

**PROGRAMA PROFIT
PROYECTO: REGULADOR
EVOLUCIONADO DE NUEVA TECNOLOGÍA
REGENT**

febrero, 2005



ETRA I+D, S.A.



1. Introducción

El objetivo de este proyecto es desarrollar el nuevo regulador de tráfico de Etra I+D. El regulador es el producto más importante de la empresa puesto que constituye la base de los otros productos destinados al control de tráfico.

El regulador de tráfico es el elemento que realiza el control del tráfico mediante semáforos en un cruce. Por lo que en cada uno de los cruces semaforizados existe un regulador que lo controla.

El regulador realiza otras funciones como son la toma de datos de tráfico, el control de paneles de mensaje variable y la conexión con otros tipos de equipamiento urbano.

El regulador de tráfico es un equipo fundamental para todas las empresas que se dedican al equipamiento de tráfico por lo que es un elemento clave en la competitividad en el sector.

2. Proceso de desarrollo del proyecto

Para este proyecto se sigue el ciclo de vida habitual de diseño y desarrollo de hardware y software. Las fases en las que se estructura un proyecto son las siguientes:

- Requerimientos de Usuario(RU)
- Diseño de la Arquitectura del Software(DAS)
- Diseño detallado del Software(DDS)
- Transferencia del Software(TRS)
- Operación y Mantenimiento del Software (OMS)
- Diseño de la Arquitectura del Hardware (DAH)
- Diseño Detallado del Hardware (DDH)
- Transferencia del Hardware (TRH)

En este proyecto se parte de una serie de productos ya existentes a los que se le incorpora las nuevas funcionalidades. Los productos a los que se le incorpora las nueva funcionalidad son:

- Núcleo de los Sistemas de Control.
- Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano.

Estos productos permitirán probar y validar el funcionamiento del regulador.

El desarrollo del proyecto se realizará en dos años habiendo transcurrido en la actualidad el primer año.

Las tareas principales a desarrollar en este proyecto son las siguientes:

Tarea	Descripción
Fase RU	Fase de requerimientos de usuario. En esta fase se procede a la definición funcional de los productos a desarrollar y se establece la planificación a seguir.
T01 DRU	Definición funcional de los productos. Se establecen los requerimientos a cumplir y se genera el Documento de Requerimientos de Usuario (DRU).
T02 DA_DRU	Revisión del DRU. Aceptación o corrección del mismo.
T03 PVV/PA	Definición del Plan de Verificación y Validación (PVV/PA) con las pruebas de Aceptación del producto, a partir de los requerimientos incluidos en el DRU.
T04 DA_PVV/PA	Revisión del PVV/PA. Aceptación o corrección del mismo.
T05 PGC	Generación del Plan de Gestión de la Configuración (PGC) para todos los productos desarrollados en el proyecto.
T06 DA_PGC	Revisión del PGC. Aceptación o corrección del mismo.
T07 PGQ	Generación del Plan de Gestión de la Calidad (PGQ) para todas las actividades y productos del proyecto.
T08 DA_PGQ	Revisión del PGC. Aceptación o corrección del mismo.
T09 PGP	Generación del Plan de Gestión del Proyecto (PGP). En él se definen las responsabilidades del proyecto, las relaciones con otros proyectos, las actividades a realizar, los costos de las actividades, la planificación de las actividades, las responsabilidades del personal del proyecto y sus relaciones internas y con el personal externo al equipo de desarrollo.
T10 DA_PGP	Revisión del PGP. Aceptación o corrección del mismo.
Software	Fase de diseño de la Arquitectura del software. En ella partiendo del DRU se

	realiza el primer diseño del software, identificando los componentes principales que forman los productos.
Fase DAS	Definición de la arquitectura del software y generación del documento que la describe (DDAS).
T11 DDAS	Revisión del DDAS. Aceptación o corrección del mismo.
T12 DA_DDAS	Fase de diseño de la Detallado del software. En ella partiendo del Diseño de la Arquitectura del software se amplía y completa el diseño definiendo cada uno de los componentes. Se realiza la codificación de los componentes. Se genera la documentación de usuario y se verifican los productos.
Fase DDS	Fase de requerimientos de usuario. En esta fase se procede a la definición funcional de los productos a desarrollar y se establece la planificación a seguir.
Núcleo Sistemas de Control	
T100 NSC Servidor Incorporación nuevo regulador	Modelización, diseño e implementación del nuevo regulador en el servidor del NSC.
T101 NSC Gestor Incorporación nuevo regulador	Diseño e implementación del nuevo regulador en el gestor del NSC.
T102 NSC GUI Incorporación nuevo regulador	Diseño e implementación del nuevo regulador en el GUI del NSC.
Sistema de Control de Tráfico Urbano	
T200 SDCTU Servidor Incorporación Nuevo Regulador	Modelización, diseño e implementación del nuevo regulador en el servidor del SDCTU.
T201 SDCTU GUI Incorporación nuevo regulador	Diseño e implementación del nuevo regulador en el GUI del SDCTU.
Regulador Main	
T300 Gestión nuevo hardware	Diseño e implementación de la gestión del nuevo hardware.
T301 Comunicaciones CC	Diseño e implementación de las comunicaciones con el elemento superior.
T302 Comunicaciones Periféricos	Diseño e implementación de las comunicaciones con los periféricos.
T303 Tratamiento detectores	Modelización, diseño e implementación del tratamiento de los detectores.
T304 Gestión de Salidas	Modelización, diseño e implementación la Gestión de Salidas.
T306 Gestión Supervisor	Modelización, diseño e implementación la Gestión de la Supervisión.
T307 Modelo Normalizado	Modelización, diseño e implementación del Modelo de Control Normalizado.
T308 Modelo Avanzado	Modelización, diseño e implementación del Modelo de Control Avanzado.

T309 Interfaz Reg CD	Diseño e implementación del interfaz con el Regulador CD.
T310 Verificación y autoverificación	Diseño e implementación de los procesos de verificación y autoverificación.
Regulador Supervisor	
T400 Comunicaciones con Main	Diseño e implementación de las comunicaciones con el Main.
T401 Supervisión Incompatibilidades	Modelización, diseño e implementación de la supervisión de incompatibilidades en todas las salidas.
T402 Supervisión Alimentación	Modelización, diseño e implementación de la supervisión de la alimentación eléctrica.
T403 Control Local emergencia	Modelización, diseño e implementación del Control Local por emergencia.
T404 Sincronismo	Diseño e implementación de la gestión de sincronismo.
T405 Verificación y autoverificación	Diseño e implementación de los procesos de verificación y autoverificación.
Regulador Salidas	
T500 Control de las salidas	Modelización, diseño e implementación del Control de las salidas.
T501 Control Incompatibilidades	Diseño e implementación de la supervisión de incompatibilidades en una salida.
T502 Cálculo de parámetros eléctricos	Modelización, diseño e implementación del cálculo de los parámetros eléctricos.
T503 Verificación y autoverificación	Diseño e implementación de los procesos de verificación y autoverificación.
ProgReg	
T700 Gestión de proyectos y versiones	Modelización, diseño e implementación de la gestión de proyectos de programación y sus versiones.
T701 Editor de movimientos sobre mapa y fases	Modelización, diseño e implementación de un editor gráfico para las fases.
T702 Diagrama de Barras mejorado	Diseño e implementación de las mejoras en el diagrama de barras.
T703 Simulador (grupos y movimientos)	Modelización, diseño e implementación de un simulador del funcionamiento del regulador.
T704 Gestión Programación	Modelización, diseño e implementación de la gestión de los datos de programación del regulador.
T705 Informes	Diseño e implementación de las mejoras en el diagrama de barras.
T706 Otros gráficos	Diseño e implementación de la gestión de los distintos tipos de gráficos asociados a la programación.
T707 Editor de demandas	Modelización, diseño e implementación de un editor gráfico para la definición de las demandas.
T708 Guiado de la programación	Modelización, diseño e implementación de un asistente para el guiado en la programación del

	regulador.
T709 Exportación SDCTU	Diseño e implementación de la exportación de los datos del regulador al SDCTU.
T15 DA_Código	Revisión del código. Se comprueba cada uno de los componentes según lo diseñado. Se asegura el cumplimiento de las normas de implementación. Aceptación o corrección del mismo.
T15 DU	Se genera la documentación de usuario de los productos.
T16 DA_DU	Revisión de la DU. Aceptación o corrección del mismo.
T17 PVV/PS	Se genera el Plan de Verificación y Validación con las pruebas del sistema. Estas pruebas completan el PVV/PA generado a partir de los requerimientos. Las pruebas añadidas se extraen de la documentación de diseño y de la documentación de usuario.
T18 DA_PVV/PS	Revisión del PVV/PA. Aceptación o corrección del mismo.
T25 PRUEBAS DE SISTEMA	Se realizan las pruebas de sistema de todos los productos. Estas pruebas son las definidas en el PVV/PS.
T19 DA_DDDS	Revisión de los productos a partir de la información generada en las pruebas. Aceptación o corrección de los mismos.
Fase TRS	Fase de Transferencia del Software. En ella se suministra e instala el producto.
T20 DTS	Elaboración del Documento de Transferencia del Software con la información requerida para instalar los productos.
T21 DA_DTS	Revisión del DTS. Aceptación o corrección del mismo.
Fase OMS	Fase de Operación y Mantenimiento del Software.
T23 DHPS	Generación de la documentación de cierre del proyecto. Análisis y valoración de resultados.
Hardware	
Fase DAH	Fase de diseño de la Arquitectura del Hardware. En ella partiendo del DRU se realiza el primer diseño del hardware, identificando los componentes principales

	que forman los productos.
T31 DDAH	Definición de la arquitectura del hardware y generación del documento que la describe (DDAH).
T32 DA_DDAH	Revisión del DDAH. Aceptación o corrección del mismo.
Fase DDH	Fase de diseño de la Detallado del Hardware. En ella partiendo del Diseño de la Arquitectura del Hardware se amplia y completa el diseño definiendo cada uno de los componentes.
T900 Supervisor	Diseño detallado de la electrónica correspondiente al Módulo Supervisor.
T901 Salidas	Diseño detallado de la electrónica correspondiente al Módulo de Salidas.
T902 Mecánica	Diseño detallado de todos los componentes mecánicos del regulador.
T903 Interfaz Reg CD	Diseño detallado de la electrónica correspondiente al Módulo Supervisor.
T34 CI Supervisor + Salidas	Generación de los circuitos impresos de todos los componentes.
T35 Prototipo	Construcción de un prototipo del regulador.
T39 PVV/PS	Se genera el Plan de Verificación y Validación con las pruebas del sistema para el hardware. Estas pruebas completan el PVV/PA generado a partir de los requerimientos. Las pruebas añadidas se extraen de la documentación de diseño y de la documentación de usuario.
T40 DA_PVV/PS	Revisión del PVV/PA del hardware. Aceptación o corrección del mismo.
T45 PRUEBAS SISTEMA	Se realizan las pruebas de sistema de todos los componentes hardware. Estas pruebas son las definidas en el PVV/PS del hardware.
T46 DA_DDDH	Revisión del diseño hardware. Se comprueba cada uno de los componentes según lo diseñado. Se asegura el cumplimiento de las normas de diseño. Aceptación o corrección del mismo.
T47 DVH	Se genera el documento que define las actividades para la verificación de cada uno de los componentes hardware una vez fabricados por parte del departamento de producción.
T48 DA_DVH	Revisión del DVH. Aceptación o corrección del mismo.
Fase TRH	Fase de Transferencia del Hardware. En ella se transfiere la documentación de diseño y de usuario de cada componente hardware para que puedan ser fabricados, verificados e instalados.

T41 DTH	Elaboración del Documento de Transferencia del Hardware con la información requerida para construir, verificar e instalar los productos.
T42 DA_DTH	Revisión del DTS. Aceptación o corrección del mismo.

En la siguiente tabla se indican los hitos más importantes del proyecto.

Identificador	Mes	Descripción
H01 INICIO DEL PROYECTO	1	Inicio del proyecto con la fase de requerimientos de usuario.
H02 INICIO FASE DAS	6	Inicio de la fase de diseño de la arquitectura del software. En este punto se parte de los requerimientos de usuario para plasmarlos en el diseño inicial.
H03 INICIO FASE DDS	7	Inicio de la fase de diseño detallado del software. En este punto se parte del diseño inicial de la arquitectura para realizar el diseño completo del software, y su codificación.
H04 INICIO FASE TRS	21	Inicio de la fase de transferencia del software. En este punto se dispone del software y se procede a su instalación.
H05 INICIO FASE OMS	21	Inicio de la fase de operación y mantenimiento del software. Explotación de los productos.
H06 INICIO FASE DAH	6	Inicio de la fase de diseño de la arquitectura del hardware. En este punto se parte de los requerimientos de usuario para plasmarlos en el diseño inicial.
H07 INICIO FASE DDH	7	Inicio de la fase de diseño detallado del hardware. En este punto se parte del diseño inicial de la arquitectura para realizar el diseño completo del hardware.
H08 INICIO FASE TRH	13	Inicio de la fase de transferencia del hardware. En este punto se dispone del diseño hardware y se transfiere para su fabricación.
H09 FIN DEL PROYECTO	21	Fin del proyecto.

3. Resultados obtenidos

3.1 Productos del Proyecto

Dentro del proyecto se están modificando o generando los productos indicados en la siguiente tabla.

Producto	Descripción	Estado
REGENT	Nuevo regulador de tráfico. Se dispondrá de un hardware y un software	Se está realizando el desarrollo del software correspondiente al controlador principal. El software del resto de componentes está finalizado a falta de integración y verificación.
NSC	Núcleo de los sistemas de Control. Se incorpora el control del nuevo regulador	Se ha realizado la Modificación del NSC para que integre al RegX. Pendiente de pruebas.
SDCTU	Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano. Se incorpora el control del nuevo regulador	Se ha modificado el SDCTU para que integre al RegX. Pendiente de pruebas.
VisualProg	Programador de Reguladores. Utilidad que permitirá la programación de los reguladores.	Se está desarrollando el VisualProg.
Interfaz Reg CD	Interfaz (hardware+software) de compatibilización con el Regulador CD.	Pendiente de desarrollo. Se está estudiando la necesidad de este subproducto.

A partir de los componentes del REGENT se puede disponer de varios subproductos que pueden independizarse del propio REGENT y utilizarse en otros contextos:

REGENT Main será la unidad central del regulador. Podrá ser reutilizado en hardware y parte del software para desarrollar otro tipo de equipamiento. En el diseño del hardware y del software se está favoreciendo al máximo la reutilización de los componentes por lo que el hardware del REGENT Main y el software de propósito general podrán ser reutilizados para funciones distintas de la regulación de tráfico.

Módulo Supervisor es el encargado de la supervisión independiente del funcionamiento del regulador y tiene capacidad para ejecutar planes de tráfico para caso de avería en el REGENT MAIN. Esta característica le puede permitir su funcionamiento como regulador

de tráfico autónomo con una funcionalidad muy básica. Se dispone así de un regulador de tráfico de muy bajo costo capaz de controlar pequeños cruces, pasos de peatones, etc. Donde se requiere una gestión muy simple.

Módulo Salidas. Realiza el control directo de las lámparas. Puede funcionar como elemento del REGENT o como elemento del Modulo Supervisor autónomo. Es posible su reutilización en otro tipo de equipamiento que requiere un control distribuido de lámparas, señales, etc. Se está estudiando la incorporación de parte del nuevo diseño electrónico en el equipo DRAC (Dispositivo Remoto de Adquisición y Control). De esta forma se puede disponer de DRACs especializado en el control de semáforos.

VisualProg permitirá la programación en un entorno gráfico y guiado del REGENT. Dado que se dispondrá de una versión del REGENT compatible con la actual Norma Tipo V, el ProgReg permitirá realizar la programación de los actuales Reguladores CD y de otros reguladores de otras empresas que cumplan con la norma Tipo V.

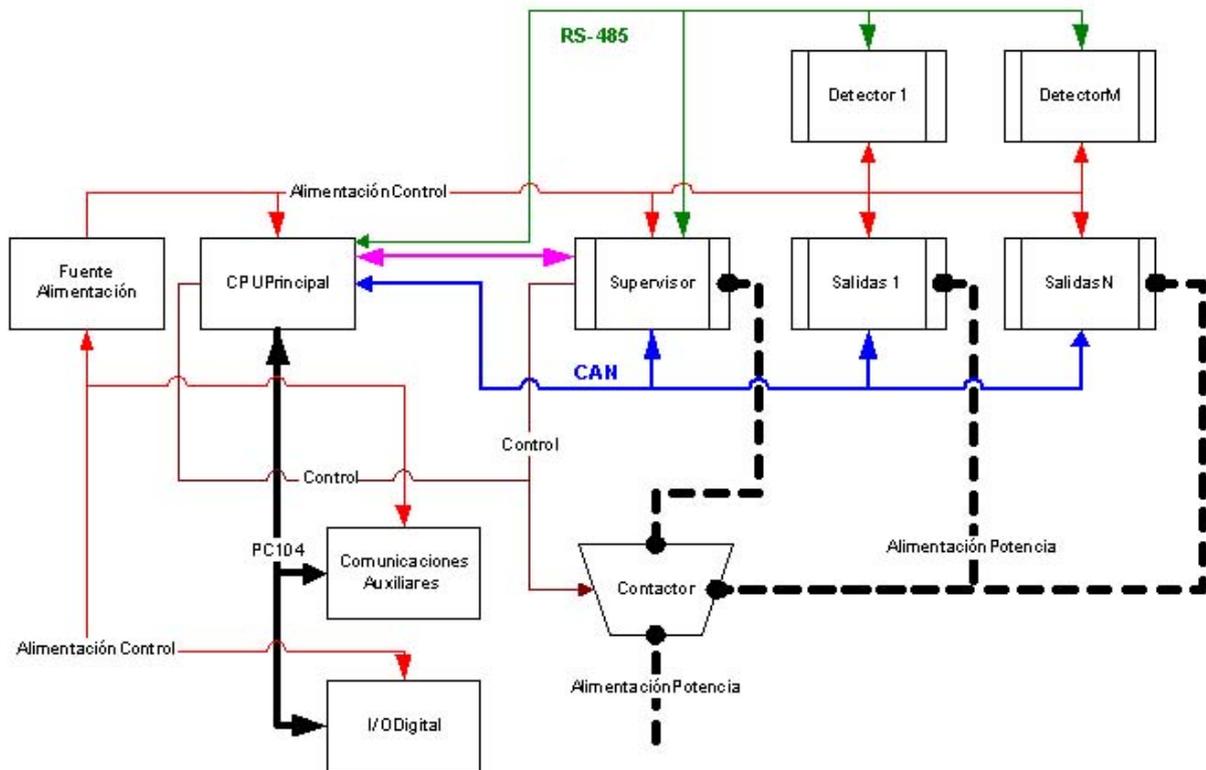
Interfaz Reg CD permitirá aprovechar parte del hardware actual de los reguladores CD. Puede permitir la conexión de un REGENT Main con el hardware del regulador CD para poder disponer de un regulador híbrido REGENT-CD. Con ello se podría dotar de nuevas funcionalidades al numeroso parque actual de reguladores CD instalados en muchísimas ciudades. Se está estudiando la conveniencia de desarrollar este producto.

3.2 Regent

El regulador tiene la arquitectura mostrada en la siguiente figura. Donde se muestran sus principales componentes hardware.

Se pueden distinguir los siguientes elementos Funcionales:

- CPU Principal.
- Módulo Supervisor.
- Tarjetas de Salidas.
- Detectores.
- Fuente de Alimentación.



CPU PRINCIPAL

- Microprocesador con arquitectura Intel.
- Ampliable por bus estándar ISA.
- Placa diseñada para uso industrial.
- Tecnología SMT.
- Comunica con el Supervisor, Tarjetas de Salidas y Detectores.
- Tiene dos buses de comunicaciones locales:
- Bus Primario: exclusivo para tarjetas de salidas. (CAN)
- Bus Secundario: para detectores y otros elementos. (RS-485)
- Comunicaciones con el terminal local por puerto serie o USB.
- Comunicación remota con posibilidad de Ethernet (TCP/IP hasta regulador)
- Control central de la aplicación
- Descarga remota de versiones
- Mantenimiento remoto

SUPERVISOR

- CPU independiente de la principal.
- Comunica con la CPU Principal y Tarjetas de Salidas.

- Vigila incompatibilidades y actúa frente a ellas.
- Vigila y controla el estado del contactor.
- Control autónomo del cruce.
- En ausencia (o fallo) de la CPU principal, mantiene el cruce en:
 - Intermitente.
 - Colores (plan básico).
- Mide: Temperatura, tensión de red, cruce por cero de la tensión de red e incorpora elementos para la sincronización.

TARJETAS DE SALIDAS SEMAFÓRICAS

- Incorpora un μ C por tarjeta.
- Controla 4 grupos semafóricos.
- Comunica en bus serie con CPU principal y Supervisor.
- Bus independiente con protocolo seguro con confirmación de mensajes (Bus industrial CAN)
- Mide continuamente la tensión en las salidas.
- Medición de corriente para cualquier forma de onda.
- Sensado de corriente diferencial por grupo de salida.
- Comprueba el estado de las salidas y notifica anomalías.
- Controla la luminosidad de los semáforos.
- Encendidos en cruce por cero.
- Informa visualmente de averías en las salidas.
- Alternancia entre intermitentes para homogeneizar consumo.
- Potencia máxima por salida: 600w en CA y 100w en CC.
- Las salidas son cortocircuitables en CC.
- Tensiones de funcionamiento:
 - 230V +10% -15% y 115V +10% -15%.
 - Tensión máxima de detección de salida apagada: 50Vca.
- Incorpora inteligencia (controlador digital de señales).
- Medición de potencia mediante muestreo de onda con error inferior al 1% (con calibración previa) e inferior al 3% (sin calibrar).
- Resolución de incompatibilidades en menos de 200ms.

ENTRADAS / SALIDAS ANALÓGICAS Y DIGITALES

- Incorpora 16 detectores de serie.
- Es ampliable hasta 32 detectores.
- Dispone de 2 entradas analógicas.
- Dispone de 8 salidas digitales optoaisladas

NOVEDADES Y MEJORAS

- Mantiene compatibilidad funcional con el CD.
- Aumentada capacidad de proceso y almacenamiento mediante CPU tipo Intel en formato PC-104.
- Uso de circuito impreso multicapa e incorporación de tecnología SMT (híbrido): inmunidad electromagnética.
- Terminal local a través de puerto serie y USB.
- Posibilidad de programación del equipo mediante PDA o similar.
- Comunicaciones vía Ethernet.
- Actualización remota del programa manteniendo el cruce encendido.
- Actuación frente a alarmas de estado diferentes según el color y estado de la salida averiada.
- Calibración: 1 Calibrado en funcionamiento normal del equipo. Calibración independiente por tarjeta, grupo o salida.
- Aumentada capacidad hasta 64 grupos, 64 fases estables, 255 planes locales y 255 cambios de plan.
- Vigilancia de incompatibilidad por un Supervisor independiente (redundancia de seguridad).
- Sincronismo por reloj de precisión (2.5 ppm) o mediante GPS.
- Incorpora μ C en cada tarjeta de salidas (inteligencia distribuida).
- Control de la luminosidad de los semáforos.
- Salidas cortocircuitables para regulador en CC.
- Mejorada la precisión en la medida de potencia.
- Posibilidad de control de salidas en el propio semáforo (control distribuido).
- Paso de los fusibles a bornas seccionables.
- Facilidad en operaciones de mantenimiento: Desconexión rápida, facilidad de sustitución de elementos, etc.

3.3 SDCTU y NSC

El regulador al cumplir con el protocolo normalizado se integra como un regulador normalizado en el NSC y en el SDCTU no distinguiéndose a estos efectos del regulador CD.

Se ha modificado el NSC y el SDCTU para poder integrar el integrar un regulador que implemente al protocolo extendido. Esta funcionalidad no estará disponible hasta que se finalice el software del regulador y se puedan realizar las pruebas.

3.4 Programación del Regulador VisualProg

La utilidad VisualProg permitirá realizar la programación de los reguladores de una forma sencilla e intuitiva. VisualProg esta concebido como una ayuda a la programación y documentación de los reguladores. Inicialmente se concibe para el REGENT pero será extensible a todos los reguladores que cumplan el protocolo normalizado tipo V.

Con VisualProg se podrá confeccionar la programación entera de un regulador de tráfico.

Las posibilidades de inicio podrán ser:

- Sin tener datos de partida
- Partiendo de un fichero de programación completo.
- Partiendo de un fichero de programación incompleto.
- Partiendo de la programación descargada directamente desde el regulador.

Se distinguirán dos modos de funcionamiento:

- manual
- guiado

En modo manual el usuario introducirá los datos en cualquier orden y en el modo guiado se utiliza una plantilla para la inserción de los datos.

También desde VisualProg se podrán visualizar representaciones gráficas de datos y simulaciones de funcionamiento que ayuden al usuario a definir los datos, comprobar su validez o detectar incoherencias.

Además de existir la opción de descargar la programación desde el regulador a un fichero existirá la opción contraria de programar el regulador con los datos del fichero de programación.

Al guardar los últimos datos se podrá distinguir una versión distinta de la programación si el usuario así lo desea.

Se facilitará la creación de versiones distintas así como la comparación de diferencias entre versiones de una misma programación.

Otras funcionalidades auxiliares incorporadas son el registro de modificaciones o anotaciones del usuario así como la generación de informes formateados.

Visualprog mostrará un interfaz gráfico de usuario compuesto por los siguientes elementos:

- Área de Menús

- Área de Botones
- Área de Representación

En el área de Menús el usuario tendrá acceso a los comandos que ofrece la aplicación agrupados en Menús.

En el área de Botones se incluyen los comandos de uso mas frecuente por parte del usuario y que le evitan tener que acceder a través del Menú.

En el área de Representación se muestra un plano del cruce o un mapa de la ciudad y sobre este georeferenciando el cruce correspondiente se podrán utilizar las opciones de inserción de datos gráfica o representación de datos.

En el área de Menús se dispondrá de las siguientes opciones:

- Archivo
- Ver
- Mapa
- Edición
- Ventana
- Registro
- Edición gráfica de datos
- Visualización gráfica de datos
- Programar/Volcar
- Diferencias
- Informes
- Simulacion
- Ayuda
- Fin

4. Fases del proyecto

El proyecto se está desarrollado dentro de lo previsto completándose, hasta el momento, todos los hitos establecidos.

En la parte del hardware se ha realizado el diseño inicial (Fases DAH y DDH) estando en estos momentos evaluándose los primeros prototipos.

En la parte del desarrollo del software del regulador se ha finalizado el software correspondiente a control de salidas y supervisión. Se está desarrollando el software correspondiente al control principal.

En la parte del desarrollo de sal de control se ha realizado la integración en NSC y SDCTU y se está desarrollando la utilidad de programación denominada VisualProg.

5. Documentación Asociada

Los siguientes documentos amplían la información expuesta en los apartados anteriores.

- [D1] DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS DE USUARIO. REGULADOR X. REG X. ETRA I+D Reg X-I+D-01-01.
- [D2] DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL HARDWARE. REGULADOR X. REGX. ETRA I+D RegX-I+D-14-01.
- [D3] DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS DE USUARIO. UTILIDAD DE PROGRAMACIÓN DE REGULADORES. VISUALPROG. ETRA I+D VisualProg-I+D-01-01.