

Título del trabajo/ Title of paper

Sistema de control punto a punto inalámbrico para entornos rurales

Autor/es/ Author/s

Daniel Urbiztondo

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

Armarios Eléctricos S.A. (ARELSA)

Dirección principal/ Mail adress

C-155 Ctra. Sabadell Granollers km13,3 Pol. Ind. Can Coll  
08185 Lliça de Vall - Barcelona

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/  
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person

Telf: 93 844 52 80  
Fax: 93 844 52 81  
Email: durbiztondo@arelsa.com

Tema:

8. Ciudades inteligentes e iluminación conectada en exterior

Con el fin de mantener una misma identidad gráfica en el soporte digital, CD Rom o memoria USB, que se va a editar con motivo del Simposium Nacional de Alumbrado, les rogamos mantengan los márgenes de página, así como los estilos y tamaños de letra que ya vienen preestablecidos en esta plantilla. Así mismo, los datos, la clasificación y el contenido tienen que mantenerse acorde con el abstract aprobado. Una vez tengan el proyecto finalizado, nos lo deberán enviar por correo electrónico a la dirección [cei.secretaria@ceisp.com](mailto:cei.secretaria@ceisp.com)

Please, write your papers in word format in the attached pattern.

We beg you to follow the format of the papers established in this pattern related to margins, type and size of letters, in order to make a CD Rom or pen drive edition without differences among the papers edited. Likewise, the data, classification and content must be kept in line with the approved abstract.

Once you have written your paper please send it by e-mail to:

[cei.secretaria@ceisp.com](mailto:cei.secretaria@ceisp.com)

## Introducción

### Parte 1 – motivación de uso de un control punto a punto en zonas Rurales

En recientes actuaciones de mejora del alumbrado público (como por ejemplo los proyectos del IDAE) se busca como objetivo la eficiencia energética, la adecuación/legalización de instalaciones y la reducción de las tareas de mantenimiento.

Para conseguir los tres puntos, la tecnología de control punto a punto permite conseguir optimizar el rendimiento en cada una de las tres facetas.

Eficiencia energética – regulación en horas de la noche

Adecuación/legalización – ajuste de niveles luminosos para garantizar que los niveles de Proyecto se ajustan en cada punto

Reducción de tareas de mantenimiento – un Sistema de detección de alarmas automatizado que permite conocer el estado de cada luminaria.

Estas mejoras son muy valoradas en zonas urbanas y rural. Pero el tamaño y tipología de las instalaciones son muy distintas

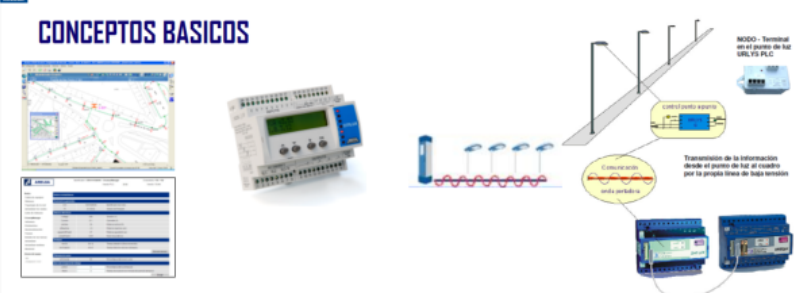
Zona urbana – puntos regulares, densidad, centros de mando más grandes y potentes (que suelen ser telegestionados)

Zona rural – instalaciones de muy pocos puntos. Muy irregulares y dispersas.

### Parte 2 - explicación básica de un Sistema de control punto a punto

**ARELSA - BLOQUE I - TELEGESTIÓN Y CONTROL DEL LED**

#### CONCEPTOS BASICOS



**SALA DE CONTROL**  
Software telegestiona todos los elementos  
Normaliza la gestión de diferentes sistemas, tecnologías y fabricantes

**TERMINAL CENTRALIZADOR**  
Siempre se necesita un terminal  
**CENTRALIZADOR (CONTROLADOR DE SEGMENTO)**  
Es el máster de los NODOS (esclavos). La comunicación siempre a iniciativa del CENTRALIZADOR.

**TIPOS DE COMUNICACIÓN**  
**POWERLINE** - LonWorks, KNX, ...  
**RADIOFRECUENCIA** - 868MHz, 910MHz, 2.4GHz, 6LoWPAN, ...  
**CABLES DEDICADOS** - DMX, DALI, ...

**TIPOS DE MANDO**  
**1-10V** - orden "física" - sólo gobierna la reducción, no recibe alarmas  
**DALI** - orden lógica - envía y recibe órdenes a uno o más balastos/drivers (requiere 2 hilos de comunicación)  
**DMX** - orden lógica - envía y recibe órdenes a uno o más balastos/drivers (iluminación ornamental)  
Todos requieren 2 hilos de comunicación  
Todos han comenzado como soluciones propietarias y ahora son estándares

Comunicaciones ¿qué tecnología es la adecuada?

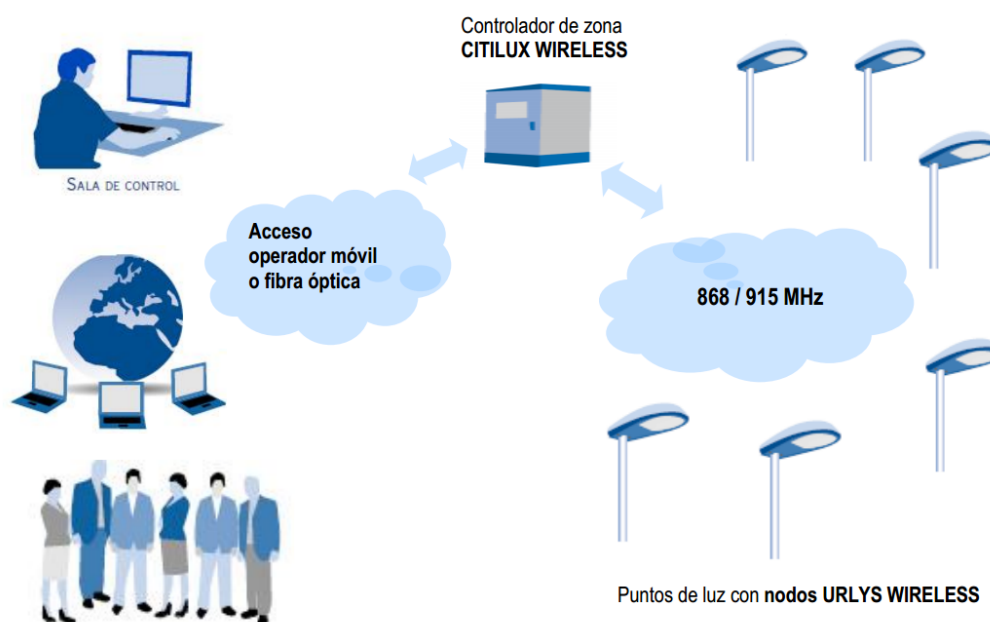
Hay muchos sistemas de comunicación por los que llegar a enviar órdenes / recibir informaciones de los nodos. Cada sistema de comunicación tiene sus ventajas e inconvenientes.

En el caso de la comunicación inalámbrica, las ventajas son:

1) No necesitan hilos físicos para comunicar (sean buses de comunicación o los propios circuitos de potencia en el caso de powerline). Esto permite centralizar la información de diferentes instalaciones dotadas de nodos inalámbricos desde un sólo centralizador. Esto es muy bueno cuando hay muchas instalaciones pequeñas ( $\approx$  entorno rural).

De entre las diferentes tecnologías, la tecnología LoRa destaca especialmente. Sus principales ventajas son:

- 2) Una comunicación inalámbrica de banda estrecha permite que la señal sea enviada muy lejos con un alto nivel de fiabilidad. Se limita por tanto la instalación de redes de radio dedicadas.
- 3) Estándar maduro, de alcance mundial (hay pequeñas diferencias regionales en las bandas de uso 868MHz, 915MHz, etc.). En Europa se ocupan canales en el entorno de banda de frecuencia de 868MHz.
- 4) Comunicaciones sin coste. Se utilizan bandas de frecuencia libres para ser dedicadas a sistemas de sensores y actuadores (pocos datos y largo alcance)



## RED DE CONTROL PUNTO A PUNTO LORA

Jerarquía de la instalación – en busca de una explotación y rendimiento óptimos

La tecnología LoRa permite identificar de forma separada hasta 64.000 nodos.

Pero el tratamiento nodo a nodo no es práctico para el alumbrado ni eficiente en cuanto a rendimiento del sistema

Se debe jerarquizar el mando de la instalación.


La jerarquía es la clave de una explotación del punto a punto a gran escala. Para poder explotar miles de elementos actuadores de forma eficiente, hay que poder agruparlos de forma eficiente.

Tratamiento por grupos

Para ello, el sistema Uryls Wireless ha potenciado el tratamiento por grupos.

Arelsa CITIGIS Versión Telegestión Municipal - - [Control Punto de Luz] puesto SERVIDOR - [Control Punto de Luz]

Configuración Órdenes Generales Informes y Listados Herramientas Sistema Ayuda



**Control Punto de Luz**

Código Dirección Descripción

aa01urlys

Datos Generales Nodos URLYS Wireless

Nodos							
Instalación			Operación		Comunicaciones		
Nodo	MAC	Grupo	Estado Acción	Fecha/Hora	Nivel RSSI	Nivel SNR	
<input checked="" type="checkbox"/>	240	4152000A	0001	OK	12/02/18 11:13:20	-52	9
<input checked="" type="checkbox"/>	237	41520033	0001	NOK			
<input checked="" type="checkbox"/>	234	41520005	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	207	03033800	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	183	03033814	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	143	03033777	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	082	4152000B	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	036	41520051	0001				

Cada nodo está adscrito a un grupo lógico, con el cual un centralizador puede operar de forma mucho más directa y proactiva

Se pueden clasificar hasta 10.000 grupos distintos. Este número de grupos permite una gestión muy flexible por parte del responsable de la instalación

## EJEMPLOS CON POCOS GRUPOS

Clasificación normativa, por tipos de vía.

Cada tipo de vía ME1, ME2, etc. puede tener sus curvas normalizadas.

Clasificación arbitraria, simplificando los tipos de vías.

Sólo 4 grupos: Peatonales, tráfico lento, tráfico medio, tráfico intenso.

## EJEMPLOS CON MUCHOS GRUPOS

Por tramos de calle:

Se puede indicar a cada nodo el número de calle/tramo/segmento utilizando la base de datos del sistema GIS municipal. Esto permite operar sobre segmentos de forma completa.

Por instalación

Cada instalación tiene su código. De esta manera se puede enviar órdenes a cada instalación de forma instantánea, sin alterar el resto.

Clasificación especial de instalaciones

Hay algunas instalaciones que requieren un tratamiento específico: alumbrados ornamentales, parques y jardines, pistas deportivas, etc.

Indicar que los nodos de los puntos de luz, proyectores, etc. pertenecen a un grupo específico facilita la actuación para

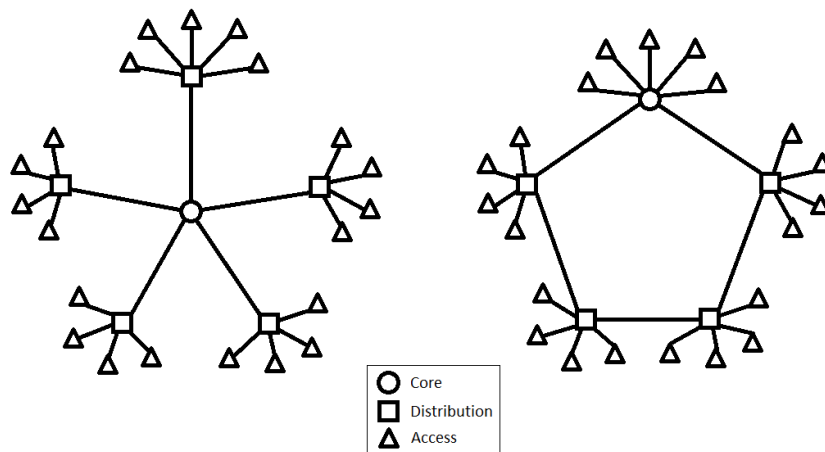
- Limitar horarios
- Ejecución de apagados selectivos (día del cielo oscuro, etc.)
- Aumentar flujo en caso de incidentes, etc.

¿Qué topología permite un rendimiento óptimo?

La red de comunicación LoRa para alumbrado público se debe desplegar de diferentes centralizadores que gobiernan un conjunto de nodos de control de punto de luz.

La topología resultante es en multiestrella.

Desde el CMS de la ciudad se comunica con los diferentes centralizadores y éstos con sus nodos.



El centralizador admite comunicaciones con un máximo práctico 1000 nodos (tiene un límite teórico de 64.000, pero el rendimiento disminuye enormemente)

La distribución de los nodos debe tener una planificación y objetivos claros:

- De mando eléctrico de la instalación
- Geográfico (ámbito de alcance de un nivel de señal RF y SNR adecuados)
- De servicio (por ejemplo, un centralizador dedicado exclusivamente a una iluminación ornamental, un parque, una plaza que sea un demostrador de smart city)

De forma práctica, lo habitual es disponer de un centralizador cada 150-200 puntos de luz.

Con esta proporción media (habrá instalaciones más y menos “cargadas”) se consigue dotar al sistema de

- Buen rendimiento (consigue comunicar con todos los puntos en un tiempo inferior a 30 min)

Robustez ante caídas de otro centralizador. En el caso que un centralizador se quede fuera de servicio, es fácil trasvasar los nodos a otro u otros centralizadores.

## EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL PUNTO A PUNTO URLYS WIRELESS

En el cuadro:

### CENTRALIZADOR CITILUX+DATLUX WIRELESS

El centralizador CITILUX+DATLUX WIRELESS es el controlador de segmento de un conjunto de nodos del sistema.

El centralizador no es un solo equipo, sino que se compone de un conjunto de terminales con sus responsabilidades diferenciadas.

### TERMINAL CITILUX

Autómata centralizador que es el cerebro de la instalación y ejerce de maestro de diferentes sistemas de control punto a punto

- CITIDIM: Sistema de control punto a punto unidireccional
- URLYS POWERLINE: Sistema de control punto a punto bidireccional powerline
- URLYS WIRELESS: Sistema de control punto a punto bidireccional inalámbrico

Es un autómata que integra las principales funciones de control, sensorización y actuación de una instalación de alumbrado.

Analizador de Redes

Contactos de salida

Entradas digitales

Contador de impulsos

Entradas analógicas

Alarmas y eventos

Datalogger

Gateway (pasarela) entre diferentes equipos comunicadores (mediante puertos Ethernet y serie RS485)

### DATLUX WIRELESS (GATEWAY LORA)

Equipo que comunica con los nodos Urlys Wireless

Dispone de un puerto RS485 y un buffer de emisión/recepción de tramas LoRa.

Es un elemento que trabaja como anexo al terminal Citilux. No guarda información de la instalación, sino que provee de las principales funcionalidades para la comunación con los nodos.

Las principales funciones:

Modulación/demodulación de señal

Analizador de parámetros de comunicación radio (nivel de señal RF y relación señal a ruido SNR)

Encriptador/desencriptador AES-128

## NODO URLYS WIRELESS

El nodo es un autómata inteligente pequeño con las funciones de sensor y actuador.

Es esclavo de una centralizador (controlador de segmento) y un centro de monitoraje de servicio (CMS = Central Management System).

### Principales características

#### Autómata de alumbrado

Curva dimming nocturna (**6** escalones) + programación semanal

Curva dimming actuador (**6** escalones)

Curva dimming demostrador (**6** escalones) - Curvas demostradoras

Telemando

Jerarquía por grupo / segmento

Órdenes broadcast

#### Sensores

Sistema GPS

Analizador de redes

Entrada digital

Temperatura

#### Actuadores

Dispone de salidas de control DALI y 1-10V para mando de driver y luminaria

Relé

#### Protección

Prot. Sobretensiones

Protección contra polvo y agua IP65

#### Comunicaciones

Usa LoRa como sistema de comunicación. Banda de frecuencia subGHz.

Seguridad en el envío de órdenes mediante encriptación AES-128

Objeto de cada uno de los sensores y actuadores

## SENSORES

### 1. GPS

Sistema para el autopoicionamiento y sincronización de fecha y hora  
Con este sistema el nodo obtiene su posición en coordenadas reales y la remite al CMS.

La gran ventaja del sistema es que el inventariado de la instalación es automático (no se necesita posicionarlo en un software manualmente)

El sistema GPS se utiliza también para conocer la fecha y hora reales, por las que las programaciones (dimming, escalones) se pueden sincronizar automáticamente

### 2. Analizador de redes

Cada nodo dispone de un analizador de redes embebido. Este analizador permite medir parámetros eléctricos y establecer umbrales de alarma.  
Según la parametrización dada a un punto de luz, con las medidas se puede determinar si una parte de los LEDs o el mismo driver no están operando correctamente.  
Estas medidas generan una alarma que se envía al CMS.

### 3. Entrada digital

Esta entrada se utiliza para una curva de regulación por entrada de actuador.

Un ejemplo es el uso de detectores de presencia para un paso cebra, caminos en parques, zonas de estacionamiento. En estos casos, la señalización a la entrada digital permite curvas de mayor nivel luminoso durante un tiempo programado.

### 4. Sonda de temperatura

En caso de detectar una temperatura superior a un umbral determinado, se realizan órdenes de reducción (limitadas) en el punto de luz, con el objetivo de realizar una gestión preventiva para alargar la vida del LED. Estos eventos son notificados al CMS.

## ACTUADORES

### 5. Mando del driver 1-10V y DALI

El nodo da órdenes al driver mediante un bus de control que admite dos sistemas comúnmente utilizados DALI y 1-10V. Mediante éste bus se consigue ordenar el dimming en las diferentes curvas disponibles.

### 6. Relé de apagado/encendido del punto

El relé interno del nodo permite encender/apagar eléctricamente el punto de luz.  
Esta funcionalidad es imprescindible en los casos que no hay circuito dedicado, o no hay un elemento de mando de la instalación (reloj astronómico o autómatas de cuadro).

En el caso de un entorno rural, el relé permite tener microinstalaciones (menos de 10 puntos) sin necesidad de cuadro dedicado.

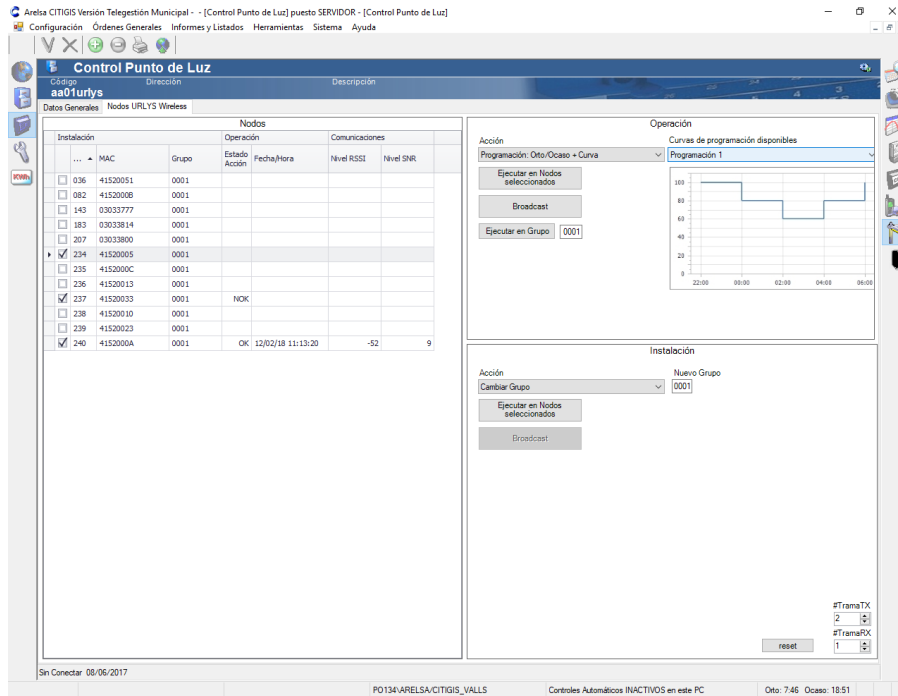
Esta función es útil para el uso de puntos autónomos con alimentación solar

## AUTOMATIZACIÓN DEL ALUMBRADO

El nodo dispone de una memoria donde se guarda:

### Curva de dimming nocturno

Es la programación con las reducciones y escalones a lo largo de la noche. Se admiten hasta 10 escalones.



Instalación	MAC	Grupo	Operación	Estado	Fecha/Hora	Nivel RSSI	Nivel SNR	Comunicaciones
<input type="checkbox"/>	036	41520051	0001					
<input type="checkbox"/>	082	41520008	0001					
<input type="checkbox"/>	143	03033777	0001					
<input type="checkbox"/>	183	03033814	0001					
<input type="checkbox"/>	207	03033800	0001					
<input checked="" type="checkbox"/>	234	41520005	0001					
<input type="checkbox"/>	235	4152000C	0001					
<input type="checkbox"/>	236	41520010	0001					
<input checked="" type="checkbox"/>	237	41520033	0001	NOK				
<input type="checkbox"/>	238	41520010	0001					
<input type="checkbox"/>	239	41520023	0001					
<input checked="" type="checkbox"/>	240	4152000A	0001	OK	12/02/18 11:13:20	-52	9	

### Curva de actuador

En detección de la entrada digital, se ejecuta una curva de reducción (o aumento) de duración limitada. Esto posibilita un mejor servicio en lugares de muy baja concurrencia donde el aumento puntual del nivel permite una mejora del servicio y de la seguridad.

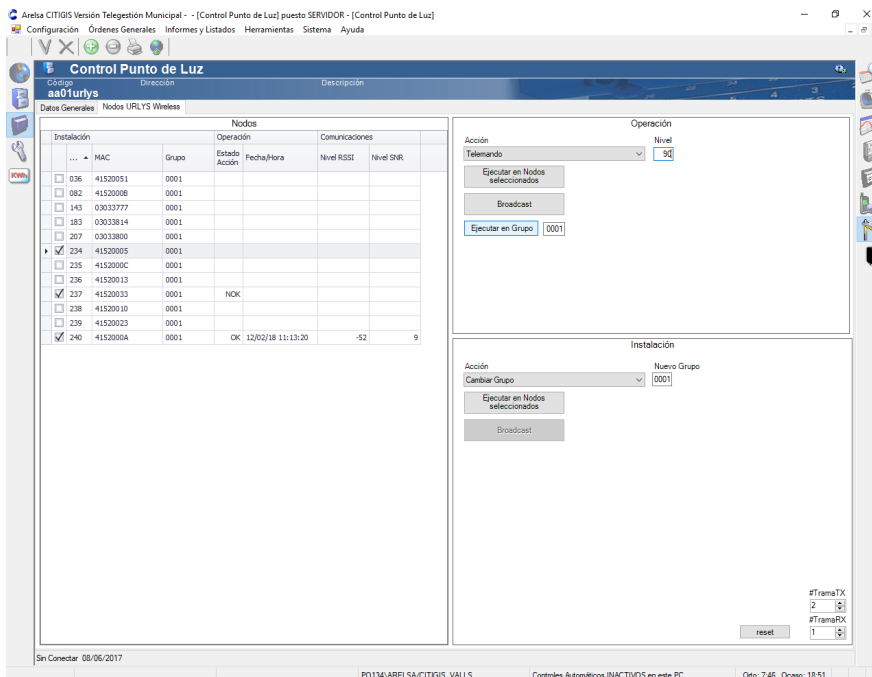
### Curva de demostrador

En caso que se requiere comunicar puntualmente con un punto de luz y ejecutar una orden

### Telemando

La función telemando se utiliza para actuar en tiempo real sobre el punto. Se envían órdenes a los actuadores (relé, 1-10V o DALI).

Esta función es muy útil para pruebas de mantenimiento, auditorías lumínicas, etc.



## Mantenimiento de la red de control punto a punto

Una red de control punto a punto dispone de muchos elementos desplegados. En los momentos que algún elemento pueda fallar, el sistema de forma preventiva está preparado.

Ordenado de mayor a menor criticidad:

### 1. Fallo del software y/o servidor CMS

Los nodos continuarán con su regulación nocturna habitual (encendido, apagado, escalones de regulación, etc.).

### 2. Ataque informático a software y/o servidor CMS

### 3. Fallo de un centralizador

Está prevista la migración de nodos de un centralizador a otro de forma fácil. Sin embargo, cualquier actuación de este tipo puede tener un impacto claro en el rendimiento del sistema.

Arelsa CITIGIS Versión Telegestión Municipal - [Control Punto de Luz] puesto SERVIDOR - [Control Punto de Luz]

Configuración Órdenes Generales Informes y Listados Herramientas Sistema Ayuda

### Control Punto de Luz

Código: aa01uriys Dirección: Descripción:

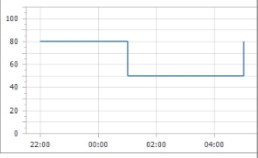
Datos Generales Nodos URLYS Wireless

Instalación		Nodos		Comunicaciones			
Nodo	MAC	Grupo	Estado Acción	Fecha/Hora	Nivel RSSI	Nivel SNR	
<input checked="" type="checkbox"/>	240	4152000A	0001	OK	12/02/18 11:13:20	-52	9
<input checked="" type="checkbox"/>	237	41520033	0001	NOK			
<input checked="" type="checkbox"/>	234	41520005	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	207	03033800	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	183	03033814	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	143	03033777	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	082	41520008	0001				
<input checked="" type="checkbox"/>	036	41520051	0001				
<input type="checkbox"/>	239	41520023	0001				
<input type="checkbox"/>	238	41520010	0001				
<input type="checkbox"/>	236	41520013	0001				
<input type="checkbox"/>	235	4152000C	0001				

**Operación**

Acción: Programación: Oto./Ocaso + Curva

Curvas de programación disponibles: Programación 2



Ejecutar en Nodos seleccionados

Broadcast

Ejecutar en Grupo: 0001

**Instalación**

Acción: Cambiar Grupo

Nuevo Grupo: 0048

Ejecutar en Nodos seleccionados

Broadcast

#TramaTX: 2

#TramaRX: 1

reset

Sin Conectar 08/06/2017

PO134-ARELSA/CITIGIS\_VALLS

Controles Automáticos INACTIVOS en este PC

Oto: 7:46 Ocaso: 18:51

### Fallo de un nodo

Cada nodo tiene su programación autónoma, que se ejecuta de forma automática.

La detección será mediante alarma explícitamente indicada por el nodo o por ausencia de respuesta del mismo (Estado: No comunica)

## **CONCLUSIONES**

En entornos de baja densidad, donde la centralización de cuadros es escasa, se impone una manera diferente de llevar a cabo la iluminación conectada.

El control inalámbrico de larga distancia LoRa aporta las ventajas de una gestión poderosa con un consumo de recursos de comunicación (conexiones a operadores móviles, ancho de banda a ocupar) extremadamente bajo.

La implementación de esta tecnología da lugar a sistemas como Urlys Wireless, que convive con otros sistemas de telegestión nivel de cuadro, y punto a punto powerline.