

**UNIDAD OPERATIVA DE CONTROL DE TRÁNSITO**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES - CHILE**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONTROLADORES DE TRÁFICO**  
**TECNOLÓGICO V1.2025**

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Características principales.....	1
1.3	Alcance y justificación de las especificaciones.....	1
1.4	Certificación de los controladores .....	2
2	FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE SINCRONIZACIÓN HORARIA SATELITAL .....	3
3	MODOS DE OPERACIÓN.....	3
3.1	Modo operación control manual .....	3
3.2	Modo operación de llamada de emergencia .....	3
3.3	Modo operación bajo un sistema de control de área .....	3
3.4	Operación modo intermitente .....	8
4	INTERFACES .....	8
4.1	Interfaz al operador.....	8
4.2	Interfaz al controlador .....	14
5	CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD.....	16
5.1	Introducción .....	16
5.2	Seguridad funcional.....	16
5.3	Prevención de indicaciones peligrosas.....	16
5.4	Parámetros de calibración de respaldo .....	17
5.5	Seguridad operacional.....	18
6	MONITOREO DE LA OPERACION.....	18
6.1	Introducción .....	18
6.2	Integridad funcional del sistema de microprocesadores.....	18
6.3	Prueba de indicaciones .....	19
6.4	Monitoreo de fallas en los detectores .....	19
6.5	Prueba de detectores.....	20
6.6	Puntos de prueba .....	20
6.7	Bitácora de fallas .....	20
7	OBJETIVOS DE INGENIERÍA .....	20
7.1	Introducción .....	20
7.2	Tecnología .....	20
7.3	Construcción.....	21
7.4	Confiabilidad .....	21

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Para abordar eficazmente los problemas de movilidad que se presentan en una ciudad, es fundamental considerar una serie de medidas que complementen las soluciones tradicionales. En este sentido, la innovación y el uso de tecnologías avanzadas deben jugar un papel crucial en el diseño de estrategias adecuadas. Es aquí donde los Sistemas Inteligentes en el Transporte (ITS) se vuelven indispensables, ya que permiten gestionar las redes de transporte de manera más segura, coordinada e inteligente. Estos sistemas utilizan una variedad de herramientas tecnológicas que mejoran la eficiencia y seguridad del transporte.

En el contexto actual, y con el propósito específico de enfrentar los problemas de movilidad que se experimentan en Chile, la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), que es un programa bajo la Secretaría de Transportes, ha iniciado un proceso significativo de reestructuración. Esta reestructuración se centra en actualizar y mejorar las especificaciones técnicas de los controladores de tráfico. La UOCT busca no solo modernizar estos dispositivos, sino también optimizar su funcionamiento para responder mejor a las demandas de una red de transporte en constante evolución.

Este proceso de reestructuración implica una revisión exhaustiva de las tecnologías actuales utilizadas en los controladores de tráfico, así como la incorporación de nuevas tecnologías que puedan ofrecer soluciones más eficientes.

En resumen, la combinación de innovación, tecnología avanzada y la reestructuración de sistemas existentes es esencial para abordar los complejos problemas de movilidad urbana. La implementación de Sistemas Inteligentes en el Transporte y la actualización de los controladores de tráfico por parte de la UOCT son pasos importantes hacia la creación de una red de transporte más eficiente y segura en Chile.

A continuación, vamos a encontrar las normas tecnológicas que tendrán que basarse todos los controladores de tráfico que estén o vayan a estar instalados en Chile.

### 1.2 Características principales

Esta sección describe el controlador desde el punto de vista tecnológico, las facilidades necesarias y los diferentes tipos de tecnología que influyen su operación. Todas las características técnicas descritas en este capítulo deben poder agregarse al controlador, a menos que se especifiquen como alternativas. En adelante, estas características se denominarán standard técnico UOCT.

Dentro del standard técnico UOCT encontraremos como puntos principales:

- El protocolo de comunicación con el Centro de Control y sus diferentes modos de operación.
- El protocolo de comunicación con todas sus interfaces de entrada y salidas (pudiendo ser detectores, botoneras peatonales, demandas de emergencia, señales a un controlador adyacente o a una unidad de comunicaciones).

En más detalle, podríamos decir, que las órdenes binarias de los controladores se encapsulan en tramas de información. El formato que se especifica en este capítulo para cada orden define los bytes que forman el campo de información de la trama se denominará protocolo de comunicación.

### 1.3 Alcance y justificación de las especificaciones

Este capítulo engloba las siguientes características técnicas, que ha de cumplir un controlador:

- Modos de Operación.
- Interfaz del Operador.

- Interfaces.
- Consideraciones de Seguridad.
- Monitoreo de la operación.

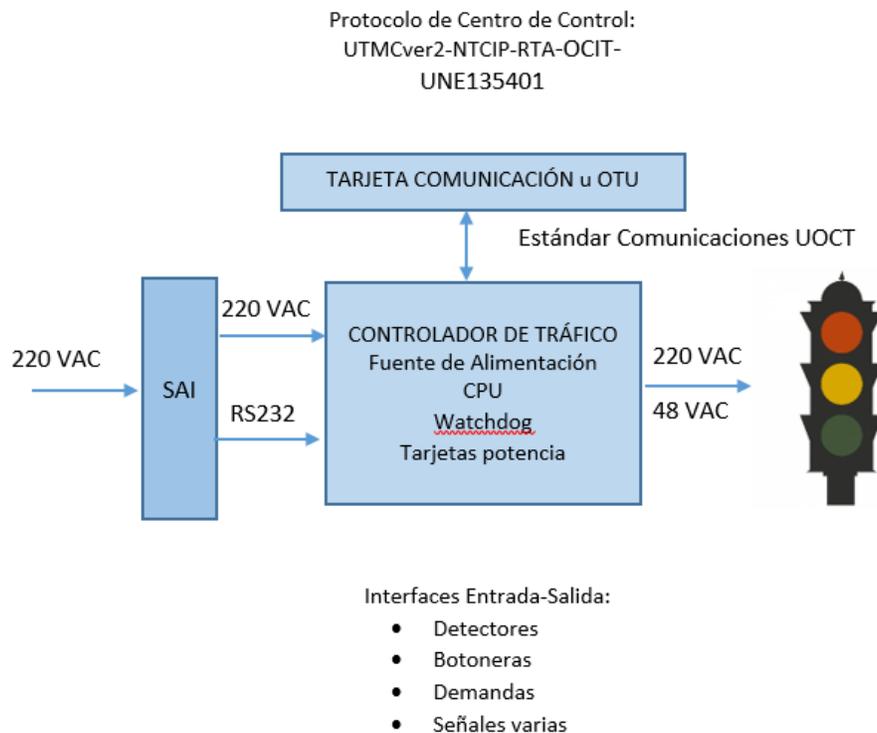
Mediante estas características se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Monitoreo en tiempo real.
- Control y optimización del tráfico.
- Análisis de datos y planificación.
- Coordinación del tránsito.

Resumiendo, el standard técnico UOCT, es un sistema técnico y operativo complejo que integra múltiples tecnologías y procedimientos para gestionar de manera eficiente los controladores de tránsito.

Actualmente en Chile, hay diferentes Centros de Control que no son compatible con el protocolo UOCT, para subsanar este problema encontramos las denominas OTU o tarjetas de comunicación (estas tarjetas pueden estar integradas o ser externas al controlador). La funcionalidad principal de las OTUs es servir como interfaz de comunicación entre los controladores y el centro de gestión de tráfico (no compatible con el standard técnico o tecnológico UOCT).

Como resumen, y generalizando, podemos encontrar el siguiente diagrama de bloques explicativo:



SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)

#### 1.4 Certificación de los controladores

Las presentes especificaciones corresponden a las "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológico" desarrollada por la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT). Ellas contienen todos los requerimientos tecnológicos que deberán cumplirse con el fin de certificar un controlador de tráfico urbano.

## 2 FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE SINCRONIZACIÓN HORARIA SATELITAL

El controlador debe tener incorporado un módulo de software en la lógica del controlador y una antena externa al controlador, este módulo debe incorporar una funcionalidad que permita leer la información de hora satelital, con el propósito de sincronizar el reloj de tiempo real del cual se obtiene la cronometría del controlador, dicha sincronización se debe realizar regularmente a una tasa no mayor de 30 minutos y/o de acuerdo a la cobertura satelital que se presente en el sitio de instalación del controlador, por lo que la antena satelital, debe ser posible instalarla en forma externa en la mejor localización de la instalación del semáforo (mayor cobertura satelital).

## 3 MODOS DE OPERACIÓN

### 3.1 Modo operación control manual

Al ser una funcionalidad pura, podemos encontrar su descripción en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Funcionales”, en el punto 2.7.

### 3.2 Modo operación de llamada de emergencia

#### 3.2.1 Introducción:

Esta facilidad será empleada en intersecciones cercanas a estaciones de bomberos o depósitos de ambulancias, priorizándose de esta forma la circulación de estos vehículos, o se empleará en conjunto con detectores de congestión para evitar el bloqueo de intersecciones.

Esta funcionalidad, está descrita en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Funcionales” en el punto 2.8. En este documento solo se detallan las interfaces.

#### 3.2.2 Interfaces:

- 3.2.2.1 Entrada: Se proveerá de una interfase de entrada para el modo de emergencia según se define en 4.2.2, la que considera las entradas de demanda y cancelación, procesos que serán activados no más de 250 Mseg. después de la transición de '1' a '0'.
- 3.2.2.2 Salida: Se proveerá de una interfase de salida para el modo de emergencia, según se define en 4.2.2, la que indicará el período desde que se recibe una demanda válida para operación en modo de emergencia hasta que se termina esta operación. Además, este período debe ser indicado en el panel de control manual.

### 3.3 Modo operación bajo un sistema de control de área

- 3.3.1 Interfase controlador - unidad de comunicaciones: Las secciones 3.3.2 a 3.3.4 definen las señales de control y respuestas en la interfase entre el controlador y la unidad de comunicaciones. Los correspondientes niveles lógicos se definen como sigue:
  - 3.3.1.1 El estado activo está representado por el nivel lógico '0' y, cuando sea pertinente, corresponderá a un circuito cerrado en las entradas del controlador y a un circuito abierto en las salidas, todo esto para la interfase controlador - unidad de comunicaciones.
  - 3.3.1.2 El estado de reposo o inactivo corresponderá al nivel lógico '1' y, cuando sea pertinente, corresponderá a una condición de circuitos abiertos en las entradas del controlador y a la condición de circuito cerrado en las salidas. Todo esto en la interfase controlador - unidad de comunicaciones.

3.3.1.3 Cuando se emplee una unidad de comunicaciones separada, un cambio en las condiciones presentadas al controlador por la unidad de comunicaciones sólo será aceptada por éste hasta que la nueva condición permanezca durante dos interrogaciones al estado de la interfase. El período entre una interrogación y la siguiente no debe exceder de 0.4 segundos. Las respuestas del controlador a la unidad de comunicaciones serán actualizadas al menos una vez por cada interrogación a las entradas al controlador.

3.3.2 Señales de control originados en el centro de control de área:

Las señales de control son las que se originan externamente al controlador. Estas señales pueden afectar cualquiera de las funciones específicas desde 3.3.3.1 hasta 3.3.3.4 inclusive. Además, se incluye un resumen en 3.3.3.7.

3.3.3 Demandas de fases y bit de demanda de fases:

3.3.3.1 Bit de demanda común (DX): El nivel lógico "0" en el bit DX simulará la operación de los detectores sobre el controlador, en las fases actuadas por vehículos y detectores, a través de simular demandas y/o extensiones para las etapas activas de la fase implementada. Excepcionalmente, se puede solicitar que algunas fases sean excluidas de esta demanda.

3.3.3.2 El bit de demanda común debe ser incluido en todos los controladores a ser empleados en control de área de tránsito y operará si el controlador está en uno de los siguientes modos:

- Control de área de tránsito
- Coordinación sin cables
- Actuación por vehículos

3.3.3.3 Bajo control de área de tránsito el bit DX simulará la operación de detectores asociados con todas las fases que sean clasificadas como dependientes de la demanda.

Bajo otros modos de operación, el bit DX simulará la operación de los detectores de todas las fases y, cuando se especifique, de las demandas de peatones.

3.3.3.3.1 El bit DX no debe inhibir la operación de los detectores, tanto de vehículos como de peatones.

3.3.3.3.2 Para los controladores que operan actuados por vehículos, el bit DX permite activar los períodos máximos de los aspectos verdes, con lo que estos períodos pueden ser verificados, además de comprobarse el orden en que son activadas las diferentes fases (debe preverse las variaciones en los valores detectados generados por el sistema de transmisión de datos).

3.3.3.3.3 Bits de demanda de fases (D1, D2, etc.): donde se especifique, algunas fases pueden ser activadas remotamente, teniendo cada una de ellas un bit que las demanda.

3.3.3.3.4 Inserción de demandas de fases:

3.3.3.3.4.1 Las demandas de fases pueden ser derivadas desde:

- Bits de demandas individuales (DX)
- Bits de demandas de fases (D1, D2, etc.)
- Botoneras peatonales
- Detectores de vehículos

3.3.3.3.4.2 Bajo control de área de tráfico, las fases no cubiertas por las demandas representadas por los bits DX, D1, D2, se comportarán como si se hubiera recibido una demanda simultáneamente con la recibida para otras fases.

- 3.3.3.3.5 Demandas permanentes e instantáneas:
- 3.3.3.3.5.1 Las demandas provenientes del computador (DX, D1, D2, etc.), serán del tipo permanente o instantáneas, según se hayan definido las correspondientes demandas provenientes de los detectores en el documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales”, en el punto 2.4.4.8, con las excepciones que se detallan a continuación.
- 3.3.3.3.5.2 Las demoras definidas para la activación de la fase y su término no son aplicables a las demandas provenientes del computador, por lo que estas demandas serán registradas y activadas tan pronto se reciban y se anularán tan pronto sean removidas por el computador, a no ser que exista una demanda generada por los detectores.
- 3.3.3.3.5.3 Cuando una fase de giro se active solamente si hay demanda por un movimiento conflictivo que se define en el documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales”, en el punto 2.4.4.8, no será sobrepasada por una demanda del computador por la fase que incluye esta etapa de giro.
- 3.3.3.3.6 Implementación de las demandas por derecho de paso provenientes de detectores: Una demanda por una fase puede extenderla o solicitar su activación, de acuerdo con lo señalado en 3.3.3.3.6 y 3.3.3.3.6.2. Adicionalmente, el servicio de las demandas está sujeto a las restricciones del tráfico que se encuentra en el documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales”, en el punto 2.4.5, a la presencia de bits destinados a mantener o activar esa fase (3.3.3.4) y a las restricciones de seguridad mencionadas en 3.3.6.
- 3.3.3.3.6.1 Fases activas: Cuando una fase extensible está activa las demandas que por ella se generen borrarán el contador de tiempo, el cual empezará a contar desde el momento en que se desactive la demanda. En el caso en que el tiempo máximo permitido para esa fase haya terminado, el controlador deberá implementar la siguiente fase, y las demandas serán tratadas según se indica en 3.3.3.3.8. Sólo se considerarán los períodos máximos de los movimientos que no tienen derecho de paso en la próxima fase.
- 3.3.3.3.6.2 Fases inactivas: La activación de un detector que solicite una fase que no esté activa, establecerá una demanda por dicha fase.
- 3.3.3.3.6.3 El bit de demanda DX provocará que cada una de las fases por él referidas será activadas hasta su duración máxima. La presencia continua de este bit hará que el controlador implemente las fases referidas en forma cíclica.
- 3.3.3.3.7 Tanto el bit DX como los bits D1, D2, etc. no deben influenciar el monitor de falla de detectores.
- 3.3.3.4 Bits de demanda imperativa (F1, F2, etc.):
- 3.3.3.4.1 Activar o mantener una fase:
- El nivel lógico "0" obligará al controlador a implementar la fase referida o a mantenerla sujeta tanto a las condiciones siguientes como a las de 3.3.6.
- 3.3.3.4.1.1 El controlador debe activar la modalidad de control de área en los 400 milisegundos después de aceptar un bit F, y en la ausencia de dicho bit, el controlador volverá en el mismo período al modo de operación de respaldo. Este período se contabilizará en forma adicional al necesario para asegurar que la información es válida (3.3.1.3)
- 3.3.3.4.1.2 El cambio a la fase solicitada se considerará una vez que hayan finalizado los períodos mínimos de seguridad y las secuencias permitidas de fases.
- 3.3.3.4.2 El fabricante podrá asignar una función a implementar en el caso de activarse más de un bit F en el nivel "0".

3.3.3.5 Bit de selección de modo de respaldo (FM)

- 3.3.3.5.1 Se puede solicitar emplear el bit FM para seleccionar el tipo de operación de respaldo.
- 3.3.3.5.2 En el evento que el controlador no esté como control de área, la condición "0" hará que éste seleccione la modalidad de operación actuada por vehículos como el modo preferido de respaldo.
- 3.3.3.5.3 Análogamente, la condición "1" seleccionará el modo de operación de coordinación sin cables como modo de respaldo.
- 3.3.3.6 Bits de activación de señales (S1, S2): La condición "0" activará la energización de una señal de tránsito.
- 3.3.3.6.1 En el caso de una unidad de comunicaciones integrada, esta acción será implementada por el microprocesador.
- 3.3.3.6.2 Puede solicitarse que esta activación sólo se implemente en el comienzo de una fase específica.
- 3.3.3.6.3 La activación de las señales de tránsito puede efectuarse empleando un dispositivo del mismo tipo del que se utiliza para los aspectos del semáforo.

3.3.4 Señales de respuesta:

El controlador deberá activar las señales de respuesta pertinentes a la unidad de comunicaciones independiente para indicar cualquiera de los estados especificados en 3.3.4.1. hasta 3.3.4.4. Estas señales se emplearán en todos los modos de operación. Los niveles "0" y "1" están definidos en 3.3.1. Una lista completa de los códigos de cada bit está definida en 3.3.7.2.

- 3.3.4.1 Monitor de falla de detectores (DF): El nivel "0" debe activarse para señalar una falla en los detectores (6.4.1).
- 3.3.4.2 Confirmación de fases (G1, G2, etc.):
  - 3.3.4.2.1 El nivel "0" indicará la fase activa.
  - 3.3.4.2.2 Confirmación simultánea de fases: El nivel "0" activado simultáneamente para las fases 1 y 2 indicará al menos uno de los siguientes eventos:
  - 3.3.4.2.3 Se ha desconectado la energía a los aspectos del semáforo debido a la operación del interruptor de aspectos.
  - 3.3.4.2.4 El controlador está sin energía (en este caso todos los bits de respuesta son "0" y sólo se aplica cuando se emplea una unidad de comunicaciones dependiente)
  - 3.3.4.2.5 Una falla en el controlador, la cual ha provocado la desenergización de los aspectos del semáforo.
  - 3.3.4.2.6 Se está operando (o se ha solicitado) el modo de control manual.
- 3.3.4.3 Confirmación de modo de respaldo (FC): La condición "0" se presentará para indicar que el modo de operación de respaldo seleccionado por la señal FM es la de actuado por vehículos (3.3.3.5.2).
- 3.3.4.4 Confirmación de activación de señales (SC1, SC2): La condición "0" se empleará para indicar que un conjunto de señales en particular ha sido activado por las señales S1 o S2 (3.3.3.6)
- 3.3.4.5 Confirmación de operación de emergencia (HC): La condición "0" se empleará para indicar que se ha solicitado la modalidad de operación de emergencia (3.2.2.2).

3.3.5 Señales a incorporar de control y sus respuestas:

- 3.3.5.1 Semáforo peatonal: La unidad de comunicaciones independiente debe poder presentar señales de control y recibir las respuestas a un semáforo peatonal remoto, según se señala en el documento de "Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico –Funcionales", en el punto 2.9.2.6 y 2.10.
- 3.3.5.1.1 Las señales de control deben actuar según se especifica en 3.3.5.1.1.1 y 3.3.5.1.1.2.

- 3.3.5.1.1.1 Bit de mantener la fase vehicular (PV): El nivel "0" evitará la aparición de la fase peatonal. Todas las demandas peatonales recibidas serán almacenadas y consideradas cuando el bit PV se desactive.
- 3.3.5.1.1.2 Bit de demanda peatonal (PX): El nivel "0" simulará la activación de una botonera peatonal.
- 3.3.5.1.1.3 Confirmación de fase vehicular (GX): Debe ser posible que el controlador del semáforo peatonal, vía una señal de respuesta, cuándo se concede derecho de paso a los vehículos.
- 3.3.5.1.2 En caso de emplearse una unidad de comunicaciones integrada, el controlador será el encargado de implementar la interfase definida en 3.3.5.1.1.1 y 3.3.5.1.1.2.
- 3.3.5.2 Bit de anulación de detector solar (SO): La activación de esta opción (nivel "0") evitará la disminución de la luminosidad de los aspectos del semáforo provocada por la acción del detector solar.
- 3.3.5.3 Señal de sincronización para coordinación sin cables (TS): Se proveerá una interfase que al recibir una señal externa (señal de sincronismo), correspondiente en los niveles consecutivos "0,1,0", recibidos en tres ciclos de transmisión de mensajes, causará que se implemente, en el segundo siguiente a la transición de "1" a "0", el plan activo a partir del grupo 1.
- 3.3.5.4 Bit de confirmación del sincronismo (CS): El controlador indicará el estado de sincronismo llevado al nivel "0" la señal de respuesta y manteniendo ese nivel por 5 segundos  $\pm$  1 segundo.
- 3.3.5.5 Bit indicador de grupo 1 (GP1): El nivel "0" en esta señal indicará que el primer grupo está activado.
- 3.3.5.6 Bits de demandas por fases (SD1, SD2, etc.): Se puede solicitar la provisión de los bits SD, los cuales indicarán la presencia de una demanda para cada una de las fases cuya activación depende de la demanda. Este bit mantendrá el nivel "0" mientras exista una demanda (ver 3.3.3.5.1 y 3.3.3.5.2).
- 3.3.5.7 Bits de modo de control manual (MC): El nivel "0" será presentado por el controlador para indicar que se está operando bajo control manual (3.3.4.2.6).

3.3.6 Seguridad de la operación:

Ninguna señal, combinación o secuencia de señales podrá modificar la duración de un período de verde mínimo o de un entreverde.

3.3.7 Resumen de señales

3.3.7.1 Señales de control:

DX	Bit de demanda común
D1, D2, etc.	Bits de demanda
independiente F1, F2 imperativa	Bits de demanda
FM	Selector de modo de respaldo
S1, S2	Bits de control de señales de tránsito
TS	Señales de sincronización
SO	Señal de anulación de detector solar

3.3.7.2 Señales de respuesta:

DF	Señal de falla de
detectores G1, G2, etc.	Señal de
confirmación de fases	
FC	Señal de confirmación de modo de respaldo
SC1, SC2	Confirmación de activación de señales de
tránsito HC	Confirmación de operación de modo de
emergencia	
GP1	Confirmación de activación

del grupo 1 SD1, SD2, etc. fases	Indicación de demandas por
CS	Confirmación de sincronización
MC	Modo de control manual

### 3.4 Operación modo intermitente

La forma de implementar este modo será por tabla horaria, por una entrada física o mediante el bit FL proveniente de la interfase paralela del sistema control.

## 4 INTERFACES

### 4.1 Interfaz al operador

#### 4.1.1 Introducción:

Esta sección detalla los controles e indicaciones que deben proveerse en el controlador para ser empleados por un operador. En general, permitirá operar en modo manual los controles e indicaciones necesarias para verificar la integridad operacional del controlador.

Con el fin de asegurar dicha integridad, se proveerán diferentes niveles de acceso, los cuales están en concordancia con las necesidades y entrenamiento del personal autorizado.

#### 4.1.1.1 Los niveles de acceso son:

- Nivel 1: Policía u otro personal autorizado
- Nivel 1 y 2: Ingeniero de tránsito
- Nivel 1, 2, y 3: Ingeniero de tránsito y personal de mantenimiento

Cabe señalar que en los primeros tres niveles de acceso no es posible cambiar la información que define la estructura de la intersección, el diseño de fases, entreverdes mínimos, verdes mínimos, duración de amarillo y otros datos relevantes que definen las características de la configuración operacional de la intersección. Asimismo, no es posible modificar o cambiar la información del programa fuente o firmware del controlador. Estos cambios involucran la reprogramación de las memorias del tipo no-volátil y/o la alteración de la matriz de conflictos, los cuales son efectuados por medio de las acciones definidas para los niveles 4 y 5.

4.1.1.2 El nivel 4 está reservado a la información relevante o la configuración operacional de la intersección, parámetros que no se pueden temporizar y que, por razones de seguridad, deben ser almacenadas en memoria no volátil, y cuyo acceso no debe ser posible desde el panel, notebook o terminal del operador. El ingreso de información de datos a la configuración se debe realizar en forma externa al controlador.

4.1.1.3 El nivel 5 está reservado a los cambios en el programa fuente del microprocesador o firmware, parámetros que por razones de seguridad deben ser programados en memoria no-volátil y cuyo acceso no debe ser posible desde el panel, notebook, o interfase del operador. Estos cambios al programa fuente solo se podrán efectuar con el fin de introducir prestaciones no cubiertas y requieren la autorización de la UOCT, previo a lo cual se realizarán las pruebas contemplados en el protocolo de pruebas del nuevo software instalado.

#### 4.1.2 Acceso al nivel 1:

Los controles e indicaciones asociados con el primer nivel deben ser montados en un panel manual. Debe proveerse controles separados para cada función y para cada indicación, con excepción del indicador de fase activa, el que puede implementarse con un indicador numérico único. Los elementos a ser incluidos en el panel son los siguientes:

**TABLA 1**

**NIVEL 1**

<b>CONTROLES</b>	<b>COMENTARIOS</b>
a. Interruptor de desenergización de aspectos b. Selector de modo de operación c. Selector de fases d. Prueba de indicadores	Ver 3.1.1.2  Ver 3.1.1.1 Ver 3.1.1.3 y 3.1.1.4 Ver 6.3.1
<b>INDICACIONES</b>	
e. Fase activa f. Controlador libre para implementar demandas por otra fase g. Selección de una secuencia de fases prohibida h. Modo de operación de mayor prioridad en operación, punto 2.3.2 del documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales”, y punto 3.2.2.2 en este documento.	Su activación indica que los períodos mínimos han transcurrido Permite seleccionar otra fase

4.1.3 Acceso a niveles 2 y 3:

El acceso a los niveles 2 y 3 debe efectuarse empleando llaves diferentes a la utilizada para acceder al nivel 1 u otro método aprobado. Los controles e indicaciones de este nivel serán activadas empleando un terminal de ingeniero o notebook o por controles e indicadores asociados a la electrónica del controlador.

El terminal de ingeniero o notebook sólo debe permitir el acceso y modificar la información indicada en la Tabla 2. Un asterisco en dicha tabla señala los parámetros que corresponden al nivel 3.

Los interruptores o botones del terminal pueden ser definidos como de propósitos múltiples.

Todos los valores ingresados o mostrados deben ser presentados en base 10.

**TABLA 2**

PARÁMETROS ACCESADOS EMPLEANDO UN TERMINAL	
1. Períodos	
- Duración mínima de una fase	*
- Duración máxima de una etapa	*
- Extensiones	*
- Entreverdes	*
- Demora inicial	*
- Sin aceptar demandas peatonales	*
2. Detectores	
- Demora inicial	*
- Retardo de desactivación	*
3. Período asociado con operación de emergencia	
- Duración	*
- Demora	*
- Desactivación	*
4. Todos los valores almacenados en el reloj maestro, incluyendo la posibilidad de avanzar/atrasar el reloj una hora, debido a los cambios de horario de invierno.	
5. Control	
- Inserción de demandas por fases	
- Inserción de demandas por extensión de fases	
- Inhibir detectores que se encuentra en el documento de "Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales", en el punto 2.4.4.5.	*
6. Bitácora de fallas (6.7.)	
7. Monitor de fallas de detectores	

4.1.4 Cada controlador debe permitir la conexión de un terminal según la siguiente descripción:

4.1.5 El terminal debe presentar una línea de información, que indicará el parámetro seleccionado y la instrucción.

4.1.6 La interfase debe corresponder a EIA - RS232C, CCITT V24 Y V28.

4.1.7 Los conectores deben ser:

Controlador CANNON DP25 s o equivalente

Terminal CANNON DP25 p o equivalente

4.1.8 Los contactos del conector tendrán la siguiente asignación: Contacto:

1. Tierra de protección
2. Datos transmitidos
3. Datos recibidos por el terminal o controlador
4. Solicitud de transmitir del terminal
5. Aceptación de transmitir por el controlador
6. Información lista

- 7. Tierra de la señal
- 8. Fuente + 5V \*
- 9. Fuente + 5V \*
- 10. Tierra
- 11. Tierra
- 12. Terminal libre

\* La fuente de + 5V debe ser una fuente con protecciones e independiente de la fuente del procesador. Su tolerancia es de +- 5% y la corriente máxima de 1,5A.

4.1.9 Formato de un byte:

El formato de un byte es el siguiente:

**TABLA 3**

1	2	3	4	5	6	7	PARIDAD	DETENCIÓN
Partida dígito menos significativo						Dígito más significativo	Par	Un bit

4.1.10 Velocidad de transmisión:

La velocidad mínima de transmisión es de 300 baudios, recomendándose 1.200 baudios.

4.1.11 Modo de transmisión:

El modo de transmisión debe ser bidireccional (FULL DUPLEX)

4.1.12 Caracteres:

Los caracteres a ser empleados son los definidos según ASCII y especificados en ECMA, 6 de agosto de 1973, versión internacional de referencia. El controlador deberá considerar los caracteres a....z como A....Z.

4.1.13 Abreviaturas:

Las abreviaturas a ser usadas están definidas en las Tablas 4 a 12 y han sido todas definidas como comandos (C) es decir, que deben ser obligatoriamente implementadas o (R) es decir, aquellas definidas como recomendables.

Las abreviaturas definidas no pueden ser empleadas con otro propósito.

**TABLA 4**

PARAMETROS DE ETAPAS	C ó R	FUNCIÓN
EXT	C	Extensiones
MAX	C	Duración máxima
MIN	C	Duración mínima
RED	C	Rojo simultáneo
MAX	C	Máximos alternativos
PIR	R	Período de no activación de etapas peatonales.
REX	C	Extensión de rojo simultáneo.

**TABLA 5**

RELOJ	C ó R	FUNCIÓN
BST	C	Cambio de horario: 0 Sin cambio 1 Avanzar 1 hora 2 Retardar 1 hora
DAT	C	Tiempo total
DAY	C	Día
HRS	C	Horas
MNS	C	Minutos
MTH	C	Mes
SEC	C	Segundos
TOD	C	Hora del día
SAT	C	Sábado
SUN	C	Domingo
MON	C	Lunes
TUE	C	Martes
WED	C	Miércoles
THU	C	Jueves
FRI	C	Viernes

**TABLA 6**

DETECTORES	C ó R	FUNCIÓN
DET	C	Detector en uso
DOS	C	Detector activado 0 Sin activar 1 Activado
SOS	C	Inicializar el estado operacional del detector: 0 Operación normal 1 En uso 2 Desconectado

**TABLA 7**

AS DE ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN DE DETECTORES	C ó R	FUNCIÓN
DLC	C	Demora inicial de activación
DCN	C	Demora de desactivación

**TABLA 8**

ENTREVERDES	C ó R	FUNCIÓN
IGN	C	Entreverde
DPG	C	Demora inicial en activar una etapa.
DPL	C	Demora en desactivar una etapa

**TABLA 9**

EMERGENCIAS	C ó R	FUNCIÓN
DHC	C	Demora en activar la operación de emergencia.
HHC	C	Período de mantenimiento de la fase solicitada.
PHC	C	Período durante el cual se ignorará otra demanda por operación de emergencia.

**TABLA 10**

PARÁMETROS DEL RELOJ MAESTRO	C ó R	FUNCION
GRP	C	Parámetros de grupos.
PLN	C	Parámetros de planes.
TMT	C	Parámetros de tabla de eventos.
INF	C	Definición de influencias.
CPL	C	Número de plan activo.
CGR	C	Número de grupo activo
CGT	C	Reloj de grupos
SGT	C	Sincronismo del reloj de grupos
TAM	C	Horario de introducción de duraciones Máximas alternativas de aspectos verdes.

**TABLA 11**

BITÁCORA DE FALLAS	C ó R	FUNCIÓN
RFL	C	Borrar bitácora de fallas.
RDF	C	Borrar fallas de detectores.
DFL	C	Mostrar bitácora de fallas.
ADF	C	Aceptación de fallas de detectores.
DFD	C	Período para asumir fallas de detectores.

**TABLA 12**

MODO DE OPERACION	C ó R	FUNCION
FXT	C	Tiempo fijo.
HUR	C	Emergencia.
MAN	C	Manual.
UTC	C	Computador Central.
VAC	C	Actuado por vehículos.
MOD	C	Modo de operación activo.
MTO	C	Período de desconexión de modo manual.

## 4.2 Interfaz al controlador

### 4.2.1 Introducción:

4.2.1.1 Todas las interfaces de entrada y salida del controlador, incluyendo detectores y botoneras peatonales, demandas por operación en modo de emergencia, señales a un controlador adyacente o a una unidad de comunicaciones, deben cumplir con los requisitos definidos en este capítulo.

4.2.1.2 La longitud de cualquier cable conectado a las interfaces no debe exceder de 250 metros, aceptándose hasta 400 metros para las conexiones a una unidad de comunicaciones. De esto se excluyen las líneas telefónicas.

### 4.2.2 Interfase de 16 bits de entrada al controlador de tipo paralelo.

4.2.2.1 La interfase de 4.2.2 recibe señales desde:

4.2.2.1.1 Una unidad de comunicaciones independiente.

4.2.2.1.2 El equipo de detección, incluyendo botoneras peatonales.

4.2.2.1.3 Una caja de control adyacente y llamadas de emergencia.

4.2.2.2 Interfase entre el controlador y una unidad de comunicación independiente.

4.2.2.2.1 Cada señal de entrada será conmutada por medio de un relé aislado localizado en la unidad de comunicaciones.

4.2.2.2.2 Debe proveerse una línea exclusiva de retorno por cada señal de control.

4.2.2.2.3 Se asumirá un nivel lógico "0" cuando la resistencia entre los terminales del controlador sea 250 Ohm o menos (típicamente, la resistencia de 400 metros de cable de cobre de un diámetro de 0,5 mm<sup>2</sup> en serie con una resistencia de protección de 180 Ohm).

4.2.2.2.4 El nivel lógico "1" se asumirá cuando la resistencia sobre los terminales de entrada sea no menor que 100 K Ohm.

4.2.2.3 Entradas desde el equipo de detección:

4.2.2.3.1 La unidad de detección debe estar conectada utilizando una línea de retorno, lo que no es necesario que sea independiente para cada unidad de detección.

4.2.2.3.2 Cuando la entrada tenga polaridad, el terminal de entrada deberá estar claramente marcada señalando esta condición.

4.2.2.4 Entradas desde una caja de control:

4.2.2.4.1 Las señales de entrada serán conmutadas por un juego de contactos aislados en la caja de control.

4.2.2.4.2 Se proveerá una línea de retorno exclusiva para cada señal de la caja de control.

4.2.2.4.3 Las entradas desde la caja de control deben cumplir los requerimientos de 4.2.2.2.3 y 4.2.2.2.4.

4.2.2.5 Requerimientos generales: Las entradas del controlador asociadas con una unidad de comunicaciones, detectores (excluyendo detectores para medir velocidades), controladores remotos o cajas de control (4.2.2.2.2, 4.2.2.2.3 y 4.2.2.2.4) deben cumplir los requerimientos de 4.2.2.5.1 hasta 4.2.2.5.8

4.2.2.5.1 Con excepción de cuando se señala, las entradas deben ser interrogadas cada 40 milisegundos, al menos.

4.2.2.5.2 La tensión de circuito abierto aplicada por el controlador en los terminales de entrada no debe exceder de 50 V DC.

4.2.2.5.3 La corriente de corto-circuito en los terminales de entrada no debe exceder de 50 mili amperes DC.

4.2.2.5.4 El producto de la corriente y la tensión de 4.2.2.5.2 y 4.2.2.5.3 no debe exceder de 2 W.

- 4.2.2.5.5 En el evento que los terminales de entrada sean corto-circuitos entre sí, o a tierra, no se debe producir ningún daño a las componentes, y la potencia definida en 4.2.2.5.4 no debe ser excedida.
- 4.2.2.5.6 Los terminales de entrada conectados a equipos externos al controlador, empleando para ello cables que además sean utilizados con líneas de energía, deberán ser probadas aplicándoles 250 V RMS a 50 Hz a cada par de estos terminales, lo que no debe producir daños al controlador, con excepción de los circuitos de entrada bajo prueba, pero no de los otros circuitos de entrada.
- 4.2.2.5.7 Cuando se empleen relés como dispositivos de entrada, normalmente serán energizados desde una fuente de poder independiente a la de la lógica del controlador, podrá emplearse fuentes de energía común cuando se compruebe una inmunidad razonable al ruido, interferencia y fallas.
- 4.2.2.5.8 Cuando se utilicen relés, deberán estar provistos de un diodo en paralelo con cada bobinado. Los relés deben tener una vida útil (mecánica) mayor que 100 millones de operaciones
- 4.2.3 Interfase de 16 bits de salida paralela (desde un controlador):
  - 4.2.3.1 Todas las salidas de datos en paralelo del controlador serán en forma de contactos aislados o la alternativa de estado sólido especificada en las secciones pertinentes de las siguientes cláusulas.
  - 4.2.3.2 Las señales desde el controlador a una unidad de comunicaciones separada serán conmutadas por contactos aislados en el controlador, debiendo proveerse de una línea de retorno exclusiva para cada señal.
  - 4.2.3.3 Si el dispositivo de salida del controlador tiene polaridad deberá ser claramente marcada en el conector. Se proveerá de un medio para proteger este dispositivo contra una inversión accidental de la polaridad.
  - 4.2.3.4 El nivel lógico "1" de los terminales de salida estará representado, para la modalidad de contacto aislado, por una resistencia no mayor de 180 Ohm y una capacidad de corriente de 50 mA. La salida de estado sólido debe permitir la circulación de una corriente de, al menos, 50 mA con una caída de tensión no superior a 2.5 V.
  - 4.2.3.5 El nivel lógico "0" estará representado por una resistencia mayor que 100 K Ohm, debiendo permitirse una tensión continua de hasta 75 V.
  - 4.2.3.6 Las señales de salida generadas por el controlador deben permanecer, al menos, 50 milisegundos.
  - 4.2.3.7 Los terminales de salida conectados a equipos externos al controlador cuya conexión sea a través de cables que además sean utilizados con líneas de energía, deberán ser probados aplicándoles 250 V RMS a 50 Hz sobre cada par de estos terminales, lo cual no debe producir daños al controlador. Se exceptúa los circuitos de salida bajo prueba, pero no a otras salidas.
  - 4.2.3.8 Cuando se empleen relés, deberán tener una vida útil mecánica mayor que 100 millones de operaciones.
- 4.2.4 Interfase de datos tipo serie:
  - 4.2.4.1 Introducción: Cuando se requiere que el controlador sea directamente conectable a la red de transmisión de datos, es decir, cuando se emplee una unidad de comunicaciones integrada con la lógica del controlador, se utilizará una interfase de datos serie, la que debe cumplir los siguientes requerimientos.
  - 4.2.4.2 El equipo a ser conectado a las líneas telefónicas deberá cumplir las especificaciones técnicas exigibles legalmente.
  - 4.2.4.3 Todo el equipo a ser conectado a las líneas telefónicas deberá ser aprobado previamente por la compañía telefónica pertinente.
  - 4.2.4.4 El sistema de transmisión de datos debe ser capaz de operar sobre dos hilos.
  - 4.2.4.5 Las características del sistema de transmisión de datos serán materia de otra especificación.

4.2.4.6 Los bobinados de línea del transformador de línea empleados en esta interfase, deben ser diseñados para conducir 7 mA con una tensión máxima de 50 V DC.

## **5 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD**

### **5.1 Introducción**

Para los propósitos de esta especificación, la seguridad es considerada, por su incidencia, en las siguientes dos subdivisiones:

#### **5.1.1 Seguridad funcional:**

Significa asegurar el tránsito de los movimientos involucrados, tanto vehiculares como peatonales, sin riesgos producidos por fallas en el equipo.

#### **5.1.2 Seguridad operacional:**

Significa asegurar la protección, tanto de las personas adyacentes al equipo como del suministro eléctrico, frente a las fallas que se produzcan.

### **5.2 Seguridad funcional**

5.2.1 Con el fin de precaver la seguridad funcional durante operación normal, bajo fallas u operando bajo control manual, el controlador no debe permitir la activación de aspectos verdes conflictivos. El método para evitar esta situación se describe en el párrafo 5.3.

### **5.3 Prevención de indicaciones peligrosas**

#### **5.3.1 Prevención de aspectos verdes conflictivos:**

Todos los controladores deben estar equipados con los dispositivos necesarios para prevenir el energizado continuo de aspectos verdes que provean derecho de paso a movimientos conflictivos.

#### **5.3.2 Monitor de conflictos:**

5.3.2.1 El monitor de conflictos incluirá lo siguiente:

5.3.2.1.1 Dos sensores de tensión instalados en la salida de cada dispositivo de conmutación e aspectos verdes.

5.3.2.1.2 Un circuito que comprobará la relación entre las salidas de los dos sensores de tensión en 5.3.2.1.1 para cada conmutador que incluya aspectos verdes.

5.3.2.1.3 Un método para precaver que los aspectos energizados, según se ha detectado por el sistema definido en 5.3.2.1.2, es equivalente al solicitado por el procesador.

5.3.2.1.4 La capacidad, en el evento de una falla detectada por el circuito 5.3.2.1.2 o por 5.3.2.1.3, de iniciar el proceso de desenergizar los aspectos del semáforo.

5.3.2.1.5 Un circuito detector de conflictos totalmente independiente del procesador principal y que, ante una detección de conflictos, debe iniciar el proceso de desenergizar los aspectos del semáforo.

5.3.2.2 La desenergización de los aspectos se efectuará empleando dos contactores, uno controlado por el procesador y el otro por el monitor de conflictos independiente.

5.3.2.2.1 Los contactores estarán normalmente activados y se desconectarán en caso de conflicto.

5.3.2.2.2 Cada monitor de conflictos debe poder desactivar ambos contactores.

- 5.3.2.3 Durante operación normal, el procesador validará continuamente el desempeño del monitor de conflictos independiente, hasta la línea de desactivación del contactor.
- 5.3.2.3.1 La técnica empleada no debe basarse en la aplicación de tensiones de prueba, pero debe asegurar que todos los conflictos son comprobados en 120 segundos. Sólo es necesario comprobar los conflictos posibles con respecto a los movimientos que poseen derecho de paso.
- 5.3.2.3.2 En caso que el procesador detecte un conflicto, deberá iniciar el proceso de desenergización de los aspectos del semáforo.
- 5.3.2.4 El método de prueba de conflictos debe asegurar que ningún conflicto esté presente por más de 500 mseg.
- 5.3.3 Sensores de tensión:

Los aspectos verdes del semáforo serán monitoreados por sensores de tensión. El circuito deberá detectar si una tensión alterna excede un nivel umbral en el rango de 58 - 68 V RMS (con una tensión de línea de 220 V).

- 5.3.4 Registro de parámetros de la instalación:
  - 5.3.4.1 La información relativa a la configuración de la intersección y otras constantes, son almacenados en memoria no-volátil.
  - 5.3.4.2 La información definida en 5.3.4.1 sólo debe ser modificable empleando los métodos definidos para el nivel 4 (1.7.1.2).
  - 5.3.4.3 La información descrita en 5.3.4.1 sólo debe ser analizada repetidamente, empleando para ello técnicas de validación basadas en la suma de bytes (6.2.1.5, 6.2.1.6).
- 5.3.5 Programa de operación del controlador:
  - 5.3.5.1 El programa de operación del controlador debe estar almacenado en memorias del tipo no-volátil.
  - 5.3.5.2 El programa de operación del controlador sólo puede ser modificado por las acciones definidas según el nivel 5 (4.1.1.3).
  - 5.3.5.3 La integridad del programa de operación debe ser repetidamente verificada empleando para ello técnicas de validación basadas en la suma de bytes (6.2.1.5 y 6.2.1.6).

#### **5.4 Parámetros de calibración de respaldo**

- 5.4.1 El controlador debe tener almacenado en memoria no-volátil sólo un conjunto de parámetros de calibración temporizables, por lo que no debe ser posible tener acceso a la estructura que define el diseño de fases.
- 5.4.2 El controlador sólo operará en base a estos parámetros de calibración almacenados en memoria modificable, y definidos en tabla 3, por lo que deberá ser posible transferir los parámetros definidos en 5.4.1 en el caso que sea necesario operar con ellos.
- 5.4.3 En caso que el sistema descrito en 6.2.2 detecte un deterioro de la información representada por los parámetros de calibración en uso, se seguirá operando en base a los parámetros de calibración en uso, se seguirá operando en base a los parámetros definidos en 5.4.1, debiendo hacerse la respectiva anotación en la bitácora de fallas.
- 5.4.4 Se permitirá que el operador del controlador modifique los parámetros de calibración en uso, pudiéndose de esta forma efectuar las correcciones que sean necesarias en terreno. Estos cambios pueden ser incorporados en memoria no volátil, empleando los métodos definidos para el nivel 4.

- 5.4.5 Existirá un área de trabajo en la cual el operador ingresará los cambios a los parámetros de calibración en uso. Una vez completado este proceso los nuevos parámetros serán transferidos a la memoria, en conjunto con los valores necesarios para efectuar las pruebas de integridad de la información.

## **5.5 Seguridad operacional**

- 5.5.1 El equipo debe cumplir con todas las regulaciones eléctricas pertinentes y los requisitos adicionales especificados en la totalidad en el documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Eléctricas”, con el fin de precaver la seguridad de operación.

## **6 MONITOREO DE LA OPERACION**

### **6.1 Introducción**

Esta sección describe los dispositivos y procedimientos que son empleados para verificar la integridad funcional del controlador y apoyar al personal de mantenimiento a determinar el origen de las fallas. Estos dispositivos están orientados principalmente al operador y pueden separarse en las siguientes categorías:

- 6.1.1 Dispositivos para asegurar la integridad funcional del sistema de microprocesadores.
- 6.1.2 Dispositivos para asegurar la integridad funcional del equipo periférico al sistema de microprocesadores.
- 6.1.3 Dispositivos para recolectar información relevante con el fin de ayudar al diagnóstico de las fallas.

### **6.2 Integridad funcional del sistema de microprocesadores**

- 6.2.1 Verificaciones del programa y parámetros de operación:
- 6.2.1.1 Cada uno de los integrados de memoria no-volátil empleados para almacenar el programa del microprocesador y los parámetros de operación deberán ser comprobados. Para ello se sumarán todas las posiciones de memoria y el resultado se comparará con el valor correcto.
- 6.2.1.2 Por consiguiente, cada uno de los integrados de memoria no-volátil contendrá el valor correspondiente para su verificación.
- 6.2.1.3 Como parte del procedimiento de energizado del controlador (y previo a la activación de las lámparas, según el documento de “Especificación Técnicas de Controladores de Tráfico – Funcionales”, en el punto 2.4.9), cada una de las unidades de memoria especificadas en 6.2.1.1 serán individualmente comprobadas.
- 6.2.1.4 Mientras el controlador está energizado y durante el tiempo libre del procesador, cada uno de los componentes especificados en 6.2.1.1 será individualmente probado. Esto debe ocurrir por lo menos cada 10 segundos.
- 6.2.1.5 En caso que este procedimiento detecte un error, se activará una indicación en el panel, siempre que el error no impida este procedimiento, además de activarse la desenergización de los aspectos del semáforo.
- 6.2.1.6 El sistema de detección descrito en 6.2.1.5 debe emplear una técnica que requiera que la falla sea constatada en dos ocasiones antes de considerar la falla como un error. Al detectarse una falla la siguiente prueba debe efectuarse tan pronto como sea posible.

6.2.2 Pruebas a la memoria modificable:

6.2.2.1 Las memorias del tipo modificable se emplean en el controlador para las siguientes funciones:

6.2.2.1.1 Almacenamiento de datos relevantes al plan en operación.

6.2.2.1.2 Espacio de trabajo, es decir, las áreas de información variables empleadas por el programa durante el proceso.

6.2.2.1.3 Las memorias Eeprom o Flash pueden ser utilizadas en el controlador, pero ellas deben estar protegidas contra escritura dentro del controlador, no pudiendo ser accesadas a través de un software, interfaces, terminal o notebook.

6.2.2.2 La información almacenada en la memoria modificable definida en 6.2.1.1 deberá ser comprobada, tanto al energizar el controlador como durante la operación en la forma indicada en 6.2.1. En caso de detectarse un error que incida sobre los parámetros de calibración en uso, el controlador deberá actuar según se indica en 5.4.3.

6.2.3 Circuito de Watchdog:

6.2.3.1 Un circuito de Watchdog es un medio de asegurar que el microprocesador está ejecutando el programa. Esta función se ejecuta por medio de un dispositivo de tiempo, externo al procesador, el cual debe ser inicializado periódicamente. Si este dispositivo no es inicializado se tendrá que, al concluir el período en él registrado, activará la desenergización de los aspectos del semáforo.

6.2.3.2 Debe emplearse por lo menos un circuito de Watchdog por cada microprocesador o microcontrolador y sus periféricos en el controlador.

6.2.3.3 El (los) circuito(s) de Watchdog será(n) inicializado(s) con posteridad a la ejecución de las rutinas que son activadas a intervalos fijos de tiempo.

6.2.3.4 Debe proveerse un medio que, en la eventualidad de una falla, impida que el sistema quede ejecutando permanentemente un conjunto de instrucciones no deseadas. Esto puede implementarse por medio de un segundo reloj control, o por una prueba por programa (según escoja el fabricante), la cual si falla causará que el reloj control definido en 6.2.3.2 no sea inicializado.

6.2.3.5 Cuando se complete el período registrado en el Watchdog (debido a que éste no fue re-inicializado) deberá, además de lo señalado en 6.2.3.1, activar una indicación, que debe ser visible al abrir las puertas del mueble del controlador.

**6.3 Prueba de indicaciones**

6.3.1 Debe proveerse el dispositivo necesario para que el operador pueda verificar manualmente la operación satisfactoria de las indicaciones detalladas en 1.12.

**6.4 Monitoreo de fallas en los detectores**

6.4.1 Las señales provenientes de los detectores deben ser monitoreadas por el controlador. La falla de cualquier equipo de detección de vehículos provocará la activación de una indicación en el controlador. Esta indicación debe ser claramente visible desde el exterior de éste, por lo cual debe tener una intensidad luminosa que permita su percepción incluso bajo condiciones de luz solar.

6.4.2 La indicación debe ser activada cuando expire un período sin que se registren activaciones del detector. Este período será prefijado en 16 o 24 horas ( $\pm$  10 minutos), según se solicite. El período empezará a contabilizarse cada vez que hayan actuado todos los detectores. Por lo tanto, una falla en cualquiera de ellos permitirá la completación del período antes señalado, con lo que se asumirá la falla en un detector, haciéndose el registro correspondiente en la bitácora de fallas (6.7).

6.4.3 Una vez que el indicar de falla en los detectores ha sido activado, será anulado solamente por una intervención manual en el panel del controlador.

- 6.4.4 Puede solicitarse la inclusión de las botoneras peatonales en la detección de fallas definidas en 6.4. En este caso, se considerará el período definido en 6.4.2, correspondiente a 24 horas.

## **6.5 Prueba de detectores**

- 6.5.1 La prueba de detectores se hará mediante un panel de pruebas de detectores que simularán posibles fallos de estos. Este panel, ha de tener la posibilidad de simular:

- 6.5.1.1 Detector general en fallo.
- 6.5.1.2 Detector de espiras en corto circuito o fallo.
- 6.5.1.3 Detector de espiras mal calibrado.

- 6.5.2 El diagrama eléctrico de construcción de este panel dependerá del detector que se quiera simular, el diseño se hará en versiones posteriores a este documento. Pero como normal general, se tendrá que poder simular todos los posibles fallos que pueda tener el detector en cuestión.

## **6.6 Puntos de prueba**

- 6.6.1 Monitoreo de la fuente de poder:

Debe proveerse los puntos de prueba necesarios de tal forma que el personal de mantenimiento pueda comprobar todas las tensiones de salida de las fuentes de poder.

- 6.6.2 Equipo de prueba adicional:

El fabricante puede proveer interfaces para equipos de prueba y diagnóstico.

## **6.7 Bitácora de fallas**

- 6.7.1 Debe implementarse una bitácora de fallas, cuyos eventos serán registrados en memoria modificable respaldada por baterías, de tal forma que su información no se altere en el evento de una falla de energía. Esta bitácora contendrá la siguiente información:

- 6.7.1.1 La identificación del detector fallado.
- 6.7.1.2 La información del sistema de monitoreo de conflictos que permita identificar los aspectos presentados al detectarse la falla.
- 6.7.1.3 Una indicación de que se ha detectado errores en las celdas de memoria, tanto no-volátil (6.2.1) como del tipo modificable (6.2.2)

- 6.7.2 La información almacenada en la bitácora de fallas debe ser accesible desde el panel de operación.

# **7 OBJETIVOS DE INGENIERÍA**

## **7.1 Introducción**

Esta sección describe los objetivos del diseño y los criterios básicos que el fabricante debe emplear en el diseño y construcción del equipo.

## **7.2 Tecnología**

El equipo descrito en esta especificación está basado en tecnología de microprocesadores. Otras funciones lógicas serán implementadas usando dispositivos de estado sólido. Los períodos definidos en la sección 3 serán generados sobre la base de técnicas digitales implementadas por el sistema de microprocesadores.

### **7.3 Construcción**

- 7.3.1 El equipo será de construcción modular y diseñado para permitir una fácil desconexión y remoción de módulos. Será un objetivo de diseño el mantener en el mínimo indispensable la variedad de módulos empleados.
- 7.3.2 Todos los módulos, unidades y partes principales del equipo deberán ser claramente marcadas, según los siguientes requerimientos.
  - 7.3.2.1 En cada unidad debe marcarse su código funcional o nombre, además del tipo de módulo y su número de parte.
  - 7.3.2.2 Las marcas o leyendas de las unidades principales deben ser visibles sin necesidad de desmantelar el módulo.
  - 7.3.2.3 Las marcas o leyendas de las unidades encapsuladas deberán ser visibles cuando sean removidas de su posición normal y las cubiertas, si existen, retiradas.
  - 7.3.2.4 Los componentes no deben ser marcados con referencia al circuito (con la excepción de algunas memorias) Las marcas deben ser localizadas en forma adyacente a los componentes y anotadas en el diagrama o fotografía del manual respectivo.
  - 7.3.2.5 Las marcas necesarias para el control, mantención y ajuste deben estar adyacentes a la pieza correspondiente.
  - 7.3.2.6 Todas las marcas deben mantenerse legibles durante la vida útil del equipo, habida consideración de las condiciones ambientales especificadas.
- 7.3.3 No debe ser posible instalar completamente un módulo en un espacio no diseñado para su funcionamiento.

### **7.4 Confiabilidad**

- 7.4.1 Diseño:
  - 7.4.2 Debe ser un objetivo de diseño asegurar la confiabilidad del equipo, empleando para ello criterios de diseño adecuados, entre los cuales estarán los siguientes:
    - 7.4.2.1 Todos los cables, alambres, conectores y terminales deben estar dimensionados según las tensiones y corrientes involucradas.
    - 7.4.2.2 Todos los componentes deben estar adecuadamente dimensionadas según su función y condiciones de operación, y deben corresponder al nivel de calidad demostrable.
    - 7.4.2.3 Todos los materiales y componentes, excluyendo los que se consuman con el uso, deben tener una vida útil esperada de 15 años por lo menos. Los que tengan una vida útil más reducida, deberán ser fácilmente reemplazables, debiendo comunicarse expresamente al comprador esta condición.
    - 7.4.2.4 El objetivo de diseño será diseñar y construir un controlador con una tasa promedio de fallas menor de 2 por año. Los circuitos de conmutación de lámparas deben tener una vida útil mínima de 5 millones de operaciones, la carga a ser aplicada al probar esta capacidad será la equivalente a 10 ampolletas con sus respectivos transformadores, que estarán conectados por cables de un largo convencional.
    - 7.4.2.5 Cada sensor de tensión debe tener una vida útil de 80.000 horas.
- 7.4.3 Construcción:

El equipo que se provea basado en esta especificación debe ser manufacturado según los procedimientos y requerimientos de un sistema de control de calidad, que debe estar a disposición del cliente para su inspección.

## ANEXO N° 1 TERMINOLOGÍA

### BÁSICA

#### 1. Fases y Etapas

El concepto de etapas va asociado directamente con el equipo de conmutación de aspectos. En efecto, dado que los grupos de aspectos varían según la modalidad de control de la intersección, se hace necesario que el equipo de conmutación de aspectos sea modular, es decir, se permita agregar o retirar módulos según las necesidades de cada localidad.

Por consiguiente, cada grupo de aspectos controlado en paralelo es referido en esta especificación como una etapa, de la cual se dirá que ésta activa cuando presente aspectos verdes.

Una fase se define como un agrupamiento único de aspectos activos.

#### 2. Demandas

En este documento el concepto de demanda se emplea asociado a etapas, es decir, los detectores vehiculares definen una demanda por una etapa específica, y la lógica del controlador implementará la fase que active el mayor número de etapas demandadas.

#### 3. Entreverdes

El valor del período de entreverde debe permitir a los vehículos despejar la intersección. Por ello, el entreverde debe depender tanto del ancho de la intersección como de la velocidad de los vehículos que la usan. En consecuencia, será necesario definir un valor de entreverde distinto para cada secuencia de etapas posible.

El controlador implementará el período de entreverde comenzando con tres segundos de amarillo, seguido de rojo simultáneo hasta la finalización del período de entreverde.

## ANEXO N° 2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Estándar UTMC (Urban Traffic Management Control) - (<https://utmc.uk/>)
- Especificaciones de Controladores de Trafico V1.1:202010 – ([https://www.transporteinforma.cl/wp-content/uploads/2020/10/Especificaciones\\_tecnicas\\_controladores\\_de\\_trafico\\_V1.1\\_202010.pdf](https://www.transporteinforma.cl/wp-content/uploads/2020/10/Especificaciones_tecnicas_controladores_de_trafico_V1.1_202010.pdf))
- Informe ejecutivo IDOM-ITS-UOCT-E5-002-01
- Especificaciones Técnicas y Funcionales Norma Barcelona de mayo 2008
- Normativa Reguladores PNE40