



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA ELECTRONICA**

**LECTOR DE MATRÍCULAS**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL:  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**

**AUTOR: JONATHAN SUTIL FERNÁNDEZ  
DIRECTOR: RICARDO VERGAZ BENITO**

**MADRID,  
JULIO 2012**

Título: LECTOR DE MATRÍCULAS  
Autor: Jonathan Sutil Fernández  
Director: Ricardo Vergaz Benito

EL TRIBUNAL

Presidente: Almudena Lindoso Muñoz

Vocal: Ramón Ignacio Barber Castaño

Secretario: Carlos Marcos Lucas

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día xx de Julio de 2012 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

# Resumen

---

Mediante este proyecto se pretende desarrollar un sistema capaz de detectar una matrícula de un vehículo y leer los distintos caracteres de esta.

El equipo se ha diseñado y construido con la finalidad de que el operario que tenga que instalarlo y utilizarlo, que tan solo tenga que realizar la conexión a la red eléctrica y configurar lo que necesite mediante el puerto LAN.

El proyecto está dividido en tres partes diferenciadas que son:

1.- La parte mecánica en la que se fabrica una envolvente metálica, en la que hay una puerta con apertura neumática, por donde se introducirán todos los componentes para su posterior colocación. Una parte contendrá una pequeña ventana, aquí irán colocados tanto los infrarrojos como la cámara para su perfecta visión al exterior. Los componentes introducidos en la envolvente son los siguientes: una placa base que será la CPU (la cual se ocupará de realizar todos los procesos), una fuente de alimentación de 12V (con la que alimentaremos todos los componentes), una placa de leds infrarrojos (para una correcta visión nocturna) y el correspondiente conexionado. Esta envolvente será completamente estanca para que la lluvia, polvo o los diversos cambios meteorológicos no puedan afectar al rendimiento del equipo. El equipo contendrá dos salidas, una para la alimentación del equipo a la red pública, y otra mediante cable de red de datos.

2.- La parte software: mediante la utilización del programa *string reader* se crea un contexto, esto es un algoritmo alfanumérico que utilizará el programa OCR para la lectura de matrículas.

3.- La parte electrónica: se crea un pequeño circuito electrónico con la finalidad de una correcta utilización de los infrarrojos, esto es, sincronizar los pulsos generados por la cámara con la emisión de los LED de infrarrojo y poder variar el ancho de pulso de estos, para no fundir o quemar los leds debido a un exceso de corriente.

**Palabras Clave:** iluminación infrarroja, configuración, software técnica, OCR, lectura matrículas.

---

# Abstract

---

This project intends to develop a system capable of detecting a registration of a car and reading the different characters of it.

The equipment is designed and built with the purpose that the operator need to install and use, all you have to do is to connect to the power and configure what you need through the LAN port. The project is divided into three distinct parts, these are:

1.- The mechanical part will be manufactured in a metal enclosure, which will be a pneumatic opening door, where all the components will be introduced for subsequent placement, containing a small window and the infrared camera for perfect viewing outdoors. The components introduced in the enclosure are: a motherboard that will be the CPU (which will control of all processes), a 12V power supply (which feed all components), and a plate of infrared leds (for proper night vision and the associated wiring). This envelope is completely waterproof of rain, dust and various weather changes that could affect the performance.

The computer will contain two outputs, one for supplying the equipment to the public power and another to the network.

2. - The software part: using *string reader* program a context has been created, this is an algorithm that uses alphanumeric OCR software to read license plates.

3. - The electronic part: it consists of a small electronic circuit with the purpose to use the infrared lighting properly, synchronizing pulses generated by the infrared camera, and able to vary the pulse width of these, in order to preserve the leds function of excessive current.

**Keywords** : infrared lighting, OCR, configuration, plates reading.

# Índice General

---

## Contenido

<b>1. Introducción y objetivos .....</b>	<b>10</b>
1.1    Introducción .....	10
1.2    Objetivos .....	12
1.3    Fases de Desarrollo .....	14
1.4    Medios Empleados .....	15
1.5    Estructura de la Memoria:.....	16
<b>2. Diseño del Sistema .....</b>	<b>17</b>
2.1    Estado de la técnica.....	17
2.2    Diagrama del sistema .....	18
2.3    Elección de componentes .....	19
2.3.1    Cámara .....	19
2.3.2    Placa Base.....	22
2.3.3    Switch .....	23
2.3.4    Fuente de alimentación.....	24
2.3.5    Leds Infrarrojos .....	25
2.4    Estructura Mecánica de la envolvente.....	27
2.5    Estructura electrónica .....	28
2.6    Software del sistema.....	28
2.6.1    String reader.....	28
2.6.2    OCR.....	29
2.6.3    Características del OCR .....	30
2.6.4    Requisitos software del sistema.....	30
<b>3. Construcción del Sistema.....</b>	<b>31</b>
3.1    Construcción Mecánica .....	31
3.1.1    Diseño de la envolvente.....	31
3.1.2    Material de la envolvente.....	32
3.1.3    Puerta o Tapa de la envolvente.....	34

3.1.4	Cierre de seguridad de la puerta de la envolvente. ....	36
3.1.5	Estanqueidad del sistema.....	37
3.1.6	Sistema de apertura de la puerta.....	37
3.1.7	Ventana para la cámara .....	38
3.1.8	Material de la Placa .....	39
3.1.9	Colocación de los componentes e la placa:.....	41
3.2	Implementación electrónica. ....	42
3.2.1	Introducción: .....	43
3.2.2	Funcionamiento del equipo .....	44
3.2.3	Componentes del circuito .....	49
3.2.4	Conexiones del circuito .....	50
3.3	Fabricación .....	51
3.3.1	Conector de red RJ45[7].....	51
3.3.2	Conector hirose .....	54
3.5	Configuración de la cámara.....	56
3.5.1	Intellicam .....	56
3.6	Creación de contexto .....	63
3.7	Conexión LAN con pc exterior .....	75
3.7.1	Procedimiento .....	75
3.8	Consumo eléctrico del sistema. ....	78
3.8.1	Arranque del sistema .....	78
3.8.2	Apagado del sistema .....	79
3.8.3	Sistema en funcionamiento sin leer matrículas. ....	80
3.8.4	Sistema leyendo matrículas. ....	81
3.8.5	Consumo de infrarrojos.....	82
3.8.6	Conclusiones después del estudio de consumo de potencia.....	83
4.	<b>Resultados de Operación .....</b>	<b>84</b>
5.	<b>Conclusiones y Trabajos Futuros.....</b>	<b>92</b>
6.	<b>Presupuesto .....</b>	<b>94</b>
7.	<b>Referencias.....</b>	<b>99</b>

# Índice de Figuras

---

Figura 1. 1 Ejemplo matrícula.....	10
Figura 2. 1 Diagrama de Bloques.....	19
Figura 2. 2 Cámara Sca1300-32gm[2].....	21
Figura 2. 3 Placa Base MIO-2260[3].....	22
Figura 2. 4 Switch EKI 2725.....	24
Figura 2. 5 Fuente de alimentación RS-150-12.....	24
Figura 2. 6. Diagrama del espectro visible.....	25
Figura 2. 7 Respuesta relativa sca100-32gm.....	26
Figura 2. 8 Led Infrarrojo.....	26
Figura 2. 9 diagrama de luminosidad.....	27
Figura 2. 10 Diagrama de bloques OCR.....	29
Figura 3. 1 Tejado envolvente.....	34
Figura 3. 2 Pilares de sujeción tejado.....	35
Figura 3. 3 Envolvente sin tejado.....	35
Figura 3. 4 Cerradura de envolvente abierta.....	36
Figura 3. 5 Cerradura de envolvente cerrada.....	37
Figura 3. 6 Envolvente abierta.....	37
Figura 3. 7 Eje neumático Puerta.....	38
Figura 3. 8 Ventana estanca.....	39
Figura 3. 9 Metacrilato envolvente.....	39
Figura 3. 10 Placa de aluminio interior envolvente.....	40
Figura 3. 11 Pilaretes de sujeción placa de aluminio.....	40
Figura 3. 12 Componentes colocados en la placa de aluminio.....	41
Figura 3. 13 Colocación Infrarrojos.....	42
Figura 3. 14 Circuito sincronización infrarrojos.....	43
Figura 3. 15 Señal cámara, exposure time 5000us.....	45
Figura 3. 16 Señal cámara, exposure time 9000us.....	45
Figura 3. 18 Señal cámara, exposure time 20000us.....	46
Figura 3. 19 Circuito en funcionamiento 10ms/div.....	48
Figura 3. 20 Circuito en funcionamiento 5ms/div.....	48
Figura 3. 21 Circuito en funcionamiento 2,5ms/div.....	49
Figura 3. 22 Circuito de sincronización implementado en placa de puntos.....	50
Figura 3. 23 Cable RJ45[7].....	51
Figura 3. 24 Cable RJ45[7] pelado.....	52
Figura 3. 25 Cable RJ45[7] recortado.....	52
Figura 3. 26 Cable RJ45[7] grimpado.....	53
Figura 3. 27 Vista posterior cámara 1.....	54

Figura 3. 28 Vista posterior cámara 2 .....	54
Figura 3. 29 Conector Hirose .....	55
Figura 3. 30Cabezal conector hirose.....	55
Figura 3. 47 Acceso a <i>Intellicam</i> .....	57
Figura 3. 48 Selección de tarjeta de red.....	58
Figura 3. 49 Reserva de memoria del sistema. ....	58
Figura 3. 50 Selección de fichero .dcf.....	59
Figura 3. 51 Grabación desde <i>Intellicam</i> .....	60
Figura 3. 52 Acceso a los parámetros de configuración de la cámara desde <i>Intellicam</i> .....	61
Figura 3. 31 Acceso a la IU de <i>StringReader</i> desde <i>MIL Control Center</i> . ....	64
Figura 3. 32 Cargar un contexto de <i>StringReader</i> . ....	65
Figura 3. 33 Cargar imagen con la muestra de las fuentes añadir. Cargaremos la imagen desde el icono redondeado en color rojo de la figura. ....	65
Figura 3. 34 Añadir una cadena de caracteres al contexto. ....	66
Figura 3. 35 Añadir una fuente al contexto.....	67
Figura 3. 36 Añadir una fuente de las definidas en el SO. ....	67
Figura 3. 38 Parámetros de configuración de <i>StringReader</i> .....	69
Figura 3. 39 <i>Baseline deviation</i> . ....	70
Figura 3. 40 Se enmarca en color rojo en primer lugar la posición de la cadena de caracteres, el tipo de valor a encontrar (número o letra), así como los valores permitidos para los mismo... 70	70
Figura 3. 42 <i>Skew Angle</i> . ....	72
Figura 3. 43 Lectura de matrículas mediante <i>StringReader</i> . ....	73
Figura 3.45 Acceso al menú <i>System&gt;&gt;Settings</i> . ....	74
Figura 3. 46 Opciones de inicio de grabación.....	74
Figura 3. 53 Pantalla configuración de la red exterior .....	76
Figura 3. 54 Interface <i>TeamViewer</i> .....	76
Figura 3. 55 Autenticación <i>TeamViewer</i> .....	77
Figura 3. 56 Ejemplo de control Remoto con <i>Team Viewer</i> .....	77
Figura 3. 57 Arranque del sistema .....	78
Figura 3. 58 Apagado del Sistema .....	79
Figura 3. 59 Sistema funcionando sin leer matrículas.....	80
Figura 3. 60 Sistema leyendo matrículas.....	81
Figura 3. 61 Consumo Infrarrojos.....	82
Figura 4. 1 Captura de matrícula en movimiento .....	84
Figura 4. 2 Captura de matrícula en movimiento en calle .....	85
Figura 4. 3 infrarrojos 25m.....	90
Figura 4. 4 Infrarrojos 40m.....	91

# Índice de Tablas

---

Tabla 2. 1 Longitud de onda luz infrarroja .....	25
Tabla3. 1 <i>Carga Rotura aleación aluminio</i> .....	32
Tabla3. 2 <i>Límite Elástico aleación aluminio</i> .....	33
Tabla3. 3 <i>Alargamiento aleación aluminio</i> .....	33
Tabla3. 4 <i>Colocación cables RJ45</i> .....	53
Tabla3. 5 <i>Pin-out Cámara sca1300-32gm</i> .....	55
Tabla 4. 1 Resultados de lecturas.....	89

# Capítulo 1

## Introducción y objetivos

---

### 1.1 Introducción

Dentro del campo que puede abarcar la electrónica para el diseño de diversos aparatos, de gran utilidad en su mayoría, solemos centrarnos cada vez más en cosas que nos simplifiquen y ayuden en la vida y a poder ser que sea al más bajo coste posible. Uno de los factores más importantes en ella, es nuestra seguridad, más específicamente nuestra seguridad vial, ya que a lo largo del año se pierden miles de vidas a causa de infracciones en las carreteras. No existen muchos productos estandarizados que cumplan los requisitos de homologación para su implantación en un punto concreto de la geografía española, por lo que una vez conseguido finalizar este proyecto, la empresa que desee comprarlo verá que es rentable y decida comercializarlo.

Uno de los objetivos alrededor de los que gira este proyecto es la Figura 1.1



Figura 1. 1 Ejemplo matrícula

# Lector de matrículas

## Introducción y objetivos

Jonathan Sutil Fernandez

---

Este proyecto se ha realizado en la empresa Unitronics [1], en la cual estoy realizando una beca, pero este proyecto ha sido elaborado en horario fuera de la beca. La empresa me ha facilitado toda la materia prima para realizar todas mis pruebas y la utilización de todos los componentes, pero las pruebas y decisiones han sido mías.

Unitronics[1], está empezando un proyecto que trata de dar una solución de creación de infracciones en semáforo en rojo el cual se pueda comercializar a medio plazo, por lo que aprovechando mi puesto de trabajo en la empresa decidí realizar un primer prototipo de lectura de matrículas.

Inicialmente se ha buscado algún producto similar que cumpliera con estas peticiones, pero no encajaba en lo que se quería hacer, debido al alto coste de estos productos, por lo que se decidió crearlo desde cero, para abaratar costes.

Como en el mercado ya existen productos similares, aunque muy pocos, este proyecto se intenta crear en el mínimo tiempo posible para acortar distancias con la competencia y tener un producto mejor que el suyo en el más corto espacio de tiempo.

En la empresa hay un largo recorrido en trabajo con cámaras de alta definición para temas de seguridad o control de acceso, pero no había nada investigado sobre el tema de lectura de matrículas, por lo que en definitiva lo que me pedía la empresa era diseñar un sistema (mecánica, electrónica y parte de software), que debía cumplir una serie de cualidades:

- Sistema de lectura de matrículas con un porcentaje de acierto muy cercano al 100%
- Utilizar los mejores componentes posibles dentro de un rango de gasto.
- Que la envolvente exterior del sistema fuera estéticamente agradable (para su mejor comercialización).
- Bajo consumo de potencia.
- Fácil a la hora de su utilización o manejo.

En un principio el sistema solo se pensó para utilizarlo por el día y en lugares techados, para que no sufriera desperfectos bajo los cambios meteorológicos, pero más adelante se cambió de opinión y se abrieron más los límites de este sistema.

Para la utilización nocturna se introducen leds infrarrojos, estos solo son detectados por la cámara.

Para colocarlo en lugares al aire libre se ha creado una envolvente estanca, la cual impide el paso de agua o humedad al interior del equipo.

En la Figura 1.2 puede observarse la finalización completa del sistema una vez montado.

# Lector de matrículas

## Introducción y objetivos

Jonathan Sutil Fernandez

---



Figura 1. 2 Envolverte Completa

## 1.2 Objetivos

El objetivo del trabajo es diseñar y desarrollar un sistema de lectura de matrículas con un alto porcentaje de efectividad. Los objetivos concretos de este trabajo se presentan a continuación en forma de las especificaciones que fueron determinadas al inicio del Proyecto, trabajando estrechamente con un mecánico (para la fabricación de la envolvente), bajo mi supervisión.

El primer objetivo fue la elección de todos los componentes que iban a ser utilizados para el perfecto funcionamiento, estos están indicados al final de esta sección.

La segunda parte fue el desarrollo software el cual girará en torno a una cámara monocromo (responsable de llevar a cabo la lectura de matrículas mediante un potente algoritmo de reconocimiento de caracteres u *OCR (Optical Character Recognition)* especialmente desarrollado para leer matrículas en cualquier condición, velocidad del vehículo, tipo de letra, determina ángulo de inclinación o escala. Dicho algoritmo es capaz de leer varias placas de matrícula simultáneamente.

La parte software realizada en este proyecto en la creación de los contextos, mediante el programa string reader, el cual viene explicado en la sección 2.4, estos contextos harán que OCR pueda leer esas matrículas cuando esté en funcionamiento.

# Lector de matrículas

## Introducción y objetivos

Jonathan Sutil Fernandez

---

En un primer momento se han creado contextos para matrículas españolas pero tendrá la opción de crear matrículas de cualquier país del mundo.

Una vez realizada la captación de imagen, se procesa la captura mediante un potente algoritmo de reconocimiento de caracteres u *OCR (Optical Character Recognition)* especialmente desarrollado para leer matrículas en cualquier condición, velocidad del vehículo, tipo de letra, ángulo o escala.

En cuanto a la parte mecánica, se quiere crear una envolvente metálica, la cual cumple una serie de especificaciones.

- Estanqueidad.
- Hermetismo.
- Estética.

Esta envolvente debe tener una gran apertura para un fácil montaje o utilización de sus componentes. También debe tener una ventana para que la cámara grabe la panorámica de la situación y los infrarrojos hagan su labor.

Para una mejor disipación del calor dentro de la envolvente se ha diseñado una solución, la cual es diseñar una placa metálica, donde van ubicados todos los componentes electrónicos, de tal forma que haya separación suficiente entre ellos para que no haya un sobrecalentamiento en alguno de ellos.

En cuanto a la parte electrónica del proyecto, se debe diseñar un pequeño circuito que sincronice la salida digital de la cámara con la iluminación infrarroja, con la finalidad de ahorrar energía y de crear pulsos de potencia infrarroja, como se explicará en el punto [3.2](#)

Para todo esto necesitamos que el sistema contenga:

- Cámara monocromo alta definición
- Fuente de alimentación de 12V
- Placa Base
- Switch
- Circuito electrónico sincronización
- Iluminación infrarroja
- Chapa metálica para soporte del equipo.

Los objetivos específicos que debe tendrá que cumplir son los siguientes:

- Creación de contextos para la lectura de matrículas.
- Correcta elección de la cámara así como de una lente adecuada para un enfoque y visualización perfecta.
- Diseño mecánico tanto de la envolvente metálica como de la colocación de los componentes en la chapa metálica.
- Anclaje de la chapa metálica al armario.

- Elección de componente.
- Diseño del circuito de sincronización infrarroja.

### 1.3 Fases de Desarrollo

Podemos distinguir claramente cuatro fases en el desarrollo del proyecto:

- **Definición de objetivos.** Fue necesario realizar un estudio para conocer de cuál sería la mejor opción para llevar a cabo este proyecto, y definiendo cuales eran los puntos hasta donde queríamos llegar, tuve que pedir ayuda de los diferentes expertos en este campo del tratamiento de video y programación en este código particular.
- **Diseño.** Una vez conocidas las necesidades del sistema, definimos las especificaciones técnicas de la fabricación de los componentes, así como toda la parte de diseño electrónico que lleva asociado a la estructura e internamente.
- **Desarrollo y pruebas.** Finalizado el diseño y conociendo los elementos requeridos, se procede al montaje de los componentes electrónicos y mecánicos. Se realizan las respectivas pruebas para verificar el funcionamiento del sistema y rectificar fallos.
- **Implementación.** Una vez terminado el montaje. Se vuelve a verificar un correcto funcionamiento del sistema al completo y se fija la placa al armario, con todos los componentes necesarios para una correcta puesta en marcha.

Hay que destacar que, como un elemento añadido, se ha contado con los conocimientos aprendidos durante este año en el manejo de este tipo de equipos, por lo que me ha sido más fácil orientarme, mejorar y probar el diseño.

## 1.4 Medios Empleados

Los medios adicionales con los que se ha contado para llevar a cabo el proyecto son los siguientes:

### HARDWARE:

- Bosch PSR 10,8LI: se ha utilizado para realizar todo tipo de taladros.
- Brocas de 1-10mm IZAR: utilizadas en el taladro BOSCH.
- DEXTER 48X: destornillador múltiple con 48 puntas.
- PALMERA 790.011: Pelacables.
- Útiles de soldadura: Tanto soldador como des soldador.
- Grimpadora RJ45[7]: se ha utilizado para crear cables RJ45[7] a medida.
- Metro de 5m.

### SOFTWARE:

- String reader: Con este programa se ha realizado los contextos de las matrículas.
- Matrox intellicam: Programa de para realizar la configuración de las cámaras.
- OCR: lector de matrículas.
- Orcad capture: diseño del circuito electrónico.
- Orcad Pspice: pruebas del circuito electrónico
- Team viewer: conexión exterior del equipo

### LABORATORIOS:

- Laboratorio de soldadura y taladrado: aquí se ha realizado todo el taladrado de las placas.
- Laboratorio de trabajo Unitronics[1]: en este departamento es donde he realizado todo este proyecto y de donde me han sido facilitado todas las herramientas para su realización.

## 1.5 Estructura de la Memoria:

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación un breve resumen de cada capítulo.

- ✓ En el capítulo 2 se da una descripción general del diseño y funcionamiento del sistema, tanto mecánica electrónica y de software, para que la lectura de los posteriores capítulos sea más comprensible.
- ✓ En el capítulo 3 se explica más en concreto todo lo relacionado con la construcción mecánica y electrónica de la estructura del sistema en sí y cómo se va a fijar y se explica la parte de software realizada.
  - La primera parte se refiere a la elección de los componentes utilizados en el sistema
  - La segunda parte corresponde a cada parte de la envolvente diseñada y la placa donde se alojarán los componentes.
  - La tercera parte, corresponde al circuito implementado, el cual controla los leds de infrarrojo, con su posible variación de amplitud y periodo.
  - Por último se explica el proceso de creación de un contexto.
- ✓ En el capítulo 4 se muestran los resultados finales de funcionamiento del proyecto, así como los límites a los que llega.
- ✓ En el capítulo 5 se analizan las conclusiones y las posibles mejoras que se podrían realizar para una futura reproducción del prototipo.
- ✓ El capítulo 6 hace un balance del coste final del sistema.
- ✓ Por último se adjuntan las referencias y bibliografía que han ayudado a la elaboración de este proyecto. Más adelante se encuentran los anexos de la programación.

# Capítulo 2

## Diseño del Sistema

---

### 2.1 Estado de la técnica

Antes de comenzar con el proyecto se realizó un estudio cuidadoso de lo que ya existía en el mercado, para saber si es práctico o no realizar una solución de lectura de matrículas, por lo que se investigó sobre los sistemas más potentes que hay en el mercado en estos instantes.

Las marcas más potentes del mercado en cuanto a lectura de matrículas son:

- SONY
- Accesor
- Quercus
- Teuss
- IRIS CS
- Circontrol

El CLPR-W-ACR accesor es un sistema de **lectura automática de placas de matrículas**, diseñado para que su instalación y gestión sean muy sencillas y fiables. Lectura de matrículas en negativo mediante los leds IR, asegura la autenticación, tiene el inconveniente de que necesita un sensor de presencia, para que el sistema funcione y que necesita que solo se puede usar como control de acceso.

SmartLPR ACCESS de quercus es un **equipo de lectura de matrículas** diseñado para poder realizar el control de tráfico de vehículos en accesos con barrera. El problema de este sistema es que solo puede realizar lectura de matrículas con vehículos a velocidades inferiores a 10km/h.

UCAP 550 Casmar de IRIS CS es una unidad de reconocimiento de matrículas donde la captura se puede realizar con vehículo parado (Elementos de acceso como barreras, puertas

## Lector de matrículas

### Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

automatizadas, pilonas, etc.) ó en movimiento para su registro en BBDD, pero al no ser un equipo *all-in-one*, esto quiere decir que todo el sistema está dentro de una sola pieza, no le da la robustez que se está buscando.

Lector de Matrículas Circontrol VSIM es un sistema capaz de proporcionar los resultados esperados en multitud de aplicaciones donde se requiera un sistema contrastado de lectura de matrículas de vehículos autónomo en su funcionamiento y de ser integrable en otros sistemas de control, como el anterior no es un *all-in-one*.

Lector matrículas SARM2 Teuss (Rister), se trata de un sistema de lectura de matrículas digital, diseñado para realizar el control de tráfico de vehículos en accesos con barreras, por lo que fue descartado.

Sony Europa ha lanzado una cámara de reconocimiento automático de matrículas (ANPR), que ofrece una integración sencilla con los sistemas de control de acceso, el mismo motivo que el anterior.

Lo que se está buscando es un equipo *all-in-one*, que pueda leer matrículas hasta los 250km/h y que sea lo más robusto posible.

## 2.2 Diagrama del sistema

El diseño proyectado es tanto estructural como electrónico. Se ha diseñado todo desde cero pensando en lo que le puede resultar al usuario más fácil de utilizar, y en la utilidad que le pueda dar al sistema. En este capítulo se desglosa la estructura de la envolvente metálica desde el interior al exterior y más adelante la funcionalidad de la parte electrónica.

En primer lugar se muestra el diagrama de bloques de hardware utilizado en la Figura 2.1.

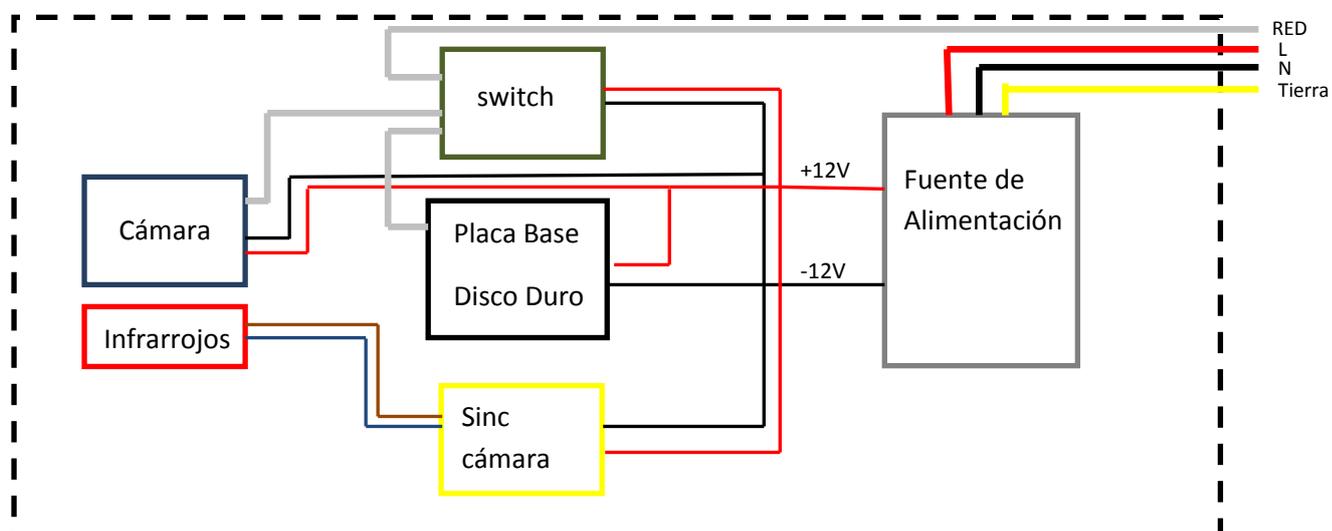


Figura 2. 1 Diagrama de Bloques

En la Figura 2.1 se puede ver el diagrama de bloques del sistema, se puede observar todos los componentes conectados entre sí.

Los cables rojo y negro corresponden a la alimentación del circuito +12 y -12 V, el gris es el cable de red de datos, el cual comunica información entre cámara, placa base y exterior.

## 2.3 Elección de componentes

### 2.3.1 Cámara

Empezamos la elección por el componente más importante del proyecto, la cámara monocromo, ya que este gira en torno a ella.

En un entorno industrial hay dos tipos de cámaras que son las mejores para ser usadas en este tipo de proyectos, las GIGE y las IP de Basler ambas de alta resolución.

- La cámara Gige tiene las siguientes características:
  - Admite una resolución desde VGA hasta 2,0 Megapixels (1296 x 966 pixeles), resolución óptima para nuestra sistema ya que al realizar un zoom veremos nítidamente la matrícula.
  - Trabaja a iluminaciones muy bajas 0,4 lux F1.4 / 30 ms, esta es aproximadamente la luz ambiente en una noche de luna llena con el cielo despejado, por lo que la hace una característica en la que destaca.
  - Admite ópticas auto-iris DC, esto es ópticas que varían su iris automáticamente si configurar nada electrónicamente o manualmente.
  - Formatos H264, MotionJPEG y MPEG4, esto son los formatos propios de compresión de las imágenes, formatos muy comprimidos, por lo que son más fáciles de transmitir.
  - Conexión de red BASE-T 10/100 RJ-45, enlace entre la cámara y el PC.
  - Visualización en directo desde cualquier punto del planeta, esto es si lo conectamos a PC con conexión a internet lo que la hace una cámara 3G.

## Lector de matrículas

### Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

- Velocidad de transmisión 1000Mbps
  
- Alimentación 12V ~ 24V CC, alimentación adecuada para el sistema, ya que trabaja a 12V.
  
- Temperatura de trabajo de -10°C ~ +60°C rango de temperatura adecuado para el rango de temperaturas con el que se quiere trabajar, 0°C ~ 50°C
  
- Dimensiones 28.5 x 44 x 83.5 mm, tamaño inferior a la cámara IP.
  
- Peso 150 g
  - La cámara IP tiene las siguientes características:
    - 2,0 Megapixels ( 1600 x 1200 pixeles), resolución óptima para el sistema.
    - Trabaja a iluminaciones muy bajas 0,6 lux F1.4 / 30 ms, mas alta que la Gige.
    - Admite ópticas auto-iris DC, esto es ópticas que varían su iris automáticamente si configurar nada electrónicamente o manualmente.
    - Transmite en resoluciones de hasta 1600 x 1200, 4:3, 16:9, múltiples áreas de interés.
    - Conexión de red BASE-T 10/100 RJ-45, velocidad de transmisión tan solo 100Mbps lo que la hace mas lenta que la scout.
    - Visualización en directo desde cualquier punto del planeta, esto es si lo conectamos a PC con conexión a internet lo que la hace una cámara 3G.
    - Alimentación 7V ~ 20V CC mediante POE (5W máx. a 12V), esta es una características que no convence debido a que se necesita un switch POE para alimentarlo, el cual es un componente mas caro que el switch industrial normal.
    - Temperatura de trabajo de 0°C ~ +50°C , temperatura muy ajustada al rango de trabajo que necesitamos, ya q es ese mismo.
    - Dimensiones 29 x 44 x 89 mm

## Lector de matrículas

### Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

- Peso 230 g

Finalmente se decidió elegir la cámara sca1300-32gm[2] de BASLER la cual es una cámara de alta definición, pues tiene una resolución de 1296 x 966 pixeles. Es necesaria una gran resolución para poder leer matrículas a una distancia de entre 20 y 30 metros, ya que con una baja resolución se verían de forma borrosas las matrículas al realizar un zoom.

Probando ambas cámaras y comparándolas, ambas eran muy similares en todas sus características pero surgía un pequeño retardo en la visualización de las imágenes en la cámara IP, juntando esto con que la Gige tiene una velocidad de transmisión de datos superior, tiene un rango de trabajo de temperaturas mayor y unas dimensiones menores, se llegó a la conclusión de escoger la cámara scout.

En la Figura 2.2 puede observarse la cámara sca1300-32gm[2]:



Figura 2. 2 Cámara Sca1300-32gm[2]

A continuación están enumeradas las características por las que se ha escogido esta cámara y no otra:

- 1) Es una cámara muy robusta capaz de trabajar en entornos industriales 24x7, esto quiere decir que puede estar funcionando las 24 horas al día, 7 días a la semana.
- 2) No comprime imágenes, con lo que la lectura de las matrículas es más eficaz.
- 3) Existe un rango completo de cámaras de este fabricante, en cuanto a resolución y modos de trabajo con el mismo factor de forma, esto quiere decir que todas son exactamente iguales en su forma física. Se puede cambiar una cámara por otra de mayor resolución o velocidad sin cambiar nada mecánico en el sistema.
- 4) Dispone de entradas y salidas digitales para sincronizar con iluminación infrarroja o para llevar información al PC

# Lector de matrículas

## Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

- 5) Es compatible con GenIcam, estándar de las cámaras industriales. Gracias a ello se puede sustituir la cámara por la de otro fabricante.
- 6) Utiliza elementos estándar de red para su conexión sencilla al ordenador.

### 2.3.2 Placa Base

La elección de la placa base se tomó desde el punto de vista del tamaño, ya que no necesitamos demasiada potencia software para realizar la lectura de las matrículas, pero sí que se ha querido ahorrar en espacio, disipación de calor y costes, por lo que se eligió una placa pico ultra SBC, estas son de las más pequeñas del mercado.

La placa elegida es la MIO-2260[3], se puede ver a continuación en la Figura 2.3.

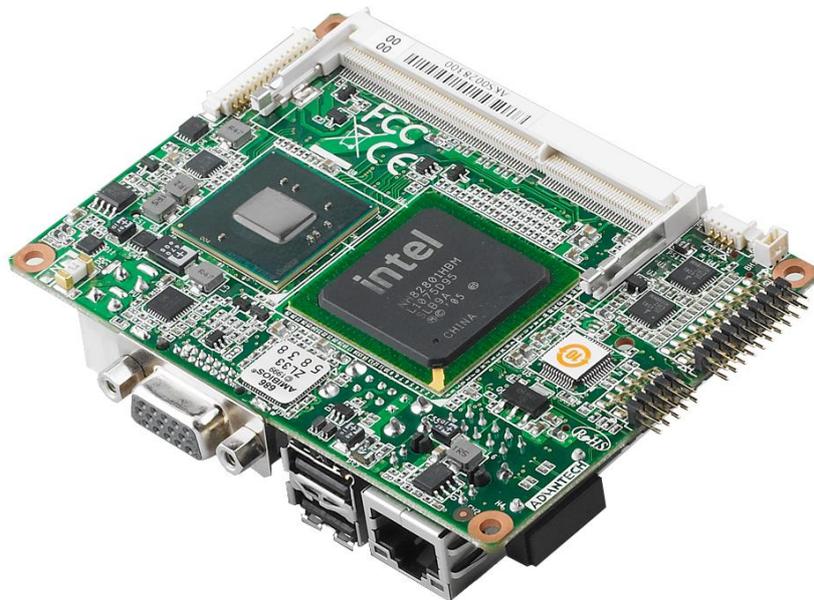


Figura 2. 3 Placa Base MIO-2260[3]

Las características por las que se han elegido esta placa y no otra son las siguientes:

- Sus pequeñas dimensiones (100 x 72 mm) (característica importantísima, debido al bajo consumo de potencia y disipación de calor).
- Procesador: Intel Atom N455 Single Core 1.66 GHz Processor (máxima potencia con un tamaño de placa tan pequeño).
- Chipset: Intel N455 + ICH8M (chipset de gran calidad de intel, además de que es uno de los últimos que han salido).
- Memoria: DDR3 667 MHz (con 600Mhz es suficiente para el complete funcionamiento del equipo además de no influir en el pequeño tamaño de la placa)

## Lector de matrículas

### Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

- Ethernet speed: 10/100/1000 Mbps (Supports Wake on LAN)
- Conexión disco duro: 1 SATA II (Max. Data Transfer Rate 300 MB/s)
- Power Supply Voltage: solo soporta 12V input (12 V +/- 10%)
- Consumo típico: 0.64 A, 12 V (7.68 W), este es un muy bajo consumo a pleno rendimiento, la cámara debe estar funcionando 24x7 por lo que esta placa es lo idónea.
- Funciona bajo temperaturas de 0- 60° C
- Humedad de operación a 40°= 95% RH (temperatura de funcionamiento en condiciones estándar, esto es Temperatura ambiente 25°.

### 2.3.3 Switch

Se necesita un switch industrial y robusto industrial, porque necesitamos dos conexiones de red mediante el puerto LAN y nuestra placa base solo dispone de una entrada. El elegido es el switch EKI-2725, el cual puede observarse en la Figura 2.4.

Las características fundamentales por las que ha sido elegido este componente son las siguientes:

- Alimentación de 12VDC, (tensión de alimentación).
- Velocidad de transmisión: 1000 Mbps (velocidad optima de flujo de datos para una visualización perfecta de las imágenes de la cámara, esta característica principal en este componente).
- Consumo: 4,6W Max, bajo consumo, ya que se necesita 24x7.
- Soporta temperatura de funcionamiento de -10 ~ 60° C (este está centro del rango de temperatura en el que queremos trabajar)
- Humedad en operación: 5 ~ 95%



Figura 2. 4 Switch EKI 2725

### 2.3.4 Fuente de alimentación

La principal característica para elegir la fuente de alimentación es la necesidad de trabajo a 24x7 y de recibir una entrada de tensión de 230VAC, por lo que se pueda conectar al propio alumbrado público o a cualquier enchufe en una instalación.

La fuente elegida es la Rs-150-12 de Meanwell, la cual puede verse en la Figura 2.5, esta tiene una potencia de 150W, sobredimensionada para el equipo, pero esta se eligió por el motivo de que es un proyecto piloto y que en este más adelante se introducirían nuevos componentes, como una cámara de apoyo en color, modem, mas leds infrarrojos, etc. Por lo que el consumo del equipo sería mayor.



Figura 2. 5 Fuente de alimentación RS-150-12

Las características por las que se ha elegido esta fuente de alimentación son las siguientes:

# Lector de matrículas

## Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

- Alimentación estándar urbano (esto quiere decir que se alimenta con tensión proveniente de cualquier enchufe)
- Salida de tensión 12VDC, tensión de alimentación de todo el circuito que emplearemos.
- Eficiencia del 83%, de las mejores del mercado.
- Temperatura de operación -25 - +70 C (el sistema debe funcionar en un rango de valores de entre 0 y 50°C mínimo).
- Humedad de operación 20 - 90%

### 2.3.5 Leds Infrarrojos

Los leds infrarrojos de alta potencia han sido suministrados por la empresa TPL VISION, estos han sido elegidos, además de por sus prestaciones, por la gran trayectoria que Unitronics [1] lleva con productos de dicha empresa. Por tanto, estos con leds de contrastada efectividad y calidad.

En la Tabla 2.1 podemos ver la longitud de onda de un humano y la longitud de onda de la luz infrarroja.

Emisor / receptor	Mínima longitud de onda (nm)	Máxima longitud de onda (nm)
Visible humano	400	700
Algunos humanos	380	780
Infrarrojo	750nm	Varios miles

Tabla 2. 1 Longitud de onda luz infrarroja

Como puede verse en la Figura 2.6, el rango de luz visible por el hombre es muy pequeño dentro del espectro de luz.



Figura 2. 6. Diagrama del espectro visible.

En la Figura 2.7 podemos ver la respuesta relativa respecto a la longitud de onda de la luz visible, como puede observarse, la mejor respuesta está sobre los 520nm, esto es dentro de la luz visible humana.

# Lector de matrículas

## Diseño del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

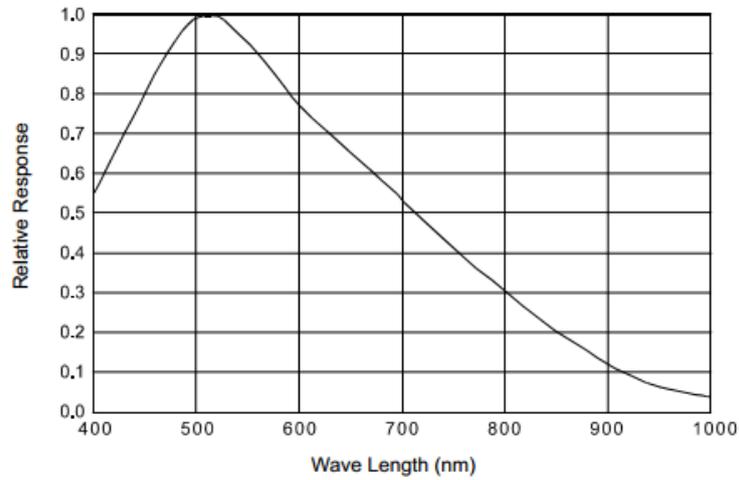


Figura 2. 7 Respuesta relativa sca100-32gm

En la Figura 2.8, se pueden observar los led infrarrojos utilizados en el sistema.



Figura 2. 8 Led Infrarrojo

Como se puede apreciar en la Figura 2.9, la luminosidad de los leds infrarrojos va disminuyendo directamente proporcional con la distancia de trabajo:

Si por ejemplo, a una distancia de 1 metro la intensidad luminosa es de 12700mcd, a una distancia de 15 metros (distancia a la que se quiere trabajar normalmente) está habrá disminuido (15x15) 225 veces, ya que la energía luminosa se habrá expandido en un área 225 veces mas grande, por lo que tendría una intensidad de 56,5mcd.

Distancia

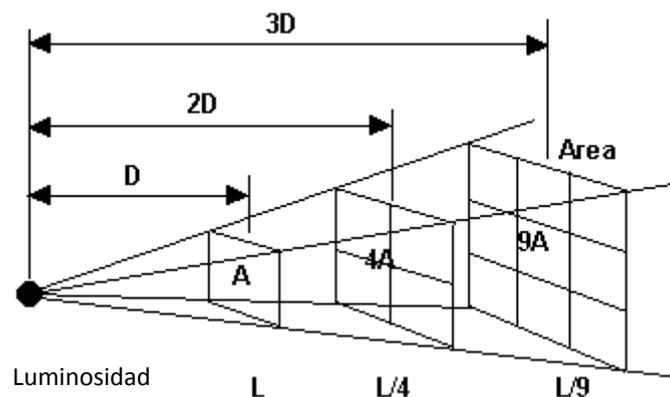


Figura 2. 9 diagrama de luminosidad

En el capítulo 4 pueden observarse varias imágenes a distintas distancias en las que se puede apreciar como varía la luminosidad en función de la distancia.

## 2.4 Estructura Mecánica de la envolvente.

Se ha diseñado el sistema separado en dos partes:

- 1- Lo que se denominara “envolvente metálica” o estructura de sujeción y cobijo del resto del sistema ha sido diseñada por el autor de esta memoria, con la ayuda de un mecánico de la empresa Somelsa[5]. Las decisiones sobre las especificaciones de material, forma, tamaño etc, han sido tomadas también por el autor del presente trabajo. La función del mecánico ha sido la de crear las piezas para la envolvente bajo las indicaciones del mismo.

La envolvente debe cumplir una serie de requisitos para realizar su función en cualquier lugar, estos son:

- Tiene que ser completamente estanca para que siga funcionando aun con las peores incidencias meteorológicas que puedan sufrir el equipo a lo largo del año en instalaciones en exterior, así como la entrada de polvo u otras suciedades que puedan dañar al equipo y sus funcionalidades.
- Debe ser de un material duro y antioxidante.
- Tiene que tener un sistema de seguridad, para que cualquier persona no pueda manipularlo a su antojo.
- Debe tener una visera para tapar el posible deslumbramiento de la luz solar a la cámara en cuestión.
- Gran apertura para la colocación de los componentes y manipulación de estos.
- Sistema estéticamente bonito para tener una mayor facilidad a la hora de su puesta en venta por la división comercial de la empresa.

- 2- La placa metálica que irá anclada en el interior de la envolvente, con la finalidad de colocar los componentes que usaremos de la forma que consideremos más oportuna, para la mejor conexión del cableado y para un buen reparto de los espacios, de cara a evitar el sobrecalentamiento de alguno de los componentes.

## 2.5 Estructura electrónica

Esta estructura será una placa de puntos en la que irá soldado un circuito electrónico, capaz de sincronizar la señal de grabación de la cámara con los infrarrojos, además de proteger a los leds de una sobrecarga de trabajo y de la posibilidad de que se fundan debido a prolongado uso de los mismos.

Así mismo esta placa será capaz de conseguir un ahorro en consumo de potencia al evitar el uso innecesario de la iluminación infrarroja en instantes de no grabación de la cámara, todo esto está explicado detenidamente en la sección 3.2

## 2.6 Software del sistema

### 2.6.1 String reader

Mediante el programa de Matrox String Reader el cual se basa en una técnica sofisticada de reconocimiento de caracteres, que usa características geométricas para encontrar cadenas de caracteres de múltiples fuentes y formatos distintos. Soporta cambios en el ángulo de los caracteres, razón de aspecto, cambio de escala y contraste inverso (caracteres claros sobre fondo oscuro). Puede encontrar múltiples cadenas y cadenas con varias líneas. Las fuentes pueden ser estándar o definidas manualmente por el usuario, pudiendo introducir reglas gramaticales para aumentar la tasa de aciertos.

Soporta grandes cambios de iluminación, con lo que su uso es idóneo para aplicaciones de Lectura de Matrículas, además del ámbito industrial.

Este programa está explicado en la sección 3.5

#### 2.6.2 OCR

La captación de las imágenes por parte de las cámaras se lleva en modo *free flow*, por tanto no hace falta señal alguna para generar la lectura, ya que ésta se hará de manera continua frame a frame. SICAM OCR, permite utilizar una cámara para controlar hasta regiones de grabación. Lógicamente las cámaras en este caso tendrán que ser de mayor resolución. Se recomienda para cada vial configurar un área de interés (en configuración lo llamaremos **Región**) con un ancho del entorno 640 – 750 píxeles y una altura alrededor de 500 píxeles. En el apartado de configuración se verán los detalles para poder trabajar de esta forma.

La imagen digitalizada que capta cada una de las cámaras, se envía a continuación a un equipo de procesado. En dicho equipo, *OCR*, el cual basado en complejas técnicas y algoritmos de Visión Artificial, compara características geométricas de los caracteres en lugar de correlacionar diferencias de escalas de grises entre píxeles como otros *OCR* del mercado, esto permite encontrar matrículas con diferentes orientaciones y tamaños con mayor fiabilidad. También es posible restringir la búsqueda de formatos y fuentes, lo cual permite ganar velocidad y precisión al *OCR*.

Una vez procesada la imagen y obtenido el texto de la matrícula, SICAM OCR crea una trama de datos con la información del registro, esta trama se enviará a otras unidades encargadas de analizar, gestionar o mostrar la información obtenida por SICAM OCR al usuario. Este esquema de funcionamiento se muestra en la Figura 2.10:

#### Esquema de funcionamiento de OCR:

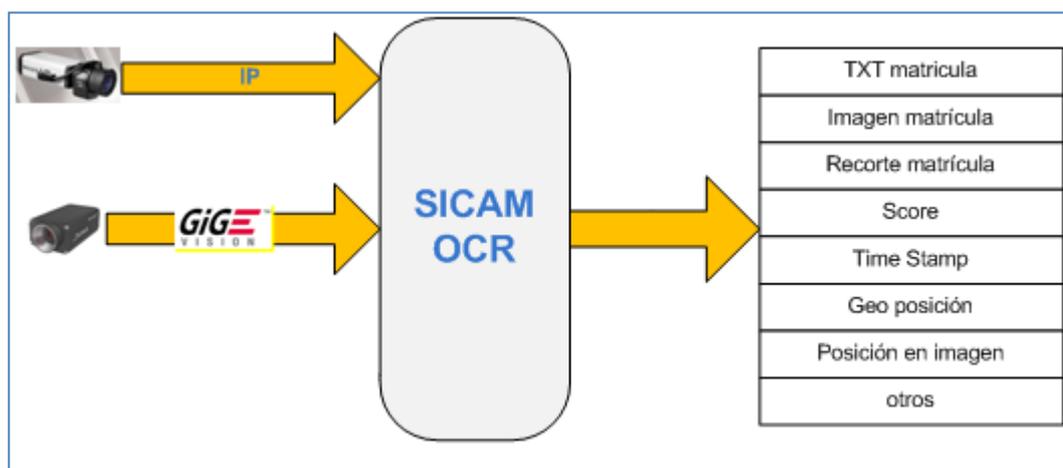


Figura 2. 10 Diagrama de bloques OCR

#### 2.6.3 Características del OCR

- Máxima fiabilidad de reconocimiento de matrículas (>95%).
- Detección de movimiento mediante la variación de píxeles
- Permite una capacidad de procesamiento de hasta 60 fps por cámara.
- Lectura de vehículos con velocidades superiores a 200 km/h con equipos estándar debido al elevado trabajo de captura.
- Robusto frente a cambios de escala o perspectiva.
- Entrada de luz natural o artificial configurable por software, mediante la conexión LAN.
- Tolerancia a los distintos estados de conservación de las placas de matrícula.
- Soporta distintos tamaños de la matrícula respecto de la imagen.
- Detección automática.
- Lectura desde diferentes interfaces de vídeo digital: *IP, GigE Vision*.
- Obtención de la matrícula a partir de múltiples imágenes del vehículo, correlacionando las lecturas de cada frame para aumentar la fiabilidad, el software tiene una opción configurable en la cual se puede variar el número de veces que se lee una matrícula en 300ms para que sea como buena.
- Flexibilidad en la ubicación de cámaras dada la elevada tolerancia a ángulos, tanto horizontal como vertical, esto está perfectamente explicado en el punto 3.6

#### 2.6.4 Requisitos software del sistema

Los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento del software son los siguientes:

- Procesador: Intel® Core® 2 Duo (T7500) 1.6 GHz.
- Memoria (RAM): 2.00 GB
- Dos puertos Ethernet Gigabit (se recomienda tarjeta de red de Intel®)

Requisitos básicos de instalación:

- Sistemas Operativos soportados:
  - Windows® XP (32-bit)
  - Windows® Vista® (32-bit)
  - Windows® 7 (32-bit)
- Framework .NET 3.5

# Capítulo 3

## Construcción del Sistema

---

La construcción de este sistema ha sido realizada con material prestado por la empresa en la que el autor esta disfrutando de una beca, y la envolvente metálica fabricada por un mecánico bajo un modelo tipo y con unas medidas especificadas por el autor, para el cumplimiento de normas de seguridad y protección.

### 3.1 Construcción Mecánica

Este sistema se ha diseñado basándose en dos puntos de vista:

1. Queremos un sistema robusto, que aguante cualquier tipo de incidente como por ejemplo la meteorología.
2. Un sistema estéticamente bonito, para una mayor vistosidad a la hora de ponerlo en venta y entre de una forma directa a los ojos del cliente.

#### 3.1.1 Diseño de la envolvente.

Lo primero es saber cuáles van a ser las dimensiones que se va a necesitar que tenga la envolvente para alojar todos los componentes que van a ser utilizados, esto es, una cámara, una placa de leds infrarrojos, una placa con circuito electrónico, una placa base y una fuente de alimentación. Todos estos componentes van a ir anclados a una chapa de aluminio que hará que los componentes no estén expuestos a la temperatura exterior de la envolvente, debido a que esta estará levantada 10 cm mediante unos pilaretes. A su vez los componentes irán colocados de forma estratégica para una mejor ventilación y un ahorro de cableado eléctrico.

### 3.1.2 Material de la envolvente.

El material elegido aleación de aluminio (2011-T3) con terminación en blanco, este presenta una elevada resistencia a los agentes atmosféricos, una gran conductividad térmica y eléctrica y una excelente actitud a las deformaciones y sus características mecánicas son relativamente bajas. Sumado a que es un material rígido y poco pesado, y que resiste los golpes sin quebrarse ni presentar ningún tipo de astillamiento, se ha considerado el material perfecto para este proyecto.

Es un material ligero, dotado de alta resistencia a los choques, no absorbe el agua, es difícilmente inflamable y es un aislante eléctrico eficaz.

En las siguientes tablas se pueden observar todas las propiedades de la aleación de aluminio utilizada en esta envolvente.

Todas estas Tablas vienen de la referencia aluminio [6]

**Carga de rotura o resistencia a la tracción** (mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente hasta la rotura del componente), ver Tabla3.1.

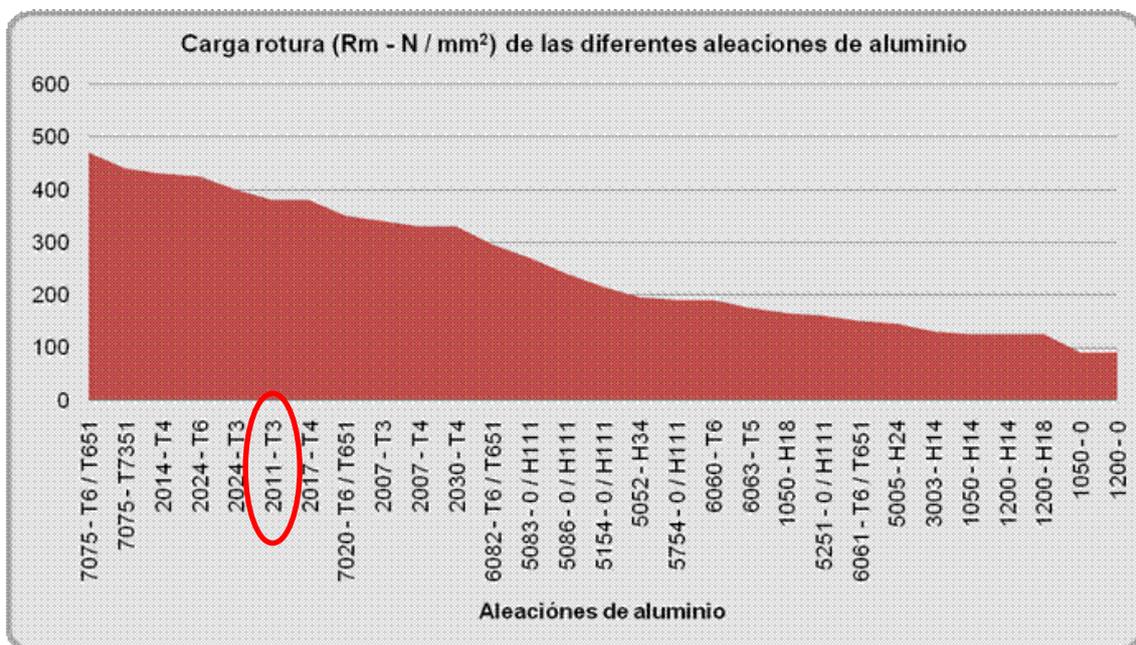


Tabla3. 1 Carga Rotura aleación aluminio

**Limite elástico** (Tensión a la cual el material tiene una deformación plástica de 0,2%), ver Tabla 3.2

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

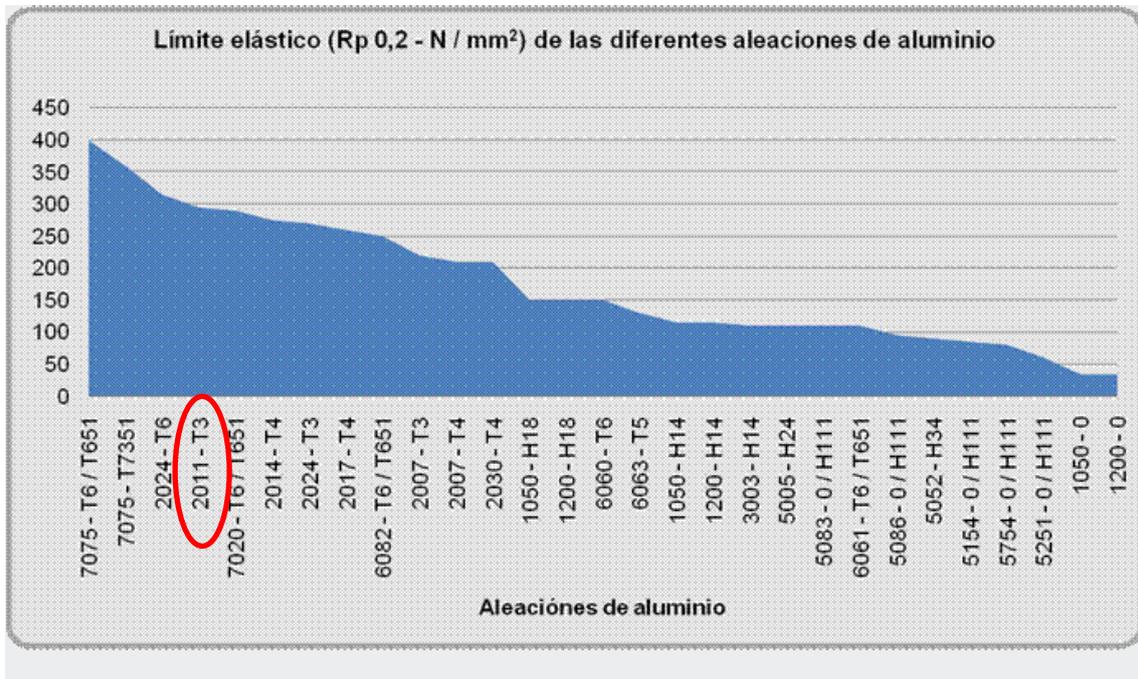


Tabla3. 2 Límite Elástico aleación aluminio

**Alargamiento:** Aumento de longitud (%) que tiene un material cuando se le somete a un esfuerzo de tracción antes de producirse su rotura, ver Tabla 3.3.

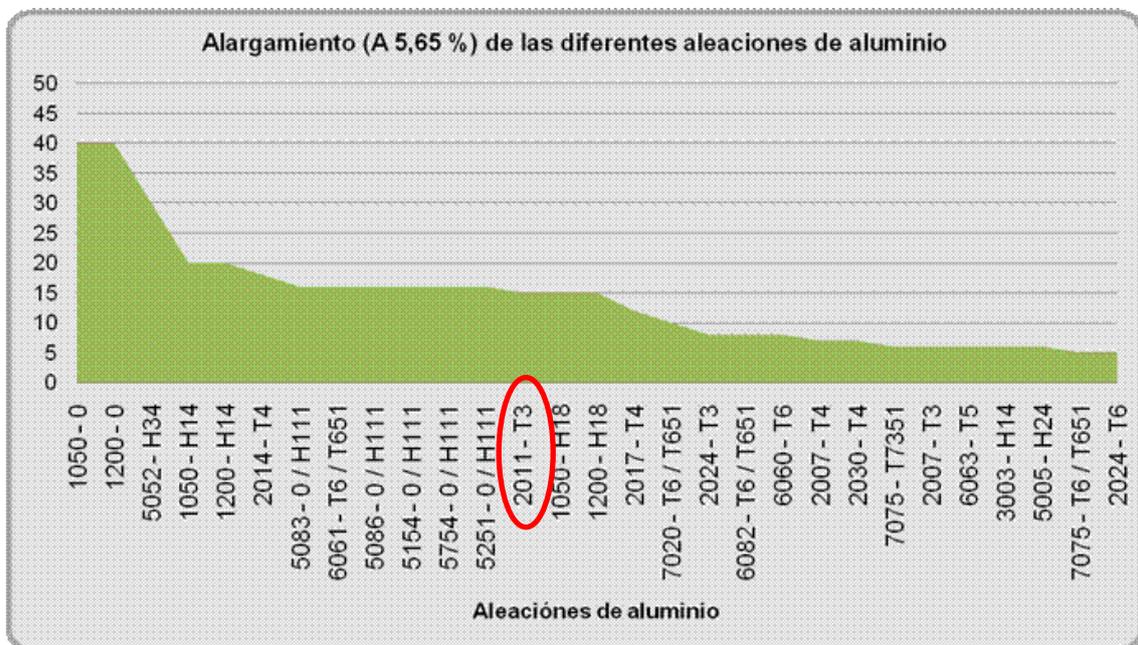


Tabla3. 3 Alargamiento aleación aluminio

#### 3.1.3 Puerta o Tapa de la envolvente.

Esta es la primera parte en la que hubo que trabajar a la hora de diseñar la envolvente, ya que necesitamos una gran apertura para la correcta manipulación durante la instalación de los componentes, así como su posterior manejo a la hora de cambiar alguna configuración del sistema, por si surge cualquier problema con el equipo.

En primer lugar se pensó en darle una forma curva, para un finalizado más estético, esto es para dar facilidad a la hora de vender el producto, como puede verse en la Figura 3.1.



Figura 3. 1 *Tejado envolvente*

En segundo lugar había que poner un doble techo para crear una corriente de aire que mejorara la disipación del calor de dentro del sistema. Esto se consiguió creando dos paneles similares y separándolos mediante 6 pilaretes de 5cm como puede observarse en la figura3.2.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

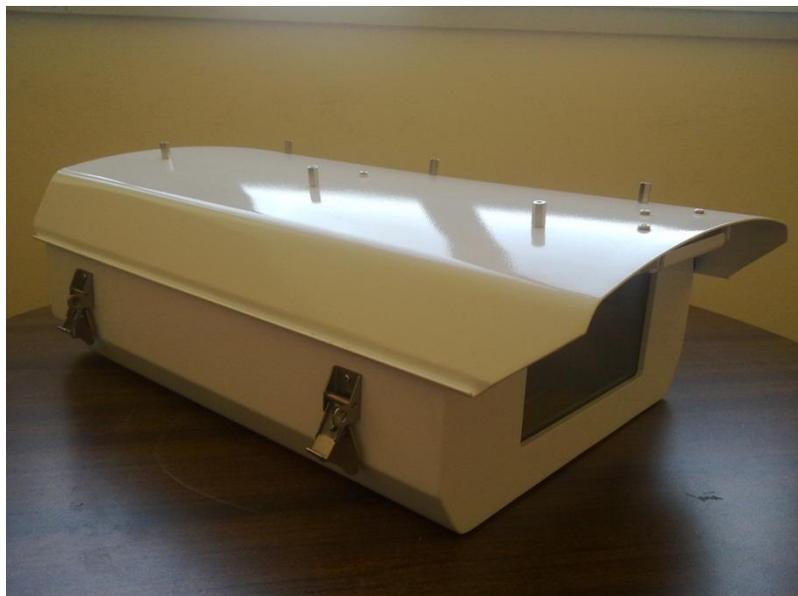
Jonathan Sutil Fernandez

---



*Figura 3. 2 Pilares de sujeción tejado*

Por último, la tapa o puerta tenía que actuar también de visera, para quitarle a la cámara la posibilidad de ser deslumbrada a determinada hora del día, si es sistema se encuentra instalado en exterior, Figura 3.3.



*Figura 3. 3 Envoltente sin tejado*

#### 3.1.4 Cierre de seguridad de la puerta de la envolvente.

La apertura de la envolvente debe tener algún tipo de mecanismo de seguridad, para que una vez cerrado, no pueda ser abierta por cualquier persona y hacer un mal uso o provocar algún defecto sobre el equipo, por lo que se ha decidido colocar un cerrojo de mariposa, con su posterior candado para que el equipo quede completamente hermético. El autor ha decidido colocar 4 cerrojos, dos por cada lateral del equipo, para el completo cierre de la envolvente.

El funcionamiento de este tipo de cierre es muy sencillo, ya que simplemente hay que girar la mariposa en sentido de las agujas del reloj y este se cerrara bajando la tapa a presión contra la caja. Después basta colocar un candado para un completo cierre.

En las figuras siguientes se puede observar el funcionamiento de estos cerrojos:

Como puede observarse en la Figura 3.4, la parte superior del cerrojo esta fuera del cerrojo, por lo que todavía se encuentra abierto colocado sobre la rebaba de la tapa. Si giramos la mariposa en sentido horario esta parte superior bajará y se introducirá en el cerrojo.



*Figura 3. 4 Cerradura de envolvente abierta*

Envolvente cerrada: En la figura 3.5 se puede observar que la parte superior ha quedado introducida en el cerrojo, con lo cual este estará cerrado.



*Figura 3. 5 Cerradura de envoltente cerrada*

#### **3.1.5 Estanqueidad del sistema.**

Necesitamos que el sistema se completamente estanco, ya que el sistema se va a instalar en lugares exteriores con los diversos inconvenientes meteorológicos, por lo que se ha colocado una junta de caucho a lo largo de toda la unión puerta-caja, para su completa estanqueidad. Podemos verlo en la figura 3.6.



*Figura 3. 6 Envoltente abierta*

#### **3.1.6 Sistema de apertura de la puerta**

Para la apertura de la puerta se ha elegido un cilindro neumático, para una apertura y cierre de la puerta suave. Otra de las características por las que se ha elegido este

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

componente, es porque al dejarlo completamente abierto el cilindro quede bloqueado, por lo que se puede trabajar dentro del equipo con total comodidad, ver Figura 3.7.



*Figura 3. 7 Eje neumático Puerta*

### 3.1.7 Ventana para la cámara

Esta es una de las partes más importantes de la envolvente, debido a que respecto a la cámara gira todo el sistema. Se ha creado una ventana de determinadas dimensiones, para poder introducir una o dos cámaras.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

Esta ventana, ver Figura 3.8 está tapada con vidrio para que la cámara pueda tener campo de visualización a través de él. Va puesta de tal forma que no puede entrar el agua de ninguna manera por los bordes del vidrio. Leva dos tiras de metal que van atornilladas a la caja y que presionan el cristal contra un recubrimiento de caucho que el autor ha decidido introducir en los bordes de la ventana, esto se puede ver en la figura 3.8

Aquí se puede observar el recubrimiento de caucho y los agujeros donde se roscarán los tornillos que apretarán las tiras de metal contra el cristal y el caucho.



*Figura 3. 8 Ventana estanca*

En la Figura 3.9, se puede observar el vidrio utilizado y las dos tiras de metal que dejaran hermético el sistema en ese punto.



*Figura 3. 9 Metacrilato envolvente*

### 3.1.8 Material de la Placa

El material elegido para el anclaje de todos los componentes que se van a utilizar es una placa de aluminio de 2 mm de espesor de unas dimensiones de 400x320 mm, en la que

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

deben entrar todos los componentes de una forma ordenada y que puedan realizar todas sus tareas de una forma satisfactoria, ver Figura 3.10.



*Figura 3. 10 Placa de aluminio interior envolvente*

Para la perfecta colocación de la placa en la envolvente, se mandó diseñar cuatro pilaretes con roscas, ver Figura 3.11, sobre los cuales se atornillan 4 varas roscadas con las que se fija la placa a la envolvente, y esta queda suspendida unos 15 cm del fondo del sistema, con lo que se consigue un mejor flujo de aire y con ello una mejor disipación. Esto se puede observar en la figura.



*Figura 3. 11 Pilaretes de sujeción placa de aluminio*

Para finalmente ensamblar la placa en las varas, se ha usado un taladro para realizar los agujeros correspondientes y para finalizar se ha colocado la placa y se han puesto tuercas blocantes, para que quede completamente fijado

#### 3.1.9 Colocación de los componentes e la placa:

La colocación de los componentes se ha realizado haciendo taladros en la chapa dependiendo del soporte de cada componente.

1. La fuente de alimentación se ha colocado con algo de distancia respecto al resto de componentes por la alta transmisión de calor que sufre en funcionamiento, para así no sobrecalentar alguno de los otros componentes.
2. La cámara junto con los infrarrojos debe ir en al parte frontal del equipo pegado a la ventana, para que ningún componente obstaculice la visión de esta.
3. El disco duro y la placa deben ir muy cerca uno del otro debido a la propia longitud del cable conector, pero a su vez tampoco muy cerca debido a la disipación de calor de la placa.
4. El EKI 2725 como es uno de los componentes más grandes y no influye en la disipación de calor se ha colocado por la parte inferior de la placa.
5. El circuito electrónico, se coloca en un punto cercano a la cámara y a los infrarrojos, para una mayor comodidad de conexión.

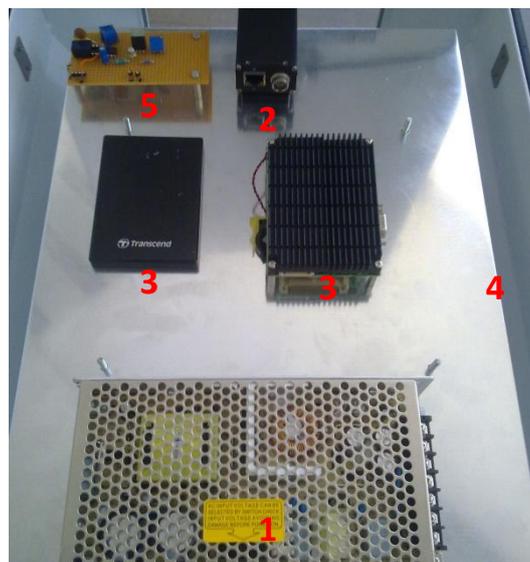


Figura 3. 12 Componentes colocados en la placa de aluminio.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

En la Figura 3.12 y Figura 3.13 se puede observar la colocación final de los componentes, junto con su correspondiente numeración.

La figura 3.13 corresponde a la parte delantera de la envolvente, puede verse en vista panorámica en la Figura 1.3



Figura 3. 13 Colocación Infrarrojos

## 3.2 Implementación electrónica.

En este segundo apartado, se va a explicar el funcionamiento del circuito de sincronización infrarroja y ahorro de consumo de potencia.

En la figura 3.14, podemos observar el circuito completo, con todos sus componentes y características:

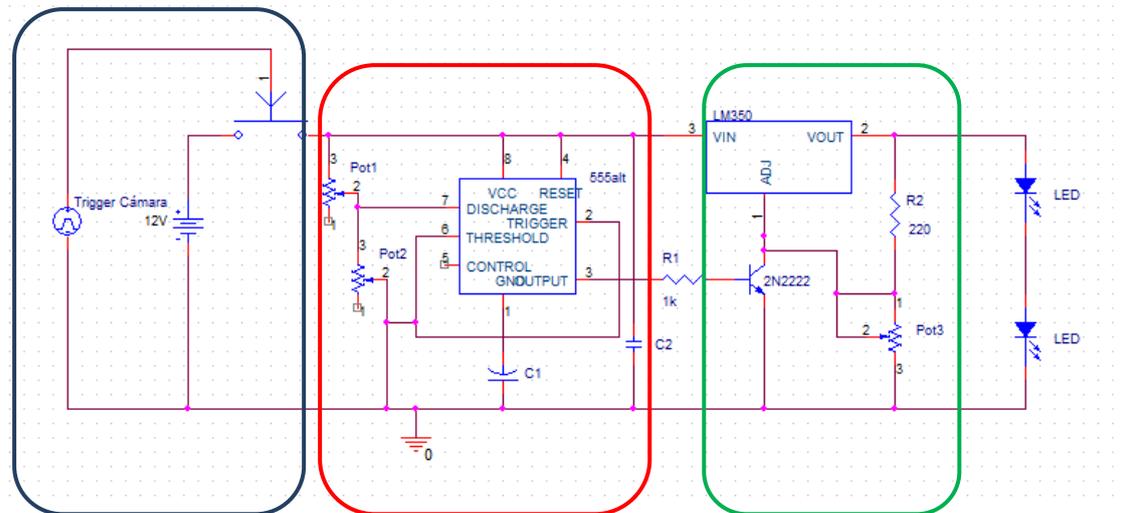


Figura 3. 14 Circuito sincronización infrarrojos

### 3.2.1 Introducción:

Trabajando en este proyecto, surgieron 2 problemas:

En primer lugar, el autor se percató de que la iluminación infrarroja estaba consumiendo demasiada potencia: la principal causa de este problema es debida al tiempo que estaban encendidos los Leds, ya que demandan mucha corriente para un buen funcionamiento. La solución fue lanzar la emisión de luz infrarroja, solo en el momento en el que la cámara se encuentra en estado de grabación. Por lo que mediante un osciloscopio se comprobó el ciclo de trabajo de esta.

En segundo lugar, el segundo problema, era el tiempo de funcionamiento de los leds de forma pulsada, es decir, con flancos de subida y bajada. Esto venía en las hojas de características de los leds, como se puede ver en el anexo. Cuando estos queremos q estén encendidos a máxima potencia debe ser forma pulsada, porque si funcionan en continua a máxima potencia durante todo el ciclo de grabación, los leds se fundían, por lo que dejaban de funcionar.

Según las hojas de características la iluminación solo podía funcionar de manera pulsada con un ancho de pulso de 2ms, por lo que el autor tuvo que crear un circuito que también fuera capaz de generar estos pulsos más pequeños dentro del pulso de grabación de la cámara.

En definitiva la solución a este problema fue diseñar un circuito electrónico, capaz de lanzar pulsos de iluminación infrarroja, con un ancho de pulso variable, dentro del pulso de grabación de la cámara (Figura 3.14), la disposición de los bloques es la siguiente:

- Azul: sistema de alimentación del circuito, el cual funciona a 12V cuando le llega la señal de strobo.
- Rojo: Variador de ancho de pulso de los leds infrarrojos
- Regulador de tensión, este hace que el circuito pueda funcionar con corrientes de hasta 3 A, necesario para la correcta utilización de los leds.

El funcionamiento mas concreto del circuito se explica en el siguiente punto.

### 3.2.2 Funcionamiento del equipo

Como podemos observar en la figura 2.1 el circuito está alimentado por una fuente de alimentación de 12 V continua, como el resto de componentes del equipo. La corriente suministrada por esta, se encuentra conectada a un relé, que es el que dejará pasar la alimentación al circuito. Este relé cambia de estado de manera controlada por los pulsos entregados por la cámara, por lo cual, cuando la cámara se encuentre sin funcionar el circuito no estará alimentado, por lo que los leds no estarán luciendo.

Esta señal, denominada señal strobo, es originada por la cámara al comenzar a grabar una secuencia y se puede ver varios ejemplos en las figuras 3.15 a 3-18:

La cámara usada en este sistema tiene una velocidad de grabación de 32 fps, esto quiere decir que graba 32 imágenes por segundo. Por lo que el periodo de la señal de grabación será de

$$T = \frac{1}{fps}$$

Por otro lado la cámara tiene un valor ajustable llamado *exposure time*, tiempo de exposición, el cual es la velocidad con la que queremos que la cámara abra y cierra el *shutter* (Iris), ello conlleva que la cámara capte más o menos luz. Cuanto mayor sea este valor mayor cantidad de luz captará del exterior y menor de forma contraria. A la hora de elegir este valor también hay que pensar en que si se escoge un valor muy alto, la imagen saldrá saturada y no veremos bien la secuencia. Este valor modifica los fps a los que graba la cámara por lo que también variará el ancho de pulso con el que vamos a trabajar.

A continuación se pueden ver algunas imágenes de la señal estrobo con diferentes valores de exposure time:

#### Exposure time 5000 us:

En al Figura 3.15 podemos observar la señal strobo de la cámara funcionando a un exposure time de 5000us, este es un valor demasiado bajo, entraría muy poca luz al sensor, por lo que se vería algo oscura la imagen y por ello que el pulso de grabación sea pequeño.

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

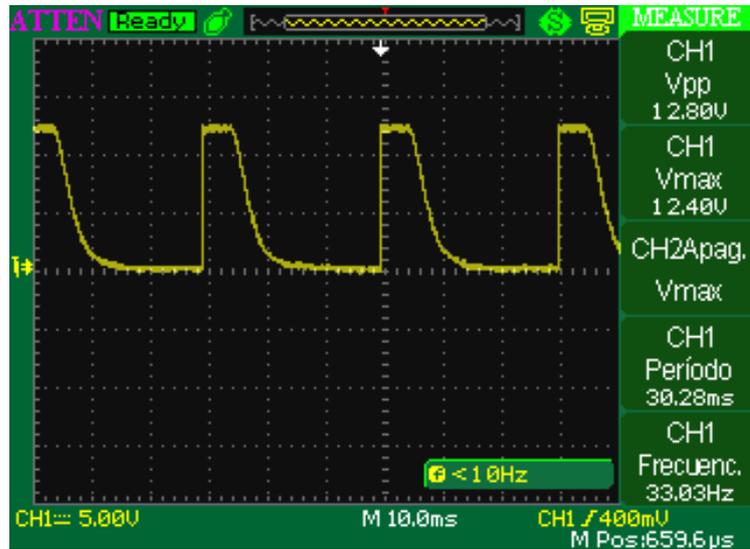


Figura 3. 15 Señal cámara, exposure time 5000us

### Exposure time 9000us:

El valor de exposure time de 9000us es el adecuado para unas condiciones de día soleado, ya que deja entrar la luz al sensor exacta, para que la imagen se vea con la claridad perfecta. Los pulsos como se puede ver en la Figura 3.16 son algo mas anchos que en la Figura 3.16.

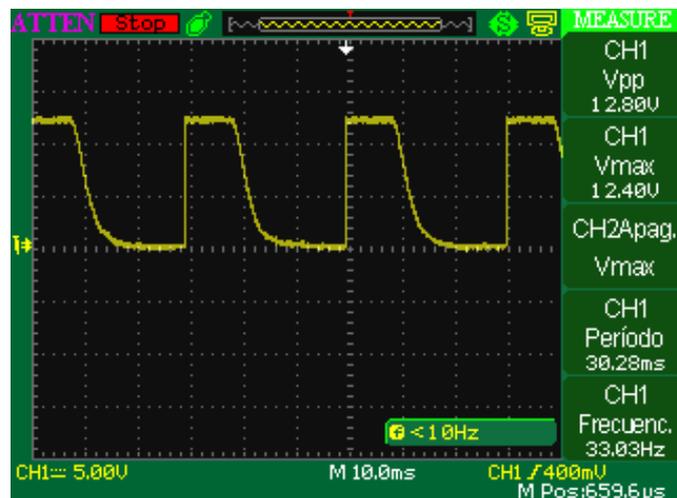


Figura 3. 16 Señal cámara, exposure time 9000us

### Exposure time 15000 us:

Un valor de exposure time de 15000us es un valor que viene bien utilizarlo para días en los que el cielo esta nublado, porque la cámara dejará pasar mas luz al sensor y las imágenes este se verán como si hiciera un día soleado. El ancho de pulso puede verse en la Figura 3.17

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

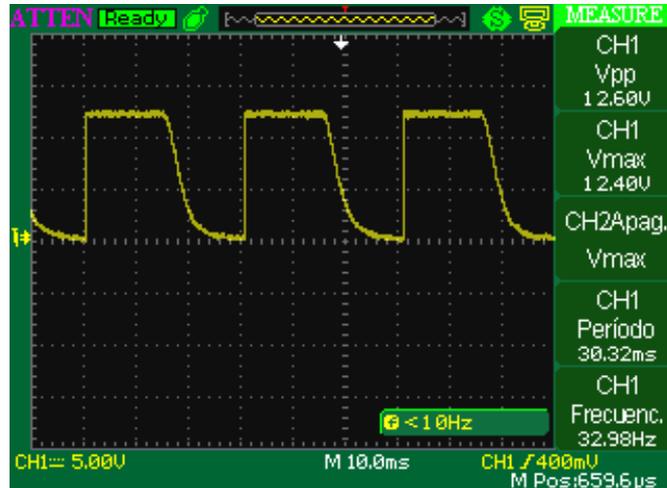


Figura 3. 17 Señal cámara, exposure time 15000us

### Exposure time 20000 us:

Este es un valor de exposure time, que viene bien utilizarlo para interiores en los que no hay iluminación natural ya que la cámara no coge igual la luz natural que la artificial. Puede verse el ancho de pulso en la Figura 3.18.

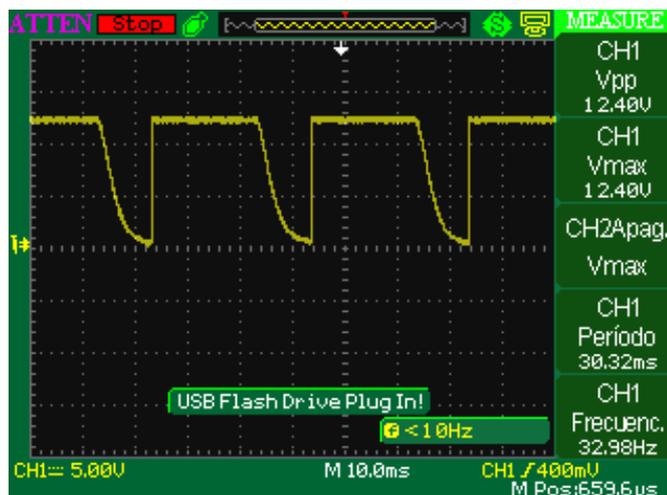


Figura 3. 18 Señal cámara, exposure time 20000us

Como podemos ver en las figuras anteriores, cuando variamos este valor, varía el ancho de pulso de la señal; y por lo tanto más o menos tiempo estarán luciendo los leds de forma pulsada.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

La demanda de corriente de los infrarrojos a pleno rendimiento de forma pulsada (esto es en sincronización con la cámara), es de 2 A. Según las especificaciones de estos el ancho de pulso de la señal entregada a los infrarrojos no deberá superar los 2 ms para no acabar fundidos, por lo que mediante un temporizador 555 conectado como oscilador astable, conseguiremos obtener una señal del ancho de pulso necesitado.

Este tipo de funcionamiento se caracteriza por una salida con forma de onda cuadrada (o rectangular) continua de ancho predefinido por el diseñador del circuito. El esquema de conexión es el que se muestra. En la Figura 3.19. La señal de salida tiene un nivel alto durante un tiempo  $t_1$  y un nivel bajo durante un tiempo  $t_2$ . La duración de estos tiempos depende de los valores de  $R_1$ ,  $R_2$  y  $C$ , según las fórmulas siguientes:

$$t_1 = \ln(2) \cdot (R_1 + R_2) \cdot C \quad [\text{s}]$$

$$t_2 = \ln(2) \cdot R_2 \cdot C \quad [\text{s}]$$

La frecuencia con que la señal de salida oscila está dada por la fórmula:

$$f \approx \frac{1}{0,693 \cdot C \cdot (R_1 + 2 \cdot R_2)}$$

El período es simplemente:

$$T = \frac{1}{f}$$

Con el potenciómetro 1 conseguimos variar el tiempo de la parte alta de pulso, modulando el ciclo de trabajo, y con el potenciómetro 2 variamos el pulso entero, tanto la parte alta como la baja, modulando el periodo.

En las figuras 3.19, 3.20, 3.21 podemos visualizar el funcionamiento del oscilador 555:

La señal amarilla corresponde al pulso strobo de la cámara, el cual se ha convertido en la alimentación del circuito por medio del relé.

La señal azul celeste, es los pulsos creados mediante el temporizador 555, os cuales son variados mediante los potenciómetros como ha sido explicado en este mismo punto.

En la Figura 3.19 puede observarse el sistema bajo una base de tiempos de 10ms/div

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

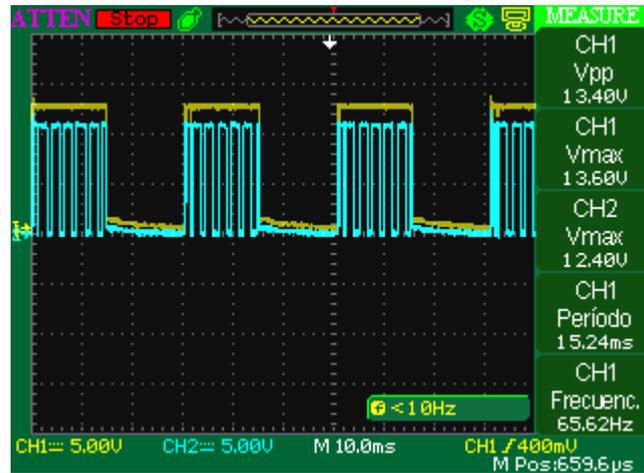


Figura 3. 19 Circuito en funcionamiento 10ms/div

En la Figura 3.19 puede observarse el sistema bajo una base de tiempos de 5 ms/div

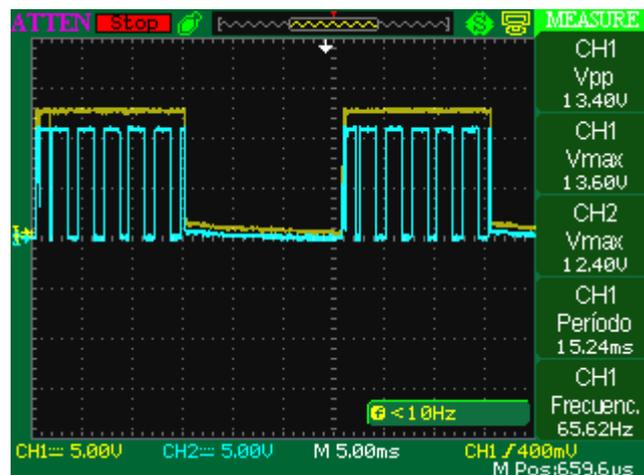


Figura 3. 20 Circuito en funcionamiento 5ms/div

En la Figura 3.21 puede observarse el sistema bajo una base de tiempos de 2.5 ms/div

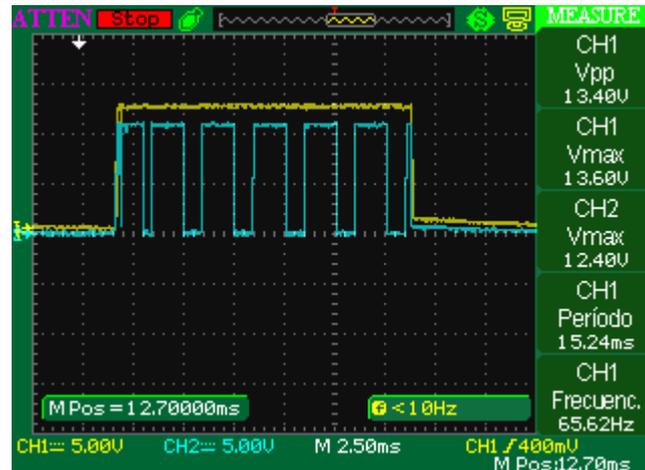


Figura 3. 21 Circuito en funcionamiento 2,5ms/div

A la salida del oscilador conectamos un transistor que hará de filtro en la señal y como el 555 está oscilando, hará entrar en corte y saturación al transistor. Este a su vez está conectado a un regulador variable de voltaje, el cual tiene la capacidad de entregar hasta un máximo de 3 A, lo que sería suficiente para que luzcan los infrarrojos a máxima potencia.

Por ultimo con el potenciómetro 3, regularemos la potencia luminosa de emisión de los leds, pues regulamos la corriente que pasa por ellos.

En definitiva el circuito creará una serie de pulsos de 12 V de amplitud, con un ancho de pulso de 2 ms y con un periodo de funcionamiento determinado por la cámara, dependiendo de la frecuencia de emisión de luz que necesitemos.

### 3.2.3 Componentes del circuito

- RELE: TQ2-5V
- RESISTENCIAS: 1 de 1k, 1 de 220
- POTENCIÓMETROS: 2 de 100k 1 de 10k
- Condensadores: 1 electrolítico de 1uF, 1 de 0,1uF
- TEMPORIZADOR: NE555
- REGULADOR DE VOLTAGE: LM350
- TRANSISTOR: 2N2222

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

#### 3.2.4 Conexiones del circuito

En la figura 3.22 se puede observar el circuito implementado en una placa de puntos, se pueden ver todas las salidas y entradas del circuito, esta se encuentra anclada a la chapa de aluminio mediante 3 separadores metálicos atornillados con tuercas blocantes.

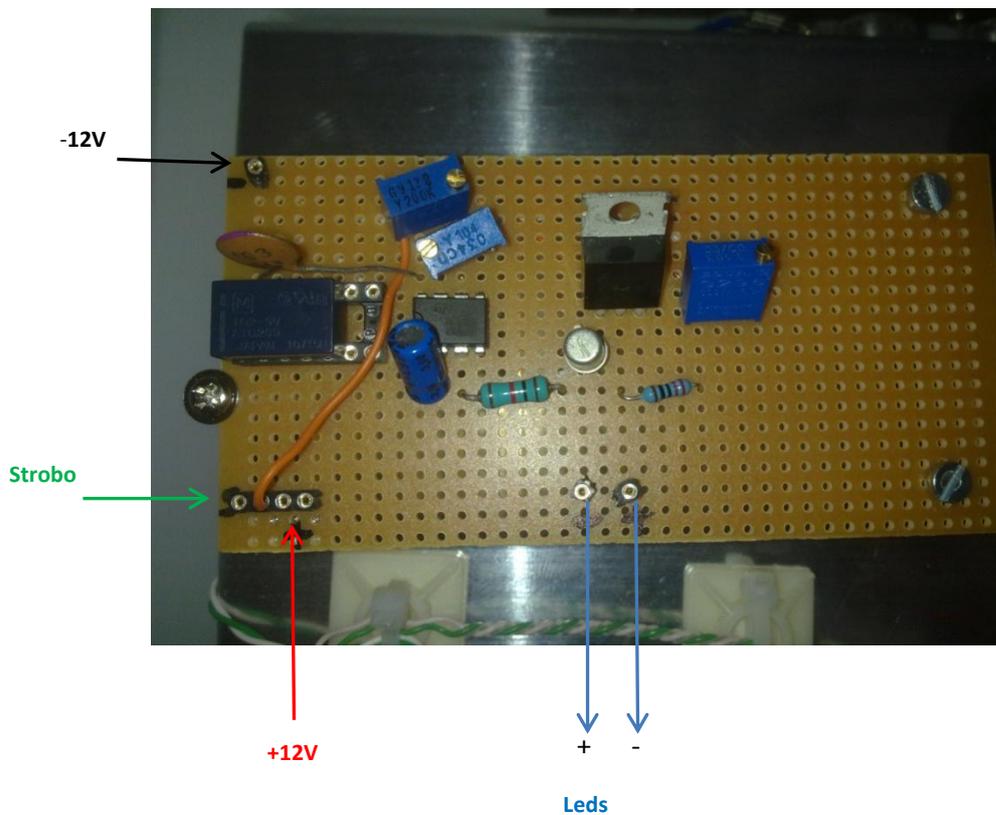


Figura 3. 22 Circuito de sincronización implementado en placa de puntos

## 3.3 Fabricación

Para el correcto funcionamiento del equipo se han tenido que realizar labores de fabricación, esto es fabricar 3 conectores de red RJ45[7] a medida, ya que en el mercado no hay cables de este tipo menores de 1m de longitud. Por otro lado también se ha tenido que fabricar un conector *hirose*, este es el que alimenta a la cámara y saca la señal estrobo de ella.

A continuación está explicado el proceso de fabricación de ambos procesos:

### 3.3.1 Conector de red RJ45[7]

Por estos cables circulará las tramas de datos e imágenes provenientes de la cámara hacia la MIO-2260[3] y hacia un PC exterior.

Se han tenido que realizar 3 cables a medida:

- 1 de 15 cm para conectar el EKI 2725 y la MIO 2260[3]
- 1 de 20 cm para conectar el EKI 2725 con la cámara
- 1 de 2 m para conectar un PC exterior al equipo.

A continuación se explica paso a paso el proceso a seguir para la fabricación de estos cables:

El proceso es muy sencillo, pero delicado. Lo primero es medir bien la longitud del cable y cortarlo a la medida deseada, ver Figura 3.23.



Figura 3. 23 Cable RJ45[7]

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

Mediante un pelacables se retiran entre 1.5 y 2 centímetros del recubrimiento del cable en los extremos. La parte interior del PVC está formada por un manojo de cables de colores, más finos trenzados entre sí por pares. Es por esto que a este tipo de cable se le conoce también como de par trenzado, ver Figura 3.24.



Figura 3. 24 Cable RJ45[7] pelado

El siguiente paso es destrenzar los cables pequeños y realizar un corte limpio de modo que todos queden bien emparejados y ninguno sobresalga ni mida más que el resto, ver Figura 3.25.



Figura 3. 25 Cable RJ45[7] recortado

Introducimos con cuidado todos los cables en el conector RJ-45, de izquierda a derecha, según el orden de color siguiente, ver Tabla 3.4:

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

Pin N°	Extremo 1	Extremo 2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Tabla3. 4 Colocación cables RJ45[7]

Es extremadamente importante que el orden sea este y no otro. Si nos equivocamos, el cable no servirá.

Finalmente metemos el cabezal con los cables dentro de las tenazas grimpadoras y apretamos fuerte. Las chapas metálicas del cabezal deben perforar cada cable y así hacer contacto con el hilo conductor interior. Si hay algún cable que no llegue a hacer contacto de manera correcta con las chapitas metálicas, entonces el cable no funcionará, ver Figura 3.26.



Figura 3. 26 Cable RJ45[7] grimpado

Se procederá exactamente igual con el otro extremo del cable.

### 3.3.2 Conector Hirose

La cámara sca130-32gm, debe alimentarse mediante un conector hirose de 12 pines, de los cuales solo se necesitan los de alimentación, tanto positivo como negativo, como la salida strobo, para hacer funcionar el circuito electrónico.

A continuación se muestra el proceso de fabricación de dicho conector:

En primer lugar puede observarse como es el conector de la cámara, situado en la parte posterior de esta a la derecha del puerto de red de datos, puede verse en la figura 3.27.

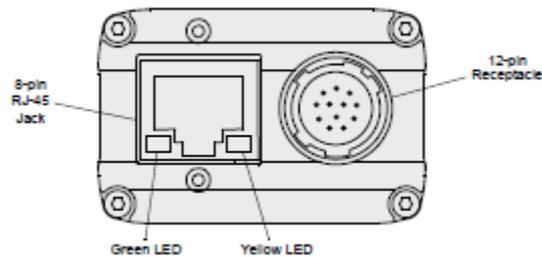


Figura 3. 27 Vista posterior cámara 1

En la figura 3.28 puede verse el pin out de la salida de la cámara.

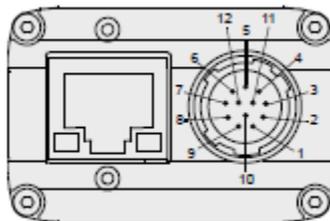


Figura 3. 28 Vista posterior cámara 2

En la Tabla 3.5 puede verse la correspondencia de los pines, que un poco mas abajo se explica cual es cada uno y su uso.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

Pin	Designation
1	Camera Power Gnd **
2	Camera Power Gnd **
3	I/O Input 1
4	I/O Input 2
5	I/O Input Gnd
6	I/O Output 1
7	I/O Output 2
8	Camera Power VCC **
9	Camera Power VCC **
10	I/O Output VCC
11	I/O Output 3
12	I/O Output 4

Tabla3. 5 Pin-out Cámara sca1300-32gm

Para comenzar con la fabricación se cogerá el conector y se desmontará, sacando el cabezal de los pines del interior del recubrimiento metálico, como puede verse en la figura 3.29 y 3.30



Figura 3. 29 Conector Hirose



Figura 3. 30Cabezal conector hirose

El segundo paso es soldar los cables de alimentación y de strobó, para ello tenemos que ver el pinout del conector, este se muestra en la figura 3.28 y tabla 3.5.

Los cables soldados son de 1mm y de tres colores:

- Rojo +12V, pines 8, 9 y 10
- Negro -12V, pines 1 y 2

- Amarillo strobo, pin 6

Una vez soldador se vuelve a ensamblar en conector completo, para su posterior uso.

## 3.5 Configuración de la cámara

Para una configuración óptima de la cámara, se ha utilizado el software de Matrox, Intellicam, con el cual se puede realizar diversas pruebas con la cámara debido a su formato industrial.

### 3.5.1 Intellicam

*Intellicam* es una de las herramientas de Visión artificial, la cual nos permitirá entre otras cosas:

- Acceder a los principales parámetros de configuración de la cámara, modificarlos y guardar la configuración establecida.
- Guardar y cargar imágenes en los múltiples formatos de imagen soportados (Mil, .tif, .jpeg, .bmp, .raw).
- Visualizar el video grabado por las cámaras.
- Por último es una herramienta de gran utilidad para ayudarnos a enfocar y corregir la apertura del iris de la cámara en los casos necesarios.

Accederemos a *Intellicam* desde MIL Control Center tal y como se muestra en la figura 3.47:

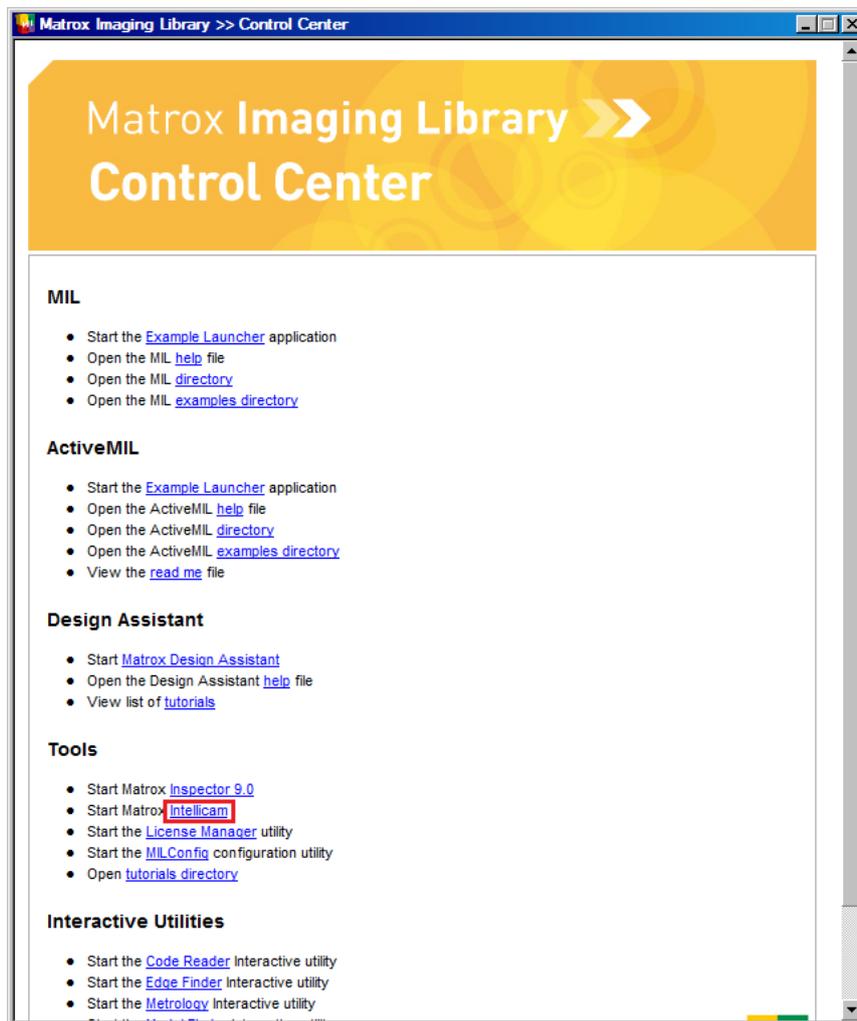


Figura 3. 31 Acceso a Intellicam.

Una vez abierto *Intellicam* el primer paso será seleccionar la tarjeta de adquisición o sistema con el que vamos a trabajar. Entenderemos por tarjeta de adquisición la tarjeta gráfica a la que van conectadas las cámaras del sistema. Puesto que el sistema permite trabajar con cámaras *GigE*, lo más habitual es que seleccionemos la tarjeta de red que lleva instalada en la MIO 2260[3] y que se muestran en la figura 3.48:

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

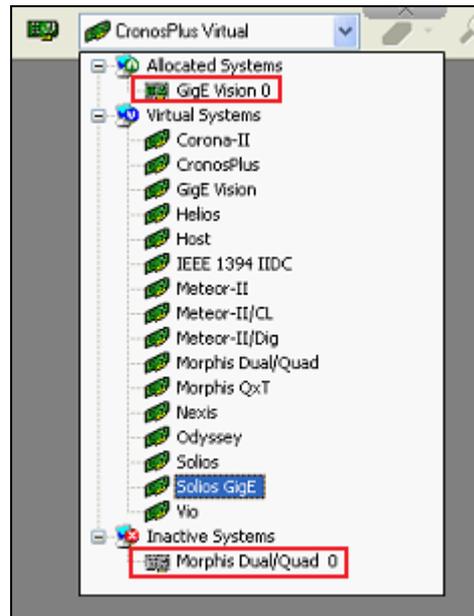


Figura 3. 32 Selección de tarjeta de red

Es posible que a continuación tengamos que hacer la reserva de memoria del sistema tal y como se muestra en la figura 3.49:

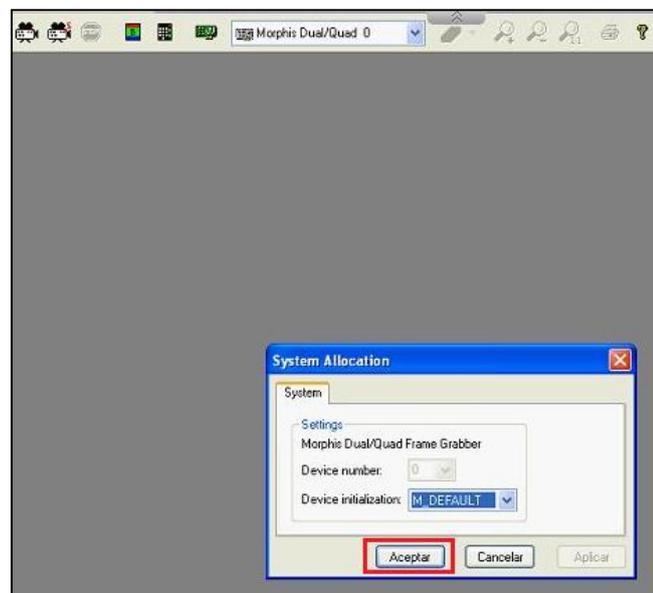


Figura 3. 33 Reserva de memoria del sistema.

Si el sistema está correctamente instalado en el equipo y tras pulsar el botón “Aceptar” (ver figura 3.49) podremos hacer la reserva de memoria necesaria para empezar a trabajar con las cámaras conectadas al equipo.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Seleccionaremos a continuación el fichero de configuración de la cámara o DCF (*Digitizer Configuration Format*). Los ficheros DCF son documentos en forma de ficheros creados por *Intellicam*. Contienen los valores de los registros precisos para configurar la tarjeta digitalizadora utilizada. Se usan por el software de Matrox para inicializar la tarjeta, de forma que acepte las señales particulares de video de una cámara específica.

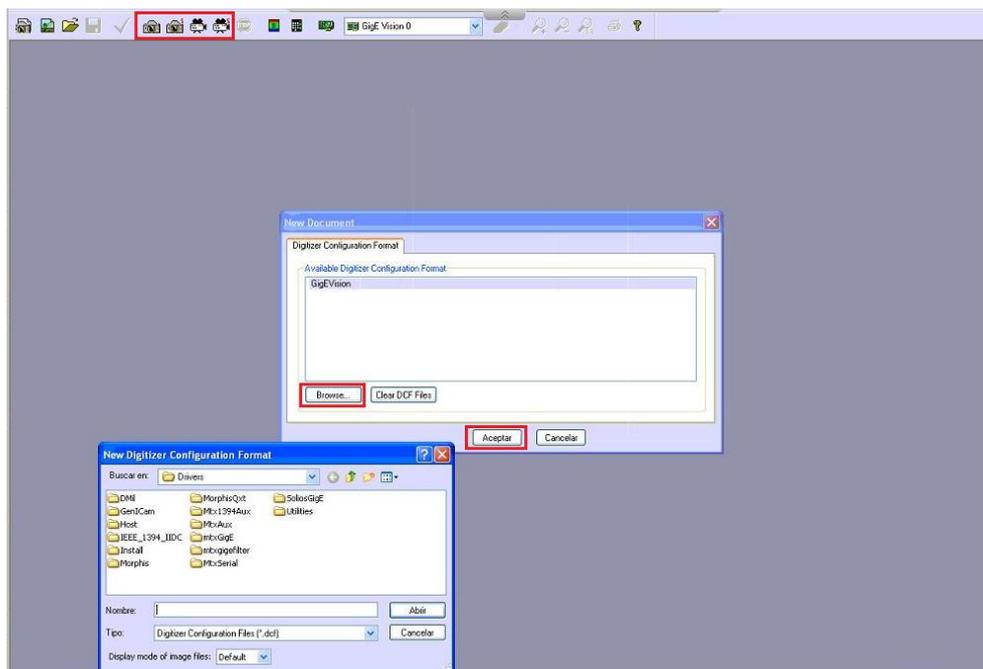


Figura 3. 34 Selección de fichero .dcf.

Tal y como se muestra en la figura 3.50 es posible a través de los iconos de grabación de la parte superior izquierda de *Intellicam* seleccionar el fichero .dcf y automáticamente iniciar el proceso de grabación. Existen dos tipos de grabación permitida con *Intellicam*:

-  Captura única: Mediante la cual se adquiere un único *frame* de video. Sería el equivalente a tomar un único fotograma de la adquisición llevada a cabo por la cámara.
-  Captura continua: Grabación de video.

Por otra parte es posible crear ficheros .dcf nuevos o acceder a otros guardados previamente en el equipo, así como a imágenes almacenadas en el mismo, entre otros, a través de los siguientes controles de la IU de *Intellicam*:

-  Crear Nuevo fichero DCF.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

-  Cargar fichero de imagen o .dcf ya existente.

Una vez tenemos cargado el fichero .dcf podemos iniciar la grabación desde la cámara así como modificar la configuración de la misma (ver figura 3.51).

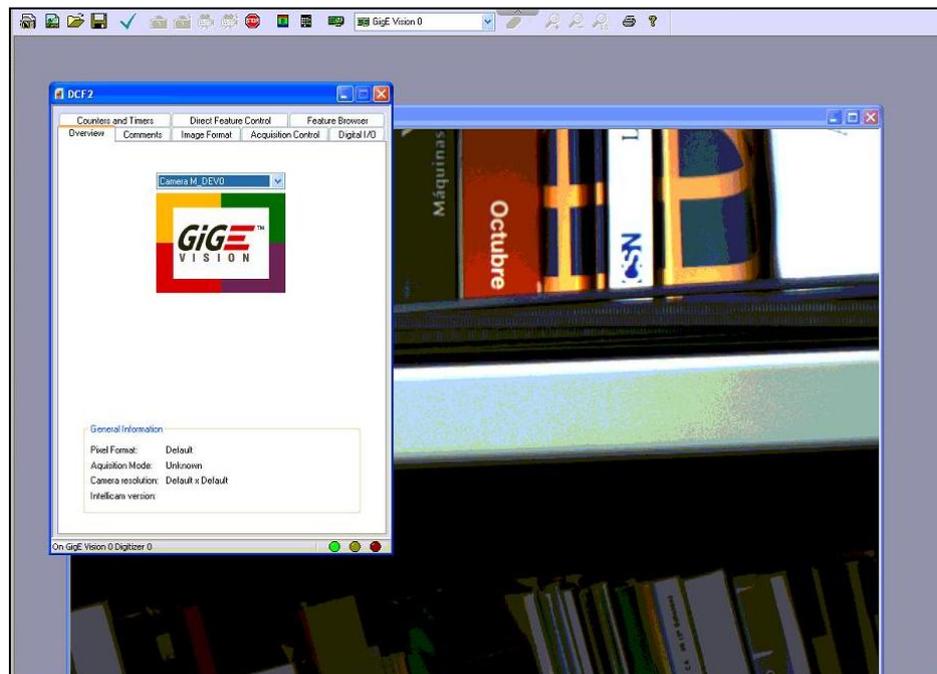


Figura 3. 35 Grabación desde Intellicam.

Los parámetros de configuración de la cámara a los que se puede acceder desde el fichero .dcf son muchos y muy variados. Por otra parte estos parámetros son distintos dependiendo del modelo de cámara y del fabricante. A estos se accede desde la pestaña *Feature Browser* del propio fichero de configuración figura 3.52:

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

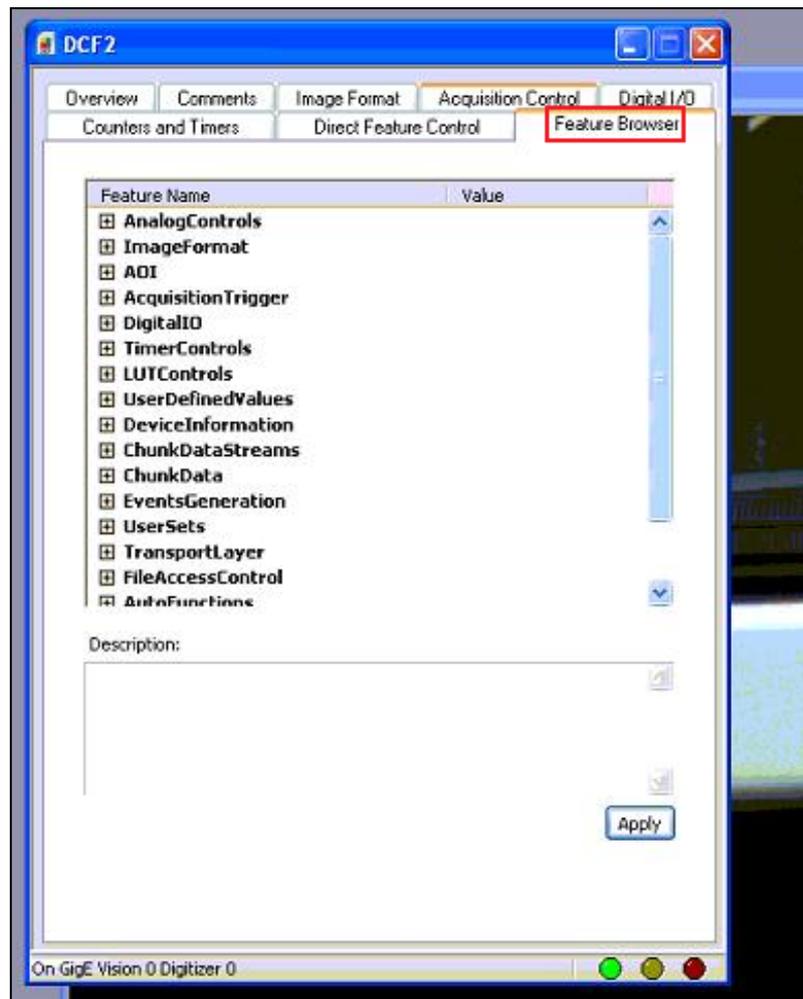


Figura 3. 36 Acceso a los parámetros de configuración de la cámara desde *Intellicam*.

Se procede a continuación a comentar los principales parámetros, comunes en la mayoría de cámaras:

- *Feature Browser*>>*AnalogControls*(bajo este parámetro se configurar la ganancia de sensor de la cámara ):
  - *Gain Auto*: Modo de trabajo de la ganancia (este parámetro va estrechamente ligado con el exposure time, hace que el sensor de la cámara crea que hay mas o menos luminosidad ) :
    - *Off*: La ganancia de la cámara recibe un valor fijo, , este es el valor que se dejará por defecto, dependiendo de lo que necesitemos

- *Auto*: La cámara ajusta automáticamente el valor de la ganancia en función de las condiciones de iluminación.
  - *Gain Raw*: Valor asignado al parámetro ganancia cuando fijamos *Gain Auto* a *Off*.
- *Feature Browser*>>*AcquisitionTrigger*( se configura las salidas o entradas digitales de la cámara):
  - *Exposure Auto*: Modo de trabajo del tiempo de exposición ( velocidad con la que se cierra y abre el obturador), dejando pasar mas o menos luminosidad:
    - *Off*: Asignaremos al tiempo de exposición un valor fijo y estático.
    - *Continuous*: El tiempo de exposición se ajustará automáticamente entre unos valores máximos y mínimos fijados por el usuario en función de las condiciones de iluminación.
    - *Exposure Time (Raw)*: Valor asignado al tiempo de exposición de la cámara en caso de trabajar en modo *Off* (parámetro *ExposureAuto=Off*).
    - *Acquisition Frame Rate*: Frame rate o número de imágenes por segundo adquiridas por la cámara.
- *Feature Browser*>>*AutoFunctions*: Nos permitirá fijar los valores de la intensidad media de la imagen y los máximos y mínimos entre los que se pueden mover tanto la ganancia como el tiempo de exposición en el caso de haber fijado ambos parámetros como automáticos, tal como se vio en los puntos anteriores:
  - *Gain (Raw) Lower Limit*: Valor mínimo permitido para la ganancia.
  - *Gain (Raw) Upper Limit*: Valor máximo permitido para la ganancia.
  - *Exposure Time (Abs) Lower Limit*: Valor mínimo permitido para el tiempo de exposición.
  - *Exposure Time (Abs) Upper Limit*: Valor máximo permitido para el tiempo de exposición.
  - *Target Gray Value*: Intensidad media de la imagen sobre la cual la cámara intentará trabajar ajustando automáticamente el tiempo de exposición entre el mínimo y el máximo configurados.

## 3.6 Creación de contexto

El algoritmo OCR (del inglés Reconocimiento Óptico de Caracteres) es el responsable de “leer” los caracteres, de los que se componen las matrículas de los vehículos, de la imagen. Para que OCR pueda leer estas matrículas, se debe realizar un contexto de matrícula que se quiera leer.

Matrox ofrece una herramienta denominada *StringReader* que nos permitirá configurar este algoritmo de reconocimiento de caracteres. Podemos a continuación salvar la configuración así establecida en formato fichero para que luego sea utilizada por el sistema. Resulta importante configurar de manera óptima el algoritmo de lectura de matrículas pues esto va a determinar conseguir un rendimiento más eficiente en la captura de matrículas. *StringReader* permite entre otras cosas:

- Definir varias patrones o fuentes para cada carácter.
- Permite leer cadenas de caracteres con un ángulo de rotación que oscile entre  $-10^\circ$  y  $10^\circ$ .
- Permite leer cadenas de caracteres con una determinada variación de escala respecto a la fuente original.

Se exponen en este punto del anexo los principales parámetros de configuración a los que tenemos acceso a través de *StringReader*, así como algunos consejos para llevar a cabo una buena configuración del mismo.

En primer lugar podemos acceder a *StringReader* desde *MIL Control Center* ver Figura 3.31:

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

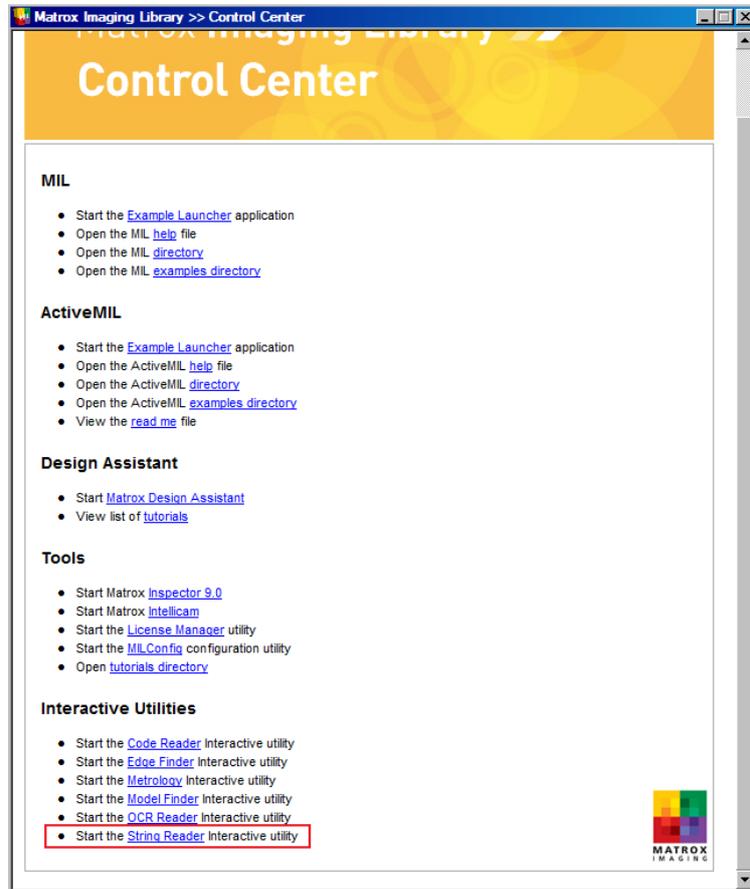
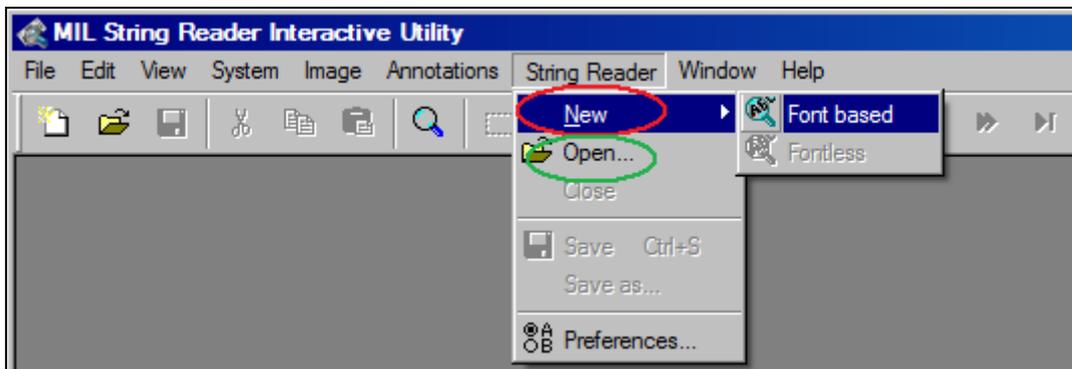


Figura 3. 37 Acceso a la IU de StringReader desde MIL Control Center.

A continuación desde la IU de *StringReader* podemos cargar un nuevo fichero de configuración o contexto de *StringReader.msr* (en color rojo en Figura 3.32) o bien trabajar con un contexto ya creado (opción en verde de la Figura 3.32). Los contextos con los que trabaja SICAM se localizan dentro del equipo en la carpeta C:\SICAMGC.



# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Figura 3. 38 Cargar un contexto de StringReader.

Resumiremos en segundo lugar los pasos para crear un contexto *StringReader* desde cero así como los principales parámetros de configuración a los que podemos acceder para optimizar la captura de matrículas.

En primer lugar debemos Cargar imagen con las fuentes que vamos a incluir en el contexto, ver Figura 3.33:

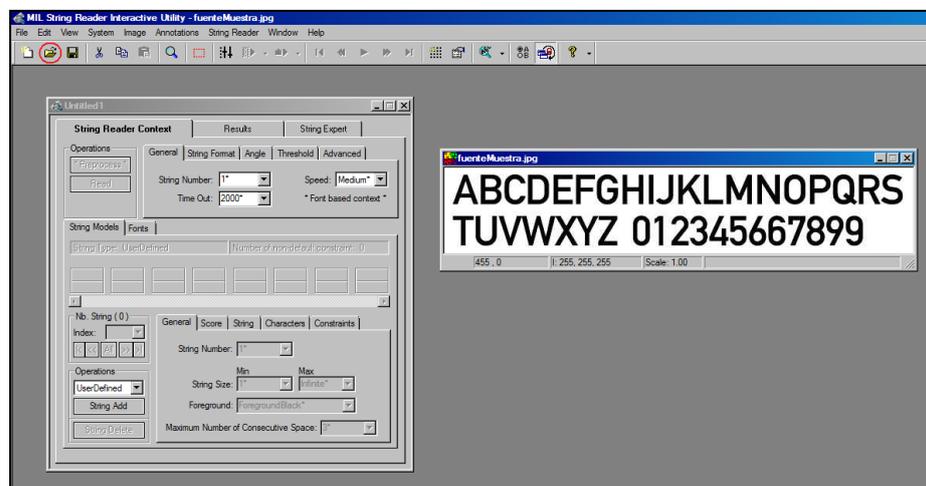


Figura 3. 39 Cargar imagen con la muestra de las fuentes añadir. Cargaremos la imagen desde el icono redondeado en color rojo de la figura.

Se añadirá a continuación una cadena de caracteres por medio del botón *String Add* situado en la pestaña *String Models* de la ventana del contexto tal y como se ilustra en la Figura 3.34:

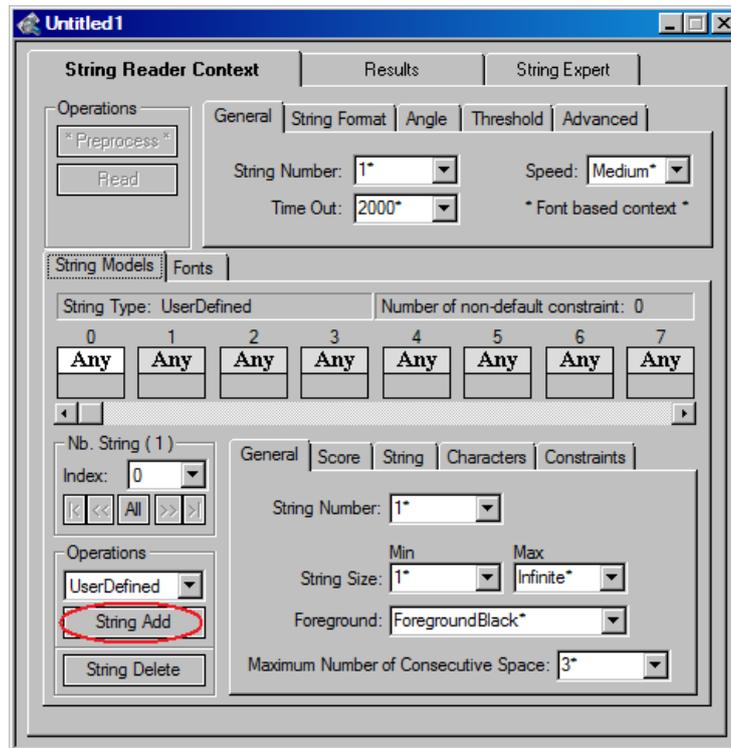


Figura 3. 40 Añadir una cadena de caracteres al contexto.

En este momento tenemos añadida un tipo de cadena de caracteres que el sistema será capaz de encontrar en la imagen. Es posible añadir tantas cadenas de caracteres, cada una de ellas con sus restricciones particulares, como deseemos al algoritmo, aunque conviene destacar que este será tanto más eficiente y más fiable cuanto mejor estén definidas las mismas y siempre y cuando no tengamos un número excesivamente elevado de cadenas o *strings*. Veremos más adelante como configurar y fijar restricciones a cada una de las cadenas así añadidas.

Para añadir las fuentes que contemplará el algoritmo accederemos a la pestaña *Fonts*, botón *Font Add*, tal y como se muestra en la figura 3.35. Es conveniente tener claro el tipo de fuentes que van a manejarse en la aplicación para evitar sobrecargar al algoritmo con fuentes innecesarias que lo ralenticen o induzcan a fallos.

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

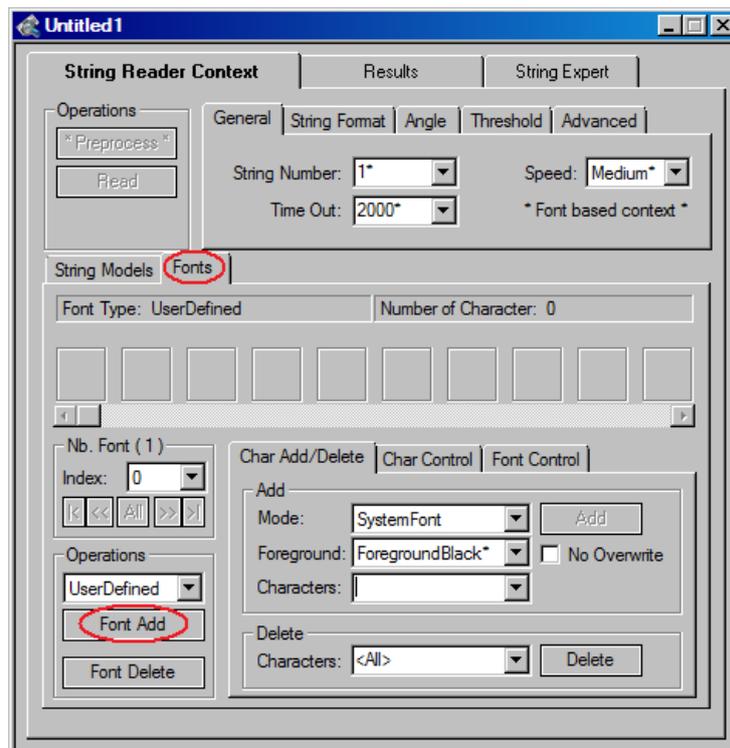


Figura 3. 41 Añadir una fuente al contexto.

Es posible añadir una fuente de las ya existentes en el Sistema Operativo (en adelante SO) seleccionando desde la pestaña *Char Add/Delete*>>*Mode*>>*SystemFont* y en el apartado *Characters* de esta misma pestaña los caracteres que deseamos añadir de la fuente tal y como se muestra en la figura 3.36:

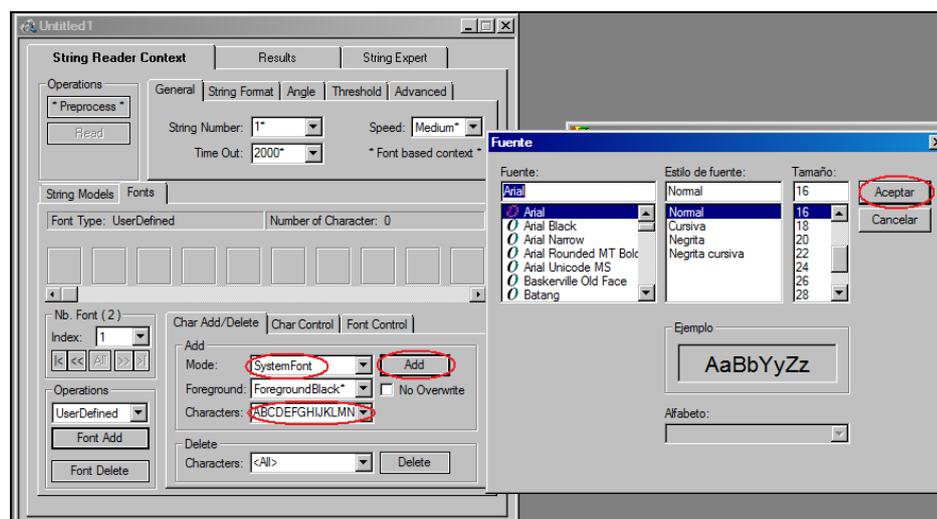


Figura 3. 42 Añadir una fuente de las definidas en el SO.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

De manera similar a como se vio en la figura 3.36, podemos añadir una fuente definida por nosotros mismos a partir de la imagen con las fuentes de muestra que cargamos al principio de la ejecución. Para ellos seleccionaremos la pestaña *Char Add/Delete* >> *Mode* >> *UserDefined*. Por medio de la opción *Foreground* de esta misma pestaña seleccionaremos el color de los caracteres de la fuente. Nótese en este punto que *StringReader* soporta únicamente caracteres negros sobre fondo blanco y viceversa. Añadiremos por último los caracteres a incluir desde la opción *Characters* de la pestaña de manera similar a como hicimos en el punto anterior, seleccionaremos sobre la imagen de muestra la región donde se localizan estos caracteres y pulsaremos el botón *Add* de esta misma pestaña para añadirlo a la fuente. Este procedimiento se ilustra en la figura 3.37:



Figura 3. 43 Añadir una fuente definida por el usuario.

Una vez hemos creado nuestras fuentes volveremos a la pestaña *String Models* de la figura 3.34 para configurar el tipo de cadenas de caracteres que vamos a buscar. Se describen a continuación los principales parámetros de las sub-pestañas que se encuentran dentro de la pestaña *String Models* (ver figura 3.38):

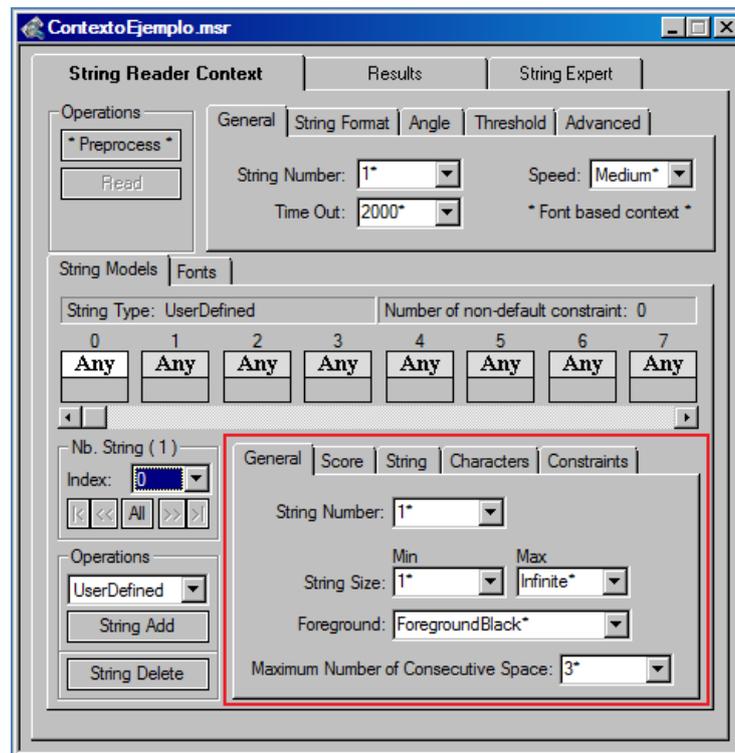


Figura 3. 44 Parámetros de configuración de StringReader.

- **General:**
  - **String Number:** Número máximo de cadenas de caracteres del mismo tipo al definido que el algoritmo puede encontrar en la imagen. Si deseásemos por ejemplo “leer” en la imagen una única matrícula podríamos fijar este valor a uno.
  - **String Size:** Tamaño mínimo y máximo en caracteres de la cadena a buscar en la imagen.
  - **Foreground:** Color de los caracteres a buscar en la imagen. El algoritmo solo permite caracteres negros o blancos.
  - **Maximum Number of Consecutive Space:** Máximo número de espacios que puede haber entre los caracteres de la cadena.
- **String:**
  - **Angle:** Valores máximo y mínimo de rotación permitidos para una cadena de caracteres en una imagen.
  - **Scale:** Valores máximo y mínimos del factor de escala para los que se permite la lectura de una cadena de caracteres. Regular estos parámetros permitirá que el algoritmo sea capaz de encontrar cadenas de caracteres de menor o mayor tamaño dentro de la imagen. Este parámetro representa el valor medio de la escala de los caracteres a buscar.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

- *Aps Ratio*: Medía de la relación de aspecto de todos los caracteres de la cadena a buscar.
- *Characters*:
  - *Char. Scale*: Valores máximos y mínimos del factor de escala permitidos para los caracteres individuales que forman la cadena.
  - *Char. Aspect Ratio*: Valores máximos y mínimos de la relación de aspecto permitidos para cada uno de los caracteres que forman la cadena a buscar.
  - *Max. Baseline Deviation*: “Desalineamiento” permitido para cada uno de los caracteres individuales. Se intenta ilustrar este parámetro en la figura 3.39:



Figura 3. 45 *Baseline desviation.*

- *Constraints*: Permite indicarle al algoritmo “qué” buscar, número o letra, y el valor de los mismos que debe tomar cada posición de nuestra cadena de caracteres. Por ejemplo en el caso de querer leer matrículas de turismos españoles matriculados con posterioridad al año 2000, podríamos configurar esta parte del fichero .msr indicándoles que en las posiciones 0, 1, 2 y 3 debe leer números y en las posiciones 4, 5 y 6 debe leer letras, añadiendo además que estas letras no deben ser vocales. Se intenta ilustrar esto en la figura 3.40:

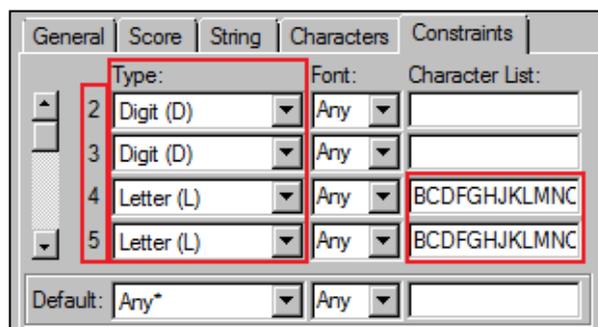


Figura 3. 46 Se enmarca en color rojo en primer lugar la posición de la cadena de caracteres, el tipo de valor a encontrar (número o letra), así como los valores permitidos para los mismo.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Se procede por último a describir los principales parámetros de propósito general que podemos configurar en el algoritmo (ver figura 3.41). El valor de estos parámetros afecta a las lecturas del conjunto de cadenas de caracteres que forman parte del mismo:

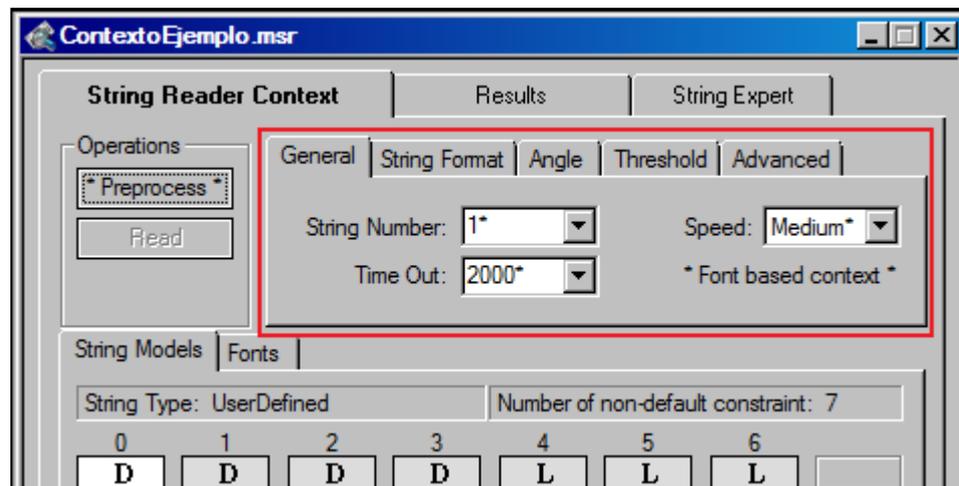


Figura 3. 47 Parámetros de propósito general del fichero de configuración .msr.

- *General:*
  - *String Number:* Número máximo de cadenas que pueden leerse en la imagen con dicho contexto.
  - *Time Out:* Tiempo máximo permitido para llevar a cabo una lectura. Este parámetro es uno de los más importantes a tener en cuenta cuando configuramos un contexto .msr. Pasado este tiempo el algoritmo deja de buscar cadenas de caracteres en la imagen. Este tiempo habrá que aumentarlo cuando observamos que el programa visualiza la imagen con una matrícula y no la registra. Suele pasar si se carga la aplicación en una CPU demasiado lenta.
  - *Speed:* Velocidad del algoritmo. Resulta importante destacar en este punto que aumentar la velocidad del algoritmo puede disminuir su robustez, dando lugar a que se produzcan errores en las lecturas. Hay que encontrar un compromiso, pues, entre los dos últimos parámetros.
- *String Format:*
  - *Space Char:* Código ASCII del caracteres empleado como espacio entre caracteres. Se emplea únicamente a la hora de representar los resultados obtenidos tras la lectura.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

- *String Separator*: Código ASCII del caracteres empleado como espacio entre cadenas caracteres. Se emplea únicamente a la hora de representar los resultados obtenidos tras la lectura.
- *Encoding*: Tipo de codificación empleada. Los valores permitidos son ASCII o Unicode.
- *Angle*:
  - *Char. Angle*: El algoritmo realizará búsqueda en de caracteres rotados un cierto ángulo. Por defecto desactivado. Nótese que el algoritmo de lectura de *StringReader* soporta únicamente ángulos de rotación de entre  $-10^\circ$  y  $10^\circ$  con respecto al eje abscisas imaginario de la imagen.
  - *String Angle*: El algoritmo es capaz de encontrar cadenas ligeramente rotadas, exactamente igual q en el punto anterior.
  - *Skew Angle*: El algoritmo será capaz de encontrar caracteres ligeramente torcidos. Por defecto desactivado. Esto se ilustra en la figura 3.42:

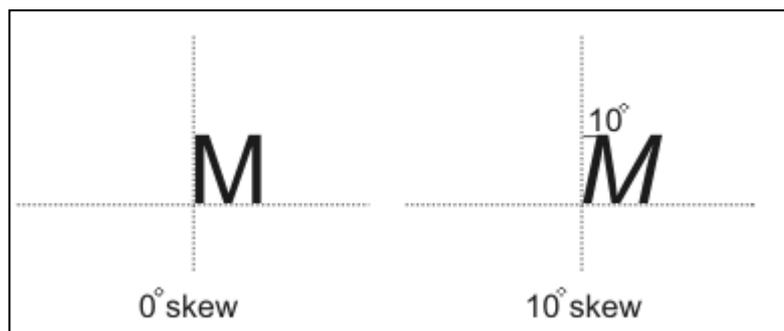


Figura 3. 48 *Skew Angle*.

- *Threshold*:
  - *Mode*: Técnica de umbralización empleada sobre la imagen, previa a la extracción de caracteres de la misma.
- *Advanced*:
  - *Min. Contrast*: Contraste mínimo que debe existir entre un carácter y el fondo para poder ser leído.
  - *Thicken Char*: El algoritmo internamente puede aplicar sobre la imagen binarizada en la que trabaja para leer los caracteres un proceso de aumento de grosor de los mismos para obtener una mayor fiabilidad en la lectura. Esto puede ser útil por ejemplo en caracteres formados por puntos. El valor de este parámetro determina el número de veces que se a llevar cabo

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

la operación de “engrosamiento” o *thickness* sobre la imagen. Un valor muy grande de este parámetro puede provocar que los caracteres a leer se solapen unos con otros y el algoritmo sea incapaz de leer nada.

- Finalmente y una vez hemos configurado el algoritmo podemos proceder a leer cadenas dentro de una imagen de acuerdo a la configuración establecida. Para ello en primer lugar es necesario “pre procesar” la imagen pulsando el botón *Preprocess*, pulsaremos a continuación el botón *Read* para llevar a cabo la lectura. Este proceso así como los resultados gráficos de la lectura se ilustran en la figura 3.43:



Figura 3. 49 Lectura de matrículas mediante StringReader.

Por último resulta importante destacar que **cuando mejor este configurado el algoritmo de lectura más rápidas y eficientes serán las lecturas llevadas a cabo por el mismo.**

De manera similar a como vimos anteriormente, para leer matrículas desde un fichero de imagen. También es posible llevar a cabo esta operación de lectura de matrículas sobre una grabación llevada a cabo desde *StringReader*. Para ello en primer lugar accederemos desde el menú principal de *StringReader* a la opción *System>>Settings* para seleccionar el sistema de trabajo y el fichero de configuración de la cámara .dcf a emplear tal y como se muestra en la figura 3.45:

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

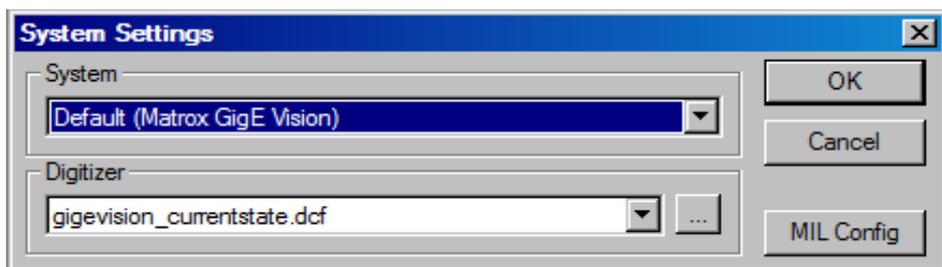
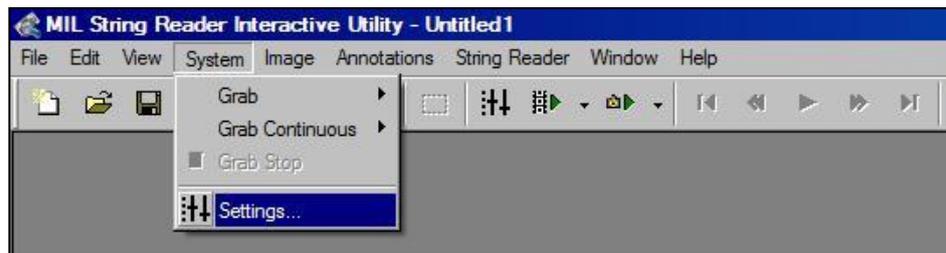


Figura 3.50 Acceso al menú *System*>>*Settings*.

Iniciaremos a continuación la grabación accediendo desde el menú *System*>>*Grab*, para grabación *monoshot*, o *System*>>*Grab Continuous* en el caso de grabación continua o bien a través de los botones de la barra de herramientas de *StringReader*, tal y como se muestra en la figura 3.46:

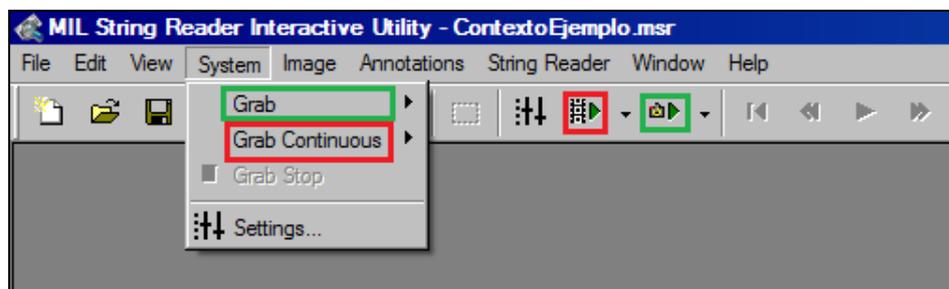


Figura 3.51 Opciones de inicio de grabación.

Por último podemos iniciar la lectura de matrículas sobre la grabación en curso por medio del botón *Read* del contexto de lectura de matrículas, tal y como se vio en la 3.42

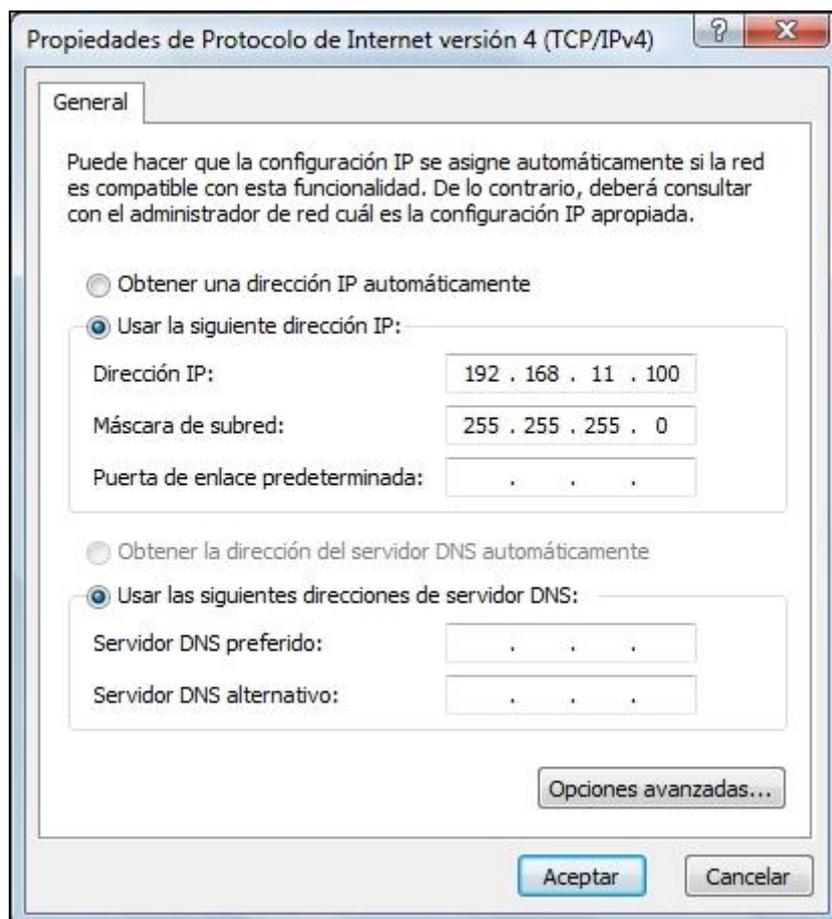
## 3.7 Conexión LAN con pc exterior

El procedimiento de acceso al sistema, en este primer prototipo, consiste en conectarse mediante un PC externo, con la utilización del cable de red que sale del equipo y usando la aplicación Team Viewer (la cual se explica en este punto), conectaremos remotamente al sistema. Este punto está previsto mejorarlo mediante la introducción de un modem, para la conexión remota 3G, como se explicará en el capítulo 4.

### 3.7.1 Procedimiento

#### 1.- Configurar la interface de red del portátil

Se ha de configurar la “Conexión de área local” del portátil con la dirección IP 192.168.11.100 y la máscara de subred 255.255.255.0., ver figura 3.47.



## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Figura 3. 52 Pantalla configuración de la red exterior

#### 2.- Conectar el portátil a la red de área local de la caja de control

- En este punto lo único que hace falta es conectar el cable RJ45[7] que sale del equipo al puerto LAN del portátil o PC

#### 3.- Conectar al PC mediante la aplicación Team Viewer

A tal efecto, se deberá lanzar la aplicación Team Viewer, ver Figura 3.54 en el portátil y conectar al PC utilizando como "ID de asociado" el valor 192.168.11.30:



Figura 3. 53 Interface TeamViewer

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Si todo va bien inmediatamente después será necesario introducir la contraseña no presencial, ver Figura 3.55



Figura 3. 54 Autenticación TeamViewer

Y finalmente al iniciar sesión aparecerá una ventana con el escritorio del PC similar a esta imagen, ver Figura 3.56:

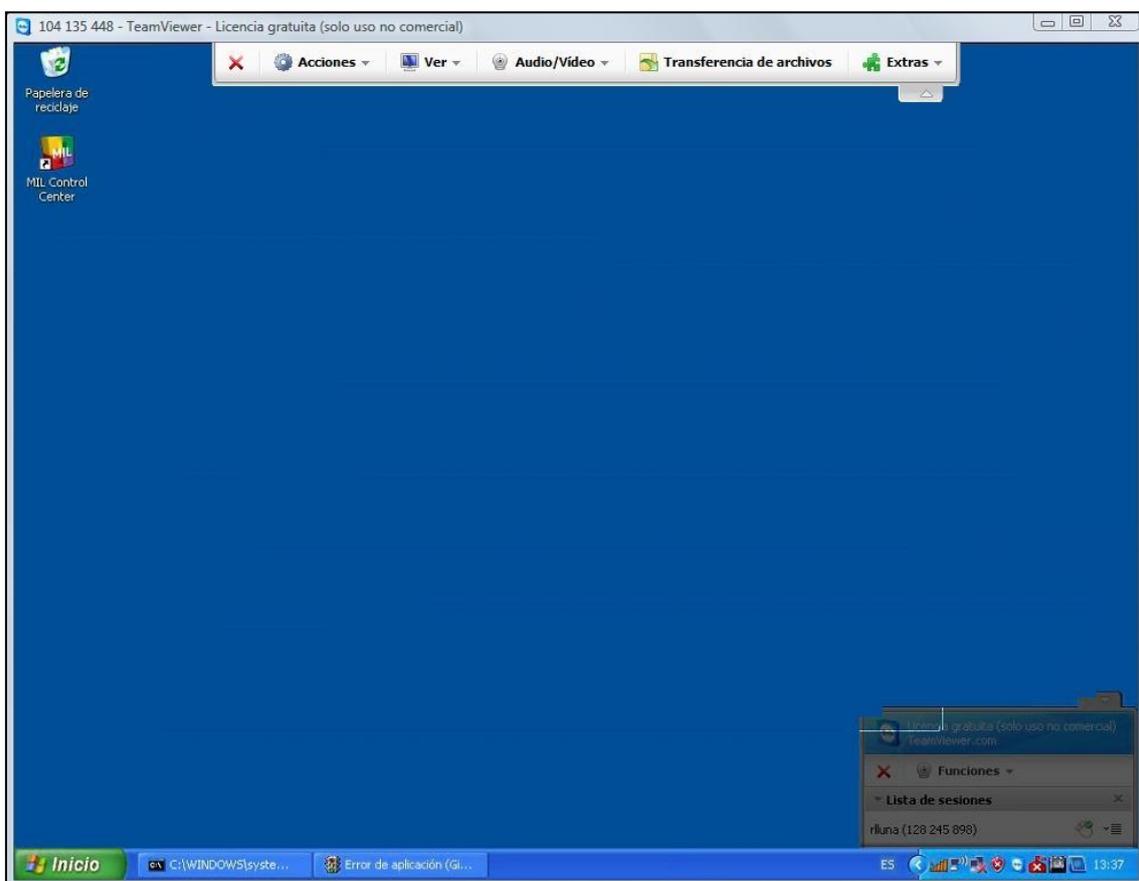


Figura 3. 55 Ejemplo de control Remoto con Team Viewer.

### 3.8 Consumo eléctrico del sistema.

Este punto está enfocado a desarrollar un estudio sobre el consumo de potencia del sistema a pleno rendimiento, con la finalidad de realizar un estudio para saber cuál es la fuente de alimentación que más se adecuaría a los componentes del sistema.

Se estudian los diferentes estados de trabajo del equipo, para saber la demanda de corriente en diferentes estados de funcionamiento del equipo.

Las medidas y capturas en pantalla se han realizado con un osciloscopio, con dos sondas de precisión, una de corriente y otra de tensión.

El sistema consume una tensión constante durante todo su funcionamiento de 11,82 V, a continuación vemos la corriente demandada por el sistema en los diferentes puntos de trabajo:

#### 3.8.1 Arranque del sistema

La Figura 3.57 pertenece al momento inicial de la puesta en marcha del equipo, exactamente al momento en el que bajamos el diferencial y el equipo arranca.

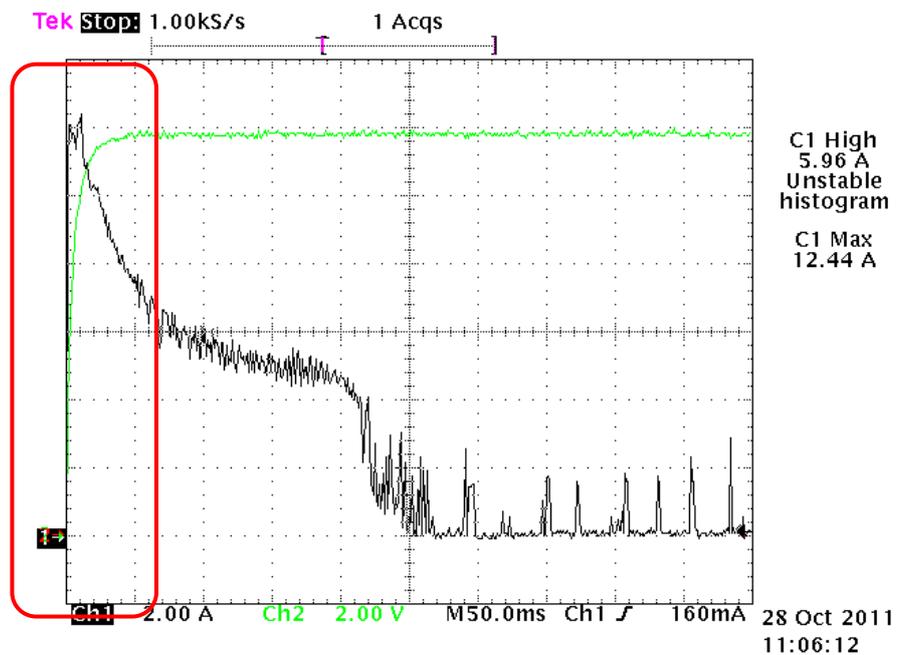


Figura 3.56 Arranque del sistema

# Lector de matrículas

## Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Como podemos observar en la figura 3.57, el equipo en su arranque demanda pico de corriente de 12,44 A.

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 12,44 \text{ A} = 147,04 \text{ W}$$

El equipo consumirá en el arranque 147W durante un tiempo aproximado de 20-25 ms.

### 3.8.2 Apagado del sistema

Esta segunda imagen pertenece al momento en el que se hace un reinicio del PC, pero la alimentación sigue entrando en el quipo, por lo que todos los componentes siguen estando alimentados.

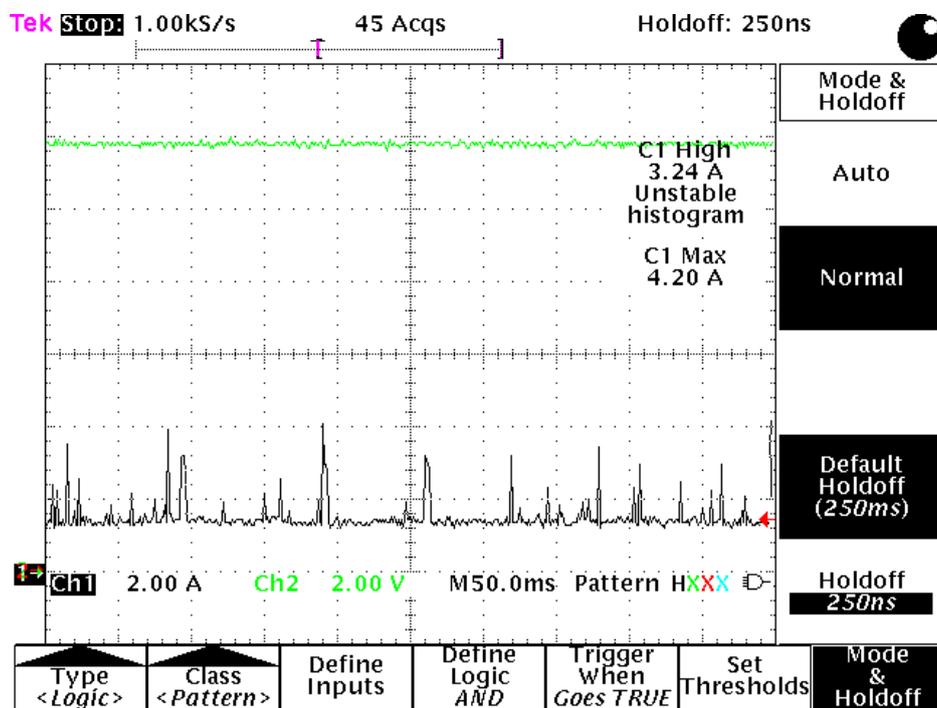


Figura 3. 57 Apagado del Sistema

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Como podemos observar en la Figura 3.58 el equipo demanda una corriente media de 3,24 A y unos picos de corriente máximos de 4,2 A.

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 3,24 \text{ A} = 38,29\text{W}$$

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 4,20 \text{ A} = 49,64\text{W}$$

El sistema de media tendrá un consumo de 38,29W y tendrá unos picos de 49,64W, durante el tiempo que el PC y todas sus aplicaciones estén apagadas, pero el equipo siga alimentado.

### 3.8.3 Sistema en funcionamiento sin leer matrículas.

En la Figura podemos apreciar el consumo del equipo en completo funcionamiento, esto es, con todos sus componentes funcionando, PC, switch, cámaras e infrarrojos.

Se puede observar los picos de consumo producidos por la frecuencia de parpadeo de los infrarrojos.

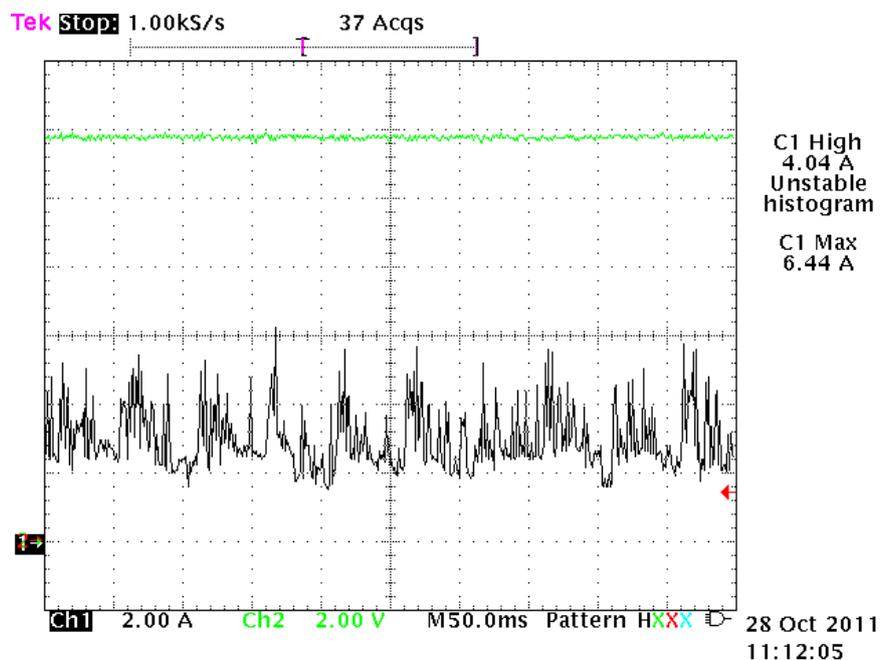


Figura 3. 58 Sistema funcionando sin leer matrículas.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Como podemos observar en la Figura 3.59 el equipo demanda una corriente media de 4.04 A y unos picos de corriente máximos de 6.44 A.

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 4,04 \text{ A} = 47,75\text{W}$$

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 6,44 \text{ A} = 76,12\text{W}$$

El sistema tendrá un consumo medio de 47,75W y tendrá unos picos de 76,12W, durante el funcionamiento completo de todos los componente, incluyendo las cámaras grabando y los infrarrojos encendidos.

#### 3.8.4 Sistema leyendo matrículas.

En la Figura 3.60 se puede observar el consumo del equipo en completo funcionamiento y realizando una lectura de matrículas, esta captura es muy similar a la anterior pero el equipo demanda un poco más de corriente debido a un mayor trabajo de procesamiento del PC.

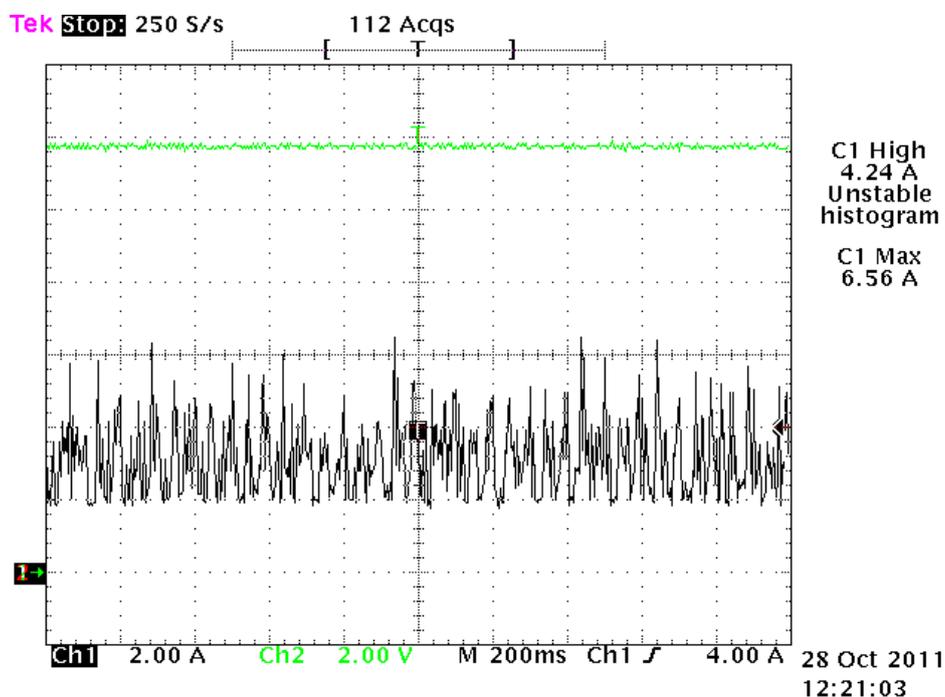


Figura 3. 59 Sistema leyendo matrículas.

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

Como podemos apreciar en la Figura 3.60 el equipo demanda una corriente media de 4.24 A y unos picos de corriente máximos de 6.56 A.

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 4,24 \text{ A} = 50,12\text{W}$$

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 6,56 \text{ A} = 77,54\text{W}$$

El sistema tendrá un consumo medio de 50,12W y tendrá unos picos de 77,54W, durante el funcionamiento completo de todos los componente y el equipo capturando matrículas.

### 3.8.5 Consumo de infrarrojos.

En última Figura 3.61 se puede observar el consumo de los infrarrojos en funcionamiento. Esta medida se tomó con todo el equipo funcionando esto es, con todas las aplicaciones abiertas y las cámaras grabando.

Podemos observar claramente los picos de corrientes demandados por los pulsos de los infrarrojos.

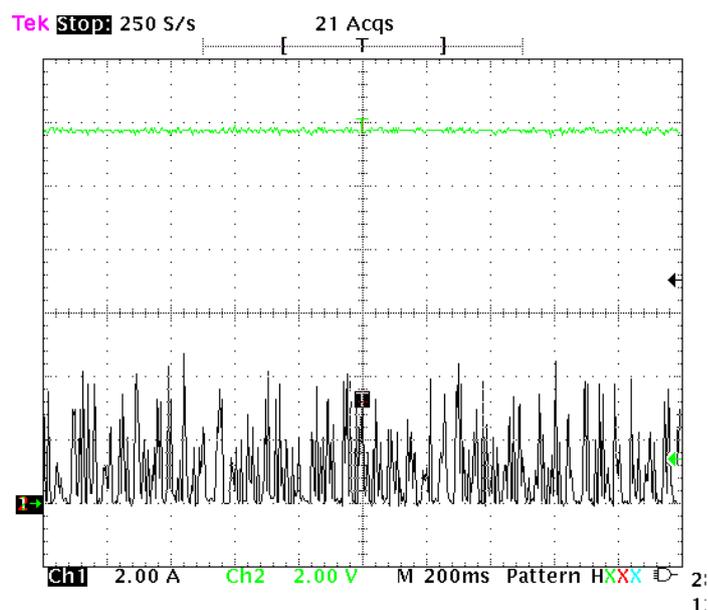


Figura 3. 60 Consumo Infrarrojos

## Lector de matrículas

### Construcción del sistema

Jonathan Sutil Fernandez

---

Como podemos observar en la Figura 3.61 el equipo demanda una corriente media de 2.26 A y unos picos de corriente máximos de 4.38 A.

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 2,25 \text{ A} = 26,59\text{W}$$

$$W = V \times A = 11,82 \text{ V} \times 4,38 \text{ A} = 51,77\text{W}$$

Los infrarrojos tendrán un consumo medio de 26,59W y tendrá unos picos de consumo de 51,77 durante el funcionamiento completo de todos los componentes

### 3.8.6 Conclusiones después del estudio de consumo de potencia

El pico de consumo se da en el arranque del sistema, el cual demanda 147W durante 20-25ms.

El consumo medio del equipo durante la captura de matrículas vendrá definido por un consumo medio de 50,12W y unos picos de 77,54W

Los picos de consumos originados en el funcionamiento del sistema vienen del consumo por pulsos de los infrarrojos, los cuales se encienden al comenzar a grabar las cámaras

En definitiva se ha escogido una fuente de alimentación de 150W para que el equipo soporte cualquier pequeña subida de tensión, además este equipo está pensado para realizarle mejoras mas potentes como incluir otra cámara, introducir más leds de potencia, un ordenador mas potente, etc. Por consiguiente una fuente de alimentación de 12V y 150W será suficiente para alimentar el equipo.

# Capítulo 4

## Resultados de Operación

---

Para realizar pruebas se ha instalado el equipo y se han hecho pruebas en situaciones reales, en primer lugar se han realizado pruebas de captura de matrículas en el escalextric que hay en el laboratorio de investigación de Unitronics[1], como puede verse en la figura 4.1, el sistema ha captado, perfectamente la matrícula, esto quedará demostrado en vivo el día de presentación del proyecto.



Figura 4. 1 Captura de matrícula en movimiento

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

Para continuar con las pruebas, se instaló el equipo en la calle para realizar pruebas completamente reales y con matrículas de tamaño estándar, en la figura 4.2 puede verse un matrícula captada en movimiento



Figura 4. 2 Captura de matrícula en movimiento en calle

El sistema es capaz de leer varias placas de matrícula por cámara, lo cual permite registrar un número de capturas suficiente para realizar un cálculo estadístico necesario para garantizar un buen resultado (fiabilidad mayor del 95 %), ya que se extrae la matrícula más probable entre todas las candidatas según las lecturas de cada imagen. Por ello, este sistema es una solución muy potente, versátil y eficaz que se puede adaptar a las instalaciones más exigentes.

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

En la Tabla 4.1 podemos ver un estudio estadístico de la tasa de acierto del lector, esta ha sido tomada en varios días con diversas condiciones meteorológicas, así como pruebas en interior y en exterior.

<b>Lecturas del Lector de Matrículas.</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Matricula Original</b>	<b>Matricula Leída</b>	<b>Apertura de barrera</b>
04/05/2012	0148CKC	0148CKC	OK
04/05/2012	8240FCT	8240FCT	OK
04/05/2012	2383CHX	2383CHX	OK
04/05/2012	6801FVV	6801FVV	OK
04/05/2012	2640FNM	2640FNM	OK
04/05/2012	5970FBD	5970FBD	OK
04/05/2012	1668FDW	1668FDW	OK
04/05/2012	2156FXN	2156FXN	OK
04/05/2012	2531BKR	2531BKR	OK
07/10/2012	4986CKP	4986CKP	OK
07/05/2012	6907DFW	6907DFW	OK
07/05/2012	6989CRW	6989CRW	OK
07/05/2012	M6093YX	M6093YX	OK
07/05/2012	2164CBR	2164CBR	OK
07/05/2012	M7890UU	M7890UU	OK
07/05/2012	5970FBD	5970FBD	OK
07/05/2012	9325BMV	9325BMV	OK
07/05/2012	3189CVW	3189CVW	OK
07/05/2012	7846BGY	7846BGY	OK

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

07/05/2012	M2708ZB	M2708ZB	OK
08/05/2012	1161CMZ	1161CMZ	OK
08/05/2012	9846CZV	9846CZV	OK
08/05/2012	5314FWC	5314FWC	OK
08/05/2012	M3591YS	M3591YS	OK
08/05/2012	0833CCG	0833CCG	OK
08/05/2012	6284CZN	6284CZN	OK
08/05/2012	M0124YJ	M0124YJ	OK
08/05/2012	7794FRK	7794FRK	OK
08/05/2012	1223FBG	1223FBG	OK
08/05/2012	1161CMZ	1161CMZ	OK
08/05/2012	9806BBF	5806BBF	ERROR
08/05/2012	6976GGF	6976GGF	OK
08/05/2012	6511BCJ	6511BCJ	OK
08/05/2012	7904DVW	7904DVW	OK
08/05/2012	9343FXS	9343FXS	OK
08/05/2012	6033CCK	6033CCK	OK
08/05/2012	5576DTW	5576DTW	OK
08/05/2012	1618DJD	1618DJD	OK
08/05/2012	7092CGJ	7092CGJ	OK
08/05/2012	M5480VN	M5480VN	OK
08/05/2012	M3069XW	M3069XW	OK
09/05/2012	8775DBJ	8755DBJ	OK
09/05/2012	2175FXN	2175FXN	OK

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

09/05/2012	2156FXN	2156FXN	OK
09/05/2012	3681BRT	3681BRT	OK
09/05/2012	7250FHP	7250FHP	OK
09/05/2012	1199GJJ	1199GJJ	OK
09/05/2012	9814GGG	9814GGG	OK
09/05/2012	0813DVS	0813DVS	OK
09/05/2012	4388CBM	4388CBM	OK
09/05/2012	3148DFN	3148DFN	OK
09/05/2012	M3588SN	M3588SN	OK
09/05/2012	0954FNM	0954FNM	OK
09/05/2012	5819GGC	5819GGC	OK
09/05/2012	9785FTN	9785FTN	OK
09/05/2012	4619CWC	4619CWC	OK
09/05/2012	4614FND	4614FMD	ERROR
09/05/2012	5408CBB	5408CBB	OK
09/05/2012	0148CKC	0148CKC	OK
09/05/2012	9566BRG	9566BRG	OK
09/05/2012	0406GJC	0406GJC	OK
09/05/2012	7864FDS	7864FDS	OK
09/05/2012	2163FXN	2163FXN	OK
09/05/2012	7673BDG	7673BDG	OK
10/05/20012	9227CGC	9227CGC	OK
10/05/20012	3403CLN	3403CLN	OK
10/05/20012	8785FNV	8785FNV	OK

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

10/05/20012	2869FND	2869FND	OK
10/05/20012	M3588SN	M3588SN	OK
10/05/20012	4823GJR	4823GJR	OK
10/05/20012	7864DZJ	7864DZJ	OK
10/05/20012	2045FHJ	2045FHJ	OK
10/05/20012	3444FJR	3444FJR	OK
10/05/20012	8899CCZ	8899CCZ	OK
10/05/20012	4388CBM	4388CBM	OK
10/05/20012	0236GBS	0236GBS	OK
10/05/20012	0592CHJ	0592CHJ	OK
10/05/20012	M4750WN	M4750WN	OK
10/05/20012	CE3480B	LE3480B	ERROR
10/05/20012	0684BWL	0684BWL	OK

Resultados	
<b>Muestras</b>	80
<b>Errores</b>	3
<b>Aciertos</b>	77
<b>Tasa de error (%)</b>	<b>3,75</b>
<b>Tasa de acierto (%)</b>	<b>96,25</b>

Tabla 4. 1 Resultados de lecturas

La fecha que aparece en la tabla anterior (columna "Fecha") hace referencia a la fecha en la que se llevó a cabo la prueba con el vehículo correspondiente a la matrícula que aparece en la columna "Matrícula original" de la tabla. Los aciertos del sistema lector de matrículas en la lectura de matrículas se mostraron en color azul en la tabla anterior. Se incluye también

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

información relativa a la correcta lectura: “OK” en los casos en los que se produjo una lectura correcta y “ERROR” en caso contrario. Se recoge por último la estadística del sistema.

Respecto a los infrarrojos se han realizado pruebas de distancia, para ver la cantidad de luminosidad de que refleja la matrícula a distintas distancias.

Se han escogido distancias superiores a las de trabajo para ver resultados en condiciones peores a las necesitadas.

Estas imágenes han sido tomadas en un garaje con las luces apagadas, para comprobar la verdadera potencia de los leds infrarrojos en las peores condiciones posibles.

En la Figura 4.3 se puede ver la matrícula completamente a una distancia de 25 m.



Figura 4. 3 infrarrojos 25m

## Lector de matrículas

### Resultados de operación

Jonathan Sutil Fernandez

---

En la Figura 4.4 se puede ver la matrícula completamente a una distancia de 40 m.



Figura 4. 4 Infrarrojos 40m

Como conclusión destacar la gran visión de la matrícula a una distancia de 40 metros en completa oscuridad, por lo que esto queda demostrado que son muy aptos para el sistema.

# Capítulo 5

## Conclusiones y Trabajos Futuros

---

Una vez terminada la implementación del diseño, realizados los cambios y mejoras en el mismo, y realizadas las pruebas pertinentes para comprobar el correcto funcionamiento del conjunto, se ha podido comprobar que el prototipo funciona según los objetivos fijados.

Tenemos un prototipo inicial el cual nos puede servir para la realización de pruebas e incluso realizar demostraciones a algún posible cliente, ya que para llegar a comercializarlo se necesitaría pasar una correspondiente una homologación.

Como está indicado desde un principio este proyecto, es un prototipo para versiones futuras dentro de la empresa Unitronics[1]. A continuación hago una lista de las posibles utilidades o avances que se le podrían dar al sistema:

- Listas: Estos sería para crear unas listas de matrículas y bajo una base datos, tener fichados coches robados, itv sin pasar, coches oficiales, etc. Esto sería un uso estupendo para la policía, colocándolo en puntos específicos de la geografía española.
- Una de las mejoras que se le pueden realizar sería la introducción de una cámara de apoyo en color, para obtener imagen ambiente o de la cara del conductor, no solo la matrícula en cuestión.
- Utilizarlo como radar de velocidad si se le añade un sensor de velocidad.
- Control de accesos a un lugar residencial, seguridad, etc
- Como sistema de captación de infracciones de semáforo en rojo.

## Lector de matrículas

### Conclusiones y trabajos futuros

Jonathan Sutil Fernandez

---

Todas estas mejoras son completamente compatibles con los componentes que ahora mismo forman el sistema, no queriendo decir con esto que alguno se pudiera sustituir por algún otro componente que se ajustara a unas necesidades futuras.

No obstante, a lo largo del proceso de fabricación e implementación se han ido encontrando detalles que mejorarían el resultado del producto:

- El coste de fabricación de estas piezas es elevado, por lo que ayudaría encontrar un material que fuera de características similares, pero de menor coste.
- La finalización del mecánico ha sido correcta, pero sus plazos de entrega no se han correspondido con los plazos estimados en un principio, por lo cabría la posibilidad de buscar otro mecánico que cumpla más sus plazos.
- Una gran mejora, sería la introducción de un modem 3G, para la posibilidad de conexión inalámbrica del equipo, igualmente mediante el programa TeamViewer.
- Reducir considerablemente el tamaño y peso del equipo, consiguiendo, que pase más desapercibido y su más fácil manejo a la hora de instalarlo.
- Crear un soporte universal, para poder anclarlo en cualquier lugar de la vía urbana, ya sea farola, poste, etc.

# Capítulo 6

## Presupuesto

---

En el estudio económico que se presenta a continuación se resumen los costes del diseño e implementación del proyecto. En él se incluyen los costes del material y personal.

### COSTE DE MATERIAL

En la siguiente tabla se detalla los componentes utilizados en el proyecto, la medición de elementos necesarios, su precio unitario y el precio total.

El presupuesto se va a dividir en tres partes:

- 1.- envolvente metálica realizada por un mecánico bajo mis especificaciones
- 2.- plancha de aluminio (esta incluye el precio de todos los componentes utilizados)
- 3.- toda la mano de obra utilizada en el proyecto.

Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
<b>CAPÍTULO I: CONSTRUCCIÓN MECÁNICA</b>				
<b>Subcapítulo I: Tornillería</b>				
<b>Tornillo M2x5mm</b> Tornillo de rosca métrica M2 y longitud de 5 mm en acero inoxidable.	Ud.	4	0,03 €	0,12 €

## Lector de matrículas

### Presupuesto

Jonathan Sutil Fernandez

<b>Tornillo M2,5x5mm</b> Tornillo de rosca métrica M2,5 y longitud de 5 mm en acero inoxidable.	Ud.	12	0,03 €	0,36 €
<b>Tornillo M2,5x10mm</b> Tornillo de rosca métrica M2,5 y longitud de 10 mm en acero inoxidable.	Ud.	12	0,03 €	0,36 €
<b>Tornillo M3x6mm</b> Tornillo de rosca métrica M3 y longitud de 6 mm en acero inoxidable.	Ud.	2	0,03 €	0,06 €
<b>Tornillo M3x9mm</b> Tornillo de rosca métrica M3 y longitud de 9 mm en acero inoxidable.	Ud.	2	0,03 €	0,06 €
<b>Tornillo M3x14mm</b> Tornillo de rosca métrica M3 y longitud de 14 mm en acero inoxidable.	Ud.	2	0,03 €	0,06 €
<b>Tuerca M3</b> Tuerca de rosca métrica M3 de acero inoxidable.	Ud.	7	0,04 €	0,28 €
<b>Tuerca M4</b> Tuerca de rosca métrica M4 de acero inoxidable.	Ud.	32	0,04 €	1,28 €
<b>Tirafondo 4x20mm</b> Tirafondo de rosca de 4 mm y longitud 20 mm en acero endurecido.	Ud.	16	0,03 €	0,48 €
<b>Tirafondo 4x15mm</b> Tirafondo de rosca de 4 mm y longitud 15 mm en acero endurecido.	Ud.	8	0,03 €	0,24 €
<b>Tirafondo 3x15mm</b> Tirafondo de rosca de 3 mm y longitud 15 mm en acero endurecido.	Ud.	8	0,03 €	0,24 €
<b>Tirafondo 3x12mm</b> Tirafondo de rosca de 3 mm y longitud 12 mm en acero endurecido.	Ud.	8	0,03 €	0,24 €
<b>Total Subcapítulo I</b>				<b>4,02 €</b>
<b>Subcapítulo 2: Materiales</b>				
<b>Armario</b> Aluminio acabado en blanco 2mm	Ud.	1	443,49 €	443,49 €
<b>Tejado envolvente</b> Aluminio acabado en blanco 2mm	Ud.	1	38,45 €	38,45 €
<b>Cristal cámara</b> Metacrilato 300x500mm	Ud.	1	6,57€	6,57 €
<b>Eje neumático</b> 30cm	Ud.	1	25,35€	25,35€
<b>Prensa estopa</b> Plástico ip66	Ud.	2	1,80 €	1,80 €
<b>Rotulador UNI PAINT MARKER PX-20</b> Rotulador de pintura permanente verde.	Ud.	1	3,35 €	3,35 €

## Lector de matrículas

### Presupuesto

Jonathan Sutil Fernandez

<b>Piezas de aluminio</b> Tapar ventilación	Ud.	1	15,98 €	15,98 €
<b>Cable unifilar rígido</b> Hilo de conexión de 0,28 mm <sup>2</sup> .	m	5	0,21 €	1,05 €
<b>Separador M2,5x10mm</b> Separador hexagonal en acero cincado con roscado interior M2,5.	Ud.	12	0,17 €	2,06 €
<b>Separador M3x40mm</b> Separador hexagonal en acero cincado con roscado interior M3 con 10mm de longitud en cada extremo.	Ud.	6	0,48 €	0,96 €
<b>Tackceys Crick velcro</b> Cinta adhesiva de fijación tipo velcro	Ud.	1	5,95 €	5,95 €
<b>Placas puntos</b> Fabricación de circuito electrónico para conexionado de los elementos eléctricos.	Ud.	1	5,00 €	20,00 €
<b>Total subcapítulo II</b>				<b>603,47 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO I</b>				<b>607,49 €</b>
Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
<b>CAPÍTULO II: PLANCHA DE ALUMINIO</b>				
<b>Conector Jack</b> Conector hembra para jack de 3,5mm con 2 polos.	Ud.	6	7,58 €	7,58 €
<b>Cable conexión 1mm</b> 3m	Ud.	1	2,45€	2,45€
<b>Cable de red eléctrica</b> Cable de red eléctrica de 2m con conexión europea para el cargador.	Ud.	1	3,25 €	3,25 €
<b>Relé</b> Relé con configuración SPDT para soldar en PCB. Alimentación de la bobina a 5Vdc.	Ud.	1	0,76 €	0,76 €
<b>2N2222</b> Transistor NPN. $V_{CE_{MAX}}=40V$ , $I_{C_{MAX}}=0,6A$ . Encapsulado TO18.	Ud.	1	0,54 €	0,54 €
<b>Resistencias 1/4 W</b> Resistencias de diversos valores. Montaje de agujero pasante.	Ud.	5	0,04 €	0,20 €
<b>Condensador electrolítico 10uF</b> Condensador cilíndrico electrolítico de tensión máxima 63V. Montaje de agujero pasante.	Ud.	1	0,144 €	0,14 €
<b>Condensador tantalio 1uF</b> Condensador de tantalio de tensión máxima 35V. Montaje de agujero pasante.	Ud.	2	0,69 €	1,38 €
<b>Condensador tantalio 0,1uF</b> Condensador de tantalio de tensión	Ud.	5	0,40 €	2,00 €

## Lector de matrículas

### Presupuesto

Jonathan Sutil Fernandez

máxima 50V. Montaje de agujero pasante.				
<b>Condensador electrolítico 0,47uF</b> Condensador cilíndrico electrolítico de tensión máxima 100V. Montaje de agujero pasante.	Ud.	2	0,30 €	0,60 €
<b>Potenciómetro 200KOhm</b> Potenciómetro 24 mm Guitar,250K	Ud.	2	4,37 €	4,37 €
<b>Leds de alta potencia</b> Diodo Leds 5mm.	Ud.	1	39,18 €	39,18 €
Cámara sca1300-32gm[2]	Ud.	1	450€	450€
Switch EKI 2725	Ud.	1	180€	180€
Disco duro estado solido 250gb	Ud.	1	180€	180€
Placa pico MIO 2260[3]	Ud.	1	350€	350€
Chapa soporte Aluminio 2mm 400x300	Ud.	1	38,54€	38,54€
<b>Total Subcapítulo I</b>				<b>607,49 €</b>
<b>Total Subcapítulo II</b>				<b>1242,69 €</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO II</b>				<b>1850,18 €</b>

### COSTE DE PERSONAL

Para estimar los costes de personal se ha tomado como referencia los costes por hora de trabajadores dentro de la empresa Unitronics[1]. A continuación se muestran estos costes en función de la categoría:

Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica.....20 €/hora  
Secretario.....10 €/hora  
Mecánico Técnico.....15 €/hora

Las cargas sobre los salarios son las siguientes:

Seguridad social.....27%  
Desempleo.....1,55%  
Formación profesional.....0,1%  
Total.....28,65%

Los gastos totales de personal son los siguientes, en función del número de horas dedicadas a cada tarea:

TAREA	NÚMERO DE HORAS	COSTE/HORA	TOTAL
Diseño y pruebas	550 h	25,73 €	14151,5 €
Documentación	100 h	12,86 €	1.286,50 €
Fabricación	400 h	19,29€	7716€
	<b>COSTE TOTAL DE PERSONAL</b>		<b>23.153,30 €</b>

## Lector de matrículas

### Presupuesto

Jonathan Sutil Fernandez

---

El presupuesto total de este proyecto asciende a la cantidad de 25153,30 € VEINTICINCO MIL CIENTOCINCUENTA Y TRES, CON TREINTA CÉNTIMOS.

San Sebastián de los Reyes a 14 de Julio de 2011

El ingeniero proyectista

Fdo. Jonathan Sutil Fernández

# Referencias

## Referencias

---

### Referencias:

- [1] Unitronics: [20 de Febrero 2012]  
<http://www.unitronics.es/es/index.do>
- [2] Cámara, sca1300-32gm [3 de Marzo de 2012]  
<http://www.baslerweb.com/products/scout.html?model=120&language=en>
- [3] Placa Base MIO-2260 [21 de Febrero 2012]  
[http://www.advantech.com/products/MIO-2260/mod\\_9FF2B0F4-AA29-417A-880C-689C688ADAEC.aspx](http://www.advantech.com/products/MIO-2260/mod_9FF2B0F4-AA29-417A-880C-689C688ADAEC.aspx)
- [4] Switch EKI-2725 [25 de Febrero 2012]  
[http://www.advantech.com/products/EKI-2725/mod\\_CB2C2EF4-F037-457B-B1ED-46C7253D26BD.aspx](http://www.advantech.com/products/EKI-2725/mod_CB2C2EF4-F037-457B-B1ED-46C7253D26BD.aspx)
- [5] Somelsa (mecánico) [5 de abril 2012]  
<http://www.somelsa.com/>
- [6] Aluminio [15 de Abril de 2012]  
[http://www.lumetalplastic.com/dural\\_carac\\_mec.html](http://www.lumetalplastic.com/dural_carac_mec.html)
- [7] RJ45 [1 de Junio 2012]  
<http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>
- [9] Intellicam  
<http://fadata.co.kr/pdf/IntellicamUserGuide.pdf>
- [10] Infrarrojo

## Lector de matrículas

### Referencias

Jonathan Sutil Fernandez

---

[http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n\\_infrarroja](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_infrarroja)

### **Hojas de catálogo:**

- Sca1300-32gm (características, strobo y pinout):  
<http://www.graftek.com/pdf/Manuals/basler/Scoutgum.pdf>
- NE555:  
[http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE\\_SA\\_SE555\\_C\\_2.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE_SA_SE555_C_2.pdf)
- Regulador LM350:  
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/fairchild/LM350.pdf>
- Relé Tq2-12V:  
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/86915/NAIS/TQ2-12V.html>

### **Bibliografía:**

- A.P.MALVINO. Principios de Electrónica. 6ª ed. Madrid: Mc Graw Hill, 1999
- M.A. PÉREZ GARCÍA; J.C. ÁLVAREZ ANTÓN; J.C. CAMPO RODRÍGUEZ; F.J. FERRERO MARTÍN; G.J. GRILLO ORTEGA. *Instrumentación Electrónica*