



Escola Politècnica Superior  
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# PROJECTE DE FI DE CARRERA

**TÍTOL DEL PFC:** TIC i ciutat: Proposta d'integració de tecnologies, sistemes, serveis i aplicacions.

**TITULACIÓ:** Enginyeria de Telecomunicació (Segon Cicle)

**AUTORA:** Jaquet Solé, Noemí

**DIRECTOR:** Berenguer i Sau, Jordi

**DATA:** 21 de Març de 2008



**Títol:** TIC i ciutat: Proposta d'integració de tecnologies, sistemes, serveis i aplicacions.

**Autor:** Jaquet Solé, Noemí

**Director:** Berenguer i Sau, Jordi

**Data:** 21 de Març de 2008

## **Resum**

El present projecte analitza l'estat de l'art actual sobre els sistemes de computació ubiqua aplicats a l'entorn urbà, amb el propòsit de vincular la població amb els indrets i amb la informació.

Per centrar-se un en el tema, es fa una visió ràpida del que es té fins ara i s'analitzen els conceptes que fan d'una ciutat un entorn intel·ligent, com són: computació ubiqua o pervasiva, urbòtica, Tecnologies de la Informació i la Comunicació, innovació territorial i ambient d'innovació.

A partir de l'anàlisi de les xarxes de sensors i actuadors que es poden ubicar en un entorn urbà, de les xarxes de comunicacions existents (telefonía mòbil, WiFi, DAB, DVB-H), dels sistemes d'identificació de persones i objectes basats en RFID, de les xarxes Ad-Hoc i de les tecnologies de geoposicionament, es defineixen diferents escenaris d'aplicació.

Els escenaris que es proposen són aplicats a la gestió de persones, de vehicles, de serveis públics, de mobilitat i a la seguretat a la ciutat, amb la finalitat d'oferir a tots els ciutadans la prestació de serveis avançats.

Per cada escenari es realitza un anàlisi tecnològic del sistema: Síntesis de la proposta, descripció general, beneficis, dificultats, tecnologia aplicada i experiència existent al món.

Per finalitzar, s'estudia en detall un cas en particular. Es proposa un sistema de control del trànsit adaptatiu aplicat a la ciutat de Barcelona, fent un breu estudi de l'estat actual de la gestió vial (gestió de semàfors i trànsit) i cobertura de ràdio digital a la ciutat, tot establint les especificacions tècniques i la viabilitat del sistema.

**Title:** TIC i ciutat: Proposta d'integració de tecnologies, sistemes, serveis i aplicacions.

**Author:** Jaquet Solé, Noemí

**Director:** Berenguer i Sau, Jordi

**Date:** 21th March 2008

## Overview

This project analyzes the current state of the art of ubiquitous computer systems that can be applied in urban environments, with the aim of linking people with places and information.

A quick overview of what has so far been done, helps to focus on the topic, together with an analysis of the concepts that make a city an intelligent environment, such as: ubiquitous or pervasive computing, urbotics, information and communication technologies, territorial innovation and innovation environment.

Different application scenarios are defined based on the analysis of the sensor and actuator networks that can be placed in an urban environment, the existing communication networks (mobile telephone, WiFi, DAB, DVB-H), object and person identification systems based on RFID, Ad-Hoc networks and geopositioning technologies.

The proposed scenarios are applied to the management of people, vehicles, utilities, mobility and security in the city in order to provide advanced services for all the citizens. A technological analysis of the system is done for each scenario: synthesis of the proposal, general description, benefits, challenges, technology applied and existing world experience.

Finally, a particular case is studied in detail. An adaptive traffic control system applied to the city of Barcelona is proposed, doing a brief research of the current traffic management and the digital radio coverage, establishing afterwards the technical specifications and the viability of the adaptive system.

# AGRAÏMENTS

La culminació d'aquest projecte és fruit d'una tasca àrdua però agraïda, duta a terme en aquests darrers sis mesos. El treball constant ha suposat un repte diari que vèncer, motivat per la il·lusió involucrada en aquest projecte de fi de carrera.

Gràcies als meus pares - pilar fonamental de la meva vida - sense el suport dels quals no hagués arribat fins aquí.

Gràcies als meus germans, a l'Ivan i a tots els meus amics, pel seu emparament, els seus consells, els seus ànims i l'estima que m'atorguen constantment.

Gràcies a tots els meus companys de la carrera, pels bons moments viscuts a la universitat i la ferma amistat de molts d'ells.

Gràcies també a tots els professors que he tingut al llarg de la carrera, per transmetre'm els seus coneixements de la manera que millor saben.

En darrer lloc, vull fer una menció especial al tutor d'aquest treball, Sr. Jordi Berenguer i Sau, al qui agraeixo la seva excel·lent tasca docent que m'ha brindat durant aquests darrers mesos.

*No hi són tots els que són, però són tots els que hi són.*



# ÍNDIX

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓ</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTOL 1. CIUTAT INTEL·LIGENT</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.1. <b>Introducció</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.2. <b>Antecedents</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.3. <b>Computació ubiqua</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.4. <b>Societat de la Informació</b> .....  | <b>5</b>  |
| 1.4.1. Ciutat intel·ligent .....   | 6         |
| 1.4.2. Innovació territorial .....   | 6         |
| 1.4.3. Ambient d'innovació .....   | 6         |
| <b>CAPÍTOL 2. ÀMBITS D'ACTUACIÓ</b> .....  | <b>8</b>  |
| 2.1. <b>Gestió de persones</b> .....   | <b>8</b>  |
| 2.1.1. Identificació de persones a congressos, esdeveniments, centres turístics, transport públic, etc. .... | 8         |
| 2.1.2. Etiqueta localitzadora de patrulles de seguretat .....  | 10        |
| 2.1.3. Identificació de delinqüents en llibertat condicional .....   | 12        |
| 2.1.4. Identificació de persones al sector sanitari .....  | 13        |
| 2.2. <b>Gestió de vehicles</b> .....   | <b>14</b> |
| 2.2.1. e-matrícula .....   | 14        |
| 2.2.2. Sistema d'informació de places d'aparcament lliures .....   | 15        |
| 2.2.3. Detecció d'infraccions de tràfic i gestió de la ITV .....   | 16        |
| 2.2.4. Sistema de peatge pel control del tràfic .....  | 18        |
| 2.2.5. Sistema de control adaptatiu del trànsit .....  | 19        |
| 2.3. <b>Serveis públics</b> .....  | <b>19</b> |
| 2.3.1. Govern digital .....  | 19        |
| 2.3.2. Identificació de maletes en un aeroport .....   | 21        |
| 2.3.3. Manteniment dels serveis de clavegueram .....   | 22        |
| 2.3.4. Recol·lecció intel·ligent d'escombraries .....  | 23        |
| 2.3.5. Control sense fils de l'enllumenat públic .....   | 25        |
| 2.3.6. Informació de la ciutat .....   | 26        |
| 2.4. <b>Mobilitat i seguretat</b> .....  | <b>27</b> |
| 2.4.1. Senyalització accessible i intel·ligent .....   | 27        |
| 2.4.2. Senyals de tràfic intel·ligents .....   | 28        |
| 2.4.3. Sistema d'alerta d'incendis forestals .....   | 29        |
| <b>CAPÍTOL 3. SISTEMA DE CONTROL DEL TRÀNSIT ADAPTATIU</b> .....   | <b>32</b> |
| 3.1. <b>Introducció</b> .....  | <b>32</b> |
| 3.1.1. Estat de l'art a Barcelona .....  | 32        |
| 3.1.2. Control Adaptatiu .....   | 35        |
| 3.2. <b>Descripció del sistema</b> .....   | <b>37</b> |
| 3.2.1. Descripció general .....  | 37        |
| 3.2.2. Estudi tècnic .....   | 38        |
| 3.2.3. Diagrama de blocs del sistema de control .....  | 46        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 3.2.4.                                     | Consideracions.....                                       | 46        |
| 3.2.5.                                     | Beneficis.....  | 47        |
| 3.2.6.                                     | Experiència.....  | 47        |
| <b>CONCLUSIONS.....</b>                    |   | <b>48</b> |
| <b>ESTUDI D'AMBIENTALITZACIÓ .....</b>     |   | <b>51</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                  |   | <b>52</b> |
| <b>TPEG .....</b>                          |   | <b>56</b> |
| <b>ANNEX A. TECNOLOGIES APLICADES.....</b> |   | <b>61</b> |
| <b>A.1.</b>                                | <b>RFID .....</b>   | <b>61</b> |
| A.1.1.                                     | Introducció .....   | 61        |
| A.1.2.                                     | Estudi tècnic .....                                       | 61        |
| A.1.3.                                     | Aplicacions.....  | 64        |
| A.1.4.                                     | Avantatges enfront a d'altres tecnologies .....           | 64        |
| A.1.5.                                     | Estandardització .....                                    | 65        |
| <b>A.2.</b>                                | <b>DAB.....</b>   | <b>66</b> |
| A.2.1.                                     | Introducció .....   | 66        |
| A.2.2.                                     | Estudi tècnic .....                                       | 66        |
| A.2.3.                                     | Aplicacions.....  | 72        |
| A.2.4.                                     | Avantatges enfront a d'altres tecnologies .....           | 72        |
| A.2.5.                                     | Estandardització .....                                    | 73        |
| <b>A.3.</b>                                | <b>DVB-H .....</b>  | <b>73</b> |
| A.3.1.                                     | Introducció .....   | 73        |
| A.3.2.                                     | Estudi tècnic .....                                       | 74        |
| A.3.3.                                     | Aplicacions.....  | 81        |
| A.3.4.                                     | Avantatges enfront a d'altres tecnologies .....           | 82        |
| A.3.5.                                     | Estandardització .....                                    | 82        |
| <b>A.4.</b>                                | <b>TECNOLOGIES DE XARXA.....</b>                          | <b>83</b> |
| A.4.1.                                     | Introducció .....   | 83        |
| A.4.2.                                     | Estudi tècnic .....                                       | 84        |
| A.4.3.                                     | Aplicacions.....  | 88        |
| A.4.4.                                     | Avantatges enfront a d'altres tecnologies .....           | 89        |
| A.4.5.                                     | Estandardització .....                                    | 90        |
| <b>ANNEX B. ESTÀNDARD TPEG .....</b>       |   | <b>91</b> |
| <b>B.1.</b>                                | <b>Introducció .....</b>                                  | <b>91</b> |
| B.1.1.                                     | Especificacions binàries .....                            | 94        |
| B.1.2.                                     | Especificacions "tpegML" .....                            | 95        |
| <b>B.2.</b>                                | <b>Descripció del contingut de la informació.....</b>     | <b>96</b> |
| <b>B.3.</b>                                | <b>Descripció de la publicació de la informació .....</b> | <b>97</b> |
| <b>B.4.</b>                                | <b>Característiques.....</b>                              | <b>97</b> |
| <b>B.5.</b>                                | <b>Especificacions "tpegML" .....</b>                     | <b>99</b> |



# ÍNDIX DE FIGURES

## CAPÍTOL 3. Sistema de control del trànsit adaptatiu

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Fig. 3.1. | Mapa Continu de Trànsit del Servei Català de Trànsit .....  | 34 |
| Fig. 3.2. | Cobertura DAB a l'àrea del Barcelonès .....                 | 35 |
| Fig. 3.3. | Diagrama de blocs d'un sistema de control adaptatiu .....   | 36 |
| Fig. 3.4. | Cruïlla de semàfors de l'Eixample .....                     | 38 |
| Fig. 3.5. | Esquema del tramat d'eixos dels carrers de l'Eixample ..... | 39 |
| Fig. 3.6. | Dimensions d'una illa de l'Eixample .....                   | 39 |
| Fig. 3.7. | Semàfors de la cruïlla París-P1 i Muntaner-M1 .....         | 41 |
| Fig. 3.8. | Interfície gràfica d'usuari del navegador .....             | 44 |
| Fig. 3.9. | Diagrama de blocs del sistema de control .....              | 46 |

## ANNEX A. Tecnologies aplicades

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Fig. A.1.  | Electronic Product Code .....  | 62 |
| Fig. A.2.  | Propagació per trajectes múltiples .....                                       | 67 |
| Fig. A.3.  | Modulació COFDM .....  | 67 |
| Fig. A.4.  | Xarxa Nacional amb desconexions .....  | 70 |
| Fig. A.5.  | Xarxa Nacional sense desconexions .....  | 71 |
| Fig. A.6.  | Cobertura DAB a Catalunya .....  | 71 |
| Fig. A.7.  | Generació del senyal DAB .....   | 72 |
| Fig. A.8.  | Recepció del senyal DAB .....  | 72 |
| Fig. A.9.  | Consum receptors DVB-T i DVB-H .....   | 75 |
| Fig. A.10. | Time Slicing .....   | 75 |
| Fig. A.11. | Inserció de dades IP .....   | 76 |
| Fig. A.12. | Capas OSI en MPE .....   | 76 |
| Fig. A.13. | Codificació <i>Reed Solomon</i> .....  | 77 |
| Fig. A.14. | Comparació dels tres modes OFDM (BER en funció de la freqüència Doppler) ..... | 77 |
| Fig. A.15. | Senyalització TPS ( <i>Transmitter Parameter Signalling</i> ) .....            | 79 |
| Fig. A.16. | Estructura conceptual d'un receptor de DVB-H .....                             | 80 |
| Fig. A.17. | Esquema de transmissió/recepció de servei DVB-H .....                          | 81 |
| Fig. A.18. | Xarxa de sensors per a la detecció ràpida d'incendis .....                     | 85 |
| Fig. A.19. | Disseny de xarxes Mesh vs. xarxes en estrella .....                            | 86 |

## ANNEX B. Estàndard TPEG

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura B.1 | Estructura general d'un missatge TPEG .....  | 96 |
| Figura B.2 | El protocol TPEG especifica les aplicacions i la canonada per a l'enviament transparent de dades ..... | 98 |

# ÍNDIX DE TAULES

## ANNEX A. Tecnologies aplicades

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Taula A.1</b> | Especificacions tècniques de les etiquetes RFID.....     | 63 |
| <b>Taula A.2</b> | Guany recepció mòbil en cotxe.....                       | 78 |
| <b>Taula A.3</b> | Guany recepció portàtil en interiors .....               | 78 |
| <b>Taula A.4</b> | Guany recepció portàtil en exteriors* <sub>3</sub> ..... | 78 |
| <b>Taula A.5</b> | Valoració de xarxes sense fils. ....                     | 87 |

## ANNEX B. Estàndard TPEG

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Taula B.1</b> | Canals d'informació i tipus de dades associades..... | 91 |
| <b>Taula B.2</b> | Estàndards TPEG .....                                | 93 |

## Termes clau i Abreviatures

- **BBC** (British Broadcasting Corporation)
- **CD** (Compact Disc)
- **COFDM** (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- **DAB** (Digital Audio Broadcasting)
- **DM-CC** (Digital Storage Media – Command and Control)
- **DVB-H** (Digital Video Broadcasting – Handheld)
- **DVB-T** (Digital Video Broadcasting – Terrestrial transmission standard)
- **EBU** (European Broadcasting Union)
- **EEPROM** (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)
- **EIA** (Environmental Information Alerts)
- **EPC** (Electronic Product Code)
- **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute)
- **FEC** (Forward Error Correction)
- **FFT** (Fast Fourier Transform)
- **FM** (Frequència Modulada)
- **FU** (Frequència Única)
- **GPRS** (General Packet Radio Service)
- **GPS** (Global Positioning System)
- **GSM** (Global System for Mobile communications)
- **GTIN** (Global Trade Item Number)
- **HF** (High Frequency)
- **IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- **IP** (Internet Protocol)
- **IPv6** (IP versió 6)
- **ITF** (International Technology Forum)
- **ITS** (Intelligent Transport Systems)
- **ITV** (Inspecció Tècnica de Vehícles)
- **LAN** (Local Area Network)
- **LED** (Light-Emitting Diode)
- **MCT** (Mapa Continu de Trànsit)
- **MP2** (MPEG-1 Àudio Capa 2)
- **MP3** (MPEG-1 Àudio Capa 3)
- **MPE** (Multiprotocol Encapsulation)
- **MPEG2** (Moving Picture Experts Group 2)
- **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- **OSI** (Open System Interconnection)
- **PDA** (Personal Digital Assistant).
- **PML** (Physical Markup Language)
- **PSI** (Program Specific Information)
- **PTI** (Public Transport Information)
- **RF** (Ràdio Freqüència)
- **RFID** (Radio Frequency Identification)
- **RTM** (Road Traffic Messages)
- **S/N** (Signal to Noise ratio)

- **SAI** (Sistema d'Alimentació Ininterrompida)
- **SCATS** (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)
- **SCOOT** (Split Cycle Offset Optimisation Technique)
- **SFN** (Single Frequency Network)
- **SMS** (Short Message Service)
- **SMS** (Short Message Service)
- **SNI** (Service and Network Information)
- **STF** (Standard Transmission Format)
- **TDT** (Televisió Digital Terrestre)
- **TETRA** (TErrestrial Trunked Radio)
- **TIC** (Tecnologies de la Informació i la Comunicació)
- **TPEG** (Transport Protocol Experts Group)
- **TPS** (Transmission Parameter Signalling)
- **TRA** (Traffic Technology)
- **TRL** (Transport Research Laboratory)
- **UHF** (Ultra High Frequency)
- **UIT** (Unió Internacional de Telecomunicacions)
- **WAP** (Wireless Application Protocol)
- **WECA** (Wireless Ethernet Compatibility Aliance)
- **WSN** (Wireless Sensor Network)
- **XML** (EXtensible Markup Language)

## INTRODUCCIÓ

Imaginem una ciutat amb objectes intel·ligents i autònoms que permetin noves formes de relació amb els espais urbans, des dels sistemes de gestió de persones als de transport, passant per la gestió d'aparcaments o noves formes de comunicació. Aquest és doncs l'objectiu més ambiciós del present projecte, transformar les ciutats actuals en entorns intel·ligents satisfent les necessitats dels seus habitants i institucions.

El concepte d'urbòtica (veure [1]) –del llatí *urbs* (ciutat) i robòtica, que a la vegada deriva del txec *robota*–, és el conjunt de sistemes automatitzats d'una població que aporta als seus habitants diversos serveis de gestió energètica, seguretat, benestar i comunicació.

Alguns termes com el de computació ubiqua o les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions (TIC), entre d'altres, són claus en el desenvolupament d'un projecte d'aquesta tipologia.

La recent emergència de les comunicacions sense fils és cada dia més important i comença a estar tant estesa que comencem a oblidar-nos de la connexió per cables que fins ara era fonamental en alguns dispositius com telèfons mòbils o ordinadors portàtils. Els dispositius computacionals i els avenços en la infraestructura de les comunicacions han obtingut un creixement ràpid en les xarxes sense fils. Això ha liderat un creixement exponencial de la xarxa, la qual està basada en la combinació, tant de tecnologies cablejades, com tecnologies sense fils.

Els avenços en comunicacions sense fils han portat a la creació d'un nou camp en la computació, denominat computació ubiqua. Els assoliments d'aquest tipus de comunicacions que més interessen en el model de computació ubiqua són els de comunicacions de curt abast i amb un baix consum d'energia.

També s'estan aprofitant els avenços en el camp dels components electrònics, que porten a la reducció de la grandària dels dispositius i a l'augment de la seva potència, el desenvolupament de la tecnologia radioelèctrica, així com la difusió i abaratiment dels dispositius entre xarxes i els avenços en el camp dels nous materials.

Aquest nou sector de la computació pretén incorporar als objectes de la vida quotidiana capacitat de còmput, de comunicacions sense fils i d'interacció entre ells per crear un nou model de realitat, en la que aquests objectes interoperin entre ells per facilitar la realització de les tasques a les persones.

A partir d'aquest model de computació ubiqua són moltes les possibilitats que es poden aprofitar, ja que aquests dispositius poden, no solament computar informació i comunicar-se amb els demés, sinó que poden detectar l'entorn mitjançant diferents tipus de sensors. Això els proporciona una interactivitat continua amb l'entorn, la capacitat de poder adaptar-se a les diverses

situacions i, inclòs a cooperar amb la resta de dispositius disponibles en aquell entorn per simular comportament quasi "intel·ligents".

Paral·lelament, les TIC es revelen a l'actualitat com una palanca fonamental de desenvolupament econòmic i social de qualsevol ciutat.

Al pla econòmic, les TIC es relacionen positivament amb el creixement, amb la productivitat i amb el dinamisme en l'activitat. Al pla social, contribueixen decisivament a la democratització de l'accés a la informació, facilitant la igualtat d'oportunitats i la millora de la qualitat de vida dels ciutadans i benestar social.

Sens dubte, les apostes per equipar una ciutat amb els serveis de les Tecnologies de la Informació són, avui en dia, la prioritat de les alcaldies que tinguin una ciutat amb ganes d'expandir-se i que estigui vinculada a la nova economia.

Totes les possibles aplicacions d'aquestes tecnologies poden veure's aplicades a la realitat gràcies als avenços en diversos camps com ara la computació, la microelectrònica, la tecnologia de la comunicació, la ciència dels materials, etc.

Però un dels avenços que més ha contribuït a això són els avenços en microelectrònica, que permeten que la capacitat dels microxips creixi de forma exponencial i la tendència continua, com pronosticava la Llei de Moore, per això és normal que la capacitat de processament dels microxips es vagi multiplicant cada cert temps i això fa que cada dia tinguem major capacitat de processament per centímetre quadrat de microxip.

A l'igual que succeeix amb la capacitat de processament, també ocorre amb altres factors dels dispositius electrònics, com la capacitat d'emmagatzematge, l'amplada de banda de les comunicacions i d'altres factors, que avancen a un ritme similar que la capacitat, amb el que s'aconsegueix reduir cada dia més la grandària dels dispositius amb una gran capacitat de processament, emmagatzematge, amplada de banda i memòria, sense augmentar el preu dels mateixos.

A part d'aquests dispositius de processament cada vegada més petits, també es van desenvolupant un altre tipus de dispositius que ajuden a augmentar les possibilitats en aquest camp, com són els microsensors, que permeten rebre informació, processar-la i tornar una resposta amb tan sols uns mil·límetres quadrats de grandària.

El present projecte s'estructura en tres capítols i dos annexos:

Inicialment, al **primer capítol**, es fa una introducció al concepte de ciutat intel·ligent, definint els factors que desencadenen una ciutat d'aquest tipus: computació ubíqua, societat de la informació, innovació territorial i ambient d'innovació.

Al **segon capítol** es proposen diferents projectes, aplicats a diferents àmbits de la ciutat: la gestió de persones, la gestió de vehicles, els serveis públics i la mobilitat i seguretat a la ciutat.

El **tercer** i últim **capítol** es centra en un cas en particular dels esmentats anteriorment, la gestió de vehicles i, concretament, en un sistema de control adaptatiu del trànsit aplicat a la ciutat de Barcelona.

El sistema és una col·lecció de tecnologies hardware i software, que s'instal·len a les vies, en centres d'operació i control del tràfic i a bord dels vehicles amb la finalitat d'adaptar la programació de semàfors a la demanda del trànsit en temps real i poder oferir la màxima informació de l'estat del trànsit als conductors, gràcies als navegadors de bord dels vehicles.

A l'**annex A** es fa un estudi de les tecnologies aplicades als diferents casos que es proposen en capítols anteriors. Per cada tipus de tecnologia es fa una breu introducció, l'estudi tècnic, incloent la seva arquitectura, s'esmenten les aplicacions genèriques, les avantatges enfront a d'altres tecnologies i per últim es detallen els diferents estàndards que regeixen aquestes tecnologies.

(Nota: Per una millor comprensió s'aconsella llegir l'annex A abans del tercer capítol).

A l'**annex B** es fa un estudi de l'estàndard TPEG (*Transport Protocol Experts Group*). Una vegada feta la introducció a l'estàndard, s'estableixen les especificacions del protocol, així com la descripció del contingut i publicació de la informació i les característiques d'aquest estàndard.

# CAPÍTOL 1. CIUTAT INTEL·LIGENT

## 1.1. Introducció

Aquest capítol pretén definir els principals conceptes que fan d'una ciutat, un entorn intel·ligent.

## 1.2. Antecedents

Les ciutats de l'era preindustrial eren tot esquelet i pell, material inert dispostat a proporcionar l'abric, la seguretat i la intensificació de la utilització del sòl.

A l'era industrial, els edificis i els veïnatsges van adquirir sistemes de flux, més i més elaborats, per a les fonts d'aigua i energia, les aigües residuals, la ventilació, el transport i el retir de les escombraries. Amb les seves entrades, sortides i fisiologies artificials, van començar a assemblar-se a organismes vius.

Avui en dia, aquests organismes estan desenvolupant els sistemes nerviosos artificials, que els permeten comportar-se de maneres intel·ligents coordinades. Mentre que les ciutats i els seus components es van fent més "elegants", comencen a prendre noves formes i patrons, arriben a ser programables. El disseny del seu software arriba a ser tant crucial, -social, econòmicament i cultural- com el del seu hardware.

Les ciutats actuals ocupen un nou rol, un rol molt similar al rol tradicional, al rol clàssic de ser centres d'intercanvi de mercaderies, no obstant, ara passen a ser centres d'intercanvi de coneixement, de saber i d'informació. Això és fonamentalment el que defineix una ciutat intel·ligent, no sols com a centre d'intercanvi de mercaderies (encara que naturalment també de mercaderies), sinó també com centre d'experimentació, per tant, un centre on hi hagi molta interacció personal, amb un teixit productiu diversificat i amb una certa massa crítica de coneixement.

## 1.3. Computació ubiqua

La computació ubiqua és un camp de la computació que es basa en la idea de introduir la capacitat de computació i comunicació en tots els objectes quotidians.

Un dels principals objectius de la computació ubiqua és fer desaparèixer els dispositius computacionals, situant-los en un segon pla. Aquest objectiu de crear dispositius que s'incloguin a la vida quotidiana, fins arribar a ser indistingibles, suposa una potencial revolució que pot fer canviar el mode de vida diari. Les persones es centraran en les tasques que han de fer, no en les



eines que utilitzen, perquè es pretén que aquestes eines passin desapercebudes.

El significat d'enviar la computació a un segon pla, és referit a dos conceptes diferents però relacionats. (Veure [2])

El primer és el significat literal de que la tecnologia de la computació s'ha d'integrar en els objectes, coses, tasques i entorns quotidians. I la segona és que aquesta integració s'ha de realitzar de forma que la introducció de computació en aquestes coses o objectes no interfereixin amb les activitats per a les que són emprades, i que sempre proporcionin un ús més còmode, senzill i útil d'aquells objectes.

Aquests objectes quotidians en els que s'integra la tecnologia de la computació passen a tenir una sèrie de propietats que permeten la creació de l'entorn ubicat. Algunes d'aquestes propietats són les següents:

- **Comunicació** entre dispositius: Tots aquests objectes dotats de capacitat de computació també tenen capacitat de comunicació, i no solament amb l'usuari, sinó amb els demés objectes integrats que hi hagi al seu voltant.
- Aquests objectes tenen **memòria**: A més de poder comunicar-se entre ells i interactuar amb els usuaris, aquests dispositius tenen capacitat de memòria i poden utilitzar aquesta memòria per una major interacció amb la resta de dispositius.
- Són **sensibles al context**: Aquests objectes son sensibles al context, és a dir, s'adapten a les possibles situacions; com la situació geogràfica, els dispositius que hi ha al seu voltant, les preferències dels usuaris, etc. i actuen depenent d'aquest entorn que els envolta.
- Són **reactius**: Aquests objectes reaccionen a l'ocorre determinats esdeveniments, que poden percebre en el seu entorn mitjançant sensors o a través de la interacció amb altres dispositius.

#### 1.4. Societat de la Informació

L'enfocament per al desenvolupament de la Societat de la Informació ha de ser un enfocament integrador. S'ha d'integrar a tots els actors clau en aquest esforç, perquè el desenvolupament és un desafiament que ha de ser assumit conjuntament pel sector públic, el sector privat i la societat civil. Correspon al govern adoptar entorns legals, estables i predictibles que incentivin les inversions, així com escometre accions de capacitat de la població.

Per una altra banda, el cost de desplegament d'infraestructures, la universalització de l'accés i la creació de continguts ha de ser compartit pel sector privat i el govern.

Són tres els conceptes vitals per a la inclusió d'una ciutat a la Societat de la Informació: ciutat intel·ligent, innovació territorial i ambient d'innovació.

#### **1.4.1. Ciutat intel·ligent**

Una ciutat intel·ligent és, abans de res, un model de desenvolupament sostenible, que converteix la tecnologia en una gran oportunitat per a tots.

La tecnologia ha d'estar al servei de tots els ciutadans, intentant resoldre els problemes de la bretxa digital, això significa que l'administració ha d'implicar-se, necessàriament, en el desenvolupament urbà. Però, sobre tot, "tots" significa que pel creixement i el progrés d'una ciutat, a més dels usuaris i l'administració, han d'implicar-se també d'altres components de la societat com són universitats, empreses, institucions, agents socials, xarxes ciutadanes, etc.

Solament així, amb la implicació i la col·laboració dels diferents sectors, es poden detectar millor les demandes i, en conseqüència, es pot treballar de forma molt més eficient en la cerca de respostes.

El concepte de ciutat intel·ligent, ens diu que s'ha de comprendre la ciutat com un ens viu, el qual interactua amb els habitants de la urbs. Des d'aquesta perspectiva, "l'organisme" que correspon a la ciutat, pot donar-nos respostes, pensant per nosaltres mateixos.

Un bon exemple d'una ciutat intel·ligent, és aquella que fa una gestió intel·ligent de les persones, dels vehicles i dels serveis públics i, com a conseqüència, la doti de seguretat.

#### **1.4.2. Innovació territorial**

Per una altra banda, la innovació territorial és definida com el procés d'innovar en alguna etapa d'algun procés territorial, o dit d'una altra forma, crear, modificar o reutilitzar recursos territorials, amb el fi d'augmentar la productivitat dels territoris, a partir de l'augment de la productivitat en alguna unitat (una àrea específica pot ser aquesta unitat).

#### **1.4.3. Ambient d'innovació**

L'ambient d'innovació, es reconegut com les condicions que es generen (l'Estat ha de generar-les), per a que el procés d'innovar es dugui a terme. Aquest terme ens diu que és a les urbs on aquest ambient es desenvolupa. No existeix clúster d'innovació si no existeix una ciutat que el suporti.

Com la innovació és un procés econòmic i social, on la creació particular ha de ser internalitzada en els processos socials per denominar-se com a tal, aquest ambient ha de generar-se per l'accés a la tecnologia dels habitants de la urbs.

## CAPÍTOL 2. ÀMBITS D'ACTUACIÓ

En aquest capítol es proposen diferents projectes aplicats a diferents àmbits de la ciutat, com són: la gestió intel·ligent de persones, de vehicles, de serveis públics i la mobilitat i seguretat.

### 2.1. Gestió de persones

#### 2.1.1. Identificació de persones a congressos, esdeveniments, centres turístics, transport públic, etc.

##### 2.1.1.1. Síntesis

Gestió i identificació única de persones, realització de pagaments automàtics i accessos a congressos, esdeveniments públics, centres turístics, transport públic, etc.

##### 2.1.1.2. Descripció general

Amb la motivació de trobar una solució que permeti la identificació de les persones que assisteixen a un recinte, congrés, esdeveniment o volen utilitzar el transport públic sense necessitat de molestar-les demanant-les l'acreditació, es requereix una solució que permeti llegir aquesta acreditació amb un format similar al d'una targeta de crèdit o polsera que l'usuari porti penjada. Amb l'ús de la tecnologia RFID es satisfan tots aquests requisits.

Les instal·lacions es preparen amb antenes de pas RFID. Aquestes antenes, depenent de l'aplicació, poden ser fixes o mòbils. Les antenes estan connectades a través d'un sistema Wi-Fi a una base de dades central on es recullen les fitxes de les persones inscrites. Aquestes antenes identifiquen la targeta o polsera sense contacte ni visió, per tal de permetre una identificació amable, sense haver de demanar cap acreditació.

Amb aquests dispositius RFID s'aconsegueix identificar als clients, a més de proporcionar la capacitat d'utilitzar-les com a targeta d'entrada, eina de pagament o d'altres opcions.

Per utilitzar la targeta o polsera RFID com a eina de pagament, a tots els punts de venda del ressort hi ha lectors RFID que permeten el pagament sense contacte, mitjançant la targeta o polsera associada a cadascun dels clients. Es dona l'opció als clients, d'associar la targeta o polsera RFID a una targeta

bancària, i que les diferents despeses se'ls hi carreguin automàticament, o carregar-la amb una quantitat determinada (prepagament). Tota aquesta informació confidencial és transmesa mitjançant una codificació encriptada.

Els sistemes d'identificació per aquests tipus d'usos requereixen que siguin mòbils i que els temps de muntatge siguin breus, i s'han d'adaptar i ajustar fàcilment al entorn on van instal·lats. Tot això provoca la necessitat d'una gran fiabilitat, adaptabilitat i mobilitat.

Un altra opció que es proposa és utilitzar un sistema d'identificació biomètrica als aeroports, per examinar la identitat de les persones que entren al nostre país. La identificació biomètrica permet o denega l'accés a un determinat lloc basant-se en característiques del subjecte a identificar, com ara la empremta, l'iris, la veu o inclòs la cara. En aquest cas és tracta de detectors biomètrics que realitzen reconeixement d'imatges i empremtes de cada persona.

El reconeixement d'imatges es basa en prendre una imatge de la cara d'una persona (tot i que de vegades es poden prendre vàries, de front i de perfil), i s'analitzen les imatges per extraure determinats paràmetres, com la forma general de la cara, curvatures, situació absoluta i relativa dels ulls, nas i boca, marques notables, etc. Aquests paràmetres es comparen amb els emmagatzemats en una base de fotografies.

Una alternativa a aquest sistema és fer reconeixement de l'iris, basat en una targeta intel·ligent que conté xifrat el patró numèric de l'iris de cada usuari. Cada persona passa per un sistema que efectua la lectura de l'iris, que es compara amb el patró de la targeta.

#### 2.1.1.3. *Beneficis*

L'objectiu de la incorporació de la targeta o polsera RFID millora els serveis públics ja que inclouen opcions de pagament sense contacte o accés sense demanar cap acreditació. Alhora permet registrar tots els moviments, disminuint el temps d'espera en accessos públics, a part de poder donar la benvinguda, o qualsevol altra dada estadística, amb una pantalla per aquest fi.

A més, evita que els clients hagin de portar diners en efectiu i és també una bona opció per tal de permetre als nens que comprin productes i serveis sense haver d'entregar-los diners (amb la càrrega prèvia d'una certa quantitat de diners).

#### 2.1.1.4. *Tecnologia aplicada*

La identificació de les persones s'efectua amb antenes i lectors RFID, utilitzant targetes o polseres RFID que treballen a 13,56 MHz (HF).

### 2.1.1.5. *Experiència existent*

- **Identificació de treballadors**

L'empresa "Occidental Petroleum" ha implantat un sistema de monitorització RFID per tal de controlar l'entrada i sortida dels seus treballadors a la seva reserva d'Elk Hills a l'estat de Califòrnia. (Veure [3])

- **Identificació de clients en un centre turístic**

El ressort turístic ubicat al nord d'Ohio, als Estats Units, utilitza polseres RFID per a la identificació de clients, pagaments i accessos a les habitacions. (Veure [4])

- **Identificació de persones a congressos**

"SoftCongres" és una empresa de servei que utilitza la tecnologia RFID en congressos i esdeveniments. (Veure [5])

- **Sistema de control d'entrades a un recinte esportiu**

Clubs de futbol com el "Fulham" (club de futbol londinenc), el "Coventry City", el "Manchester City", "Reading" i "Wigan" utilitzen *tags* RFID per controlar els accessos als seus estadis. (Veure [6])

- **Reconeixement d'imatge i empremta**

S'utilitza als Estats Units per controlar la entrada i sortida de persones a les seves fronteres amb Mèxic i Canadà. (Veure [7])

- **Reconeixement de l'iris**

L'aeroport de Schipol utilitza des del mes de novembre del 2001 un sistema de reconeixement de l'iris dels passatgers. Aquest sistema s'utilitza també a l'aeroport de Heathrow. (Veure [7])

## 2.1.2. **Etiqueta localitzadora de patrulles de seguretat**

### 2.1.2.1. *Síntesis*

Es tracta d'un sistema RFID per tal de localitzar als guardes de seguretat repartits per diferents punts de la ciutat.

#### 2.1.2.2. *Descripció general*

L'objectiu del sistema proposat és assegurar-se que el personal de seguretat comprova acuradament totes les zones i instal·lacions de la ciutat (pàrkings, edificis, zones comunes, etc.).

A tal efecte, cada guarda de seguretat porta un telèfon mòbil, d'aspecte idèntic a qualsevol altre, però amb la particularitat que incorpora un *tag* RFID i un lector a l'exterior de l'auricular. El telèfon es connecta durant els torns de treball, engegant i apagant l'aparell que llegeix les etiquetes RFID.

Mitjançant els *tags* instal·lats a diferents punts de les instal·lacions, els guardes de seguretat van llegint la informació de cadascun d'ells a mesura que van comprovant les zones. Un cop apaguen el lector RFID, automàticament s'envia a la base de dades central l'etiqueta identificativa del telèfon, juntament amb els diferents nombres que ha llegit durant el torn de feina.

La instal·lació dels lectors pot tenir problemes en edificis qualificats com bens patrimonials protegits. Això suposa haver d'instal·lar tot el sistema lector amb molta cura sense modificar l'entorn o l'arquitectura de l'edifici en qüestió.

#### 2.1.2.3. *Beneficis*

Amb l'aplicació de la tecnologia RFID, els supervisors poden saber en cada moment a quina hora ha començat i acabat un determinat guarda de seguretat el seu torn, el nombre d'instal·lacions revisades i el temps dedicat a cadascuna d'elles.

#### 2.1.2.4. *Tecnologia aplicada*

Els telèfons mòbils van equipats amb *tags* RFID a 13.56 MHz i lectors RFID a l'exterior del telèfon.

#### 2.1.2.5. *Experiència existent*

L'empresa "Nokia" ha dut a terme un projecte d'implantació de la tecnologia RFID a les seves instal·lacions per tal de controlar que el personal realitza correctament la seva tasca. (Veure [8])

## **2.1.3. Identificació de delinqüents en llibertat condicional**

### *2.1.3.1. Síntesis*

Identificació de delinqüents en llibertat condicional mitjançant la utilització de *tags* RFID.

### *2.1.3.2. Descripció general*

Per tal d'identificar en tot moment als delinqüents, s'implanta una solució RFID consistent en col·locar una polsera RFID a cada un d'ells. El mecanisme impedeix que es puguin treure la polsera ells mateixos.

La polsera RFID avisa a la policia si els individus abandonen el seu domicili després d'una hora determinada. Aquest horari respondria a un toc de queda establert per la presó, el qual començaria, per exemple, a les vuit de la nit i s'allargaria fins les set del matí; ja que és en aquesta franja horària on es cometen més actes violents. En el cas de que alguna de les persones identificades abandoni el domicili després de les vuit de la nit, un ordinador del Ministeri registra el número d'identificació de la polsera RFID i envia un senyal a la policia per tal que localitzi a la persona en qüestió.

### *2.1.3.3. Beneficis*

Amb la implantació de polseres RFID als delinqüents i l'establiment de tocs de queda, les autoritats reben alertes quan aquests delinqüents abandonen els seus domicilis a hores en què no poden.

### *2.1.3.4. Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia RFID combinada amb sistemes GPRS.

### *2.1.3.5. Experiència existent*

El Ministeri de Justícia de Taipei (Xina) identifica als delinqüents sexuals en llibertat condicional mitjançant la utilització de *tags* RFID. (Veure [9])



## 2.1.4. Identificació de persones al sector sanitari

### 2.1.4.1. Síntesis

Identificació personalitzada dels pacients d'un centre hospitalari o residència amb la col·locació de *tags* RFID.

### 2.1.4.2. Descripció general

El sistema RFID implantat consisteix en la col·locació de *tags* en format de braçalet als diferents pacients, i antenes en llocs estratègics (bàsicament sortides).

En cas de detecció d'un d'aquests pacients, el sistema l'identifica, donant un avís a l'equip de gestió (amb diferents opcions de comunicació), per tal de poder actuar adequadament.

Cadascun dels pacients, amb unes característiques concretes, porta sempre amb ell una polsera amb tecnologia RFID que té gravat el seu historial mèdic (medicaments, al·lèrgies, etc.). La polsera té un sistema de tancament que els pacients autònomament no es poden treure.

Instal·lats en les zones de sortides i altres punts estratègics definits, s'ubiquen unes antenes i lectors RFID, de tal forma que detectin qualsevol *tag* que està en la seva zona d'abast. Quan el sistema detecta un d'aquests *tags*, i alhora es compleixen uns requeriments com pot ser que no vagin amb un acompanyant o cuidador (que també porten el mateix tipus de *tags*), l'antena dóna una informació al sistema de control central, amb punt concret que s'ha efectuat la detecció i identificació de la persona.

Aquesta informació rebuda al control centra, transmet un missatge a través de la pròpia intranet del centre, als punts de control prèviament definits, indicant la porta i la persona que es troba en aquell punt.

El sistema està connectat a la telefonia interna, de tal forma que els cuidadors assignats reben igualment un missatge de veu amb la mateixa informació. Es tracta d'un sistema obert, configurable, modulable i ampliable en funció de l'aplicació.

### 2.1.4.3. Beneficis

Es tracta d'un sistema de seguretat que pretén poder donar un entorn més obert, evitant que un pacient surti de les instal·lacions del centre sense cap cuidador o persona que l'acompanyi.

Ahora, molts dels errors mèdics que ocorren al comprovar la identitat dels pacients amb els medicaments o el tractament prescrit poden evitar-se gràcies a l'aplicació d'aquesta solució avançada.

#### 2.1.4.4. *Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia RFID i UHF.

#### 2.1.4.5. *Experiència existent*

La Residència de la Tercera Edat, "Mas D'Anglí", ubicada a Barcelona al barri de Sarrià, fa ús de la tecnologia RFID per controlar als pacients o interns amb discapacitats físiques. (Veure [10])

## 2.2. **Gestió de vehicles**

### 2.2.1. **e-matrícula**

#### 2.2.1.1. *Síntesis*

Incorporació de tecnologia RFID a les plaques de matrícula dels cotxes per tal d'evitar furts.

#### 2.2.1.2. *Descripció general*

L' e-matrícula té com a objectiu la implantació de la tecnologia RFID per tal d'intentar frenar els lladres d'automòbils.

El sistema implantat consta d'una placa amb informació del vehicle i del seu propietari. D'aquesta manera es poden escanejar els vehicles en els controls i comprovar si el cotxe ha estat robat.

El sistema s'implementarà en diferents fases. Els cotxes nous són els primers als quals se'ls implantarà el sistema. Després es seguirà amb els més antics. Només els mecànics autoritzats podran col·locar les matrícules als cotxes.

El *tag* RFID, incorporat a la matrícula, té la particularitat que es trenca si algú la intenta forçar.

### 2.2.1.3. *Beneficis*

Amb la implantació de l'e-matrícula es poden identificar més ràpidament els vehicles robats, mitjançant l'ús d'escàners mòbils.

### 2.2.1.4. *Tecnologia aplicada*

S'apliquen, per a tal efecte, *tags* RFID passius.

### 2.2.1.5. *Experiència existent*

Departament de transport en carretera de Malàisia (Road Transport Department). (Veure [11])

## 2.2.2. **Sistema d'informació de places d'aparcament lliures**

### 2.2.2.1. *Síntesis*

Sistema de localització de places d'aparcament lliures i optimització en la gestió d'aparcament.

### 2.2.2.2. *Descripció general*

Els espais d'estacionament estan equipats amb uns sensors d'ultrasò amb pilot lluminós, indicant en color verd si la plaça està buida o en color vermell si la plaça està ocupada. Quan la plaça queda vacant, aquests sensors envien un senyal mitjançant la tecnologia DVB-H.

Els conductors s'assabenten d'aquestes places lliures mitjançant el sistema de navegació del seu telèfon mòbil o PDA que incorpori aquest software. Si l'usuari està interessat en una plaça en concret, des del seu telèfon o PDA la pot marcar com a ocupada, i automàticament el software la reserva.

La navegació per aquest software és força senzilla. L'usuari introdueix el carrer i el número on vol estacionar (també hi ha la opció d'introduir la cruïlla de carrers) i el software li mostra per pantalla un plànol amb els números de les places lliures més properes. L'usuari pot escollir quina plaça ocupar.

El marge de temps que romandrà reservada la plaça és de 5 minuts. Si en aquest interval de temps la plaça no ha estat ocupada, automàticament passa a estar lliure una altra vegada.

A més, al principi de cada carrer hi ha col·locats un rètols lluminosos indicant el nombre de places que queden lliures en aquell carrer.

La principal dificultat que es pot tenir és que es desconfiguri el software de gestió, produint així embotellaments de vehicles.

#### 2.2.2.3. *Beneficis*

Aquest sistema permet millorar la eficiència de l'aparcament a la ciutat, reduint el temps de circulació dels cotxes buscant aparcament i, d'aquest mode, augmentant la satisfacció dels usuaris.

Les avantatges que proporciona aquest sistema, són entre d'altres: control de les places en temps real, visualització gràfica dels aparcaments, menor pol·lució, major comoditat i major eficiència.

#### 2.2.2.4. *Tecnologia aplicada*

S'apliquen sensors d'ultrasò i tecnologia DVB-H.

#### 2.2.2.5. *Experiència existent*

Projecte pilot "Control-Park" de la universitat de Navarra a la ciutat de San Sebastian. (Veure [12])

### **2.2.3. Detecció d'infraccions de tràfic i gestió de la ITV**

#### 2.2.3.1. *Síntesis*

És una solució tecnològica basada en etiquetes RFID per al control i identificació de tots els vehicles del parc automobilístic de la ciutat. Aquest sistema permet la detecció d'infraccions de les lleis de circulació, així com la gestió agilitada de la ITV (*Inspecció Tècnica de Vehicles*).

#### 2.2.3.2. *Descripció general*

Un desmesurat percentatge de vehicles circulen diàriament per les vies públiques de forma "il·legal", degut a que no posseeixen la documentació i

permisos necessaris obligats per lleis de tràfic (permís de circulació, impostos sobre vehicles, ITV caducada, mancança d'assegurança, etc.).

La solució proposada es basa en etiquetes RFID enganxades al vidre frontal del cotxe (com l'actual adhesiu de la ITV), les quals emmagatzemen tota la informació que identifica tant al cotxe com al seu conductor. D'aquesta manera s'agiliten tots els tràmits legals, ja siguin detencions policials o inspeccions tècniques.

Degut a la quantitat d'infractors, els Cossos de Seguretat Vial tracten de combatre'ls realitzant controls. En moltes ocasions en el moment de la inspecció, el conductor no posseeix físicament tota la documentació del vehicle.

Amb aquesta solució l'agent pot llegir directament el *tag*, en el cas de que disposi de lector RFID en aquell moment, o en el seu defecte, trucar a la central de ràdio per certificar l'estat del vehicle i el del seu conductor, agilitant així els tràmits legals.

#### 2.2.3.3. *Beneficis*

Aquesta solució ofereix beneficis tant a l'Administració Pública, als Cossos de Seguretat Vial com als conductors.

- Optimització dels recursos a l'hora de controlar els vehicles.
- Reducció dràstica de vehicles infractors a l'augmentar el nombre de vehicles controlats.
- Reducció dels accidents provocats pels vehicles en mal estat i sense permisos de circulació, amb la conseqüent disminució del nombre de morts en carretera.
- Identificació automàtica d'un vehicle en qualsevol punt, amb la capacitat d'identificar-lo sense intervenció de l'agent mentre circula.

#### 2.2.3.4. *Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia RFID.

#### 2.2.3.5. *Experiència existent*

La ciutat de San José (Califòrnia) ha escollit un terminal amb tecnologia RFID per gestionar totes les infraccions relacionades amb el trànsit i la circulació de vehicles. (Veure [13])

## **2.2.4. Sistema de peatge pel control del tràfic**

### *2.2.4.1. Síntesis*

Sistema de control del tràfic de la ciutat, implantant sistemes de peatge en punts estratègics de la ciutat.

### *2.2.4.2. Descripció general*

El sistema de peatge proposat consta de punts de control sense barreres, ubicats en el centre de la ciutat, amb càmeres i sensors per a la identificació de vehicles.

La finalitat és que, de dilluns a divendres, només puguin endinsar-se al centre de la ciutat els veïns de la mateixa. Un dispositiu RFID en el vehicle permet identificar-lo quan passa pels punts de control i de forma instantània es realitza el càrrec de l'import del peatge al seu compte bancari.

D'aquesta manera s'aconsegueix reduir els embussos, es provoca un canvi d'hàbits en la població i es millora l'estat del Medi Ambient.

### *2.2.4.3. Beneficis*

Amb el sistema proposat s'assoleix disminuir dràsticament la congestió del tràfic en hora punta, amb una reducció de la contaminació de l'aire i l'increment de l'ús del transport públic.

### *2.2.4.4. Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia RFID.

### *2.2.4.5. Experiència existent*

La ciutat d'Estocolm està implantant el major sistema de control de trànsit per radiofreqüència d'Europa. (Veure [14])

## **2.2.5. Sistema de control adaptatiu del trànsit**

En aquest apartat tant sols s'esmenta el sistema proposat, ja que el proper capítol es dedica únicament a ell.

El sistema va adequant els temps dels semàfors a la demanda del trànsit existent, que és captada a través de *tags* RFID instal·lats a l'inici de cada carrer. A més, ofereix informació sobre el trànsit als navegadors de bord dels vehicles.

## **2.3. Serveis públics**

### **2.3.1. Govern digital**

#### *2.3.1.1. Síntesis*

Utilització de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació per millorar les gestions governamentals i l'atenció al ciutadà.

#### *2.3.1.2. Descripció general*

El govern digital o govern electrònic, també anomenat e-govern, és la posta a disposició dels ciutadans, a través d'internet, d'informació sobre accions de govern, és a dir informació estàtica a la xarxa sobre la gestió governamental.

S'entén com una millora de l'atenció al ciutadà mitjançant l'ús de les TIC, la qual permet realitzar tràmits en línia (com renovació del Document Nacional d'Identitat, declaració de la renda, documents confidencials, vot per internet, etc.) És a dir, que els procediments interns de l'administració es simplifiquin i hi hagi menys burocràcia innecessària amb el fi d'agiliar l'atenció i disminuir les demores i llargues cues en els centres d'atenció estatals.

Però aquesta és una visió parcial del tema, la noció actual de govern electrònic és una idea molt més integral que concep l'ús de les TIC als fins de la construcció d'una nova forma d'organització social en xarxes, interconnectada i horitzontal. Una organització molt menys jeràrquica i vertical que les actuals organitzacions de govern i amb una relació més directa i oberta amb els ciutadans/usuaris considerats com els mandants de l'estat modern.

El concepte de e-govern permet també el certificat digital. Es tracta d'un document digital mitjançant el qual un tercer fiable (una autoritat de certificació) garanteix la vinculació entre la identitat d'un subjecte o entitat i la seva clau pública.

El certificat conté usualment el nom de la entitat certificada, un nombre serial, la data d'expiració, una còpia de la clau pública del titular del certificat (utilitzada per a la verificació de la seva signatura electrònica), i la signatura electrònica de l'autoritat emissora del certificat, de forma que el receptor pugui verificar que aquesta darrera ha establert realment l'associació.

El naixement del Document Nacional de Identitat electrònic (DNle) respon a la necessitat d'atorgar identitat personal als ciutadans pel seu ús en la nova Societat de la Informació.

El DNle és l'adaptació del tradicional document d'identitat a la nova realitat d'una societat interconnectada per xarxes de comunicacions. La principal novetat és que incorpora un petit circuit integrat, capaç de guardar de forma segura informació i processar-la internament.

A més del seu ús tradicional ens permetrà accedir als nous serveis de la Societat de la Informació, que ampliarà les nostres capacitats d'actuar a distància amb les Administracions Públiques, amb les empreses i amb d'altres ciutadans. (Veure [15])

Amb l'arribada de la Societat de la Informació i la generalització de l'ús d'Internet es fa necessari adequar els mecanismes d'acreditació de la personalitat a la nova realitat i disposar d'un instruments eficaç que traslladi al món digital les mateixes certes amb les que operem cada dia en el món físic i que essencialment són:

- Acreditar electrònicament i de forma indubtable la identitat de la persona.
- Firmar digitalment documents electrònics, atorgant-los una validesa jurídica equivalent a la que proporciona la signatura manuscrita.

### 2.3.1.3. *Beneficis*

El govern digital millora la efectivitat i la eficiència dels poders de l'Estat i els posa efectivament al servei dels ciutadans, augmentant la seva comoditat i satisfacció.

La signatura electrònica dóna tres garanties pel que respecta a la seguretat:

- **Autenticitat:** Assegura que qui es comunica és qui diu ser.
- **Integritat:** Assegura que el missatge o transacció no han estat manipulats.
- **No repudi:** Assegura que l'emissor no pugui retractar-se de la seva autoria.



- **Confidencialitat:** Assegura que el missatge només el rep el seu destinatari.

#### 2.3.1.4. *Tecnologia aplicada*

S'utilitza majoritàriament la xarxa d'Internet.

#### 2.3.1.5. *Experiència existent*

El Govern de Xile va ser premiat pel seu portal de tràmits online. (Veure [16])

A Espanya existeix el "Portal de la Administración General del Estado" destinat a la relació del ciutadà amb l'administració pública. (Veure [17])

### 2.3.2. **Identificació de maletes en un aeroport**

#### 2.3.2.1. *Síntesis*

Control i monitorització de l'equipatge d'un aeroport mitjançant *tags* RFID.

#### 2.3.2.2. *Descripció general*

Mitjançant *tags* RFID enganxats a l'equipatge, la companyia aèria pot traçar cada una de les maletes des de l'entrega per part del passatger en el *check-in* fins la recollida a l'aeroport de destí. D'aquesta manera poden saber en cada moment on està una determinada maleta i, per tant, la companyia disposa de completa visibilitat en totes les seves operacions.

Els *tags* són impresos en el mostrador de *check-in* i contenen la informació que les aerolínies imprimeixen en les etiquetes habitualment. Un lector RFID llegeix l'identificador del *tag* i l'associa al passatger en qüestió.

Amb la implantació del sistema RFID, les pèrdues de maletes es redueixen considerablement amb la conseqüent rebaixa del cost associat a elles.

Moltes aerolínies porten anys estudiant la implantació de la tecnologia RFID, però la idea no acabava de prosperar degut als costos associats a les etiquetes RFID, que estaven al voltant de l'euro per etiqueta.

A l'actualitat els preus de les etiquetes RFID estan disminuint considerablement, el que fa que les companyies aèries puguin començar a posar en marxa la seva implantació.

#### 2.3.2.3. *Beneficis*

Mitjançant el sistema RFID es pot avisar al personal d'equipatges dels aeroports que una maleta que està a punt d'embarcar en un vol equivocat pertany a un altre vol.

Per una altra banda, aquesta comprovació es realitza de manera molt més eficient i automàtica al poder llegir les maletes a mida que van passant per uns determinats lectors, sense necessitat d'haver de comprovar el codi de barres associat a cada maleta.

#### 2.3.2.4. *Tecnologia aplicada*

*S'apliquen tags RFID passius.*

#### 2.3.2.5. *Experiència existent*

Companyia aèria "Delta Airlines". (Veure [18])

### **2.3.3. Manteniment dels serveis de clavegueram**

#### 2.3.3.1. *Síntesis*

Sistema de manteniment de la xarxa de clavegueram.

#### 2.3.3.2. *Descripció general*

Degut a les lleis que obliguen a la ciutat a que el clavegueram es revisi d'acord a unes bases preestablertes, la solució proposada implanta el sistema RFID per tal d'optimitzar el manteniment i control de tota la xarxa de clavegueram de la ciutat.

Un cop oberta una boca de claveguera, el treballador llegeix el *tag* situat a l'interior de la boca i recobert per un plàstic protector. Després de la identificació de la boca corresponent, introdueix la informació pertinent d'acord

a la feina realitzada (posar verí, neteja de la boca, etc.). En tornar a la oficina, el sistema transfereix directament la informació recopilada cap a la base de dades de manteniment de la ciutat.

La ciutat té l'opció de dissenyar la solució de manera que, sense haver d'obrir les boques de les clavegueres, els treballadors puguin llegir la informació associada a cadascuna d'elles.

La dificultat que hi pot haver és el fet d'actualitzar la base de dades de manteniment del clavegueram de la ciutat, ja que tots els expedients són en format paper i s'han d'introduir a la base de dades un a un, el que pot comportar molt de temps.

#### 2.3.3.3. *Beneficis*

La utilització de la tecnologia RFID permet la visualització automàtica dels canals de clavegueram que han estat revisats i dels que encara han de ser revisats. Això permet als treballadors documentar la seva feina sense llapis ni paper i reduir els errors humans en la identificació de canals subterranis, en alguns dels quals les interseccions d'aquests canals confonen als treballadors.

#### 2.3.3.4. *Tecnologia aplicada*

*S'apliquen tags RFID passius.*

#### 2.3.3.5. *Experiència existent*

L'Ajuntament de Warendorf, situat en l'estat més poblat d'Alemanya (North Rhine Westphalia) utilitza aquest sistema. (Veure [19])

### **2.3.4. Recol·lecció intel·ligent d'escombraries**

#### 2.3.4.1. *Síntesis*

Sistema RFID de seguiment de les papereres i contenidors d'escombraries i gestió en el procés de recollida en temps real.

#### 2.3.4.2. *Descripció general*

En el sistema proposat cada una de les papereres i contenidors d'escombraries de la ciutat són etiquetades amb *tags* RFID i els camions de recollida van equipats amb un lector RFID.

Quan un dels contenidors és buidat al camió de les escombraries, l'antena del camió llegeix l'identificador d'aquell contenidor i l'envia a través de Bluetooth a un mòbil PDA situat dins el camió. Aquest mòbil, mitjançant una connexió GPRS, envia les dades a un servidor de l'ajuntament, juntament amb la data i hora en que s'ha llegit el *tag*. Un cop a la base de dades central, es genera una llista d'adreces de les papereres buidades, indicant també quan han estat buidades.

Tot i que el lector col·locat al camió de les escombraries pot llegir les etiquetes a una distància d'aproximadament cinc metres, l'antena utilitzada pel projecte pilot serà desintonitzada, de manera que no llegeixi mes enllà d'un metre. D'aquesta manera s'evita el problema de que en el moment en que el camió aixeca un cert contenidor llegeixi també els situats al voltant.

#### 2.3.4.3. *Beneficis*

L'ajuntament pot utilitzar aquestes dades que rep per GPRS dels diferents camions de les escombraries per tal d'optimitzar les rutes i calendaris dels diferents camions, ja que es tenen les dades concretes de quan temps triga un camió a fer tota la seva ruta completa. A més, també reflecteix les dades de productivitat de les diferents papereres situades a la ciutat.

#### 2.3.4.4. *Tecnologia aplicada*

*S'apliquen tags* RFID passius.

#### 2.3.4.5. *Experiència existent*

L'Ajuntament d'Aspropyrgos (un suburbi d'Atenes) utilitza aquest sistema. (Veure [20])

## **2.3.5. Control sense fils de l'enllumenat públic**

### *2.3.5.1. Síntesis*

Sistema de control sense fils de l'enllumenat públic (encesa/apagada, monitorització de dades ambientals i sistema d'alertes).

### *2.3.5.2. Descripció general*

El sistema que es proposa converteix una ciutat complerta o una simple urbanització en una xarxa sense fils, per tal de poder controlar l'enllumenat públic de forma remota a través de la xarxa de radiodifusió de ràdio digital.

A més del control de l'enllumenat permet la monitorització en temps real de variables ambientals i la detecció d'alertes com pot ser una làmpada fusa.

El control de l'enllumenat permet l'encesa i apagada automàtica de cada un dels fanals de la ciutat, integrant la tecnologia GPRS a cada un dels fanals.

A més, cada fanal estarà equipat amb sensors de temperatura, pressió i humitat per tal de poder monitoritzar les dades en temps real a la base de control. En cas de que alguna làmpada es fongui, s'envia un senyal d'alerta a la base de control (amb el posicionament precís) per tal de que aquesta sigui reemplaçada en el mínim temps possible.

Aquestes dades són enviades per la mateixa xarxa GPRS per la qual es controla l'encesa i apagada de l'enllumenat.

### *2.3.5.3. Beneficis*

El sistema proposat millora les prestacions dels sistemes actuals, aportant avantatges en quant a:

- Estalvi energètic.
- Millora pel manteniment preventiu i correctiu.
- Menys fallides i major duració de les làmpades.
- Nous valors afegits de monitoratge i control.

#### 2.3.5.4. *Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia GPRS.

#### 2.3.5.5. *Experiència existent*

L'empresa "Signaletics" ofereix un control sense fils de l'enllumenat públic. (Veure [21])

### **2.3.6. Informació de la ciutat**

#### 2.3.6.1. *Síntesis*

Servei d'informació que ofereix als ciutadans la possibilitat de tenir tota la informació de la ciutat al seu telèfon mòbil o PDA.

#### 2.3.6.2. *Descripció general*

El sistema que es proposa ofereix als ciutadans la possibilitat de descarregar-se al seu mòbil o PDA diferents tipus d'informació relacionats amb la vida a la ciutat en el moment que ho sol·licitin. La informació, que es pot demanar en diferents idiomes, és la següent:

- Agenda d'activitats (obres de teatre, concerts, activitats, etc.).
- Directori (restaurants, farmàcies, biblioteques, hotels, etc.)
- Guia de la ciutat (localització d'adreces i carrers).
- Com arribar a un destí determinat (en els diferents tipus de transport públic dels que disposa la ciutat).
- Informació del transport públic (tarifes dels diferents tipus de bitllets, horaris, notícies, estat del trànsit, etc.).
- Telèfons d'interès (Ajuntament, policia nacional, bombers, hospitals, bancs, oficines de turisme, transport públic, etc.)

### 2.3.6.3. *Beneficis*

Aquest servei ofereix als ciutadans informació d'interès de la ciutat sense haver de desplaçar-se.

### 2.3.6.4. *Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia DVB-H.

### 2.3.6.5. *Experiència existent*

- Transports Metropolitans de Barcelona. (Veure [22])
- Barcelona mòbil. (Veure [23])
- Projecte e-lens del MIT a Manresa. (Veure [24])

## **2.4. Mobilitat i seguretat**

### **2.4.1. Senyalització accessible i intel·ligent**

#### *2.4.1.1. Síntesis*

L'objectiu és facilitar a persones amb discapacitat la identificació de la senyalització en l'entorn de la ciutat, de l'edifici i dels seus accessos, mitjançant l'ús de senyals electrònics de tecnologia RFID.

#### *2.4.1.2. Descripció general*

A diferència de les aplicacions més habituals i generalitzades de la RFID com són la de identificació de persones i objectes, en aquest projecte s'identifica amb RFID un senyal i una posició en un edifici o entorn. D'aquesta manera, *tags* RFID especialment dissenyats són adossats al costat o a prop de l'actual senyalització de l'edifici, especialment en els senyals d'indicació d'evacuació d'emergència.

L'usuari porta una PDA amb lector RFID de llarg abast que a l'apropar-se a aquests senyals els representa en imatge i veu per ser identificats amb el seu propi idioma. A més a més, també s'identifica el punt en el que es troba la persona en l'edifici o entorn.

L'abast d'aquesta varietat de *tags* ha de ser d' aproximadament 100 metres de distància, per tal d'aconseguir la millor interfície d'usuari i poder explorar noves aplicacions.

#### *2.4.1.3. Beneficis*

Major independència i privacitat pels usuaris, que no necessiten ja del guiat per part d'assistents, ni els hi cal preguntar contínuament la ubicació d'oficines, lavabos i altres destinacions habituals.

#### *2.4.1.4. Tecnologia aplicada*

S'utilitza tecnologia RFID activa de llarg abast i PDA's.

#### *2.4.1.5. Experiència existent*

L'empresa "Signaletics" ofereix un sistema de senyalització i guiat per a tothom, "Signals4all". (Veure [21])

### **2.4.2. Senyals de tràfic intel·ligents**

#### *2.4.2.1. Síntesis*

Sistema basat en microxips enterrats sota l'asfalt que informen al conductor de l'estat de la carretera a través del lector de bord del seu propi vehicle.

#### *2.4.2.2. Descripció general*

El sistema proposat es basa en senyals de tràfic intel·ligents RFID que només alerten al conductor en moments oportuns en temps i context, prevenint accidents i actuant abans que aquests ocorrin.

El principi de funcionament es basa en l'ús de robustos i segurs xips RFID (radiobalises) sembrats sota l'asfalt, just en els punts a senyalitzar.

Cada vehicle incorpora una antena i un lector a bord, com pot ser una PDA, que llegeix les radiobalises, filtra els senyals de tràfic oportunes i alerta al conductor.



Avisa tota mena de senyals de tràfic (de perill, de reglamentació, d'informació, etc.), senyals meteorològics eventuais (gel, neu, boira, pluja), riscos transitoris, excés de velocitat, obres, desviaments, punts quilomètrics, punts on no es pot detenir-se, on no es pot estacionar, etc.

Aquest sistema és un complement als senyals actuals, no és un reemplaçament, sobretot en situacions amb boira, neu o en el cas de que els senyals estiguin obstruïts. Són eficaços en qualsevol zona, inclòs en interiors, metro, túnels, etc., i a més resisteixen la intempèrie i al vandalisme.

#### 2.4.2.3. *Beneficis*

Aquesta nova generació de senyals, redueixen els accidents per millora de l'atenció crítica, eviten multes i fan la funció d'educació vial permanent.

Tant el cost de senyalització, com el de manteniment d'aquests senyals, és molt baix, molt menys que el de la senyalització tradicional.

#### 2.4.2.4. *Tecnologia aplicada*

S'aplica tecnologia RFID soterrada a l'asfalt.

#### 2.4.2.5. *Experiència existent*

L'empresa "Signalitics" ofereix el futur de la senyalització vial, "Road Beacon System". (Veure [21])

### **2.4.3. Sistema d'alerta d'incendis forestals**

#### 2.4.3.1. *Síntesis*

Sistema de detecció precoç d'incendis forestals.

#### 2.4.3.2. *Descripció general*

El sistema que es proposa està basat en una combinació de diferents tipus de sensors, enllaçats per mitjà d'una xarxa sense fils local, que envia les dades obtingudes a una consola central de monitorització, per mitjà d'una xarxa GSM/GPRS.

Es defineix, com a principal objectiu, la reducció significativa del temps necessari per a la detecció d'una àrea en flames, com inici d'un potencial incendi forestal.

En qualsevol cas, l'objectiu del servei no és substituir als sistemes de detecció actualment desplegats, sinó ser el seu complement per aconseguir disminuir el nombre d'hectàrees anuals arrasades pels incendis forestals i, donar suport en les tasques de monitorització periòdica de l'entorn i de gestió d'equips d'extinció en camp.

Per a la consecució de l'esmentat objectiu s'han definit, com a part de la solució tecnològica, els següents components:

- Conjunt de sensors de temperatura i radiació infraroja, condicionats per entorns naturals i integrats dins d'una xarxa de comunicacions sense fils.
- Enviament de les dades obtingudes pels sensors, a la xarxa GSM/GPRS per a la seva posterior gestió i emmagatzematge per la una plataforma de serveis.
- Tractament de la informació rebuda en base a models de predicció i algorismes d'aproximació.
- Presentació centralitzada i per accés web de les dades capturades en la zona monitoritzada per al seu posterior processat i generació d'alertes, informes i gràfics.

El conjunt de sensors intercanvien dades constantment. Quan alguna de les càmeres infraroges detecta un augment tèrmic brusc, es comunica amb els seus nodes veïns i ho verifica. Automàticament es genera un senyal d'alarma, enviant a la central el lloc exacte de la zona en perill.

Per informació més detallada vegi's apartat A.4.2 Estudi tècnic de la xarxa.

#### 2.4.3.3. *Beneficis*

La disminució en el temps associat a la generació del senyal d'alerta, permet de manera col·lateral:

- Minimitzar els danys mediambientals, material i humans inherents a tot incendi.
- Reduir els costos, en recursos humans i material, requerits en les tasques d'extinció de l' incendi.
- Major eficiència i control dels organismes públics, sota la qual està la protecció del Medi Ambient i la prevenció d'incendis forestals.

#### 2.4.3.4. *Tecnologia aplicada*

S'apliquen xarxes Ad-Hoc, en particular xarxes Mesh i tecnologia GSM/GPRS.

#### 2.4.3.5. *Experiència existent*

La Conferència Internacional sobre incendis forestals amb el projecte "Wildfire" ha fet proves pilot al "Monte de El Pardo", a Madrid, i al "Parque Natural de Doñana". (Veure [25])

## **CAPÍTOL 3. SISTEMA DE CONTROL DEL TRÀNSIT ADAPTATIU**

### **3.1. Introducció**

En aquest darrer capítol es proposa un sistema capaç de realitzar un repartiment òptim de les fases dels semàfors que governen el tràfic de la xarxa vial. Fonamentalment el sistema es basa en la prioritat de demanda (en referència a la densitat vehicular) que presenten els diferents carrers d'una ciutat.

El sistema de gestió de tràfic integra diferents tecnologies, madures i emergents, de gestió i control del tràfic, amb l'objectiu principal de manejar i gestionar de forma dinàmica les condicions del tràfic de la ciutat de Barcelona.

El disseny es desglossa principalment en tres àmbits:

- 1) Mesura en temps real de la densitat del trànsit.
- 2) Control de semàfors adaptatiu.
- 3) Enviament d'informació útil als vehicles.

#### **3.1.1. Estat de l'art a Barcelona**

En aquest apartat es fa un breu estudi de l'art actual a Barcelona, pel que respecta a la gestió vial (gestió de semàfors i trànsit) i cobertura de ràdio digital.

##### *3.1.1.1. Gestió vial*

L'Ajuntament de Barcelona està incorporant diferents tecnologies aplicades a la gestió i disciplina viària.

Per una banda, la renovació de 33.000 semàfors i la incorporació progressiva de la nova tecnologia que permet que aquests segueixin funcionant durant un temps, encara que s'interrompi el subministrament elèctric.

Una de les millores és el sistema SAI (Sistema d'Alimentació Ininterrumpida), la característica més visible del qual és el sistema de llums de LEDs. Aquesta nova tipologia de semàfors va començar a incorporar-se l'any 1999, quan es va instal·lar al primer encreuament de la ciutat, i des d'aquest any fins avui han anat augmentant fins assolir els 130 encreuaments amb semàfors amb LEDs; tot i que encara hi ha feina per fer, ja que la ciutat compta amb més de 1.500 encreuaments controlats per semàfors.

Juntament amb el SAI, que funciona amb un acumulador i una bateria, els semàfors de LEDs compten amb moltes avantatges. Per una banda, redueixen en un 85% el consum, tenen una duració mitja de 100.000 hores en front a les 8.000 dels normals, són més fiables i són de baixa tensió, el que simplifica el seu manteniment i augmenta la seguretat.

Per una altra banda s'està incorporant una altra novetat, la del GPS. Aquesta tecnologia permet per ara obtenir únicament la seva posició i fixar la hora amb precisió, el que garanteix la coordinació de tota la xarxa, però es calcula que en el termini de cinc anys els semàfors incorporaran el software suficient per a que la seva regulació i modificació de cicles pugui realitzar-se via satèl·lit, el que farà necessària la connexió física de tota la xarxa, i per tant evitarà tenir que foradar el carrer per soterrar els cables.

Al marge dels semàfors, l'àrea de mobilitat ha adquirit un nou sistema de control fotogràfic als semàfors que incorpora la tecnologia de "visió artificial". El sistema millora els actuals dispositius, que funcionen en set encreuaments de la ciutat des de l'any 2001 i, que de fet, són una combinació de dues tecnologies: per una banda, una espira o detector sota la calçada que, connectada al semàfor percep quan un vehicle avança amb el semàfor en vermell i, per l'altra, la càmera.

En el moment que la espira detecta a un vehicle infractor, la càmera (fotogràfica en un principi, ara de vídeo) registra l'acció i cursa la corresponent denúncia. Aquest sistema està instal·lat en les cruïlles d'Aragó-Independència, Llúria-Diagonal, Aragó-Sicília, Aragó-Balmes, Urgell-Gran Via, Girona-Gran Via i Pau Claris-Diagonal.

A dia d'avui, els centres de Control de Trànsit de l'Ajuntament de Barcelona permeten disposar, gràcies als detectors de trànsit i càmeres situats a les principals vies de la ciutat, d'informació en temps real sobre l'estat de la circulació. La informació obtinguda s'ofereix a través de pàgina web (veure [26]) amb els plànols de trànsit i les imatges fixes en temps real.

Els detectors de trànsit informen del trànsit actual, representant sobre el mapa, en cinc colors diferents, la intensitat del trànsit de les principals vies de la ciutat, des de la situació més fluïda fins a la congestió.

També informa del trànsit previst en els propers quinze minuts. Els càlculs es fan en base al processament de dades històriques referides a uns mateixos dies i hores.

A més, el plànol mostra la situació d'algunes de les càmeres usades per a la supervisió i regulació del trànsit. Fent *click* al damunt de la càmera que es desitgi, es pot veure una imatge obtinguda en temps real. Les imatges dels principals carrers es renoven cada cinc minuts, mentre que les càmeres instal·lades a les Rondes cada quart d'hora.

Actualment hi ha en funcionament 446 detectors, agrupats en 146 punts de mesura, 39 càmeres de vídeo situades en vies urbanes, i 32 càmeres situades a les Rondes. En conjunt, es cobreixen 155 Km. de carrers i 26 Km. de rondes.

La Fig. 3.1 mostra el nou MCT (*Mapa Continu de Trànsit*) que ha posat en marxa el Servei Català de Trànsit. Representa una ampliació de l'actual MCT que ofereix informació del trànsit sobre un mapa esquemàtic de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. (Veure [27])

Aquesta nova versió, a més d'oferir informació detallada de l'àrea metropolitana de Barcelona, també ofereix informació sobre el conjunt del territori de Catalunya. El territori està dividit en sis àrees a més de l'àrea metropolitana de Barcelona. Opcionalment, activant el *zoom*, es pot millorar la visualització de les dades representades.

La xarxa bàsica viària es reproduïx sobre un mapa de Catalunya, entenent com a xarxa bàsica, les principals vies de comunicació i les vies no principals però que tenen una mobilitat considerable. Les vies representades al mapa es troben segmentades, de manera que tota la informació disponible s'associa gràficament al segment corresponent.

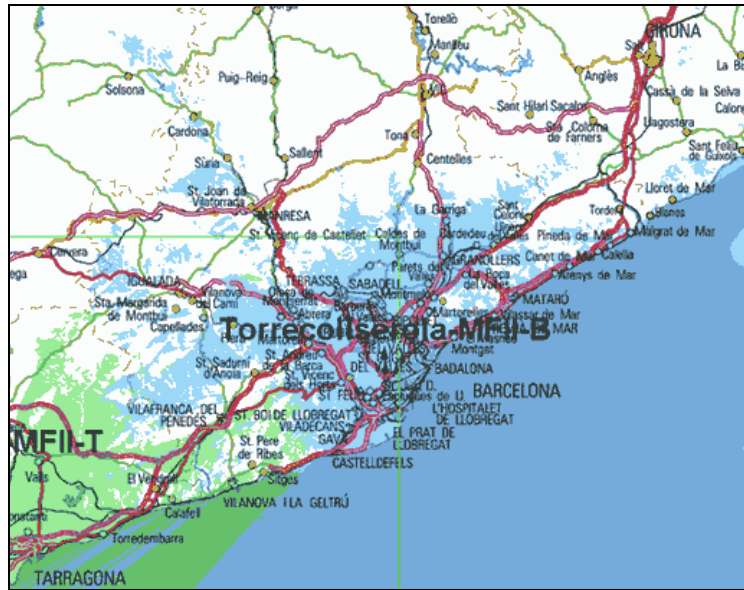
Sobre la xarxa representada, es visualitzen diferents informacions com són les incidències de trànsit en temps real, informació facilitada pels equipaments instal·lats a les vies, densitat del trànsit, imatges facilitades per les càmeres de vídeo ubicades a les vies i els missatges dels panells informatius.



**Fig. 3.1.** Mapa Continu de Trànsit del Servei Català de Trànsit

### 3.1.1.2. Cobertura DAB

La Fig. 3.2 mostra l'àrea de cobertura de ràdio digital DAB que s'emet des de la Torre de Collserola.



**Fig. 3.2.** Cobertura DAB a l'àrea del Barcelonès

A Barcelona es sintonitzen les següents emissores:

- **Pel múltiplex MF-1 i canal 10A:**

“Cadena SER”, “Onda Cero Radio”, “Kiss FM”, “Europa FM”, “ABC Punto Radio” i “Onda Melodía”.

- **Pel múltiplex MF-2 i canal 8A:**

“RNE Radio 1”, “RADIO 5”, “RNE Radio 5”, “Cadena Cope”, “Radio Intereconomía”, “Radio Marca Digital” i “El Mundo Radio”.

- **Pel múltiplex FU-E i canal 11B:**

“RNE Radio 1”, “RNE Radio Clásica”, “RNE Radio 3”, “Radio Exterior de España”, “Comeradisa” i “Cadena M 80”.

- **Pel múltiplex de Catalunya Ràdio i canal 11D:**

“Catalunya Ràdio”, “Catalunya Música”, “iCat FM”, “Catalunya Informació”, “Catalunya Digital Canal 1” i “Catalunya Digital Canal 2”.

### 3.1.2. Control Adaptatiu

Un sistema de control adaptatiu és un sistema que, continua i automàticament, mesura les característiques dinàmiques d'un sistema, les compara amb les característiques dinàmiques desitjades i utilitza la diferència per a variar

paràmetres ajustables del sistema (generalment característiques del controlador) o per generar un senyal d'acondicionament de manera que pugui mantenir el funcionament òptim, amb independència de les variables ambientals.

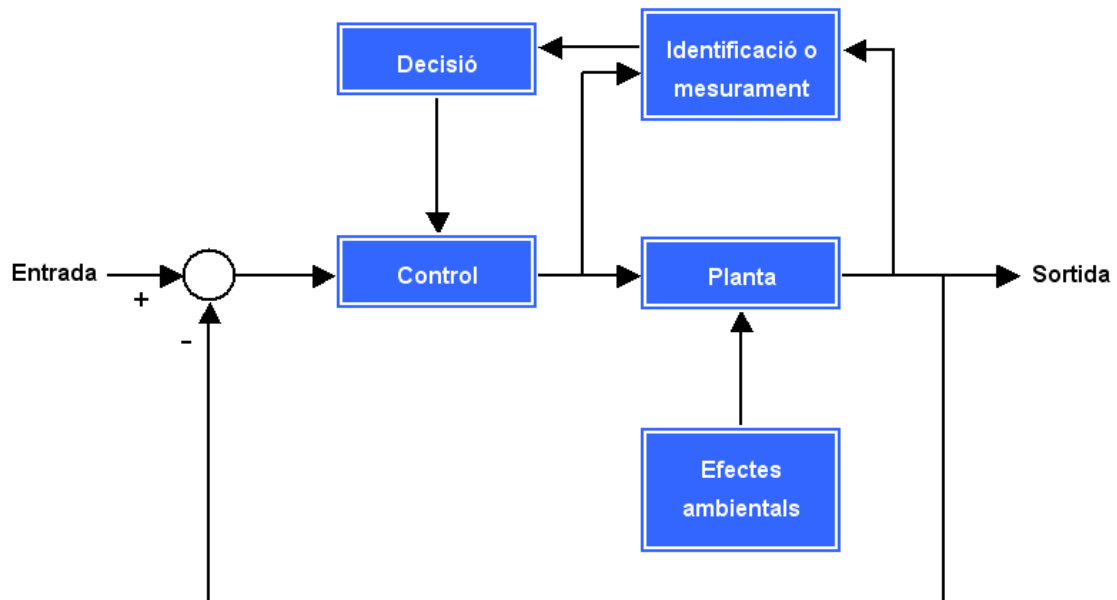
Alternativament, aquest sistema pot mesurar contínuament el seu propi funcionament, d'acord amb un índex de comportament donat i modificar, en cas de ser necessari, els seus propis paràmetres per a mantenir el funcionament òptim amb independència dels canvis ambientals. (Veure [28])

A mitjans del segle XX es van realitzar els primers intents de control adaptatiu, sense gaire èxit, donat que les aplicacions requerien un major desenvolupament tecnològic que l'existent en aquest moment. A partir de la implementació de les computadores és quan es va assolir aplicar la teoria desenvolupada al voltant del concepte de control adaptatiu.

El primer que es planteja el control adaptatiu és: Quin és el funcionament que es desitja? És a dir, el nivell òptim d'operació, ja que en base a això s'escull l'àmbit dels paràmetres que requereix modificar el senyal de control.

El control adaptatiu és especialment important en el cas d'un sistema que es vegi afectat per canvis ambientals que modifiquen les seves variables cada cert temps.

La Fig. 3.3 mostra el diagrama de blocs d'un sistema de control adaptatiu:



**Fig. 3.3.** Diagrama de blocs d'un sistema de control adaptatiu

La tasca de control del tràfic vehicular, ja sigui al casc urbà o interurbà, constitueix una de les activitats principals per a l'ordenament del tràfic amb diverses finalitats que beneficien als residents de grans comunitats.



La implementació dels sistemes de control comencen a ser utilitzats, principalment, com a mesura preventiva en la producció d'accidents vials, emprant els sistemes de control com element del tràfic d'una ciutat, capaç de condicionar de la major manera possible, "coaccionant" sobre els seus usuaris a fi d'evitar que aquests siguin protagonistes d'un accident.

Existeixen tres qüestions fonamentals a tenir en compte al moment del disseny d'un sistema de control adaptatiu:

La primera d'elles té a veure amb una realitat física, tenint en compte que les xarxes vials, qualsevol que sigui el seu disseny i/o constitució, suporten un flux vehicular màxim i una densitat màxima definida per les seves dimensions, nombre de carrils i condicions del tràfic.

En aquest aspecte queden inclosos els tipus de viratges, sentits de circulació, les parades restringides, estacionaments, etc. És a dir, totes aquelles pautes o normatives aplicades, que defineixen fonamentalment el sentit i tipus de les direccions del flux.

Per tant, per més òptim que resulti el sistema, no és possible millorar el rendiment del flux vehicular més enllà de les limitacions físiques imposades pel disseny de la via i les seves normatives de circulació, tret que aquestes es modifiquin.

El segon aspecte a considerar al moment de realitzar un disseny de control adaptatiu del trànsit, està vinculat amb la naturalesa del fenomen vehicular i el factor humà, el qual presenta sempre un alt grau d'incertesa.

Per últim, es pot dir que existeix un tercer factor a tenir en compte en funció dels anteriors, el qual està relacionat amb el cost d'inversió i la disponibilitat de recursos econòmics per part de les autoritats oficials, responsables de la implementació del sistema.

## **3.2. Descripció del sistema**

### **3.2.1. Descripció general**

Es proposa un sistema de control adaptatiu del trànsit que ajusta el funcionament dels semàfors en temps real, d'acord amb el nombre de vehicles que transiten per un encreuament.

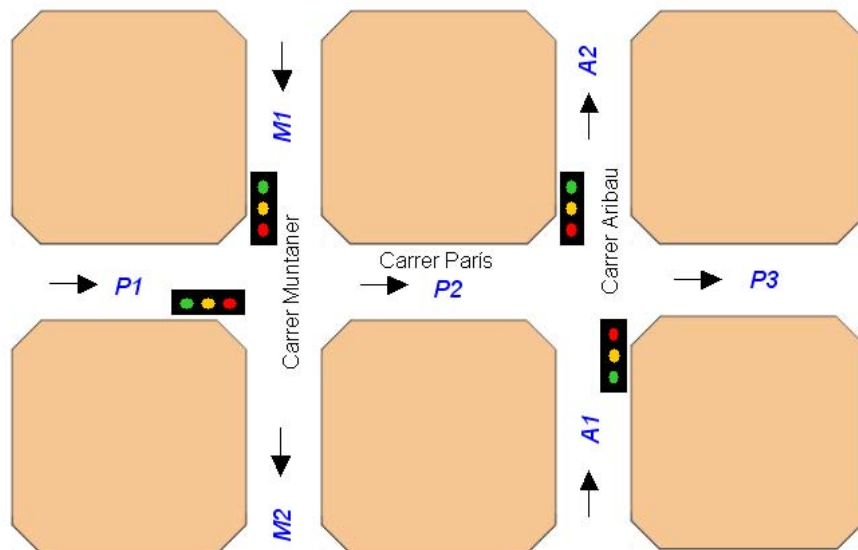
El sistema va mesurant el flux del trànsit i, d'acord amb això, va assignant el temps en el qual els semàfors es posen en color verd. Si la cua de vehicles s'allarga, pot augmentar el temps de llum verda uns quants segons. Si de totes maneres l'embús persisteix, ajusta tot el cicle de llums.

El sistema de control de semàfors es basa en mesuraments del flux del trànsit que, per mitjà d'algoritmes matemàtics, permet seleccionar automàticament una de les diferents configuracions emmagatzemades als ordinadors del sistema de control. La diferència que rau respecte al sistema de semàfors actual és que el control adaptatiu va ajustant el temps de les llums constantment per administrar el flux de trànsit a la cruïlla.

A més s'informa als conductors de l'estat del trànsit en temps real, a través dels navegadors dels seus vehicles.

### 3.2.2. Estudi tècnic

Per simplificar el disseny, aquest es particularitza al districte de l'Eixample de Barcelona, ja que ocupa gran part de la ciutat. Donat que l'arquitectura de l'Eixample es caracteritza pel traçat de carrers perpendiculars entre si, formant una espècie de "reixa", es considera la cruïlla entre els carrers París i Muntaner, governats cada un d'ells per un semàfor que realitza el repartiment cap a les dues artèries corresponents a cada encreuament (Fig. 3.4).



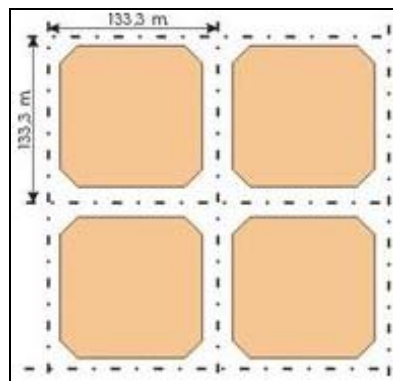
**Fig. 3.4.** Cruïlla de semàfors de l'Eixample

Per especificar els diferents trams de cada carrer, s'han etiquetat de la següent manera:

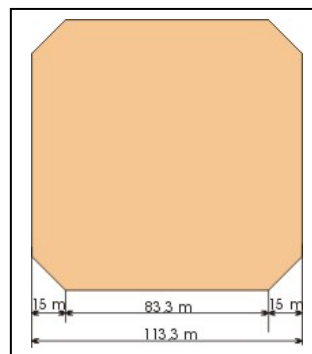
- **P1:** Primer tram del carrer París.
- **P2:** Segon tram del carrer París.
- **P3:** Tercer tram del carrer París.

- **M1:** Primer tram del carrer Muntaner.
- **M2:** Segon tram del carrer Muntaner.
  
- **A1:** Primer tram del carrer Aribau.
- **A2:** Segon tram del carrer Aribau.

La Fig. 3.5 mostra l'arquitectura dels carrers de l'Eixample, on es pot observar que la longitud de cada tram és la mateixa per tots els carrers, ja que les dimensions (Fig. 3.6) i distribució de les illes és la mateixa per tot el districte, tal i com va dissenyar el senyor Idelfons Cerdà.



**Fig. 3.5.** Esquema del tram de carrers de l'Eixample



**Fig. 3.6.** Dimensions d'una illa de l'Eixample

### 3.2.2.1. *Mesura de la densitat del trànsit*

La densitat vehicular és mesurada amb lectors RFID ubicats a l'inici de cada tram de carrer. Per a tal efecte cada vehicle va equipat amb un *tag* RFID, de manera que cada vegada que un vehicle passa per davant d'un lector, aquest el reconeix i emet un senyal.

La informació recol·lectada és transmesa a través de la xarxa GPRS al centre de control que, en funció a una comparació interna, defineix el temps de repartiment pel tram de carrer en qüestió, una vegada hagi finalitzat el repartiment del carrer que el creua.

### 3.2.2.2. *Control de semàfors adaptatiu*

Per controlar el trànsit s'utilitza una plataforma de comunicacions comuna, amb el fi de facilitar i compartir dades, coordinant una regió determinada.

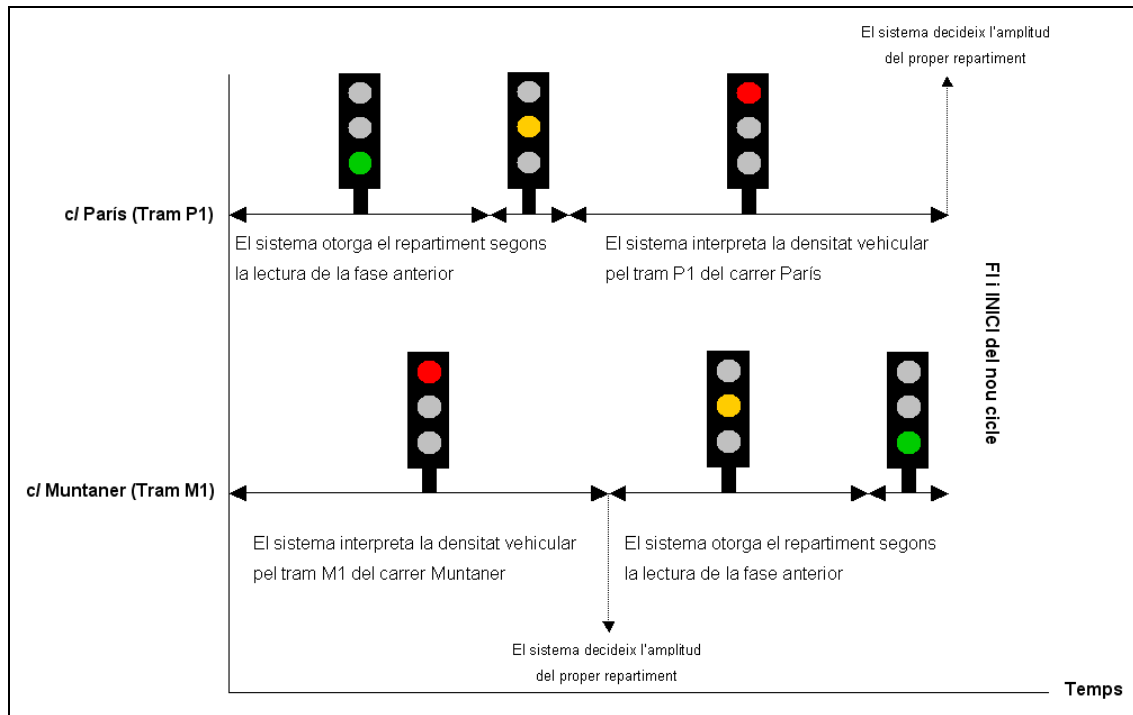
El control adaptatiu es basa en ajustar el flux de trànsit en una cruïlla depenent de la quantitat de vehicles que demandin l'ingrés a ella, és a dir, basant-se en la posició i en quant de temps ha hagut d'esperar un vehicle per poder entrar-hi.

Això implica que l'amplitud de la fase en que el semàfor està de color verd, que d'ara en endavant anomenarem repartiment, serà definida pel sistema en funció a la densitat vehicular registrada amb ajuda dels lectors RFID.

El registre de la densitat d'un carrer, necessari per definir l'amplitud del seu repartiment, és realitzat durant el temps de repartiment del tram perpendicular a ell. De la mateixa manera quan s'executa el repartiment del primer tram, el sistema mesura la densitat del segon tram fins la fi del repartiment del primer, instant a partir del qual definirà el repartiment pel segon tram.

El repartiment Muntaner-M1 no ha de ser necessàriament d'igual amplitud que el repartiment París-P1, degut a que la demanda en el carrer Muntaner-M1 durant el repartiment París-P1 pot ser menor a la demanda que el sistema ha interpretat durant el cicle anterior pel carrer París-P1 i viceversa. Aquest és justament el fonament de la qualitat adaptativa del sistema, ja que es defineix l'amplitud dels repartiments en funció de la nova demanda del tram a l'inici de cada cicle.

A continuació, la Fig. 3.7 il·lustra el disseny esmentat:



**Fig. 3.7.** Semàfors de la cruïlla París-P1 i Muntaner-M1

En aquest sistema de control del trànsit es poden distingir dos nivells funcionals:

El primer nivell és el que proveeix la plataforma tecnològica base i funcionalitat base de captura, visualització, supervisió i processament de la informació de trànsit. Està constituït per hardware i software, els quals s'alimenten d'informació provinent del sistema de recollida de dades.

El segon nivell és el que realitza el control. És essencialment software que conté la programació dels algorismes de control dinàmic. Els algorismes més coneguts són SCOOT (*Split Cycle Offset Optimisation Technique*) (Veure [29]), desenvolupat per TRL (*Transport Research Laboratory*) (Veure [30]) i SCATS (*Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*) (Veure [31]), desenvolupat per TRA (*Traffic Technology*). (Veure [32])

El control dinàmic de cruïlles es basa en algorismes intel·ligents en xarxa, i sobre la base d'informació en temps real, que tendeixen a optimitzar les operacions de trànsit de la xarxa d'interseccions governada per semàfors.

En general, els sistemes de control, en particular els de control del trànsit, treballen amb dades en temps real, per tant el motiu principal radica en les altes exigències de precisió en el temps.

Els centres de control disposen de servidors de dades propis en els quals resideix la informació provinent del sistema, però en un format i estructura de dades estàndard en el mercat, com poden ser SQL Server, Oracle, Sybase etc.

Per gestionar el manteniment de tot el sistema de control, es disposa de mecanismes propis de detecció i identificació de fallides a nivell d'equips i a nivell funcional. Aquestes fallides poden ser, bé una llum d'un semàfor cremada o errors de comunicació. Una vegada detectada i identificada la fallida, aquesta és informada al centre de control, a través de la xarxa GPRS, mitjançant una alarma i posteriorment s'inicia el procés de resolució.

### 3.2.2.3. *Transmissió d'informació útil per al conductor*

El sistema de transmissió d'informació útil per al conductor, proporciona informació de trànsit actualitzada en temps real, a través de la ràdio digital DAB amb l'estàndard TPEG, el qual permet la incorporació als navegadors dels cotxes. (Veure Annex B)

Com a projecte d'urbànica, permet entregar solament la informació que al conductor li interessi i té la possibilitat de planificar la seva ruta o suggerir alternatives en cas d'embussos, ja que el sistema de semàfors adaptatiu ho permet.

La visualització gràfica d'informació del trànsit als navegadors de bord dels vehicles constitueix una eina molt útil de suport al conductor a l'hora de prendre decisions, ja que pot optar per prendre rutes alternatives davant l'ocurrència de qualsevol incident.

La informació que proporciona el sistema és la següent:

- **Retencions**

El codi de colors amb el que són acolorits els carrers mostra les condicions de trànsit en temps real.

S'indica la cartografia real de demora en forma de bandes de color al llarg de tot el tram en que durin les retencions. Aquestes mostres donen una indicació del nivell de congestió i la demora que es pot predir segons l'experiència prèvia en un determinat tram.

S'acolorixen en color marró clar les retencions d'intensitat moderada (demores que van dels quinze als trenta minuts) i en color marró obscur les retencions d'intensitat elevada (demores de més de trenta minuts).

Cal tenir en compte que la representació de l'afectació no té perquè correspondre a la longitud real de l'afectació, és a dir, la longitud del segment destacat en el mapa, pot no coincidir exactament amb la longitud

real de l'afectació. Així doncs, cal consultar les dades de cada afectació per conèixer en detall l'abast de la incidència.

- **Esdeveniments i Incidents**

Una proporció important de congestió vehicular és produïda per accidents o d'altres tipus d'incidents a les vies.

Una funcionalitat molt important del sistema de control és la detecció i el gestió d'incidents. Aquesta funció involucra elements o components de vigilància, monitoreig, control i suport a presa de decisions.

Les dades recol·lectades pel sistema de recollida i vigilància són processades per algoritmes de detecció d'incidents. Aquests algoritmes comparen les condicions del flux de trànsit actuals (informació numèrica proveïda pels lectors RFID) amb paràmetres patró de condicions d'incidents.

S'informa als conductors de la localització d'accidents, de congestió, d'obstacles a la calçada, etc. que puguin causar perturbacions. En casos puntuals, també es dona informació sobre esdeveniments que puguin causar un augment del tràfic, com ara celebracions esportives, grans espectacles, etc.

Les accions de control i gestió d'aquestes situacions es canalitzen a través de la coordinació amb d'altres organitzacions (per exemple, patrulles de policia, grues municipals, etc.), via estacions ràdio o per trucades dels propis conductors.

Entre les accions que pot prendre l'operador es conta el trucar a vehicles d'emergència, o vehicles d'assistència en ruta, executar accions coordinades amb d'altres centres de control de trànsit o transport en general, enviar missatges als panells lluminosos informatius o als sistemes d'informació al conductor o modificar la programació dels cicles dels semàfors involucrats en l'incident.

- **Obres**

Informa de les obres de manteniment que puguin haver-hi a la calçada (descripció, expectatives de duració de les retencions i data estimada de finalització de les obres).

- **Panells lluminosos informatius**

Les icones de panells lluminosos informatius permeten veure a la pantalla del navegador els diferents missatges fixats als panells en carretera.

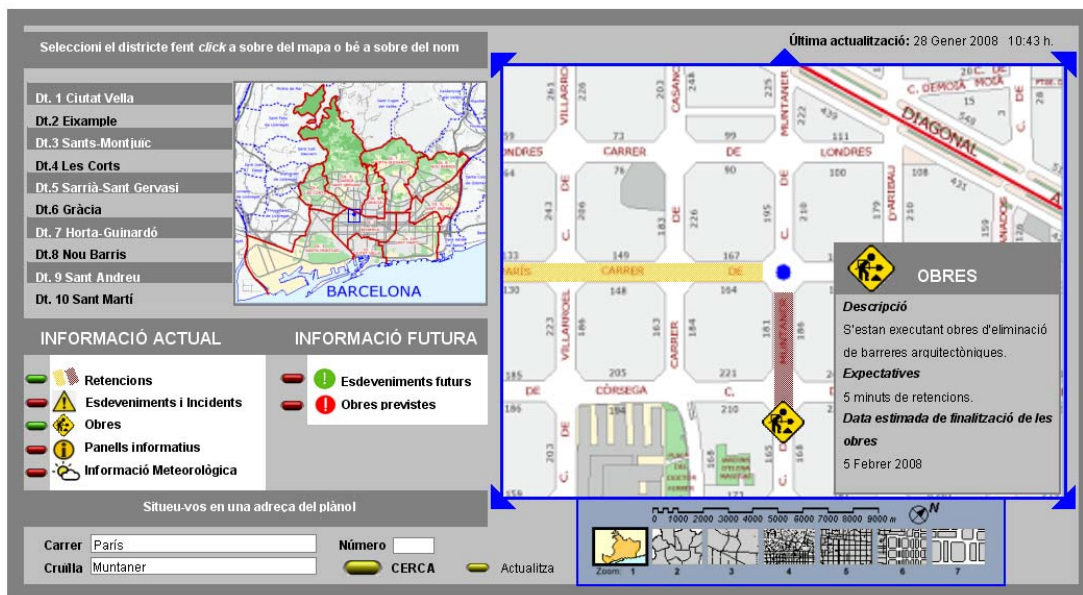
## • Informació meteorològica

Mostra una icona indicant en quina zona hi ha condicions meteorològiques adverses (pluja, neu, boira, si la velocitat del vent és superior a un cert líndar (per exemple 40 Km/h) i si la temperatura és inferior a 4°C).

La Fig. 3.8 mostra la interfície gràfica d'usuari dissenyada, la qual facilita la interacció de l'usuari amb el navegador a través de mapes, objectes pictòrics (icones, botons, etc.) i text.

La interfície compta amb dos mapes interactius, un d'ells, situat a la part esquerra del navegador que mostra la ciutat de Barcelona dividida en els diferents districtes que la conformen. L'usuari pot seleccionar el districte fent *click* a sobre del mapa o bé a sobre del nom del districte (l'listats a l'esquerra del plànol). A més, l'usuari té l'opció de situar-se directament a l'adreça que desitgi, indicant la direcció exacta o bé indicant la cruïlla de carrers.

És possible examinar el mapa amb més detall canviant el nivell de *zoom*, així com desplaçar-se pel mapa, al nord, sud, est i oest gràcies als controls de fletxa que hi ha als extrems del mapa.



**Fig. 3.8.** Interfície gràfica d'usuari del navegador

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, l'usuari pot seleccionar quina informació vol rebre, tant d'informació actual com d'informació futura, gràcies a les icones que indiquen la ubicació de les retencions, esdeveniments i incidents, obres i d'altres esdeveniments que puguin afectar als conductors informats en panells lluminosos informatius. Pel que fa a la informació futura, normalment s'informa d'esdeveniments esportius, grans espectacles, etc. o obres previstes que puguin afectar el trànsit.



Fent *click* a cada icona apareix en pantalla una breu descripció, les expectatives de durada de l'incident i la data estimada de finalització en cas d'obres i esdeveniments. (Veure Fig. 3.8)

Cada una d'aquestes icones pot ser individualment activada o desactivada, depenent del que li interessi al conductor.

Aquesta informació és facilitada en diferents formats i idiomes, dels quals l'usuari escull el que més amigable li resulti: text, visualització en la pantalla del navegador o veu sintetitzada, amb l'opció de poder escollir també l'idioma en que vol rebre tota aquesta informació (català, castellà, anglès o francès).

Tota la informació anteriorment esmentada està disponible per a tota mena de vehicle, però hi ha informació que només rebran vehicles especials com:

- **Cossos d'emergències i seguretat**

Els cossos d'emergències i seguretat (ambulàncies, bombers, mossos d'esquadra, guàrdia urbana, policia nacional, etc.) rebran per *trunking* (canals de ràdio reservats per aplicacions privades), a través de la xarxa de comunicacions Rescat amb tecnologia TETRA (*TErrestrial Trunked RAdio*), informació exclusiva del seu àmbit.

- **Vehicles de servei i manteniment**

Rebran ordres per part del servei de manteniment de la ciutat, com ara: buidar contenidors plens, activar el sistema de reg de parcs i jardins, neteja de carrers, sistema d'enllumenat públic, etc.

- **Autobusos urbans**

Per millorar la eficàcia de les rutes d'autobusos, s'instal·larà un sistema de pagament a cada parada d'autobús, de manera que cada vegada que es realitzi una venda de *ticket*, un comptador, instal·lat també a cada parada, enviarà un senyal via GPRS als autobusos que circulin per aquella línia. D'aquesta manera els conductors sabran el nombre de persones que hi ha a cada parada i, en cas de no haver-hi ningú podran modificar la seva ruta, millorant així la seva eficàcia.

### 3.2.3. Diagrama de blocs del sistema de control

La Fig. 3.9 mostra el diagrama de blocs del sistema de control, capaç de dur a terme les tasques anteriorment esmentades, indicant els senyals d'entrada i sortida requerits:

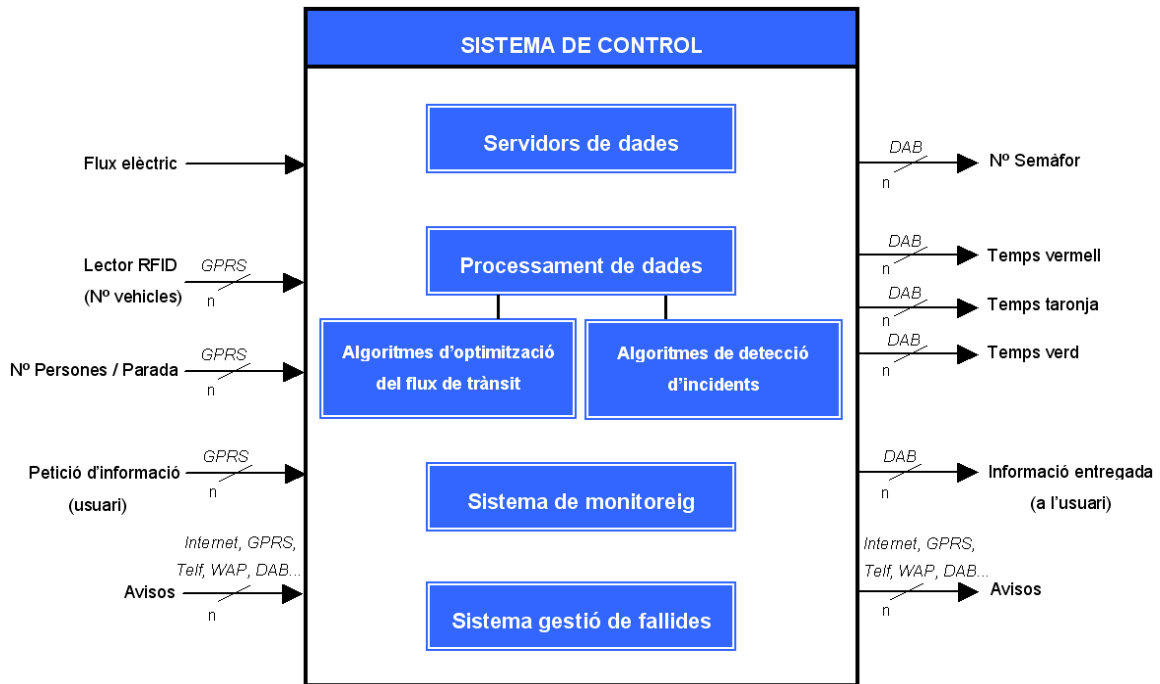


Fig. 3.9. Diagrama de blocs del sistema de control

### 3.2.4. Consideracions

Definir el temps de repartiment de cada semàfor és relativament fàcil donat que la densitat de trànsit és una variable discreta i, per tant, tant sols cal considerar el valor que vagi prenent aquesta variable.

Pel càlcul d'aquest temps cal tenir en compte les següents consideracions:

En primer lloc, cal considerar la extensió de la cua de vehicles formada per aquelles unitats vehiculars que van arribant a la cruïlla durant el repartiment del carrer perpendicular. Donat que els lectors registren el pas dels vehicles a l'inici de cada tram de carrer, és possible definir la quantitat màxima d'unitats que pot suportar el carrer, en funció del tipus de vehicles permesos per a la circulació en el casc urbà i promitjant la llargada d'aquests.

Un altre aspecte a considerar és la longitud o espai mínim de separació entre vehicles en una cua. Coneixent aquests dos últims valors (terme mitjà de la llargada dels vehicles i distància de seguretat), conjuntament amb l'amplada del

carrer, es calcula la quantitat màxima de vehicles o densitat màxima que el carrer en aquest tram pot suportar

Una altra de les consideracions a tenir en compte per l'aplicabilitat del sistema dissenyat té a veure amb les normatives de circulació de les artèries presentades. En aquest sentit, es suposa que no existeix cap prioritat normativa entre elles, no obstant, la filosofia del sistema defineix una prioritat de repartiment en funció a la demanda, és a dir, basant-se en la densitat (quantitat de vehicles/longitud del carrer).

D'altres variables a considerar són l'acceleració mitja dels vehicles de la cua i el temps de reacció dels conductors (aproximadament d'un segon). Aquest temps de reacció és el temps que transcorre des del moment en que un conductor percep que el vehicle ubicat al seu davant comença a moure's, fins que el mateix conductor posa en moviment el seu propi vehicle.

### **3.2.5. Beneficis**

Els beneficis que produeix l'aplicació d'aquest sistema són els següents:

- Reducció de la congestió vehicular.
- Maximització de l'ús de la infraestructura existent.
- Disminució del consum de combustible dels vehicles.
- Disminució d'emissions dels vehicles a l'aire
- Gestió integrada del tràfic en una zona determinada.
- Millora la perspectiva i la visió dels operadors de trànsit, la gestió del sistema de trànsit, les operacions, i la distribució d'informació.

### **3.2.6. Experiència**

Algunes ciutats destacables pel seu grau d'avenç en aquest camp són les següents:

- Los Angeles, Califòrnia. (Veure [33])
- Londres, Anglaterra. (Veure [34])
- Toronto, Canadà. (Veure [35])
- Santiago, Xile. (Veure [36])

## CONCLUSIONS

L'aposta per una visió més àmplia, a la recerca del *partnership*\* entre els recursos públics, privats, centres universitaris i xarxes ciutadanes per al desenvolupament de diferents projectes tecnològics aplicats a l'entorn urbà, des de projectes aplicats a la gestió intel·ligent de persones, de vehicles, passant pels serveis públics, fins a la mobilitat i seguretat a la ciutat, ha suposat la missió més ambiciosa d'aquest projecte.

La realització d'aquest projecte m'ha introduït en el món de la computació ubiqua, desconegut per mi d'antuvi, fent un viatge en l'evolució de les noves tecnologies i definint un model de ciutat digital del futur, a partir d'un doble enfocament dins del marc de la sostenibilitat.

D'una banda s'ha abordat, mitjançant un plantejament multidisciplinar, el desenvolupament de ciutat digital, no només des del punt de vista de la contribució de les administracions públiques, sinó també a partir de les aportacions de la iniciativa privada i de la societat civil.

En una xarxa urbana ubiqua, la possibilitat de controlar un sistema dinàmic i complex a temps real, amb ordinadors i dispositius portàtils sense fils, permet dissenyar un nou model de ciutat que s'organitza de manera intel·ligent.

Cada vegada és més important la major automatització possible, el que significa un estalvi de recursos, de temps i en evitar els errors de processos deguts a fallides humanes.

En un sistema on els seus paràmetres requereixen d'actualització, degut a que les condicions pròpies del medi així ho exigeixen, els sistemes de control clàssics no són capaços de manipular correctament el seu funcionament. Per això el control adaptatiu es manifesta com una necessitat en aquests processos, sent avui en dia molt més útil i apreciat del que va ser-ho abans del desenvolupament de les noves tecnologies.

És imperatiu que els processos amb sistemes de control, l'acompliment del qual hagi de ser estricte, tinguin la capacitat d'adaptar-se als canvis. El control adaptatiu per regular el pas a les cruïlles constitueix un molt bon exemple d'implementació d'aquest tipus de control i de la utilitat dels mateixos.

És vital per al bon acompliment operacional d'un sistema, tenir una bona gestió del manteniment i suport dels equips i sistemes. Això és particularment important pels sistemes i equips instal·lats a les vies, degut a que la informació i la presa de decisions es realitza sobre la base de la informació recol·lectada en terreny.

Una vegada realitzat tot aquest estudi, és el moment per poder identificar els conductors que estimulen la implementació d'aquests projectes tecnològics intel·ligents i decidir com s'han d'implementar en un sistema ecològicament sostenible.

\**Partnership*: Model de negociació o associació entre les parts interessades i característica de la pràctica del desenvolupament sostenible.

Entre els principals conductors que posen en marxa la digitalització d'un nucli urbà figuren el fet de compartir el concepte de futur convincent i un sentit de missió compartida que justifica el compromís de contribuir a fer realitat aquest concepte. Ambdós conductors, el concepte convincent i el compromís d'una missió comuna, són molt febles o fins i tot absents en molts aspectes pel que fa al tema de les ciutats digitals.

Sense aquest concepte, les ciutats digitals es poden considerar com un grup dispers de "gremis" poc connectat entre ells, cadascun més o menys especialitzat en alguns dels components (tecnologies digitals, urbanisme, innovació, administració pública, etc.). Per tant, si la missió compartida és un dels conductors principals d'un projecte col·lectiu, necessitem construir un sentit de missió més sòlida pel que fa a les ciutats digitals, si no ho fem serà difícil reunir el compromís necessari per fer-les realitat.

Moltes vegades, les innovacions més radicals es troben en els límits de les comunitats establertes o en els àmbits en què aquestes coincideixen. Pot ser ben bé que els líders i els conductors de les ciutats digitals del futur es trobin just en aquests espais que existeixen entre els gremis.

La penetració actual de les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions busca la integració activa de tots els individus en la societat, per tant una bona política d'innovació requerirà la correcta consideració de les necessitats i requisits dels innovadors de la ciutat.

Per popularitzar l'ús de tots els sistemes proposats en aquest projecte és necessari trobar la fórmula més idònia encaminada a una concepció que comparteixi de la diversitat social. Aquesta és la clau per aconseguir que els diversos col·lectius que integren la ciutat puguin trobar la solució a les seves necessitats en una tecnologia amigable i senzilla d'utilitzar.

El repte més motivador d'aquest projecte ha sigut la visió de la ciutat de Barcelona com un nou model convivencial, comparant-la amb experiències europees i internacionals.

Barcelona és una ciutat moderna i oberta, que ha dut a terme una enorme transformació durant les darreres dues dècades. És considerada una de les ciutats més atractives per viure i fer turisme. També està ben situada per que fa a molts dels aspectes requerits i per atreure noves inversions. Però, tot i que Barcelona sobresurt pels seus projectes de regeneració urbana, la seva actuació és, a tot estirar, mitjana en alguns aspectes importants, com ara el PIB per càpita, la productivitat i la innovació, així com també en el pes del sector de les TIC. Sembla, per tant, que Barcelona encara no explota al màxim el seu potencial en aquest àmbit.

La ciutat necessita representar un segon acte per millorar el seu primer acte de regeneració urbana que ha tingut tant d'èxit. Aquesta segona transformació cap a la ciutat digital, és un procés més complex i a un termini més llarg.

És temptador suggerir que la construcció de l'anomenat Districte 22@, que té com a objectiu la transformació d'una antiga zona industrial abandonada en un "districte del coneixement", s'hauria de considerar categòricament com un banc de proves per convertir Barcelona en una de les ciutats digitals capdavanteres.

Notar que aquest treball ha sigut desenvolupat de la forma més versàtil possible, donat que encara manca força cosa per fer en aquesta direcció i cal seguir tirant endavant aquests conceptes i aquests mecanismes que ens permetin aconseguir que tot això sigui un èxit i que es pugui continuar avançant en aquest projecte comú. Hi ha moltes idees que s'han comentat aquí, tot i que de segur que d'altres s'han quedat al tinter, i, sens dubte, d'altres que encara no estan inventades i que s'inventaran quan es comenci a empènyer per part de tots i en diversos llocs del món.

Per concloure, dir que la realització d'aquest projecte ha sigut una experiència personal molt gratificadora i, amb aquestes paraules, expressar el meu desig de que Barcelona aconseguixi aquest tipus de lideratge, ja que té una clara diferència, un avantatge competitiu. S'ha de lluitar molt encara, ja que per posar-ho en pràctica requereix una actuació molt més decisiva per part dels principals agents socials, incloses les autoritats locals, però si no s'és competitiu es perd aquesta diferència.

Com a rol d'enginyera, dir que em sento satisfeta per haver assolit els propòsits d'aquest projecte i per haver dedicat un temps que suposa una excel·lent inversió en formació personal per un futur proper.

## ESTUDI D'AMBIENTALITZACIÓ

En aquest apartat es detallen els aspectes relacionats amb l'impacte mediambiental que pugui derivar d'aquest projecte.

Tal i com ja s'ha esmentat, una ciutat intel·ligent és, abans de res, un model de desenvolupament sostenible, que converteix la tecnologia en una gran oportunitat per a tots.

Els principals beneficis que aporta una ciutat intel·ligent són: la eficiència energètica, les reduccions d'emissions de gasos contaminants, la disminució del consum de combustible dels vehicles i la marcada tendència cap a la miniaturització que comporta un estalvi de materials força significatiu.

Tot i aportar grans beneficis no cal descuidar d'altres aspectes que segueixen existint:

- La instal·lació d'alguns sistemes, com ara antenes o lectors RFID, pot veure's afectada en edificis o entorns catalogats com a patrimoni cultural, on no es permeti la modificació de l'entorn i/o l'arquitectura.
- L'impacte visual que pugui generar la instal·lació d'antenes, lectors, receptors, etc. Tot i que cada vegada més, les empreses intenten mimetitzar tots aquests dispositius amb el seu ambient.
- La possible afectació dels sistemes d'emissió d'ones electromagnètiques a l'ésser humà (conegut com l'efecte *Electrosmog*), ja que s'instal·len en escenaris amb un contacte constant.

Tot i que, a dia d'avui, no existeixen encara proves que confirmin l'efecte que provoca la contaminació electromagnètica a l'ésser humà, l'energia emesa per les antenes de telefonia mòbil és dèbil i pel que fa als lectors RFID els nivells d'emissió estan molt per sota dels nivells màxims (20 Watts) que estableixen les lleis de protecció de la salut (regulats per la norma ETSI EN 302208). El nivell emès per un *tag* és extremadament baix i, en el cas dels *tags* passius, no existeix cap tipus d'emissió, excepte en el moment que respon a un lector.

Per tant, es pot considerar que, en aquest aspecte, no hi hauran efectes nocius per al Medi Ambient ni per la salut de les persones.

- La generació de residus sòlids, la utilització de materials no biodegradables i, en algun cas contaminants, requereix un correcte reciclatge una vegada classificats com a deixalles materials.
- Els canvis en l'ús del sòl i la remoció i afectació de la cobertura vegetal.

## BIBLIOGRAFIA

### Definició Urbòtica

- [1] Wikipedia <Online>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Urb%C3%B3tica>

### Computació Ubiqua

- [2] Agustin A. Araya. *Questioning ubiquitous computing*. In Proceedings of the 1995 ACM 23rd annual conference on Computer Science, 230-237, ACM Press, New York (1995).

### Àmbits d'Actuació

- [3] Occidental Petroleum Corporation <Online>  
<http://www.oxy.com>
- [4] Centre turístic d'Ohaio <Online>  
[http://www.greatwolf.com/locations/poconos/utility/pressroom\\_archive.aspx?year=2007&ID=161](http://www.greatwolf.com/locations/poconos/utility/pressroom_archive.aspx?year=2007&ID=161)
- [5] SoftCongres <Online>  
<http://www.softcongres.com>
- [6] Fulham Football Club <Online>  
<http://www.fulhamfc.com>
- [7] Ceditec (Centre de difusió de tecnologies) <Online>  
[www.ceditec.etsit.upm.es/index.php/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,24/](http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,24/)
- [8] Nokia <Online>  
<http://www.nokia.com>
- [9] Taipei Times <Online>  
<http://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2006/11/26/2003337924>
- [10] Residencial Mas d'Anglí <Online>  
<http://www.masangli.com>
- [11] Malaysian Road Transport Department <Online>  
<http://www.jpj.gov.my>
- [12] Campus Tecnològic de la Universitat de Navarra <Online>  
<http://www.tecnun.es>



- [13] Empresa Intermec <Online>  
[http://www.intermec.es/about\\_us/newsroom/press\\_releases/cn3\\_policia\\_1\\_2\\_2006.aspx](http://www.intermec.es/about_us/newsroom/press_releases/cn3_policia_1_2_2006.aspx)
- [14] Stockholm website <Online>  
<http://www.stockholmsforsoket.se>
- [15] DNI electrònic <Online>  
<http://www.dnielectronico.es>
- [16] Portal Tramitefacil del Govern de Xile <Online>  
<http://www.tramitefacil.cl>
- [17] Portal de l'Administració General de l'Estat destinat a la relació del ciutadà amb l'administració pública <Online>  
<http://www.060.es>
- [18] Delta Air Lines <Online>  
<http://www.delta.com>
- [19] RFID Weblog <Online>  
[http://www.rfid-weblog.com/50226711/rfid\\_sewers\\_in\\_germany.php](http://www.rfid-weblog.com/50226711/rfid_sewers_in_germany.php)
- [20] RFID Magazine <Online>  
<http://www.rfid-magazine.com/noticias/detalle.php?id=755>
- [21] Empresa Signaletics <Online>  
<http://www.signaletics.net>
- [22] Transports Metropolitans de Barcelona <Online>  
<http://www.tmb.net>
- [23] Barcelona Mòbil <Online>  
<http://www.bcn.cat/barcelonamobi/ca/welcome.html>
- [24] Projecte e-lens, del MIT <Online>  
[http://mobile.mit.edu/component/option,com\\_deeppockets/task,catShow/id\\_31/Itemid,81](http://mobile.mit.edu/component/option,com_deeppockets/task,catShow/id_31/Itemid,81)
- [25] WildFire, Conferència internacional sobre incendis forestals <Online>  
<http://www.wildfire07.es>

### **Sistema de control del trànsit adaptatiu**

- [26] Web del trànsit de la ciutat de Barcelona <Online>  
<http://www.bcn.es/transit/ca/welcome.html>
- [27] Mapa Continu de trànsit <Online>  
[http://www.gencat.net/transit/marcam\\_mct.htm](http://www.gencat.net/transit/marcam_mct.htm)

- [28] D'Azzo John J., *Sistemas Realimentados de Control*, Paraninfo, 5a. Edició (1965).
- [29] SCOOT, Adaptive traffic control system <Online>  
<http://www.scoot-utc.com>
- [30] TRL, Transport Research Laboratory <Online>  
<http://www.trl.co.uk>
- [31] SCATS, Sydney Coordinated Adaptive Traffic System <Online>  
<http://www.tyco-its.com/home/default.aspx>  
  
<http://www.traffic-tech.com/pdf/scatsbrochure.pdf>
- [32] TRA, Traffic Technology <Online>  
<http://www.trafficechnologytoday.com/events.php>
- [33] California Department of Transportation <Online>  
<http://www.dot.ca.gov/traffic>
- [34] Traffic England <Online>  
<http://www.trafficengland.com/TCC>
- [35] The Weather Network <Online>  
<http://www.theweathernetwork.com>
- [36] Unitat Operativa del Control del Trànsit de Santiago de Xile <Online>  
<http://www.uoct.cl>

## **Tecnologies aplicades**

### **RFID**

- [37] EAN Codes <Online>  
<http://www.officialeancode.com/?engine=adwords!111&match=broad&keyword=ean+bar+codes&gclid=CJqw1YuFg5ICFQIUwod3TGj3A>
- [38] Uniform Code Council <Online>  
<http://www.uc-council.org/>
- [39] EPC Global <Online>  
<http://www.epcglobalinc.org/>
- [40] Wikipedia <Online>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [41] Ctonet <Online>  
[http://www.ctonet.org/documents/RFID\\_analysis.pdf](http://www.ctonet.org/documents/RFID_analysis.pdf)

- [42] Radioptica <Online>  
<http://www.radioptica.com/Radio/rfid.asp>

## DAB

- [43] DAB Barcelona <Online>  
<http://www.dabbarcelona.info/>
- [44] Worldab <Online>  
<http://www.worlddab.org/>
- [45] Radio Televisión Española <Online>  
<http://www.rtve.es/dab>

## DVB-H

- [46] DVB-H Global Mobile TV <Online>  
<http://www.dvb-h.org>
- [47] DVB Project <Online>  
<http://www.dvb.org>
- [48] BMCO Forum <Online>  
<http://www.bmcforum.org>
- [49] NOKIA <Online>  
[http://press.nokia.com/PR/200310/922406\\_5.html](http://press.nokia.com/PR/200310/922406_5.html)

## Tecnologies de xarxa

- [50] Topologia i control en xarxes inalàmbriques i xarxes de sensors <Online>  
<http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/CURSOS/Oct06Marzo07/ComInalamb/TRabajos/TRABAJO3/G1/PROYECTO%203%20-%20GRUPO%201.doc>
- [51] WildFire, Conferència internacional sobre incendis forestals <Online>  
<http://www.wildfire07.es>
- [52] i2cat Fundació <Online>  
[http://www.i2cat.cat/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=7\\_3\\_9](http://www.i2cat.cat/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=7_3_9)
- [53] IEEE Mesh <Online>  
[http://www.ieee802.org/11/Reports/tgs\\_update.htm](http://www.ieee802.org/11/Reports/tgs_update.htm)

## TPEG

- [54] TPEG Forum <Online>  
<http://www.tpeg.org/>
- [55] BBC <Online>  
<http://www.bbc.co.uk/rd/projects/tpeg/index.shtml>
- [56] Travel News <Online>  
<http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/>

## D'altra informació consultada (no referenciada al text)

- [57] Urbòtica <Online>  
<http://www.sodo.isti.cnr.it>  
  
[http://www.sodo.isti.cnr.it/partner/a-c-t/ap-5\\_domotics-lab-e-sodo.ppt](http://www.sodo.isti.cnr.it/partner/a-c-t/ap-5_domotics-lab-e-sodo.ppt)  
  
<http://www.isti.cnr.it/ResearchUnits/Labs/ha-lab/index.html>  
  
<http://spirit.ing.unibs.it/IUM/dida/ium1/CalcoloUbiquo.pdf>  
  
<http://www.project-on-line.it/pages/ita/templates/t1.asp?codice=898>
- [58] Smart Cities <Online>  
[http://www.atinachile.cl/content/view/66740/Smart\\_Cities\\_Innovacion\\_Territorial\\_y\\_Ambiente\\_de\\_Innovacion.html](http://www.atinachile.cl/content/view/66740/Smart_Cities_Innovacion_Territorial_y_Ambiente_de_Innovacion.html)  
  
[http://maxinno.typepad.com/my\\_weblog/2006/04/smart\\_city\\_2020.html](http://maxinno.typepad.com/my_weblog/2006/04/smart_city_2020.html)
- [59] Transports Metropolitans de Barcelona <Online>  
<http://www.tmb.net>
- [60] Ciutat de Barcelona <Online>  
<http://www.bcn.es>
- [61] Barcelona Digital <Online>  
<http://www.bcndigital.org>
- [62] Projecte e-lens Manresa <Online>  
[http://www10.gencat.net/gencat/binaris/DOSSIERPREMSA\\_eLens\\_EDITE\\_D\\_tcm33-39951.pdf](http://www10.gencat.net/gencat/binaris/DOSSIERPREMSA_eLens_EDITE_D_tcm33-39951.pdf)  
  
[http://mobile.mit.edu/component/option,com\\_deeppockets/task,catShow/id\\_31/Itemid,81/](http://mobile.mit.edu/component/option,com_deeppockets/task,catShow/id_31/Itemid,81/)
- [63] TIC i Dependència <Online>  
<http://www.red.es/>

- [64] Unió Europea <Online>  
[www.europa.es](http://www.europa.es)
- [65] Vehicles Intel·ligents <Online>  
<http://www.europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l31103.htm>  
[http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/intelligentcar/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/intelligentcar/index_es.htm)
- [66] Civitas <Online>  
<http://www.civitas-initiative.org/main.phtml?id=&language=es>
- [67] Seguretat en carretera <Online>  
<http://europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l31102.htm>
- [68] Fundació ONCE <Online>  
<http://www.discapnet.es>  
<http://www.fundaciononce.es/>
- [69] MIT Media Lab <Online>  
<http://mobile.mit.edu/classes/ratp/>
- [70] ETSI <Online>  
<http://www.etsi.org>
- [71] UIT <Online>  
<http://www.itu.int/net/home/index-es.aspx>
- [72] EBU <Online>  
<http://www.ebu.ch/>

### **Articles revista PERSASIVE Computing publicada per l'IEEE**

- [73] Anthony D. Joseph, "Works in Progress", *PERSASIVE Computing*, 52-57, 2007
- [74] Jukka Riekkilä, Timo Salminen, Ismo Alakärppä, "Requesting Pervasive Services by Touching RFID Tags", *PERSASIVE Computing*, 40-46, 2006
- [75] Tim Kindberg, Matthew Chalmers, Eric Paulos, "Urban Computing", *PERSASIVE Computing*, 2007
- [76] Masatoshi Arikawa, Keisuke Ohnishi, "NAVITIME: Supporting Pedestrian Navigation in the Real World", *c*, 52-57, 2007

- [77] Arianna Bassoli, Johanna Brewer, Paul Dourish, Karen Martin, Scott Mainwaring, "Underground Aesthetics: Rethinking Urban Computing", *PERVASIVE Computing*, 39-45, 2007



Escola Politècnica Superior  
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# ANNEXOS

**TÍTOL DEL PFC:** TIC i ciutat: Proposta d'integració de tecnologies, sistemes, serveis i aplicacions.

**TITULACIÓ:** Enginyeria de Telecomunicació (Segon Cicle)

**AUTORA:** Jaquet Solé, Noemí

**DIRECTOR:** Berenguer i Sau, Jordi

**DATA:** 21 de Març de 2008





## ANNEX A. TECNOLOGIES APLICADES

### A.1. RFID

#### A.1.1. Introducció

RFID (*Radio Frequency Identification*) és un sistema d'emmagatzematge i recuperació de dades remota que utilitza dispositius denominats etiquetes, transponedors o *tags* RFID.

El propòsit fonamental de la tecnologia RFID és transmetre la identitat d'un objecte (similar a un número de sèrie únic) mitjançant ones de ràdio, capaç d'operar en el marge de freqüències de 50 kHz a 2,5 GHz.

#### A.1.2. Estudi tècnic

##### A.1.2.1. Arquitectura

Un sistema RFID està compost pels següents components:

- **Etiqueta RFID**

Està constituïda per un xip amb una memòria EEPROM i una espira. Aquest xip pot transmetre dades a distància, a una estació lectora i a la vegada pot actualitzar la informació que té emmagatzemada.

Existeixen dos tipus d'etiquetes, les **actives** que són alimentades amb una pila petita i les **passives**, les quals no requereixen cap font d'alimentació interna, s'alimenten a partir de la energia que radia el lector, de forma que només s'activen quan es troba a prop un lector per subministrar-li l'energia necessària. Al no disposar de bateria, són més barates de fabricar que les etiquetes actives.

- **Antena**

El propòsit de l'antena és permetre al xip, el qual conté la informació, transmetre la informació d'identificació de la etiqueta.

- **Lector RFID o transceptor**

Composat per una antena, un transceptor i un descodificador. El lector envia periòdicament senyals per veure si hi ha alguna etiqueta al seu

voltant. Quan capta un senyal d'una etiqueta (la qual conté la informació d'identificació d'aquesta), extrau la informació i li passa al subsistema de processament de dades.

- **Subsistema de processament de dades:** Proporciona els mitjans de procés i emmagatzematge de dades.

El mode de funcionament dels sistemes RFID és simple. L'etiqueta RFID, que conté les dades d'identificació de l'objecte al que es troba adherit, genera un senyal de radiofreqüència amb aquestes dades. Aquest senyal pot ser captat per un lector RFID, el qual s'encarrega de llegir la informació i passar-li, en format digital, a l'aplicació específica que utilitza RFID.

Les dades que pot incloure la etiqueta poden contenir informació diversa, des de la descripció de l'ítem, fins al codi EPC (*Electronic Product Code*) (Fig. A.1) que identifica de forma unívoca al producte. Aquest codi es genera a partir del GTIN (Global Trade Item Number), i consisteix en 96 bits d'informació amb un esquema únic de noms:

|                            |                |                 |                  |
|----------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| 016.37000.123456.100000000 |                |                 |                  |
| Header                     | EPC<br>Manager | Object<br>Class | Serial<br>Number |

**Fig. A.1.** Electronic Product Code

- La **Capçalera** amb 8 bits defineix el nombre, tipus i longitud de les dades següents.
- L'**EPC manager**, consisteix en 28 bits que identifiquen el fabricant o l'ens generador de l'objecte.
- L'**Object Class**, amb 24 bits actua com a mecanisme de seguiment per grups específics com ara el número de lot.
- El **Serial Number**, consisteix en 26 bits que identifiquen de forma única a l'objecte.

#### A.1.2.2. Bandes de freqüències

Els sistemes RFID es classifiquen depenent del rang de freqüències que utilitzen:

- **Banda de baixa freqüència** (entre 125 o 134,2 KHz)

És la banda més provada i la que primer es va utilitzar. Les seves aplicacions més típiques són:

- ✓ Identificació de components en processos de fabricació industrial.
- ✓ Control d'accessos i seguretat.
- ✓ Identificació d'objectes.

- **Banda d'alta freqüència (13,56 MHz)**

Orientat a aplicacions de gran volum d'etiquetes de baix cost. Les seves aplicacions més típiques són:

- ✓ Control de llibres en biblioteques.
- ✓ Etiquetes de tintoreria/bugaderia.
- ✓ Etiquetes anti-furt.

- **Banda de freqüència ultraelevada (de 868 a 956 MHz)**

S'utilitzen en aplicacions que requereixen un gran volum d'etiquetes amb un cost reduït. Les seves aplicacions més típiques són:

- ✓ Seguiment de caixes, contenidors, etc. a través de portes d'accés.
- ✓ Control i seguiment d'objectes en les entrades i sortides d'edificis.

- **Etiquetes actives (2,5 GHz)**

Aquest tipus d'etiquetes es caracteritzen perquè incorporen bateries i les antenes són actives. La vida útil d'aquestes bateries s'estima en cinc anys.

La Taula A.1 mostra les especificacions tècniques de les etiquetes depenent de la banda de freqüència que utilitzin:

**Taula A.1** Especificacions tècniques de les etiquetes RFID

| Banda de ús | Tipus              | Abast        | Preu per etiqueta |
|-------------|--------------------|--------------|-------------------|
| 125 KHz     | Actives / Passives | 0,1 metres   | 0,25 € a 15 €     |
| 13,56 MHz   | Actives / Passives | 0,3 metres   | 0,25 € a 3,5 €    |
| 915 MHz     | Actives / Passives | 3 a 7 metres | 0,08 € a 3,5 €    |
| 2,5 GHz     | Actives            | 200 metres   | 10 € a 25 €       |

Tal i com es pot observar, a major freqüència més abast té el sistema. Per freqüències elevades és obligatòria la utilització de font d'alimentació interna a l'etiqueta, fet que dispara el cost de la mateixa.

### **A.1.3. Aplicacions**

A continuació es llisten d'altres possibles aplicacions de la tecnologia RFID:

- Telemetria.
- Telemàtica.
- Control d'estocs, inventaris automàtics, etc.
- Seguiment, control i monitoratge de bens.
- Seguiment de bens en una cadena d'alimentació.
- Sistemes de pagament.
- Permet introduir millores en la gestió de magatzems i en el control d'estocs: conèixer de forma immediata quants productes hi ha, de quin tipus, on són, etc.
- En combinació amb sistemes de sensors, es pot conèixer en quin àmbit ha estat un producte, en quines condicions ambientals d'exposició, etc.
- Identificació de persones.
- Control de persones: teleassistència, telemonitoratge, etc.

### **A.1.4. Avantatges enfront a d'altres tecnologies**

Una de les avantatges de l'ús de radiofreqüència (en lloc, per exemple, d'infrarojos) és que no requereix visió directa entre emissor i receptor.

Si bé els seus inicis es situen a l'entorn del 1940, és en l'actualitat quan ha experimentat un gran creixement degut a les avantatges que proporciona en front al codi de barres:

- El codi de barres és més barat, però no és de tanta durada; només porta la "matrícula" del producte.
- Les etiquetes RFID són molt més duradores i reciclables; la seva memòria pot ser modificada, actualitzada i reprogramada.

- No precisen de contacte físic entre la etiqueta i el lector.
- Es llegeixen a distància.
- Les etiquetes es poden usar de forma repetitiva.
- Poden operar en condicions extremes de temperatura i humitat.
- No es necessari que hi hagi línia de vista entre el lector i l'etiqueta degut a la freqüència d'operació en què treballen (propagació per difracció).

D'altres avantatges que proporciona són les següents:

- L'efecte de la miniaturització.
- Estan disponibles en formes i materials diversos.
- Presenten una taxa d'errors molt baixa.
- Presenten un cost de manteniment baix.
- La integració amb altres sistemes sense fils.
- El baix cost de fabricació.
- Les tècniques de control remot.
- La integració amb IPv6

### **A.1.5. Estandardització**

La implantació de la tecnologia RFID requereix de la utilització d'estàndards per adequar codis, protocols, freqüències, etc. als lectors i als processos i aplicacions de lectura.

El llenguatge PML (*Physical Markup Language*), basat en XML, s'ha convertit en el nou llenguatge estàndard per descriure els objectes. S'utilitza en les bases de dades de registre de RFID i en el processos de cerca.

El paper que com a organismes d'estandardització en l'àmbit dels codis de barres tenien la EAN (veure [37]) i l'UCC (veure [38]), ara en l'àmbit de la RFID el té l'EPCglobal (veure [39]). Tot i així encara s'està treballant en la elaboració d'estàndards.

Les etiquetes RFID de baixa freqüència i d'alta freqüència es poden utilitzar de forma global sense necessitat de llicència.

(Fonts consultades: Veure [37], [38],[39], [40], [41]).

## **A.2. DAB**

### **A.2.1. Introducció**

El sistema DAB (*Digital Audio Broadcasting*) va néixer l'any 1987 com un projecte europeu denominat Eureka 147.

DAB, més conegut com ràdio digital, és un sistema molt robust dissenyat per a receptors, tant domèstics com portàtils i, especialment, per a la recepció en mòbils; per difusió via satèl·lit i per difusió terrestre. A més d'àudio permet també introduir dades. Aquesta tecnologia no té els problemes de la FM quan es reben molts senyals de diferents punts: del propi transmissor i d'altres reflexions, dispersions i difracció que varien amb el temps. El que s'aconsegueix amb el sistema DAB és que la major part dels senyals que entren al receptor es sumen, és a dir, que contribueixin positivament a la recepció.

És un sistema que està utilitzant una tecnologia que, possiblement avui en dia no sigui la més idònia, però això és normal, ja que desenvolupar i normalitzar un sistema i posar-lo en funcionament porta temps. Tot i això, la ràdio digital aporta grans avantatges en front a la ràdio analògic.

### **A.2.2. Estudi tècnic**

#### *A.2.2.1. Arquitectura*

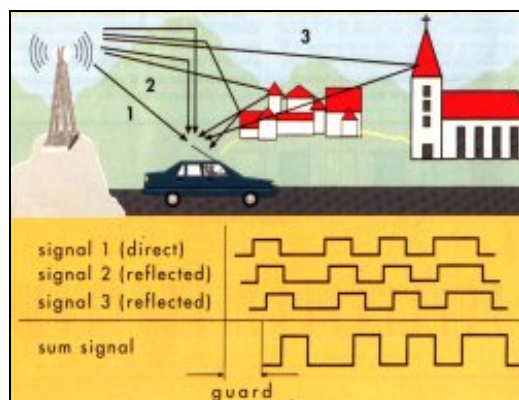
Les principals característiques són les següents:

- **Eficiència en la utilització de l'espectre i la potència**

S'utilitza un únic bloc per una xarxa nacional, territorial o local terrenal, amb transmissors de baixa potència.

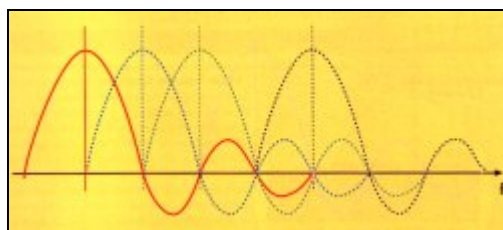
- **Millores en la recepció**

Mitjançant el sistema DAB es superen els efectes de la propagació multicamí, deguda a les reflexions en edificis, muntanyes, etc. (Fig. A.2), que es produeix en els receptors estacionaris, portàtils i mòbils i es protegeix la informació en front a interferències i pertorbacions.



**Fig. A.2.** Propagació multicamí

Aquestes millores s'assoleixen mitjançant la transmissió COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex*) que utilitza un sistema de codificació per a substituir la informació entre un elevat nombre de freqüències. El principi de la modulació ortogonal es basa en que els màxims de cada portadora es fan coincidir amb els zeros de les altres, tal i com es pot apreciar a la Fig. A.3:



**Fig. A.3.** Modulació COFDM

És un múltiplex per divisió en freqüències ortogonals en el qual es realitza una codificació. Per una banda, la codificació introdueix redundància per poder detectar els errors de transmissió i corregir-los i, a més, es sistema utilitza diversitat en el temps, diversitat en espai i diversitat en freqüència.

La diversitat en temps s'assoleix mitjançant un entrellaçat en el temps de tota la informació, de forma que si hi ha alguna pertorbació, al tenir la informació distribuïda és possible recuperar-la millor.

Amb la diversitat en freqüència s'aconsegueix que la informació es distribueixi de manera discontinua en tot l'espectre del canal i es vegi menys afectada per les pertorbacions.

I amb la diversitat en espai, que es pugui enviar des de diferents centres emissors i que tot ells contribueixin positivament creant una xarxa de

freqüència única i, així mateix, que les reflexions del senyal contribueixin positivament al receptor.

- **Rang de freqüències de transmissió**

El sistema DAB està dissenyat per poder funcionar en el rang de freqüències de 30 MHz a 3.000MHz.

- **Distribució**

Es pot realitzar per satèl·lit i/o transmissions terrenals o per cable, utilitzant diferents modes que el receptor detectarà automàticament.

- **Qualitat de so**

És equivalent a la del Disc Compacte (CD). El sistema DAB aprofita l'efecte d'emascament que es produeix degut a les característiques psicoacústiques de la oïda humana, ja que no és capaç de percebre tots els sons presents en un moment donat. Quan hi ha dos senyals molt propers en freqüència i un d'ells és més fort que l'altre, el senyal que té nivell inferior normalment queda emmascarat i no es possible escoltar-lo i per tant no és necessari transmetre els sons que no són audibles.

D'aquesta forma s'aconsegueix disminuir l'amplada de banda que es necessita per transmetre. Reduint per sis la informació es possible emetre sis programes, utilitzant la capacitat originalment necessària per un programa.

En realitat es transmet de forma continua un "contenedor" d'informació. Per una banda s'envia la informació del seu contingut i la seva configuració, per a permetre al receptor conèixer de forma molt ràpida el que s'envia i seleccionar qualsevol dels continguts (programes). Per una altra banda també s'envien els programes d'àudio i d'altres serveis addicionals i, dins de cada programa d'àudio es poden introduir dades associades a aquest programa, com pot ser, per exemple, un mapa meteorològic quan s'estigui informant sobre el temps.

S'utilitza un sistema de compressió de so originalment anomenat *Musiram* i que després es va normalitzar anomenant-se MPEG2 o MP2. És un sistema molt semblat al MP3 però necessita menor capacitat de processament que aquest.

- **Multiplexat**

De manera anàloga a com s'entra en un multicine on s'exhibeixen varies pel·lícules i se'n selecciona una d'elles, és possible "entrar" en un múltiplex DAB i seleccionar entre varis programes d'àudio o serveis de dades. El sistema DAB permet multiplexar diferents programes i serveis



de dades per formar un bloc i ser emesos juntament, obtenint la mateixa àrea de servei per a tots ells.

- **Capacitat**

Cada bloc (múltiplex) té una capacitat útil d' aproximadament 1,5 Mbps, el que permet transportar, per exemple, sis programes en estèreo de 192 Kbps cada un, amb la seva corresponent protecció i varis serveis addicionals.

- **Flexibilitat**

Els serveis poden estructurar-se i configurar-se dinàmicament. Els sistema pot acomodar velocitats de transmissió entre 8 i 380 Kbps incloent la protecció adequada.

- **Servei de dades:** A més del senyal d'àudio digitalitzat, al múltiplex es transmeten d'altres informacions:

- ✓ **El canal d'informació**, que transporta la configuració del múltiplex, informació dels serveis, data i hora, serveis de dades generals com: radiocerca, sistema d'avís d'emergència, informació del tràfic, sistema de posicionament global, etc. Les dades associades al programa es dediquen a la informació directament relacionada amb les programes d'àudio: títols musicals, autor, text de les cançons en varis idiomes, etc.
- ✓ **Els serveis addicionals**, són serveis que van dirigits a un grup reduït de usuaris, com per exemple, cancel·lació de targetes de crèdit robades, enviament d'imatges i textos a taulers d'anuncis electrònics, etc. Totes aquestes dades es reben a través d'una pantalla incorporada al receptor.
- ✓ **La cobertura**, que pot ser local, regional, nacional i supranacional. El sistema és capaç d'afegir constructivament els senyals procedents de diferents transmissors al mateix canal, el que permet establir xarxes de freqüència única per cobrir una àrea geogràfica determinada en la que és possible utilitzar petits transmissors per cobrir les zones d'ombra deixats per aquests.

A Espanya, el "Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora Digital Terrenal" estableix els diferents múltiplex nacionals, autonòmics i locals.

Existeix un **múltiplex nacional sense desconexions**. És un múltiplex que ha de transmetre en tot moment la mateixa informació a tota Espanya. És el múltiplex anomenat de freqüència única (FUE) pel qual s'emeten els programes: "Radio 1", "Radio Clásica", "Radio 3", "Radio 5 Todo Noticias", "Consortio Comeradisa" i "Grupo Godó".

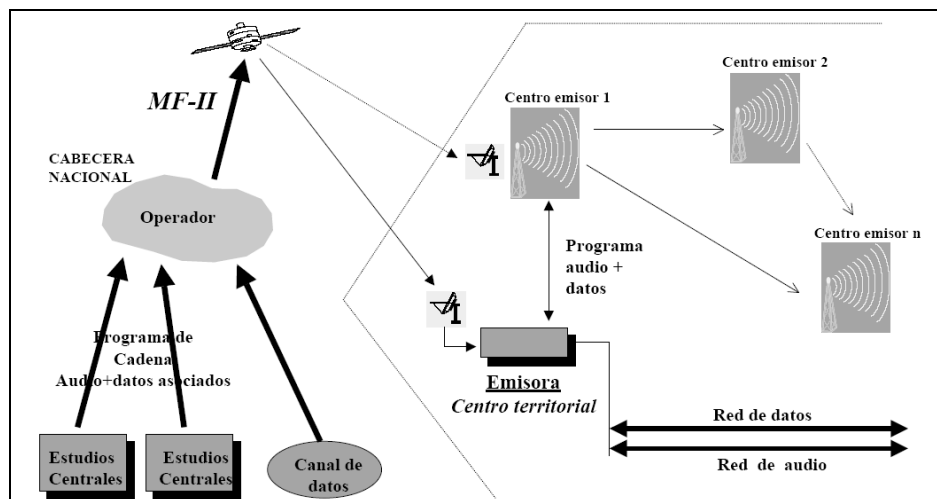
A més d'aquest múltiplex hi ha dos **múltiples nacionals que permeten desconexions territorials**, anomenats "MFI" i "MFII". Al "MF-I", pels quals s'emeten dos programes de "Radio Nacional": "Radio 1" i "Radio 5 Todo Noticias", i quatre més d'emissores privades.

S'han planificat també els **múltiplex autonòmics**. A cada comunitat autònoma se li han assignat dos múltiples amb sis programes en cada un d'ells, dels quals la pròpia autonomia pot reservar-se fins a tres programes, i els altres tres assignar-los a concessionaris.

També s'han planificat els **múltiplex per a la ràdio local**. La ràdio digital s'ha planificat no per un punt determinat, ni per una localitat, sinó per una comarca o territori entorn a aquesta localitat; utilitzant la mateixa freqüència, de forma que es pugui cobrir amb un únic transmissor o amb varis transmissors en la mateixa freqüència, ja que aquesta tecnologia ho permet.

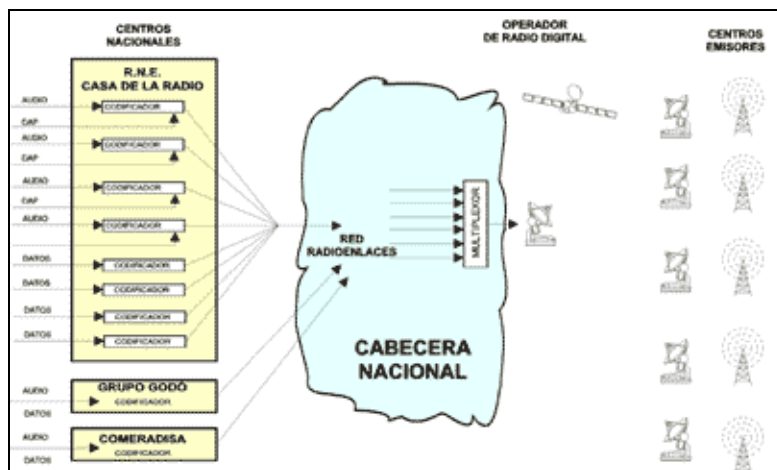
A l'igual que s'han planificat múltiplex nacionals amb una mateixa freqüència per cada província, a l'àmbit local es disposa d'una mateixa freqüència per a tota una comarca o territori.

L'esquema de distribució de la xarxa amb desconexions nacionals és el que es mostra a la Fig. A.4. Els radiodifusors envien un programa a la capçalera nacional on es multiplexen tots els programes i s'envien per satèl·lit. Aquest es rep a les emissores territorials, que podran introduir el seu propi programa si fos necessari, que el tornen a remetre a l'operador per distribuir-lo als centres emissors.



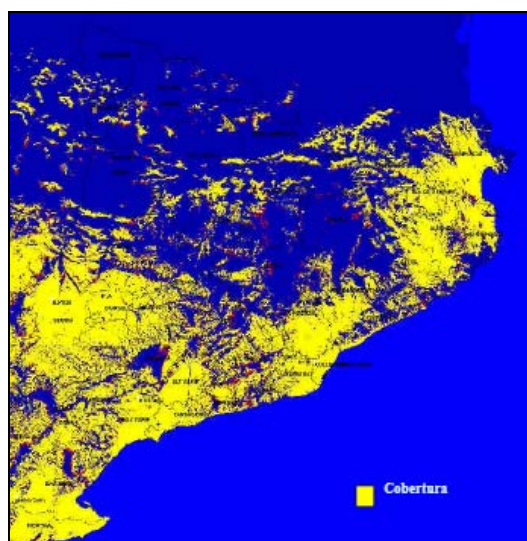
**Fig. A.4.** Xarxa Nacional amb desconexions

L'esquema de distribució de la xarxa nacional sense desconexions és molt més simple, la qual es mostra a la Fig. A.5. Simplement s'envia el programa a la capçalera nacional i aquesta l'envia al satèl·lit per a distribuir-lo directament als centres emissors.



**Fig. A.5.** Xarxa Nacional sense desconnexions

La figura Fig. A.6 mostra la cobertura de ràdio digital a Catalunya:



**Fig. A.6.** Cobertura DAB a Catalunya

Les figures d'a continuació (Fig. A.7 i Fig. A.8) mostren els diagrames descriptius del procés tècnic de la generació i recepció del senyal DAB:

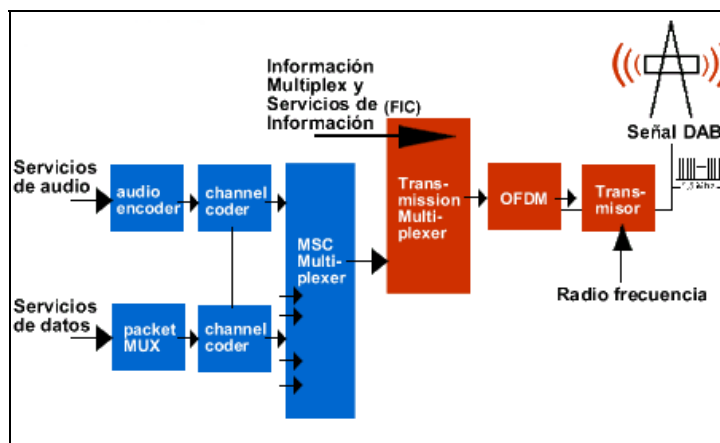


Fig. A.7. Generació del senyal DAB

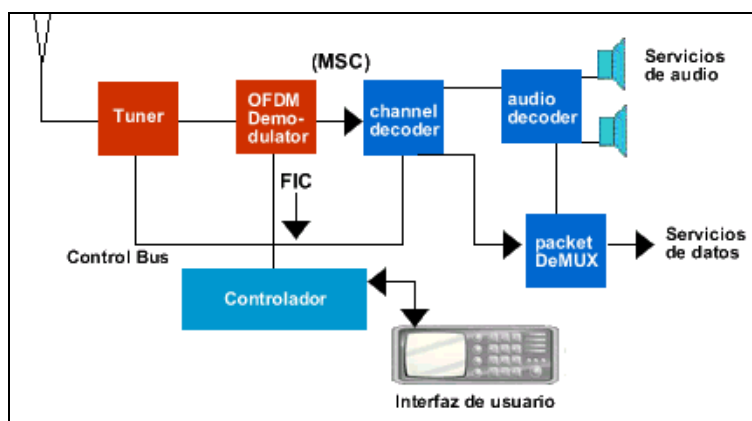


Fig. A.8. Recepció del senyal DAB

### A.2.3. Aplicacions

El sistema DAB proporciona radiodifusió digital multiservei d'alta qualitat, destinada a receptors mòbils, portàtils i fixes, tant per a radiodifusió terrestre com per a radiodifusió per satèl·lit. És un sistema flexible que permet una àmplia gamma d'opcions de codificació dels programes, de les dades associades als programes radiofònics i dels serveis de dades addicionals.

### A.2.4. Avantatges enfront a d'altres tecnologies

La ràdio digital proporciona grans avantatges enfront a la ràdio analògica:

- Senyal sense distorsions.
- Gran qualitat de so (comparable a un CD).

- Millor aprofitament de l'espectre radioelèctric, ja que permet introduir molts canals i amb això molts programes, és a dir, pràcticament es multiplica la capacitat de programes utilitzant el mateix espectre.
- Nous serveis multimèdia interactius: text, imatges, mapes, jocs, etc.
- La possibilitat d'obtenir a la mateixa freqüència, la mateixa emissora sense canviar de dial, ja que el receptor s'encarregarà de trobar el repetidor més proper o elegint una opció (deports, ràdios lliures, etc.) el receptor et busca les emissores locals que emetin aquest tipus de programes.
- Permet emetre un gran nombre de programes per múltiples, depenent de la qualitat que es requereixi.
- Serveis de valor afegit: música, mapes de ruta de viatge, etc. Combinant DAB amb GSM i GPS es pot enviar informació de mapes, rutes de viatges als cotxes, etc.
- Per mitjà del sistema de transmissió es poden emetre programes específics per barris, ciutats o regions.

### **A.2.5. Estandardització**

Les recomanacions de la UIT que recullen les característiques tècniques del sistema són la BS.1114 (per a la difusió terrestre) i la BS.1130 (per a la difusió via satèl·lit).

Pel que fa a la normativa europea, aquesta s'especifica a l'estàndard ETS 300 401 de la ETSI.

(Fonts consultades: Veure [43], [44], [45]).

## **A.3. DVB-H**

### **A.3.1. Introducció**

DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld*) és un estàndard obert desenvolupat pel Projecte internacional DVB (*Digital Vídeo Broadcasting*) i publicat per l'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), per a la transmissió de continguts *broadcast* a terminals mòbils portàtils.

DVB-H combina la compressió de vídeo i el sistema de transmissió de DVB-T, estàndard utilitzat per la TDT (*Televisió Digital Terrestre*) amb elements específics per a terminals mòbils portàtils: mobilitat, pantalles i antenes petites, cobertura interior, bateria limitada i difícils condicions de recepció.

DVB-H significa gran amplada de banda i grans velocitats de transmissió, independentment del nombre de receptors.

### A.3.2. Estudi tècnic

Les principals característiques i requeriments d'aquest nou estàndard són les següents:

- Necessitat de reduir el consum, donat que està enfocat a terminals mòbils portàtils.
- Receptor amb una sola antena i de dimensions reduïdes.
- Bon comportament en entorns mòbils (C/N, Doppler, soroll impulsiu, esvaïments) tant en interiors com exteriors.
- Possibilitat d'implementar xarxes extenses de freqüència única.
- Possibilitat de coexistència de serveis DVB-H i DVB-T en un mateix canal.
- Canals d'amplada de banda de 8 MHz.
- Velocitat de les dades menor que DVB-T (4-5 Mbps) → 128-384 Kbps.
- Contingut en forma de paquets IP.
- Velocitat màxima d' aproximadament 350 Km/h [en mode 4k (4000 portadores)].
- Possibilitat de realitzar *handover*.

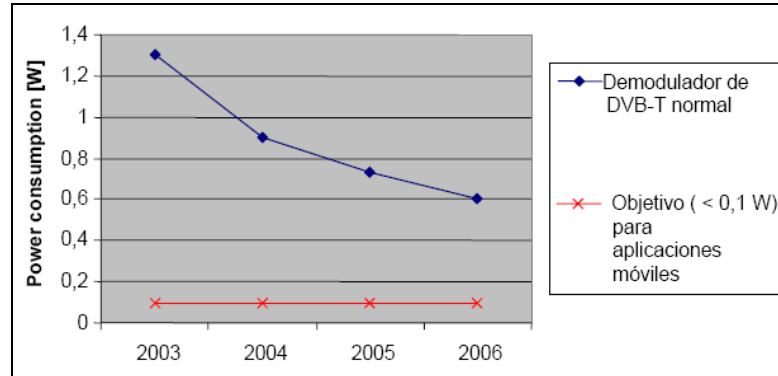
DVB-H és una extensió de DVB-T amb algunes funcions compatibles entre ambdues tecnologies:

#### A.3.2.1. *Time Slicing*

Les principals característiques d'aquesta funció són:

- El receptor només “escolta” en certs intervals de temps (indicats a les taules PSI), el que permet una reducció dràstica del consum (al voltant del 90%).

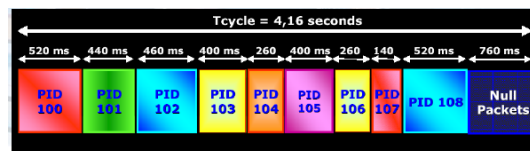
La figura Fig. A.9 representa el consum dels receptors (Potència en Watts) per ambdós tecnologies, DVB-T i DVB-H, en els darrers anys.



**Fig. A.9.** Consum receptors DVB-T i DVB-H

S’observa que el consum per a receptors DVB-T ha disminuït dràsticament, i per receptors DVB-H s’ha aconseguit fixar-lo per sota dels 0,1 W.

- Permet la gestió del *handover*, ja que possibilita la recepció d’altres canals durant els temps entre ràfegues (Fig. A.10).

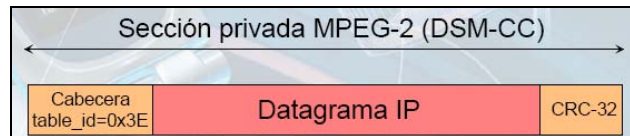


**Fig. A.10.** Time Slicing

#### A.3.2.2. Inserció de dades IP

Les principals característiques d’aquesta funció són:

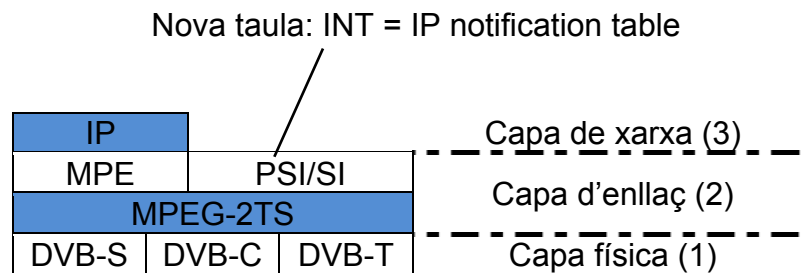
- Els datagrames IP s’encapsulen en seccions privades DSM-CC (*Digital Storage Media – Command and Control*), tal i com mostra la Fig. A.11:



**Fig. A.11.** Inserció de dades IP

- L'encapsulat IP permet l'enviament de les dades en ràfegues.
- S'utilitza el mecanisme MPE (Multiprotocol Encapsulation).
- Es realitza segons l'estàndard ETSI EN 301 192.

A continuació, la Fig. A.12 mostra les capes de la torre OSI (de la 1 a la 3) en MPE:



**Fig. A.12.** Capes OSI en MPE

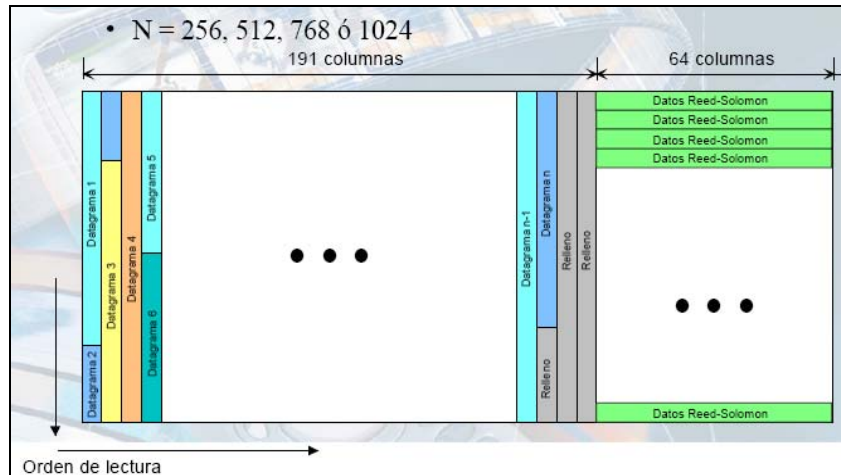
#### A.3.2.3. Protecció addicional de les dades (MPE-FEC)

El nou estàndard proposa una solució de protecció addicional de les dades anomenada MPE-FEC (*Multi Protocol Encapsulation/Forward Error Correction*).

Les principals característiques són:

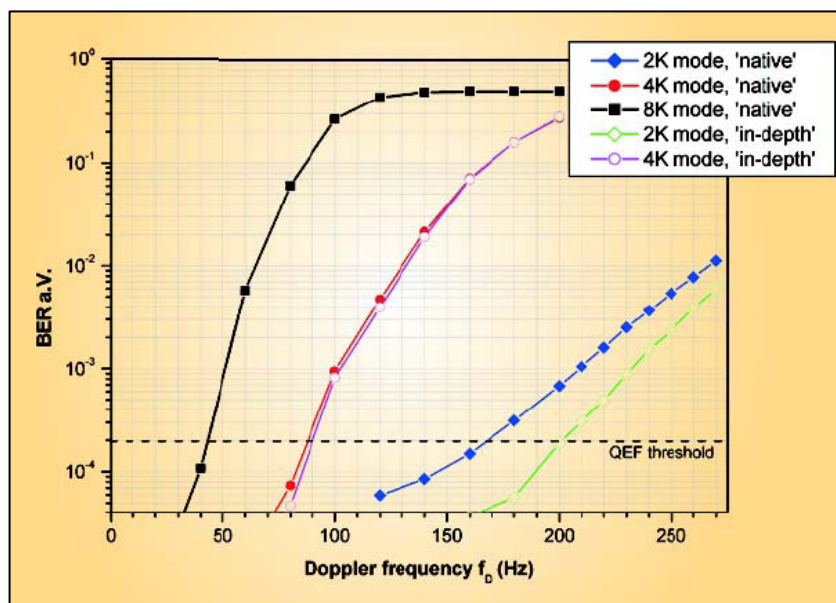
- DVB-H afegeix informació per a la recuperació d'errors al senyal de banda base amb l'objectiu de millorar l'eficiència del sistema en entorns mòbils i amb presència de soroll impulsiu, minimitzar l'efecte Doppler i els requeriments en la relació Senyal/Soroll (S/N).
- Aquesta informació es codifica mitjançant el sistema *Reed-Solomon*. Es realitza un entrellaçat en el bloc dels bytes *Reed-Solomon* mitjançant la escriptura en sentit horitzontal i lectura en sentit vertical. Es defineix un bloc de 255 columnes i N files tal i com mostra la Fig. A.13.





**Fig. A.13.** Codificació *Reed Solomon*

La següent figura (Fig. A.14) representa la comparació de la probabilitat d'error de bit (BER) pels tres modes OFDM en funció de la freqüència Doppler, en el comportament en recepció mòbil. S'observa que a mesura que el mòbil es mou, és a dir que augmenta la freqüència Doppler, la probabilitat de bit també augmenta. (Veure [72])



**Fig. A.14.** Comparació dels tres modes OFDM (BER en funció de la freqüència Doppler)

Les taules d'a continuació (Taula A.2, Taula A.3 i Taula A.4) mostren el guany en S/N mínima per a diferents entorns:

### Taula A.2 Guany recepció mòbil en cotxe

(Guany promig  $\approx$  5-7 dB)

|             | DVB-T                       |                        |      | DVB-H     |      |      | MPE/FEC Guany |     |
|-------------|-----------------------------|------------------------|------|-----------|------|------|---------------|-----|
|             | Carretera<br>* <sub>1</sub> | Urbà<br>* <sub>2</sub> | Lab  | Carretera | Urbà | Lab  | Camp          | Lab |
| A QPSK 1/2  | 13,0                        | 8,5                    | 13,5 | 8,5       | 4,0  | 7,5  | 4,5           | 6,0 |
| B QPSK 1/2  | 16,0                        | 14,0                   | 16,5 | 11,0      | 11,0 | 10,5 | 4,0           | 6,0 |
| A 16QAM 2/3 | 21,0                        | 24,0                   | 23,5 | 16,0      | 16,0 | 16,5 | 6,5           | 7,0 |
| B 16QAM 2/3 | 26,5                        | 23,0                   | 26,5 | 18,5      | 18,0 | 18,5 | 6,5           | 8,0 |
| C 16QAM 2/3 | 24,0                        | 30,0                   | 26,5 | 16,5      | 21,0 | 18,5 | 8,3           | 8,0 |

\*<sub>1</sub> Velocitat entorns urbans: 10-50 Km/h; \*<sub>2</sub> Velocitat per carretera: 50-130 Km/h

### Taula A.3 Guany recepció portàtil en interiors

|             | DVB-T    |      | DVB-H    |      | MPE/FEC Guany |     |
|-------------|----------|------|----------|------|---------------|-----|
|             | Interior | Lab  | Interior | Lab  | Camp          | Lab |
| A 16QAM 2/3 | 14,5     | 19,5 | 13,5     | 16,5 | 1,0           | 3,0 |
| B 16QAM 2/3 | 26,0     | 23,5 | 18,0     | 19,5 | 8,0           | 4,0 |
| C 16QAM 2/3 | 31,0     | 23,5 | 21,0     | 19,5 | 10,0          | 4,0 |

### Taula A.4 Guany recepció portàtil en exteriors\*<sub>3</sub>

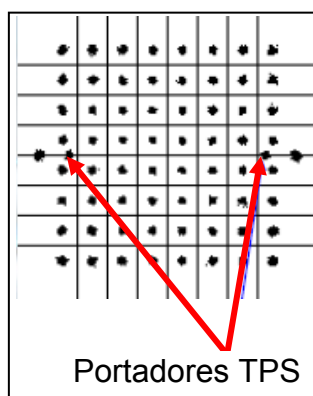
(Guany promig  $\approx$  2-4 dB)

|             | DVB-T   |      |      | DVB-H     |      |      | MPE/FEC Guany |     |
|-------------|---------|------|------|-----------|------|------|---------------|-----|
|             | Suburbà | Urbà | Lab  | Carretera | Urbà | Lab  | Camp          | Lab |
| A QPSK 1/2  | 6,0     | 7,0  | 11,5 | 5,0       | 4,0  | 7,0  | 2,0           | 4,5 |
| B QPSK 1/2  | 12,5    | 14,0 | 15,0 | 10,5      | 10,5 | 11,5 | 2,8           | 3,5 |
| C QPSK 1/2  | 15,5    | 17,0 | 15,0 | 13,5      | 13,5 | 11,5 | 2,8           | 3,5 |
| A 16QAM 2/3 | 15,5    | 17,5 | 19,5 | 14,0      | 14,0 | 16,5 | 2,5           | 3,0 |
| B 16QAM 2/3 | 20,5    | 24,5 | 23,5 | 17,5      | 18,0 | 19,5 | 4,8           | 4,0 |
| C 16QAM 2/3 | 24,0    | 25,0 | 23,5 | 20,0      | 20,0 | 19,5 | 4,5           | 4,0 |

\*<sub>3</sub> v<10 Km/h

#### A.3.2.4. Utilització dels bits reservats de la trama TPS (Transmitter Parameter Signalling)

- Permet la senyalització de manera ràpida de la existència de serveis DVB-H en un canal, veure Fig. A.15.
- Un receptor no necessita descodificar el senyal per a tenir aquella informació.
- Faciliten el *handover*, donat que el receptor pot escanejar, en el temps entre ràfegues, altres freqüències per trobar aquella que li subministri una major potència i arribat el cas, executar el *handover*.
- Un receptor no DVD-H simplement ignora aquesta senyalització.



**Fig. A.15.** Senyalització TPS (*Transmitter Parameter Signalling*)

A continuació es llisten les noves funcions exclusives de DVB-H:

#### A.3.2.5. Addició d'un nou mode FFT: 4k

Les principals característiques d'aquest mode són:

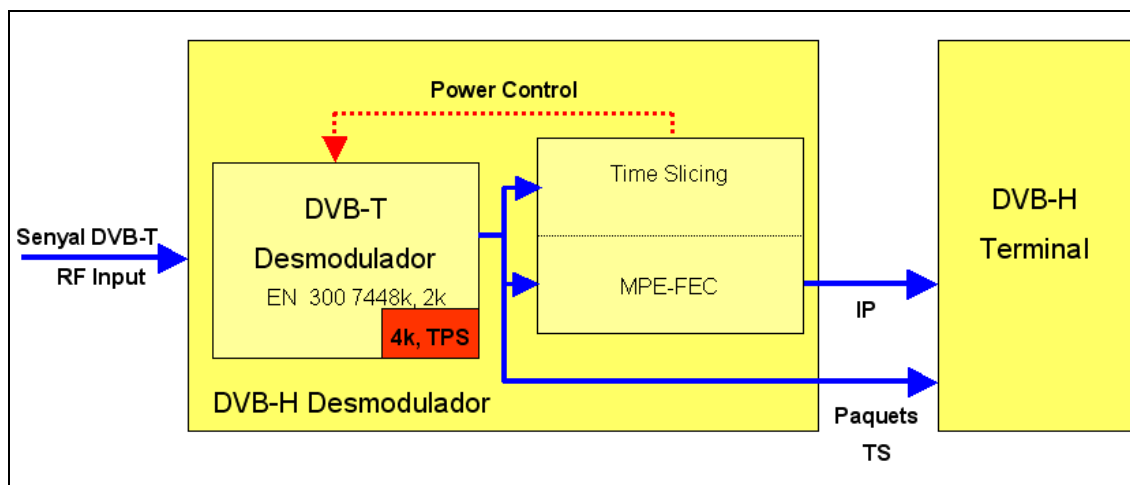
- Solució de compromís entre qualitat de recepció en moviment i grandària de la xarxa entre els modes 2k (2048 portadores) i 8k (8192 portadores).
- Utilitza el mode 4k (4096 portadores).
- Suporta velocitats de recepció majors que el mode 8k i major capacitat per a implementar xarxes SFN que el mode 2k.

Existeix la possibilitat d'ampliar el rang de l'entrellaçador intern en mode 2k i 4k:

- Aprofita la memòria que s'utilitzaria per al mode 8k.
- Per a l'entrellaçat en mode 4k s'utilitzen les dades de 2 símbols OFDM i de 8 símbols en mode 2k.
- Protecció addicional contra soroll impulsiu i esvaïments lents ( $v < 10$  Km/h).

#### A.3.2.6. Arquitectura

L'estructura conceptual d'un receptor DVB-H es representa a la Fig. A.16. Inclou un desmodulador de DVB-H i un terminal de DVB-H. El desmodulador de DVB-H inclou un desmodulador de DVB-T, un mòdul de *time-slicing* i un mòdul de MPE-FEC. El desmodulador de DVB-T recupera les trames de transport MPEG-2 del senyal de DVB-T rebut per RF. Ofereix tres modes de transmissió 8K, 4K i 2K amb la corresponent senyalització del paràmetre del transmissor (TPS).



**Fig. A.16.** Estructura conceptual d'un receptor de DVB-H

A continuació, a la Fig. A.17, es mostra l'esquema de transmissió/recepció d'un servei de DVB-H:

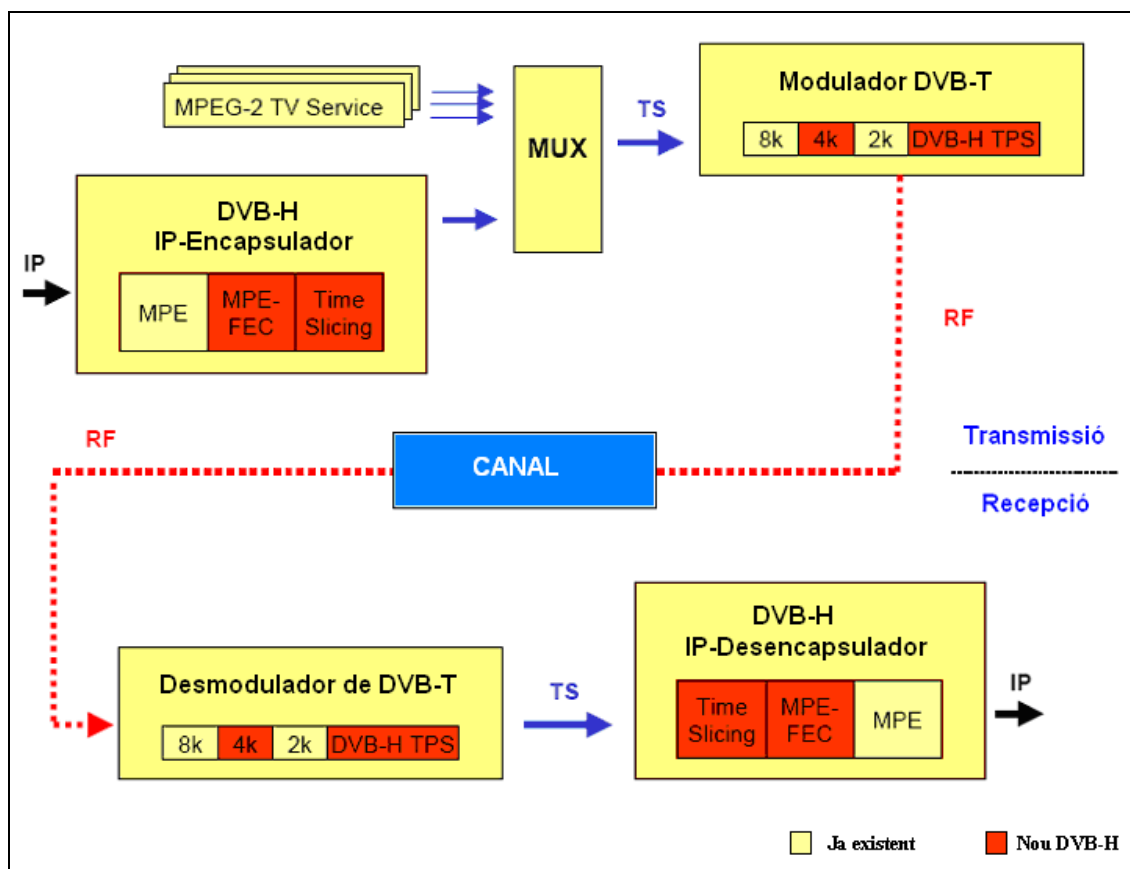


Fig. A.17. Esquema de transmissió/recepció de servei DVB-H

### A.3.3. Aplicacions

El fòrum de Datacast IP ha definit quatre principals categories de servei, disponibles tant en interiors, exteriors, com en vehicles a altes velocitats:

- **Serveis d'oci:** Contingut audiovisual (TV mòbil), jocs (visualització i descàrrega), etc.
- **Serveis d'informació:** Descàrrega d'informació, notícies, informació meteorològica, viatges, etc.
- **Serveis e-commerce:** Publicitat, enllaços a canals e-commerce, etc.
- **Serveis professionals:** Fora de l'espectre *broadcast*.

### A.3.4. Avantatges enfront a d'altres tecnologies

- És un estàndard obert amb suport i solucions de més de 60 fabricants.
- Estàndard flexible amb un ampli ventall d'opcions de disseny.
- Baix consum amb un alt *throughput*, permetent més de 30 serveis multiplexats.
- Pot compartir l'espectre amb l'existent DVB-T.
- Basat en DVB-T amb els mínims canvis.
- Complexitat baixa.
- Satisfà la majoria de requisits comercials.
- Permet el *handover*.
- Permet el xifrat IP.

### A.3.5. Estandardització

DVB-H està basat en l'estàndard DVB-T de televisió digital terrestre, però ajustant-se als requeriments especials dels receptors DVB-H.

La especificació del sistema DVB-H es recull en els següents estàndards:

- DVB-T (ETSI EN 300 744, annexes ETSI E i F): Capa física.
- DVB-SI (ETSI EN 300 468): Codificacions dels descriptors.
- DVB-DATA (ETSI EN 301 192): Inserció de dades IP amb MPE FEC i "*In-depth interleaving*".
- EN 302 304: Sistema de transmissió DVB-H.

(Fonts consultades: Veure [46], [47], [48] , [49]).

## A.4. TECNOLOGIES DE XARXA

### A.4.1. Introducció

En aquest apartat s'expliquen les tecnologies de xarxa aplicables a l'entorn de la urbòtica, és a dir xarxes Ad-Hoc combinades amb tecnologia GPS/GPRS.

El terme Ad-Hoc significa, literalment, "per a això". Generalment es refereix a una solució elaborada específicament per un problema o fi precis i, per tant, no és generalitzable ni utilitzable per a d'altres propòsits.

Donat que s'utilitza per a referir-se a quelcom que és adequat solament per a un determinat fi, a l'apartat A.4.2 Estudi Tècnic, es particularitza pel cas de detecció precoç d'incendis forestals.

#### A.4.1.1. Xarxes Ad-Hoc

Les xarxes Ad-Hoc són la última frontera en comunicació sense fils. Aquesta tecnologia permet als nodes de les xarxes comunicar-se directament entre cada usuari emprant transmissors sense fils (a través de camins multisalts) sense la necessitat de barrejar infraestructura.

Es distingeix clarament les propietats de les xarxes Ad-Hoc, amb respecte de les tradicionals xarxes sense fils, com les xarxes cel·lulars i xarxes sense fils LAN, en els seus nodes (per exemple, els usuaris de telèfons mòbils) per a comunicar-se entre usuaris han d'utilitzar una estació base (antena de ràdio sense fils).

A continuació es detallen algunes de les propietats dels escenaris típics d'aplicació d'una xarxa Ad-Hoc:

- **Xarxes heterogènies**

Una xarxa Ad-Hoc típica està composta de dispositius heterogenis (telèfons mòbils, PDA's, walkie-talkies, laptops, etc.). Per un funcionament exitós de la xarxa de comunicacions és fonamental que aquests diversos dispositius siguin capaços de comunicar-se entre ells.

- **Mobilitat**

En una xarxa Ad-Hoc típica, la majoria de nodes són mòbils.

- **Xarxes relativament disperses**

L'adopció de sistemes de xarxes Ad-Hoc és justificada quan els nodes que componen la xarxa són geogràficament dispersats. De fet, si els

nodes de la xarxa estan molt propers entre si, la comunicació sense fils d'un salt és possible i la comunicació multisalt entre nodes no és necessària.

#### A.4.1.2. Xarxes sense fils de sensors (WSN)

Les WSN (*Wireless Sensor Network*), xarxes de sensors sense fils, són un tipus particular de xarxes Ad-Hoc on els nodes són sensors "intel·ligents", que són dispositius petits (aproximadament de la grandària d'una moneda) equipats amb funcionalitats avançades de sensat (tèrmic, pressió, acústica, etc.), un petit processador i un transmissor sense fils de curt abast.

En aquest tipus de xarxes, els sensors intercanvien informació en l'ambient per construir una vista global de la regió monitoritzada, la qual és accessible a un usuari extern a través de un o més nodes *gateway*.

L'escenari d'aplicació d'aquesta tecnologia és per detectar incendis forestals, on s'utilitza un WSN per monitoritzar una ampla regió geogràfica.

### A.4.2. Estudi tècnic

Per entendre el funcionament del servei de detecció d'incendis proposat es precis entrar en el detall de cada un dels seus components i de com aquests s'integren entre sí:

#### A.4.2.1. Sensors intel·ligents

Cada sensor cobreix una àrea de terreny (d' aproximadament uns 200 m<sup>2</sup>) i pot comunicar-se amb sensors del seu voltant. Els nodes obtenen dades atmosfèriques (temperatura, pressió, humitat, velocitat i direcció del vent) i analitzen l'estat de l'atmosfera per detectar determinades partícules (com cendra). A més, cada node està equipat amb càmeres infraroges, les quals són capaces de detectar variacions tèrmiques.

Cada sensor coneix la seva posició geogràfica, expressada en termes de graus de latitud i longitud. Els sensors són posicionats d'una manera fixa per tal de mantenir un registre d'aquests en el moment que són despleats.

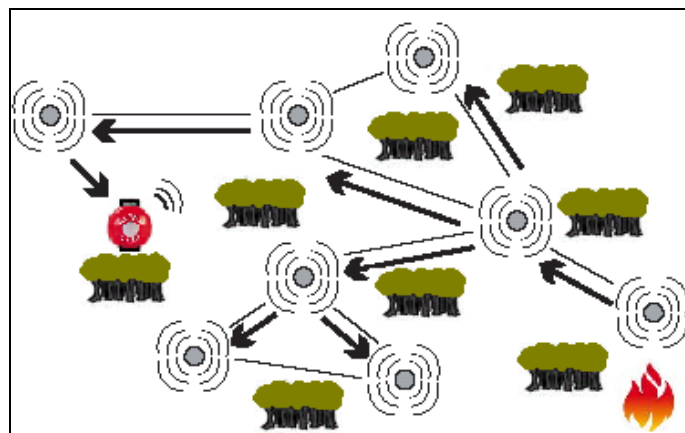
Periòdicament, els sensors intercanvien informació amb els nodes veïns de manera que es pot detectar situacions inusuals que podrien ser causades per l'inici d'un incendi (en aquest cas les mesures de temperatura d'un sensor estarà més alta que els sensors veïns). Aquesta rutina de dades és agregada i propagada a través de la xarxa i poden ser obtinguts per l'operador extern per emmagatzemar dades atmosfèriques (per exemple, examinar la qualitat de l'aire).



Quan una situació potencialment perillosa és detectada, per exemple la càmera infraroja detecta un creixement tèrmic ràpid en una certa zona, un procediment d'emergència s'inicia: el node que ha detectat la condició anormal es comunica amb els seus veïns per verificar si les mateixes condicions han sigut detectades per d'altres sensors. Després tracta de determinar exactament la posició geogràfica de la zona en perill ( si la mateixa situació anormal ha sigut detectada per d'altres sensors, poden assolir aquest objectiu amb tècniques de triangulació. Addicionalment, la informació de la velocitat i direcció del vent poden ser molt útils en la localització del foc i la predicció de la direcció de la seva propagació).

Una vegada que la posició del foc ha sigut determinada, un missatge d'alarma, que conté les coordenades geogràfiques i la direcció de propagació, és difosa amb la màxima prioritat. D'aquesta manera, l'operador extern per exemple un guardabosc amb un dispositiu portàtil, s'alerta ràpidament de la presència del foc, de la seva posició i de la possible direcció de propagació del foc, i pot intervenir ràpidament.

L'escenari d'aplicació de la detecció de foc es mostra a la Fig. A.18. Es remarca que aquest escenari té algunes propietats interessants, com reduir l'impacte ambiental (els nodes tenen transmissors sense fils, no es necessari cablejat), cobertura ben definida i alerta instantània de l'operador humà.



**Fig. A.18.** Xarxa de sensors per a la detecció ràpida d'incendis

#### A.4.2.2. Interfície de connexió

La interfície de connexió consisteix en una placa de interconnexió que, en base a la unitat processadora i la memòria integrada que ha de tenir associada, permet transmetre les dades capturades des del sensor al mòdul de comunicació sense fils.

Els paràmetres de disseny clau associats a la interfície són:

- Minimitzar els nivells de consum associats, el que permetria un desplegament en camp per períodes de temps significatius.
- Aïllar l'equip de les condicions mediambientals, el que permetria disminuir les tasques de suport i manteniment associades.

Notar que el disseny no planeja la integració d'un dispositiu GPS en l'esmentada placa, donat que l'emplaçament del sensor és coneguda en el moment del seu desplegament en camp.

#### A.4.2.3. Xarxa sense fils local

Existeixen dues opcions diferenciades per al disseny de la xarxa sense fils local a la que s'enllacen els sensors mitjançant la interfície de connexió mencionada anteriorment. La selecció d'una xarxa o una altra dependrà de l'àrea a cobrir i de les seves característiques:

- **Xarxes Mesh**

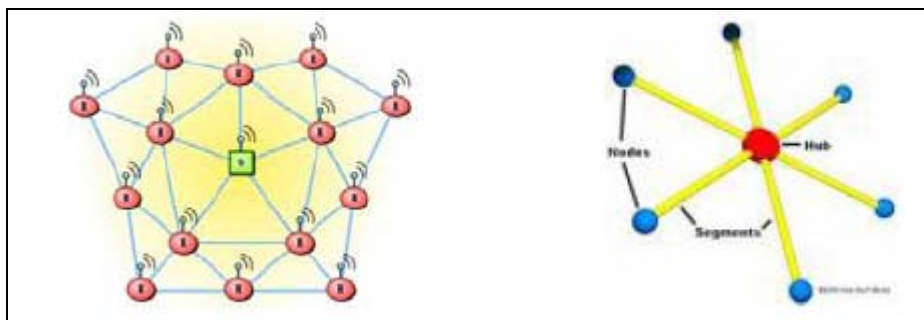
Aquests tipus de xarxes són orientades a grans extensions de terreny on les dades es recopilen distribuïdament per a finalment, ser enviades a un *gateway* GSM/GPRS.

La xarxa es gestiona de manera autònoma, on cada node té la intel·ligència suficient per "descobrir" la topologia immediata de la xarxa i utilitzar aquesta informació per a una òptima comunicació amb els seus nodes veïns.

- **Xarxes en estrella**

Aquests tipus de xarxes són orientades a extensions de terreny més acotades, on els sensors envien les dades capturades directament al *gateway* GSM/GPRS.

La Fig. A.19 mostra l'arquitectura d'ambdós tipus de xarxes:



**Fig. A.19.** Disseny de xarxes Mesh vs. xarxes en estrella

A continuació, la Taula A.5, mostra una valoració d'ambdós tipus de xarxes:

**Taula A.5** Valoració de xarxes sense fils.

|                             | Xarxa Mesh | Xarxa en estrella |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Inversió necessària         | Inferior   | Superior          |
| Manteniment associat        | Superior   | Inferior          |
| Complexitat de desplegament | Similar    | Similar           |
| Consum d'energia            | Inferior   | Superior          |
| Autogestió                  | Superior   | Inferior          |

#### A.4.2.4. Xarxa GSM/GPRS

La informació que recullen els sensors, desplegats a la zona a monitoritzar, és transmesa a la xarxa de comunicacions mòbils GSM/GPRS a través d'una xarxa local (Mesh o en estrella).

És precisament la utilització d'una xarxa mixta de comunicacions el que permet arribar als indrets més allunyats, mitjançant l'ús de xarxes locals sense fils, i poder donar un servei centralitzat i de cobertura nacional, per mitjà de la xarxa mòbil.

#### A.4.2.5. Plataforma de serveis

La plataforma de serveis és la infraestructura que permet la recepció, emmagatzemament i tractament de les dades capturades per diferents xarxes de sensors, associades a diferents solucions. És per tant, una plataforma horitzontal, compartida per un conjunt de serveis entre les que es troben els mediambientals, i en concret, el servei de detecció d'incendis.

#### A.4.2.6. Portal web d'accés

Es desenvolupa una solució web d'accés que permet la monitorització centralitzada i en qualsevol moment de la zona susceptible de patir conats d'incendi. Aquest portal web permet:

- Presentació de les últimes dades capturades pels sensors.
- Definició d'alarmes com a resultat de la conversió en informació rellevant de les dades recollides en camp. Quan es rep una dada que sobrepassa els llindars definits es genera de manera automàtica l'alarma

corresponent, ja que es divideixen en diferents categories (alta, baixa, avís o d'altres) en funció de la seva prioritat i de les actuacions posteriors que porta associada. Els llindars o valors màxims de referència, així com el nombre de categories d'alarma són definits i/o modificats per l'administrador.

- Definició i generació d'informes associats.
- Selecció, per part de l'administrador, de les dades de màxim interès per a ser mostrades a la pàgina d'inici del portal web.

La solució preveu tenir disponible la georeferenciació dels dispositius desplegats ja que el propi procés de desplegament de sensors permet conèixer la ubicació exacta on aquest queda posicionat i, per tant, no es requereix d'un dispositiu GPS integrat amb el sensor. Aquesta mesura proporciona un important estalvi d'energia i costos.

#### **A.4.3. Aplicacions**

Les aplicacions potencials de les xarxes sense fils Ad-Hoc són nombroses. A continuació se'n citen algunes d'elles:

- **Entrega ràpida de tràfic d'informació en àrees urbanes i autopistes**

Autopistes i àrees urbanes poden ser equipades amb transmissors de ràdio fixes, els quals emeten informació de tràfic a carros equipats amb receptors GPS que passen molt a prop d'un transmissor. Els carros, per si sols, actuen com un servidor d'informació, així que la informació de trànsit vehicular pot ser proporcionada ràpidament per alertar als conductors.

Comparat amb la clàssica entrega d'informació amb freqüència de ràdio, aquesta tecnologia proporciona un servei més exacte (localitzat) i més ràpid.

- **Accés a internet des de qualsevol lloc**

Àrees públiques com aeroports, estacions, centres comercials, etc. són equipats amb punts d'accés a internet sense fils i utilitzant dispositius portàtils d'altres usuaris com punts sense fils, l'accés a internet pot ser estès virtualment a tota una àrea urbana.

- **Entrega d'informació de localització/estat**

Per a l'ús de transmissors de ràdio fixes (per exemple, els mateixos transmissors utilitzats per emetre el trànsit més recent), informació de

localització/estat pot ser entregada a usuaris interessats. Exemples d'informació de localització/estat són la informació turística, esdeveniments al voltant, informació sobre botigues i restaurants dins de l'àrea, etc.

#### **A.4.4. Avantatges enfront a d'altres tecnologies**

Aquesta solució presenta rellevants avantatges sobre les solucions ja existents, especialment en aquelles zones muntanyoses on els sensors espargits al llarg de la topografia del terreny obtindrien mesures diferenciades de punts allunyats o no visibles entre si.

Les claus de disseny d'aquesta solució són el mesurament continuat de dades mediambientals, la seva transmissió periòdica i la presentació de les mateixes de manera centralitzada.

A continuació es mostren alguns dels inconvenients dels actuals sistemes de detecció d'incendis, que poden ser compensats mitjançant solucions tecnològiques basades en xarxes mòbils:

- Les plataformes assistides impliquen alts costos d'operació i transport, amb jornades associades a moltes hores de treball on la concentració és complicada.
- Els avions pilotats pateixen els canvis meteorològics (núvols, pluja o vent) que impedeixen o desvirtuen la informació obtinguda.
- Els avions no pilotats presenten importants costos, amb temps de vol reduïts (1 o 2 hores) i necessitat de suport elevat.
- Els sistemes basats en satèl·lit no solament es veuen condicionats per la meteorologia, sinó que presenten una qualitat d'imatge insuficient per als elevats costos associats.
- Els sistemes de mesurament òptic precisen d'altres inversions, necessiten una línia directa de visió i requereixen, al ser direccionals, un camp de visió limitat.

Un sistema de telemetria que fa ús d'una xarxa de comunicacions mòbil permet suplir els inconvenients esmentats, ja que:

- L'automatització i la gestió d'alertes impedeixen la falta de concentració associada a llargues jornades de supervisió.
- El desplegament d'equips sobre la mateixa superfície del terreny no impedeix l'obtenció de dades per condicions meteorològiques adverses.

- Els costos associats són molt inferiors, en comparació amb solucions que precisen d'equips aeronàutics, equips òptics o recursos laborables.
- Utilitzant baixes freqüències de comunicació per recol·lectar les mesures obtingudes pels sensors, aquests no necessiten tenir línia directa de visió entre ells.

#### **A.4.5. Estandardització**

L'estàndard que regeix les xarxes Mesh s'està desenvolupant (consultar IEEE 802.11s – (Veure [53])). Mentre es desenvolupa, cada fabricant va traient al mercat la seva solució pròpia.

El principal problema que pretén resoldre la normalització és la compatibilitat. No obstant existeixen diferents estàndards que defineixen diferents tipus de xarxes sense fils. Aquesta varietat produeix confusió al mercat i descoordinació als fabricants.

Per resoldre aquest problema, els principals venedors de solucions sense fils (“3com”, “Airones”, “Intersil”, “Lucent Technologies”, “Nokia” i “Symbol Technologies”) van crear l'any 1999 una associació coneguda inicialment com WECA, (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) i actualment Wi-Fi Alliance. L'objectiu d'aquesta associació va ser crear una marca que permetés fomentar més fàcilment la tecnologia sense fils i assegurar la compatibilitat d'equips.

(Fonts consultades: Veure [50], [51], [52], [53]).

## ANNEX B. ESTÀNDARD TPEG

El departament de viatges de la BBC (*British Broadcasting Corporation*) està experimentant amb la tecnologia TPEG, un format que revolucionarà la informació de trànsit. Aquest estàndard permet a la BBC transmetre més informació sobre viatgers que si estigués 24 hores parlant per la ràdio, però en cada receptor només apareixen les notícies de trànsit que li interessin al propietari.

### B.1. Introducció

El món dels ITS (Sistemes Intel·ligents de Transports) compta amb una gran varietat d'aplicacions, dins de les quals podem trobar un gran ventall d'aplicacions dedicades a la difusió d'informació. Com exemples es pot trobar la informació de tràfic, de transport públic, de pàrkings o de temps de viatge.

Cada una d'aquestes aplicacions genera diversos tipus d'informació, que és distribuïda als usuaris finals a través dels canals disponibles, tal i com mostra la Taula B.1. La informació ha de ser adaptada al medi en qüestió, sent necessari donar-li un format de veu, text o dades (multimèdia), diferent en cada cas i molt específic.

**Taula B.1** Canals d'informació i tipus de dades associades

| Canal     | Tipus d'informació |
|-----------|--------------------|
| Ràdio     | Veu, RDS-TMC       |
| Televisió | Teletext           |
| Internet  | Dades              |
| GSM-SMS   | Alertes            |
| WAP       | Dades              |
| DAB       | Veu, dades         |
| DVB       | (Tele)text, dades  |

Un proveïdor de serveis ITS, que vulgui enviar informació a través de diferents medis portadors, està obligat a treballar amb multitud de protocols, mitjans de transmissió, bases de dades i aplicacions, el qual genera un alt cost.

Com a resposta a aquest problema, la EBU (*Unió Europea de Radiodifusió*) va crear TPEG (*Grup d'Experts en Protocols de Transport*) amb la finalitat de

desenvolupar un protocol per a la distribució d'informació de qualitat, suportant una gran varietat d'aplicacions ITS. TPEG és també el nom que es va donar a aquest protocol.

Una consideració important sobre el protocol TPEG és que contempla únicament la difusió entre un proveïdor i els usuaris finals, és a dir, és un protocol de difusió i no un protocol d'intercanvi de dades entre centres d'informació.

TPEG defineix un protocol per al format de la informació, que permet la difusió d'aquesta informació a través de varis medis portadors (DAB, Internet, ràdio analògica), a partir de la generació d'un únic missatge. Aquest missatge és únic per a cada tipus d'aplicació (per exemple "TPEG-RTM" defineix els missatges de l'aplicació d'informació de tràfic en carretera) i és convertit al format adequat per a cada tipus de portadora mitjançant una capa d'adaptació.

Per una altra banda, TPEG també defineix les aplicacions ITS que funcionaran sobre el protocol de difusió d'informació de TPEG. Aquest aspecte contempla aplicacions de difusió d'informació, entre les que es troben "TPEG-RTM" (*Road Traffic Messages*) o "TPEG-PTI" (*Public Transport Information*), i també aplicacions de control del propi protocol, com "TPEG-SNI" (*Service and Network Information*).

Si bé el Projecte TPEG va finalitzar l'any 2003, el grup TPEG continua treballant en el desenvolupament de noves especificacions. Tot el treball de desenvolupament de les especificacions de TPEG està sent dut a terme dins del fòrum de TPEG (TPEG Fòrum, format al gener del 2002), el qual és coordinat i finançat per la EBU.

Aquest fòrum té dos grups de treball clau especialitzats. El grup encarregat de desenvolupar les especificacions és el STF (grup especialitzat d'estàndards). L'altre grup (ITF) s'encarrega de les implementacions, dels seus problemes i de tots els casos d'ús identificats per aquells que volen implementar o planegen implementar TPEG. L'ITF s'encarrega també d'aquells que busquen requeriments que no són totalment coberts per les especificacions TPEG o les seves guies de ús. A més l'STF també tracta amb el desenvolupament de noves aplicacions, bé pel treball a la ISO/CEN o bé per peticions directes de l'ITF.

Les especificacions de la tecnologia TPEG es poden classificar en especificacions "binàries" i especificacions "tpegML", tal i com mostra la Taula B.2:



**Taula B.2** Estàndards TPEG

| Títol  | Especificacions<br>"binàries"<br>Sèrie CEN ISO<br>TS 18234 | Especificacions<br>"tpegML"<br>Sèrie ISO TS<br>24530 |
|--|--|--|
| Introducció,<br>numeració i<br>versions                      | Part 1<br>"TPEG-INV"                                       | --   |
| Sintaxis,<br>semàntiques i<br>estructura de<br>la trama      | Part 2<br>"TPEG-SSF"                                       | --   |
| Aplicació<br>d'informació<br>de xarxa i<br>serveis           | Part 3<br>"TPEG-SNI"                                       | ?  |
| Aplicació de<br>missatges de<br>trànsit en<br>carretera      | Part 4<br>"TPEG-RTM"                                       | Part 3<br>"tpeg-rtmML"                               |
| Aplicació<br>d'informació<br>sobre el<br>transport<br>públic | Part 5<br>"TPEG-PTI"                                       | Part 4<br>"tpeg-ptiML"                               |
| Referència de<br>localitzacions<br>per a les<br>aplicacions  | Part 6<br>"TPEG-Loc"                                       | Part 2<br>"tpeg-locML"                               |
| Informació<br>d'aparcaments                                  | Encara no ha<br>sigut anunciada                            | Part 5<br>"tpeg-pkiML"<br>(esborrany)                |
| Informació de<br>congestió i<br>temps de<br>viatge           | Encara no ha<br>sigut anunciada                            | Part 6<br>"tpeg-cttML" (en<br>desenvolupament)       |
| Alertes<br>d'informació<br>mediambiental                     | ?  | ?<br>"tpeg-eiaML"                                    |
| Informació<br>climàtica                                      | ?  | ?  |
| Introducció,<br>tipus de dades<br>comuns i<br>tpegML         | --   | Part 1<br>"tpegML"                                   |

### B.1.1. Especificacions binàries

Les especificacions “binàries” de la tecnologia TPEG estan orientades a la transmissió de fluxos de bits a través d'un canal de difusió. Comprenen varies parts que defineixen els mecanismes que permeten als proveïdors de serveis operar serveis que puguin utilitzar una o més tecnologies de difusió (per exemple DAB, Internet, etc.) a partir d'un únic procés de generació de missatges. Aquestes especificacions “binàries” inclouen:

- **Part 1: Introducció, numeració i versions** (“TPEG-INV”) , on les aplicacions són indexades.
- **Part 2: Sintaxis, semàntiques i estructura de la trama** (“TPEG-SSF”), que conté la descripció de la trama TPEG.
- **Part 3: Aplicació d'informació de xarxa i serveis** (“TPEG-SNI”), desenvolupada per facilitar la navegació a través de varis serveis distribuïts sobre diferents portadores.
- **Part 4: Aplicació de missatges de trànsit en carretera** (“TPEG-RTM”), és una aplicació orientada a l'usuari. Utilitza una reconstrucció del diccionari de dades *DATEX* per assegurar que tot el que s'ha après en el desenvolupament de “RDS-TMC” és reflectit en aquesta aplicació.
- **Part 5: Aplicació d'informació sobre el transport públic** (“TPEG-PTI”), és una aplicació particularment necessària per al viatger urbà multimodal del futur.
- **Part 6: Referència de les localitzacions per a les aplicacions** (“TPEG-Loc”), proporciona un sistema unificat de referència de localitzacions per a totes les aplicacions TPEG que ho requereixen. El mètode de referència “TPEG-Loc” permet l'ús, tant de receptors basats en mapes com receptors basats en text, mitjançant l'enviament de referències basades en mapes o informació llegible.

Les especificacions “binàries” de la tecnologia TPEG han sigut adoptades per CEN i ISO com *Work Items* dins dels seus procediments, amb l'objectiu de produir un pre-estàndard Europeu en varies parts (ENV 18234-1 a -6).

Totes les especificacions TPEG són gratuïtes i obertes, publicades per la EBU a Internet en documents amb format PDF. Les especificacions TPEG estan en procés de convertir-se en estàndards CEN/ISO TS (*Technical Specification*).

El grup de desenvolupament B/TPEG ha cooperat també amb diverses organitzacions que tenen interessos específics en tecnologies de difusió, com és el cas de la ràdio digital, a través del Fòrum *WorldDAB*. S'ha dut a terme una avaluació de la “capa d'adaptació” i el Fòrum *WorldDAB* ha acceptat les “guies d'adaptació” proposades per B/TPEG, que defineixen els requisits per a l'enviament d'aplicacions TPEG a través de la ràdio digital. També s'ha

publicat un esborrany de les “guies d’adaptació” per a l’enviament de TPEG a Internet.

A més, el TPEG Fòrum continua amb el desenvolupament d’altres aplicacions TPEG, particularment aquelles que seran necessàries al viatger urbà multimodal del futur, com: informació d’aparcament, informació de congestió i temps de viatge, informació climàtica i alertes d’informació mediambiental.

### B.1.2. Especificacions “tpegML”

A l’any 2000, la BBC va començar a realitzar proves pilot de l’aplicació de missatges de tràfic en carretera (“TPEG-RTM”) a la seva web, amb enllaços a mapes. Per a tal efecte va desenvolupar la especificació “tpeg-rtmML”, que consisteix en un mapeig de la especificació “TPEG-RTM” a XML. Posteriors desenvolupaments han inclòs “tpeg-ptiML” i la utilització de “tpeg-locML” en ambdues aplicacions.

Com a resultat, el grup de desenvolupament B/TPEG va iniciar sis *Work Items* per al desenvolupament d’un grup d’especificacions “tpegML” mapejades a partir de les especificacions “binàries” a la tecnologia XML, incloent també “tpeg-pkiML” i “tpeg-cttML”.

Les especificacions “tpegML” inclouen:

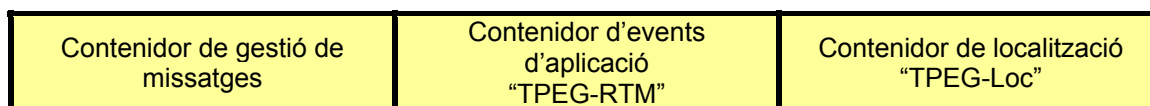
- **Part 1: Introducció, tipus de dades comuns i tpegML** (“tpegML”).
- **Part 2: Referència de les localitzacions per aplicacions ML** (“tpeg-locML”), que proporciona un sistema unificat de referència de localitzacions per a totes les aplicacions tpegML que ho requereixin.
- **Part 3: Aplicació de missatges de tràfic en carretera ML** (“tpeg-rtmML”), mapejada de la especificació “binària” TPEG-RTM.
- **Part 4: Aplicació d’informació del transport públic ML** (“tpeg-ptiML”), mapejada de la especificació “binària” TPEG-PTI.
- **Part 5: Aplicació d’informació d’aparcaments ML** (“tpeg-pkiML”), actualment en desenvolupament i que tractarà sobre l’enviament d’informació d’aparcaments.
- **Part 6: Aplicació de congestió i temps de viatge ML** (“tpeg-cttML”), actualment en desenvolupament i que informarà sobre congestions i temps de viatge.

Per una altra banda i amb l’ajuda de la BBC i el *Chairman* de B/TPEG, l’Agència del Medi Ambient del Regne Unit ha desenvolupat “tpeg-eiaML” (*Environmental Information Alerts*).

A l'apartat B.5 d'aquest annex s'adjunta el codi de la especificació "tpegML".

## B.2. Descripció del contingut de la informació

Un missatge d'una aplicació TPEG es compon de tres contenidors, tal i com mostra la Figura B.1:



**Figura B.1** Estructura general d'un missatge TPEG

- Un **contenedor de gestió de missatges**, que inclou:
  - ✓ *Dates i hores*: Hora d'inici i final, hora d'expiració del missatge, hora de generació del missatge, informació d'horaris i *reset* del component de servei (una altra forma d'eliminar missatges del descodificador TPEG).
  - ✓ *Efecte i fiabilitat del missatge de trànsit en carretera*: Factor de severitat, informació no verificada.
  - ✓ *Informació de referència creuada*: Permet realitzar referències creuades entre cada missatge d'una certa aplicació i d'altres missatges, bé dins de la pròpia aplicació o amb d'altres aplicacions TPEG.
- Un **contenedor d'esdeveniments d'aplicació**, incloent la descripció completa de l'esdeveniment, de manera jeràrquica, de mode que els proveïdors/descodificadors puguin escollir el nivell desitjat de detall que desitgin enviar/descodificar.
- Un **contenedor de localització**. La tecnologia TPEG utilitza un sistema de referència per a les localitzacions comunes per a totes les aplicacions, conegut com "TPEG-Loc". Això permet habilitar la connexió de diferents fluxos TPEG a partir de la seva localització comuna. Cada missatge farà referència a una localització particular. La localització pot ser molt específica, un únic punt a la xarxa de carreteres o un segment de carretera entre dos punts, i també una àrea més general, sovint amb límits indefinits.

La forma en que es codifica la localització és important ja que permet que la informació sigui filtrada pels decodificadors TPEG i integrada en aplicacions de planificació de rutes dels sistemes de navegació.

### B.3. Descripció de la publicació de la informació

TPEG és un estàndard de publicació i no d'intercanvi, tot i que la versió XML "tpegML" es pot utilitzar també per a l'intercanvi d'informació entre proveïdors de servei. TPEG permet als proveïdors de servei proporcionar un mateix servei a través de diverses portadores, sense haver de multiplicar equipament per a cada portadora utilitzada. Mitjançant un únic servidor i una sola base de dades és possible difondre informació d'una o varies aplicacions TPEG a través d'una o varies portadores.

Donat que TPEG és independent de la portadora, per a cada portadora és necessari desenvolupar una capa d'adaptació a la portadora. Les capes d'adaptació no pertanyen a les especificacions TPEG.

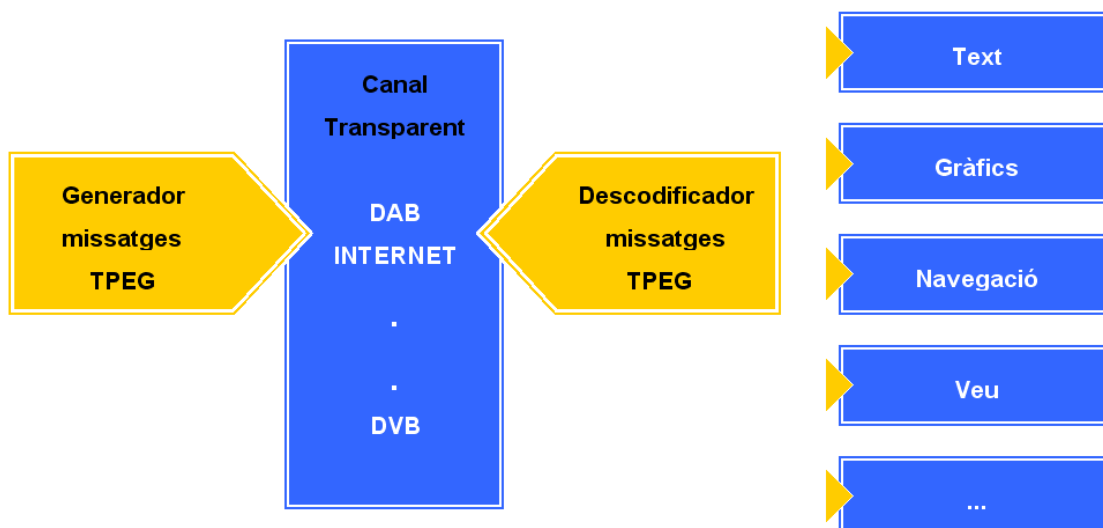
TPEG permet integrar la informació de diversos proveïdors de transport i trànsit i integrar-la en un missatge amb contingut per a l'aplicació RTM (missatges de trànsit) i PTI (transport públic), i a la vegada enviar aquest missatge a través de diferents portadores.

### B.4. Característiques

La tecnologia TPEG ha sigut dissenyada per a ser utilitzada per un ampli rang d'aplicacions que requereixen la transmissió de dades punt a multipunt a través de canals de difusió potencialment no confiables. També és adequada per aplicacions punt a punt i multicast i pot ser encapsulada en el Protocol de Internet.

TPEG centra el seu interès en aplicacions independents de la portadora. El terme TPEG respon principalment a dos aspectes de la tecnologia, tal i com mostra la Figura B.2:

- Defineix les aplicacions (com "TPEG-RTM", "TPEG-PTI") per a l'enviament d'informació a usuaris finals.
- Es refereix també a la "canonada" que permet introduir les aplicacions dins de la portadora (per exemple DAB, Internet). La tecnologia TPEG assumeix enviament transparent a través de totes les portadores.



**Figura B.2** El protocol TPEG especifica les aplicacions i la canonada per a l'enviament transparent de dades

Les principals característiques de TPEG en relació amb el transport multimodal són les següents:

- És unidireccional (difusió).
- És independent de la portadora (orientat a byte). Proporciona un missatge únic per a cada tipus d'aplicació.
- Posseeix una estructura de trama jeràrquica.
- Suporta aplicacions independents de l'idioma.
- Permet informació de trànsit i viatges (TTI) multimodal, cobrint tots els tipus d'informació de viatges.
- Suporta un ampli rang de receptors/descodificadors, gràcies a la estructura jeràrquica del missatge.
  - ✓ Els proveïdors poden escollir el nivell de detall de la informació que difonen.
  - ✓ Així mateix, els receptors poden escollir el nivell d'informació que descodifiquen.
- Manté el màxim nivell de compatibilitat possible amb RDS-TMC.
- Utilitza formes comunes de referència les localitzacions.

- ✓ WGS 84 (coordenades de latitud i longitud) i interseccions de carreteres (text).
- ✓ L'objectiu és que els receptors/descodificadors no necessiten una base de dades de localització per utilitzar la informació.

## B.5. Especificacions “tpegML”

En aquest apartat es mostra el codi XML d'unes especificacions “tpegML”:

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!DOCTYPE tpeg_document (View Source for full doctype...)>
<tpeg_document generation_time="2008-03-12T11:54:40+0">
  <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Disruption expected between London Euston and
      Birmingham New Street, between London Euston and Manchester
      Piccadilly, between London Euston and Liverpool Lime Street and between
      London Euston and Glasgow Central due to adverse weather
      conditions.</summary>
    <public_transport_information message_id="2274648"
      message_generation_time="2008-03-12T07:12:09+0" version_number="12"
      start_time="2008-03-11T19:29:00+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="very severe">
      <location_container language="English">
        <location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="51.529746" longitude="-0.135728" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="London Euston" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="EUS" />
          <WGS84 latitude="52.477604" longitude="-1.897701" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="BHM" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
      <transport_mode transport_mode="railway service" />
      <transport_operator_description>
        <operator_name name="Virgin Trains" />
      </transport_operator_description>
      <service_information>
        <service_information_type service_information_type="disrupted" />
        <route_description route_description_type="departure">
          <location_container language="English">
            <location_coordinates location_type="multimode point">
              <WGS84 latitude="51.529746" longitude="-0.135728"
                />
            </location_coordinates>
            <location_descriptor descriptor_type="railway station
              name" descriptor="London Euston" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop
              identifier" descriptor="EUS" />
          </location_container>
        </route_description>
      </service_information>
    </public_transport_information>
  </tpeg_message>
</tpeg_document>

```

```

    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Disruption expected between Kings Cross and Leeds,
    between Kings Cross and Newcastle and between Kings Cross and
    Edinburgh Waverley due to adverse weather conditions and speed
    restrictions. Check with National Rail Enquiries.</summary>
  <:
    <public_transport_information message_id="2274670"
      message_generation_time="2008-03-12T06:17:02+0" version_number="6"
      start_time="2008-03-11T19:43:10+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="very severe">
    <: <location_container language="English">
      <: <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.532946" longitude="-0.123226" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="KGX" />
        <WGS84 latitude="53.794599" longitude="-1.546349" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="LDS" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    <: <transport_operator_description>
      <operator_name name="National Express East Coast" />
    </transport_operator_description>
    <: <service_information>
      <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Disruption expected due to adverse weather
    conditions. Check with National Rail Enquiries.</summary>
  <:
    <public_transport_information message_id="2274694"
      message_generation_time="2008-03-12T10:25:08+0" version_number="7"
      start_time="2008-03-11T20:35:41+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="very severe">
    <: <location_container language="English">
      <: <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.475638" longitude="-3.17804" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    <: <transport_operator_description>
      <operator_name name="Arriva Trains Wales" />
    </transport_operator_description>
    <: <service_information>
      <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>

```



```

</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Delays of up to 60 minutes possible between St
    Pancras International and Sheffield, between St Pancras International and
    Nottingham and between St Pancras International and Derby due to speed
    restrictions. Check with National Rail Enquiries.</summary>
  : <public_transport_information message_id="2274760"
    message_generation_time="2008-03-12T11:43:19+0" version_number="12"
    start_time="2008-03-12T04:42:55+0" stop_time="2008-03-12T14:00:00+0"
    severity_factor="very severe">
    : <location_container language="English">
      : <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.530867" longitude="-0.125693" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="St Pancras International" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
        <WGS84 latitude="53.378043" longitude="-1.461856" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="SHF" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>
      <operator_name name="East Midlands Trains" />
    </transport_operator_description>
    : <service_information>
      <service_information_type service_information_type="delayed" />
      : <route_description route_description_type="departure">
        : <location_container language="English">
          : <location_coordinates location_type="multimode point">
            <WGS84 latitude="51.530867" longitude="-0.125693"
              />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station
              name" descriptor="St Pancras International" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop
              identifier" descriptor="" />
          </location_coordinates>
        </location_container>
      </route_description>
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Disruption expected on all routes due to adverse
    weather conditions and speed restrictions. Check with National Rail
    Enquiries.</summary>
  : <public_transport_information message_id="2274766"
    message_generation_time="2008-03-12T06:16:53+0" version_number="2"
    start_time="2008-03-12T05:02:15+0" stop_time="2008-03-12T23:59:56+0"
    severity_factor="very severe">
    : <location_container language="English">
      : <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="52.451" longitude="-1.72544" />

```

```

        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
    </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
    <operator_name name="London Midland" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
    <service_information_type service_information_type="disrupted" />
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Disruption possible due to adverse weather conditions
        and speed restrictions. Check with National Rail Enquiries.</summary>
    : <public_transport_information message_id="2275970"
        message_generation_time="2008-03-12T11:00:45+0" version_number="4"
        start_time="2008-03-12T09:15:41+0" stop_time="2008-03-12T23:59:56+0"
        severity_factor="very severe">
    : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
            <WGS84 latitude="53.365" longitude="-2.27303" />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                descriptor="" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                descriptor="" />
        </location_coordinates>
        </location_container>
        <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>
        <operator_name name="Northern Rail" />
    </transport_operator_description>
    : <service_information>
        <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    </service_information>
    </public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Trinity and Landguard terminals closed at Felixstowe
        due to adverse weather conditions.</summary>
    : <public_transport_information message_id="2269062"
        message_generation_time="2008-03-12T08:19:23+0" version_number="33"
        start_time="2008-03-10T06:32:20+0" stop_time="2008-03-12T15:00:09+0"
        severity_factor="very severe">
    : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
            <WGS84 latitude="51.962957" longitude="1.352364" />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                descriptor="Felixstowe" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                descriptor="FLX" />
        </location_coordinates>
        </location_container>
        <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>

```

```

    <operator_name name="" />
  </transport_operator_description>
  : <service_information>
    <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    : <route_description route_description_type="departure">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="51.962957" longitude="1.352364"
            />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="Felixstowe" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="FLX" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
  </service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">All swift sailings cancelled between Holyhead and
    Dublin due to adverse weather conditions.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2272843"
      message_generation_time="2008-03-12T11:53:47+0" version_number="4"
      start_time="2008-03-11T07:50:24+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="severe">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="53.310467" longitude="-4.626734" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="Holyhead" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="HHD" />
          <WGS84 latitude="53.348992" longitude="-6.229874" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
      <transport_mode transport_mode="railway service" />
    </public_transport_information>
  <transport_operator_description>
    <operator_name name="Irish Ferries" />
  </transport_operator_description>
  : <service_information>
    <service_information_type service_information_type="cancelled" />
    : <route_description route_description_type="departure">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="53.310467" longitude="-4.626734"
            />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="Holyhead" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="HHD" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
  </service_information>

```

```

</public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Replacement bus service running between Crewe and
    Liverpool Lime Street due to adverse weather conditions. Check with
    National Rail Enquiries.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2274384"
      message_generation_time="2008-03-12T06:16:46+0" version_number="5"
      start_time="2008-03-11T17:01:56+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="severe">
      <:location_container language="English">
        <:location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="53.088243" longitude="-2.432228" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="Crewe" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="CRE" />
          <WGS84 latitude="53.407409" longitude="-2.976269" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="LVC" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
      <transport_mode transport_mode="railway service" />
      <:transport_operator_description>
        <operator_name name="London Midland" />
      </transport_operator_description>
      <:service_information>
        <service_information_type service_information_type="replacement
          transport" />
      <:route_description route_description_type="departure">
        <:location_container language="English">
          <:location_coordinates location_type="multimode point">
            <WGS84 latitude="53.088243" longitude="-2.432228"
              />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station
              name" descriptor="Crewe" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop
              identifier" descriptor="CRE" />
          </location_coordinates>
        </location_container>
      </route_description>
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Service suspended between Dover and Calais due to
    industrial action at Calais. Check with operator before
    travelling.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2255571"
      message_generation_time="2008-03-12T09:56:03+0" version_number="114"
      start_time="2008-03-03T15:54:34+0" stop_time="2008-03-12T15:00:51+0"
      severity_factor="severe">
      <:location_container language="English">
        <:location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="50.987933" longitude="1.819047" />

```

```

        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="Calais" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
        <WGS84 latitude="50.987933" longitude="1.819047" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
    </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
    <operator_name name="Sea France" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
    <service_information_type service_information_type="no service" />
: <route_description route_description_type="departure">
    : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
            <WGS84 latitude="50.987933" longitude="1.819047"
                />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station
                name" descriptor="Calais" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop
                identifier" descriptor="" />
        </location_coordinates>
        </location_container>
    </route_description>
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Disruption between Glasgow Central and Manchester
        Airport, and between Edinburgh Waverley and Manchester Airport due to
        adverse weather conditions and speed restrictions.</summary>
    : <public_transport_information message_id="2276097"
        message_generation_time="2008-03-12T10:59:50+0" version_number="2"
        start_time="2008-03-12T10:59:01+0" stop_time="2008-03-12T11:59:44+0"
        severity_factor="severe">
        : <location_container language="English">
            : <location_coordinates location_type="route">
                <WGS84 latitude="55.858536" longitude="-4.257964" />
                <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                    descriptor="" />
                <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                    descriptor="GLC" />
            <WGS84 latitude="53.365029" longitude="-2.273025" />
                <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                    descriptor="" />
                <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                    descriptor="MIA" />
            </location_coordinates>
        </location_container>
            <transport_mode transport_mode="railway service" />
        : <transport_operator_description>
            <operator_name name="Transpennine Express" />
        </transport_operator_description>
        : <service_information>

```

```

    <service_information_type service_information_type="disrupted" />
  </service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
</tpeg_message>
<originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
<summary xml:lang="en">Normal service resumed between Ipswich and
Norwich following earlier overhead line problems between Norwich and
Diss.</summary>
<public_transport_information message_id="2276121"
message_generation_time="2008-03-12T11:44:11+0" version_number="255"
start_time="2008-03-12T11:14:37+0" stop_time="2008-03-12T12:14:10+0"
severity_factor="severe">
  <location_container language="English">
    <location_coordinates location_type="route">
      <WGS84 latitude="52.626313" longitude="1.306678" />
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
descriptor="Norwich" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
descriptor="IPS" />
      <WGS84 latitude="52.373707" longitude="1.123706" />
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
descriptor="Diss" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
descriptor="DIS" />
    </location_coordinates>
  </location_container>
  <transport_mode transport_mode="railway service" />
  <transport_operator_description>
    <operator_name name="National Express East Anglia" />
  </transport_operator_description>
  <service_information>
    <service_information_type service_information_type="delayed" />
    <route_description route_description_type="departure">
      <location_container language="English">
        <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="52.626313" longitude="1.306678"
/>
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
name" descriptor="Norwich" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
identifier" descriptor="IPS" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
    <route_description route_description_type="destination">
      <location_container language="English">
        <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="52.373707" longitude="1.123706"
/>
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
name" descriptor="Diss" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
identifier" descriptor="DIS" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
  </service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>

```





```

        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="SYB" />
    </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
    <operator_name name="Transpennine Express" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
    <service_information_type service_information_type="delayed" />
    : <route_description route_description_type="departure">
        : <location_container language="English">
            : <location_coordinates location_type="multimode point">
                <WGS84 latitude="53.515076" longitude="-2.041563"
                    />
                <location_descriptor descriptor_type="railway station
                    name" descriptor="Mossley" />
                <location_descriptor descriptor_type="bus stop
                    identifier" descriptor="HUD" />
            </location_coordinates>
        </location_container>
    </route_description>
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Service suspended between Timperley and
        Altrincham due to tree overhanging the line.</summary>
    :
        <public_transport_information message_id="2276169"
            message_generation_time="2008-03-12T11:39:38+0"
            version_number="1"
            start_time="2008-03-12T11:39:38+0" stop_time="2008-03-12T12:36:59+0"
            severity_factor="severe">
            : <location_container language="English">
                : <location_coordinates location_type="route">
                    <WGS84 latitude="53.40409" longitude="-2.338457" />
                    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                        descriptor="Timperley" />
                    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                        descriptor="" />
                    <WGS84 latitude="53.387654" longitude="-2.347469" />
                    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                        descriptor="" />
                    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                        descriptor="ALT" />
                </location_coordinates>
            </location_container>
            <transport_mode transport_mode="railway service" />
            : <transport_operator_description>
                <operator_name name="Manchester Metrolink" />
            </transport_operator_description>
            : <service_information>
                <service_information_type service_information_type="no service" />
                : <route_description route_description_type="departure">
                    : <location_container language="English">
                        : <location_coordinates location_type="multimode point">
                            <WGS84 latitude="53.40409" longitude="-2.338457"
                                />
                        </location_coordinates>
                    </location_container>
                </route_description>
            </service_information>
        </public_transport_information>
    </tpeg_message>

```



```

        <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="Timperley" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="" />
    </location_coordinates>
</location_container>
</route_description>
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
= <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Delays of up to 120 minutes between Dover and Calais
        due to adverse weather conditions.</summary>
    = <public_transport_information message_id="2275400"
        message_generation_time="2008-03-12T10:17:22+0" version_number="4"
        start_time="2008-03-12T07:14:28+0" stop_time="2008-03-12T12:30:54+0"
        severity_factor="severe">
    = <location_container language="English">
    = <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.126851" longitude="1.337157" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="Dover" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
        <WGS84 latitude="50.987933" longitude="1.819047" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="" />
    </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    = <transport_operator_description>
        <operator_name name="P and O Ferries" />
    </transport_operator_description>
    = <service_information>
        <service_information_type service_information_type="delayed" />
    = <route_description route_description_type="departure">
    = <location_container language="English">
    = <location_coordinates location_type="multimode point">
        <WGS84 latitude="51.126851" longitude="1.337157"
            />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="Dover" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="" />
    </location_coordinates>
    </location_container>
    </route_description>
    </service_information>
    </public_transport_information>
</tpeg_message>
= <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Disruption between Fionnphort and Iona due to
        adverse weather conditions.</summary>
    = <public_transport_information message_id="2275816"
        message_generation_time="2008-03-12T11:37:52+0" version_number="23"

```

```

    start_time="2008-03-12T08:15:19+0"    stop_time="2008-03-12T12:37:39+0"
    severity_factor="severe">
  <location_container language="English">
    <location_coordinates location_type="route">
      <WGS84 latitude="56.326982" longitude="-6.366435" />
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
        descriptor="Fionnphort" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
        descriptor="" />
      <WGS84 latitude="56.327029" longitude="-6.398227" />
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
        descriptor="" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
        descriptor="" />
    </location_coordinates>
  </location_container>
  <transport_mode transport_mode="railway service" />
  <transport_operator_description>
    <operator_name name="Calmac" />
  </transport_operator_description>
  <service_information>
    <service_information_type service_information_type="no service" />
  <route_description route_description_type="departure">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="multimode point">
        <WGS84 latitude="56.326982" longitude="-6.366435"
          />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station
          name" descriptor="Fionnphort" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
          identifier" descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
  </route_description>
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
<tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">All sailings cancelled between Fleetwood and Larne
    due to adverse weather conditions.</summary>
  <public_transport_information message_id="2275921"
    message_generation_time="2008-03-12T11:51:17+0" version_number="7"
    start_time="2008-03-12T08:43:43+0" stop_time="2008-03-12T14:51:06+0"
    severity_factor="severe">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="53.925697" longitude="-3.008105" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="Fleetwood" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
        <WGS84 latitude="54.859364" longitude="-5.809386" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />

```

```

    <transport_operator_description>
      <operator_name name="Stena Line" />
    </transport_operator_description>
  </service_information>
  <route_description route_description_type="departure">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="multimode point">
        <WGS84 latitude="53.925697" longitude="-3.008105" />
      </location_coordinates>
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name" descriptor="Fleetwood" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier" descriptor="" />
    </location_container>
  </route_description>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
<tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">All sailings cancelled between Ballycastle and Rathin Island due to adverse weather conditions.</summary>
  <public_transport_information message_id="2275968" message_generation_time="2008-03-12T11:09:43+0" version_number="29" start_time="2008-03-12T09:12:54+0" stop_time="2008-03-12T12:09:43+0" severity_factor="severe">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="55.209838" longitude="-6.239096" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name" descriptor="Ballycastle" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier" descriptor="" />
        <WGS84 latitude="55.29445" longitude="-6.216078" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name" descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier" descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
  </public_transport_information>
  <transport_operator_description>
    <operator_name name="Calmac" />
  </transport_operator_description>
  <service_information>
    <service_information_type service_information_type="unknown" />
  </service_information>
  <route_description route_description_type="departure">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="multimode point">
        <WGS84 latitude="55.209838" longitude="-6.239096" />
      </location_coordinates>
      <location_descriptor descriptor_type="railway station name" descriptor="Ballycastle" />
      <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier" descriptor="" />
    </location_container>
  </route_description>

```

```

    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Revised service between Nottingham and Worksop
    due to adverse weather conditions and speed restrictions.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2274761"
      message_generation_time="2008-03-12T06:16:07+0" version_number="3"
      start_time="2008-03-12T04:51:48+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
      severity_factor="severe">
    <:location_container language="English">
      <:location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="52.94717" longitude="-1.145541" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="NOT" />
        <WGS84 latitude="53.311544" longitude="-1.122747" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="WRK" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    <:transport_operator_description>
      <operator_name name="East Midlands Trains" />
    </transport_operator_description>
    <:service_information>
      <service_information_type service_information_type="special service"
        />
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<:tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Revised service between Nottingham and Grantham,
    between Nottingham and Boston and between Nottingham and Skegness
    due to adverse weather conditions and speed restrictions. Check with
    National Rail Enquiries.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2274763"
      message_generation_time="2008-03-12T06:16:01+0" version_number="6"
      start_time="2008-03-12T04:55:57+0" stop_time="2008-03-12T16:00:00+0"
      severity_factor="severe">
    <:location_container language="English">
      <:location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="52.94717" longitude="-1.145541" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="NOT" />
        <WGS84 latitude="52.906055" longitude="-0.64279" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="GRA" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />

```

```

    <transport_operator_description>
      <operator_name name="East Midlands Trains" />
    </transport_operator_description>
  </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Delays of up to 60 minutes at Folkstone due to volume
    of traffic.</summary>
  <public_transport_information message_id="2274765"
    message_generation_time="2008-03-12T10:19:47+0" version_number="9"
    start_time="2008-03-12T05:00:30+0" stop_time="2008-03-12T12:15:27+0"
    severity_factor="severe">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.086924" longitude="1.188597" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="Folkstone" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    <transport_operator_description>
      <operator_name name="EuroTunnel" />
    </transport_operator_description>
    <service_information>
      <service_information_type service_information_type="delayed" />
      <route_description route_description_type="departure">
        <location_container language="English">
          <location_coordinates location_type="multimode point">
            <WGS84 latitude="51.086924" longitude="1.188597"
              />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station
              name" descriptor="Folkstone" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop
              identifier" descriptor="" />
          </location_coordinates>
        </location_container>
      </route_description>
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>
<tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Disruption expected between Liverpool Lime Street
    and Norwich due to adverse weather conditions and speed restrictions.
    Check with National Rail Enquiries.</summary>
  <public_transport_information message_id="2274724"
    message_generation_time="2008-03-12T11:35:52+0" version_number="7"
    start_time="2008-03-11T22:47:08+0" stop_time="2008-03-12T23:59:00+0"
    severity_factor="severe">
    <location_container language="English">
      <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="53.407409" longitude="-2.976269" />

```

```

        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="LVC" />
        <WGS84 latitude="52.626313" longitude="1.306678" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="NRW" />
    </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
    <operator_name name="East Midlands Trains" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
    <service_information_type service_information_type="disrupted" />
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">Disruption between Manchester Piccadilly and Hull
        due to adverse weather conditions and speed restrictions. Check with
        National Rail Enquiries.</summary>
    : <public_transport_information message_id="2274745"
        message_generation_time="2008-03-12T10:54:28+0" version_number="9"
        start_time="2008-03-12T03:23:56+0" stop_time="2008-03-12T12:00:27+0"
        severity_factor="severe">
    : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
            <WGS84 latitude="53.476294" longitude="-2.228914" />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                descriptor="" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                descriptor="MAN" />
            <WGS84 latitude="53.74372" longitude="-0.347702" />
            <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                descriptor="" />
            <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                descriptor="HUL" />
        </location_coordinates>
        </location_container>
        <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>
        <operator_name name="Transpennine Express" />
    </transport_operator_description>
    : <service_information>
        <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    </service_information>
    </public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
    <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
    <summary xml:lang="en">All sailings cancelled between Stranraer and Belfast
        due to adverse weather conditions.</summary>
    : <public_transport_information message_id="2274759"
        message_generation_time="2008-03-12T11:29:55+0" version_number="6"
        start_time="2008-03-12T04:38:34+0" stop_time="2008-03-12T12:29:55+0"
        severity_factor="severe">

```

```

: <location_container language="English">
  : <location_coordinates location_type="route">
    <WGS84 latitude="54.904306" longitude="-5.018756" />
    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
      descriptor="Stranraer" />
    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
      descriptor="STR" />
    <WGS84 latitude="54.637376" longitude="-5.908229" />
    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
      descriptor="" />
    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
      descriptor="" />
  </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
  <operator_name name="Stena Line" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
  <service_information_type service_information_type="cancelled" />
  : <route_description route_description_type="departure">
    : <location_container language="English">
      : <location_coordinates location_type="multimode point">
        <WGS84 latitude="54.904306" longitude="-5.018756"
          />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station
          name" descriptor="Stranraer" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
          identifier" descriptor="STR" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
  </route_description>
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Normal service resumed between St Annes on-the-Sea
    and Blackpool South, and between Colne and Nelson following earlier
    adverse weather conditions.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2274683"
      message_generation_time="2008-03-12T11:52:42+0" version_number="255"
      start_time="2008-03-11T19:58:39+0" stop_time="2008-03-12T12:22:36+0"
      severity_factor="severe">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="53.753315" longitude="-3.029317" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="St Annes-on-the-Sea" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="SAS" />
          <WGS84 latitude="53.79834" longitude="-3.048912" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="BPS" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
      <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>

```



```

    <operator_name name="Northern Rail" />
  </transport_operator_description>
  : <service_information>
    <service_information_type service_information_type="replacement
      transport" />
    : <route_description route_description_type="departure">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="53.753315" longitude="-3.029317"
            />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="St Annes-on-the-Sea" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="SAS" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
  </service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Normal service between Manchester Piccadilly and
    Hadfield, and between Manchester Piccadilly and Glossop following earlier
    adverse weather conditions.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2274685"
      message_generation_time="2008-03-12T11:48:44+0" version_number="255"
      start_time="2008-03-11T20:01:17+0" stop_time="2008-03-12T12:18:42+0"
      severity_factor="severe">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="route">
          <WGS84 latitude="53.476294" longitude="-2.228914" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="Manchester Piccadilly" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="MAN" />
          <WGS84 latitude="53.461156" longitude="-1.964877" />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
            descriptor="" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
            descriptor="HDF" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
      <transport_mode transport_mode="railway service" />
    </public_transport_information>
  <transport_operator_description>
    <operator_name name="Northern Rail" />
  </transport_operator_description>
  : <service_information>
    <service_information_type service_information_type="special service"
      />
    : <route_description route_description_type="departure">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="53.476294" longitude="-2.228914"
            />
          <location_descriptor descriptor_type="railway station
            name" descriptor="Manchester Piccadilly" />
          <location_descriptor descriptor_type="bus stop
            identifier" descriptor="MAN" />
        </location_coordinates>
      </location_container>
    </route_description>
  </service_information>
</tpeg_message>

```



```

        </location_container>
        </route_description>
        </service_information>
        </public_transport_information>
    </tpeg_message>
    = <tpeg_message>
        <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
        <summary xml:lang="en">Line closed between New Cross and Whitechapel, and
        between New Cross Gate and Whitechapel due to upgrade
        works.</summary>
        = <public_transport_information message_id="2106618"
        message_generation_time="2008-02-25T13:12:12+0" version_number="5"
        start_time="2007-12-19T16:46:55+0" stop_time="2010-06-30T23:59:00+0"
        severity_factor="severe">
            = <location_container language="English">
                = <location_coordinates location_type="route">
                    <WGS84 latitude="51.476624" longitude="-0.032756" />
                    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                    descriptor="New Cross" />
                    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                    descriptor="NWX" />
                    <WGS84 latitude="51.519398" longitude="-0.061165" />
                    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
                    descriptor="" />
                    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
                    descriptor="" />
                </location_coordinates>
            </location_container>
            <transport_mode transport_mode="railway service" />
            = <transport_operator_description>
                <operator_name name="East London Line" />
            </transport_operator_description>
            = <service_information>
                <service_information_type service_information_type="no service" />
            = <route_description route_description_type="departure">
                = <location_container language="English">
                    = <location_coordinates location_type="multimode point">
                        <WGS84 latitude="51.476624" longitude="-0.032756"
                        />
                        <location_descriptor descriptor_type="railway station
                        name" descriptor="New Cross" />
                        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
                        identifier" descriptor="NWX" />
                    </location_coordinates>
                </location_container>
            </route_description>
        </service_information>
    </public_transport_information>
    </tpeg_message>
    = <tpeg_message>
        <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
        <summary xml:lang="en">Revised service between Hebdon Bridge and
        Dewsbury due to engineering works and landslip following
        flooding.</summary>
        = <public_transport_information message_id="2191303"
        message_generation_time="2008-02-24T06:20:50+0" version_number="100"
        start_time="2008-02-03T18:42:32+0" stop_time="2008-03-31T06:30:47+0"
        severity_factor="severe">
            = <location_container language="English">
                = <location_coordinates location_type="route">

```

```

    <WGS84 latitude="53.737798" longitude="-2.009536" />
    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
      descriptor="" />
    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
      descriptor="HBD" />
    <WGS84 latitude="53.69207" longitude="-1.633137" />
    <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
      descriptor="" />
    <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
      descriptor="DEW" />
  </location_coordinates>
</location_container>
<transport_mode transport_mode="railway service" />
: <transport_operator_description>
  <operator_name name="Northern Rail" />
</transport_operator_description>
: <service_information>
  <service_information_type service_information_type="special service"
    />
</service_information>
</public_transport_information>
</tpeg_message>
: <tpeg_message>
  <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
  <summary xml:lang="en">Underground station closed at Shepherds Bush due to
    major refurbishment works.</summary>
  :
    <public_transport_information message_id="2192002"
      message_generation_time="2008-02-04T07:03:42+0" version_number="1"
      start_time="2008-02-04T07:03:42+0" stop_time="2008-10-19T23:59:00+0"
      severity_factor="severe">
    : <location_container language="English">
      : <location_coordinates location_type="route">
        <WGS84 latitude="51.504595" longitude="-0.218669" />
        <location_descriptor descriptor_type="railway station name"
          descriptor="Shepherds Bush" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop identifier"
          descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    <transport_mode transport_mode="railway service" />
    : <transport_operator_description>
      <operator_name name="Central Line" />
    </transport_operator_description>
    : <service_information>
      <service_information_type service_information_type="disrupted" />
    : <route_description route_description_type="departure">
      : <location_container language="English">
        : <location_coordinates location_type="multimode point">
          <WGS84 latitude="51.504595" longitude="-0.218669"
            />
        </location_coordinates>
        <location_descriptor descriptor_type="railway station
          name" descriptor="Shepherds Bush" />
        <location_descriptor descriptor_type="bus stop
          identifier" descriptor="" />
      </location_coordinates>
    </location_container>
    </route_description>
    </service_information>
  </public_transport_information>
</tpeg_message>

```

</tpeg\_document>

(Fonts consultades: Veure [54], [55], [56]).