

PROYECTO

CRUCES

DE

SEMÁFOROS INTELIGENTES

## ÍNDICE

- **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 1**
- **ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA 1**
- **DEFINICIÓN Y ANÁLISIS 2**
- **Descripción funcional y propuesta de alternativas 3**
- **PLANIFICACIÓN**
- **División en Tareas 11**
- **Decisiones adoptadas para la optimización del proyecto 15**
- **BIBLIOGRAFÍA 17**

## ANEXOS

- **Sobre el funcionamiento del sistema**
- **Sobre subsistemas críticos**
- **Planificaciones**
- **Ruta crítica**
- **Diagrama de PERT simplificado**
- **Tabla general**
- **Uso de recursos**
- **Costes salariales de los recursos**
- **Informe presupuestario**
- **Flujo de caja mensual**

## ANEXOS

**Sobre el funcionamiento del sistema**

**Y**

**Sobre subsistemas críticos**

## ANEXO

**Planificaciones**

## ANEXO

**Ruta crítica**

## ANEXO

## Diagrama de PERT simplificado

ANEXO

## Tabla general

ANEXO

## Uso de recursos

ANEXO

## Costes salariales de los recursos

ANEXO

## Informe presupuestario

ANEXO

## Flujo de caja mensual

### • DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

Se pretende desarrollar un prototipo para conseguir un tráfico vial más fluido y una mayor seguridad para los peatones mediante la gobernación de las intersecciones viales.

El sistema propuesto que debe cumplir con estos requisitos es: Cruces de semáforos inteligentes.

El presente documento se centrará en el estudio de los siguientes puntos:

- Especificaciones del sistema.
- Definición y análisis de éste.
- Planificación de su desarrollo y de su diseño.

### • ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA.

Dicho sistema deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

#### Referente a los vehículos:

- Control del número de vehículos que esperan en un carril con semáforo en rojo y del número de vehículos que circulan por un carril con semáforo en verde.
- Acción sobre los semáforos para la adecuada circulación de los vehículos en función del número de vehículos, tiempos de espera de vehículos y peatones, funcionalidad escogida, hora del día...
- Transmisor – receptor forzar semáforos para condiciones especiales (como el paso de policía, ambulancias, bomberos, muchos coches esperando...)
- Aviso a los conductores en caso de tráfico lento para que tomen rutas alternativas.

#### Referente a los peatones:

- Posibilidad de petición de semáforo en verde.

- Ayuda a personas invidentes.

Como sistema:

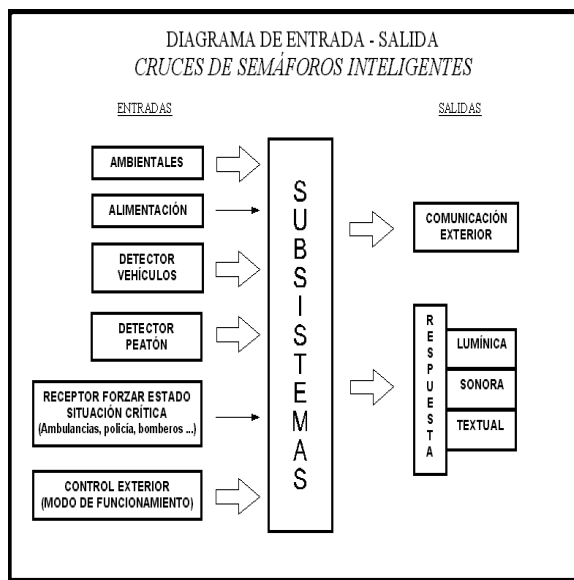
- Verificación de funcionalidad.
- Control y programación de la funcionalidad on–line.

A partir de estas especificaciones y de la descripción del sistema pasamos a analizar con mas detalle una de las posibles soluciones.

• **DEFINICIÓN Y ANÁLISIS.**

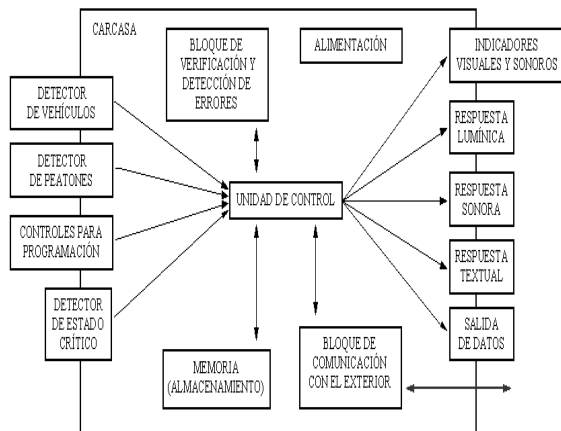
En este apartado se propondrá una posible solución al sistema y se considerarán las alternativas que esta pueda presentar.

Inicialmente se detalla en la siguiente figura la interfaz que presentara el sistema:



A partir de este diagrama de entrada–salida y un posible funcionamiento del sistema que se puede consultar en el anexo **Sobre el FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA** pasamos a plantear un diagrama de bloques inicial:

DIAGRAMA DE BLOQUES: APROXIMACIÓN INICIAL  
CRUCES DE SEMÁFOROS INTELIGENTES



• Descripción funcional y propuesta de posibles alternativas.

• **Bloque de Alimentación:**

Este bloque es el encargado de suministrar la corriente eléctrica que necesita el sistema para su funcionamiento. Las alternativas propuestas son las siguientes:

- Fuente de alimentación formada por transformador, puente rectificador, regulador, filtro, etc. alimentada directamente desde la red eléctrica (220V / 50Hz) con distintas salidas..
- Fuente de alimentación de características similares a la anterior pero, además, con baterías recargables de hasta 2 horas de autonomía de los sistemas críticos (ver anexo **Sobre SUBSISTEMAS CRÍTICOS**).

La opción elegida es la (b) debido a:

- Son diseños sobradamente conocidos, de una gran robustez y fiabilidad, además de ser fácilmente adquiribles gracias a la existencia de numerosos fabricantes. Por ello, no se ha considerado otra alternativa que no sea fuente de alimentación.
- Debido al lugar de funcionamiento del sistema (cruces de semáforos) en los cuales hay red eléctrica parece absurdo considerar otro sistema que no se alimente de esta.
- La inclusión de baterías hace que el sistema pueda permanecer funcionando parcialmente ante la falta del suministro eléctrico durante un periodo de 2 horas (los sistemas críticos son: unidad de control, bloque de verificación y detección de errores, detector de estado crítico, la respuesta lumínica y el bloque de comunicación con el exterior).

• **Bloque detección de vehículos:**

Este bloque es el encargado de detectar los vehículos que circulan por uno y otro carril. Las opciones son:

- Lazo inductivo magnético (230 VAC / 50Hz) colocado en la calzada.
- Sistema basado en dos columnas verticales situadas a ambos lados de la calzada dotadas de infrarrojos (230VAC / 50Hz).
- Sistema basado en detectores de presión colocados en la calzada (12VDC).

La opción elegida es la (a) debido a:

- Numerosos fabricantes y fiabilidad demostrada en otros proyectos llevados a cabo.
- Aunque la opción (b) ofrece la posibilidad del control del sentido de circulación, velocidad, etc., solo hemos encontrado un fabricante. Además, se trata de un sistema delicado y considerando el entorno de trabajo se ha desechado (cualquier golpe puede destruir el dispositivo).
- La opción (c) es viable pero la elegida está más extendida y no requiere de un diseño específico.

- **Bloque detector de peatones:**

Este bloque se encarga de detectar a los peatones. Las alternativas consideradas son las siguientes:

- Pulsadores en los mismos semáforos que se comuniquen con el sistema.
- Pulsadores idénticos a la opción (a) (uno por cada semáforo al que los usuarios tengan acceso a un paso de peatones) y pedal pulsador de espere verde para perros lazarillos desarrollado por la empresa TECSA.

La opción escogida y sus motivos es la opción (b) debido a:

- Aunque el pulsador para perros lazarillos solo lo fabrica actualmente la empresa TECSA creemos que es una buena apuesta de futuro.
- La garantía de 5 años, la no-necesidad de infraestructura para su colocación y la falta de complejidad del pedal citado junto a la consolidación de la empresa suministradora nos asegura la viabilidad de la inversión.
- Cumplimos con la premisa de un sistema amoldado a los discapacitados y adecuado a las leyes vigentes en materia de seguridad vial con lo que se consigue un producto competitivo en el mercado.

- **Controles para programación:**

Este bloque programará a todo el sistema para su funcionamiento en función de los criterios que se estimen oportunos como hora del día, cantidad de tráfico, condiciones medioambientales... Las alternativas son:

- Control mediante PC remoto bajo aplicación específicamente desarrollada en entorno Windows y uso de puerto paralelo para posible comunicación con PC portátil.
- Control mediante PC remoto con las mismas características que la opción anterior pero la comunicación in situ se hace mediante consola dedicada.
- Control mediante PC remoto con las mismas características que la opción (a) pero la comunicación in situ no es posible.

La opción elegida es la (a) debido a:

- El entorno Windows es conocido globalmente y la preparación del personal de control será mínima (solo en el ámbito de la aplicación de control).
- La posibilidad de una entrada por el puerto paralelo hace que el coste del sistema se abarate debido a que una consola en cada intersección sería inviable económicamente.
- La falta de comunicación in situ haría que no se pudiese reprogramar el sistema en caso de que existiese algún problema y un fallo de comunicación con la central de control.

- **Bloque emisor – detector de estado crítico:**

Este bloque trata de transmitir desde un vehículo que hay un estado crítico y se deben forzar los semáforos y el sistema debe de recibir tal estado. Las consideraciones son:

- Sistema codificado que incluye transmisor – receptor FM con activación por voz en transmisor con alcance 100m.
- Sistema codificado de transmisión – recepción de señal crítica especialmente diseñado.

La opción elegida es la opción (a) debido

- Aunque un diseño a medida resulta más conveniente, las prestaciones que nos ofrecen los productos en el mercado son económicas y suficientes para nuestros requisitos.
- Existe gran número de distribuidores de esta clase de productos y en caso de avería es fácil la reposición del elemento.

• **Bloque de verificación y detección de errores:**

Este módulo es el encargado de velar por el correcto funcionamiento del sistema global y monitorizar el estado en el que se encuentra el sistema.

- Programa almacenado en memoria no volátil para ejecución en caso de corrupción de datos y verificación de la conexión eléctrica con salida de emergencia en caso de fallo.
- FPGA conectada a batería para verificación interna completo del hardware y del software con indicadores de fallos y aviso mediante el bloque de comunicación con el exterior.
- Igual que (b) pero posibilidad de verificación.

La opción elegida es la (c) debido a:

- Aunque la opción (a) es muy interesante es incompleta en cuanto al análisis de todo el sistema.
- La opción (b) no contempla el caso en el que el verificador falle.
- La opción elegida, a pesar de ser la mas cara, es la más completa al contemplar todo los casos posibles y posibilitar que externamente sea posible también la verificación evitando los problemas comentados anteriormente.

• **Unidad de control:**

La unidad de control gobierna todo, dialoga con memoria, ofrece respuestas..., por lo que debe ser robusto y no tolerante a fallos. Las alternativas presentadas son:

- Uso de un microprocesador DSP.
- Diseño a medida bajo FPGA's para control y adquisición de datos.
- Uso de un microcontrolador Motorola.

La opción elegida es la opción (b) debido a:

- Facilidad, robustez y alta funcionalidad del diseño.
- Aunque los microprocesadores DSP son específicos para aplicaciones de tiempo real y se suelen usar microcontroladores para el desarrollo de proyectos similares, apostamos por los diseños a medida con FPGA´s debido a sus altas prestaciones y elevada funcionalidad que unidos a su fácil desarrollo las hacen óptimas para nuestros requisitos.

• **Bloque de memoria (almacenamiento):**

- RAM para almacenamiento volátil de programas.
- RAM para almacenamiento y ROM para almacenamiento de rutina específica para la verificación del sistema.
- RAM y EPROM con la misma utilidad que la opción (b). Esta opción requerirá de una entrada-salida específica para la programación de la EPROM.

La opción elegida es la opción (c) debido a:

- Posibilidad de almacenamiento de programas distintos de verificación en función de los requerimientos del entorno del sistema.
- Se cumple así la especificación de que el sistema pueda ser fácilmente expandible.
- El bloque de verificación se ayudará de esta EPROM.

• **Bloque de comunicación con el exterior:**

Es el bloque se encarga de la comunicación entre el sistema y el exterior (tanto con el control como con los periféricos o subsistemas (lumínicos, textuales...)). Las alternativas son:

- Línea de cobre para comunicación con bloques exterior y fibra óptica para transmisión con la central.
- Línea de cobre para transmisión con bloques exteriores y transmisión con central mediante ADSL.
- Línea de fibra óptica para transmisión con bloques exteriores y para transmisión con central.

La opción elegida (b) debido a:

- Se utiliza el cobre para los bloques exteriores porque aunque es un sistema crítico, y por tanto, la fibra óptica es muy recomendable, la corta distancia (menos de 20 metros) con estos sistemas exteriores hace que este material sea rápido y fiable adaptado a nuestras necesidades.
- La comunicación telefónica ADSL nos suministra suficiente rapidez y fiabilidad para que el sistema sea programado y verificado on-line. Aunque se requiera un MODEM ADSL y uso de protocolos específicos.

• **Bloque de respuesta lumínica:**

No se considera un bloque específico debido a que se usan los propios semáforos. Aquí solo se ofrece la salida para el gobierno de las luces de estos.

• **Bloque de respuesta sonora:**

Este bloque de respuesta sonora es el encargado de mostrar a los invidentes que pueden atravesar la calzada porque tienen prioridad. Las opciones son:

- Altavoz de suficiente potencia. (0 – 80 °C).
- Sirena de dos frecuencias encapsulada en plástico (-5 a +45 °C).
- Sirena de dos frecuencias encapsulada en metal (-15 a +70 °C),

La opción elegida es la opción (c) debido a que:

- Son sistemas integrados muy económicos y de gran solidez que pueden acoplarse al semáforo mediante soportes metálicos otorgándoles una gran fijación.
- Se escoge el metal frente al plástico porque ofrece un mayor rango de trabajo en función de la temperatura. Como el sistema estará expuesto a condiciones medioambientales adversas lo hace idóneo.
- No se escoge el altavoz debido a la necesidad de un diseño de carcasa que no hacemos con el dispositivo elegido al comprarlo ya con esta.

• **Bloque de respuesta textual:**

Paneles modulares de grandes dimensiones de tipo texto fabricado con tecnología programable a distancia:

- Displays de leds emisores de luz.
- Displays ferromagnéticos.
- Displays ferromagnéticos + leds.

La opción elegida es la (b) debido a:

- Gran visibilidad con luz solar frontal. Mantenimiento del mensaje sin gasto adicional de energía.
- Aunque la opción (c) ofrece displays de última generación, muy versátiles, que combinan las ventajas de las dos tecnologías su precio es excesivo.

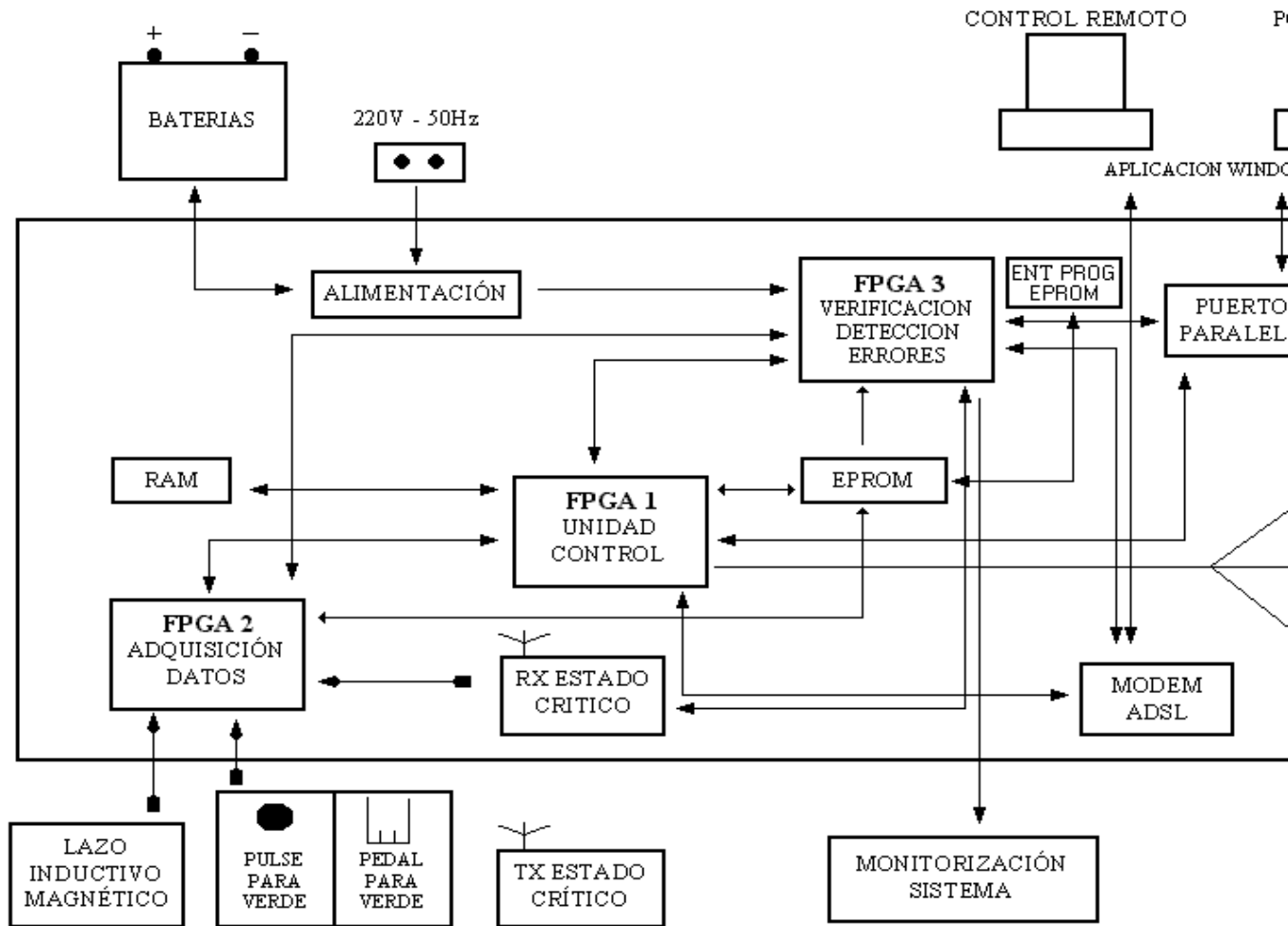
- **Varios:**

Se decide, a la vista del boceto del producto y la carcasa:

- Protector para el lazo inductivo magnético que irá en la calzada.
- Soportes para pulsadores y para pedal del bloque de detección de peatones.
- Sistemas de LED's para monitorización del estado del sistema conectados a red eléctrica y un subsistema conectado a batería para indicar fallo de energía externa.
- Módem ADSL para comunicación con central.
- Soportes metálicos para la instalación de las sirenas en los semáforos.
- Carcasa para Hardware interno en plástico auto-extinguible.
- Caseta metálica para sistema global en metal con sistema de refrigeración.
- Embalaje en cartón con protección en espuma de poliuretano.
- Manuales para embalaje, montaje, manipulación y transporte, instalación, verificación y reparación.
- Módulos EPROM extras para programación de FPGA's.

Por tanto, a partir de las consideraciones anteriores se obtiene una posible solución para el diseño del sistema que se presenta en la siguiente figura:

(Véase página siguiente)



- **PLANIFICACIÓN.**

- **División en tareas.**

Se pretende realizar el estudio de la planificación de las fases de desarrollo y diseño del sistema. La base de partida de este estudio es la optimización de la duración y el coste del proyecto. Para ello se ha dividido el desarrollo y el diseño del sistema en una serie de tareas específicas. A continuación se presentan las tareas más significativas:

- **Especificación clara de los criterios de aceptación con el cliente.**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Diseño del hardware interno y programación de las FPGA's (adquisición, control y verificación).**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Diseño de los componentes que el sistema va a tener internamente y programación en VHDL de los bloques de adquisición de datos, de verificación del sistema y de control. Además se elabora unas especificaciones del espacio máximo que estos ocuparán.

- **Programación de la aplicación de control bajo entorno Windows.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Diseño de una aplicación específica en entorno Windows para programar y controlar desde un PC todo el funcionamiento.

- **Diseño y adquisición de la PCI donde van insertados los componentes hardware.**

*Recursos:* Substratos SL

*Objetivos:* A la empresa Substratos SL se le envía las especificaciones de las dimensiones de la PCI con algunas especificaciones (tipo de sustrato, rangos de temperatura, montaje en superficie o inserción de componentes...) y la diseña y entrega con calidad concertada.

- **Diseño y adquisición de la carcasa de los componentes hardware interno.**

*Recursos:* Carcasas y Protecciones SA.

*Objetivos:* La empresa Carcasas y Protecciones SA diseñará y suministrará una carcasa con las características que se les indique (medidas máximas, rangos de temperatura, tipo de material...)

- **Diseño del armario que contiene el sistema y estudio de su colocación.**

*Recursos:* Delineantes.

*Objetivos:* Diseñarán el armario con sus sistemas de refrigeración y hará el estudio arquitectónico del emplazamiento físico de éste.

- **Adquisición de componentes electrónicos (FA, RAM, EPROM, MODEM...).**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivo:* Atendiendo a la calidad y el precio, comprará los componentes electrónicos con calidad concertada.

- **Adquisición de pulsadores y pedal de petición verde.**

*Recursos:* TECSA

*Objetivos:* La empresa TECSA será la suministradora de estos componentes mecánicos.

- **Adquisición del armario y su sistema de refrigeración.**

*Recursos:* Suministros Semáforos SA

*Objetivos:* Enviarán la documentación de la tarea 6 a la empresa que oferte una mejor relación calidad–precio.

- **Elaboración de manuales de montaje de los componentes hardware y de la programación de las FPGA's (volcado a EPROM).**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Elaboración de manuales de pruebas funcionales del sistema y de pruebas de estrés (temperatura, humedad...).**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Prueba del correcto funcionamiento de las FPGA's.**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* A partir de los manuales programarán las FPGA's y verificarán su correcto funcionamiento.

- **Adquisición de los lazos de inducción magnética y paneles textuales.**

*Recursos:* Suministros Semáforos SA

*Objetivos:* A partir de unas especificaciones mínimas, buscarán la mejor relación calidad–precio de distintos suministradores para adquirir estos elementos.

- **Presentación al cliente de la aplicación bajo Windows y prueba con sistema simulado.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Quienes acordaron con el cliente las especificaciones iniciales presentarán a éste una versión del producto no más tarde de la fecha máxima para verificar dichas especificaciones y hacer las modificaciones pertinentes.

- **Reestructuración de la programación de FPGA's con nuevos criterios de aceptación.**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Reestructuración de la aplicación bajo Windows con nuevos criterios de aceptación.**

*Recursos:* Informáticos.

- **Elaboración del manual de funcionamiento de la aplicación.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Elaborarán una guía de uso de la aplicación de control bajo Windows.

- **Impartir curso de aprendizaje de uso de la aplicación bajo Windows al cliente.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Impartirán al cliente o a un grupo de sus empleados un curso intensivo del funcionamiento de la aplicación.

- **Ensamblado, programación y montaje del sistema completo (no en destino).**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* Montarán el sistema y programarán las FPGA's para futuras pruebas. Esto no se refiere al montaje en destino.

- **Prueba funcional del sistema.**

*Recursos:* Operarios.

*Objetivos:* A partir del juego de manuales pertinentes los operarios evaluarán funcionalmente el sistema.

- **Sometimiento a pruebas de estrés (temperatura, humedad...)**

*Recursos:* Operarios.

*Objetivos:* A partir del manual de pruebas de estrés procederá a las mismas con prototipos del sistema.

- **Elaboración de la documentación de la fiabilidad y calidad del sistema.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Tras las pruebas de estrés realizadas en la tarea 21 procederán a elaborar la documentación de la fiabilidad del sistema.

- **Diseño de embalaje y adquisición de éste.**

*Recursos:* Cartones SL

*Objetivos:* La empresa arriba citada diseñará y suministrará el embalaje del sistema y sus protecciones (por ejemplo en espuma de poliuretano) a partir de unas mínimas especificaciones de forma.

- **Tramitación de la homologación y del registro del producto (a través del COITT).**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivos:* Se pondrá en contacto con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación para la homologación y registro del producto a partir de la documentación suministrada por los ingenieros.

- **Elaboración de los manuales de instalación, calibración y reparaciones.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Elaborarán los manuales de instalación, calibración (ajuste de elementos hardware, verificación del transmisor y receptor...) y de reparaciones del sistema para entregarle al cliente los que procedan.

- **Elaboración de plataforma sobre la que irá el armario y preparar la calzada (obra).**

*Recursos:* Albañilería SL

*Objetivos:* Los objetivos de esta tarea son la elaboración de la plataforma sobre la que irá el armario que contendrá al sistema y la preparación de la calzada para contener a los lazos de inducción magnética.

- **Expedición del producto final.**

*Recursos:* Transportinsa

*Objetivos:* Se embalará el producto y llevará a su lugar de instalación.

- **Montaje de los lazos de inducción magnética, de la bocina, de los paneles textuales, del armario, del**

**sistema en éste y las interconexiones de todos éstos.**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* A partir de los manuales de instalación los técnicos y operarios instalarán el sistema.

- **Calibración y verificación del correcto funcionamiento.**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* Documentarán la evolución del funcionamiento del sistema y de las averías si las hubiere.

- **Seguimiento del sistema para fabricación en serie.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* A partir de la documentación de la tarea 29 se estudiará la viabilidad de una producción en serie.

- **Decisiones adoptadas para la optimización del proyecto.**

En el anexo de planificaciones se han presentado tres alternativas atendiendo a temporización y coste.

Podemos identificar las diferencias fundamentales en la siguiente tabla:

Planificación	Inicio	Fin	Núm. Días	Presupuesto (Ptas.)	Características	
Primera	11/01/2002	29/03/2002	77	3.272.000	ELEGIDA	
Segunda			01/03/2002	49	3.722.000	Rápida Precio elevado
Tercera			22/04/2002	101	3.177.000	Lenta.

Como puede observarse en la Tabla 1 se ha tratado de escoger una opción que no tenga ni coste excesivo ni un plazo de entrega muy elevado.

Para la optimización se ha recurrido a los métodos que aparecen en la siguiente tabla:

Planificación	Objetivo	Método de optimización	Número días (%)	Coste fijo (%)	Coste mano de obra (%)	Coste total (%)
Primera	Entrega del producto con una cierta rapidez y un precio no muy alto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contactar con suministradores para que entreguen los productos con una cierta rapidez (ni muy elevada ni muy baja aún)</li> </ul>	100%	100%	100%	100%

		<p>suponiendo sobrecostes)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No incluir horas extras en la planificación para ningún recurso.</li> </ul>				
Segunda	Entrega del producto con rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contactar con suministradores para que entreguen antes los productos aún siendo estos más caros (estos tendrán sobrecostes elevados por ser productos urgentes).</li> <li>• Personal trabajará horas extras en periodo laborable.</li> </ul>	67.60%	169.76%	<p>107'24%</p> <p>(No se ha considerado las tareas totalmente dependiente de los recursos.</p> <p>Ej. Lo que hace 1 Ingeniero en 5 días 2 Ing. lo hacen en 3d en lugar de en 2.5d)</p>	121.37%
Tercera	Entrega de un producto con coste reducido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contactar con suministradores para que entreguen los productos cuando puedan dentro de un periodo razonable (estos no tendrán sobrecostes por productos urgentes).</li> <li>• No incluir horas extraordinarias.</li> <li>• Tratar de utilizar el menor número de recursos posibles y, a poder ser, menor que los disponibles.</li> </ul>	131.16%	85.27%	100%	97.09%

Como puede observarse en la tabla anterior (tabla 2) a partir de tres planificaciones hemos elegido una solución de compromiso entre temporización y coste. Tomando como referencia la elegida (planificación 1) se muestran una comparación en tantos porcentuales de cada campo . Para mas información acerca de la planificación elegida puede consultarse los anexos de tablas y planificaciones.

## • BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de la asignatura Proyectos de Sistemas Electrónicos.
- <http://www.maps.es>
- <http://www.semavenca.com>
- <http://www.econolite.com>
- <http://www.cdei.com>
- <http://www.tecsa.com>
- <http://www.ucse.edu.ar/fma/electronica/proy.htm>
- [http://support.tandy.com/support\\_electronics/doc9/9359.htm](http://support.tandy.com/support_electronics/doc9/9359.htm)

### **Sobre el FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**

El sistema persigue gobernar intersecciones viales con un cierto grado de inteligencia. Pretende la asignación dinámica de la preferencia en los carriles dependiendo del tipo de plan (programación) que el usuario escoja y ayudado de los subsistemas que en los siguientes párrafos se mencionan.

Deberá contar con un bloque de comunicación con el exterior para que se controle al sistema y una memoria interna para el almacenamiento del tipo de plan a ejecutar.

A partir de un subsistema de control del número de vehículos que circulan por todos y cada uno de los carriles de la intersección, otro subsistema de petición de verde por parte de los peatones y un subsistema de transmisión – recepción de estado crítico (ambulancias, bomberos, policía...) que posibilite la interrupción del programa en ejecución y fuerce una rutina específica.

El plan que se ejecute será el elegido por el usuario mediante un subsistema de controles para programación. Ante estos planes el sistema deberá ofrecer una respuesta rápida y segura con lo que necesitará de un subsistema de verificación y detección de errores.

La respuesta que ofrecerá en la ejecución del plan será tanto sonora (útil para personas invidentes en el caso de verde para peatones) como lumínica (posición de las luces de los semáforos) como textual (sugerir coher rutas alternativas por exceso de tráfico).

Aparte, contará con sus propios dispositivos visuales y sonoros que indiquen en el estado que se encuentran en cada momento y con un bloque que posibilite la salida de los datos internos para su posterior utilización.

Por último, al sistema se le podrán añadir más subsistemas posteriormente.

### **Sobre SUBSISTEMAS CRÍTICOS.**

Se considera sistema crítico aquel subsistema que debe contar con energía eléctrica de forma permanente como son:

- ◆ Módulo de verificación de errores y monitorización de fallo.
  - ◆ Módulo de comunicación con el exterior.
  - ◆ Módulo de control.
  - ◆ Respuesta lumínica: esta solo mostrará semáforos en ámbar.
- **PLANIFICACIÓN.**
  - **División en tareas.**

Se pretende realizar el estudio de la planificación de las fases de desarrollo y diseño del sistema. La

base de partida de este estudio es la optimización de la duración y el coste del proyecto. Para ello se ha dividido el desarrollo y el diseño del sistema en una serie de tareas específicas. A continuación se presentan las tareas más significativas:

- **Especificación clara de los criterios de aceptación con el cliente.**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Diseño del hardware interno y programación de las FPGA's (adquisición, control y verificación).**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Diseño de los componentes que el sistema va a tener internamente y programación en VHDL de los bloques de adquisición de datos, de verificación del sistema y de control. Además se elabora un conjunto de especificaciones del espacio máximo que estos ocuparán.

- **Programación de la aplicación de control bajo entorno Windows.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Diseño de una aplicación específica en entorno Windows para programar y controlar desde un PC todo el funcionamiento.

- **Diseño y adquisición de la PCI donde van insertados los componentes hardware.**

*Recursos:* Substratos SL

*Objetivos:* A la empresa Substratos SL se le envía las especificaciones de las dimensiones de la PCI con algunas especificaciones (tipo de sustrato, rangos de temperatura, montaje en superficie o inserción de componentes...) y la diseña y entrega con calidad concertada.

- **Diseño y adquisición de la carcasa de los componentes hardware interno.**

*Recursos:* Carcasas y Protecciones SA.

*Objetivos:* La empresa Carcasas y Protecciones SA diseñará y suministrará una carcasa con las características que se le indiquen (medidas máximas, rangos de temperatura, tipo de material...)

- **Diseño del armario que contiene el sistema y estudio de su colocación.**

*Recursos:* Delineantes.

*Objetivos:* Diseñarán el armario con sus sistemas de refrigeración y harán el estudio arquitectónico del emplazamiento físico de éste.

- **Adquisición de componentes electrónicos (FA, RAM, EPROM, MODEM...).**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivo:* Atendiendo a la calidad y el precio, comprará los componentes electrónicos con calidad concertada.

- **Adquisición de pulsadores y pedal de petición verde.**

*Recursos:* TECSA

*Objetivos:* La empresa TECSA será la suministradora de estos componentes mecánicos.

- **Adquisición del armario y su sistema de refrigeración.**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivos:* Enviarán la documentación de la tarea 6 a la empresa que oferte una mejor relación calidad–precio.

- **Elaboración de manuales de montaje de los componentes hardware y de la programación de las FPGA's (volcado a EPROM).**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Elaboración de manuales de pruebas funcionales del sistema y de pruebas de estrés (temperatura, humedad...).**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Prueba del correcto funcionamiento de las FPGA's.**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* A partir de los manuales programarán las FPGA's y verificarán su correcto funcionamiento.

- **Adquisición de los lazos de inducción magnética y paneles textuales.**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivos:* A partir de unas especificaciones mínimas, buscarán la mejor relación calidad–precio de distintos suministradores para adquirir estos elementos.

- **Presentación al cliente de la aplicación bajo Windows y prueba con sistema simulado.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Quienes acordaron con el cliente las especificaciones iniciales presentarán a éste una versión del producto no más tarde de la fecha máxima para verificar dichas especificaciones y hacer las modificaciones pertinentes.

- **Reestructuración de la programación de FPGA's con nuevos criterios de aceptación.**

*Recursos:* Ingenieros.

- **Reestructuración de la aplicación bajo Windows con nuevos criterios de aceptación.**

*Recursos:* Informáticos.

- **Elaboración del manual de funcionamiento de la aplicación.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Elaborarán una guía de uso de la aplicación de control bajo Windows.

- **Impartir curso de aprendizaje de uso de la aplicación bajo Windows al cliente.**

*Recursos:* Informáticos.

*Objetivos:* Impartirán al cliente o a un grupo de sus empleados un curso intensivo del funcionamiento de la aplicación.

- **Ensamblado, programación y montaje del sistema completo (no en destino).**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* Montarán el sistema y programarán las FPGA´s para futuras pruebas. Esto no se refiere al montaje en destino.

- **Prueba funcional del sistema.**

*Recursos:* Operarios.

*Objetivos:* A partir del juego de manuales pertinentes los operarios evaluarán funcionalmente el sistema.

- **Sometimiento a pruebas de estrés (temperatura, humedad...)**

*Recursos:* Operarios.

*Objetivos:* A partir del manual de pruebas de estrés procederá a las mismas con prototipos del sistema.

- **Elaboración de la documentación de la fiabilidad y calidad del sistema.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Tras las pruebas de estrés realizadas en la tarea 21 procederán a elaborar la documentación de la fiabilidad del sistema.

- **Diseño de embalaje y adquisición de éste.**

*Recursos:* Cartones SL

*Objetivos:* La empresa arriba citada diseñará y suministrará el embalaje del sistema y sus protecciones (por ejemplo en espuma de poliuretano) a partir de unas mínimas especificaciones de forma.

- **Tramitación de la homologación y del registro del producto (a través del COITT).**

*Recursos:* Administrativos.

*Objetivos:* Se pondrá en contacto con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación para la homologación y registro del producto a partir de la documentación suministrada por los ingenieros.

- **Elaboración de los manuales de instalación, calibración y reparaciones.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* Elaborarán los manuales de instalación, calibración (ajuste de elementos hardware, verificación del transmisor y receptor...) y de reparaciones del sistema para entregarle al cliente los que procedan.

- **Elaboración de plataforma sobre la que irá el armario y preparar la calzada (obra).**

*Recursos:* Albañilería SL

*Objetivos:* Los objetivos de esta tarea son la elaboración de la plataforma sobre la que irá el armario que contendrá al sistema y la preparación de la calzada para contener a los lazos de inducción magnética.

- **Expedición del producto final.**

*Recursos:* Transportinsa

*Objetivos:* Se embalará el producto y llevará a su lugar de instalación.

- **Montaje de los lazos de inducción magnética, de la bocina, de los paneles textuales, del armario, del sistema en éste y las interconexiones de todos éstos.**

*Recursos:* Técnicos y OperariosOpOpO.

*Objetivos:* A partir de los manuales de instalación los técnicos y operarios instalarán el sistema.

- **Calibración y verificación del correcto funcionamiento.**

*Recursos:* Técnicos.

*Objetivos:* Documentarán la evolución del funcionamiento del sistema y de las averías si las hubiere.

- **Seguimiento del sistema para fabricación en serie.**

*Recursos:* Ingenieros.

*Objetivos:* A partir de la documentación de la tarea 29 se estudiará la viabilidad de una producción en serie.

- **Decisiones adoptadas para la optimización del proyecto.**

En el anexo de planificaciones se han presentado tres alternativas atendiendo a temporización y coste.

Podemos identificar las diferencias fundamentales en la siguiente tabla:

Planificación	Inicio	Fin	Nº Días	Presupuesto (Ptas)	Características	
Primera	11/01/2002	29/03/2002	77	3.272.000	ELEGIDA	
Segunda			01/03/2002	49	3.722.000	Rápida Precio elevado
Tercera			22/04/2002	101	3.177.000	Lenta.

Como puede observarse en la Tabla 1 se ha tratado de escoger una opción que no tenga ni coste excesivo ni un plazo de entrega muy elevado. Para la optimización se ha recurrido a los métodos que aparecen en la siguiente tabla:

Planificación	Objetivo	Método de optimización	Número días (%)	Coste fijo (%)	Coste mano de obra (%)	Coste total (%)
Primera	Entrega del producto con una cierta rapidez y un precio no muy alto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contactar con suministradores para que entreguen los productos con una cierta rapidez (ni muy elevada ni muy baja aún suponiendo sobrecostes)</li> <li>◆ No incluir horas extras en la planificación para ningún recurso.</li> </ul>	100%	100%	100%	100%
Segunda	Entrega del producto con rapidez.	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contactar con suministradores para que entreguen antes los productos aún siendo estos más caros (estos tendrán sobrecostes elevados por ser productos urgentes).</li> <li>◆ Personal trabajará horas extras en periodo laborable.</li> </ul>	67.60%	169.76%	107'24% (no se ha considerado las tareas totalmente dependiente de los recursos.  Ej. Lo que hace 1 Ingeniero en 5 días 2 Ing. lo hacen en 3d en lugar de en 2.5d)	121.37%
Tercera	Entrega de un	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contactar con suministradores</li> </ul>	131.16%	85.27%	100%	97.09%

	<p>producto con coste reducido.</p>	<p>para que entreguen los productos cuando puedan dentro de un periodo razonable (estos no tendrán sobrecostes por productos urgentes).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ No incluir horas extraordinarias.</li> <li>◆ Tratar de utilizar el menor número de recursos posibles y, a poder ser, menor que los disponibles.</li> </ul>				
--	-------------------------------------	---	--	--	--	--

### **Sobre el FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**

El sistema persigue gobernar intersecciones viales con un cierto grado de inteligencia. Pretende la asignación dinámica de la preferencia en los carriles dependiendo del tipo de plan (programación) que el usuario escoja y ayudado de los subsistemas que en los siguientes párrafos se mencionan.

Deberá contar con un bloque de comunicación con el exterior para que se controle al sistema y una memoria interna para el almacenamiento del tipo de plan a ejecutar.

A partir de un subsistema de control del número de vehículos que circulan por todos y cada uno de los carriles de la intersección, otro subsistema de petición de verde por parte de los peatones y un subsistema de transmisión – recepción de estado crítico (ambulancias, bomberos, policía...) que posibilite la interrupción del programa en ejecución y fuerce una rutina específica.

El plan que se ejecute será el elegido por el usuario mediante un subsistema de controles para programación. Ante estos planes el sistema deberá ofrecer una respuesta rápida y segura con lo que necesitará de un subsistema de verificación y detección de errores.

La respuesta que ofrecerá en la ejecución del plan será tanto sonora (útil para personas invidentes en el caso de verde para peatones) como lumínica (posición de las luces de los semáforos) como textual (sugerir coher rutas alternativas por exceso de tráfico).

Aparte, contará con sus propios dispositivos visuales y sonoros que indiquen en el estado que se encuentran en cada momento y con un bloque que posibilite la salida de los datos internos para su posterior utilización.

Por último, al sistema se le podrán añadir más subsistemas posteriormente.

## **Sobre SUBSISTEMAS CRÍTICOS.**

Se considera sistema crítico aquel subsistema que debe contar con energía eléctrica de forma permanente como son:

- ◆ Módulo de verificación de errores y monitorización de fallo.
- ◆ Módulo de comunicación con el exterior.
- ◆ Módulo de control.
- ◆ Respuesta lumínica: esta solo mostrará semáforos en ámbar.

*Figura 1. Diagrama de entrada – salida.*

En este figura se presenta la funcionalidad del sistema.

*Figura 2. Diagrama de bloques aproximado del sistema.*

En esta figura se representa con detalle aquellos bloques con los que el sistema debe contar para su correcto funcionamiento de acuerdo con las especificaciones propuestas.

*Figura 3. Diagrama de bloques final del sistema.*

En este diagrama de bloques se presentan las alternativas consideradas anteriormente. Observar como la alimentación se comunica con FPGA3 pero solo para que esta verifique y detecte errores. La alimentación sigue el criterio de alimentar de la red a todos los componentes y en caso de fallo solo a los elementos críticos (ver anexo Sobre subsistemas críticos).

*Tabla 1 – Diferencias fundamentales entre planificaciones.*

*Tabla 2 – Diferencias fundamentales entre planificaciones.*

*Consideramos los tantos porcentuales en función de la planificación elegida. Para más detalle se puede consultar el*

*anexo de tablas.*

*Tabla 1 – Diferencias fundamentales entre planificaciones.*

*Tabla 2 – Diferencias fundamentales entre planificaciones.*

*Consideramos los tantos porcentuales en función de la planificación elegida. Para más detalle se puede consultar el*

*anexo de tablas.*