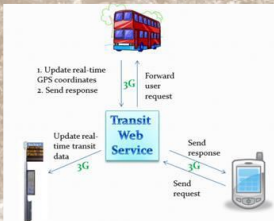
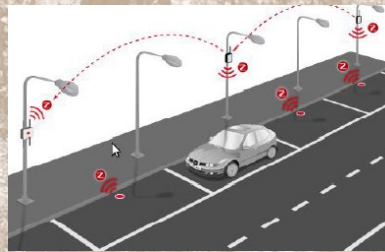


# 3r Workshop TC2

## Sistemes Intel·ligents

Manresa, 27 de gener de 2014

Sala d'actes de l'EPSEM



## Treballs realitzats

### Comitè Tècnic

Rosa Argelaguet, departament DiPSE, UPC  
Antoni Escobet, departament DiPSE, UPC  
Rosa Giralt, departament DiPSE, UPC  
Inmaculada Martinez, DiPSE, UPC  
Pere Palà, departament DiPSE, UPC  
Marta Tarrés, departament DiPSE, UPC

### Organització

Jesús Vicente i Teresa Escobet

### Smart Pàrquing

J. Torres, O. Vall, M. Cunill, H. Miquel

### Fanals Intel·ligents

O. Rabeya, T. Castillo, Q. Ni, D. Marco, D. Varo

### Gestió intel·ligent de les parades d'autobús

P. Struth, F. Rofes

### Compactadores Solars

D. Carrera, M. Garcia, S. Carol, D. Martin

### Semàfors Intel·ligents

N. Cots, A. Fernández, X. Sala, S. Roses, L. Vilaseca

### Estació meteorològica automàtica

X. Llordella, P. Rodoreda

### Suport de SOS autònoms energèticament

B. Capdevila, E. Lenard

### Sistemes de reg intel·ligents

M. Ferrer, J. Marí

# Treballs realitzats

<b>Smart Pàrquing</b> J. Torres, O. Vall, M. Cunill, H. Miquel	Pàg. 3
<b>Fanals Intel·ligents</b> O. Rabeya, T. Castillo, Q. Ni, D. Marco, D. Varo	7
<b>Gestió intel·ligent de les parades d'autobús</b> P. Struth, F. Rofes	12
<b>Compactadores Solars</b> D. Carrera, M. Garcia, S. Carol, D. Martin	16
<b>Semàfors Intel·ligents</b> N. Cots, A. Fernández, X. Sala, S. Roses, L. Vilaseca	20
<b>Estació meteorològica automàtica</b> X. Llordella, P. Rodoreda	27
<b>Suport de SOS autònoms energèticament</b> B. Capdevila, E. Lenard	32
<b>Sistemes de reg intel·ligents</b> M. Ferrer, J. Marí	-

## Comitè Tècnic

Rosa Argelaguet, departament DiPSE, UPC  
Antoni Escobet, departament DiPSE, UPC  
Rosa Giralt, departament DiPSE, UPC  
Inmaculada Martinez, DiPSE, UPC  
Pere Palà, departament DiPSE, UPC  
Marta Tarrés, departament DiPSE, UPC

## Organització i tutors

Jesús Vicente i Teresa Escobet



# Smart Pàrquing

Jordi Torres<sup>\*1</sup>, Oriol Vall<sup>#2</sup>, Marcel Cunill<sup>#3</sup>, Héctor Miquel Vidal<sup>#4</sup>

<sup>\*</sup>Segon curs de Grau en Enginyeria de Sistemes TIC i Enginyer Tècnic Industrial Especialitzat en Mecànica

<sup>1</sup>jorditorres89@gmail.com

<sup>#</sup>Segon curs de Grau en Enginyeria de Sistemes TIC

<sup>2</sup>oriolvall114794@gmail.com

<sup>3</sup>marcelcunill@hotmail.com

<sup>4</sup>hector.vidal.dura@gmail.com

**Resum**—Aquest document presenta un projecte de Sistema d'aparcament guiat, el qual proporciona les idees d'aquest sistema, quins beneficis té, quins elements són necessaris per aquest, etc. Per tal de donar a conèixer i entendre millor que és exactament ja que és un projecte molt innovador, però que per molts entesos en el tema sembla ser que és un projecte de futur, i en el qual s'implementarà a moltes ciutats.

## I. INTRODUCCIÓ

El sistema d'aparcament guiat (fig. 1) és un projecte pensat per a Smart Cities (ciutats intel·ligents), són una ciutats que posseeixen un alt nivell de desenvolupament en l'àmbit de les TIC i que són capaç de gestionar de manera eficient els seus serveis. L'aparcament guiat ens informa de places lliures de pàrquing en temps real en una ciutat. Els sistemes que hem observat consten bàsicament de un sensor col·locat a la plaça de pàrquing, un receptor que rep informació dels sensors, uns comunicadors que s'encarreguen de transmetre la informació a una base de dades i finalment uns sistemes d'informació que mostres l'estat del pàrquing als ciutadans, ja sigui en forma de panell LCD com en una aplicació mòbil [1].

L'objectiu principal d'aquests sistemes és la reducció de tràfic a les ciutats i per tant la contaminació. Al darrere també hi ha altres objectius com serien la comoditat per els conductors a l'hora de trobar aparcament proper al destí. L'eficàcia ha estat comprovada en pàrquings tancats o en algunes ciutats on s'han fet proves.

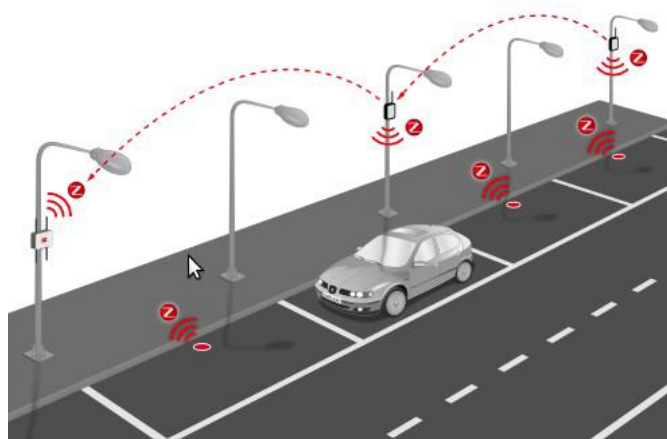


Fig. 1 Un exemple de funcionament de forma gràfica dels elements esmentats.

## II. COMPONENTS APARCAMENT GUIAT [2].

Els sistemes d'aparcament guiat consten de 4 fases, la detecció dels vehicles, l'enviament de la informació al centre de control, el processament i la emissió de les dades. A part del aparcament, els seus receptors poden incorporar sensors de contaminació a l'ambient i ens comunicadors connexions wifi i bluetooth per als ciutadans entre d'altres. Això els fa molt útils quan parlem d'una smart city on tot i tothom esta en comunicació constantment.

Els components per dur a terme aquestes tasques són:

### A. Sensors

La funció dels sensors és la de detectar si hi ha un cotxe ocupant la plaça on ells es troben i informar als receptors del seu estat.

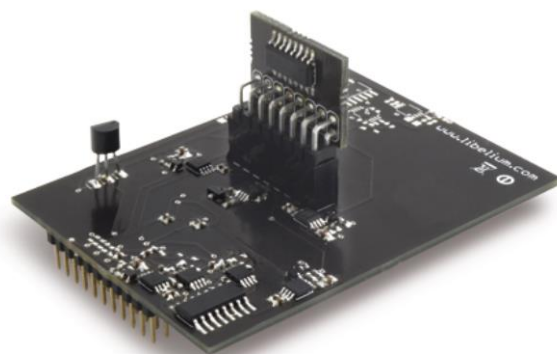


Fig. 2 Shield per sensor de la marca Libelium

Els sensors bàsicament és una placa amb un microcontrolador i un entorn de desenvolupament, (producte semblant a una placa Arduino)[4] i un shield (fig. 2) creat especialment per poder utilitzar la placa com a sensor per a la funció de pàrquing guiat a les smart cities. Per detectar quan hi ha un cotxe aparcats es pot fer de varies maneres, per variacions de camp magnètic, aquesta variació es produeix al aparcar un cotxe a sobre d'ell, per infrarojos (funcionament similar a una detector de presència).

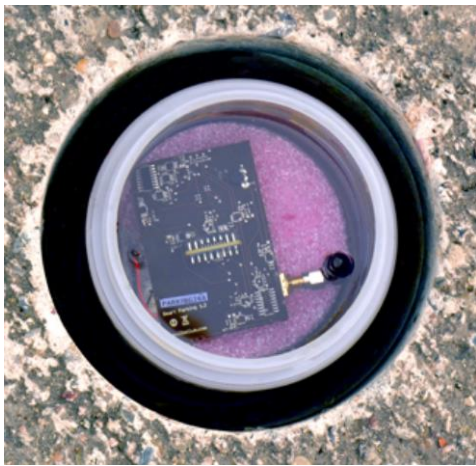


Fig. 3 Sensor col·locat a la via publica de la marca Libelium

Al sensor (fig. 3) hi acoblem una antena per tal de proporcionar-li connectivitat Bluetooth per poder-se comunicar amb el seu receptor corresponent.

### B. Receptors:

Els receptors (fig. 4) rebran la informació dels sensors sobre si la plaça de pàrquing està o no ocupada i juntament amb la informació captada pels seus sensors l'enviaran al comunicador.



Fig. 4 Receptor de la marca Libelium

Hi ha molts tipus de receptors segons la seva utilitat, ja siguin usats per seguretat, per pàrquings interiors, per agricultura... La diferencia entre uns i els altres són els sensors que porten incorporats.

Els receptors tenen característiques dels sensors i dels comunicadors, poden recollir dades dels ambient i comunicar-se amb els ciutadans.

### C. Comunicadors:

Els receptors rebran la informació dels sensors sobre si la plaça de pàrquing està o no ocupada. Per tal de fer-ho de una forma organitzada, el que s'hauria de fer és estructurar la ciutat en diferents zones. Un cop dividida en zones en cada una de elles hi posarem un comunicador (fig. 5).



Fig. 5 Comunicador de la marca Libelium

Cada comunicador te al seu "càrrec" una sèrie de receptors, sensors i panells, i envia la informació al servidor o central de control. Els comunicadors també son capaços de funcionar com a punt d'accés a Internet per a dispositius mòbils ja sigui via wifi o bluetooth.

Una altre funció dels comunicadors, és enviar la informació als panells per tal de poder senyalitzar correctament als vehicles.

### D. Central de control:

La central de control es un servidor que gestiona les places de pàrquing i torna a enviar la informació a les aplicacions mòbils, a la pagina web i als panells informatius repartits per tota la ciutat. La informació pot ser tractada de moltes maneres segons el disseny del programa mare. Això permet adaptar-se a les necessitats de cada moment i evolucionar segons la demanda sense haver de canviar les infraestructures.

Aquest projecte pot ser explicat millor amb el següent diagrama, que mostra els nodes, les xarxes creades i la seva connexió amb el núvol (Fig. 6).

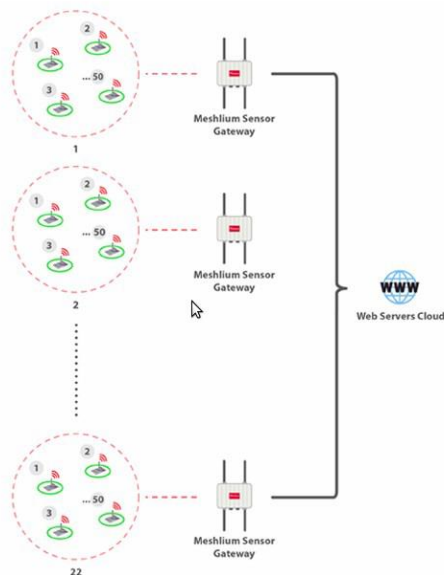


Fig. 6 Diagrama de la comunicació amb el centre de control.

### E. Sistemes d'informació:

Bàsicament, hi ha 3 maneres de transmetre informació fins als ciutadans: panells electrònics, aplicacions mòbils o pàgina web.

Els panells electrònics són bàsicament com una pantalla LCD, on arriben unes dades (de forma cablejada o per radiofreqüències) que les interpreta per tal de mostrar el nombre de places d'aparcament lliure. El més comú es utilitzar un panell amb leds amb un marc d'acer, amb aquest tipus de panells l'escriptura clara i llegible. Les fletxes a la pantalla de guia es pot ajustar flexiblement segons les necessitats del lloc [6].

Les aplicacions mòbils són més pràctiques ja que et poden mostrar exactament on es troba la plaça de pàrquing lliure i amb l'ajuda d'altres aplicacions, com google maps, podem dir que ens faci un traçat per arribar a la plaça de pàrquing.

L'última opció, la pàgina web, també es podria fer servir però no seria gaire útil, ja que en el temps que passa des de que ho mires a Internet fins que arribes al lloc pot passar molta estona. I per això la informació de les pàgines web, a part dels pàrquings lliures hi posen informació més útil com la temperatura, el grau de contaminació acústica, ... Aquestes dades les obtindríem afegint sensors externs diferents que els Waspnotes que estan pensats únicament per la funció del pàrquing.

### F. Software:

Per tal de poder mostrar la informació a través dels diferents medis, és necessari programar la central de control per tal d'administrar tota la informació. S'utilitzaria un llenguatge PHP, com el que s'utilitza en els servidors.

De cara al consumidor es sol utilitzar la API de Google Maps, ja que és gratuïta, on s'hi marquen les places de pàrquing enviades per la central de control en forma de

coordenades. Així s'obté una forma més visual per analitzar la informació [5].

## III. AVANTATGES I INCONVENIENTS

L'aparcament guiat ofereix uns avantatges clars per a l'usuari i per al medi ambient, tot i així no es una aposta per a les ciutats degut a la crisi econòmica actual [3].

### A. Avantatges

- 1) *Millora en la mobilitat urbana:* L'augment de la rotació de les places i de la seva major ocupació, permeten una notable reducció del tràfic.
- 2) *Millora del medi ambient, la reducció del tràfic:* Porta implícit una disminució del consum de combustible. El que redueix la contaminació per emissions de CO i NO2.
- 3) *Benefici pel ciutadà:* Un servei d'informació i servei de fàcil utilització que suposa un estalvi de combustible i temps
- 4) *Benefici per l'explorador:* Millora l'eficàcia i productivitat del servei gracies a una precisa informació en temps real i periòdica de cada plaça (nivell de rotació, temps d'ocupació, avisos d'excessos d'ocupació i recaptació estimada).

### B. Inconvenients

- 1) *Inversió econòmica:* Es necessària una inversió inicial important degut a les instal·lacions que s'han de dur a terme per tal de poder detectar el estacionaments lliures.
- 2) *Consum energètic:* El sistema d'aparcament consumeix energia (sempre que no s'instal·li conjuntament un sistema d'alimentació renovable com serien els panells solars), tot i que es veuria compensada per l'estalvi en el consum de combustible ens els vehicles [7].

## IV. CONTAMINACIÓ I AUTONOMIA ENERGÈTICA

Avui en dia un dels temes que més preocupa a la societat és el fet de la contaminació, ja que s'ha mirat de conscienciar a la població per tal de voler un món sostenible. En aquests aspecte, no hauria de preocupar a ningú, ja que no es produeix ni contaminació ambiental, ni acústica, ni cap altre tipus de contaminació. Amb l'aparcament guiat s'optimitza l'estona de cerca d'aparcament per part dels usuaris i per tant els gasos emesos pels vehicles, millorant notablement la contaminació en les grans ciutats. I enllaçant amb la sostenibilitat, un dels temes que també s'han de tenir en compte sobretot tenint en compte la viabilitat del projecte, és l'autonomia energètica dels elements escollits.

Els sensors reben l'energia de la corrent (prèviament transformada a la intensitat adequada).

Els receptors i comunicadors poden estar connectats a la corrent mitjançant un transformador (fig 7), però també s'hi pot connectar una bateria i aquesta, carregar-la mitjançant l'energia solar amb una placa fotovoltaica (fig. 8).

## AGRAÏMENTS

Agrair a sobretot a l'Universitat de Cantabria, ja que el projecte realitzat ha estat basat en el seu estudi sobre SmartSantander.

I per suposat donar les gràcies a totes les persones que han col·laborat amb el treball, incloent la BCUM, i els professors de l'EPSEM.

## REFERÈNCIES

- [1] The Smart City Project in Santander [en línia 12/12/2013] Web. <http://www.sensormag.com/wireless-applications/smart-city-project-santander-11152>
- [2] Libelium [en línia 19/12/2012] Web <http://www.libelium.com/>.
- [3] Parkhelp [en línia 10/12/2012] Web, PDF. [www.parkhelp.com/contingut/m\\_pujadocuments/documents/PH\\_CAT\\_ESP.pdf](http://www.parkhelp.com/contingut/m_pujadocuments/documents/PH_CAT_ESP.pdf)
- [4] Arduino [en línia 13/12/2013] Web. <http://arduino.cc/>
- [5] UOC, *Smart Parking per una Smart City* [en línia 22/1/2012] Web. [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/22161/3/odols\\_TFM0613mem%C3%B2ria.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/22161/3/odols_TFM0613mem%C3%B2ria.pdf)
- [6] Quito D.M. (2009) homepage on peopleweb. [en línia 13/12/2013] Web, PDF. <http://www.peopleweb.com.ec/sitiopw/parking/catalogo%20smart%20parking.pdf>
- [7] F. Mudoy Villalobos. (2013) homepage on slideshare, [en línia 13/12/2013] Web. <http://www.slideshare.net/FranciscoMudoyVillal/smartparking-23224257>

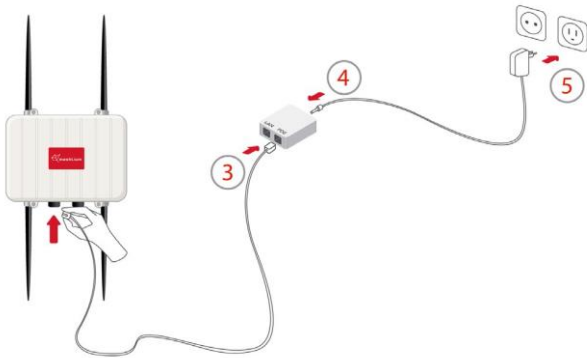


Fig. 7 Meshlium endollat a la xarxa elèctrica

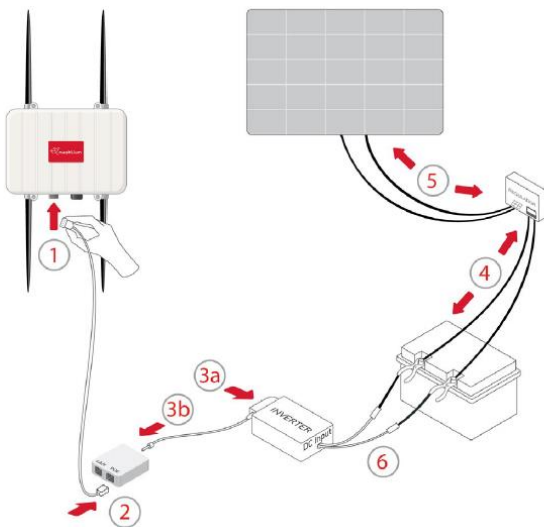


Fig. 8 Meshlium endollat a una placa solar

## V. CONCLUSIONS

La veritat és que creiem que és un pla molt ben pensat tal i com esta plantejat el nostre projecte, ara bé, si que és veritat que podria tenir algunes propostes de millora i aquestes podrien ser: Utilitzar sensors més potents que mitjançant els seus sensors magnètics poguessin controlar varies places d'aparcament, al mateix temps que saber diferenciar entre unes i altres sense interferències. I fer que aquests sensors enviïn majors ones de freqüències als repetidors, d'aquesta manera a part d'estalviar-se sensors també ens estalviaríem repetidors.

A més a més una altra proposta de millora sobretot per part de la rendibilitat per tal que no fos massa car, i de poder-lo subvencionar d'alguna manera, seria que en els displays hi hagués dos pantalles, la segona que fos per posar publicitat. D'aquesta forma la gent poc o molt al mateix temps de mirar els panells, estarien veient la publicitat, i creiem que és una bona forma de finançar el projecte.

# Fanals Intel·ligents

Oriol Rabeya Sánchez<sup>#1</sup>, Tatiana Castillo Martín<sup>#2</sup>, Qiwei Ni<sup>#3</sup>, David Marco Pueyo<sup>#4</sup>, Daniel Varo Garcia<sup>#5</sup>

*Segon curs d'Enginyeria d'integració en sistemes TIC*

david.marco.pueyo@estudiant.upc.edu

daniel.varo@estudiant.upc.edu

tatiana.castillo@estudiant.upc.edu

qiwei.ni@estudiant.upc.edu

oriol.rabeya@estudiant.upc.edu

**Resum**— Els fanals intel·ligents són un nou pas en l'aplicació de les TIC. En aquest article s'ha fet una recerca en el món de l'estalvi energètic, un breu resum de l'evolució dels fanals i exposem alguns dels models de fanals intel·ligents amb les seves aplicacions. Ens focalitzem en l'ús de fanals intel·ligents per tal de millorar la rendibilitat, el consum, l'eficiència energètica i il·luminaria dins les poblacions. Alhora, relacionem el tòpic amb l'ús de les comunicacions, on la innovació, la creativitat i l'eficiència hi tenen un paper molt important.

## I. INTRODUCCIÓ

L'enllumenat públic és el servei consistent en la il·luminació de tots els espais de lliure circulació que no estan a càrrec de cap persona natural o jurídica de dret privat o públic, diferent del municipi, amb l'objectiu de proporcionar la visibilitat adequada per poder desenvolupar amb normalitat les nostres activitats.

En general, si sonia de la seva instal·lació, encara que en carreteres o en infraestructures vial importants, aquest enllumenat correspon al govern central o regional.

L'actual sistema d'enllumenat públic a Espanya, segons l'article escrit per Alex Fernández Muerza, a la web *consumer.es*, consumeix massa energia i il·lumina insatisfactòriament, malgasta els diners de tots i perjudica el medi ambient. S'estima que entre el 40% i el 60% de la factura elèctrica dels ajuntaments es destina a enllumenat públic. És per això que creiem que els fanals intel·ligents poden ser una possible solució a aquest problema, ja que permet reduir fins a un 85% el consum d'energia respecte al de les convencionals. Per tal d'un millor desenvolupament en aquest sector, les millores es basen en diverses tecnologies com llums d'alta eficiència o sensors de detecció, que permeten un major aprofitament de l'energia, i alhora a un cost inferior [4].

## II. HISTÒRIA

Si ens remuntem a la prehistòria podríem dir que el primer focus de llum es va inventar al voltant del 70.000 abans de Crist, conegut actualment com a torxa, una font portàtil de foc que es feia servir com a font lumínica. Consistia en un pal o fusta amb un extrem envoltat d'un tros de tela mullat amb un material inflamable. Originalment, les torxes es posaven en canelobres als murs de pedra d'edificis com castells o criptes

per il·luminar els passadissos. Si la torxa la feien amb sofre i calç, encara que l'introduïssin a l'aigua, el foc no s'apagava.



**Figura 1: Un dels fanals de Gaudí**

Més tard, a principi del segle XIV, la majoria de ciutats dels Estats Units i Europa hi havien carrers que s'il·luminaven únicament amb la llum de gas, tecnologia utilitzada per a produir llum a partir de combustible gasós (Hidrogen, Metà, Propà, Butà, Acetilè o Etilè). Abans de l'aparició de l'electricitat es va convertir en el sistema més econòmic per a l'ús públic i, en general, per a il·luminar els carrers de les ciutats i els barris. Aquests s'havien d'encendre a mà.

No va ser fins al segle XVIII, que es van inventar els llums d'oli, uns dispositius d'il·luminació a base de combustible líquid, principalment querosè. Van ser uns objectes molt útils en un temps en els que encara no es disposava d'energia elèctrica, especialment en zones rurals. Tot i així, encara avui en dia, encara es fan servir per acampar ja que produeixen una llum molt brillant i de llarga duració de forma econòmica.

Humphrey Davy, d'Anglaterra, va inventar la primera llum d'arc de carbó elèctrica al 1801. Tot i així, les primeres làmpades incandescentes elèctriques no es van inventar fins la dècada del 1870. A arrel de la làmpada incandescent, Edison va poder crear amb èxit la bombeta, a l'any 1879.

Vint-i-dos anys més tard, al 1901 (figura 1), l'americà Peter Cooper Hewitt va patentar el llum de vapor de mercuri, consistent en un tub de descàrrega de quars ple de vapor de mercuri, el qual té dos elèctrodes principals i un auxiliar per a facilitar-ho a l'hora d'encendre's.



Anys més tard, va sortir el llum de neó, un llum de tungstè ple de gas elèctric i la làmpada de fluorescència, demostrant els nous avenços important a llarg del temps fins a arribar al ja anomenat fanal intel·ligent, del qual en parlem ara [9].

### III. OBJECTIUS DELS FANALS INTEL·LIGENTS

Els objectius pels quals es volen implementar els fanals intel·ligents o regulables als pobles i ciutats són dos, per una banda, per reduir el consum d'energia i per l'altre reduir la contaminació lumínica.

Ajuden a reduir el consum d'energia ja que els nous fanals són capaços de reduir aquests consum energètic fins un 85% respecte al consum que tenen els fanals convencionals. Al mateix temps, aquesta reducció del consum energètic també suposa un gran estalvi.

Aquests nous fanals intel·ligents, ajuden a solucionar tots els problemes que comporta la contaminació lumínica, ja estan programats perquè només il·luminin quan és necessari i la seva il·luminació és de forma direccional, el que també contribueix a que els fanals intel·ligents il·luminin amb major eficiència que els fanals convencionals. Degut a consumir menys electricitat, redueixen la contaminació, que s'esdevé en gran mesura dels combustibles fòssils i nuclears, i també l'emissió de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle. També contribueixen a la disminució de la contaminació lumínica ja que regulen la intensitat lumínica. Segons si en aquell punt del carrer hi ha alguna persona o cotxe, el fanal intel·ligent farà més llum que quan en aquell tros de carrer no hi ha cap cotxe o persona. La contaminació lumínica no és només un problema a l'hora d'observar el firmament, suposa també una alteració del ecosistema, despistant a les aus migratòries, atraient insectes, o canviant les costums de la fauna nocturna, que posseeix una visió adaptada per l'evolució a nits fosques, però que es presenten artificialment il·luminades a l'actualitat. La intrusió lumínica [10] és un altre factor a tenir en compte, la llum de l'enllumenat nocturn entra a les nostres cases afectant al nostre rellotge biològic. La melatonina és una hormona que segrega el nostre cos en funció de la llum ambient. L'exposició a nivells de llum gaire elevats durant el nostre descans nocturn redueix la quantitat de melatonina generada reduint així la nostre capacitat antioxidant del nostre organisme i la capacitat de neutralització de radicals lliures.

Els nous fanals intel·ligents poden incloure altres serveis que poden ser interessants pels ciutadans [3], ja que com estan connectats a la xarxa, poden controlar l'excés de velocitat dels vehicles que circulin per la carretera en que estiguin instal·lats, trobar el lloc on s'ha produït un accident, detectar si ha alguna plaça d'aparcament lliure, fer un seguiment dels discapacitats, persones malaltes, amenaçades i persones

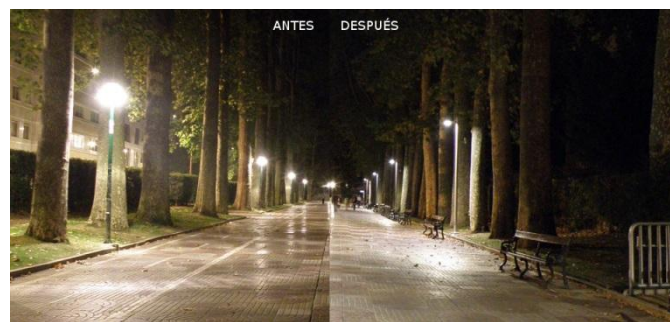
major, a part de moltes més aplicacions que es podran dur a terme.

També suposaran un sistema de seguretat afegit, ja que com incrementen la seva intensitat lumínica quan detecten algun moviment, podran actuar indirectament com alarma lumínica [4] també.

### IV. CARACTERÍSTIQUES

Al parlar de ciutats intel·ligents passa una mica com a les llars: si la il·luminació a casa és el recurs més malbaratat, en l'enllumenat públic també es pot reduir la factura dels ajuntaments i estalviar, no apagant, però sí reduint la potència dels fanals.

Aquesta és la funció de l'enllumenat intel·ligent, aprofitar que a certes hores de la nit no hi ha gairebé ningú per fer un ús més intel·ligent dels recursos reduint la intensitat i, per tant, disminuint la despesa. Es pot arribar a estalviar fins a un 85 % d'energia (figura 2).



**Figura 2: Abans i després de la implantació del fanal**

El seu funcionament és senzill: el sistema de fanals regula la llum en funció de les persones o vehicles que es troben al carrer. Cada fanal puja o baixa la seva intensitat al moment per la distància a la qual estiguin passejant els vianants, per exemple passejant el gos, o els cotxes quan circulen per la ciutat. També es pot aplicar a vies de tren o autopistes.

Els fanals mantenen una connexió entre si per radiofreqüència de manera que s'avisen entre ells per encendre predient la direcció i velocitat del vehicle, persona o mascota. És per això que també l'enllumenat intel·ligent se l'anomena encès lògic.

Com si fossin llums automàtiques del típic lavabo d'un restaurant, els fanals detecten el moviment però també la presència, de manera que no hi ha risc de quedar-se a les fosques. A més, es pot configurar el sistema perquè hi hagi sempre un mínim de llum suficient com per no crear sensació d'inseguretat.

Aquests fanals intel·ligents, disposen de molts avantatges respecte als convencionals, entre els que destaquem els següents.

Permeten autoregular seu encès i intensitat de la llum en funció de l'hora del dia o el nombre de vianants .

Dotades de sensors de moviment per infrarojos, que detecten el nombre de vianants a prop. Per si no fos poc , els fanals intel·ligents disposen també de sensors de temperatura,

humitat, vibració i, fins i tot, de contaminació, tant acústica com de CO<sub>2</sub>.

Tota la informació recollida es transmet en temps real a un servidor central a través de senyals sense fils, molt semblants al Wi-Fi de què gaudim a les llars per accedir a Internet. La tecnologia WiFi Mesh -que s'anomena així-, transmet informació de manera immediata, aprofitant tots els dispositius WiFi ja instal·lats, de manera que es redueixen considerablement els costos de transmissió.

Per solucionar el problema de que la llum estigui ben dirigida al lloc que es vol enllumenar, no s'han fet servir llums tradicionals. En el seu lloc, s'utilitzen LED's, que permeten dirigir amb precisió i uniformitat el fil de llum.

A aquesta reducció de la contaminació lumínica es suma la durabilitat, unes 17 vegades superior a la de les làmpades incandescents tradicionals, amb l'avantatge afegit que al final de la seva vida útil, tan sols s'haurà reduït en un 30% la llum generada inicialment. Cal no oblidar que aquest tipus de "bombetes" requereix menor voltatge i consum i, per tant, suposa en si un estalvi molt significatiu d'energia.

Tot i que la gran majoria són avantatges, també té alguns inconvenients que poden dificultar la seva introducció dins la nostra societat. El principal problema és el gran capital a invertir inicialment, ja que tot i el seu aprofitament econòmic al llarg dels anys, la seva despesa inicial és a hores d'ara encara molt elevada, i fa que poques empreses i municipis s'interessin en una inversió al respecte.

## V. TECNOLOGIA LED

La tecnologia LED que fan servir aquests nous fanals intel·ligents es basa en el següent: un díode LED (díode emissor de llum) és un dispositiu semiconductor que emet llum incoherent d'espectre reduït quan se'n polaritza de forma directa la unió PN i és travessat per corrent elèctric. El díode LED només funciona amb corrent continu. Una de les principals avantatges de les fonts d'il·luminació basats en LED és l'alta eficàcia lluminosa. Els LED blancs van aconseguir una eficàcia major que els sistemes estàndard d'il·luminació incandescents. Una bombeta incandescent convencional de 60 a 100 watts emet al voltant de 15 lm/W, i els llums fluorescents estàndard emeten fins a 100 lm/W, en canvi, un LED blanc que dona 254 lm/W. El temps de vida típics indicats són 25.000-100.000 hores, però el clima pot escurçar aquest temps de manera significativa.

## VI. MODELS ACTUALS EXISTENTS AL MERCAT

La majoria de fanals intel·ligents fan servir el mateix tipus de sistema, el sistema LUIX, que porta el nom de la pròpia empresa que l'ha creat, LUIX, i en el que consisteix és en regular la il·luminació dels fanals en funció dels vehicles i persones que estiguin circulant per aquell carrer en aquell moment. Aquests fanals intel·ligents s'encenen i s'apaguen progressivament en la direcció i seqüència adequada, depenent de la predicció del moviment i direcció dels vehicles i persones presents. Això és possible gràcies a que el fanal incorpora un

dispositiu que detecta tant moviment com presència. El sistema es configurable de manera que pot regular la intensitat de la llum sense necessitat d'apagar per complet un fanal, el que fa és adequar la quantitat de llum que emet aquell fanal a les necessitats de cada instant [4].

També presenten una capacitat de gestió remota per controlar el sistema. En el mateix moment en que el fanal s'apaga, o pateix alguna incidència, el propi sistema avisa remotament al operari o al client per així poder reduir al mínim el temps de reparació, el que suposa un estalvi significatiu en el manteniment de l'infraestructura, així com per poder solucionar de manera immediata el problema que hagi pogut sorgir.

Dintre dels fanals de tipus LUIX, podem trobar els següents:

**Fanal de sistema híbrid (figura 3):** Aquest fanal integra el DS-300W, que és una turbina eòlica d'eix vertical, i un panell solar de 85W, tot això integrat en un disseny modern d'un pal de la làmpada. El concepte d'aquest disseny és proporcionar l'autosuficiència de les aplicacions de la il·luminació o d'altres usos en el seu cas. El controlador del sistema d'il·luminació híbrida s'integra amb el controlador de l'energia eòlica (WG0400) i el carregador d'energia d'energia solar (RC10-II), els dos dispositius estan en paral·lel pel banc de bateries (12V/24V) de carga. El banc de bateries proporciona la càrrega d'un estalvi d'energia de la làmpada LED de 24W.

Encara que el pal de la làmpada és de producció de productes estàndard, la personalització és possible amb la especificació presentada per l'usuari.

Els components que té integrats són l'aerogenerador d'eix vertical DS-300W, integrat WG0400 de vent, controller/RC10-II carregador solar, integrat del circuit de frens i el pal de llum amb la funció de controlador/vivenda del banc de bateries [7].



**Figura 3: Fanal de sistema híbrid**

**E-CORE LED ROADLIGHT 9000 (figura 4):** Aquesta llum de carretera, fabricada per Toshiba, compleix amb la normativa EN 13201 i combina totes les avantatges tecnològiques i de disseny per crear baix consum, l'

il·luminació de baix manteniment per la xarxa de carreteres del segle XXI. El disseny és resistent a les condicions climatològiques, té una funció d'encès suau agradable a la vista i control de sortida potència lumínica constant, a més a més de tenir 10 kV de protecció de sobrecàrrega, es combinen per permetre una vida útil de 60.000 hores. Té un rendiment de 250W. Aquest fanal, es caracteritza per ser regulable, amb un pas de regulació d'un 50%, té un grau de protecció de IP 65, un factor d'energia de 0.92, un rang de temperatura de -30°C a 45°C i un flux de llum constant [5].



**Figura 4: Fanal E-CORE LED ROADLIGHT 9000**

V-Poles (figura 5): Aquest fanal, que és un projecte de la ciutat de Vancouver, fa servir antenes repetidores que funcionarien de la mateixa manera que les actuals antenes de telefonia mòbil, només que ideades per transmetre senyals Wi-Fi i de telefonia clàssica i mòbil 2G/3G/LTE, a més a més d'oferir llum quan es fa de nit com un fanal convencional.

Com a curiositat està previst que aquest fanal disposi d'un punt de carrega per carregar els cotxes elèctrics que funcionarien per inducció, sense la necessitat de connectar cap cable.

Una altre utilitat que pot tenir aquest fanal és la de connectar a les persones que viuen en un mateix veïnat repartint informació variada relacionada amb la zona, de forma semblant a un taulell d'anuncis digital al que tindrà accés des de l'ordinador de casa teva connectant-te a una xarxa privada [3].



**Figura 5:Fanal V-Poles**

## VII. CONCLUSIONS

Observant l'evolució amb el pas del temps dels fanals, hem pogut apreciar com la tecnologia ha anat prosperant. Començant des de les torxes fins als fanals d'avui dia, des de la necessitat del foc per a il·luminar els nostres carrers, fins l'electricitat amb els dispositius intel·ligents que fan que el consum sigui molt més econòmic. Els fanals intel·ligents són una opció d'il·luminació pública que si se sap utilitzar correctament, pot aportar molts avantatges, però com a tot sistema, no és perfecte i el seu ús pot ser contraproductiu si no s'instal·len correctament.

Pensem que hi ha moltes zones on es pot treure un gran rendiment a alguns dels fanals que hem vist. Per exemple, poden utilitzar-se fanals que disposen de connexió de carrega de cotxes elèctrics en pàrquings descoberts, però aquests mateixos no tenen gaire sentit si s'instal·len en zones on els cotxes no poden aturar-se.

També creiem que podem estalviar antenes de telefonia al tenir fanals que també facin aquesta funció.

Tot i això, el problema del cost elevat en la incorporació d'aquests nous fanals a la població, impossibilita en molts casos la seva implantació en el món d'avui en dia. Malgrat això, hi ha estudis que asseguren que la quantitat de diners que podríem estalviar amb la implantació d'aquest tipus d'enlluernament compensaria el preu tan elevat que ens costaria la nova incorporació d'aquestes noves llums.

Per tant, podem concloure que l'ús d'aquesta nova tecnologia és completament factible actualment, ja que l'elevada contaminació energètica, l'elevat cost actual de l'energia elèctrica i el mal ús que se'n fa d'ella són factors que ens han portat a apostar fortament en aquesta nova tecnologia dins la nostra societat.

## REFERÈNCIES

- [1] Alumbrado público[en línia]. Desembre 2013. Web.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Farola#Formas\\_y\\_tecnolog.C3.ADas\\_de\\_alumbrado\\_p.C3.BAblico](http://es.wikipedia.org/wiki/Farola#Formas_y_tecnolog.C3.ADas_de_alumbrado_p.C3.BAblico)
- [2] Farolas inteligentes [en línia]. Desembre 2013. Web.  
[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2012/01/26/206329.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/01/26/206329.php)
- [3] Farolas inteligentes con WiFi reemplazan torres de telefonía y cables en las ciudades [en línia]. Desembre 2013. Web.  
<http://cyberspace.com.es/farolas-inteligentes-con-wifi-reemplazan-torres-de-telefonía-y-cables-en-las-ciudades/>
- [4] Presentan un nuevo sistema de gestión inteligente de alumbrado que permite ahorrar hasta un 80% de energía [en línia]. Desembre 2013. Web.  
<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Presentan-un-nuevo-sistema-de-gestion-inteligente-de-alumbrado-que-permite-ahorrar-hasta-un-80-de-energía>
- [5] E-CORE LED ROADLIGHT [en línia]. Desembre 2013. Web.  
[http://www.toshiba.eu/lighting/eu/Products/Outdoor/E-CORE\\_LED\\_ROADLIGHT/](http://www.toshiba.eu/lighting/eu/Products/Outdoor/E-CORE_LED_ROADLIGHT/)
- [6] Una breve historia de la iluminación [en línia]. Desembre 2013. Web.  
[http://www.bekolite.com/spanish/historia\\_ilumacion.html](http://www.bekolite.com/spanish/historia_ilumacion.html)
- [7] AC HIENERGY SPAIN [en línia]. Desembre 2013. Web.  
<http://www.achienergyspain.com>
- [8] Projecte d'implantació d'Smart zone al recinte ALBA [en línia]. Desembre 2013. Web.  
<http://hdl.handle.net/10609/23288>
- [9] M. Bellis (2013) History of Lighting and Lamps [en línia]. Desembre 2013. Web.  
<http://inventors.about.com/od/1startinventions/lighting.htm>
- [10] Contaminación lumínica [en línia]. Gener 2014. Web.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_lum%C3%ADnica#Intrusi.C3.B3n\\_lum.C3.ADnica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_lum%C3%ADnica#Intrusi.C3.B3n_lum.C3.ADnica)

# Gestió intel·ligent de les parades d'autobús

Pablo Struth, Francesc Rofes

Segon curs d'Enginyeria de Sistemes TIC

Struth@itic.com

Rofes@itic.com

**Paradigmes—** Ens veiem immersos en un paradigma tecnològic on l'avanç de les TIC (Tecnologies de la comunicació i d'informació) sembla guanyar presència en tots els àmbits de la societat. Un d'aquests àmbits, i molt important pel dia a dia de gran part del sobirà, és el tema del transport públic. En aquest article, a continuació, analitzem com les noves tecnologies afecten i tracten de millorar el servei donat per les parades de transport urbà.

## I. INTRODUCCIÓ

No iniciarem un debat de caire filosòfic o antropològic però resulta una evidència que uns dels objectius que ha perseguit l'esser humà des del seu origen és el canvi. Primer, des de la comprensió i observació i inclòs, en temps remots, des del misticisme i adoració, després, amb pioners com Aristòtil, des de l'experimentació i comprovació. Aquesta tendència, aquest avançar inspirat en la curiositat innata de l'home en el canvi ha anat configurant un paradigma tecnològic que al llarg del temps ha portat la civilització fins unes quotes tecnològiques gairebé inabordables. De fet, amb meridiana clarividència resulta evident que, en certa mesura; l'home ha perdut el control sobre el propi progrés que ha sobrepasat la intel·lectualitat humana actual. I mentre que grecs, romans, egipcis i àrabs, entre d'altres, es sorprenien i meravellaven a cada pas donat, avui dia l'aparició i ús de les noves tecnologies és el pa nostre de cada dia: domòtica, smartphones, tecnologia punta del sector automobilístic, consoles de nova generació etc... No és el nostre objectiu, però, l'analitzar aquest paradigma en sí, si no que a través d'aquesta breu introducció, afegirem un nou concepte a aquesta llista en la qual les noves tecnologies estan guanyant presència de forma gairebé exponencial, sempre parlant del món desenvolupat: el transport públic.

## II. TRANSPORT PÚBLIC A CATALUNYA

No negarem, que pot sorprendre a primera instància la poca presència de les TIC en el sector del transport públic en l'actualitat, parlant sempre a nivell nacional evidentment. Mentre que altres països o comunitats ( parlant del territori espanyol ) tenen majors avenços, aquí costa veure qualsevol cosa que passi mínimament de la informació bàsica, exceptuant Barcelona clar, que està portant a terme un projecte per tornar a primera línia de la tecnologia, en paraules textuais de l'alcalde de Barcelona: Xavier Trias. Encara, que això també respon a una sèrie de circumstàncies polítiques i socioeconòmiques culturals. L'aposta per la innovació, com resulta obvi, canvia significativament d'una societat a una altra

i això, entre d'altres factors, posa en evidència que alguna cosa s'està fent malament a casa nostra. Nosaltres, com a estudiants del sector tecnològic, hem d'informar i demanar un canvi important de les polítiques portades a terme per l'aparell normatiu i regulador d'aquest àmbit ja que a Catalunya disposem de grans i nombroses empreses de tecnologia però això no es veu reflectit en la majoria de casos.

## III. PARADES DE BUS I LES TIC



Fig 1. Smart Bus Stop, Hangzhou, Zhejiang, Mainland China

Sigui com sigui, l'objectiu principal d'aquest article es centra en com les noves tecnologies estan afectant a un element tan habitual per a nosaltres com són les parades d'autobús. Això, ha de produir i produirà un augment de la comoditat, fiabilitat i eficiència del transport públic urbà per excel·lència. Estem veient poc a poc com es van incorporant nous elements que ens donen informació sobre l'arribada del bus i el seu estat en trànsit, com es mostra a la Fig 1. Ara bé, quins avantatges reals i pràctics tenen aquests sistemes en front la parada de bus tradicional? El primer avantatge de tots és sense dubte la utilitat i eficiència. En tot moment tens la capacitat de saber en quin punt es troba i quant tardarà el teu bus en arribar al destí desitjat, evitant d'aquesta forma llargues esperes perdent el temps.

És interessant també la possibilitat que alguns panells et donin a conèixer alternatives al teu recorregut, qüestió molt útil quan sorgeix qualsevol imprevist amb la teva línia habitual. Però, que més pot donar i en quina direcció pot avançar aquest nou concepte de parades de bus intel·ligents? Mes tard veurem alguns exemples concrets.

#### A. Sistema d'informació en temps real

Els sistemes d'informació en temps real són aquells sistemes digitals que interactuen activament amb un entorn amb dinàmica coneguda en relació amb les seves entrades, sortides i restriccions temporals, per donar-li un correcte funcionament d'acord amb els conceptes de predictibilitat, estabilitat, controlabilitat i assolibles.

En el cas del transport públic i les parades de bus, el sistema d'informació en temps real més habitual, per la seva eficiència i utilitat, consisteix en una continua comunicació entre el vehicle de transport públic i una seu central encarregada, mitjançant l'ajuda de suports informàtics, d'analitzar i proporcionar la major quantitat d'informació útil a l'usuari mitjançant en la majoria de casos pantalles informatives. A través de aquestes pantalles es transmet la informació al públic. Hi ha diversos tipus de pantalles, des de les més simples que informen de a quina hora arribarà el bus fins les més avançades que informen de l'hora d'arribada, possibles rutes alternatives, el temps que fa i fins i tot permeten la interacció amb l'usuari. Un exemple de sistema bàsic consistent en una estructura i una pantalla seria la segona estructura per la dreta de la Fig 2.

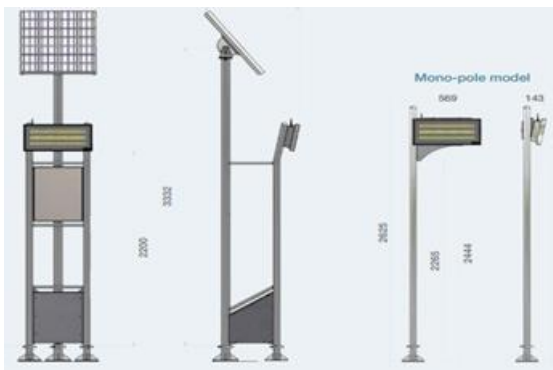


Fig.2 Parada d'autobús intel·ligent bàsica[3].

#### B. Sistemes electrònics utilitzats

En els sistemes intel·ligents de les parades d'autobús intervien fonamentalment diversos sistemes electrònics: la pantalla, els receptors, controladors i els equips GPS amb comunicació 3G que incorporen els autobusos.

La pantalla: És el principal element pel que fa a l'usuari, les pantalles de les marquesines més simples utilitzen tecnologia LED, mentre que les pantalles de les marquesines més avançades com per exemple la de Google, mostrada a la Fig 3, utilitzen pantalles de tecnologia LCD ja que han de ser tàctils.

Controlador i perifèrics: La pantalla en el seu interior incorpora una unitat central de processament utilitzada pel tractament de les dades, la CPU és el motor central de tot el sistema de gestió intel·ligent ja que s'encarrega de processar les dades que li arriben per poder mostrar-les per la pantalla del sistema. També s'utilitzen perifèrics de comunicació 3G o GPRS utilitzat per la comunicació de les dades.



Fig.3 Parada d'autobús intel·ligent avançada.

#### C. Autonomia energètica.

Pel que fa l'energia utilitzada per que puguin funcionar els sistemes de les parades de bus intel·ligents una de les claus és que el conjunt utilitzi energies renovables.

La majoria de les parades d'autobús intel·ligents són autosostenibles ja que incorporen panells fotovoltaics per l'alimentació del sistema.

Els sistemes, a més dels panells fotovoltaics, incorporen bateries que es van carregant per tal de seguir funcionant quan es fa de nit o be el sol no arriba amb intensitat durant dies.

Amb aquest sistema de panells fotovoltaics, a més de fer que siguin autosostenible, es contribueix al medi ambient evitant el consum d'energia elèctrica.

En algunes ocasions els sistemes també poden utilitzar l'energia eòlica com a mètode per fer els sistemes intel·ligents autosostenibles.

#### D. Comunicació amb el centre de control

El sistema intel·ligent de gestió de parades d'autobús utilitza principalment dos sistemes de comunicació, el sistema GPRS i el sistema 3G.

El General Packet Radio Service (GPRS) és un sistema que utilitza la transmissió de dades mitjançant commutació de paquets. Les marquesines més simples utilitzen aquest sistema de comunicació.

Les marquesines més avançades, amb pantalles més grans, connexió a internet i en general amb un major tràfic de dades utilitzen la tecnologia 3G que proporciona una major velocitat en la transmissió de dades que el GPRS[4].

El funcionament de la comunicació és el següent:

La parada d'autobús transmet les dades mitjançant una connexió 3G o GPRS, i gràcies a un software i un servidor de gestió de dades, els autobusos poden ser localitzats a partir de

GPS pel sistema central de gestió de les diferents companyies i determinar així quant temps falta per que passin per la parada com podem veure a la Fig. 4.



Fig 4. Diagrama de comunicació

### E. Materials utilitzats

En general, i depenent del mètode de gestió utilitzat, aquestes marquesines o estructures són fetes amb materials resistents, majoritàriament acer inoxidable. Hem de tenir en compte que aquestes estructures romanen exposades a tot tipus de eventualitats climàtiques i a qualsevol acte de vandalisme o mal ús per part dels ciutadans i per tant, és lògic que estiguin fabricades amb els materials més resistents possibles. D'altra banda, els diferents displays de la informació solen estar construïts, exposats als mateixos problemes que l'estructura, amb materials que permetin la seva conservació amb garanties com són les pantalles de policarbonat o d'altres adaptades a la funció de tactilitat en cas necessari. Els elements interiors, tal com components electrònics o cablejat, són materials específics però escollits amb la intenció de tenir una llarga duració i un manteniment o reparació fàcil i còmode.

### IV. EXEMPLES



Fig 5. Prototip en Màlaga

### A. Un cas típic

L'Empresa Malagueña de Transportes (EMT)[1], ha integrat les parades de bus en una xarxa comunicada entre sí i el servei de transport, ampliant d'aquesta manera tant els panells informatius com d'informació donada al usuari, Fig 5. Entre d'altres coses, aquets nous panells donen informació al usuari en temps real sobre els horaris, possibles canvis de trajectòria d'una línia concreta i alternatives a aquest recorregut. També disposa d'un panell per a invidents i d'informació de caràcter general, com pot ser el turisme i el comerç. Projectes semblants s'estan portant a terme arreu del territori estatal.

### B. Smart screens. Google Outside.

En la mateixa línia però amb les possibilitats que dona una de les companyies més grans del món, trobem el projecte pilot "Google Outside". A través de la seva tecnologia "Google Now"[2], s'han instal·lat pantalles intel·ligents en 100 parades d'autobús i 60 del metro de la ciutat de Londres. La informació que proporcionen els sistemes de parades de bus intel·ligent de Google és molt extensa i a més té l'avantatge de variar en funció de circumstàncies com pot ser el trànsit, el clima, o qualsevol factor que influeixi en el sistema. També disposen d'informació general sobre el turisme i la ciutat i són totalment interactives de manera que gràcies a la seva connexió a internet es poden fer consultes diverses com per exemple informació sobre els punts d'interès de la ciutat un exemple es pot veure a la Fig. 3.

### V. SEGLE XXI

Com a conclusió podem dir que després de veure tot això, cal preguntar-se: "¿Estan les nostres parades de bus adaptades a les necessitats d'un ciutadà del segle XXI? És evident que la resposta a aquesta pregunta pot variar segons la localització geogràfica i social on es trobi l'enquestat, però, encara que pugui semblar un mal menor o un detall sense importància, una major presència de les tecnologies de la informació i la comunicació en les parades de bus es necessita i urgent. No parlem només d'una inversió centralitzada (com sol ser la tònica tradicional en la política actual) sinó d'una implantació bàsica i senzilla que porti fiabilitat al servei de transport públic, bastant deficient en moltes ocasions. Els ciutadans tenen dret, ja que així paguen els seus impostos, a tenir garanties i l'oportunitat de poder fer un bon ús i organització del seu temps, sense que el transport públic urbà sigui un impediment. Valorem els esforços dels ajuntaments en aquests temps de crisi i arques buides però un pas més és necessari en aquest àmbit.

Respecte a la tecnologia empleada, en l'aspecte més tècnic d'aquest article, és curiós encara que previsible l'avanç d'aquests aparells. Des de el sistema més corrent d'una marquesina actualitzada en temps real fins a pantalles gegants totalment interactives que permeten una interacció total amb

l'usuari, passant per parades amb panells fotovoltaics preparats per alimentar busos elèctrics o híbrids. També és destacable la interacció entre algunes parades de bus i els smartphones. En aquest sentit, podríem trobar una possible millora i és la possibilitat de carregar el telèfon mòbil en aquestes parades, utilitzant l'energia obtinguda o bé per energia solar o directament de la xarxa pública, tal com passa en altres punts de carrega.

Segui com sigui, la normalització d'aquestes solucions traurà al ciutadà una millora del dia a dia notable i significant.

#### REFERENCIES

- [1] EMT Màlaga website [Online] Available:  
[http://www.estabus.emtsam.es/portal/menu/portada/portadad/destacado\\_0003](http://www.estabus.emtsam.es/portal/menu/portada/portadad/destacado_0003) Consulta: 15/12/2013
- [2] Google Now Website [Online] Available:  
<http://www.google.com/landing/now/> Consulta: 17/12/2013
- [3] Aesys Website [Online] Available:  
<http://www.aesys.com/products-solutions/bus-systems/stationary-systems> Consulta: 19/12/2013
- [3] T. Halonen and J. Romero, *GSM, GPRS and EDGE Performance: Evolution Towards 3G/UMTS*, 2nd ed., Wiley, Ed. London, England: West Sussex, 2003.



# Compactadores Solars

David Carrera, Marc Garcia, Sergi Carol, David Martin

Segon curs d'Enginyeria de Sistemes TIC

davidcarreracasado@gmail.com

mgc6363@gmail.com

sergicarol35@gmail.com

trewlod@gmail.com

**Resum—** En una societat on cada dia els recursos són més limitats i hem de tenir més cura del nostre entorn, es procura evolucionar els centres urbans per convertir-los en ciutats més netes i sostenibles. Un dels àmbits més importants per aconseguir aquest propòsit és la recollida de deixalla i és a partir d'aquí que apareixen les compactadores de brossa solars com una alternativa innovadora per reduir la recollida de residus i ajudar a mantenir les nostres ciutats més netes. En aquest article es presenta un anàlisi de l'estat de l'art del que s'anomena comunament papereres solars.

## I. INTRODUCCIÓ

Alguns dels problemes de la gestió de residus són la recollida i tractament de la brossa dels contenidors, la gestió de les deixalleries i la supervisió del marc legislatiu per protegir la salut humana i el medi ambient. Impulsades per una demanda d'una major eficiència i protecció del medi ambient, les tècniques de gestió de residus han evolucionat per trobar mètodes innovadors i renovables com les compactadores solars.

Avui en dia el sistema més comú de recollir la brossa segueix sent mitjançant el transport a través de vehicles ja sigui, gestionat directament per els ajuntaments o per companyies privades contractades per aquests [1]. De fet, la recollida de residus pot arribar a representar el 70% del pressupost total dedicat a la gestió de residus (la majoria d'aquest en gasolina i mà d'obra) [2].

Per tant, en aquest article descriurem aquesta idea innovadora per donar a conèixer al lector els beneficis de la seva implementació a les ciutats. Així doncs, l'article està organitzat de la següent forma: en un primer apartat es descriu l'àmbit històric i social, tot seguit es fa una descripció del sistema a nivell tècnic, s'analitzen els avantatges i inconvenients d'aquest sistema, es descriuen quines aplicacions tenen les TIC i s'exposen els factors a tenir en compte per a la seva implantació amb algunes exemples de casos reals. Per acabar, es resumeixen els punts més importants de l'article en unes conclusions sobre la investigació.

## II. ÀMBIT HISTÒRIC I SOCIAL

El 2008, a Philadelphia es van canviar 700 papereres tradicionals per unes 200 compactadores de deixalla [3], amb l'objectiu de fer els carrers més nets, estalviar diners i millorar l'ecosistema. Al principi els ciutadans es van veure sobtats pel canvi dels recipients per a llençar les deixalles, però poc a poc

van anar adaptant-se al canvi. Gràcies a la resposta positiva dels ciutadans de Philadelphia, les compactadores estan contribuint en facilitar el manteniment de les ciutats netes i facilitar les tasques de reciclatge [4].

La gran acceptació d'aquest tipus de contenidors es mostra en el fet de que durant l'any 2013 a Philadelphia s'ha quadruplicat el nombre de compactadores instal·lades. Amb aquesta inversió s'espera, en els propers 10 anys estalviar 13 milions de dòlars en la despesa de neteja.

## III. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

### A. Dimensions

Una paperera fa uns 120 cm d'alçada amb una base quadrada d'aproximadament 65 cm de costat (veure Fig.1) [5]. Obeint la normativa ADA (Americans with Disabilities Act) que també s'aplica a la Unió Europea, el mànec per obrir la paperera està a una alçada d'un metre, per facilitar l'accés a les persones amb discapacitats. Cadascuna de les compactadores pesa 136 kg i té un volum de 121 litres d'espai destinat a les deixalles compactades, proporcionant així un gran augment de la seva capacitat respecte les antigues papereres. Les dimensions de la obertura són de 15 x 43 centímetres per permetre l'entrada de brossa normal ja que deixalla d'un volum superior podria malmetre el correcte funcionament.

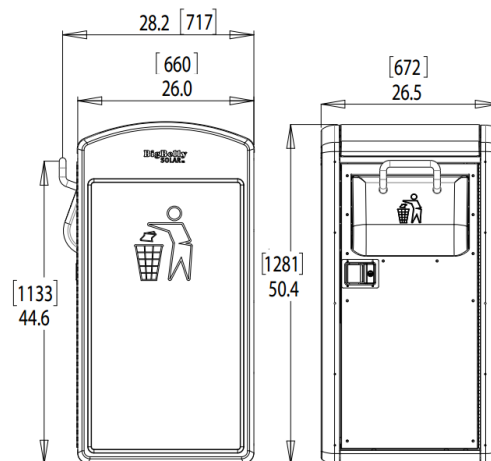


Figura 1. Dimensions de les papereres Big Belly

## B. Esquemàtic del sistema

L'esquema que apareix a la Fig 2 mostra l'estructura en blocs de les compactadores solars de deixalles. Gràcies a això podem veure que en realitat tampoc és tan complicat el seu funcionament intern [6].

Es tracta d'un sistema autònom energèticament. L'energia s'obté de les plaques solars instal·lades a la part superior de la compactadora. Aquesta energia, serà transformada i emmagatzemada a una bateria que donarà alimentació a tota la resta del circuit.

La unitat de control té per objectiu enviar l'ordre a l'etapa de potència que posa en funcionament el motor que comprimeix les deixalles i enviar la informació a un mòdul RF que s'ocupa d'enviar informació de l'estat de la compactadora al centre de control.

El processador, a més a més d'enviar l'ordre de compactar al motor cada vegada que s'introdueix brossa, disposa d'una sèrie de sensors que aporten informació sobre el seu estat, en concret es pot saber si la paperera està buida, mig plena o plena. Tres LEDs de colors informen en tot moment de l'estat de la paperera.

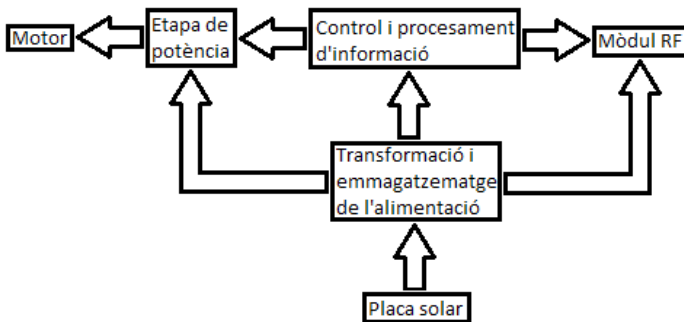


Fig 2. Esquema del sistema

## C. Sistema elèctric

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, el sistema elèctric de la compactadora funciona a 12V en corrent continu. Tenint en compte que els fabricants no han fet pública la informació referent a tots els elements amb els que estan construïdes les compactadores, s'ha fet una investigació per completar el disseny d'aquesta part. Després de fer una cerca de plaques fotovoltaïques, es creu que la més adequada per aquest tipus de contenidor seria la SLP040-12 40 Watt Solar Panel [4]. Aquesta placa és la més adequada per la funció requerida i va col·locada a la part superior del contenidor.

L'energia que no es fa servir en el moment, es guarda en una bateria de plom de 12V que té la capacitat d'aguantar el funcionament del motor, en el cas de que no hi hagi llum directa del sol durant 4 o 5 dies. La bateria que s'ha escollit és una ENERSYS - PC2150S [7].

La càrrega elèctrica de la bateria és de 104 Ampers/hora, així doncs i assumint que el motor que utilitza consumeix 1A/hora es pot observar que la bateria pot mantenir la

compactadora funcionant durant aproximadament 100 hores sense llum solar.

## D. Motor

La força màxima de compactació és de 570 kg, més que suficient per compactar el tipus de brossa que s'aboca a les papereres [5]. El cicle de compactació dura 41 segons. Gràcies a una tremuja, la paperera permet estar disponible per ser utilitzada mentre dura aquest cicle. La brossa entra en un primer compartiment abans de passar a l'espai habilitat per ser compactada. El motor té una potència de 1/6 cavalls (124,3 W) i el conjunt del sistema s'alimenta amb els esmentats 12V. La compactadora disposa d'un sistema de control basat en un processador descrit a l'apartat V.

## E. Materials

La compactadora obeeix la RoHS (Restriction of Hazardous Substances directive) [5] que restringeix l'ús de certs materials perillosos en equipament elèctric i electrònic. Tant l'interior com l'exterior estan coberts per una planxa d'acer galvanitzat. Els panells laterals són de plàstic resistent a cops i ratllades. L'exterior està cobert d'una capa de polièster que el fa resistent a l'ambient. El contenidor interior està pensat per ser a prova de fugues i fet de plàstic de baixa densitat.

## F. Mesures de seguretat

Les portes d'accés estan dissenyades amb un sistema que, al obrir-se la porta, es para qualsevol acció que pugui danyar a l'usuari. És el mateix sistema que utilitza, per exemple, un microones. La porta frontal que dona accés a la brossa compactada i la porta de servei per mantenir l'aparell estan tancades amb clau i utilitzen panys diferents. El disseny de la tremuja on es col·loca la brossa evita que es pugui accedir a la zona on es realitza la compactació directament. Totes aquestes mesures s'han tingut en compte per complir els requisits necessaris de la CE (Conformitat Europea).

## G. Marques comercials

Actualment només hi ha dues companyies que comercialitzin les papereres solars: Big Belly Solar que en té distribuïdes sobretot al voltant dels Estats Units i el Regne Unit i el grup espanyol Innovagreen que mitjançant l'empresa SunNest, una empresa espanyola que fabrica el model SNCompact, ha començat a vendre a la península [8,9].

El preu inicial d'una compactadora és de aproximadament 3700€ per la compactadora solar a més a més de 1500€ per cada paperera de reciclatge que vagi adherida a ella en el cas de Big Belly i 3500€ per les SNCompact que distribueix Innovagreen.

Tot i que pot semblar un preu elevat, la seva rendibilitat es nota al cap de pocs mesos en les ciutats més poblades. En el cas de Philadelphia per exemple, van adquirir 1000 unitats al 2009 afirmant que havien reduït el nombre de viatges necessaris de 17 a la setmana a només 5, estalviant-se així 66000€ el primer any [10].

#### IV. AVANTATGES I INCONVENIENTS

El major avantatge d'aquestes papereres és la utilització d'una energia renovable com és la solar i la seva autonomia per realitzar les funcions de compactació de brossa que permet incrementar de 6 a 8 vegades més la seva capacitat d'emmagatzematge respecte les altres papereres de mida similar. Gràcies a això, s'aconsegueix reduir el volum de residus i evita el problema d'acumulació i desbordament de deixalla en aquelles zones més freqüentades, de manera que redueix dràsticament la quantitat de viatges necessaris per la seva recollida, disminuint els costos totals fins a un 70%, estalviant així més recursos i reduint encara més la pol·lució de la ciutat. Disposen de diferents formats pensats no sols per la recollida de brossa sinó per la separació i reciclatge de diferents tipus de residus com el vidre i el cartró, com es mostra en la Fig. 3, fomentant així una cultura educativa mediambiental. Gràcies al sistema de comunicació amb el centre de control, els operaris tenen informació de l'estat de les papereres en temps real per saber l'estat de les compactadores. La deixalla queda sempre compactada en un compartiment aïllat, d'aquesta manera s'eviten les males olors i la atenció de possibles animals. Estan dissenyades de manera que sigui impossible accedir al interior de la zona de compactació i construïda utilitzant materials i pintura que les fan resistents als grafitis, cops, ratllades i altres formes de vandalisme. També ofereixen una ampla personalització per fer les papereres més vistoses i agradables a la vista, i disposen al voltant de la seva superfície, espai habilitat per la publicitat de diferent tipus, convertint-les en una potent eina de promoció.

D'altra banda no tot són avantatges i caldria fer referència als possibles inconvenients. Tot i que, com ja hem comentat, la inversió es recupera als pocs mesos en la majoria de casos, el preu inicial elevat podria espantar a possibles compradors. També s'hauria de tenir en compte que per dur a terme el seu manteniment requereix d'un personal més especialitzat que el de les papereres convencionals, degut a la complexitat del sistema elèctric i motor.



Fig. 3 Exemple de papereres destinades al reciclatge adherides a la compactadora solar.

#### V. APLICACIÓ A LES TIC

L'element que fa que aquestes papereres presentin un gran estalvi respecte a les tradicionals és la comunicació sense fils amb un centre de control. Aquest tipus de comunicació s'anomena M2M (machine-to-machine) [11,12].

La recollida de brossa és un procés que normalment consumeix temps i recursos: es fan viatges inútils al recollir la brossa de papereres que ja eren buides, ja que no hi ha forma de saber l'estat d'una paperera. Amb el sistema que implementen aquestes papereres és possible saber en tot moment l'estat d'una unitat i recollir-la quan estigui plena. Aquest sistema pot arribar a reduir en un 80% la freqüència de recollida de brossa d'una ciutat.

Es pot consultar l'estat de les papereres des de una interfície web o una aplicació per mòbil disponible per iOS i Android. Per tant, es pot accedir al estat del sistema des de qualsevol lloc en qualsevol moment. La interfície web s'anomena C.L.E.A.N (Collection Logistics Efficiency and Notification System) Management Console [12]. Des de C.L.E.A.N. es pot accedir a tota mena d'informació: patrons històrics, informació en temps real, informació visual a partir d'una correlació amb el mapa de la zona o agrupar les unitats (per exemple, segons les rutes de recollida) tal i com s'observa a la Fig. 4.

El sistema de comunicació inalàmbrica de les papereres està basat en les xarxes de telefonia. La connectivitat amb les xarxes 3G s'aconsegueix gràcies al mòdul GE864-QUAD V2 de Telit en el cas de la companyia de Big Belly [13], dissenyat precisament per facilitar la comunicació entre màquines (M2M). A partir d'aquí, amb la paperera connectada a internet, no només s'obre la possibilitat de comunicar-se amb els centres de control, també es poden rebre actualitzacions de software i obtenir diagnòstics del funcionament.

La tecnologia inalàmbrica ha desembocat en una associació entre els fabricants de compactadores (BigBelly) i l'empresa de telecomunicacions Verizon Communications per tal d'utilitzar les seves xarxes 3G.

Compactors In Service	Fullness Level		
	Green	Yellow	Red
823	612	178	33



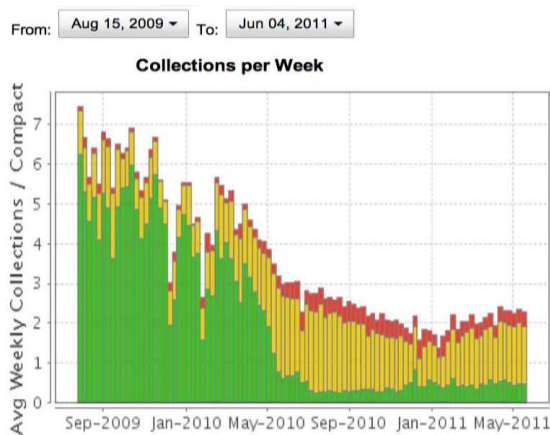


Fig. 4 Interfície de Big Belly Mobile mostrant l'estat de les papereres.

#### A. El GE864-QUAD V2

El chip GE864-QUAD V2 que utilitza Big Belly per a connectar-se a internet és un mòdul que permet connectar-se a les xarxes de telefonia mòbil GPRS (General Packet Radio Service) [14]. Per tant, aquest set no només permet una connexió a internet, sinó tots els serveis que un mòbil podria tenir, com la capacitat d'enviar missatges SMS (una de les característiques de la Big Belly és que és capaç d'enviar un missatge de text quan la brossa ha arribat a cert nivell). També inclou la capacitat de saber la seva posició a través de GPS o de les xarxes mòbils.

Aquest equip en concret, té les següents característiques:

- És molt compacte. Té unes mesures de 30x30x2.8 mm.
- Pot rebre comandes de forma remota.
- Les connexions són tipus BGA (Ball Grid Array); és a dir, en comptes de pins, s'utilitzen unes boles que es poden soldar.
- Pot executar scripts de Python directament.
- Inclou un client FTP i SMTP, facilitant l'enviament de correus electrònics.

Amb la connexió intel·ligent habilitada pel mòdul GE864-QUAD V2 de Telit, Big Belly Solar permet als municipis, escoles i universitats, centres governamentals i altres clients institucionals reduir els costos operatius associats amb la recollida de residus en un 80 % [13].

El GE864-QUAD V2 de Telit és un dels mòduls de GSM/GPRS BGA (Ball-Grid Array) més petits del mercat, permetent el disseny d'aplicacions molt compacte. La línia de productes de Telit GE864 és la plataforma perfecta per a aplicacions M2M d'alt volum i dispositius mòbils de dades.

#### B. Machine to Machine (M2M)

La Big Belly és un exemple de tecnologia M2M, ja que les dades que obté a partir de sensors són enviades a altres dispositius. M2M és podria definir com la tecnologia que estableix comunicacions intel·ligents entre màquines.

Tot i que M2M és un concepte nou, ja té un mercat de 17.500.000 d'euros i es preveu que arribarà a assolir 63.000.000 d'euros al 2017 [15].

M2M és ara un dels segments de més ràpid creixement en la tecnologia.

Solucions M2M poden connectar milions de dispositius a través d'una xarxa, com màquines expenedores, monitors cardíacs, camions, electrodomèstics i edificis. Gairebé qualsevol cosa amb sensors o programari que pugui reportar informació específica del dispositiu de nou a altres dispositius o aplicacions.

Conceptualment una xarxa de M2M és simple: S'utilitza un sensor o un altre tipus de dispositiu per monitoritzar l'activitat o un canvi d'estat, des de nivells d'un inventari fins senyals procedents d'un instrument de mesura com pot ser l'augment de radiació.

Les dades capturades s'envien a través d'una xarxa IP (per exemple LAN, WAN) a un altre dispositiu o aplicació, que al seu torn pot analitzar la informació i prendre mesures addicionals.

Això significa que les solucions M2M en realitat poden donar inici a les tasques i executar instruccions complexes sense la intervenció humana, en base a les dades recollides. Si bé això pot evocar visions de super-ordinadors que causen estralls a l'estil de les males pel·lícules de ciència ficció, amb una mica d'imaginació es pot veure que M2M serà un gran canvi tant per als individus com per a les empreses.

#### VI. FACTORS PER LA SEVA OPTIMITZACIÓ

Per poder identificar aquelles ciutats d'on s'obtidria un major rendiment, s'han realitzat estudis experimentals instal·lant compactadores solars en diferents ciutats, per tal de recopilar informació útil que determini quins nuclis urbans són els més adequats per explotar al màxim la seva capacitat [16].

Hi ha quatre paràmetres que es van identificar a través d'aquest procés: la taxa mensual de lloguer, les despeses laborals, el cost del combustible, i el nombre de papereres. Aquelles ciutats, i sobretot, aquelles zones comercials on hi ha més activitat de consum seran el millor objectiu i a on s'obtidrà un millor rendiment. La taxa de lloguer pot reduir-se encara més depenent de les condicions del mercat. Un augment futur en els costos laborals i de combustible faran que encara sigui més favorable l'aplicació de les compactadores. Per últim, el volum de papereres serà el factor més determinant per decidir implementar les compactadores. Altres zones on més s'han implementat inclouen instituts i universitats, parades de bus o tren, parcs i platges, centres de salut, ports, i campus corporatius.

#### VII. CASOS REALS

##### A. Big Belly a Iowa State University

El 2011 la universitat estatal de Iowa va instal·lar 42 compactadores de deixalles solars al campus de la seva universitat. Aquest canvi va provocar un estalvi en diners i temps a la universitat on ara només es necessari buidar-les 1 cop per setmana [17].

El manager dels serveis del campus va declarar: "Els Big Belly han reduït la nostra freqüència de recollida de deixalla, han mantingut als animals fora de la brossa i lo millor és que

# SEMÀFORS INTEL·LIGENTS

Nerea Cots Sánchez<sup>#1</sup>, Adrià Fernández Segura<sup>#2</sup>, Sílvia Roses Porrino<sup>#3</sup>, Xavi Sala Roy<sup>#4</sup>, Laura Vilaseca Dachs<sup>#5</sup>

*#Estudis actuals Grau en Integració de Sistemes TIC*

<sup>1</sup>nerea.cots@estudiant.upc.edu

<sup>2</sup>adria.ferseg@gmail.com

<sup>3</sup>silvia.roses@estudiant.upc.edu

<sup>4</sup>xavier.sala.roy@estudiant.upc.edu

<sup>5</sup>laura.vilaseca@estudiant.upc.edu

**Resum - Amb els semàfors convencionals no és possible controlar grans embussos, per això els semàfors intel·ligents semblen una solució òptima a aquest problema. En aquest article parlarem sobre les diferències que hi ha entre ells, el seu funcionament i components que els formen, els sistemes de control que s'han implementat gràcies als avenços tecnològics i l'autonomia de la que gaudeixen. Per acabar citarem possibles millores i com gràcies a aquests es poden evitar grans retencions, alts consums de combustible i contaminació atmosfèrica.**

## I. INTRODUCCIÓ

Un semàfor és un dispositiu de senyalització posicionat en les interseccions dels carrers o vies per controlar o regular el trànsit de vehicles i amb millor eficiència han sabut incorporar els progressos tecnològics. El sistema de colors que utilitzen el van heretar del ferrocarril, que al mateix temps aquest l'havia heretat del món marítim.

La seva història està marcada per una evolució constant originada per les necessitats de l'home com a molts altres invents i instruments. L'ús dels semàfors es remunta als inicis del segle XX, arribant a Espanya l'any 1926 [1], amb el semàfor que es va implantar en l'encreuament del carrer d'Alcalà amb la Gran Via de Madrid. Els semàfors del segle XX incorporaven interruptors automàtics que canviàvem de color segons un temporitzador. Després es va incorporar la possibilitat d'integrar sistemes més complexos que permetin

definir el color que mostraria en funció de l'estació de l'any, per poder-lo ajustar segons les dates i el tràfic observat. Encara hi ha semàfors que funcionen amb temporitzadors, però a les grans ciutats el temporitzador està gestionat dinàmicament pel centre de control del tràfic, que té en compte el tràfic de cada zona per ajustar dinàmicament els colors i aconseguir un tràfic més fluït.

Quan un conductor està parat en un semàfor, aquest perd temps i el cotxe consumeix combustible, a més és una gran dosi de contaminació [2], els quals causen un impacte econòmic negatiu al territori i un gran risc per a la salut dels ciutadans. Per això, reduir el temps d'espera en el semàfor pot salvar bilions d'euros anualment a la societat Europea.

Una de les raons principals d'aquests greus problemes és el creixement desmesurat de la quantitat de vehicles que circulen per les vies urbanes portant-les al límit [3].

L'objectiu de la nostra cerca és proporcionar un disseny d'un sistema intel·ligent integrat basat amb la gestió i control de semàfors, a partir de sensors de distància situats abans i després dels semàfors [4]. Aquests sensors és situaran en llocs que permetin vigilar el trànsit que hi ha a la via i després transmetre les dades al software que estarà situat al gabinet de control de trànsit. Aquests semàfors solucionaran diversos problemes habituals del dia a dia com per exemple: la congestió de vehicles en una via molt transitada, esperes

innecessàries, un consum elevat de combustible i una major contaminació del medi ambient.

Per aconseguir els semàfors més intel·ligents, s'exploten les noves tecnologies emergents com la comunicació entre xarxes i sensors de xarxes, a més de la utilització d'algoritmes més sofisticats per programar els semàfors.

En el primer apartat parlarem de les diferències entre els semàfors intel·ligents i els convencionals. Seguidament, parlarem del funcionament dels semàfors i els seus components.

Després parlarem de la comunicació amb el centre de control i l'autonomia energètica.

I per acabar, esmentarem algunes possibilitats de millora i les conclusions finals.

## II. DIFERÈNCIES ENTRE SEMÀFORS INTEL·LIGENTS I ELS CONVENCIONALS

Els semàfors actuals no intel·ligents gestionen el trànsit de les vies mitjançant sistemes temporitzats que canvien d'estat seguint un patró de seqüència fixa, és a dir, que no és capaç de prendre decisions per a canviar en funció del trànsit que hi hagi en un moment determinat [2].

En canvi, els semàfors intel·ligents que cada dia són més presents a les vies de les ciutats, són aquells el funcionament dels quals es gestiona dinàmicament, ajustant varis paràmetres, entre ells, el trànsit que hi ha en un moment (informació que s'obté a partir de sensors o càmeres) i tota la xarxa de semàfors relacionats, determinant el temps que tenen de permanència a cada un dels tres colors. Gràcies a això, s'aconsegueix un trànsit més fluït que s'adapta a les necessitats de cada moment [3].

A més a més, aquest tipus de semàfors gaudeixen d'una tecnologia que és constant i curosa amb el medi ambient.

## III. FUNCIONAMENT DEL SEMÀFOR

Com podem observar en la *Figura 1*, el semàfor intel·ligent té les següents característiques [6]:

- Llum de pas, intermedi i parada (colors verd, taronja i vermell respectivament).
- Maneres de funcionament: pels vianants amb un compte regressiu per avisar del canvi d'estat, per als vehicles amb els tres estats habituals i per a discapacitats amb una placa vibradora i senyal de so per avisar de l'estat actual i del canvi.
- Posseeix alimentació convencional (per xarxa AC) i alternativa (per panell solar).
- Disposa de tres maneres amb els quals es pot accedir i controlar el semàfor: local, per ràdio freqüència, per comunicació en sèrie.
- Té un mesurador de densitat del trànsit de vehicles que s'acobla i interactua amb el controlador lògic programable (PLC) que maneja tota la seqüència d'encès dels llums del semàfor.



*Figura 1: Modes de funcionament del semàfor.*

A la *Figura 1* podem observar els diferents modes de funcionament del semàfor. En la primera imatge observem que està verd, es pot passar. La segona també veiem que està verd però que estem superant la velocitat màxima de la zona. La tercera segueix en verd però ja ens indica que està a punt de canviar a ambre. I en la quarta ja està en ambre, canviant a vermell que trobem en la cinquena imatge.

L'última imatge està en vermell per als vehicles, però permet el pas als vehicles d'emergència. Aquest mode de

funcionament del semàfor serà activat des de del servei d'emergències amb el sensor RFID que s'activarà en els casos d'emergència. El sensor s'activarà quan un dels vehicles d'emergències encengui les llums d'emergència.

#### IV. COMPONENTS DEL SEMÀFOR

En primer lloc explicarem els diferents components que utilitzen per a crear un semàfor intel·ligent [5].

Un semàfor està format pels següents components:

##### A. Caixa principal:

Armadura que conté les tres lents amb el circuit corresponent pel seu correcte funcionament. Aquesta part del semàfor pot estar construïda de diferents materials:

- Una forma de construir-lo és dissenyar la part frontal del semàfor d'un acrílic, ja que aquest material pot aguantar l'exposició de rajos ultraviolats durant un llarg període de temps, té gran resistència per ser utilitzar a l'exterior i és fàcil de treballar. La part posterior pot ser construïda de PVC (Clorur de polivinil). El PVC té una resistència elevada a l'abradió, juntament amb una baixa densitat, bona resistència mecànica, bona resistència a l'impacte i és un bon aïllant. Entre d'altres característiques.
- Una alternativa per fabricar-lo tot del mateix material, és utilitzar o l'alumini o el PVC, segons les circumstàncies.

##### B. Lents:

El semàfor està compost de tres lents de policarbonat resistent als rajos ultraviolats. S'utilitza aquest material perquè té bones propietats òptiques, una superfície brillant, és fàcil de manipular i ofereix unes prestacions excepcionals en un ampli rang de temperatures (-40°C a +135°C).

##### C. Pantalles de contrast:

Les pantalles poden estar construïdes per polièster reforçat amb fibra de vidre (PRF) o alumini situades al voltant de les lents. Tenen com objectiu que es visualitzi bé la llum i per evitar que es reflecteixi aquesta.

##### D. Columna principal i Suports:

La columna principal és d'acer galvanitzat, ja que d'aquesta manera és resistent i gràcies el galvanitzat protegeix de la corrosió causada per l'aigua, l'oxigen i altres elements. I els suports generalment són d'alumini.

El component fonamental dels semàfors intel·ligents és el LED [7, 8]. S'utilitzen per la senyalització lluminosa i aquests permeten un estalvi econòmic, una millora ecològica i faciliten la gestió del sistema de llums.

Els principals sistemes que s'utilitzen per mantenir comunicació entre el centre de control i els semàfors, són el següents:

##### E. Dispositius que permeten obtenir informació del trànsit:

- Càmeres de vídeo incorporades als semàfors, que envien les imatges al centre de control de trànsit per gestionar els retencions.
- Sensors incrustats al paviment per saber si hi ha vehicles pròxims.
- Sistemes de recompte de vehicles.
- Sistemes bluetooth, els quals detecten els vehicles pròxims amb els mans lliures activats.

##### F. Per controlar infraccions:

- Càmeres que permeten fotografiar els vehicles que es salten els semàfors.
- Radars per controlar la velocitat dels vehicles que circulen.

##### G. Per comunicar-se:

- Dispositius inal·làmbrics de comunicació entre semàfors.
- Sensors de pressió en els passos de zebra per detectar quan un vianant està creuant.

També hi ha semàfors que tenen la possibilitat de ser accionats via un comandament per tal que un invident pugui saber quan el semàfor està verd. Quan el semàfor permet que els vianants creuin, aquest emet una senyal sonora durant 30 segons [9, 10].

## V. COMUNICACIÓ AMB EL CENTRE DE CONTROL

Existeixen diferents maneres d'implementar un sistema d'intel·ligència per semàfors, això engloba des de la simple decisió del estat que ha d'estar el semàfor, és a dir vermell, taronja o verd, tenint en compte l'estat del trànsit, fins a prendre una decisió davant d'un accident o un canvi de flux del trànsit [11, 12].

La manera d'elegir l'acció més adequada, el semàfor te en compte el tipus de tecnologia implementada.

### A. Semàfor intel·ligent amb RFID:

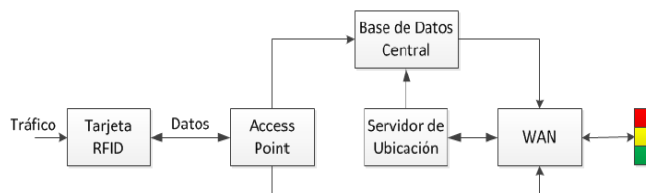
La idea principal d'aquest tipus de control, és variar els temps d'espera en els punts d'intersecció d'acord amb la retenció dels vehicles [13]. El sistema consta de diferents parts: La targeta RFID (Radio Frequency IDentification) és la ubicació del servidor de xarxes i el WAN (Wide Area Network), conté una base centralitzada que guarda les dades, a partir d'aquestes escull una decisió alternativa.

El sensor RFID és una tecnologia que permet la captura automàtica de dades en temps real identificant objectes mitjançant l'ús de ones de ràdio freqüència. El sistema de RFID està format per 4 components principals: Tag, Lectors, Antenes i Host. Un exemple d'esquema del sistema es mostra en la *Figura 2*.

El procés de decisió que calcula el centre de control de trànsit intel·ligent depèn de la informació en temps real proporcionada pel sistema RFID.

Per obtenir resposta d'una etiqueta RFID, el lector emet una ona de radio. Quan el rang està dins el rang del lector, li respon identificant-se a si mateix.

A l'anar amb radiofreqüència els Tags és poden llegir a distància.



*Figura 2 Esquema del semàfor intel·ligent utilitzant RFID*

El procediment que segueix el sistema que s'està exposant és el següent: Es busquen les dades i es guarden en una base de dades centralitzada. Aquesta informació que es captada per sensors de pressió localitzen la ubicació i el temps de cada vehicle i els guarden com una etiqueta a la base per tal de ser referenciada a través d'un identificador.

A cada cruïlla, l'espera dels semàfors depèn de la retenció que hi hagi en aquell moment, la longitud de la cua i d'altres paràmetres.

La comunicació que mantenen el semàfor i l'algoritme de decisió es realitza mitjançant Internet.

La part complicada de dissenyar un sistema de control com aquest, no és redirigir el trànsit quan hi ha un accident o una retenció. La dificultat està en disposar de sensors que permetin detectar i identificar el moviment del trànsit.

### B. Semàfor intel·ligent utilitzant xarxes de sensors inal·làmbrics:

Aquest sistema està compost de dos parts principals: les xarxes de sensors inal·làmbrics i l'estació base, que té com objectiu executar els algoritmes de control.

La xarxa de sensors inal·làmbrics consisteix en un grup de sensors amb certes capacitats sensibles i de comunicació inal·làmbrica els quals permeten formar xarxes *ad hoc* sense infraestructures físiques ni administració central, dissenyats per proporcionar la infraestructura de comunicació de trànsit i facilitar el flux de trànsit. Cada sensor s'encarrega de generar les dades del trànsit: el número de vehicles, la velocitat de cada vehicle, la seva longitud. Les dades obtingudes s'envien en temps real a la base. L'esquema que segueix el sistema es mostra en la *Figura 3*.



S'utilitza el TDMA (Time Division Multiple Acces) per la comunicació, aprofitant de forma eficient l'energia, ja que permet en els nodes de la xarxa entrar en estats inactius fins que els seus espais de temps siguin assignats.

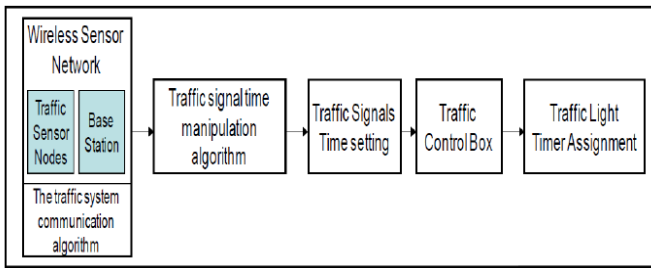


Figura 3 Esquema del semàfor utilitzant Xarxes de Sensors.

El TSN (Traffic Sensor Nodes), és responsable de detectar els vehicles, comptar-los i transmetre la informació periòdicament a la Base. El sistema de detecció de vehicles requereix quatre components: un sensor per detectar les senyals generades pels vehicles, un processador per les dades detectades, una unitat de comunicació per transmetre les dades processades a la Base, i una font d'energia.

EL TSCA (Traffic System Communication Algorithm) te com objectiu controlar les rutes de comunicació entre tots els TSN i la base.

Un cop les dades estan guardades a la base passen al TSTMA (Traffic Signal Time Manipulation Algorithm), aquest determina les duracions de temps de senyals de manera dinàmica d'acord amb els paràmetres rebuts. El TSMA utilitza una matriu de conflictes de direccions, aquesta determina els possibles cassos que es poden donar quan s'habilita un sentit concret del semàfor. La matriu utilitzada es mostra en la Figura 4.

Les lletres indiquen les orientacions N ( Nord), S ( Sud), E (Est), O ( Oest), D ( Gir a la dreta), C ( Continuar recte), I ( Gir a l'esquerra) i X ( Cas no permès).

	OD	OC	OI	ED	EC	EI	ND	NC	NI	SD	SC	SI
OD						X		X				
OC						X		X	X	X	X	X
OI				X	X			X	X		X	X
ED			X								X	
EC			X				X	X	X		X	X
EI	X	X						X	X		X	X
ND					X							X
NC	X	X	X		X	X						X
NI		X	X		X	X					X	
SD		X							X			
SC		X	X	X	X	X			X			
SI		X	X		X	X	X	X				

Figura 4 Matriu de conflictes de direccions.

### C. Semàfor intel·ligent mitjançant Processament d'imatges:

Gràcies a aquest sistema es pot calcular la densitat de trànsit i tenint en compte les dades obtingudes modificar els temps del semàfor.

El procés que segueix aquest sistema és el següent. Primer de tot s'obtenen les imatges quan la carretera està buida i la imatge amb el trànsit que hi ha normalment. La imatge de la carretera buida serveix de referència. Seguidament es converteixen les dues imatges RGB a escala de grisos. Després es verifica la coincidència entre la imatge de referència i la imatge amb el trànsit actual. Es fa servir el mètode de detecció de "contorn morfològic" perquè requereix menys càlcul computacional i també és capaç d'extreure els contorns independentment de la seva direcció. Un cop acabat aquest procés els semàfors es poden controlar tenint com a base el percentatge de coincidència.

### D. Semàfor intel·ligent basat en Intel·ligència Artificial:

En cada intersecció, l'espera dels semàfors depèn de la congestió, i la longitud del trànsit.

Com que és van guardant les dades de diferents sectors en la base de dades centralitzada poden ser utilitzats i podem saber per exemple, la velocitat mitja dels vehicles que estan transitant, velocitat després de la parada, etc.

Si hi hagués un accident o alguna situació estranya, com que tenim la base de dades que ha estat guardant informació la

podem utilitzar per controlar el trànsit. El sistema amb totes les dades pot prendre decisions, fins que pugui:

- Determinar el patró de circulació de vehicles per dies determinats.
- Determinar la seqüència més eficaç.
- Identificar la ruta més adient.

Existeixen diferents enfocaments, alguns d'ells són:

- Reforç de l'aprenentatge: la idea d'aquest control és la següent, cada cotxe envia la posició de la cua en que es troba i la direcció en que vol anar. Seguidament, el semàfor decideix l'acció òptima per minimitzar el temps mig d'espera de cada vehicle.

Lògica difusa: aquest sistema determina la presència i absència de vehicles amb imatges de les rutes. La idea és mantenir la llum verda més temps en els casos que es detectin un flux de vehicles més gran. En el cas que un carril estigui buit, busca un carril amb vehicles y col·loca aquest carril en verd. El sistema sap si un carril hi ha molts vehicles o pocs mitjançant uns sensors electromagnètics col·locats el paviment on mesuren la quantitat de vehicles que arriben a la intersecció i el vehicles que creuen el semàfor.

## VI. AUTONOMIA ENERGÈTICA

El semàfor pot posseir alimentació convencional per xarxa AC i una alimentació alternativa amb un panell solar per assegurar el funcionament en cas d'algun problema del subministrament elèctric.

En condicions normals usará l'energia del panell solar i n'emmagatzemarà per poder funcionar per la nit. En dies de pluja o en dies que no surti el sol, usará l'opció de xarxa d'AC per poder seguir en funcionament.

Els panells fotovoltaics [14], mostrats en la *Figura 5*, que incloem en el semàfor per a poder realitzar la funció sense la necessitat d'estar connectat contínuament a la xarxa de corrent. Aquests panells estan preparats per poder treballar a l'exterior

Aquests són uns panells d'alta eficiència de Silici que tenen una energia màxima de 290W amb un voltatge de 35.60V.

Estan compostats per 72 cel·les de mono cristal·lí de silici del panell solar. Tenen una vida útil de 25 anys. Els marcs del panell son d'alumini, fet que els aïlla dels agents exterior.



*Figura 5 Panell fotovoltaic semàfor*

Els semàfors seran autosuficients per la qual cosa usarem plaques solars.

Les pantalles solars serveixen per captar suficient energia per a una autonomia de 72 hores i per a major seguretat, compta amb un sistema que li permet connectar-se automàticament amb la xarxa elèctrica, perquè continui amb el seu funcionament normal.

Les millores que implica la utilització de l'energia solar són l'estalvi energètic, el funcionament continu (per tall d'energia) i incorporen LED's de llarga durada (70.000 hores).

## VII. PROPOSTES DE MILLORA

A continuació esmentem unes possibles millores:

- Suposem que hi ha un nombre definit de cotxes, cada un comunica al semàfor la seva distància específica en la cua i el lloc on vol anar. A continuació el semàfor decideix quina opció és òptima per minimitzar la mitjana del temps d'espera fins que cada cotxe arriba al seu destí. Els controls del semàfor resolen el problema estimant quant temps tardaria el cotxe a arribar al destí (entre els quals el cotxe haurà de passar per d'altres semàfors) quan la llum canviï a verd, i quant temps tardaria si la llum estigués en vermell. La diferència entre l'espera en vermell i l'espera en verd és el temps que guanyarà el cotxe. Després, els

controls dels semàfors configuren els llums de tal manera que es maximitzi la mitjana de temps guanyat per tots els cotxes que estan esperant.

- A la interfície de so com a manera d'informació per a vianants invidents, se li pot incloure un circuit que permeti controlar automàticament la intensitat del to emès, com a resposta als canvis del soroll ambiental.
- Per al cas del mesurador de tràfic vehicular és més apropiat usar un mesurador inductiu, ja que permet mesurar el flux vehicular en tots dos sentits en la carretera i requereix menys manteniment.

## VIII. CONCLUSIONS

Velocitats lentes i continuades retencions són dos conceptes que qualsevol conductor vol evitar. Per això, cada dia es porta a terme una I+D en la predicció, la solució i la reducció de les congestions del trànsit [14].

El control d'un semàfor intel·ligent no només significa reduir el temps d'espera pels usuaris de les carretes, sinó també reduir significativament el consum de combustible i les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera.

## REFERÈNCIES

- [1] Y. Martínez, Semàfors intel·ligents reducen la contaminación y agilizan el tráfico. *Tendencias Tecnológicas* [en línia]. 2008. [Data consulta: 29 de novembre de 2013]. Disponible a <[http://www.tendencias21.net/Semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico\\_a2074.html](http://www.tendencias21.net/Semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico_a2074.html)> ISSN 2174-6850.
- [2] *Los semáforos, un poco de historia y funcionamiento* [en línia]. 2011. [Data consulta: 29 de novembre de 2013]. Disponible a: <<http://www.tecnocarreteras.es/web/items/1/231/los-semaforos-un-poco-de-historia-y-funcionamiento-1-3>>.
- [3] *Los semáforos inteligentes en la actualidad* [en línia]. 2011. [Data consulta: 29 de novembre de 2013 ]. Disponible a <<http://www.tecnocarreteras.es/web/items/1/232/los-semaforos-inteligentes-en-la-actualidad-2-3>>.
- [4] D. Seijo. *Semáforos inteligentes* [en línia]. 2008. [Data consulta: 29 de novembre de 2013]. Disponible a <<http://www.motorpasion.com/tecnologia/semaforos-inteligentes>>.
- [5] S. Marcus. *Los nuevos semáforos inteligentes de Barcelona* [en línia]. 2008. [Data consulta: 30 de novembre de 2013]. Disponible a <<http://www.circulaseguro.com/los-nuevos-semaforos-inteligentes-de-barcelona/>>.
- [6] Delana. *8 Redesigns of Classic Traffic Lights* [en línia]. [Data consulta: 30 de novembre de 2013]. Disponible a <<http://weburbanist.com/2010/12/29/stop-look-and-love-8-redesigns-of-classic-traffic-lights/>>
- [7] M. Melcaya. *Sistema controlado por radiofrecuencia para semáforos inteligentes* [en línia]. 2012. [Data consulta: 30 de novembre de 2013]. Disponible a <<http://sicrasis.blogspot.com.es/>>.
- [8] M. Wiering. *Intelligent traffic light control* [en línia]. 2003. [Data consulta: 13 de desembre de 2013 ]. Disponible a <[http://www.ercim.eu/publication/Ercim\\_News/enw53/wiering.html](http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw53/wiering.html)>.
- [9] *Traffic singla* [en línia]. 2007. [Data consulta: 15 de desembre de 2013 ]. Disponible a <<http://www.madehow.com/Volume-2/Traffic-Signal.html>>.
- [10] Trafitronics. *Traffic signal products* [en línia]. [Data consulta: 15 de desembre de 2013 ]. Disponible a <<http://www.trafficsignals.co.in/traffic-signal-products.html>>.
- [11] Tacse. *Accesorios para semáforos* [en línia]. [Data consulta: 15 de desembre de 2013 ]. Disponible a <<http://www.tacse.es/cast/productos2.php?id=4>>.
- [12] Swarco. *Led traffic lights* [en línia.]. [Data consulta: 17 de desembre de 2013 ]. Disponible a <<http://www.swarco.com/en/Products-Services/Traffic-Management/Urban-Traffic-Management/Traffic-Lights>>.
- [13] Equipos para control de tráfico y seguridad. *Traffitec* [en línia]. 2012. [Data de consulta: 13 de desembre de 2013]. Disponible a <<http://www.traffitec.com/>>.
- [14] A.Francisco, G.Armenta. Objectius construcció dels semàfors [en línia].2013. [Data de consulta: 13 de desembre de 2013]. Disponible a <<https://docs.google.com/document/d/1xvsngrAZt0C13mN0r861zIpMRyhufiqr28QkQcbF8k/edit?hl=es>>.
- [15] Característiques les protocol EIA-TIA 485 "RS-485" [en línia] [Data de Consulta el 13-12-13] Disponible a <<http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485>>.

# Estació meteorològica automàtica

Xavi Llordella<sup>#1</sup>, Pol Rodoreda<sup>#2</sup>

<sup>#</sup>Segon curs del grau d'enginyeria de Sistemes TIC

<sup>1</sup>xavi13\_25@hotmail.com

<sup>2</sup>pol\_rodoreda@hotmail.com

**Resum** - Aquest article explica les característiques que ha de tenir una estació meteorològica automàtica. Es tindran en compte els components: sensors i materials utilitzats per a la fabricació d'aquesta i les especificacions més tècniques: captació i transmissió de dades i configuració del centre de control i alarmes.

manuales, disponibles tots els dies de l'any, ha estat la causa principal d'aquesta expansió. [10] [11] [14]

## I. INTRODUCCIÓ

L'evolució de la tecnologia i la transmissió d'informació ha suposat per a les estacions meteorològiques un avenç tant pel que fa a la qualitat de les dades com a la captació d'aquestes.

Les estacions meteorològiques automàtiques (EMA) són utilitzades principalment per observatoris meteorològics; són estacions molt completes amb un preu que oscil·la entre els 5 mil i desenes de milers d'euros. Tot i que actualment existeixen petites EMA domèstiques amb un preu inferior als 100 euros, en aquest article no les veurem en detall perquè són senzilles i ofereixen poques dades respecte a les EMAs de caire professional.

Per a la ubicació d'una estació meteorològica automàtica es recomanen espais oberts per facilitar la circulació de l'aire, lliures d'obstacles, en un terreny horitzontal i allunyada de factors locals (rius, llacs, vessants de gran inclinació...).

En aquest article es descriu específicament què forma una estació meteorològica automàtica, quin tipus de dades recull i de quina manera són rebudes en el centre de control i gestió. [15]

## II. HISTÒRIA

Antigament, i sense disposar d'estacions meteorològiques automàtiques, la previsió del temps i la obtenció de les dades del medi ambient, com la temperatura, la humitat, etc. Es feia de forma manual mitjançant aparells de mesura mecànics [Figura 1]. Cada període temporal en què es volia disposar de dades, es requeria que un tècnic anés a consultar les dades que mostraven els aparells, anotés la informació i que es fessin arribar les lectures desitjades a la persona responsable de la recollida d'informació. Actualment, però, disposem d'estacions meteorològiques automàtiques que ens faciliten, i molt, aquesta tasca. Cal mencionar que les EMA també requereixen d'un manteniment periòdic per tal de garantir el seu correcte funcionament. Actualment tampoc cal que una persona observi i anoti els resultats periòdicament.

La proliferació de les EMA a nivell mundial, servirà per fusionar, i treure'n profit, les diferents millores tecnològiques obtingudes les últimes dècades, ja que s'ha creat un creixent interès per aquest tipus d'instal·lacions.

La possibilitat de gaudir de mesures automàtiques i contínues, sense la necessitat d'una xarxa d'observadors



Figura 1 - Estació meteorològica mecànica domèstica

## III. COMPARATIVA I AVANTATGES DE LES EMA'S

Els avantatges principals d'una estació meteorològica automàtica en vers una estació meteorològica clàssica, els podem classificar i resumir de la següent forma: [12] [13]

### 1. Augment de la precisió en les lectures.

Els sensors analògics actuals permeten captar les dades meteorològiques de forma més ràpida i precisa. La finalitat d'aquests és aconseguir mesurar condicions meteorològiques (pluja, gruix de neu, tipus de núvol, densitat de la boira...) que són molt difícils de calcular.

### 2. Facilitar i reduir la feina d'observadors manuals.

Estalviar personal millorant la tecnologia és un fet cada vegada més present en les empreses. La única intervenció humana que requereixen les EMA són les de manteniment i gestió del centre de control. Dues feines necessàries per tal d'assegurar el bon funcionament de l'estació meteorològica automàtica.

### 3. Disposar de les dades a temps real.

La velocitat amb la qual es reben les dades, actualment és un fet molt important. Des del centre de control es reben a temps real les diferents dades que estan captant els sensors de l'estació.

### 4. Alimentació autònoma.

L'estació té la capacitat d'alimentar-se tota sola a través de plaques solars i carregar bateries per els casos d'emergència, sobretot en dies de poc sol i així no perdre mai la transmissió de les dades captades.

Com ja hem citat a l'apartat anterior, les estacions meteorològiques convencionals han estat substituïdes, mica en mica, per les estacions meteorològiques automàtiques.

El principal avantatge que ofereixen les estacions meteorològiques automàtiques és la lectura de dades, ja que que no requereix de la intervenció humana dia rere dia i de l' anotació de valors en cada instant. Antigament al ser aparells mecànics, la lectura podia ser errònia a causa de la baixa precisió de l'aparell.

Un altre dels principals motius d'aquest canvi es veu reflectit en la transmissió de dades. Actualment les dades s'envien de forma instantània i són tractades i processades en centres de control (un dels objectius de les EMAs). Abans, però, entre la captació i l'arribada al centre de processat de les dades, el temps que es perdia es traduïa en pèrdua d'efectivitat.

Però no tot són avantatges per les actuals estacions meteorològiques. Hi ha aspectes del clima que no poden controlar, com per exemple: la quantitat i tipus de núvols. Aspectes que s'intenten solventar amb la instal·lació de càmeres pel cas de la visibilitat i electrovàlvules per al buidatge dels pluviòmetres. [14] [15]

#### IV. COMPONENTS I FUNCIONAMENT

Els components d'una estació meteorològica automàtica poden variar segons la qualitat i finalitat d'aquesta. En els models més habituals hi podem trobar: [1] [2] [4] [5]

- **Termòmetre:** Sensor tèrmic [Figura 2] encarregat de mesurar la temperatura. Els sensors es situen dins un petit encapsulat perquè no rebin la radiació solar directa ja que afectaria a la mesura de dades.

En quant als tipus de sensors utilitzats en una EMA, es podria utilitzar un sensor del tipus PT-100 o PT-1000, els quals estan formats per una resistència elèctrica de platí, i ofereixen una estabilitat i reproductibilitat per les temperatures que van des de -50 a 300 °C. [3] [7] [19] [20]



Figura 2 - Sensor de temperatura

- **Anemòmetre:** Mesura la velocitat i direcció del vent. Consisteix en una creu de 3 o 4 braços amb una bola semiesfèrica buida al final de cada un i que gira al voltant d'un eix. Una cua permet determinar l'orientació amb la qual bufa el vent [Figura 3].  
L'anemòmetre que utilitzaríem en una EMA, seria un anemòmetre d'ultrasons, mecànic o termo-diferencial, ja que són els més utilitzats. Explicuem com funciona l'anemòmetre mecànic, un dels més senzills en quant al

seu funcionament. Per poder mesurar la velocitat del vent, converteix l'energia del vent en una senyal elèctrica mesurable. També és omnidireccional, és a dir mesura la força del vent, independentment de la seva direcció. [8] [21]



Figura 3 - Anemòmetre i veleta

- **Higròmetre:** És l'encarregat de mesurar la humitat de l'aire [Figura 4] (Que és la quantitat de vapor d'aigua que conté l'aire).

En quant a les especificacions tècniques del sensor, un dels més habituals a utilitzar, és aquest: SHT21. [6] [16] Aquest sensor, pot treballar entre -40 i +125° C, com és habitual el rang d'humitat és entre 0 i 100%.

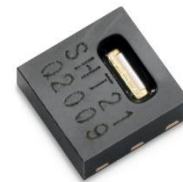


Figura 4 - Sensor d'humitat

- **Baròmetre:** Ens serveix per mesurar la pressió de l'aire [Figura 5]. Realment el que mesura és el pes d'una columna d'aire que s'estén des del sensor del baròmetre fins al límit de l'atmosfera.

De baròmetres n'hi ha de 3 tipus principalment, el de mercuri, el de Fortin, i l'Aneròide.

En quant al de mercuri, potser un dels més freqüents, està format per un tub de vidre d'uns 850 mm d'altura, tancat per l'extrem superior i obert per l'inferior. [22]



Figura 5 - Bàrometre

- **Pluviòmetre** [Figura 6]: Serveix per mesurar la quantitat de pluja que cau. Ens diu quants litres cauen en una superfície

de 1 m<sup>2</sup>. Si se'n col·loca un, la mesura i el buidatge molt habitualment, es fan de forma manual, per això no és present a totes les estacions meteorològiques. Actualment hi ha accionaments mecànics controlats des del centre de control que permeten aquest buidatge, però la lectura de la quantitat de pluja no és tant precisa com la manual. La unitat que utilitza, és el mm, que equival a 1 litre d'aigua recollida en 1 m<sup>2</sup>.



Figura 6 - Pluviòmetre

- **Radiació solar:** La radiació solar és un conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel sol al llarg del dia. Aquestes radiacions van des de l'infraroig fins a l'ultraviolat. A la [Figura 7] podem veure un sensor de radiació solar. Un dels molts tipus de sensors de radiació solar que existeixen, és el Piranòmetre Model GEO-SR12. [23][24]



Figura 7 - Sensor de radiació solar

Un altre aspecte important de les EMAs és l'alimentació. La majoria d'EMAs estan aïllades, lluny d'un punt d'accés elèctric. Això fa que s'utilitzin *plaques solars* que proporcionen autonomia energètica a l'estació. Normalment s'instal·len 2 o 3 plaques en paral·lel que alhora estan connectades a unes bateries recarregables capaces d'alimentar l'estació quan no hi ha sol i possibilitar que no perdem captació de dades en cap moment.

Per a la captació i transmissió de les dades, s'usen principalment dos elements: els sistemes d'adquisició de dades

i emmagatzematge i els sistemes de transmissió de la informació. A nivell d'estacions meteorològiques el instrument electrònic emprat per recollir i emmagatzemar les dades son els anomenats Datalogger.

La informació adquirida s'envia a la central emprant una connexió telefònica o via ràdio, en el cas de no disposar de connexió.

- **Datalogger:** [Figura 8]. És un dispositiu electrònic que enregistra dades en temps real o en relació a la ubicació per mitjà d'instruments i sensors públics o externs situats en la estació meteorològica. Estan basats en microcontroladors. Alguns es comuniquen amb l'ordinador i utilitzen software específic. [25] També és l'encarregat d'adquirir i convertir els senyals enviats per un sistema electrònic pels sensors en dades intel·ligibles per poder-les processar, emmagatzemar i transmetre. [17]

Un *datalogger* dels habituals, pot incorporar aplicacions com les següents:

- Estació meteorològica sense assistència. (Temperatura, Humitat, velocitat i direcció del vent, llum solar, humitat.)
- Registres hidrogràfics sense assistència (nivell de l'aigua, fondària, flux, pH, conductivitat).
- Registre d'humitat del sòl.
- Registre de la pressió d'un gas.
- Boies fora de la costa per registrar diverses condicions ambientals.
- Comptatge del trànsit rodat.
- Mesura de temperatura, humitat etc. En productes peribles: cadena de fred.<sup>[2]</sup>
- La caixa negra dels avions que registra innumerables variables de vol .
- El controlador de motor del vehicles registra esdeveniments per identificar possibles falles intermitents.

Com veiem amb algunes de les aplicacions que hem citat anteriorment, ens serveix per a la nostra estació meteorològica automàtica.

Aquests registradors de dades, estan canviant molt ràpidament, ja sigui amb la capacitat de memòria, que augmenta considerablement, o bé amb els canvis complexos, incorporant alarmes, comunicació sense fils, enviament de correus electrònics, descàrrega automàtica dels resultats diaris situats a la base de dades o d'usuaris directes. [9] [18]



**Figura 8 – Imatge d'un datalogger.**

- *Mòdem i antena:* les dades emmagatzemades a l'estació central seran enviades a temps real al centre de control i gestió. Això permetrà tenir-ne un millor control i poder-les tractar adequadament i alhora ser capaços de detectar si un sensor falla i poder enviar un tècnic a arreglar el problema el més aviat possible.

Tant les plaques com el *datalogger* es troben encapsulats dins el *recinte d'alimentació i registració de dades*, una capsula construïda amb fibra de vidre o acer inoxidable, que busca aïllar el contingut de situacions climatològiques adverses (pluja, neu...) i la corrosió que aquestes situacions puguin suposar.

A continuació [Figura 9] podem veure un exemple de una estació meteorològica automàtica i els seus diferents components.



**Figura 9 - Estació meteorològica automàtica**

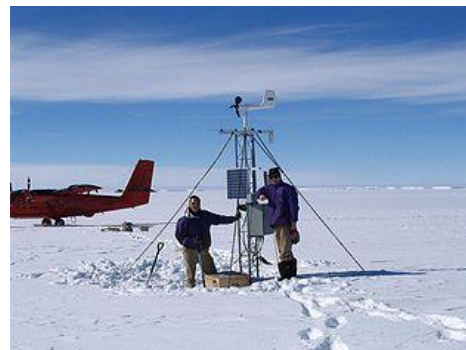
## V. TIPUS D'ESTACIONS METEOROLÒGIQUES AUTOMÀTIQUES

Actualment existeixen diferents tipus d'EMAs, cadascuna d'elles destinada a un lloc i funció específica. El principal tret diferencial entre els diferents tipus d'estacions rau en la qualitat dels sensors i el material amb el qual estan confinades.

- A. *Estacions meteorològiques a bord:* Per controlar en tot moment les condicions en les que es trobarà el vaixell

durant el trajecte, és necessari la instal·lació d'EMAs a bord. El material utilitzat per la seva construcció ha de ser molt resistent a la corrosió ja que està en contacte amb petites partícules d'aigua salada la major part del temps. El material més utilitzat és l'alumini.

- B. *Estacions meteorològiques forestals:* Aquestes estacions són desplegable en qualsevol àmbit i s'usen, principalment, per bombers i policies per controlar les condicions del bosc i controlar columnes de fum amb càmeres de vídeo.
- C. *Estacions meteorològiques agrícoles:* Les agrícoles són usades pels pagesos principalment per controlar la humitat dels cultius i, si tenen hivernacle, per controlar-ne la temperatura.
- D. *Estacions meteorològiques al gel:* situades en grans glaciers (sobretot a l'Antàrtida) permeten controlar principalment el guix de neu al sòl. Podem veure'n un exemple a la següent imatge. [Figura 10]. A més, compten amb un sensor de vibració per controlar els moviments del glacier.



**Figura 10 - Estació meteorològica automàtica al gel**

## VI. CONCLUSIONS

Les estacions meteorològiques automàtiques permeten disposar de dades en temps real sobre les condicions atmosfèriques de l'indret on estiguin instal·lades.

Per a l'obtenció de dades s'usen una gran varietat de sensors, una alimentació autònoma i un processat de dades molt ràpid i eficaç. Aprofundir molt en cadascun d'aquests elements suposaria un gran volum d'informació referenciat a moltes àrees de coneixement.

Amb aquest article s'ha intentat transmetre un coneixement bàsic, però suficient per entendre el funcionament de les EMAs des de la captació fins al tractament de les dades.

Per tant podem concloure aquest article afirmant que l'objectiu últim de les estacions meteorològiques automàtiques és proporcionar una dada fiable i tractada de què està passant en aquell moment, en aquell indret.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Upcommons (22-11-2013) [En línia]  
<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6012/9/08.pdf>
- [2] Interempresas (22-11-2013) [En línia]  
<http://www.interempresas.net/Agricultura/Productes/Estacions-meteorologiques.html>
- [3] IFM (22-11-2013) [En línia]  
[http://www.ifm.com/ifmes/web/pmain/040\\_050\\_030.html?gclid=CM\\_ToZ7w97oCFasfwod91sAFA](http://www.ifm.com/ifmes/web/pmain/040_050_030.html?gclid=CM_ToZ7w97oCFasfwod91sAFA)
- [4] Wikipèdia (22-11-2013) [En línia]  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n\\_meteorol%C3%B3gica\\_autom%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_meteorol%C3%B3gica_autom%C3%A1tica)
- [5] Agroservicios Tecnològicos (22-11-2013) [En línia]  
<http://www.agroserviciostecnologicos.com/content/data/Estaci%C3%B3n-Meteorol%C3%B3gica-Automática.pdf>
- [6] Sensirion (22-11-2013) [En línia]  
<http://www.sensirion.com/en/products/humidity-temperature/humidity-sensor-sht21/>
- [7] Adafruit (22-11-2013) [En línia]  
<http://www.adafruit.com/products/165>
- [8] Ammonit (22-11-2013) [En línia]  
<http://www.ammonit.com/en/products/sensors/anemometers>
- [9] Centrodeartigos (22-11-2013) [En línia]  
[http://centrodeartigos.com/articulos-de-todos-los-temas/article\\_27112.html](http://centrodeartigos.com/articulos-de-todos-los-temas/article_27112.html)
- [10] Atmosfera (01-12-2013) [En línia]  
<http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/historia/hist4.html>
- [11] Datosclima (01-12-2013) [En línia]  
<http://datosclima.es/Estaciones.php>
- [12] Edu365 (01-12-2013) [En línia]  
<http://www.edu365.cat/eso/muds/ciencias/ud/meteoro/unitat2/2f4.htm>
- [13] Awei Magazine (03-12-2013) [En línia]  
[http://www.aweimagazine.com/article.php?article\\_id=647](http://www.aweimagazine.com/article.php?article_id=647)
- [14] Dipòsit general de la UB (09-12-2013) [En línia]  
[http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/8382/1/Projecte\\_Meteo\\_Roger\\_Vendrell.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/8382/1/Projecte_Meteo_Roger_Vendrell.pdf)
- [15] Coastal Enviromental Systems (13-12-2013) [En línia]  
<http://www.coastalenvironmental.com/weather-instruments.shtml>
- [16] Datasheet SHT21 (13-12-2013) [En línia]  
[http://www.sensirion.com/fileadmin/user\\_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion\\_Humidity\\_SHT21\\_Datasheet\\_V3.pdf](http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT21_Datasheet_V3.pdf)
- [17] Wikipèdia (01-01-2014) [En línia]  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Registrador\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Registrador_de_datos)
- [18] Wikipèdia (01-01-2014) [En línia]  
[http://ca.wikipedia.org/wiki/Enregistrador\\_de\\_dades](http://ca.wikipedia.org/wiki/Enregistrador_de_dades)
- [19] Gencat (28-01-2014) [En línia]  
[http://www20.gencat.cat/portal/site/meteocat/menuitem.e69beb057e68ee6c5c121577b0c0e1a0/?vgnextoid=4c271337e5233210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnextchannel=4c271337e5233210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default#Blocdb96f80a03f93210VgnVCM1000000b0c1e0a\\_\\_\\_\\_\\_](http://www20.gencat.cat/portal/site/meteocat/menuitem.e69beb057e68ee6c5c121577b0c0e1a0/?vgnextoid=4c271337e5233210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnextchannel=4c271337e5233210VgnVCM1000000b0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default#Blocdb96f80a03f93210VgnVCM1000000b0c1e0a_____)
- [20] Vignola (28-01-2013) [En línia]  
[http://www.vignola.cl/pdf\\_secciones/04/4-15-47.pdf](http://www.vignola.cl/pdf_secciones/04/4-15-47.pdf)
- [21] Meteosolana (28-01-2014) [En línia]  
<http://www.meteosolana.es/Anemometrepenell.html>
- [22] Fluidos (28-01-2013) [En línia]  
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores/barometro/barometro.html>
- [23] Geonica (28-01-2014) [En línia]  
<http://www.geonica.com/prod/84/142/Sensores-Meteorologicos-e-Hidrologicos/Radiacion-Solar/index.html>
- [24] Geonica (28-01-2014) [En línia]  
<http://www.geonica.com/docs/9734%200015%20Model%20GEO-SR12.pdf>
- [25] Datalogger (28-01-2014) [En línia]  
<http://www.datalogger.com.mx/>



# Suport de SOS autònoms energèticament

Berta Capdevila Cano i Enric Lenard Uró

Segon curs d'Enginyeria de Sistemes TIC

bcapdevilacano@gmail.com

lenardenric@gmail.com

**Resum— Aquest document proporciona l'explicació de les característiques físiques i electròniques dels postes SOS, es descriu breument la seva evolució al llarg del temps i el perquè s'ha arribat a prendre certes decisions respecte al seu ús.**

## I. INTRODUCCIÓ

Els objectius d'aquest article consisteixen en donar a conèixer què són els postes SOS.

Per fer-ho possible cal fer una menció de la història i repercussions que han tingut els postes SOS en les nostres carreteres, detallant el funcionament per aconseguir la comunicació entre operador i accidentat i especificant el tipus de servidor i components electrònics que s'utilitzen.

Per altre banda cal fer referència a les condicions físiques dels postes, explicant i justificant l'ús de cada material.

Per últim esmentar les conclusions que s'extreuen i quines millores es podrien aplicar, però també quines són les principals crítiques dels postes.

## II. HISTÒRIA

La utilització dels postes SOS a inicis dels anys 80, van comportar un augment de la seguretat a les carreteres espanyoles.

Com ja s'ha mencionat, aquest postes permetien la comunicació directa amb la DGT (Direcció General de Tràfic) per poder demanar ajuda per alguna emergència.

Instal·lats en carreteres convencionals i autopistes, estaven distribuïts aparelladament a cada sentit de la via, i van arribar a cobrir 7.000 kilòmetres de via.

La seva utilització era molt simple, simplement calia prémer un botó i un operador atenia la seva emergència, enviant l'ajuda necessària o simplement informant-te de tallers, grues o taxis.

Inicialment, va ser un gran èxit, degut a la manca de comunicació sense fils en aquells anys, sent una de les úniques formes de comunicar un accident o la necessitat de disposar d'ajuda professional.

Però, com mostra la Fig. 1, a partir de l'any 2000 pateix una caiguda progressiva del seu ús, passant de 53.322 assistències efectuades al 1999 a 11.879 al 2010, baixant un 10% anualment.

Això és degut al gran avenç en la telefonia mòbil, que permet trucar directament a les nostres asseguradores o serveis d'emergència, substituint completament el funcionament dels postes SOS.

Està previst que entre el 2011 i el 2015 es retirin pràcticament tots els postes SOS de les carreteres, exceptuant les zones concretes fora de la cobertura telefònica i els que estan situats a l'interior dels túnels, ja que és un element de seguretat obligatori [1].

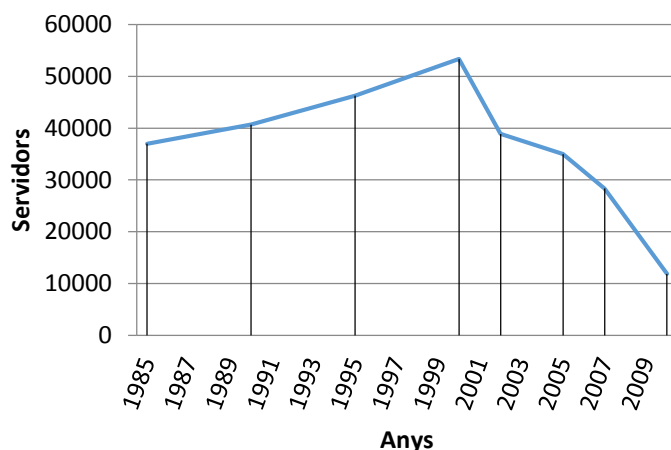


Fig. 1 Gràfica que mostra l'evolució de la utilització dels postes des de el 1985 fins el 2010.

## III. FUNCIONS

Les funcions dels postes SOS són les següents:

### A. Generació de trucades d'auxili

Quan un usuari prem el botó d'auxili d'un poste, com es mostra a la Fig.2, aquest envia un missatge a la central indicant aquest esdeveniment, i queda a l'espera de rebre la resposta de la central de control.



Fig. 2 Imatge d'un usuari utilitzant el poste SOS.

Si aquesta resposta no arriba abans de 5 segons, el poste realitza fins a dos nous intents en intervals de 5 segons cada un. Si cap d'aquests intents dona resposta, el poste passa a estar "fora de servei" i activa el sintetitzador de veu amb el missatge oportú durant un minut. Durant el temps d'espera de la resposta, el poste activa un to de trucada similar al d'un telèfon convencional.

Si el poste rep una resposta de la central de control, aquest missatge pot ser:

1) *Trucada en espera*: Durant el temps en que la trucada està en espera, el poste activa el sintetitzador de veu amb el missatge corresponent durant 2 minuts. Quan l'operador activi l'orde de fonia, el poste activarà la fonia i enviarà el missatge corresponent al centre de control.

2) *Activació de fonia*: En aquest cas el poste activa la fonia i envia el missatge corresponent a la central SOS.

Quan l'operador decideix tallar la comunicació amb el poste, la central li envia l'ordre de desactivació de la fonia, el poste desactiva tots els circuits de fonia i envia al centre el missatge de notificació.

Per evitar que un poste pugui quedar en fonia permanentment, la central li envia cada 2 minuts un missatge d'activació, en cas contrari el poste desactiva els seus circuits i queda en estat de repòs. Aquesta acció de refresc/manteniment es realitza de forma automàtica, sense intervenció de l'operador.

#### B. Generació de trucades de servei

Si el personal de manteniment apropa un imant a un punt determinat del poste, s'activa un mecanisme que genera un missatge a la central de control. En aquest cas el comportament del sistema és el mateix que el del cas anterior, però el centre dona màxima prioritat a aquesta trucada.

Si existeix un ACD (*Automatic Call Distributor* o en català Distribuïdor de trucades automàtic), aquesta trucada només és rebuda pel servei de manteniment, i no pels operadors destinats a l'atenció a l'usuari.

#### C. Comunicació amb l'usuari

El poste SOS ha d'informar al usuari en tot moment de l'estat en que es troba la trucada. Per això disposa del sintetitzador de veu i del to de trucada.

- El missatge de fora de servei ("Estació d'auxili fora de servei") del sintetitzador entra en funcionament quan el poste no aconsegueix comunicar amb la central.
- El missatge de trucada en espera ("La seva trucada ha sigut rebuda, mantinguis a l'espera") s'emet quan la central envia al poste el missatge que ha sigut registrada la trucada, però no pot ser atesa en aquell precís moment. Després d'aquest missatge, el to de trucada es manté un màxim de 2 minuts.

#### D. Generació automàtica d'alarmes

El poste envia automàticament la informació de les seves alarmes sempre que alguna d'elles canviï el seu estat. Les alarmes són de sobre la bateria baixa, la porta oberta o un error en la telealimentació.

Amb la finalitat d'evitar l'enviament d'alarmes a la central de forma repetitiva, el sistema incorpora el següent filtrat de les alarmes:

- El poste només envia l'alarma una vegada, mostrant-se a la pantalla de l'operador a la finestra d'alarmes pendents.
- Quan l'operador realitza un test de manteniment al poste que ha enviat l'alarma, el poste indica l'estat de l'alarma en aquell moment. Si el problema s'ha corregit, en el test no apareix l'alarma activada i desapareix de la pantalla de l'operador.
- Si després el test torna a activar-se la mateixa alarma, el poste l'envia de nou però només una vegada, tornant a aparèixer a la finestra d'alarmes del lloc del treballador.

#### E. Ajust i proves del sistema

Amb la finalitat de facilitar les tasques de manteniment, el poste disposa de mecanismes que permeten dur a terme un autodiagnòstic i ajust de forma local (forçat per un operador) o remota (actuant sobre el poste des de la central de control).

Les proves que es poden realitzar són les següents:

1) *Prova del poste*: Des del centre de control poden enviar-se als postes les ordres de 3 tipus: de test de manteniment, on el poste realitza el test i envia el resultat a la central de control, d'activació de to i activació del sintetitzador.

2) *Prova de línia*: Consisteix en enviar una senyal desde la central de control, aquest la rep i envia el resultat de la prova de nou al poste. D'aquesta forma es pot detectar una avaria dins de la línia i en quina fase es pot trobar: d'anada, tornada o del mateix poste.

3) *Ajust de volum de sortida del amplificador de l'audio*: Cada poste incorpora un amplificador d'audio pels seus altaveus, el volum del qual es pot ajustar des de la central.

#### IV. ELEMENTS QUE L'INTEGREN

Al poste SOS hi podem diferenciar els següents elements[2]:

1) *Circuits electrònics*: Els circuits electrònics del poste estan constituïts per una o més targetes ubicades en un xàsis de protecció que s'anomena "caixa electrònica". Aquests circuits incorporen proteccions per totes les senyals que provenen de l'exterior (mitjançant díodes suppressors).

2) *Polsador d'auxili*: Es tracta d'un botó clarament identificat: "Pulsar en cas d'auxili" (Fig.3).



Fig. 3 Imatge on es mostra el polsador del poste SOS

3) *Detector de trucada de servei*: Es tracta d'un detector ubicat en una càpsula tancada sota del polsador, que s'activa per proximitat d'un imant.

4) *Detectors de porta oberta*: Són detectors de tipus magnètic ubicats a la part superior i inferior de la carcassa que s'activen al obrir-se la porta.

5) *Altaveus, micròfon i polsador*: Els altaveus i els micròfons formen un conjunt especialment dissenyat per obtenir un alt rendiment acústic. Tots aquests dispositius han de funcionar fins i tot submergits en aigua.

6) *Mòduls d'alimentació*: Depenent del sistema d'alimentació del poste, aquest mòdul pot ser o per panell solar, per alimentació per xarxa o per telealimentació. En tots aquests casos el poste incorpora una bateria interna que permet el seu funcionament durant 20 dies.

Hi ha postes SOS energèticament autònoms gràcies al sistema d'alimentació per panell solar. Aquests incorporen plaques solars, generalment ubicades a la part superior del poste com es pot apreciar a la Fig.4.

Aquesta placa carrega una bateria proporcionant autonomia energètica al sistema. Tot i això els postes que disposen d'una placa solar estan connectats a la xarxa elèctrica per motius de seguretat, ja que si per fenòmens ambientals la placa no pogués proporcionar la suficient alimentació, requerirà de l'ajuda de l'energia de xarxa per complir correctament el seu funcionament [3].



Fig. 4 Imatge que ens mostra un poste SOS alimentat amb una placa solar

7) *Regletes d'interconnexió*: Estan allotjades en una caixa d'acer. Aquesta caixa està allotjada a la part inferior de la carcassa. Els diferents cables entrants a la caixa de regletes estan perfectament identificats.

8) *Carcassa*: Les carcasses dels postes SOS han d'estar fabricades de polièster reforçat amb fibra de vidre al 30%, i han de resistir el vandalisme i les ruixades. Tan en la part inferior com en la superior, s'incorporen làmines de poliuretà per a la caixa de regletes d'interconnexió i per a la caixa d'electrònica. Per l'acabat exterior es parteix d'una base de resines de poliuretà d'alt espessor, que resisteix fins a 500 hores en ambient amb humitat relativa del 100% a 40°C o amb ambients de boira salina. La porta superior incorpora una reixa d'acer inoxidable amb fibra antipols i la caixa de ressonància dels altaveus, juntament amb l'anclatge dels mateixos així com l'allotjament del polsador de trucada.

## V. CENTRAL DE CONTROL

La central de control, situada en el corresponent centre de control de tràfic, és on s'atenen i es gestionen les trucades rebudes des dels postes, tan els de carretera com als de l'interior del túnel [4].

L'aplicació de l'operador, igual que tots els elements que constitueixen els postes que han sigut homologats per la DGT, s'ha desenvolupat en base a la normalització de conceptes i funcions subministrats per aquesta organització.

La configuració del sistema permet distingir clarament les funcions de l'operador o màquina client, de les funcions de configuració i manteniment dels equips, que es porten des de l'equip central del sistema de postes SOS (màquina servidor).

Al centre de gestió de tràfic (CGT) es troben les màquines client on s'executa l'aplicació d'operador: aquesta aplicació conté una base de dades de serveis amb tota la informació útil per a l'auxili a carretera (centres sanitaris, tallers, companyies d'assegurança, etc...). Això permet accedir de forma ràpida i senzilla a aquesta informació sense haver de canviar d'aplicació o d'equip.

L'aplicació d'operador disposa també d'una opció de mode gràfic que permet visualitzar un mapa de cada una de les xarxes o línies de postes amb la situació de cada un d'ells al llarg de la carretera. A més a més, s'indica l'estat amb que es troben mitjançant diferents colors.

### A. Equip central de postes SOS o equip supervisor (Màquina Servidor)

És el sistema responsable de la gestió de tot el sistema, és a dir, duu a terme les funcions de configuració i manteniment de tots els equips que integren la xarxa de postes SOS.

Les principals funcions del servidor convencional són les següents:

- Configuració de les xarxes de postes SOS
- Realització de tests i revisions dels postes
- Manteniment de la base de dades local de la aplicació

- Control dels llocs d'operadors que estan actius i preparats per rebre les trucades provinents dels postes SOS

- Recepció d'alarmes dels equips que integren la xarxa

Si s'ha optat per integrar un distribuïdor automàtic de trucades (ACD, esmentat anteriorment), l'equip central permet:

- Conèixer els llocs dels operadors que es troben lliures en cada moment
- Comunicar a la ACD quins llocs d'operadors atenen cada xarxa de postes
- Sol·licitar l'ús del telèfon extern

#### B. Llocs d'operador (Màquina Client)

Aquesta màquina client consta d'un ordinador (en el que s'està executant l'aplicació de l'operador) i un terminal telefònic que permeten al operador interactuar amb la màquina servidor per a atendre les diferents trucades generades pels postes.

Quan es rep una trucada en el lloc d'un operador, a la pantalla s'indica si es tracta d'una trucada de servei o d'auxili, apareixent també el nombre de xarxa i el poste des d'on s'està efectuant la trucada.

Si l'operador es troba en comunicació amb un poste i es realitzen trucades des d'altres postes de la mateixa xarxa, les rep el mateix operador, pel que han de quedar a l'espera al estar compartint tots els equips de la xarxa un únic canal d'àudio. Es genera, per tant, una llista de trucades pendents, que l'operador decideix posteriorment amb quin dels equips a la espera inicia la comunicació.

L'operador, a més a més, té l'opció de complementar una part d'incidències o de manteniment cada vegada que atén una trucada. Totes aquestes parts passen a formar part d'un registre històric que pot ser consultat posteriorment.

#### C. Descripció de l'aplicació de l'operador

Quan un treballador inicia una dia de feina ordinari, disposa a la seva aplicació les següents àrees d'informació i control:

- 1) *Panell d'informació general*: Mostra dades generals sobre l'aplicació i el lloc de treball.
- 2) *Panell de gestió de postes en atenció*: Un poste en atenció es considera a aquell que intervé en una comunicació entre l'operador i l'usuari de la carretera.
- 3) *Panell d'averies*: Mostra la relació de postes avariats i de quina averia es tracta.

#### D. Control de postes SOS

Aquesta opció permet du a terme el control i monitorització d'un poste SOS. Les dades que es poden visualitzar des de l'aplicació són les següents:

- Estat de la comunicació (accessible o no)
- Estat de la operació (fonia, sintetitzador i to)
- Volum i atenuacions d'entrada i sortida
- Nivell de fonia
- Indicadors d'averies actius (fonia, bateria, porta oberta, tealimentació)
- Estat dels ports d'entrada i sortida

I l'operador pot du a terme totes les operacions permeses sobre els postes:

- Control de fonia
- Activació de tests (manteniments, to, fonia, sintetitzador)
- Modificació de volum de l'altaveu i de les atenuacions d'entrada i sortida
- Control dels ports d'entrada i sortida
- Renumeració dels postes

#### E. Tractament de trucades

Quan l'usuari prem el botó, la màquina servidor envia un event a tots els clients, i aquell que en aquell instant té el control de la xarxa, és el que rep la trucada amb forma de "trucada pendent". Al rebre's la trucada d'un poste, aquesta entra en una sessió d'atenció.

Existeixen, a més, determinats informes associats a les sessions d'atenció:

- 1) *Partes d'incidència*: Aquest és el formulari que omple l'operador indicant el tipus d'auxili que ha atès.
- 2) *Partes de manteniment*: Si es rep una trucada de manteniment, l'operador pot omplir l'informa que indiqui les accions dutes a terme (si ho considera necessari).

#### F. Tractament d'estats

Com a estats fa referència a totes les dades dels equips que integrem el sistema, que poden variar durant el seu funcionament. Aquests equips informen al lloc de l'operador dels canvis en aquestes dades de forma espontània.

#### G. Tractament d'events

Com a events fa referència al mateix que als estats, però interpretat diferent. En el d'events es mostra un resum d'esdeveniments. La màquina servidor envia tots els events que rep a totes les màquines client.

#### H. Tractament d'averies

Es tracta de veure un subconjunt de la informació d'un estat. L'aplicació permet obtenir informes de les averies detectades seguint diferents criteris, com el tipus d'alarma o situació geogràfica de l'equip.

### VI. MOTIUS DEL SEU DESÚS

Un dels principals problemes dels postes SOS és el seu elevat cost, bàsicament produït per les tasques de manteniment. En el cas dels postes ubicats a l'exterior, les cabines i els seus components electrònics estan exposats als fenòmens naturals, al vandalisme i als accidents, provocant un manteniment constant.

Segons el subdirector general adjunt de Circulació de la DGT, s'ha confirmat que mantenir en funcionament els postes SOS és més car que retirar-los, ja que anteriorment la inversió anual en manteniment era de uns 2.000.000 €, més la suma de les actualitzacions necessàries del sistema pujaria uns 3,5 milions més. En canvi la desinstal·lació dels postes costarà uns 500.000 €, molt més econòmic que no pas seguir mantenint-los en activitat [5].

Tenint en compte el cost elevat del manteniment i la baixa utilització dels aparells s'obté que el cost mitjà per trucada realitzada des d'un poste SOS s'ha disparat a uns 360€.

Un altre motiu del seu desús és la instal·lació dels serveis que ofereixen els postes en els cotxes, equipant els nous cotxes amb un boto d'ajuda (Fig. 5), anomenat "eCall" que realitza la mateixa tasca que un poste SOS.



Fig. 5 Imatge que ens mostra la nova opció eCall

Aquest nou equipament és tan eficient que el ple del Parlament Europeu ha demanat la instal·lació obligatòria en tots els automòbils de nova producció, a partir del 2015, que, segons asseguruen, disminuirà el nombre de víctimes mortals i de ferits a la carretera [6].

En canvi, dels postes SOS al interior dels túnels no podem dir el mateix. Aquests, tot i que també són cars de mantenir tot i que no tan com els d'exterior, ja que no s'exposen a fenòmens naturals ni a vandalisme, avui en dia encara segueixen sent necessaris, ja que a dins d'un túnel pot ser l'única manera de comunicar-te amb l'exterior al no tenir línia (cobertura).

Per tant, la DGT ha decidit mantenir obligatòriament els postes SOS al interior seguint el reglament que ens diu que han d'estar situats a una distància màxima de 150 metres cadascun [7].

## VII. CONCLUSIONS

Finalment, les conclusions que es poden treure sobre els postes SOS és que van ser un gran avenç en la seguretat vial, però com passa amb la majoria dels aparells, a la llarga van quedar antiquats tecnològicament, convertint-se en un producte obsolet.

Per aquest motiu s'ha procedit a la seva desinstal·lació i a implementar noves tecnologies dedicades específicament a realitzar les prestacions d'ajuda que oferien els postes, com es el boto eCall.

## REFERÈNCIES

- [1] **Hinojosa, César.** 2013. Tecnocarreteras. [En línia] ITERNOVA, 21 / Juliol / 2013. [Data: 4 / Desembre / 2013.] <http://www.tecnocarreteras.es/web/items/1/854/>.
- [2] **Postes SOS.** Bregante Electronica S.A. [Documento] Viña del Mar : Bregante, 2011.
- [3] **Fontals, Joan.** Energía solar sobre el asfalto. [En línia] Abertis. [Data: 8 / Desembre / 2013.] [www.fundacioabertis.org/es/pdf/hemeroteca/medi\\_energiasolar.pdf](http://www.fundacioabertis.org/es/pdf/hemeroteca/medi_energiasolar.pdf).
- [4] **Portonova, Francisco.** 2012. Bacigaluppi electronica y comunicaciones. [En línia] 21 / Juliol / 2012. [Data: 5 / Desembre/2013.] <http://www.bacigaluppi.com/postesSOS.html>.

- [5] **Adiós a los Postes SOS.** Rivas, Lucía. 2010. Madrid : Trafico i Seguridad Vial, 2010. 205/2010.
- [6] **Madrid, Agencias.** 2012. La Eurocamara pide un botón de emergencia para coches. [En línia] abc, 5 / Agost / 2012. [Data: 25 / Novembre / 2013.] <http://www.abc.es/20120705/motor-reportajes/abci-eurocamara-pide-boton-emergencias-201207042154.html>.
- [7] **Una propuesta de normativa sobre la obra civil necesaria para la seguridad en explotación de túneles de carretera.** Ruiz, Manuel Romana. 2005. 3.452, Madrid : Revista de Obras públicas, 2005.

als alumnes els hi agrada. Comparant-ho amb les papereres tradicionals han retallat els costos de recollida de deixalles en un 90%” i s’espera que en un any i mig la inversió ja s’hagi amortitzat.

### B. Big Belly a les estacions

Degut a la aflluència de gent que sol haver-hi en estacions de tren Big Belly va dissenyar una compactadora amb més capacitat. Això va permetre que hi cabessin 5 vegades més deixalles que en una paperera normal.

Les Big Belly també permeten una protecció del medi ambient més gran que les papereres normals. Això permet una reducció de CO<sub>2</sub> que ajuda en la conservació de recursos naturals [17].

### C. Big Belly al Bryce Canyon National Park

L’aplicació de Big Belly al Bryce Canyon National Park ha afavorit de manera important l’ecosistema del parc, ja que al disminuir el volum de viatges necessaris per recollir les deixalles s’ha deixat el parc més tranquil i amb menys pol·lució de la que hi havia abans. Així mateix al tenir les deixalles en un lloc tancat evita que la fauna de la zona vagi a buscar menjar a les deixalles.

A més a més els propietaris van declarar que el fet que les Big Belly funcionessin amb energia solar sincronitzava molt bé amb un parc natural al no ser necessari realitzar instal·lacions elèctriques addicionals per al funcionament d’aquestes màquines [17].

## VIII. CONCLUSIONS

Després d’analitzar a fons aquestes compactadores podem concloure que són un gran avenç en la gestió de residus i una inversió assenyada per millorar el futur de les nostres ciutats.

Tot i que el preu inicial és molt més car que les papereres convencionals, al llarg del temps, acaba sortint molt més rentable al estalviar-nos una gran quantitat de recursos econòmics dedicats a la recollida.

El punts més importants i destacables que poden ajudar a convèncer als municipis a optar per aquesta iniciativa innovadora són: utilització energia solar, reducció de freqüència de recollida un 80% aproximadament, estalvi de diners al cap de pocs mesos de la inversió, avançat sistema de control i avís al centre de control totalment automatitzat i finalment que converteix la ciutat en una comunitat més neta i sostenible.

Podem observar doncs, que tenim a les nostres mans la tecnologia necessària per millorar els centres urbans i el seu entorn i a un preu més que assequible per als ajuntaments. Queda a les nostres mans invertir-hi i fer-ne un bon ús.

## IX. AGRAÏMENTS

Ens agradaria donar les gràcies a la Universitat Politècnica de Catalunya per brindar-nos la oportunitat de realitzar aquest article i publicar-lo en la revista de l’escola. Especialment al Jesus Vicente per motivar-nos per escriure sobre aquest tema i a la Teresa Escobet per la seva paciència i per guiar-nos en el procés de realització.

## X. REFERÈNCIES

- [1] Emery, A.; Davies, A.; Griffiths, A.; Williams, K. Environmental and economic modelling: A case study of municipal solid waste management scenarios in Wales. *Resour. Conserv. Recycl.* **2007**, *49*, 244-263.
- [2] Tavares, G.; Zsigraiova, Z.; Semiao, V.; Carvalho, M.G. Optimisation of MSW collection routes for minimum fuel consumption using 3D GIS modelling. *Waste Manag.* **2009**, *29*, 1176-1185.
- [3] Big Belly Philadelphia [en línia]. 13 de Maig de 2013. [Consulta: 15 de desembre de 2013]. Disponible a: <<http://www.bigbellysolar.co.uk/news/2013/05/13/big-belly-philadelphia>>.
- [4] Whole Sale Solar [en línia]. [Consulta: 15 de desembre de 2013] Disponible a: <<http://www.wholesalesolar.com/products.folder/modulefolder/solarland/SLP040-12.html>>.
- [5] BigBelly Solar Compactor Technical Specs. [en línia]. Massachusetts. [Consulta: 14 de Desembre]. Disponible a : <[http://www.bigbellysolar.com/products/130\\_Mkt\\_TechnicalSpecs\\_2008\\_0208.pdf](http://www.bigbellysolar.com/products/130_Mkt_TechnicalSpecs_2008_0208.pdf)>.
- [6] SNCompact. [en línia]: Compactadora Solar. [Consulta: 14 de Desembre]. Disponible a: <<http://www.innovagreen.com/images/documentacion/Catalogo%20SN%20Compact.pdf>>.
- [7] ODYSSEY Application Manual [en línia]. Abril 2006 [Consulta: 16 de desembre de 2013] Disponible a: <<http://www.farnell.com/datasheets/1512312.pdf>>.
- [8] SNCompact [en línia] [Consulta: 17 de desembre de 2013] Disponible a: <<http://equipark.pe/archivos/compactadorasolar.pdf>>.
- [9] People Powered Machines [en línia] New York [Consulta: 14 Desembre 2013] Disponible a: <<http://www.peoplepoweredmachines.com/bigbellysolar/>>
- [10] Atassi, L. Cleveland tries solar-powered trash compactor, expected to curb cost of collection. [en línia]. 16 de Novembre, 2012. [Consulta: 16 de Desembre 2013]. Disponible a: <[http://www.cleveland.com/metro/index.ssf/2012/11/cleveland\\_tries\\_sol-ar-powered.html](http://www.cleveland.com/metro/index.ssf/2012/11/cleveland_tries_sol-ar-powered.html)>.
- [11] Griffin, F. BigBelly Solar has Introduced M2M Communications to Waste Management and Recycling [en línia] 7 de Gener de 2013 [Consulta: 14 de Desembre 2013] Disponible a: <<http://machine-to-machine-solutions.tmcnet.com/topics/machine-to-machine-solutions/articles/321704-bigbelly-solar-has-introduced-m2m-communications-waste-management.htm>>.
- [12] CLEAN Management Console. [en línia] San Diego. [Consulta: 18 de Desembre 2013]. Disponible a: <<http://info.waxie.com/big-belly-clean-wireless-communication/>>.
- [13] M2M technology gets garbage gatherers going green with wireless waste management System.[en línia]: Telit Provides M2M Modules for Smart Trash Toolkit From BigBelly Solar.Railegh; 25 Juny 2012. [Consulta: 15 Desembre 2013]. Disponible a: <[http://www.telit.com/en/discover/telit-media-center/press-releases.php?p\\_id=283&p\\_anz=show&n\\_id=221](http://www.telit.com/en/discover/telit-media-center/press-releases.php?p_id=283&p_anz=show&n_id=221)>.
- [14] Rekhi, T. M2M Technology Gets Garbage Gatherers Going Green With Wireless Waste Management System. [en línia]. Nova Deli: 27 Juny, 2012. [Consulta: 15 de Desembre 2013]. Disponible a: <<http://www.indiaprwire.com/pressrelease/machinery/20120627123608.htm>>.
- [15] Sabhlok, R. The Next \$100 Billion Technology Market? [en línia]. 28 Juny 2013. [Consulta: 15 de Desembre 2013]. Disponible a: <<http://www.forbes.com/sites/rajsabhlok/2013/06/28/the-next-100-billion-technology-market/>>.
- [16] Coleman, P; Nghiem, L. *Solar-Powered Compaction Garbage Bins in Public Areas*. Sustainability [en línia]: *A Preliminary Economic and Environmental Evaluation*. [Consulta: 14 de Desembre 2013] Disponible a: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/2/2/524>>.
- [17] Where There Are People, There Are Trash... [en línia]. [Consulta: 20 de desembre de 2013] Disponible a: <http://www.bigbelly.com/places/>