

# De la farola urbana hacia un elemento urbano multifuncional

Se está produciendo un cambio de paradigma, un cambio de concepto de la farola tradicional, transformándose en otra cosa diferente, en el nodo urbano. Esto supone un nuevo paso en la línea de las smart cities. Los autores de este artículo nos describen cómo funcional estas nuevas farolas “inteligentes”.

---

**Félix Ruiz Gorrindo**

Ingeniero de Obras Públicas, Arquitecto Técnico y Master Ingeniero Civil

**Josep Farré Tarrés**

Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones

**Pablo Martín Palomo**

Doctor Ingeniero Informático

**Nora Martínez Antúnez**

Ingeniera Técnica Industrial y Master en Prevención de Riesgos Laborales

**Ariadna Llorens García**

Doctora Ingeniera Industrial

---



El concepto tradicional de farola como elemento que da luz viene de muy antiguo, de hecho, después del control del fuego por parte de los humanos uno de sus usos fue la iluminación. Así pudo usarse mediante antorchas para iluminar algunos lugares. Como este sistema era engorroso y poco duradero fueron apareciendo luminarias con diferentes aceites y mechas que permitían iluminar durante más tiempo y de forma más cómoda. Han sido encontradas lámparas de terracota en las llanuras de Mesopotamia datadas entre el 7000 y el 8000 a.C. y otros de cobre y bronce en Egipto y Persia cercanas al 2700 a.C. La primera utilización del alumbrado con gas para el alumbrado público fue en 1807. Las primeras farolas eléctricas empleadas, del tipo arco eléctrico con electrodos de carbón que empleaban corriente alterna datan de 1875. Posteriormente se desarrollaron otras fuentes de luz eléctricas más eficientes (lámparas incandescentes, luz fluorescente, luz de vapor de mercurio de alta presión, lámpara de vapor de sodio de baja presión, lámpara de vapor de sodio de alta presión, luz de halogenuros metálicos cerámicos, el LED, etc.). Todo lo referido supuso un importante avance tecnológico y colaboró decisivamente a extender la iluminación por las calles de nuestras ciudades, pueblos y vías interurbanas, colaborando a mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Ahora, en pleno siglo XXI ya han pasado 140 años desde las primeras farolas eléctricas, y en el marco de las nuevas tecnologías, de la innovación –esta innovación que es pilar fundamental para salir de la grave crisis sistémica en la que estamos inmersos desde hace años– y de las “smart cities” (ciudades inteligentes traducido del inglés) se está produciendo un cambio de paradigma, un cambio de concepto de la farola tradicional, transformándose en otra cosa diferente, en el nodo urbano. Este nuevo concepto lo podemos definir como un elemento urbano que

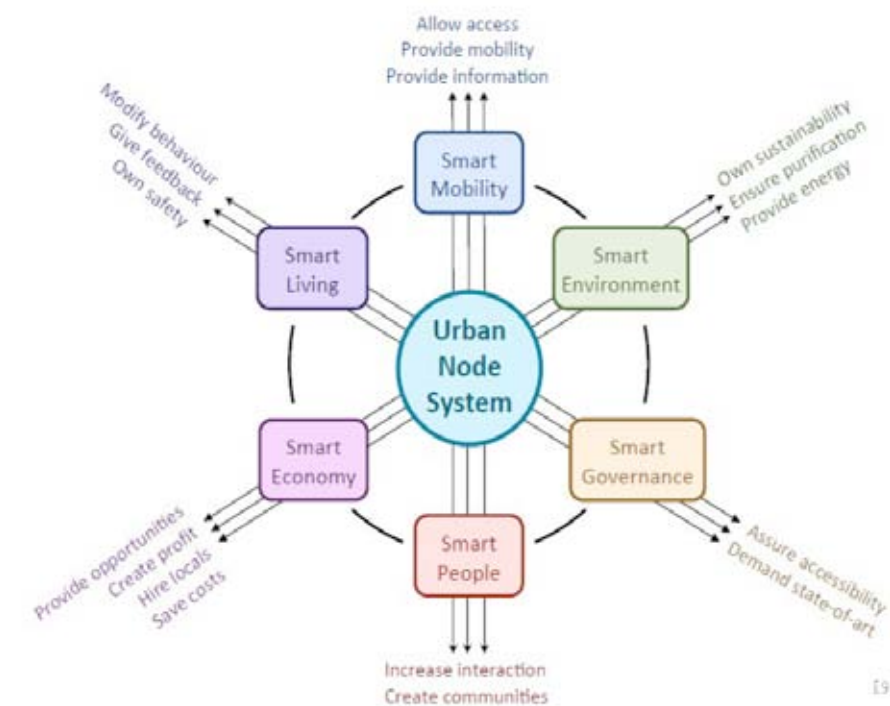


Figura 1: Esquema del concepto general del nodo urbano

El concepto tradicional de farola como elemento que da luz viene de muy antiguo, de hecho, después del control del fuego por parte de los humanos uno de sus usos fue la iluminación

puede dar luz (o no) , y que además hace otras funciones, convirtiéndose así en un elemento urbano multifunción. Entre algunas de estas múltiples funciones está el incorporar sensores (o coger datos de sensores externos al nodo urbano) que recogen varias datos de interés, como humedad, temperatura, intensidad lumínica, concentración de NO<sub>2</sub>, concentración de CO, contaminación atmosférica, contaminación acústica, tráfico, plazas libres de aparcamiento, control de los contenedores de basura, y un largo etc., de manera que toda esta información es enviada a la “nube”

y puede estar a disposición de los ciudadanos y/o de la administración pública a través del uso de un smart phone o una tablet (ver Figura 1). También se prevé la creación de una red WI-FI (Wireless Fidelity) de libre acceso para los ciudadanos.

De hecho, uno de los grandes retos del siglo XXI es realizar una buena gestión de la información, del “Big Data”. Esta gran cantidad de información, obtenida en parte a través de sensores y otros equipos electrónicos, si es gestionada adecuadamente puede hacer más eficiente el funciona-

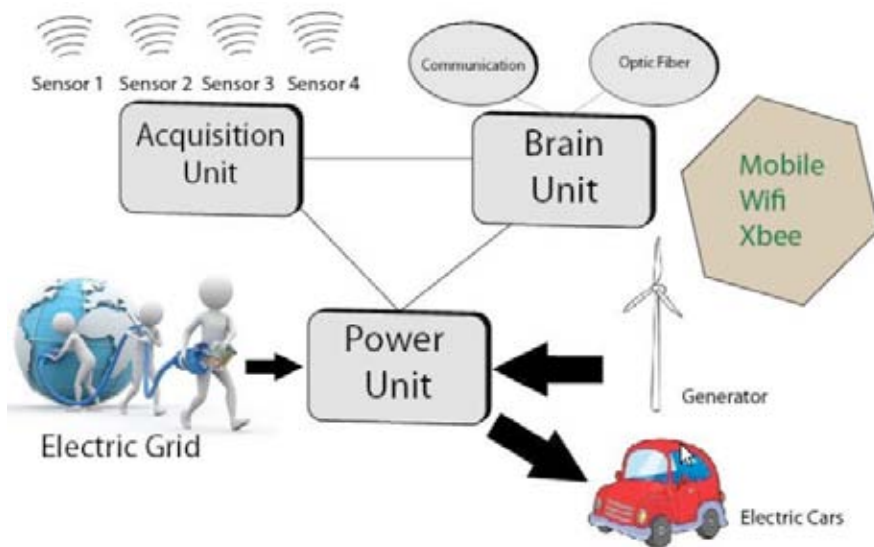


Figura 2: Esquema de la arquitectura electrónica del nodo urbano.

## Se prevé que algunos de los nodos urbanos puedan tener una pantalla táctil que pueda ser utilizada libremente por los ciudadanos

ento de las ciudades, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos y siendo más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Otra de las características que definen el nodo urbano es que sea eficiente energéticamente, incorporando sistemas de captación de energía eólica y solar.

Análogamente, se prevé que algunos de los nodos urbanos puedan tener una pantalla táctil que pueda ser utilizada libremente por los ciudadanos, y a través de la cual se pueda obtener información de utilidad sobre la ciudad y otras informaciones de interés.

En la misma línea se prevé que el nodo urbano se base en construcción modular lo que facilita la manufactu-

ración de este elemento, de manera que todos los nodos urbanos (que puede haber de diferentes tipos y con diferentes aplicaciones) se basen en módulos estandarizados. También se debe tener en cuenta que sea fácil de mantener, fácil de reciclar, que sea seguro (tanto en términos de estabilidad estructural como frente a vandalismo), que sea fácilmente expandible con nuevas aplicaciones (a través del uso de módulos estandarizados), que sea económico siendo favorable el resultado de su análisis coste-beneficio, y que el diseño del nodo urbano sea atractivo e innovador.

En este marco planteado, recientemente se han realizado proyectos innovadores sobre el concepto y diseño del nodo urbano. Efectivamen-

te, desde Neápolis (agencia pública que pertenece al ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú (Barcelona), y que tiene como algunos de sus objetivos fomentar la innovación, la investigación, la colaboración con la universidad, la emprendeduría, etc.) en colaboración con la EPS de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)), han dirigido proyectos IDPs (International Design Project Semester) y EPS (European Project Semester). En estos proyectos fin de grado han participado 9 estudiantes de 9 países diferentes (Alemania, Brasil, Dinamarca, España, Francia, México, Noruega, Polonia y Suecia) siendo lógicamente el idioma de comunicación del inglés. La titulaciones universitarias de estos estudiantes eran variadas: ingeniería en diseño industrial, ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de telecomunicaciones, ingeniería empresarial, etc.

Véase en las Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 imágenes de las características del nodo urbano propuesto.

### NUEVO PROYECTO

Actualmente se inicia otro proyecto sobre el nodo urbano que continúa a partir de los resultados obtenidos en los anteriores proyectos. En este nuevo proyecto participan 6 estudiantes de 5 países diferentes (Bélgica, España, Francia, Polonia y Reino Unido) de variadas titulaciones universitarias, como ingeniería civil, ingeniería arquitectónica (titulación análoga a la titulación de arquitecto técnico o ingeniero de edificación), ingeniería mecánica, etc. Son varios los aspectos que quedan por ser estudiados y definidos, como por ejemplo el tipo de material del nodo urbano. En una primera aproximación parece que el material idóneo para un elemento constructivo de este tipo sería el acero o el hormigón armado o pretensado (prefabricado), en la misma línea que la mayor parte de las farolas existentes. Pero en el nodo urbano estos

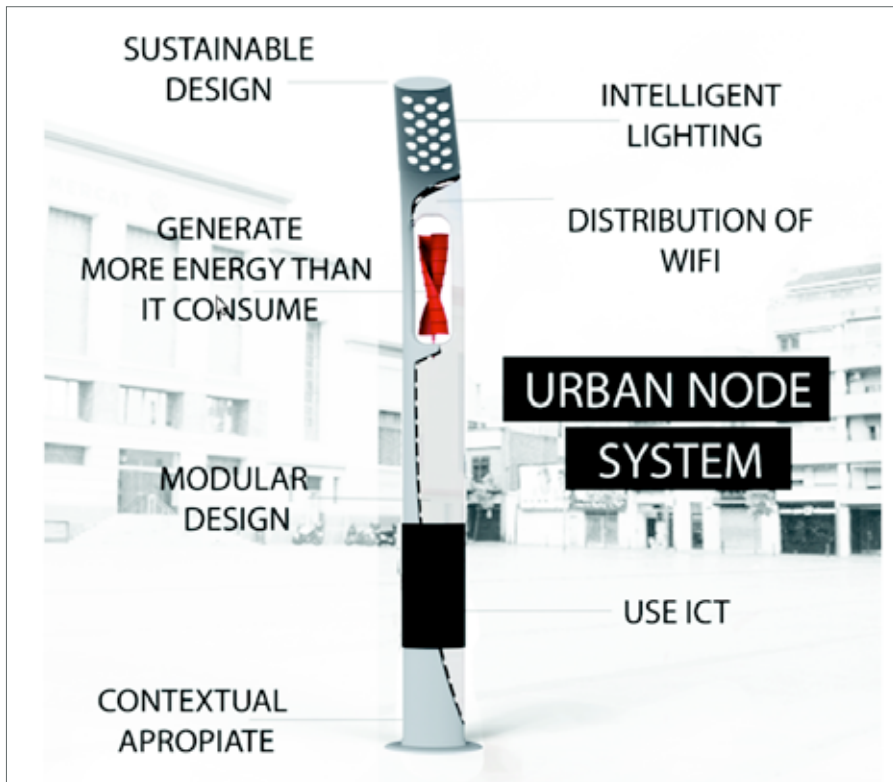


Figura 3: Propuesta de nodo urbano (con pantalla táctil



Figura 4: Concepto de interacción entre la ciudadanía y los nodos urbanos. En este caso a través de la pantalla táctil.



Figura 5: Vista de nodo (con pantalla táctil) urbano iluminado por la noche.

materiales pueden presentar inconvenientes que deben ser analizados, ya que el acero puede provocar interferencias en el funcionamiento de los equipos electrónicos que forman parte del nodo urbano. Por eso el enfoque conviene ampliarlo a otros tipos de materiales, como el hormigón con fibras plásticas, la fibra de carbono, materiales plásticos, etc.

Otro aspecto clave a investigar es el análisis coste-beneficio. En este análisis, en primer lugar se debe calcular cuál es el coste de fabricación e implementación del nodo urbano.



Figura 6: Propuesta de nodo urbano (sin pantalla táctil).

También se debe estudiar cuáles son los ahorros que reporta el concepto de nodo urbano, no sólo a través de ahorro energético (por captación de energía eólica y solar) sino también a través de todos los datos e información que proporcionan los nodos urbanos a la administración pública y a la ciudadanía en general, lo que se puede cuantificar en parte en los denominados costes sociales, etc. Hay que mencionar en el marco del estudio económico que uno de los aspectos que sustentan la actual revolución tecnológica es la drástica disminución del precio de los com-

---

En el marco del estudio económico que uno de los aspectos que sustentan la actual revolución tecnológica es la drástica disminución del precio de los componentes electrónicos

---

ponentes electrónicos. Esto es sólo comparable a su progresiva reducción de tamaño, a su integración en microchips y su incremento de potencia. Hoy en día es posible disponer de un amplio abanico de sensores por pocas decenas de euros. Esto no hace mucho tiempo era claramente diferente, con elevados precios de los sensores que hubieran disuadido de incorporar algunos de ellos en una misma ubicación.

El objetivo final de estos proyectos IDPS y EPS que se están desarrollando entre Neápolis y la EPSEVG es construir un prototipo de nodo urbano y realizar una prueba piloto, para evaluar cómo funciona. Si se demuestra que la propuesta funciona bien técnicamente y es buena desde el punto de vista económico y social, se puede ir implementando el concepto de nodo urbano en nuestras



Sola panel + LED-light

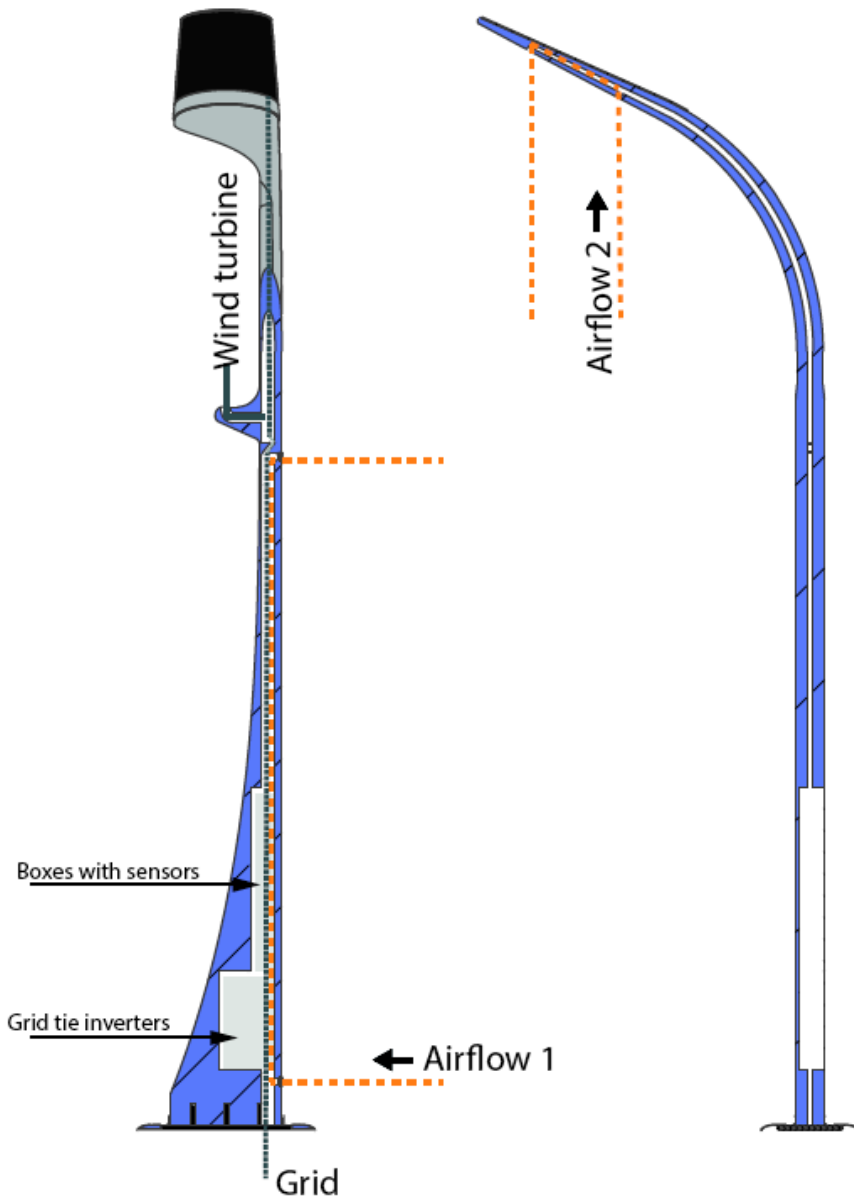


Figura 7: Esquema del nodo urbano (sin pantalla táctil).

En algunas ciudades ya se han hecho algunas pruebas pilotos consistentes básicamente en añadir determinados sensores a farolas existentes

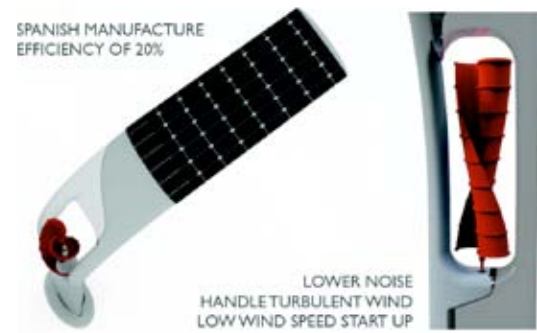


Figura 8:Detalle de los sistemas generadores de energía (solar y eólica)



Figura 9: Imagen virtual de nodos urbanos (sin pantalla táctil) situados en la vía pública



Figura 10: Esquema del sistema modular. Cada caja (de un color diferente) corresponde a un sensor o equipo electrónico determinado

ciudades, pueblos y vías interurbanas, convirtiendo poco a poco nuestras ciudades en verdaderas smart cities, donde los nodos urbanos constituirían, por así decirlo, las neuronas de las smart cities.

Hay que mencionar que en algunas ciudades ya se han hecho algunas pruebas pilotos consistentes básicamente en añadir determinados sensores a farolas existentes. Como queda patente con lo explicado hasta ahora, el concepto de nodo urbano va más allá de los pilotos con farolas que tienen algunos sensores.

En las siguientes figuras se pueden ver algunas imágenes del equipamiento electrónico que forma parte del nodo urbano propuesto.

El diseño electrónico propuesto para los nodos urbanos hace que los mismos sean extremadamente flexibles. Sus programas no sólo son actualizables para mejorar su rendimiento y eliminar posibles errores, sino que además es posible cambiar para reconfigurar sus funcionalidades, y además hacerlo en red y por lo tanto remotamente. Con ello se previene su obsolescencia de funcionamiento y permite que estén preparados para diseños y utilidades que aún no estén creadas en el momento de ponerse en funcionamiento.

Pero además permiten que su exceso de capacidad de computación sea usada colaborativamente, en "grid" (red traducido del inglés), para realizar tareas de procesamiento clásico. Es decir, usadas en su conjunto como un gran ordenador. Usar los cientos de microprocesadores instalados en los nodos permitirá a las ciudades transformarse en auténticas smart cities, convirtiéndose en un gran ordenador potente, flexible, y además, tolerante a fallos. La avería de uno de los nodos no significará una parada en el funcionamiento, sino tan sólo una pequeña merma en la potencia de cálculo.

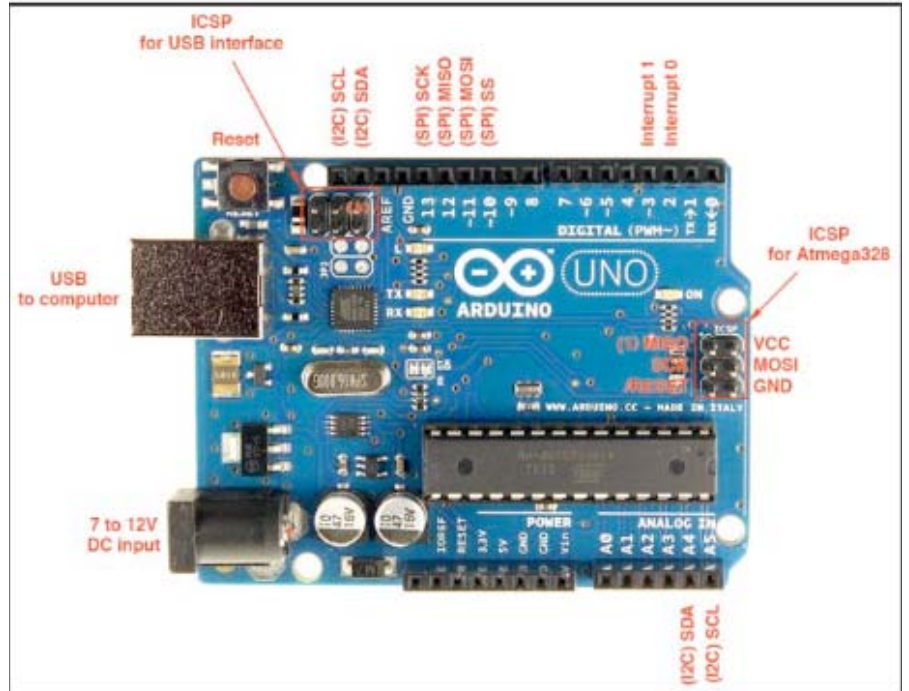


Figura 11.- Arduino Uno Rev3. La unidad de cerebro del nodo urbano

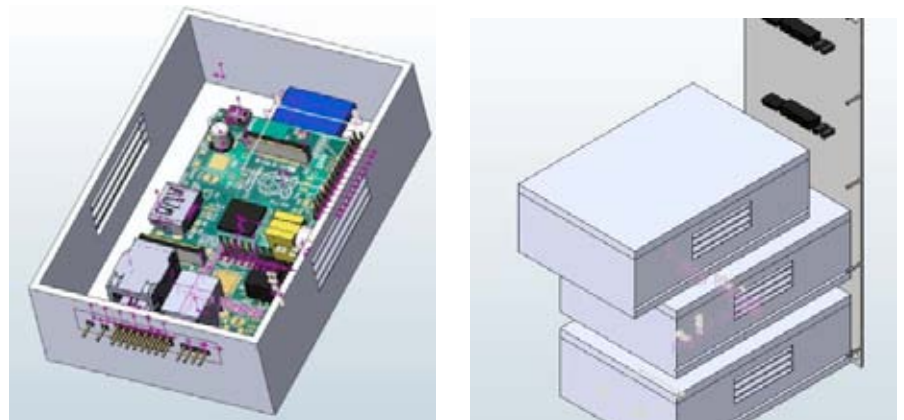


Figura 12.- Caja estandar con el equipo electrónico en su interior; Placa madre con cajas

En el ámbito de las smart cities en general y de los nodos urbanos en particular, los ingenieros de obras públicas e ingenieros civiles, por nuestra formación académica de alto nivel científico, tecnológica y transversal, somos unos profesionales perfectamente indicados para intervenir con un papel protagonista. También otras profesiones están perfectamente indicadas para intervenir en esta materia, siendo éste

uno de los muy numerosos ejemplos que demuestran que debe haber un buen grado de entendimiento y de transversalidad bidireccional entre diferentes profesiones, para conseguir nuestra máxima ambición profesional, que no es otro que ser de la máxima utilidad para la sociedad. Buen ejemplo de esta transversalidad es la variedad de titulaciones universitarias que hay entre los autores de este artículo.

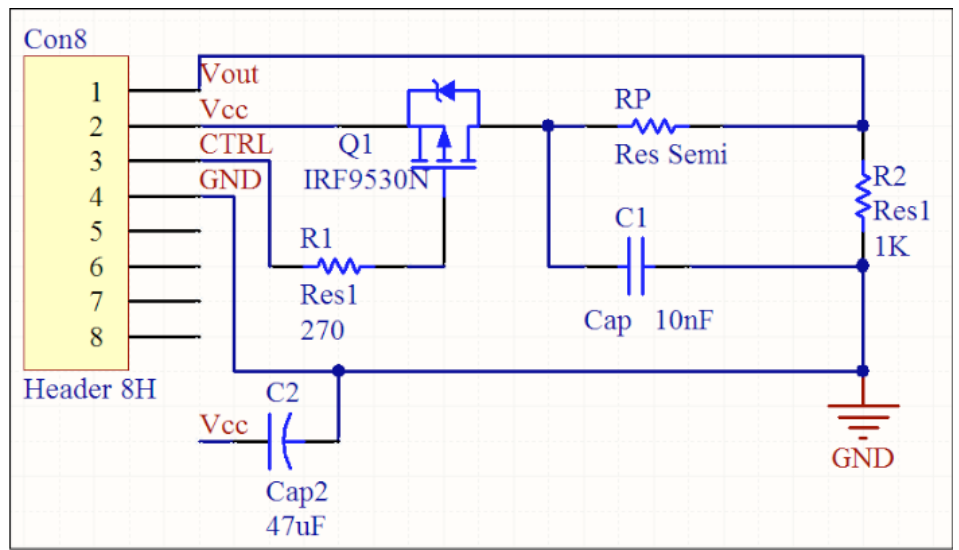
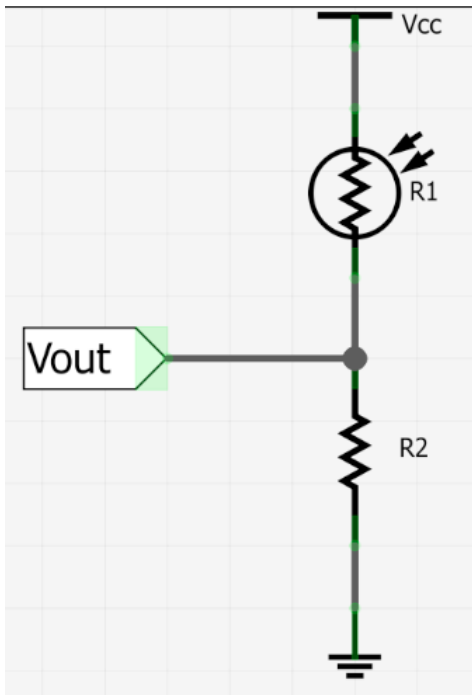


Figura 13.- Circuito con sensor de luz; Circuito del sensor de luz en la placa madre

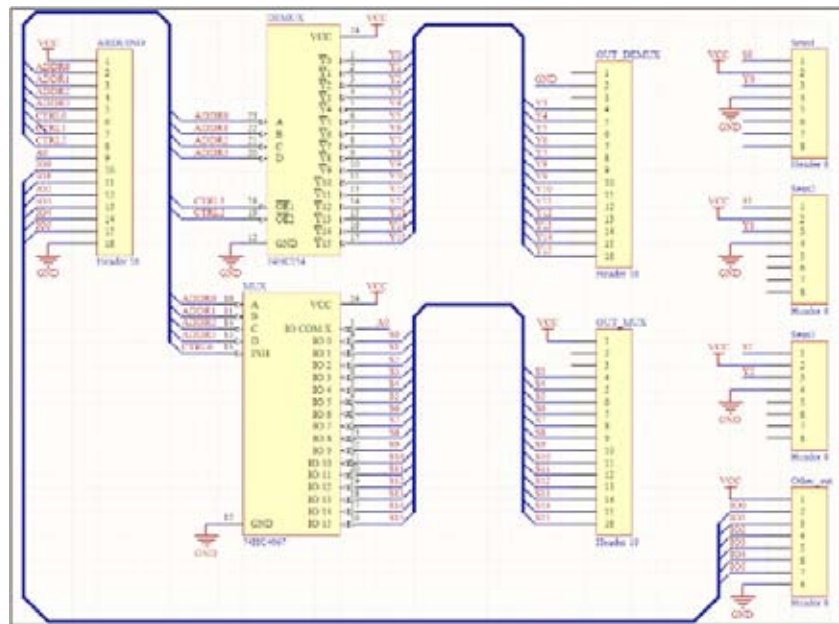


Figura 14.- Esquema de la placa madre

Para que un ingeniero de obras públicas o ingeniero civil pueda intervenir con solvencia en estas materias, debe tener conocimientos generalistas sobre smart cities así como conocimientos básicos sobre algunos conceptos como por ejemplo el funcionamiento de sensores, la fibra óptica, el WI-FI, etc. Estos conocimientos pueden permitir a un ingeniero de obras públicas dirigir equipos pluridisciplinarios que engloben especialistas en electrónica, en fibra óptica, en telecomunicaciones, etc., para conseguir el objetivo del nodo urbano en particular y de la smart city en general.

Para concluir decir que las ciudades se tienen que ir adaptando a los nuevos retos, haciendo más eficiente su funcionamiento, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos y siendo más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. En esta línea, los técnicos nos tenemos que ir adaptando también a estos nuevos retos. El nodo urbano es una propuesta que colabora en la adaptación de las ciudades para hacerlas más eficientes y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. ■

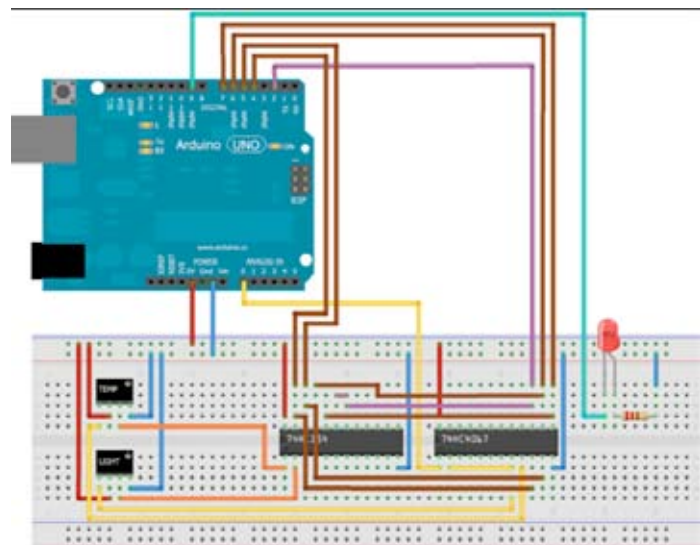


Figura 15.- Esquema completo del prototipo electrónico