

## SINCRONIZACIÓN PARA SEMÁFOROS

Para generar Ola Verde en una avenida se requiere que prácticamente todos los cruces de importancia estén semaforizados y que los controladores de semáforos instalados sean capaces de sincronizarse, entre ellos o con un control maestro que lleve la secuencia.

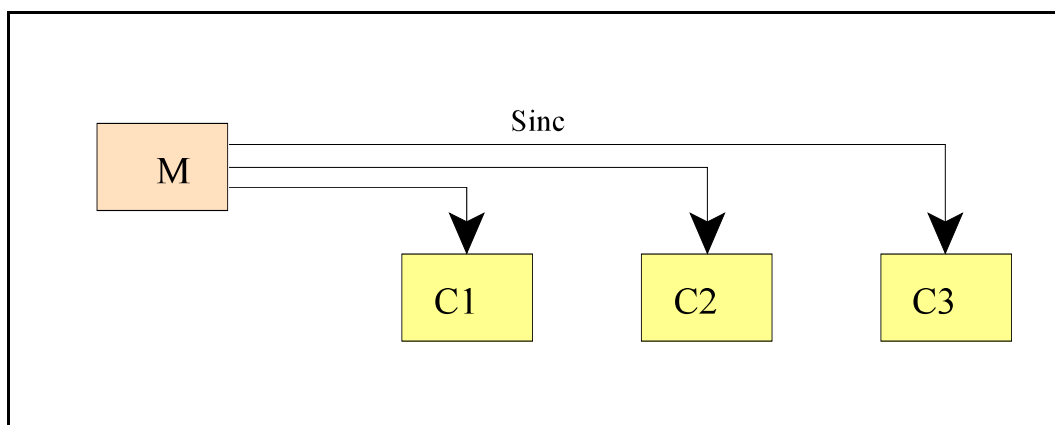
El efecto de Ola Verde se genera creando desfases entre los inicios de verde de las intersecciones, de tal forma que el siguiente verde se prenda en el momento oportuno para que la mayor cantidad de vehículos cruce sin parar. Como este desfase debe ser constante durante un determinado horario es necesario que todas las intersecciones tengan el mismo Tiempo de Ciclo.

Los criterios para sincronizar pueden ser *Ola Verde* o *Mínimo Tiempo Perdido*. En el primer caso se busca minimizar el número de paradas a lo largo de la avenida; en el segundo caso se busca que la congestión, las colas, sean minimizadas. Las razones por las que se escoge uno u otro método dependen de cada caso en particular. En ambos casos se observa un aumento de la capacidad de vía y una sensible mejora de la fluidez del tráfico.

Para calcular el juego de secuencias que generan la Ola verde, se utiliza un método gráfico que permite visualizar el desplazamiento de los vehículos a lo largo de la avenida; este método tiende a ser muy tedioso cuando se hace manualmente. Por eso actualmente se usan programas especializados en estos cálculos y proporcionan como resultado **tablas de desfases** entre inicios de verdes de cada una de las intersecciones. Estas tablas se programan en los controladores y se debe reproducir en la calle el patrón de sincronismo planeado por el Ingeniero de Tránsito.

Hay diversas formas de sincronizar los controladores:

- 1.- Utilizando un **Controlador Maestro** y varios locales, así el Maestro regula todo el tiempo los desfases de cada control para cada horario, obteniéndose un óptimo servicio. La interconexión puede hacerse de acuerdo a la tecnología de los controles en topologías Estrella o Bus, vía cable o inalámbricamente. Este esquema si bien es el más difundido, va perdiendo espacio en el mercado por cuanto los controles locales van siendo cada vez mas inteligentes y pueden asumir las funciones del Maestro. Además el utilizar un control Maestro hace el sistema vulnerable y costoso.

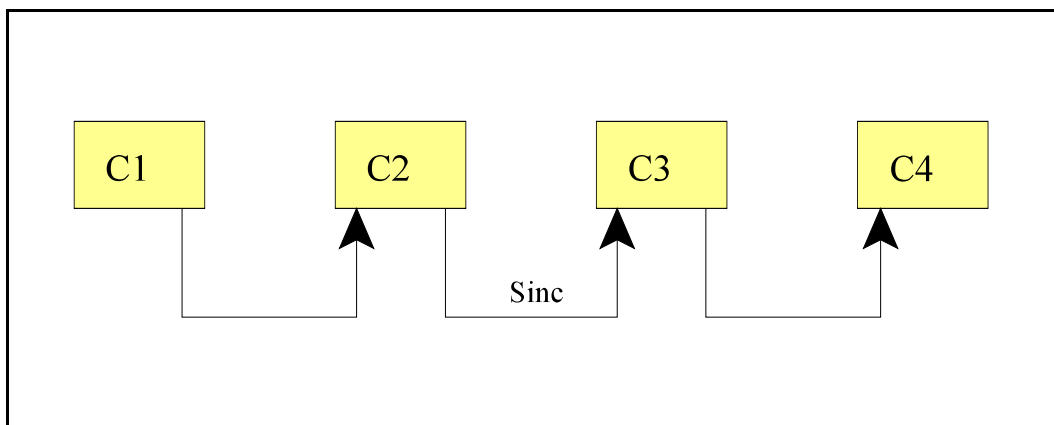


Esquema Maestro - Control Local

- 2.- Utilizando controles conectables en Topología “**En cadena**” es decir que cada uno es el maestro del siguiente, esto simplifica tremendamente la instalación y aumenta la confiabilidad del sistema, manteniendo el óptimo servicio del sistema anterior. Por supuesto los controles deben ser diseñados para este uso.

En este sistema se pueden mencionar algunas ventajas:

- No se requiere un controlador maestro, por lo tanto el sistema es menos vulnerable, si se apaga un control solo se pierde el sincronismo en su vecindad.
- No hay limite de distancia ni de número de controladores que estén interconectados, en cambio en el sistema anterior las limitaciones del controlador Maestro son las limitaciones del sistema. Y por supuesto a mayor distancia o mayor número de controladores locales, el control Maestro es mas caro.



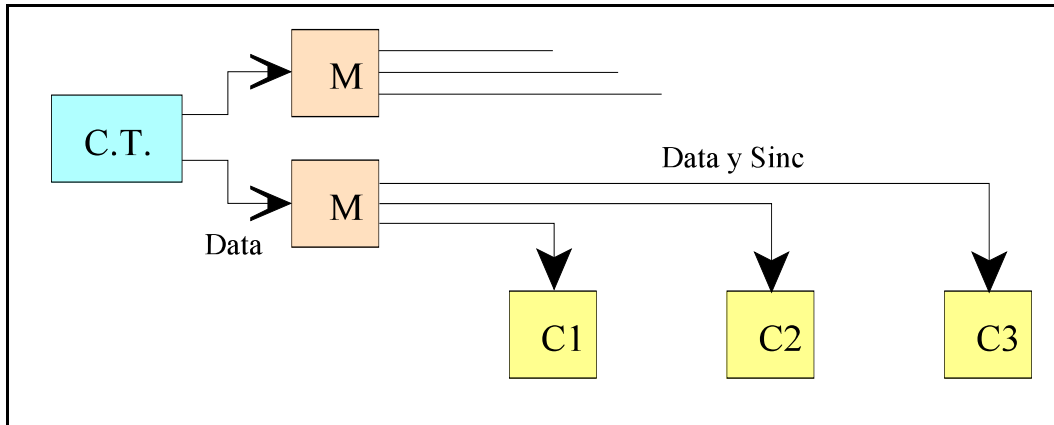
Esquema En Cadena

- 3.- Utilizando el sistema TBC “Time Base Coordinated”, donde cada controlador regula su desfase de acuerdo sólo a su reloj (que debe ser muy preciso); la ventaja de este sistema es que no requiere que haya interconexión entre controladores. Este sistema de sincronismo se utiliza en las etapas previas de instalación de los sistemas Centralizados, para generar Olas Verdes provisionales, así el tráfico mantiene cierto orden hasta que queden operativos los sistemas de comunicación centralizados. Los sistemas TBC no son confiables para generar Olas verdes variables con la hora, pero si funcionan bien en Olas Verdes Estáticas, es decir una solución para todo el día, todos los días.

## SISTEMAS CENTRALIZADOS

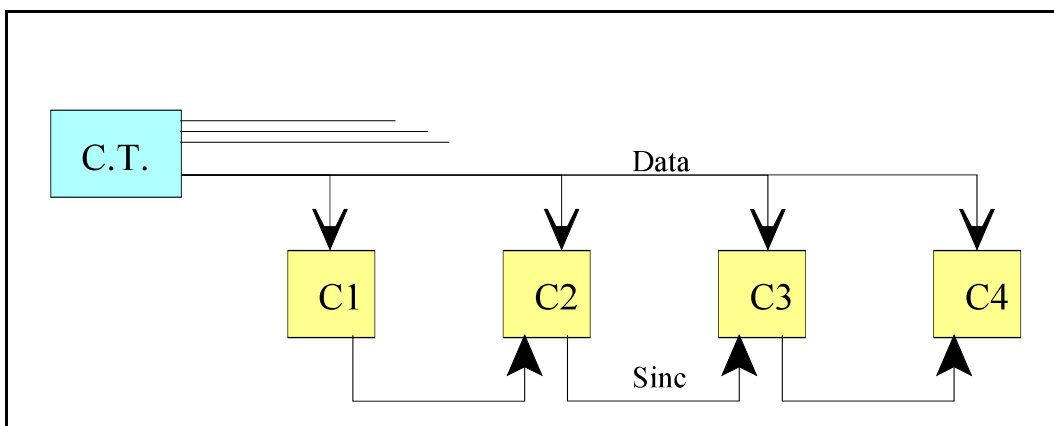
Ambos métodos pueden ser posteriormente integrados a una Central de Tráfico interconectando a todos los controles; esto permite no sólo mantener el sincronismo de los mismos sino que además es posible reprogramar los controladores desde la oficina Central cada vez que se requiera, o enviarles comandos específicos para atender situaciones puntuales.

En el primer caso la Central de Tráfico accede a los controles locales a través del control Maestro, que a su vez mantiene el sincronismo entre sus súbditos. Por cada subsistema (grupo de intersecciones que responden a un patrón de sincronismo), se requiere un Control Maestro.



Esquema Central de Tráfico, Controles Maestros y locales

En el segundo caso, como el sincronismo de cada subsistema se resuelve entre los controladores locales, no se requiere un Maestro por sistema y la Central de Tráfico puede acceder a cada uno de ellos en forma directa, ya sea para programarlos, o enviarles comandos remotos.



Esquema Central de Tráfico y controles encadenados

Actualmente la tecnología de telecomunicaciones ofrece modems inalámbricos digitales de largo alcance, con la misma tecnología de los teléfonos celulares. La transmisión de datos se efectúa mediante la tecnología Spread Spectrum o Espectro ensanchado en la que la señal portadora va variando su frecuencia de un instante a otro, haciendo un uso eficiente de la banda de frecuencias disponible. Este tipo de tecnología no es interferible porque cuando un canal está siendo usado, el sistema lo toma como ocupado y no lo usa, siempre está buscando canales limpios.

Además esta tecnología está diseñada para trabajar en frecuencias libres que no requieren licencia, y mantener enlaces en zonas de alto tráfico, lo cual sería imposible con los modems convencionales.

### DESARROLLO DE PROYECTOS CON SINCRONISMO

Para sincronizar una avenida debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Colocar un control en cada intersección de la avenida, de esta forma se marca el derecho de paso en cada posible punto de conflicto. En algunos casos el usuario puede suponer que alguna de las intersecciones no requieren ser semaforizadas por el bajo nivel de tráfico, pero tratándose de un eje vial sincronizado debe marcarse el derecho de paso en cada punto y esa es razón suficiente.

Debe hacerse un conteo vehicular en cada una de las intersecciones para definir claramente la forma de las fases y determinar cuales son las intersecciones críticas para escoger el tiempo de Ciclo del eje vial. Con el resultado del conteo y los diagramas de flujos vehiculares, determinar la forma de las fases, el reparto de verdes en cada intersección y posteriormente el diagrama de Ola Verde para el eje vial. Si no existe solución matemática puede optarse por el método de colas mínimas o menor tiempo de recorrido. Este desarrollo puede hacerlo un software especializado.

Para sincronizar los controladores pueden utilizarse dos métodos:

- 1.- Mediante un par telefónico que recorra el eje vial uniendo cada controlador con su vecino según el diagrama de sistema encadenado
- 2.- Mediante modems inalámbricos que evita el uso del cable físico y cumple la misma función.

Las ventajas y desventajas de uno y otro son:

Característica	Cable Físico	Modem Inalámbrico
Costo directo	Muy bajo. Cable telefónico de acometida autoportante con alma de acero y accesorios. U\$ 0.10 por metro	Un solo costo independiente de la distancia .U\$500
Costo de instalación	Subterr: Aproximadamente U\$ 20 por mt. Lineal Aéreo 1: Usando postes propios cada 40 mt. Aprox U\$ 6 por mt lineal Aéreo 2: Usando postes ajenos, debe pedirse permiso al propietario de los postes y estos solicitaran un alquiler mensual por punto de apoyo. Caso contrario el cable será retirado cada vez que el propietario haga su mantenimiento y detecte el cable del semáforo. Costo desconocido Aéreo 3: Usando arboles y bordeando fachadas. No recomendado.	No hay
Alcance	Hasta 1 Km entre dos intersecciones vecinas	1Km entre intersecciones vecinas, con línea de vista
Otras características		Permite programación remota desde una PC portátil.
Interferencia	Inducción cerca de líneas de alto voltaje	Ninguna
Transportable	Instalación fija, no puede trasladarse o no es rentable.	Totalmente transportable



## REQUERIMIENTOS TÉCNICOS NECESARIOS

### **De los Controladores:**

- Base de datos de programación que permita administrar desfases
- Puerto serial tipo RS-232 o similar o Puerto de Sincronismo especialmente dedicado
- Sistema Operativo que permita recibir y emitir comandos P2P.
- Preferible que además permita centralizarse ante la presencia de una Central de Tráfico.
- Reloj calendario incorporado, permita programación variable con la hora. y fecha

### **De los Modems**

- Tecnología Spread Spectrum del tipo FHSS o DSSS.
- Frecuencia : ISM libre de licencias dentro de los margenes de potencia permitidos por el MTC, en este caso 902-928 Mhz, 2.4-2.48Ghz con potencia máxima irradiada de hasta 100mW PIRE.
- Velocidad de transmisión: mínimo 9,600bps
- Alcance: desde 300mt hasta 1Km con antenas de 2.1 dBm (dipolo de ½ onda)
- Deben permitir filtrar los datos que pertenecen sólo a su sistema o red, para coexistir sin interferencias con otras redes inalámbricas en la misma frecuencia.
- Debe permitir funcionamiento Punto a Punto, Punto-Multipunto, Peer to peer (P2P)



## Resumen de las Características del Controlador de Semáforos 5GD

Controlador de 5 grupos, 8 fases, programable en el campo con pantalla LCD o OLED, preparado para trabajar con central de tránsito, sincronizable, puerto manual, puertos para sensores programables, interacción de secuencias y tiempos con sensores (modo inteligente). Programaciones a la medida vía puerto serial RS232 o modem remoto.

- Basado en Microprocesador de **tipo industrial**, totalmente estado sólido
- Programable en el campo en base a menús por pantalla autoiluminada.
- Reloj calendario incorporado, reconoce días de la semana, estaciones del año, feriados.
- Circuito Supervisor, Watchdog que evita que el microprocesador se quede colgado.
- Soporta 16 tipos de días, 16 horarios por cada día, 32 programas distintos reubicables en cada horario de cada día; 16 feriados al año y 8 estaciones para diferenciar lunes de verano de lunes de invierno.
- Programación mediante Software especializado, permite hacer programaciones complejas a medida hasta de **8 fases**
- **Puerto Serial** para conectarse a una PC, o **Central de Tránsito** mediante modems.
- Sistema Operativo con soporte para comunicaciones Punto a Punto, Punto Multipunto, P2P
- **Modo Test, para identificar fallas en los circuitos eléctricos.**
- 15 salidas programables y asignables por software, para lámparas. 1000W por salida.
- 4 estados por lámpara. Cada lámpara puede estar encendida, apagada o titilante.
- **Puerto de sincronismo** incorporado. Todos nuestros controladores pueden sincronizarse para generar Olas verdes.
- **Puerto de control manual**, permite que un policía tome el mando de la intersección sin necesidad de apagarla.
- **Uso de sensores** para funcionamientos actuados, semi actuados, habilitación o deshabilitación de fases de giro. Uso de sensores programable con la hora.
- Fusibles en cada salida, con porta fusibles de acero no deformables. Los fusibles están a la mano y son fácilmente reemplazables.
- Borneras especialmente diseñadas para esta aplicación, integradas a la tarjeta. Evitan el uso de cables innecesarios.
- Garantía de **24 meses**



### Características de los Modems Inalámbricos

<b>Performance</b>	
Rango indoor (Interiores)	90 mt
Rango outdoor (Exteriores)	300 mt en línea de vista
Potencia transmitida	4mW (6dBm)
Velocidad de transmisión	9,600 bps
Sensibilidad de Recepción	-108 dBm
<b>Comportamiento en red</b>	
Frecuencia	902 - 928 Mhz Banda Libre, no requiere licencia
Tecnología	Spread Spectrum (Espectro ensanchado)
Tipo de manejo de frecuencia	Frequency Hopping (FHSS)
Uso de canales	Fijo o seleccionables hasta 12
Topología de Red	Punto a punto, Punto a Multipunto, Peer to Peer, Multidrop transparente
Capacidad de canales	En modo Hopping (saltos): 7 secuencias En modo simple: 25 canales
Interface serial:	Nivel eléctrico CMOS
Velocidad de transferencia serial	Seleccionable 1,200 a 57,600 bps
<b>Requerimientos de Energia</b>	
Fuente de voltaje	2.85 a 5.5 V
Corriente de transmisión (2.85V)	55 mA
Corriente de recepción (2.85V)	45 mA
Corriente de recepción (5V)	55 mA
Corriente de estado dormido	20 uA
<b>Antena</b>	
Dipolo	Ganancia 2.1 dB, conector RPSMA (Reverse Polarity SMA)
Impedancia	50 Ohms (unbalanced)
<b>Certificación</b>	
FCC Part 15.247	OUR-9XCITE