", 650, 360, 1)
24 Sleep(2500)
25 MouseClick("left", 450, 360, 1)
26 Sleep(2500)
27 MouseClick("left", 730, 260, 1)
28 Send("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
29 Send("{ENTER}")
30 MouseClick("left", 820, 650, 1)
31 Sleep(2500)
32 MouseClick("left", 650, 360, 1)
33 MouseClick("left", 650, 230, 1)
```

Figura 29. Programa para entrar en la cámara y sacar fotos.

```
1 ;Salir sacar fotos
2 MouseClick("left", 880, 170, 1)
3 ; Finished!
```

Figura 30. Programa para salir.

Una vez terminados los programas se deben realizar los pasos que hemos detallado en el programa 2: obtener ejecutables y configurar el programador de tareas para que la cámara opere durante la noche.

6.1.6 PRUEBA 3

Nuevamente se realizaron pruebas preliminares por la mañana, tapando la cámara de meteoros con un pequeño trapo ya que la luz del sol tiene efectos negativos sobre el filtro. El programa funcionó correctamente.

Se dejó trabajar al dispositivo durante la noche, obteniendo una sucesión de fotos y resolviendo todos los problemas obtenidos en las anteriores pruebas. La Figura 31 muestra una de las capturas que se adquirió.



Figura 31. Una de las capturas.

Mejoras que se pueden realizar:

- Se debe mejorar la calidad de las fotos.



6.3 MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS FOTOS

Debido a que la calidad de las fotos no era la adecuada, se realizó un Excel y durante sucesivos días se fueron cambiando los parámetros oportunos para poder obtener una mejora. Para ello, se tuvieron en cuenta los parámetros del comando Grab y del comando Camera Setup del menú del programa CCDOps5, que aparecen explicados a continuación.

El comando Grab se utiliza para tomar una sola exposición o una serie de exposiciones y registrarlas en el disco.

Los parámetros de este comando son:

- *Tiempo de exposición*: es la exposición en segundos que deseamos de la cámara de meteoros. Se podría decir que es el tiempo en el que la cámara permanece abierta captando la imagen que queremos.
- *Marco oscuro*: este elemento es solo para tomar y descargar un solo marco oscuro. También sirve para tomar un marco oscuro seguido por un marco de luz y descargar la diferencia. Este elemento se establece en Ninguno.
- *Tamaño de la imagen*: sirve para tomar una imagen utilizando el campo de visión completo del CCD. Los ajustes de la mitad y del cuarto toman una imagen usando el campo de visión central One-Half o de un cuarto, reduciendo los requisitos de la memoria por consiguiente. El ajuste cuadrado toma imágenes cuadradas en CCD rectangulares y la configuración porcentaje le permite seleccionar marcos parciales basados en porcentajes del fotograma completo. En el ST-4X, el ajuste Half toma imagen Half Frame donde se usa la mitad inferior del CCD, a todo el ancho, para reducir el rayado.
- *Retardo de exposición*: el software retrasa la toma de una imagen, en el número de segundos que pongas en este comando.
- *Procesamiento especial*: permite tomar una secuencia de 3 imágenes a través de filtros Rojo, Verde y Azul si está en Colo Grab. Si lo ponemos en Auto-Grab permite tomar una secuencia de imágenes y registrarlas en el disco en intervalos regulares.

Dentro del comando Procesamiento especial seleccionamos siempre el Auto-Grab, que es lo que necesitamos para tomar una secuencia de imágenes en un intervalo periódicamente y registrarlas en el disco.

Los parámetros del comando son:

- *Escoger un nombre*: establece el directorio y el nombre base que desea que el comando Grabación automática utilice para guardar los archivos. El



comando Grabación automática agrega un índice al nombre del archivo a medida que se guardan las imágenes. El índice es el número de secuencia de la imagen 001 a 999.

- *Tipo*: el tipo de archivo en que desea guardar cada imagen. Los formatos no comprimidos y comprimidos son formatos nativos SBIG que pueden ser leídos y procesados por CCDOPs. También es capaz de leer imágenes FITS de 16 bits con CCDOPs. Los formatos TIFF y JPEG son compatibles con otros paquetes de software, pero es necesario cargar las imágenes guardadas en este formato dentro de CCDOPs.
- *Filtro caliente*: para ejecutar con cada imagen a través del comando Kill Warm Pixels antes de guardar las imágenes.
- *Intervalo de exposición*: el intervalo desde el inicio de la imagen hasta el inicio de la próxima imagen. Por ejemplo, al establecer este elemento en 120, el comando Grabación automática inicia una nueva imagen cada 2 minutos.
- *Número de exposiciones*: el número de imágenes que desea captar y registrar en el disco.
- *Intervalo oscuro*: el número de imágenes que se quieren tomar antes de tomar un nuevo marco oscuro. Si este elemento se establece en Serie, se tomará un único marco oscuro al inicio de toda la serie de imágenes.

También disponemos del comando de configuración de la cámara que se utiliza para configurar el hardware del dispositivo.

Los parámetros que aparecen en el comando de configuración son:

- *Regulación de la temperatura*: nuestra cámara no dispone de regulador, por lo tanto no necesitamos este comando.
- *Punto fijo*: cuando la regulación de temperatura está activada, esta es la temperatura que la cámara intenta mantener.
- *Reutilizar marcos oscuros*: el marco oscuro previamente capturado puede reutilizarse para una exposición posterior de la misma duración, temperatura de consigna, resolución, tamaño, etc. Esto puede aumentar significativamente el rendimiento de la imagen cuando desea tomar una serie de exposiciones similares.
- *Tasa antibloqueo*: controla cuánto antiblooming se aplica al CCD mientras se integra la exposición. El antiblooming lo que hace es ajustar la luz que recibe un pixel cuando tiene exceso de intensidad luminosa. El ajuste Bajo se recomienda cuando no hay objetos brillantes en el campo de



visión. Los ajustes Medio y Alto se recomiendan cuando los objetos brillantes causan excesiva iluminación del pixel o de los píxeles.

- *Resolución:* El ajuste Alto utiliza el modo de resolución más alta de la cámara, dando el mayor número de píxeles de tamaño más pequeño. Los resultados de configuración Media y Baja reducen la resolución y aumentan el tamaño de los píxeles. El ajuste Auto utiliza el modo de alta resolución para cada comando de adquisición de imagen, excepto para el modo de tamaño completo del comando de enfoque en el que se utiliza el modo de resolución baja.
- *Factor de respuesta:* Este es un factor de calibración para calcular las magnitudes estelares de sus imágenes. Es típicamente 2000 pero se puede calibrar el número exacto para cada cámara y ver condiciones.

Una vez explicados y entendidos cada uno de los parámetros de los comandos principales del programa, se deben ir modificando día a día estos, encontrando los que nos permitan sacar el potencial de la cámara de meteoros al máximo. Para ello, como se ha dicho anteriormente se ha desarrollado unas tablas en Excel que podemos ver a continuación Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3, éstas posibilitan el seguimiento de los cambios realizados durante un periodo de tiempo y su efecto.

Grab					
Fecha	Tiempo de exposición	Marco oscuro	Tamaño imagen	Retardo de exposición	Procesamiento especial
28/04/17	0,25	Also	Full	30	Autograb
04/05/17	0,25	Also	Full	1	Autograb
08/05/17	0,25	Also	Full	1	Autograb
10/05/17	0,25	Also	Full	1	Autograb
14/05/17	0,25	Also	Full	1	Autograb
15/05/17	0,25	Also	Full	1	Autograb
19/05/17	25	None	Full	1	Autograb
23/05/17	40	None	Full	1	Autograb
26/05/17	40	None	Full	1	Autograb
29/05/17	25	None	Full	1	Autograb
31/05/17	25	None	Full	0	Autograb
01/06/17	15	None	Full	0	Autograb
02/06/17	15	None	Full	0	Autograb

Tabla 1. Variación de los parámetros del comando Grab.



Autograb					
Fecha	Tipo	Filtro caliente	Número de exposiciones	Intervalo de exposición	Intervalo oscuro
28/04/17	jpeg	Off	500	30	Series
04/05/17	uncompressed	Off	500	30	Series
08/05/17	uncompressed	Off	500	30	Series
10/05/17	jpeg	Off	500	30	Series
14/05/17	jpeg	Off	500	30	Series
15/05/17	Fits	Off	500	30	Series
19/05/17	Fits	Off	999	30	Series
23/05/17	Fits	Off	999	45	Series
26/05/17	uncompressed	Off	999	45	Series
29/05/17	uncompressed	On	500	27	Series
31/05/17	uncompressed	On	500	26	Series
01/06/17	uncompressed	On	999	16	Series
02/06/17	uncompressed	On	999	16	Series

Tabla 2. Variación de los parámetros de AutoGrab.

Configuración cámara						
Fecha	Temperatura	Punto fijo	Resolución	Tasa Antibloqueo	Reutilizar marcos oscuros	Factor de respuesta
28/04/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
04/05/17	Off	31,61	High	No	Yes	2000
08/05/17	Off	31,61	Medium	No	Yes	4000
10/05/17	Off	31,61	Medium	No	Yes	4000
14/05/17	Off	31,61	Ultra-Low	No	Yes	3000
15/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
19/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
23/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
26/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
29/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
31/05/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
01/06/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	3000
02/06/17	Off	31,61	Auto	No	Yes	1000

Tabla 3. Variación de los parámetros de configuración de la cámara.

Las observaciones e imágenes obtenidas durante los sucesivos días:

- 28-4-2017: la calidad de las fotos ha aumentado pero se puede mejorar. En la Figura 32 se puede ver que, las nubes tienen contornos bastante nítidos y la imagen no está muy pixelada.

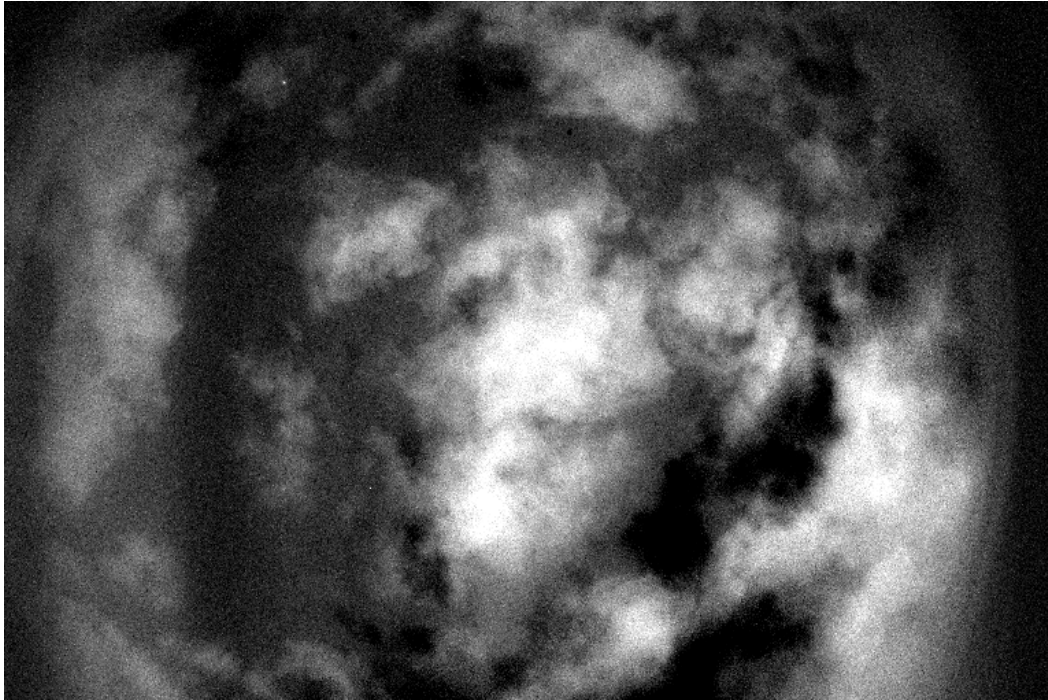


Figura 32. Imagen día 28-6-2017.

- 8-5-2017: Fotos en las que no se aprecia absolutamente nada. A la izquierda de la Figura 33 podemos observar la Luna, el trazo que hay debajo de ésta es debido a la saturación de los píxeles (blooming). La falta de estrellas en la imagen, se debe a que al estar la Luna visible el diafragma de la cámara de meteoros se cierra automáticamente y las estrellas con poca intensidad luminosa no quedan registradas.



Figura 33. Imagen día 8-5-2017.

- 10-5-2017: Las imágenes han empeorado tal como se aprecia en la Figura 34, ya que no se pueden observar ni las estrellas. Solo hay cientos de puntos brillantes. Estos se llaman píxeles calientes. El pixel caliente es un atributo de los sensores CCD llamados corrientes oscuras. Se debe de intentar eliminar este efecto, por lo que dejamos los valores anteriores del factor de respuesta y de resolución.

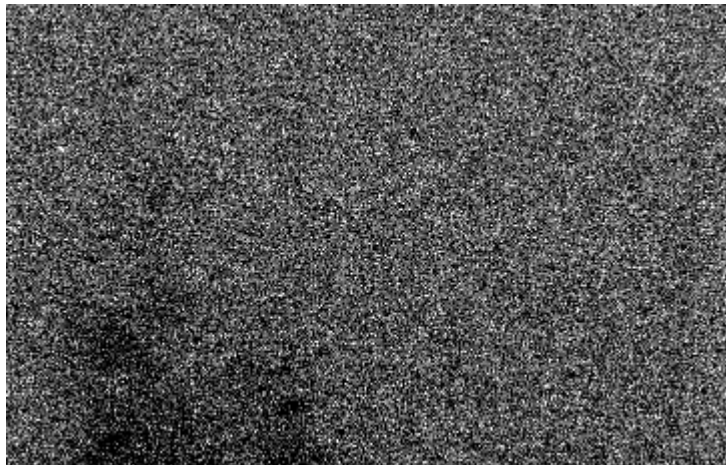


Figura 34. Imagen día 10-5-2017.

- 19-5-2017: las capturas siguen algo pixeladas como en la Figura 35 y 36, aunque las estrellas tienen bastante nitidez, y en una de las imágenes se

puede ver un avión, en el que se percibe el parpadeo y destello de las luces de éste.

Por lo que se encontró una mejora en la calidad de las fotos, se cambió para ello el intervalo de exposición, a 30 segundos, que es el intervalo desde el inicio de la imagen hasta el inicio de la próxima imagen, y principalmente se cambió el tiempo de exposición, que es el tiempo en el que la cámara permanece abierta captando la imagen. Anteriormente era de 0,25 segundos y ahora es de 25 segundos, por lo que está más tiempo grabando la imagen, resultando de mejor calidad.

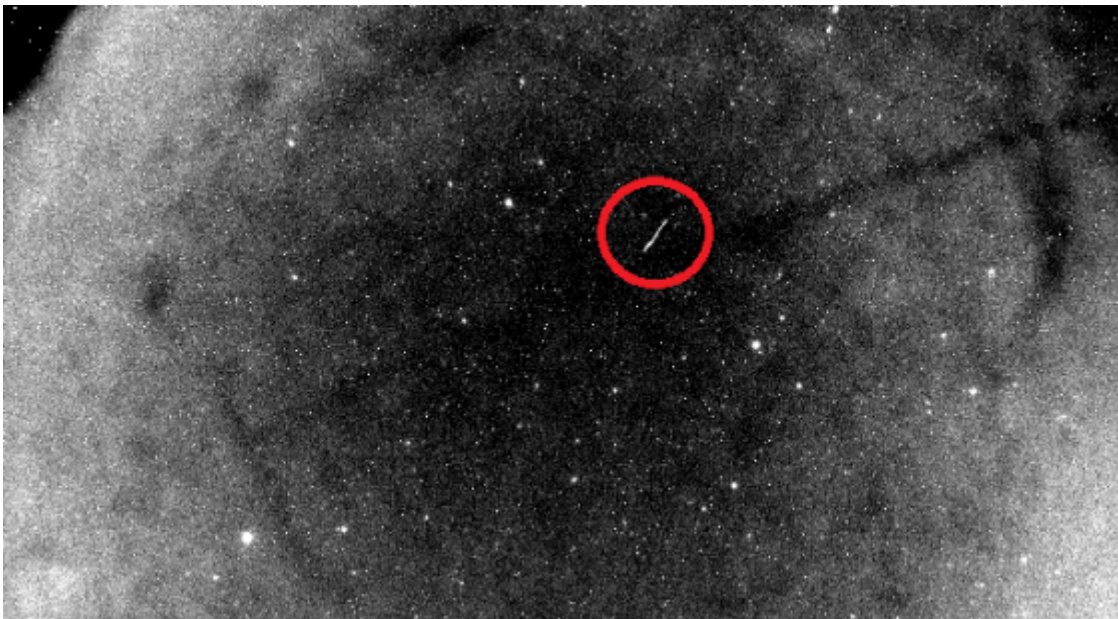


Figura 35. Imagen de meteoro día 19-5-2017.

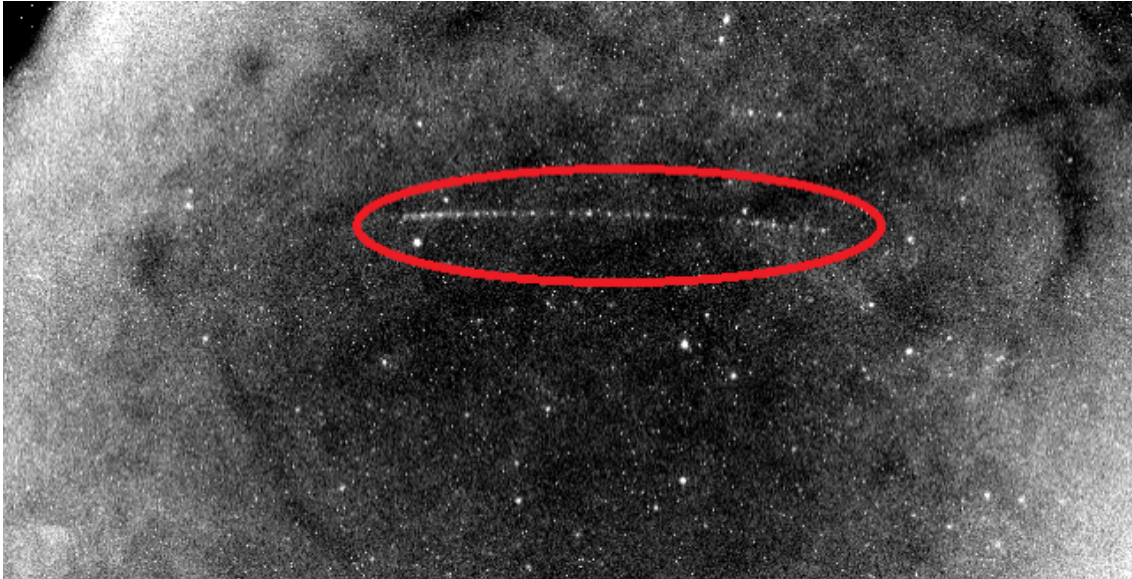


Figura 36. Imagen de avión día 19-5-2017.

- 26-5-2017: Este día el programa no reconoció la cámara de meteoros, fue una noche de mucho calor, se optó por apagar todo y conectarlo nuevamente. El dispositivo funcionó y se siguió con el trabajo de laboratorio.
- 29-5-2017: se va intentar quitar el efecto de los píxeles calientes, activando el "Filter Warm Pix", que es uno de los comandos de Grab, como se puede observar en la Figura 37.

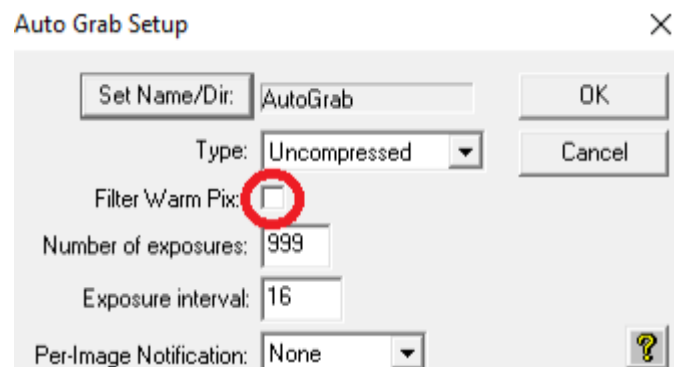


Figura 37. Activar Filter Warm Pix.

Para poder activar este comando, se ha cambiado el programa de entrar de AutoIt obteniendo el de la Figura 38. La única diferencia con el programa 3 explicado en anteriores apartados, es que se ha añadido la función "MouseClicked" para que el ratón haga clic en la casilla del "Filter Warm Pix".

```
1 ;Script para entrar en el programa e iniciar la captura de meteoros.
2 DirCreate("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR) ;Creación del directorio para guardar las imágenes.
3 ;Entrar en el programa CCDOps5.2 y esperar.
4 #include <ie.au3>
5 Run("C:\Program Files (x86)\SBIG\CCDOps5.2\CCDOps.exe" ')
6 WinActivate("CCDOps5")
7 Sleep(2500)
8 ;Pulsar "Camera" con el ratón y pulsar "Grab" en special processing elegir la opción "AutoGrab"
9 ;permite sacar una película de fotos durante la noche. ;Empezar a sacar fotos.
10 Opt("MouseCoordMode", 1)
11 Sleep(2500)
12 MouseClick("left", 240, 200, 1)
13 MouseClick("left", 240, 220, 1)
14 Sleep(5000)
15 MouseClick("left", 490, 490, 1)
16 Sleep(2500)
17 MouseClick("left", 490, 540, 1)
18 Sleep(2500)
19 MouseClick("left", 650, 360, 1)
20 Sleep(2500)
21 MouseClick("left", 450, 360, 1)
22 Sleep(2500)
23 MouseClick("left", 730, 260, 1)
24 Send("C:\Users\upna\Desktop\imagenes\" & @MDAY & @MON & @YEAR)
25 Send("{ENTER}")
26 Sleep(2500)
27 MouseClick("left", 820, 650, 1)
28 Sleep(2500)
29 MouseClick("left", 480, 420, 1)
30 MouseClick("left", 650, 360, 1)
31 Sleep(2500)
```

Figura 38. Variación del programa en AutoIt.

- 13-6-2017: se ha observado un Iridium como se puede ver en la Figura 39 que aparece señalizado con la flecha. Su trayectoria está reflejada en carta celeste de la Figura 40 y los detalles del destello Iridium en la Figura 41.

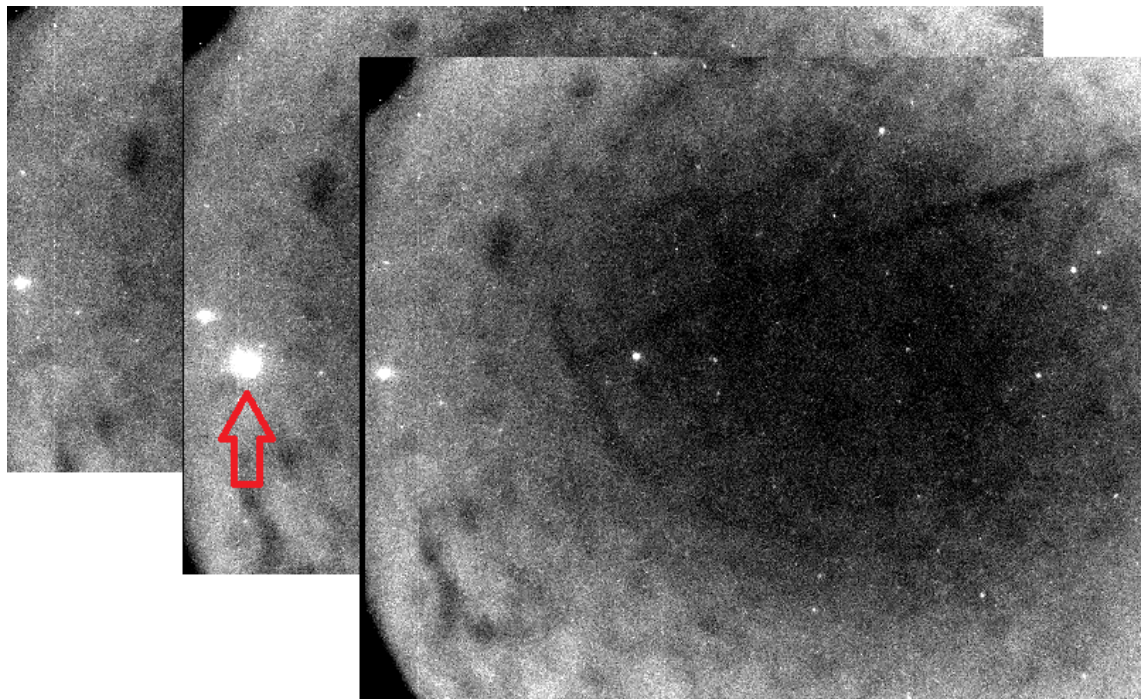


Figura 39. Imagen del destello Iridium 13-6-2017.

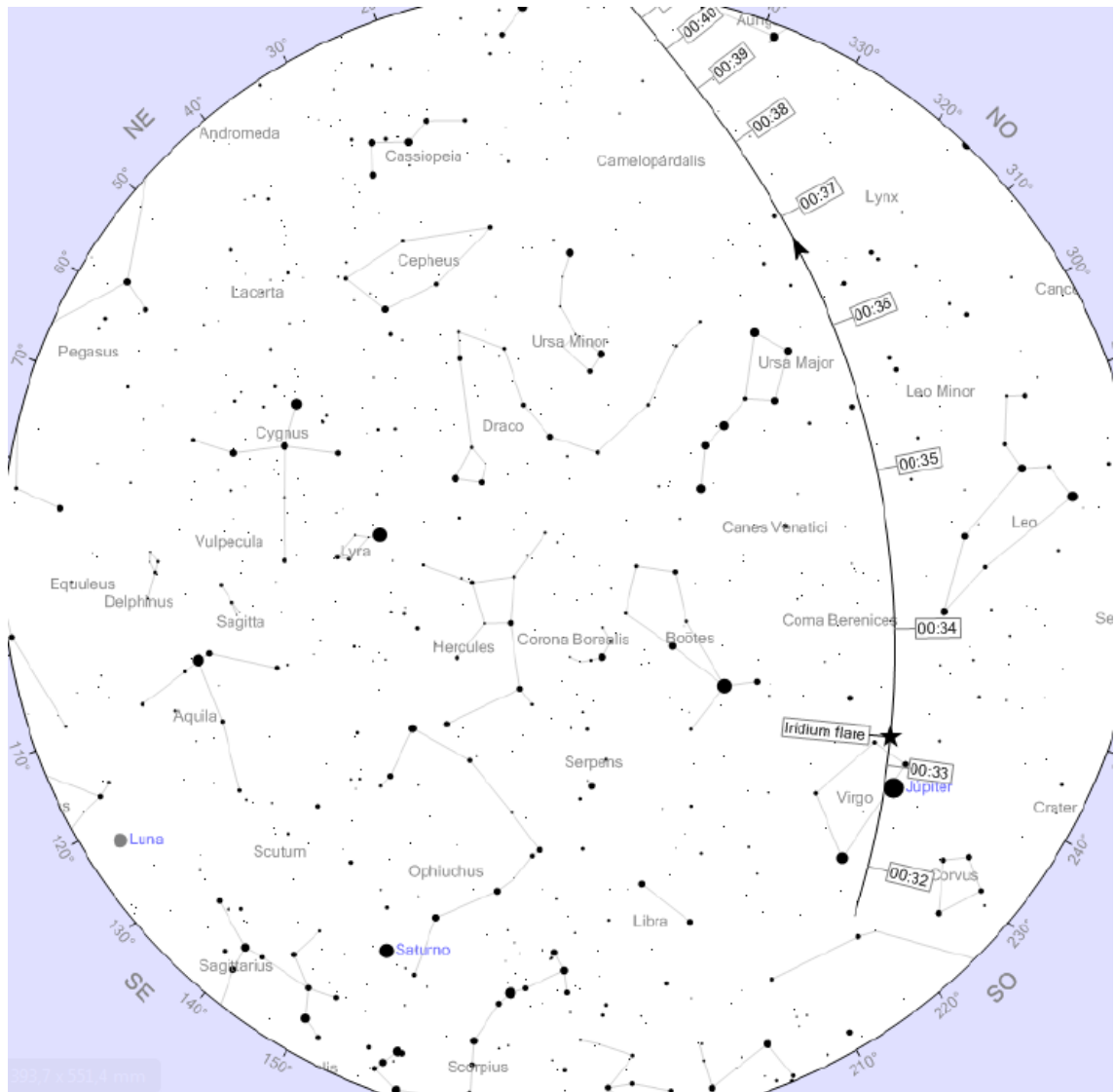


Figura 40. Carta celeste.

Detalles del destello Iridium	
Fecha:	martes, 13 de junio de 2017
Hora:	0:33:13
Magnitud:	-5
Altura:	33°
Acimut:	240°
Satélite:	Iridium 21
Distancia al satélite:	1294 km
Ángulo respecto a la línea del centro del destello:	0,4°
Distancia al centro del destello:	13 km
Antena que produce el destello:	adelante
Altura del Sol:	-20,6°
Separación angular del Sol:	107,0°

Figura 41. Detalles del destello Iridium.

Como se ha podido ver en las fotografías anteriores, las mejoras son evidentes, de tal forma que la cámara permite captar las imágenes para las que ha sido diseñada, especialmente meteoros y también otros eventos.

6.4 SLIDE SHOW

Slide Show es uno de los comandos que ofrece el menú del programa CCDOps5. Permite seleccionar una secuencia de diapositivas previamente creadas para mostrar una secuencia de imágenes. Esto nos va otorgar una visión rápida de todas las imágenes capturadas durante la noche, pudiendo seleccionar las fotos en las que se puede observar algo particular, más concretamente, meteoros y optimizando el tiempo de trabajo de la persona.

Para poder crear un Slide Show se accede al menú del programa CCDOps5 como podemos ver en la Figura 42.

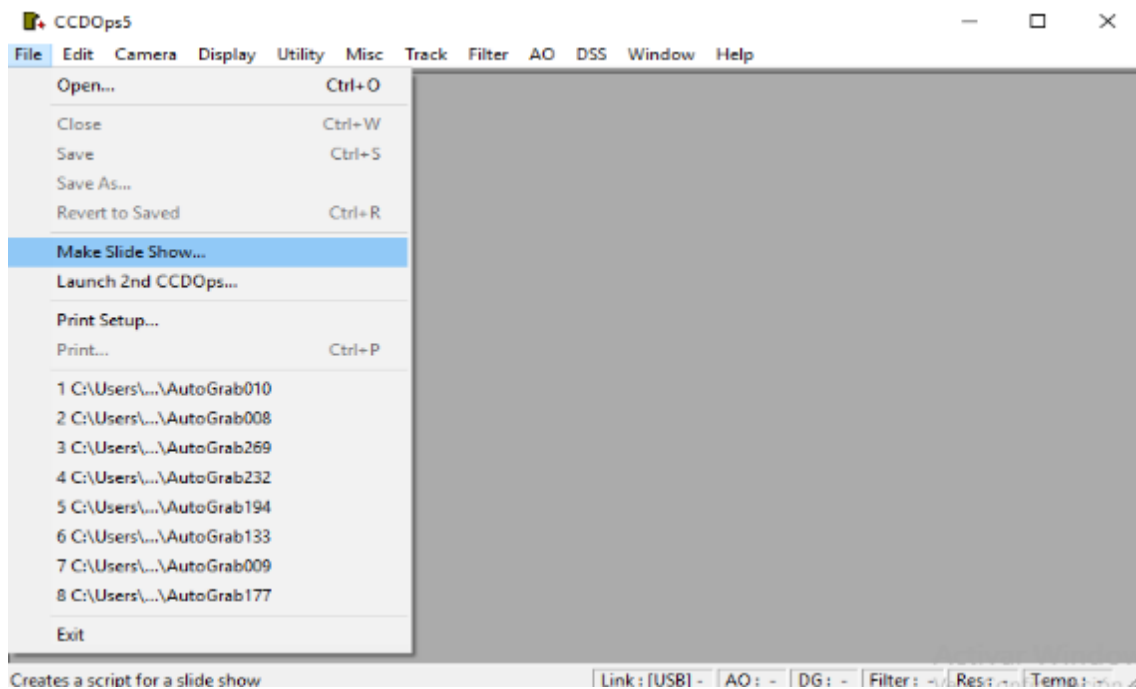


Figura 42. Realizar Slide Show.

Posteriormente aparecerá una pantalla como la Figura 43 para guardar la secuencia de imágenes que creamos, donde se desee y ponerle un nombre. Se hace clic con el ratón en guardar y aparecerá otra pantalla, que permite escoger las imágenes. Así se crea un Slide Show.

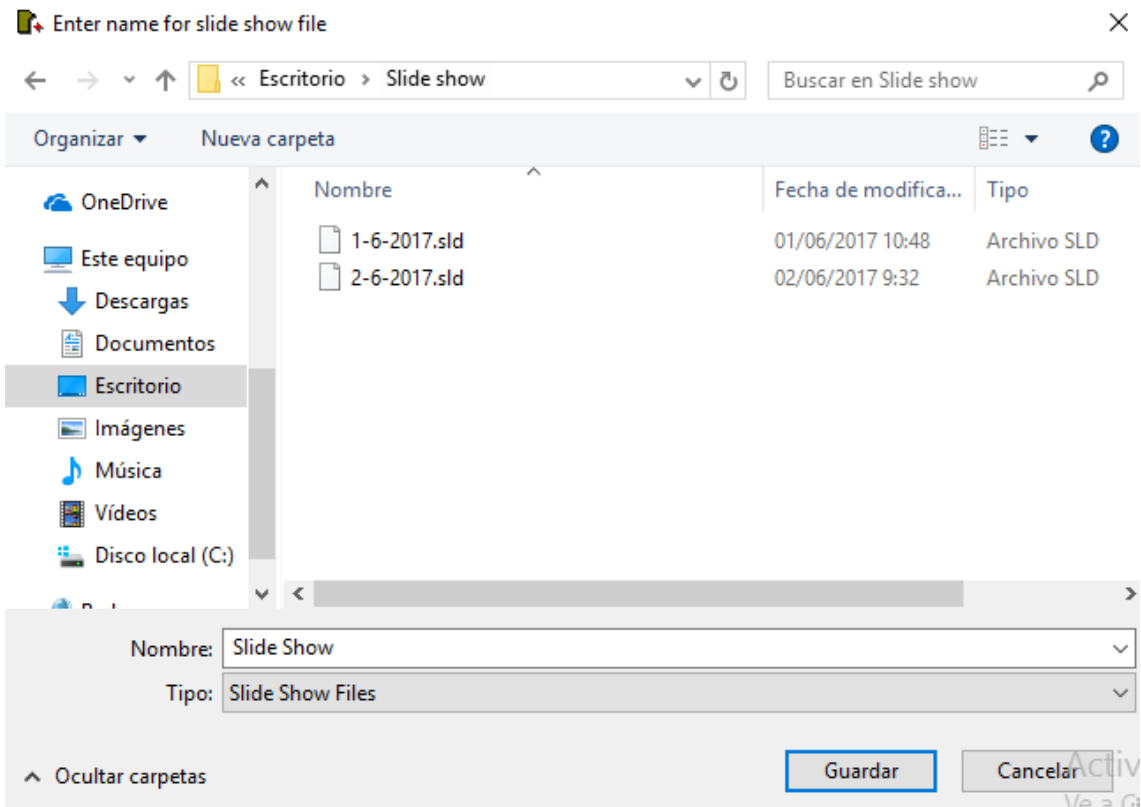


Figura 43. Dónde se guarda el Slide Show.

Una vez creado el Slide Show podemos acceder a él, nuevamente desde el menú del programa pero en este caso no desde "File", sino desde "Display" como aparece en la Figura 44.

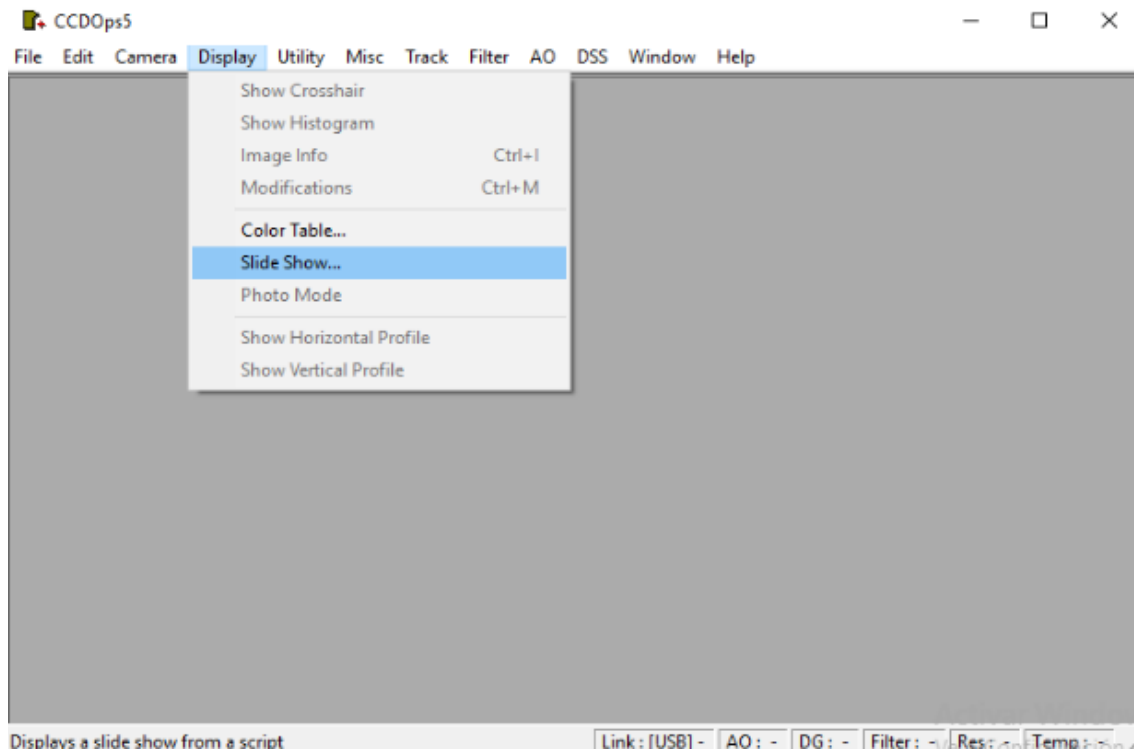


Figura 44. Acceder al Slide Show creado.

Además se puede elegir el intervalo entre diapositiva y diapositiva, también puede aparecer incluido el nombre, fecha y número de foto como se muestra en la Figura 45.

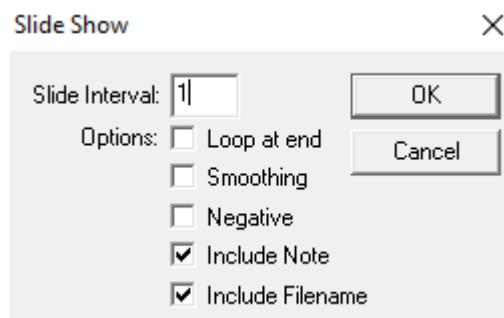


Figura 45. Parámetros de Slide Show.

Ahora tocaría observar el Slide Show, lo que se suele hacer es una primera sucesión de imágenes con un intervalo de menos de un segundo entre ellas, para poder mirar rápidamente lo sacado durante esa noche y apuntar el número de las fotos en las que se ha podido destacar algo.

Después se realiza una segunda tanda pero con un intervalo más grande para poder fijarse mejor y mirar si las imágenes con meteoros apuntadas la primera vez coinciden con las apuntadas esta vez.

Finalmente, se ven de manera más detallada las capturas anotadas.



En el acceso remoto se ven implicados protocolos (en informática, un protocolo es un conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red por medio de intercambio de mensajes (20)), y programas que permitan recibir/enviar los datos necesarios. Además deben contar con un fuerte sistema de seguridad (tanto la red, como los protocolos y los programas). (20)

Remotamente se puede acceder prácticamente a cualquier recurso que ofrece una computadora. Se puede acceder a archivos, dispositivos periféricos, configuraciones, etc. Por ejemplo, se puede acceder al ordenador de la cámara de meteoros para poder ver las imágenes capturadas durante la noche, controlar el estado del dispositivo y transferir los archivos.

Existen múltiples programas que permiten controlar una computadora remotamente, en este caso se ha pensado en dos opciones:

- TeamViewer.
- Configurar el equipo.

6.6.1 TEAMVIEWER

Se trata de una aplicación gratuita que permite el soporte remoto y acceso remoto.

6.6.2 ¿POR QUÉ TEAMVIEWER EN VEZ DE CONFIGURAR EL EQUIPO?

TeamViewer es una herramienta que permite trabajar como si estuvieses en la misma sala del ordenador, sin pérdidas de tiempo en trayectos. Se ahorra tiempo. Se pueden solucionar problemas en remoto desde cualquier parte del mundo. Además es seguro y potente, puedes hacer lo que quieras sin ningún tipo de molestia ni preocupación. Por lo que es la aplicación idónea para controlar nuestro dispositivo de forma remota. (21)

Una de las características principales de TeamViewer es que es multiplataforma PC a PC, pero también de móvil a PC y de PC a móvil. Esto es muy importante, ya que si no disponemos de un ordenador, se puede acceder al dispositivo desde el móvil.



6.6.3 CARACTERÍSTICAS Y USO

TeamViewer ofrece un acceso remoto sencillo, rápido y seguro, que ya se utiliza en más de mil millones de dispositivos en todo el mundo.

Características:

- Multiplataforma de PC a PC, móvil a PC, PC a móvil e incluso móvil a conexiones compatibles con Windows, macOS, Linux, Chrome OS, iOS, Android, Windows Universal Platform y BlackBerry.
- Máxima compatibilidad: funciona en un amplio espectro de plataformas.
- Sin configuración: se puede usar TeamViewer de inmediato, funciona incluso detrás de cortafuegos y detecta automáticamente cualquier configuración proxy.
- Fácil de entender: tiene una interfaz de usuario avanzada, ordenada de forma clara, sencilla, de manejo rápido y fácil de operar.
- Alto rendimiento: conexión y enrutamiento (camino más eficiente) inteligente, uso eficiente del ancho de banda, transmisiones rápidas de datos, sesiones remotas con una velocidad de hasta 60 fps (frames per second) y ajustes automáticos de calidad.
- Gran seguridad: TeamViewer emplea el intercambio de claves públicas/privadas RSA 2048, codificación de sesión AES (256 bits) de punto a punto, contraseñas aleatorias para acceso puntual, autenticación opcional de dos factores y controles de acceso mediante dispositivos de confianza, así como mediante listas blancas y negras.
- Internacional: está disponible en más de 30 idiomas y es compatible con teclados internacionales, lo que lo convierte en la solución ideal para utilizarlo en todo el mundo.
- Gratis para pruebas y uso personal.

Casos de uso:

- Controlar ordenadores de forma remota como si estuviera delante.
- Dar soporte instantáneo o administrar ordenadores no supervisados.
- Controlar de forma remota otros dispositivos móviles.

6.6.4 INSTALACIÓN

La instalación es sencilla, se deben seguir los pasos que aparecen a continuación:

- *Descargar TeamViewer*: ir al sitio oficial del software, en la pantalla principal que se muestra en la Figura 47, buscar el menú descargas y una

vez dentro, en el margen superior, se ve un botón con el logotipo y el nombre de Windows y se pincha sobre él para que se inicie la descarga de la aplicación.



Figura 47. Descarga TeamViewer.

Sitio web del programa:

<https://www.teamviewer.com/es/download/windows/>

Sugerencia: Descargar la versión completa porque asegura un mejor funcionamiento.

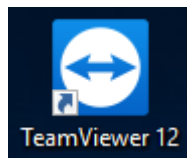


Figura 48. Icono de TeamViewer.

- *Instalación de la aplicación:* cuando se completa la descarga, se hace doble clic sobre el icono de la Figura 48 para iniciar el proceso de instalación. Entonces, aparece una pantalla de bienvenida a TeamViewer donde se puede seleccionar la opción de instalar.
- *Configuración:* En la siguiente pantalla hay que determinar el tipo de instalación de TeamViewer. El asistente pregunta si se quiere acceder al ordenador remotamente o si quieres conectarte a otro equipo.
- *Identifica el ordenador:* hay que escribir en los apartados la información con la que se encuentre de manera inequívoca el equipo y define una contraseña para acceder a él.

- *Crear una cuenta:* se debe crear una cuenta de TeamViewer. Al finalizar se mostrará la aplicación como en la Figura 49.

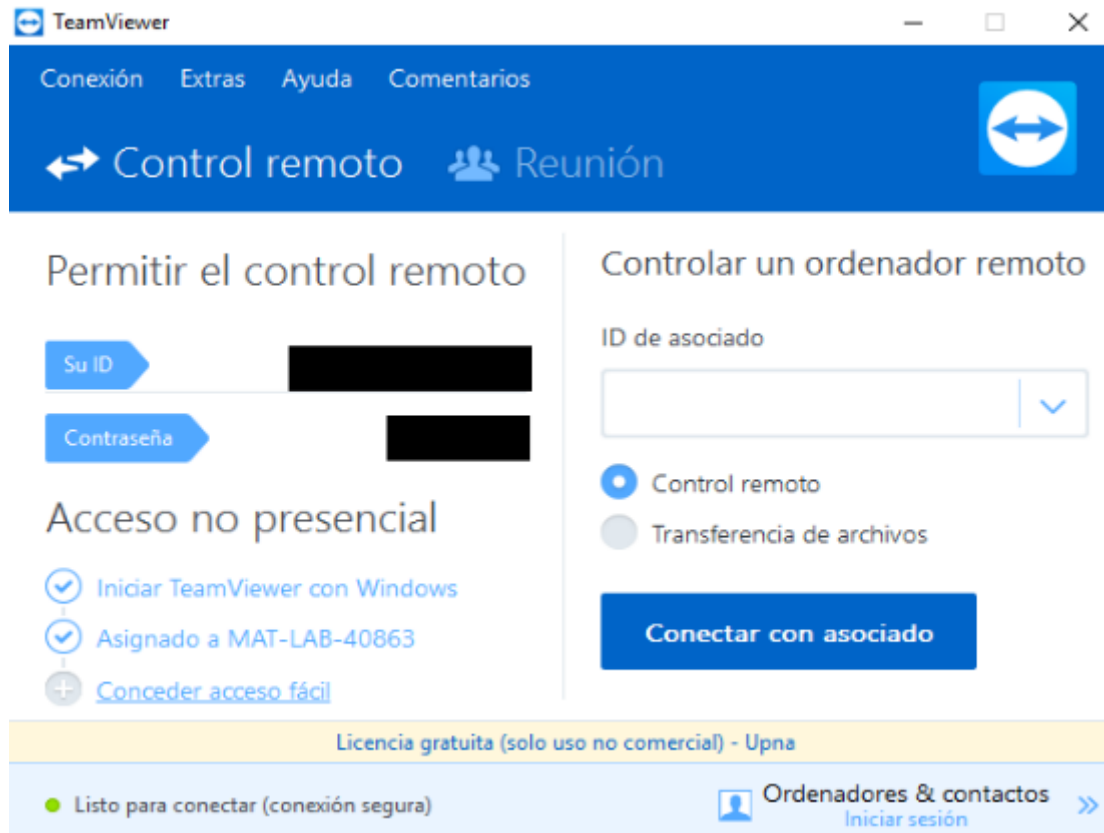


Figura 49. TeamViewer.

Como se ha mencionado, no solo queremos acceder desde el ordenador a nuestra cámara de meteoros, sino también desde el móvil, ya que este tiene varias ventajas, es cómodo y se puede llevar a cualquier sitio.

Guía rápida para el móvil:

- Se instala esta aplicación mediante PlayStore.
- Se introduce la ID obtenida anteriormente desde la aplicación y la contraseña.
- Ya se puede acceder al ordenador.

7 COMPARACIÓN CON LA ANTENA DE RADIO

La noche del 13 de junio obtuvimos un meteoro mediante los dos sistemas de detección. Los resultados pueden verse en las Figuras 50 y 51.

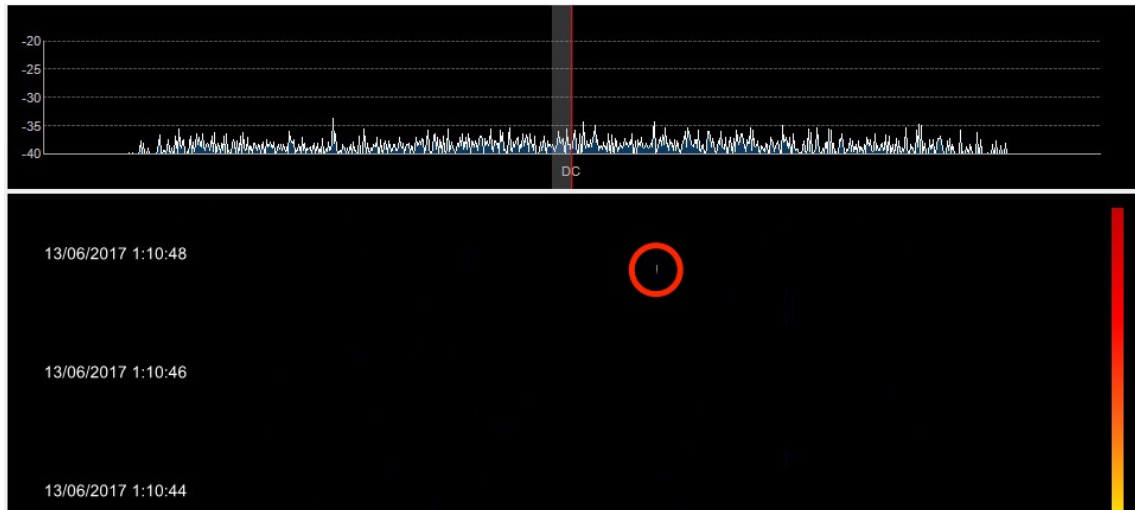


Figura 50. Meteoro captado por la antena de radio.



Figura 51. Meteoro captado por la cámara de meteoros.



8 CONCLUSIONES Y MEJORAS

Durante este periodo de tiempo se han ido solucionado todos los problemas que han surgido en el proyecto.

Primero hay que mencionar, que se consiguió que el ordenador detectara la cámara de meteoros y así comenzar con una de las partes del trabajo. De hecho en estos 5 meses solamente en una ocasión la cámara no fue reconocida por el ordenador y hubo que reiniciar todo el sistema.

Segundo, se estudió el funcionamiento de la cámara de meteoros, para posteriormente crear un programa que automatizara su actividad y poder obtener una película de fotos durante la noche, y así poder observar los meteoros.

En tercer lugar, se mejoró la calidad de las fotos en la medida de lo posible, potenciando la cámara al máximo. También se intentó crear un programa que enviara un correo diciendo que todo había ido bien, sin la necesidad de tener que trasladarnos al laboratorio todos los días, pero no llegó a funcionar. Se desechó la idea de enviar un correo y se optó por el acceso remoto.

Finalmente, como conclusión, ahora se dispone de una cámara de meteoros en condiciones operativas, que posibilita la creación de un grupo de estudio e investigación astronómica en la Universidad Pública de Navarra, a la vez que acerca al alumnado a la astronomía.

Entre las mejoras posibles se ha pensado, el estudio comparativo de meteoros obtenidos por la cámara, la antena de radio y en un futuro con el radiotelescopio cuya instalación está prevista en la Universidad Pública de Navarra.

Un sistema automático de cubrimiento y protección de la cámara durante el día y su apertura en horas de funcionamiento durante la noche, para conseguir una mayor vida útil del dispositivo.

También de cara a una colaboración más eficiente con SPMN (22) se ha pensado en poner un programa específico para subir las imágenes de meteoros al servidor FTP de dicha red española de investigación y trabajo.



9 BIBLIOGRAFÍA

1. Definición de Astronomía . *Concepto definición*. [En línea] 2 de 2 de 2015. [Citado el: 10 de 1 de 2017.] <http://conceptodefinicion.de/astronomia/>.
2. Muchos meteoritos han impactado en la Tierra, pero pocos han causado daños graves. *20 minutos*. [En línea] [Citado el: 12 de 2 de 2017.] <http://www.20minutos.es/noticia/1732002/0/meteoritos/crateres/tierra/>.
3. El impacto que trajo la vida a la Tierra (y los que casi se la llevan). *ABC Ciencia*. [En línea] [Citado el: 2 de 1 de 2017.] <http://www.abc.es/ciencia/20130626/abci-impacto-trajo-vida-tierra-201306251632.html>.
4. Meteoroides, meteoros y meteoritos. *Espacio*. [En línea] National Geographic, 5 de 6 de 2013. [Citado el: 10 de 2 de 2017.] <http://www.nationalgeographic.es/espacio/2017/06/los-astronomos-realizan-con-exito-el-experimento-que-segun-einstein-era-imposible>.
5. Glosario. *El Universo*. [En línea] [Citado el: 10 de 2 de 2017.] <http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/itfor/web/sites/default/files/recursos/eluniverso/html/glosario.html>.
6. Meteoros, Astronomía y Meteoritos. *Todo el Sistema Solar*. [En línea] [Citado el: 10 de 2 de 2017.] <http://www.todoelsistemasolar.com.ar/meteoro.htm>.
7. Casanova, Verónica. ¿Qué son los meteoros? *Fuego en el Cielo*. [En línea] 24 de 4 de 2013. [Citado el: 11 de 2 de 2017.] <https://es.sott.net/article/20722-Que-son-los-meteoros>.
8. Nuevo sistema de detección de bólidos y su página web. *Centro Astronómico Hispano-Alemán*. [En línea] [Citado el: 1 de 3 de 2017.] http://www.caha.es/new-fireball-detection-station-and-related-web-page_es.html.
9. Cameras. *SBIG Imaging systems*. [En línea] [Citado el: 13 de 2 de 2017.] <http://diffractionlimited.com/products/cameras/>.
10. Satélites: Iridium Flares. *AstronomíaSur*. [En línea] [Citado el: 24 de 3 de 2017.] http://www.astrosurf.com/astronosur/satelites_iridium_flares.htm.
11. Operating Manual. *Santa Barbara Instrument Group*. [En línea] 1 de 2015. [Citado el: 8 de 3 de 2017.] <http://diffractionlimited.com/>.
12. Antenas. *SlideShare*. [En línea] [Citado el: 12 de 2 de 2017.] <https://es.slideshare.net/LuzKarinaCrdenasArroyo/antenas-inalambricas>.



13. Detection & Analysis of Meteors by RADAR. *Detection of Meteors by RADAR*. [En línea] [Citado el: 18 de 3 de 2017.] https://www.britastro.org/radio/projects/Detection_of_meteors_by_RADAR.pdf.
14. Cazando meteoros por radio . *Blog de Astronomía Aficionada*. [En línea] [Citado el: 7 de 3 de 2017.] <https://ungaman.wordpress.com/2009/10/18/cazando-meteoros-por-radio/>.
15. Pruebas en Radares. Consideraciones importantes para reducir la incertidumbre en la medida de pulso (radar) usando analizadores de espectro modernos. *Electrónica*. [En línea] 22 de 2 de 2013. [Citado el: 1 de 4 de 2017.] <http://redeweb.com/articulos/articulo.php?inicio=98&pag=15&id=1110>.
16. Rego, Óscar. FunCube Dongle Pro +. *Radio noticias*. [En línea] 2 de 3 de 2013. [Citado el: 2 de 4 de 2017.] <http://www.radionoticias.com/noticias/FunCube-Dongle-Pro.html>.
17. AutoIt. *AutoIt*. [En línea] [Citado el: 24 de 1 de 2017.] <https://www.autoitscript.com/site/autoit/>.
18. Pérez, Manuel Palomo Duarte y Ildefonso Montero. Programación en PHP a través de ejemplos. *Apuntes de la asignatura "Programación para Internet"*.
19. Acceso remoto. *Blog*. [En línea] 3 de 6 de 2016. <http://accesoremotoviridiana.blogspot.com.es/2016/>.
20. ¿Qué es un Acceso Remoto? *Docentes y un poco más*. [En línea] [Citado el: 1 de 4 de 2017.] <http://ayudasparadocentes.blogspot.com.es/2012/01/que-es-un-acceso-remoto.html>.
21. Empoderamiento del acceso y soporte remoto seguros. *TeamViewer*. [En línea] [Citado el: 3 de 4 de 2017.] <https://www.teamviewer.com/es/>.
22. Red de investigación sobre bólidos y meteoritos. *SPMN*. [En línea] <http://www.spmn.uji.es/>.