

SMART CITIES



Resum

Les ciutats intel·ligents són un concepte administratiu i governamental que s'està incorporant a les ciutats de tot el món. Aquestes, estan pensades per a minimitzar l'impacte global del canvi climàtic i transformar les ciutats en llocs segurs i saludables per als seus habitants.

A més, aquests tipus de ciutats estan dissenyades per facilitar, en un temps inferior als 15 minuts, l'accés dels ciutadans a tots els serveis necessaris, com poden ser els centres de treball, els comerços, els hospitals, els centres educatius, entre d'altres.

En termes de tecnologia les *smart cities* estan dotades d'una gran varietat de sensors destinats a preveure problemes. Aquests sensors permeten actuar davant les possibles incidències, basant-se en l'anàlisi de les dades, les quals són enviades a les diferents administracions: oficines de policia, edificis governamentals, etc.

Per a que una ciutat pugui arribar a esdevenir ciutat intel·ligent, cal que s'organitzi en diferents àrees operatives: govern, economia, medi ambient, mobilitat i ciutadania/persones. Serà, mitjançant l'assoliment d'una funcionalitat correcta de tots aquests aspectes, quan s'aconseguirà una ciutat optimitzada i eficient.

Aquest treball ha consistit en analitzar que comporta el ser una "ciutat intel·ligent", així com mostrar els reptes que tenen les ciutats a l'hora d'implementar la tecnologia en les diferents àrees i àmbits de cada municipi. A la vegada, mitjançant un exemple real, el treball analitza com una ciutat mitjana pot esdevenir una ciutat intel·ligent, partint de les eines i recursos dels quals disposa.

Per complementar aquest treball de recerca, s'aporta una maqueta que té com a objectiu mostrar com es transforma un carrer de la ciutat de Tortosa, en un espai urbà dotat de tecnologia intel·ligent. Aquest procés de transformació es basa en la implementació de tres sensors que tenen la finalitat d'analitzar en aquest concret espai urbà, la temperatura, la humitat i el diòxid de carboni. Un sensor, també té la capacitat d'encendre o apagar la llum dels fanals, segons la intensitat de la llum ambiental detectada.

Resumen

Las ciudades inteligentes son un concepto administrativo y gubernamental que se está incorporando en las ciudades de todo el mundo. Estas, están pensadas para minimizar el impacto global del cambio climático y transformar las ciudades en lugares seguros y saludables para sus habitantes.

Además, este tipo de ciudades están diseñadas para facilitar, en un tiempo inferior a los 15 minutos, el acceso de los ciudadanos a todos los servicios necesarios, como pueden ser los centros de trabajo, los comercios, los hospitales, los centros educativos, entre otros.

En términos de tecnología, las *smart cities*, están dotadas de una gran variedad de sensores destinados a prever problemas. Estos sensores permiten actuar ante posibles incidencias basándose en el análisis de los datos, los cuales son enviados a las diversas administraciones: oficinas de policía, edificios gubernamentales, etc.

Para que una ciudad pueda llegar a ser considerada como una ciudad inteligente, tiene que estar organizada basándose en diferentes áreas operativas: gobierno, economía, medio ambiente, movilidad y ciudadanía/personas. Será mediante el logro de conseguir integrar la funcionalidad correcta de todos estos aspectos, cuando se habrá conseguido articular y vertebrar una ciudad perfectamente optimizada y eficiente.

Este trabajo ha consistido en analizar que significa el ser una ciudad inteligente. Así como mostrar los retos a los que tienen que hacer frente las ciudades en el proceso de implementar la tecnología en las diferentes áreas y ámbitos de cada municipio. Al mismo tiempo, mediante un ejemplo real, el trabajo analiza como una ciudad mediana puede llegar a ser una ciudad inteligente, basándose de las herramientas y recursos de los que dispone.

Para complementar este trabajo de investigación, se aporta una maqueta que tiene como objetivo mostrar como se transforma una calle de la ciudad de Tortosa en un espacio urbano dotado de tecnología inteligente. Este proceso de transformación se basa en la implementación de tres sensores que tienen la finalidad de analizar en este concreto espacio urbano, la temperatura, la humedad y el dióxido de carbono. Un sensor también tiene la capacidad de encender y apagar la luz emitida por las farolas, atendiendo a la intensidad de la luz ambiental detectada.

Abstract

Smart cities are a government and administrative concept that is being incorporated into cities from all over the world. They are meant to minimize the global climate change impact and transform cities into safe and healthy places for their inhabitants.

Apart from that, these types of cities are made for people to be able to have access in less than 15 minutes to all types of necessary services. Such as their places of work, the supermarkets, the shops, the hospitals, and so on.

In terms of technology, smart cities have plenty of sensors that can help manage and prevent future problems by analyzing all types of data and sending them to different administrations: the police stations, the government buildings, and other such places.

To become a smart city it must be organized in different smart areas: government, economy, environment, mobility, and people. The correct functionality of all these aspects makes a city efficient and optimized.

This work consists on analyzing what is supposed to be a smart city and all the challenges that cities have when it comes to apply new technologies in their different sectors. Moreover, this research work analyzes how a medium size city can become a smart city starting from the available tools and resources.

For complementing this work, a model has been developed with the objective of transforming a Tortosa's street into a more intelligent one by including two different sensors that can analyze the temperature, the humidity, and the carbon dioxide and one sensor that can turn on or off the streetlamps depending on the light that is detected.

ÍNDEX

1. Introducció	7
1.1 Concepte de Smart City i el seu urbanisme.....	7
2. Planificació urbana sostenible per a ciutats intel·ligents	9
2.1 L'urbanisme de les Smart Cities.....	9
2.2 Legislació urbana Europea i Espanyola.....	10
3. Mobilitat urbana	12
3.1 Reducció de la congestió del trànsit.....	13
3.2 Millora del transport públic.....	15
3.3 Vehicles autònoms.....	15
3.4 Foment de l'ús de vehicles elèctrics i sostenibles.....	18
3.5 Logística Urbana Sostenible.....	19
3.6 Urban air mobility.....	20
3.7 Active Mobility.....	22
4. Energia i medi ambient	24
4.1 Ciutats potenciades amb energies renovables.....	24
4.2 Hydrogen-powered.....	25
4.3 Eficiència energètica.....	27
4.4 Descarbonitzar les indústries.....	28
4.5 Gestió dels residus.....	29
5. Tecnologies de la intel·ligència artificial per a les ciutats intel·ligents	32
5.1 Anàlisi de dades.....	32
5.2 Connexió 5G.....	32
5.3 Seguretat ciutadana.....	33
5.4 Disseny de les ciutats i serveis urbans.....	34
6. Desafiaments i riscos a les ciutats intel·ligents	36
6.1 Ètica i privacitat.....	36
6.2 Riscos de salut.....	39
6.3 Riscos de dependència tecnològica.....	40
6.4 Desafiaments de les ciutats intel·ligents.....	41
7. Tortosa com a ciutat intel·ligent	43
7.1 Exemples de la Tortosa Smart City.....	49
7.2 Com podem convertir una ciutat mitjana com Tortosa en una ciutat intel·ligent?.....	53
7.3 Part pràctica, carrer intel·ligent.....	60
8. Experiències i casos d'èxit	69
8.1 Imatges de projectes i empreses de la Fira Smart City Barcelona.....	69
8.2 Àmbit de les smart cities a Catalunya.....	79
8.3 Estudi de casos de ciutats intel·ligents.....	81
9. Conclusió	88
10. Webgrafia	91
11. Annexos	99

1. Introducció

1.1 Concepte de *Smart City* i el seu urbanisme

Una ciutat intel·ligent o *smart city* és aquella que utilitza les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) per tal de promoure respostes eficients, a través de metodologies que permeten avançar cap a un futur sostenible, i així, millorar la qualitat de vida de tots els ciutadans.

Per poder-ho dur a terme s'ha d'aconseguir tenir un equilibri entre les persones, les institucions, la tecnologia i la sostenibilitat, a partir d'eines tecnològiques que permeten trobar solucions a tota mena d'obstacles que suposen ser una gran ciutat. D'aquesta manera, es plantegen solucions eficaces per millorar els diversos aspectes com: la mobilitat, l'economia, els serveis públics, la participació ciutadana, entre d'altres.

Les ciutats intel·ligents són un sistema complex i interconnectat que aplica les noves tecnologies per detectar, reaccionar i gestionar totes les necessitats i demandes de tots els habitants, ja sigui controlar el transport públic i privat fins a l'ús eficient dels recursos energètics. Aquest coneixement a temps real permet actuar en anticipació a tot el que pugui passar.

Una *smart city* té l'objectiu de reduir l'impacte mediambiental, augmentar la competitivitat econòmica, garantir la seguretat de tots i promoure la transparència dels governs. També busca reduir el diòxid de carboni mitjançant la promoció de modalitats de consum i producció sostenibles, d'acord amb les característiques geogràfiques, socials, econòmiques i culturals de cada lloc.

Per aconseguir tot això, una ciutat ha de ser gestionada per apartats, per tal de poder satisfer totes les necessitats de manera eficaç i sostenible. Els sectors especialitzats són: el Medi Ambient i Energies, la Mobilitat, el Govern i l'Economia, la Inclusió Social, l'Urbanisme, la Seguretat i les Tecnologies. El funcionament correcte d'aquestes infraestructures garantirà un desenvolupament sostenible, un increment de la qualitat de vida de les persones, una millor eficàcia quant a la distribució dels recursos disponibles, una participació ciutadana activa, entre d'altres.

Les *smart cities* són una realitat i seran el futur que ens espera per tal de poder adaptar-nos a totes les necessitats. Es preveu que el 2050 un 85% de la població viurà en ciutats, i això significa que s'hauran d'assolir molts reptes com: abastir l'energia necessària, reduir les emissions de CO₂, planificar el trànsit per no provocar col·lapses, no sobreexplotar els recursos de matèries primeres... El concepte de ciutat intel·ligent no només se centra en

projectes per al creixement urbà, sinó que també segueix plans d'adequació per al tipus de ciutats que ja hi ha i transformar-les en intel·ligents.



Font: [iberdrola](http://iberdrola.com)

2. Planificació urbana sostenible per a ciutats intel·ligents

2.1 L'urbanisme de les *Smart Cities*

L'urbanisme de les ciutats intel·ligents està basat en la sostenibilitat del seu disseny i de la seva planificació. Es pot definir com el desenvolupament de ciutats, a partir de l'ús de les noves tecnologies per tal de crear espais compromesos amb el medi ambient i la comunitat de persones.

Els aspectes que es volen millorar mitjançant aquestes noves planificacions urbanes són: el medi ambient, l'economia i la societat. Aquesta combinació permet poder arribar a ser socialment més compromesos i sostenibles.

Aquestes tendències es basen en un conjunt de factors com el creixement de població i reptes com el del canvi climàtic. Actualment, a Espanya està disminuint la construcció de nous edificis i està augmentant la reutilització i reforma d'edificis antics que han quedat buits. Per tant, la tendència de construcció canviarà a ser una tendència de transformació per adaptar els edificis als nous reptes com l'eficiència d'espai i garantir l'accessibilitat a l'habitatge i millorar l'eficiència de l'espai.

L'objectiu del desenvolupament sostenible, com ja s'ha mencionat abans, està centrat a tenir un impacte positiu sobre tres àrees principals: el medi ambient, l'economia i la societat. Perquè el desenvolupament sigui possible, aquest ha de ser viable econòmicament, tant per a les persones que habiten un lloc com per als que ho planifiquen. Per aquests motius, l'economia és una part molt important a tenir en compte.

Per garantir que un barri sigui sostenible, aquest ha de generar el mínim impacte sobre el territori, a més, ha de ser capaç d'autoabastir-se, consumir el mínim de recursos i reduir les emissions i els residus. La qualitat de vida de la població també és imprescindible per a cobrir totes les necessitats bàsiques socials. Per aconseguir-ho, els experts han dissenyat un projecte anomenat "ciutat dels 15 minuts", això significa que tots els serveis bàsics (els centres educatius, la feina, l'oci, els comerços, la sanitat...) han de ser accessibles per a la persona en menys de 15 minuts, a peu o en bicicleta. Aquest model és realment positiu, tant per augmentar la productivitat dels habitants com pel medi ambient.

Per poder assolir una planificació urbana intel·ligent, un barri ha d'incloure diverses d'aquestes característiques: fer ús d'energies renovables, fomentar l'economia circular, implantar jardins urbans, desenvolupar una xarxa eficient de carrers, potenciar l'economia del barri, tenir opcions de transport públic sostenible i incloure l'opinió de la ciutadania en la presa de decisions del govern.

Un exemple pràctic per aquest tipus d'urbanisme podria ser: ampliar carrers i places on els vianants i la mobilitat sostenible tinguin prioritat, per tal de fomentar la inclusió social i la seguretat; fer les parcel·les dels edificis amb una orientació correcta cap al Sol, per estalviar energia; afegir il·luminació LED als carrers amb plaques solars per alimentar-la i també seria important afegir arbres de fulla caduca, per tal que a l'estiu hi hagi ombra i a l'hivern Sol.

2.2 Legislació urbana Europea i Espanyola

Durant les últimes dècades, la Unió Europea ha estat elaborant plànols estratègics en relació amb les ciutats i el seu desenvolupament. Des de finals dels anys noranta, s'han anat celebrant diverses reunions entre els ministres responsables del desenvolupament urbà i han anat consolidant la perspectiva de la UE.

L'any 2007 va ser molt decisiu, diversos països Europeus van firmar a la ciutat de Leipzig, Alemanya, una carta que inclou una sèrie d'elements clau per a l'ús de les polítiques integrades en desenvolupament urbà i l'atenció als barris més desfavorits. Des d'aquell moment, l'urbanisme sostenible del futur s'ha convertit en la realitat de les ciutats.

El 2016, també es va presentar un punt important, es va posar en marxa l'Agenda Urbana, basada en la Carta de Leipzig¹.

A Espanya, el 30 d'octubre de 2015, es va publicar un Reial Decret Legislatiu² que regula les condicions bàsiques per a tot el territori estatal. Aquesta llei inclou un conjunt de normativa relacionada amb el sòl i un desenvolupament sostenible, competent i eficient del medi urbà que fomenta actuacions de rehabilitació d'edificis i renovació de teixits urbans existents. Tot això amb l'objectiu d'assegurar una qualitat de vida per als ciutadans i l'efectivitat del dret a gaudir d'un habitatge digne.

El setembre del 2015, també es va publicar una llista de 17 objectius universals per assolir un desenvolupament sostenible. Aquesta llista és vigent des de l'1 de gener de 2016 i s'anomena 'Agenda 2030'³. Amb aquesta, es vol aconseguir tots aquests objectius com a data límit el 2030. Però tot i que aquests objectius no són jurídicament obligatoris, s'espera que els països que conformen el sistema de les Nacions Unides facin un esforç per assolir la sostenibilitat.

¹ Ministeri de Transports i Mobilitat sostenible i Ministeri d'Habitatge i Agenda Urbana, 2 maig 2007: mitma.gob.es

² BOE, 31 octubre 2015: [Disposició 11723 del BOE núm. 261 de 2015](#)

³ Nacions Unides: 15 setembre 2015: un.org

OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE



Font: [ODS | Fira de Barcelona](#)



Font: [ODS \(economiasustentable.com\)](#)

3. Mobilitat urbana

Avui en dia, la majoria de la població habita en ciutats, i això significa l'aparició d'immenses aglomeracions de gent en un mateix lloc i al mateix temps. Per poder combatre aquestes dificultats, s'han de dur a terme plans de mobilitat urbana per permetre l'intercanvi de les persones i dels productes de manera eficient i sostenible.

La mobilitat urbana es beneficia de la combinació dels sistemes tradicionals de transport, les plataformes de tecnologies de la informació i l'anàlisi de dades. Aquesta combinació, permet convertir el trànsit en una xarxa interconnectada mitjançant l'ús de sensors, motorització constant i sistemes intel·ligents de control.

El model de les ciutats actuals ha de canviar cap a un model sostenible que augmenti la quantitat de mitjans de transport no motoritzats i que combini el transport públic i el privat de manera més eficient quant a l'ús de les energies i l'espai viari que s'ocupa.

Uns dels reptes principals de mobilitat sostenible que les ciutats han d'assolir són aquests:

- **Mobilitat inclusiva:** una xarxa de mobilitat ha de ser accessible i assequible per a tothom, independentment de les seves capacitats físiques, del gènere, de l'edat, de la procedència cultural o de les condicions econòmiques. L'accessibilitat és el conjunt de característiques que fan que sigui còmode, segur i igual per a tots.
- **Sistema de mobilitat multimodal:** aquest és un dels principals reptes i es defineix com l'augment de l'oferta de diversos modes de transport, públic o privat, de forma conjunta per a satisfer les necessitats de mobilitat de la població de manera òptima.
- **Reducció de la congestió del trànsit:** aquesta afecta negativament la salut de les persones tant econòmicament com ambiental. A més, consumeix temps, espai, energia i redueix la qualitat de vida d'una ciutat.
- **Reducció de les emissions de diòxid de carboni:** el CO₂ és un gran responsable del canvi climàtic, a més de ser un gas que afecta directament la salut de les persones. Disminuir l'ús d'aquest combustible permetrà assolir nivells de contaminació molt més baixos i obtenir resultats molt beneficiosos per a la societat.

Els beneficis d'aconseguir una mobilitat intel·ligent optimitzada generen un canvi positiu a les ciutats generant solucions intel·ligents. Aquestes solucions consisteixen a implantar sistemes de control de la mobilitat dels vianants, carrils bici, estacions de càrrega, controls de capacitat d'aparcaments, controls del trànsit i reducció de la saturació turística. Mitjançant totes les dades recollides es proporcionen solucions dinàmiques que redueixen els problemes de mobilitat i de contaminació acústica que afecten greument la salut, a l'entorn i

la natura.

Alguns exemples de mobilitat intel·ligent:

MOVILIDAD EN LAS 'SMART CITIES'



Font: [Iberdrola: mobilitat intel·ligent](#)

3.1 Reducció de la congestió del trànsit

La congestió del trànsit és deguda a la gran afluència de vehicles comparats amb la quantitat de carrils de circulació, causant pèrdues de temps i sovint accidents. Amb la gestió intel·ligent proposada per les ciutats intel·ligents es vol aconseguir organitzar els fluxos de vehicles per tal d'aconseguir carreteres més segures i lliures per reduir la despesa energètica i la contaminació.

Obtenir una gestió intel·ligent del trànsit permet assolir l'ús sostenible dels vehicles, reduir la contaminació i evitar les congestions del trànsit.

Aquesta gestió es pot aconseguir mitjançant l'ús de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC), que han permès ampliar el ventall de possibilitats d'emmagatzematge, gestió i actualització constant de les dades.

Mitjançant diverses plataformes de gestió s'organitzen els fluxos dels vehicles i es mostren dades actualitzades als conductors per tal d'oferir-los les vies òptimes per al seu trajecte i, així, disminuir el temps de conducció i la quantitat de combustible gastat.

A més de gestionar el trànsit, amb aquestes tecnologies es poden controlar els sistemes d'aparcament, mitjançant sensors col·locats sota la calçada, càmeres que analitzen l'espai disponible per aparcar...

Fer actualitzacions constants dels aparcaments ajuda a reduir el trànsit, ja que la majoria dels cotxes dels fluxos busquen plaça per estacionar. Tot i això, aquest recurs té una contradicció. Si s'ofereixen aparcaments es promou l'ús dels vehicles privats, per tant, la gent pot deixar d'utilitzar el transport públic. Per combatre aquest fet, es considera important introduir la iniciativa del control de les places juntament amb aparcaments que requereixen pagament.

A més a més, per tal de reduir les congestions es pot monitoritzar el trànsit a temps real, controlar les velocitats dels vehicles i els semàfors d'accessos a autopistes segons l'afluència de vehicles per tal d'evitar frenades i estalviar energia. S'ha demostrat que la velocitat òptima d'una carretera depèn del volum de saturació d'aquesta. Per aquest motiu, han començat a implementar sistemes de limitació de velocitat dinàmics, és a dir, sistemes que permeten gestionar a temps real la velocitat de circulació.

Totes aquestes possibilitats es poden agrupar en 4 seccions: gestió del flux de trànsit, gestió d'incidències, millora de la seguretat i informació al conductor en temps real. La gestió conjunta de la informació que proporcionen aquests quatre grups permet una bona regulació dels vehicles.

Un exemple molt clar de carreteres intel·ligents és a Londres. A partir del 2014 l'autopista M25⁴ es va convertir en intel·ligent. S'han millorat de tres a quatre carrils per sentit, s'ha convertit el voral per utilitzar-lo com a carril de circulació permanent, s'ha millorat la tecnologia de la calçada per gestionar la fluïdesa del trànsit i millorar la fiabilitat dels temps de trajecte. Tot això permet solucionar les congestions a més de donar un impuls a les empreses i a l'economia en general, entre d'altres.



Font: [A 'smarter' M25 - \(www.gov.uk\)](http://www.gov.uk)

⁴Govern del Regne Unit, 7 novembre 2014: [Drivers to enjoy a 'smarter' M25 - GOV.UK \(www.gov.uk\)](http://www.gov.uk)

3.2 Millora del transport públic

Per tal que el transport públic millori i se n'incrementi l'ús, s'han de resoldre els problemes que no permeten evolucionar i s'han de dur a terme adaptacions per tal d'assolir amb èxit les necessitats i expectatives de la població. El perfil de la gent cada cop es basa més en la multimodalitat i fan ús de serveis com planificadors de viatges, aplicacions en temps real...

El desenvolupament de les noves tecnologies, pel que fa a gestió, està canviant la forma com la gent busca certs serveis i això afecta la quantitat o demanda que ja existia per a aquests. A més, s'està liderant un canvi als processos que permet optimitzar-los augmentant la seguretat, la diversitat i la qualitat del servei i reduint les emissions, el temps de trajecte i l'energia consumida.

Algunes solucions que destaquen són les targetes i tarifes de transport integrat, la capacitat de rastrejar i localitzar a temps real els vehicles, sistemes de bicicletes compartides o llogades, vehicles públics elèctrics i solucions d'*open data* que proporcionen accés públic i gratuït a conjunts de dades o informació.

Aconseguir la mobilitat sostenible, integrada i inclusiva i reduir el consum energètic, l'emissió de contaminants, la congestió i l'ocupació de via pública són els principals reptes als quals s'enfronta el transport públic d'una *Smart City*. És essencial que la política de transport públic es basi en la multimodalitat del sistema per a fomentar usos alternatius als vehicles privats que ocupen molt d'espai, consumeixen molta energia i emeten contaminants.

3.3 Vehicles autònoms

Els vehicles autònoms són aquells que contenen els sistemes informàtics necessaris per poder imitar les capacitats de conducció de control i maneig de les persones humanes. Aquests cotxes són capaços de percebre l'entorn que els envolta i extreure'n un anàlisi per aplicar tècniques de conducció. Els ocupants poden escollir el destí al qual es volen dirigir, però no és necessari que prenguin cap classe d'acció sobre la conducció del vehicle.

Es necessiten diversos tipus de tecnologies per tal de poder percebre l'entorn de manera precisa i realista. Sovint s'utilitza el radar, el LIDAR (dispositiu làser de mesura), la visió assistida per ordinador per càmeres i sistemes de posicionament global com el GPS.

Amb l'ajuda de tots aquests sensors es recull una gran quantitat d'informació de l'entorn que permet identificar la ruta, a més d'interpretar senyals de trànsit i reconèixer obstacles. Tot aquest *hardware* pot dependre d'un sistema d'intel·ligència artificial i estar connectat al núvol

per tal que la informació aconseguida pugui servir per a tots els vehicles i pugui permetre una evolució constant del sistema autònom mitjançant les pautes d'aprenentatge automàtic. Per tal que funcioni, el suport físic del dispositiu ha de respondre a una programació que ha estat carregada prèviament al seu programari.

Aquests vehicles tenen paràmetres molt ben establerts que no els permeten sobrepassar els límits de velocitat a menys que es canviï la configuració. A més, els algoritmes són tan sofisticats que poden desxifrar les dades que es van recol·lectant i emmagatzemar-les.

Principalment, els vehicles autònoms es caracteritzen per no necessitar conductor, però aquest concepte va evolucionant i s'han determinat diversos nivells de conducció autònoma. Segons els criteris establerts per la NHTSA (Administració Nacional de Seguretat del Trànsit a les Carreteres dels Estats Units) s'estableixen 4 nivells.

El nivell 1: implica que alguns controls siguin automàtics com per exemple el fre d'emergència automàtic o el control de creuer.

El nivell 2: té el requisit que dues funcions puguin ser controlades al mateix temps. Per exemple el control de creuer i el manteniment al carril.

El nivell 3: conté conducció autònoma i és capaç de gestionar totes les funcions de la conducció per si mateix, però es necessita un conductor al vehicle.

El nivell 4: és la conducció autònoma completa, és a dir, no és necessari cap mena de conductor al vehicle. La persona humana únicament indica quina és la direcció a la qual vol anar.

Un vehicle autònom té molts beneficis i també desavantatges:

Avantatges:

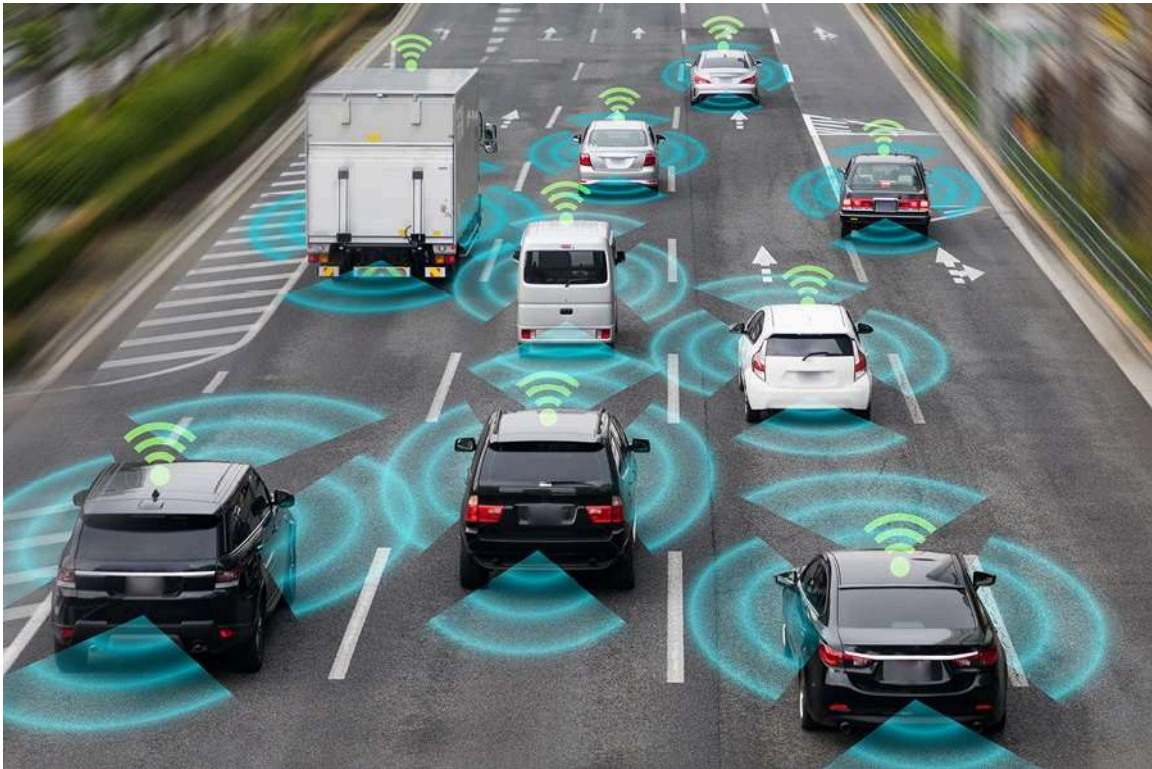
- Contribueixen a augmentar la seguretat, reduint el nombre d'accidents a la carretera i també proporcionen més seguretat per als vianants.
- Milloren la qualitat de l'aire gràcies a les tècniques de conducció, a més les marques busquen produir cotxes elèctrics o híbrids, per tant, redueixen la contaminació.
- Són inclusius perquè proporcionen independència donant accés a vehicles a persones que no saben conduir o tenen alguna discapacitat que no els ho permet.
- La mobilitat viària passa a ser molt més fluida sobretot a les grans ciutats.
- Els passatgers no s'han de preocupar de res i això permet el descans i la disminució de l'estrès.

Inconvenients:

- Al principi seran bastant costosos i no tothom podrà adquirir-ne un.
- Poden tenir efectes negatius quant a la privacitat de les persones, ja que per al funcionament del cotxe és necessari estar constantment connectats mitjançant

satèl·lits.

- En el cas que el vehicle falli, la persona es pot trobar en perill.
- Hi haurà menys oportunitats de feina com per exemple els conductors de camions, els taxistes, els conductors del transport públic...



Font: [nationalgeographic](https://www.nationalgeographic.com)



Font: [Vehicles autònoms \(futuroelectrico.com\)](https://www.futuroelectrico.com)

3.4 Foment de l'ús de vehicles elèctrics i sostenibles

Segons un article de la cadena SER⁵, el 2022 hi va haver 9 milions de morts causades per la contaminació. Les emissions tòxiques de les xemeneies de les fàbriques i els tubs dels cotxes i camions són responsables del 75% d'aquestes.

Per aquest motiu, la descarbonització del transport mundialment se situa com un dels objectius principals de l'Agenda 2030 dels ODS.

El transport és una cosa essencial i de la qual tenim molta dependència: es necessita per aconseguir un creixement econòmic, connectar a les persones, crear llocs de treball, afavorir a l'intercanvi de béns, serveis i fins i tot generar cultura i coneixement. Tot i això, l'ús excessiu d'aquests vehicles contaminants està perjudicant cada cop més les nostres vides i s'han de cercar alternatives sostenibles.

Les aglomeracions a les ciutats i la tendència a l'alça de consumir productes de llocs llunyans han plantejat la urgència d'adoptar un transport sostenible per tenir una mobilitat ecològica. El transport sostenible busca reduir la petjada ambiental i aposta per energies reutilitzables i netes amb l'objectiu de reduir l'impacte ambiental. L'objectiu a curt termini és que la població d'arreu del món pugui comptar amb una mobilitat segura, accessible i ecològica.

La mobilitat sostenible aporta molts beneficis per a la salut i per al medi ambient i a més de reduir el diòxid de carboni de l'atmosfera, redueix la contaminació acústica. Fer ús del transport elèctric també ens pot fer estalviar, ja que el manteniment és molt més barat, a causa de la poca complexitat dels seus components. Un altre benefici econòmic, gràcies a l'augment de la indústria dels cotxes elèctrics, és l'oferta de nous llocs de treball. L'aposta per la mobilitat sostenible i l'impuls d'altres mitjans de transport contribueix a la transformació de les ciutats, ja que els nuclis urbans s'alliberen dels vehicles de combustió i donen lloc a espais verds, per a vianants i per a bicicletes i transport públic sostenible.

Actualment, existeixen diversos tipus de transport sostenible tant públics com privats:

- Els autobusos urbans elèctrics són una gran mesura per prevenir la contaminació del transport públic. Aquests vehicles utilitzen energia emmagatzemada prèviament a les seves bateries per impulsar els motors elèctrics. L'ONU determina que fent ús d'aquest tipus de vehicles es pot estalviar fins a 1.400 milions de tones de diòxid de carboni i quasi 30 milions de partícules contaminants.

⁵ Cadena SER, 18 maig 2022: [La contaminación mata a 9 millones de personas al año en el mundo | Actualidad | Cadena SER](#)

- El cotxe multiusuari o *carsharing* elèctric és la nova tendència de les grans ciutats pel que fa a la mobilitat, ja que permet llogar un vehicle sostenible per trajectes. En conseqüència, es disminueix l'ús de vehicle privat i es millora l'oferta de transport públic. Gràcies a la xarxa de geolocalitzadors dels cotxes, es detecta el vehicle més proper a l'usuari, s'indica el nivell de bateria disponible i es calcula la distància recorreguda. Aquest mateix sistema també s'empra en motos elèctriques, bicicletes i patins.
- El transport de mercaderies sostenible també és necessari per trobar alternatives que no contaminen, com per exemple prioritzar el ferrocarril. Tot i això, no sempre és possible per la complexitat logística. Per tant, per reduir el consum de carburants, les empreses solen adquirir vehicles nous i fomenten modes de conducció eficients per reduir considerablement les emissions.
- Les carreteres intel·ligents no són un transport, però són una contribució de la tecnologia per millorar el transport sostenible. Aquestes vies incorporen tecnologia avançada de seguretat, càrrega de vehicles i connectivitat. Algunes de les tecnologies utilitzades són: els paviments fotovoltaics amb sistemes de càrrega, elements interconnectats a través del 5G com a senyals de trànsit, passos de vianants amb LED o projectors, i l'ús del Big Data per gestionar els fluxos de trànsit.

3.5 Logística Urbana Sostenible

La mobilitat de la ciutat no es basa només en el transport privat o públic de persones, sinó que el transport de mercaderies també té un paper molt important. La introducció de noves tecnologies permet una millora important en l'eficiència i la sostenibilitat.

Els avenços en la indústria del transport i la seva gestió són clau per poder constituir la mobilitat d'una Smart City. Els reptes als quals es pretén fer front estan basats en la millora del nostre entorn, en com reduir la contaminació i aconseguir estalviar grans quantitats d'energia.

En primer lloc, una peça clau de la mobilitat intel·ligent és gestionar els fluxos logístics del trànsit de forma integrada i efectiva en l'àmbit urbà, per tal que els negocis de la ciutat tinguin un transport efectiu. Amb una distribució eficaç podem obtenir una distribució urbana de mercaderies que ajudi al desenvolupament econòmic dels comerços.

En aquest pla de mobilitat, s'han de tenir en compte les necessitats tant del sector privat com del públic. Tot i que els camions només ocupen un percentatge aproximat del 10% dels vehicles per quilòmetre de les carreteres europees, aquests poden crear fàcilment la meitat de totes les emissions de CO₂, generant prop d'un terç de les partícules en suspensió i més

del 20% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Gràcies a les noves tecnologies de la comunicació i al concepte de ciutat intel·ligent, les empreses i la seva logística tenen més oportunitats de prosperar, ser eficients, sostenibles i millorar la qualitat de la vida dels ciutadans. Per aconseguir els objectius desenvolupen plataformes de logística integrada, renoven tots els vehicles, sigui modernitzant els existents o retirant els vells, fomenten la multimodalitat de la logística i utilitzen la localització a temps real dels productes mitjançant els vehicles.

La mida de les mercaderies, la distància entre el punt d'origen i el d'arribada, les infraestructures i el volum solen determinar el tipus de vehicle i la mida d'aquest. En una ciutat, aspectes com el nivell de congestió en temps real, la qualitat de l'aire o la prohibició d'accés a vehicles privats i donant preferència a bicicletes o vianants, també s'han de tenir en compte per definir un tipus de vehicle. Per a això, les categories que s'han esmentat abans han de funcionar en conjunt per a adaptar la circulació dels vehicles de logística en funció de les necessitats específiques de cada lloc en concret de la ciutat i segons els tipus de productes que es repartiran. Per poder fer front a zones amb accessos restringits a vehicles motoritzats, s'han dut a terme plans on els vehicles deixen les mercaderies a un punt concret i després un vehicle elèctric no motoritzat de la mida adequada ho transporti fins al destí.

En conclusió, per poder fer front a tots els reptes de les ciutats i poder dur a terme una logística professional i sostenible s'ha de tenir una perfecta coordinació entre aquests grups: el seguiment en directe de les mercaderies, la multimodalitat, la gestió del tipus de vehicles i la gestió de l'emmagatzematge.

3.6 Urban air mobility

La mobilitat aèria urbana amb vehicles elèctrics que aterren i s'enlairen de forma vertical pot convertir-se en una realitat. S'espera que durant aquesta dècada es desenvolupen les tecnologies necessàries perquè aquest tipus de transport es pugui fer possible.

Tot i això, aquestes tecnologies queden encara una mica llunyanes i s'han d'investigar totes les oportunitats i amenaces que poden sorgir. Els vehicles capaços d'enlairar-se i aterrar de manera vertical busquen ser la solució al trànsit de les ciutats i reduir el temps de transport urbà i interurbà.

Com s'ha mencionat anteriorment, hi ha desafiaments a tenir en compte i s'han de desenvolupar tecnologies sofisticades per obtenir bateries eficients i sostenibles. També, s'hauran d'adaptar les infraestructures de les ciutats per garantir un funcionament correcte.

Per exemple, s'haurien de crear plataformes d'enlairar-se i d'aterratge.

Alguns dels beneficis que es pretenen assolir amb la mobilitat urbana aèria són reduir els problemes de contaminació i salut i garantir un benestar econòmic i social. Integrar aquest tipus de vehicles serà una revolució de la forma actual del transport, sobretot a les grans ciutats amb molta densitat de població, fent disminuir els temps de trajecte dràsticament.

Segons l'Agència de Seguretat Aèria de la Unió Europea, l'any 2030 340 milions de persones viuran a la UE. Aquest fet comportarà que els fluxos de trànsit siguin cada cop més complexos i s'hagin de prendre mesures. Gràcies a la mobilitat aèria es prevé que millorin les condicions del trànsit així com la seguretat, l'impacte ambiental i sonor...

Un exemple d'avenç gràcies al transport aeri seria utilitzar els vehicles com a transport d'emergències, així els pacients serien atesos molt més ràpid que actualment i disminuiria la mortalitat. Amb aquestes tecnologies també es podrien transportar béns personals mitjançant drons especialitzats per a dur a terme aquestes tasques.



Font: [Mobilitat Aèria Urbana | Foresight](#)

Diversos prototips de mobilitat aèria urbana de la marca HYUNDAI:



Font: [Urban Air Mobility \(hyundai.com\)](https://www.hyundai.com/urban-air-mobility)

3.7 Active Mobility

A les ciutats intel·ligents un dels propòsits principals és fomentar el ciclisme i anar a peu com a opcions de transport preferides de la gent.

És vital per a la Unió Europea poder assolir la sostenibilitat i aconseguir que la majoria de gent camini i vagi amb bicicleta permetria complir els objectius. Aquests dos són els mitjans més sostenibles i eficients de transport i ambdós proporcionen molts beneficis: milloren la salut de les persones, redueixen les congestions de trànsit, no generen contaminació aèria ni acústica, i són ideals per a trajectes curts.

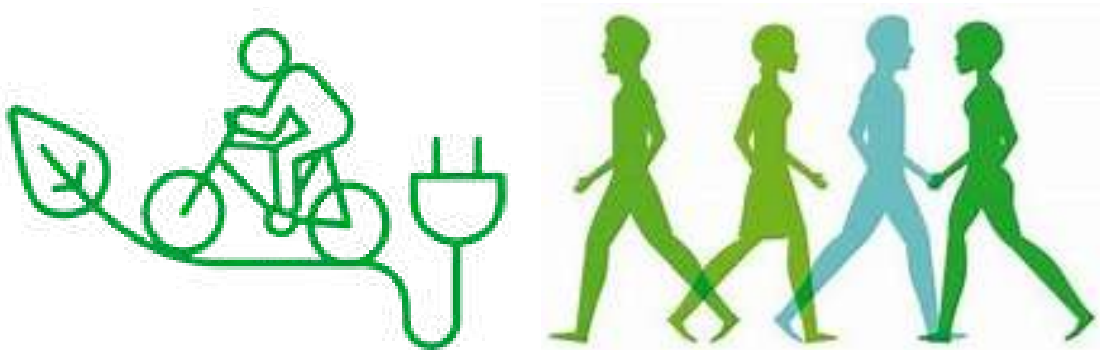
Amb gairebé la meitat de tots els viatges en cotxe que cobreixen menys de cinc quilòmetres, aquests mitjans de desplaçament tenen un enorme potencial de creixement si les condicions són adequades, especialment en entorns urbans. En crear infraestructures per als ciclistes, vianants i espais públics, que facin que la mobilitat activa sigui segura i atractiva, les ciutats es converteixen en llocs més accessibles, saludables i habitables per a tothom.

La crisi energètica i la falta de recursos renovables han obligat a buscar mesures alternatives de transport que siguin sostenibles i les Smart Cities han configurat un nou model de ciutat on caminar i anar amb bicicleta ajuden a impulsar espais verds. Segons el diari El País⁶, entre la circulació i les places d'aparcament, els cotxes ocupen un 80% de l'espai públic. Per això, s'han de planificar ciutats compactes i recuperar els barris per així tenir ciutats de 15 minuts com he explicat anteriorment. Les distàncies curtes permeten que la forma de desplaçar-se sigui a peu o en bicicleta i, per tant, no generen residus. Moltes

⁶ El País, 16 desembre 2022 [Por un Manifiesto de la Movilidad Activa | Seres Urbanos | Planeta Futuro | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

ciutats estan adaptant aquests models d'espai públic per tal d'intentar que el cotxe sigui una opció secundària a l'hora de desplaçar-se. Gràcies a aquestes mesures hi haurà menys accidents, disminuirà el trànsit, millorarà l'espai públic, l'aire serà més net i els comerços locals recuperaran els clients.

A Espanya ja s'estan començant a impulsar aquests models i s'ha dissenyat una "Estratègia de Mobilitat Segura, Sostenible i Connectada 2030"⁷ que va ser aprovada pel Consell de Ministres el 10 de desembre del 2021. En aquest pla s'indiquen les actuacions del Ministeri de Transport i Mobilitat Sostenible per a la gestió dels transports i la mobilitat dels pròxims vuit anys. A més, aquest Ministeri ha redactat una guia de recomanacions per al disseny de les infraestructures per als ciclistes amb l'objectiu de convertir-ho en un manual per a les administracions públiques que planifiquen, construeixen i mantenen aquestes infraestructures. D'aquesta forma aconsegueixen reorientar la mobilitat per tenir mitjans de transport sostenibles i actius que permeten protegir la salut, el medi ambient, el clima, la qualitat de l'aire, el benestar i la seguretat de tots els ciutadans en l'àmbit urbà, metropolità, interurbà, rural i natural.



Fons: [Esmobilidad](#) , [imatges/caminata](#)

⁷ Ministeri de Transport i Mobilitat Sostenible: [Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 | \(mitma.es\)](#)

4. Energia i medi ambient

El medi ambient de les ciutats fa referència a l'habitabilitat i la sostenibilitat d'aquestes. Les ciutats intel·ligents aposten per fer ciutats innovadores i sostenibles a parts iguals i es caracteritzen per beneficiar el medi ambient per la forma en com les gestionen. Mitjançant la reducció de residus, contaminació, ús d'energies renovables... les ciutats intel·ligents aposten per conservar la biodiversitat i ampliar els espais verds de les ciutats.

Uns dels principals reptes als quals s'enfronten les ciutats són la qualitat de l'aire i la contaminació lumínica. Per tal de combatre aquests problemes és necessari desenvolupar plans de desenvolupament sostenible i reduir dràsticament les emissions de diòxid de carboni, controlar la quantitat de partícules de gasos d'efecte hivernacle, controlar els nivells de llum dels carrers...

Per tal de desenvolupar les ciutats de manera sostenible s'han de tenir en compte diversos altres factors: s'ha de tenir en compte la gestió de l'aigua de la ciutat per aconseguir estalvis significatius que redueixin els nivells de sequera; també s'han de gestionar els residus i fer que el reciclatge sigui més efectiu; s'han de promocionar les energies renovables i l'economia circular. Amb tot això obtenim un benestar per a tota la població actual i per a les futures generacions.

4.1 Ciutats potenciades amb energies renovables

Tenir un control sobre l'energia és imprescindible, ja que els recursos són cada vegada més limitats i la demanda energètica continua augmentant. L'ús de combustibles fòssils comporta alts nivells de contaminació i la Unió Europea en prohibirà fer usos excessius i aplicarà penalitzacions. Actualment, ja s'estan portant a terme avenços i aplicacions per potenciar les energies renovables i un desenvolupament sostenible.

S'ha apostat per models de construcció verda que impliquen complir normatives d'eficiència energètica i de consum. En els pròxims anys serà necessari renovar les instal·lacions i implementar sistemes moderns de gestió de l'energia a escala mundial als edificis, això inclou utilitzar energies renovables com la solar i l'aerotèrmia. L'aerotèrmia és un avanç en l'energia renovable de baix consum energètic. A partir de l'energia tèrmica de l'aire, aquesta es transfereix a l'interior de l'edifici per portar a terme una climatització adequada i aconseguir aigua calenta.

Un altre model per obtenir energia renovable es duu a terme capturant el moviment cinètic de l'aigua del mar per produir electricitat. Tot i això, aquest encara no és un mètode gaire

desenvolupat, però té molt de potencial pel que fa al descobriment d'energies alternatives.

L'energia geotèrmica és una altra energia molt neta i sostenible que s'aconsegueix a partir de la calor i l'aigua calenta de sota la terra. És una energia molt utilitzada a les cases i als edificis per a augmentar la temperatura o disminuir-la.

4.2 Hydrogen-powered

L'hidrogen és l'element químic més abundant a l'univers i s'han descobert maneres d'usar-lo com a energia renovable.

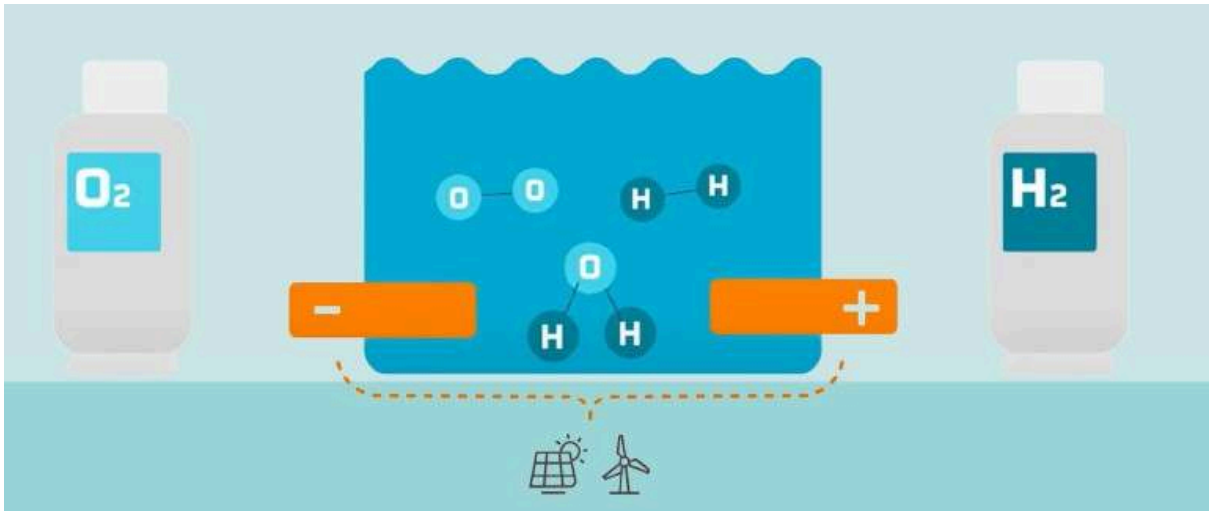
L'hidrogen sostenible és un dels protagonistes del futur energètic i contribuirà a frenar el canvi climàtic gràcies al fet que és molt net, versàtil i no emet diòxid de carboni.

L'hidrogen serà un element clau per a descarbonitzar unes de les indústries més complicades com la marítima i l'aèria. També amb l'hidrogen renovable i CO₂ capturat es podran produir combustibles sintètics per fer servir en motors convencionals sense contaminar i en vehicles elèctrics de pila de combustible.

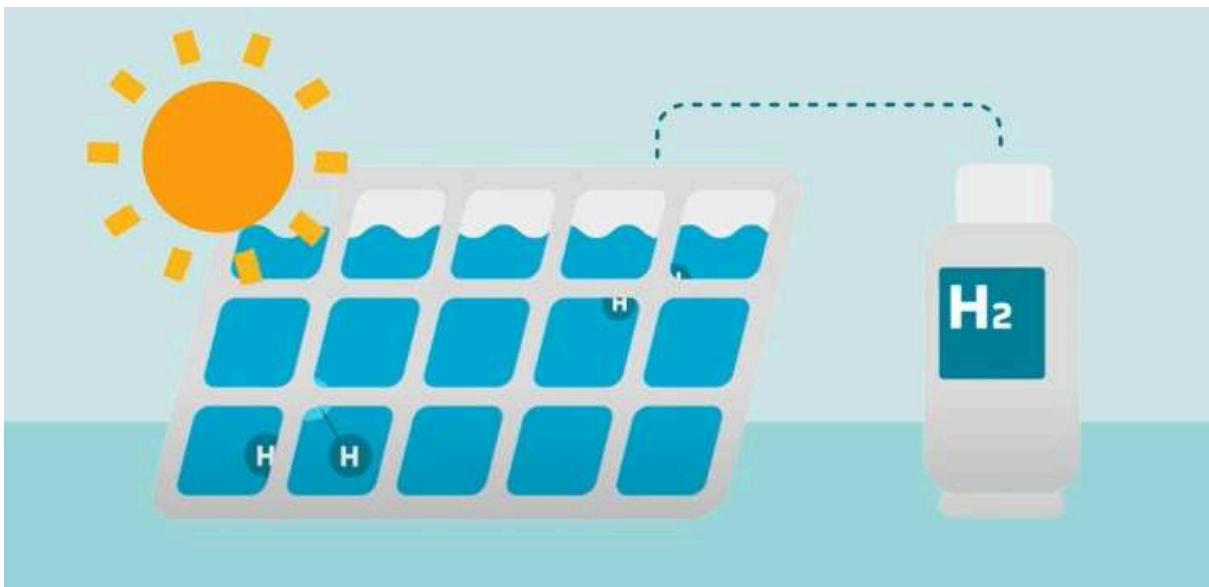
Gràcies a l'hidrogen, serem capaços d'emmagatzemar els excedents d'energies renovables per poder fer-ne ús de quan no tinguem sol o vent.

Aquest element el trobem juntament amb l'aigua i amb la matèria orgànica i per poder utilitzar-lo s'ha de separar degudament dels elements que l'acompanyen. Per tal que sigui una font renovable, es necessita aigua i electricitat procedents de fonts renovables. Hi ha tres maneres per tal d'obtenir-lo:

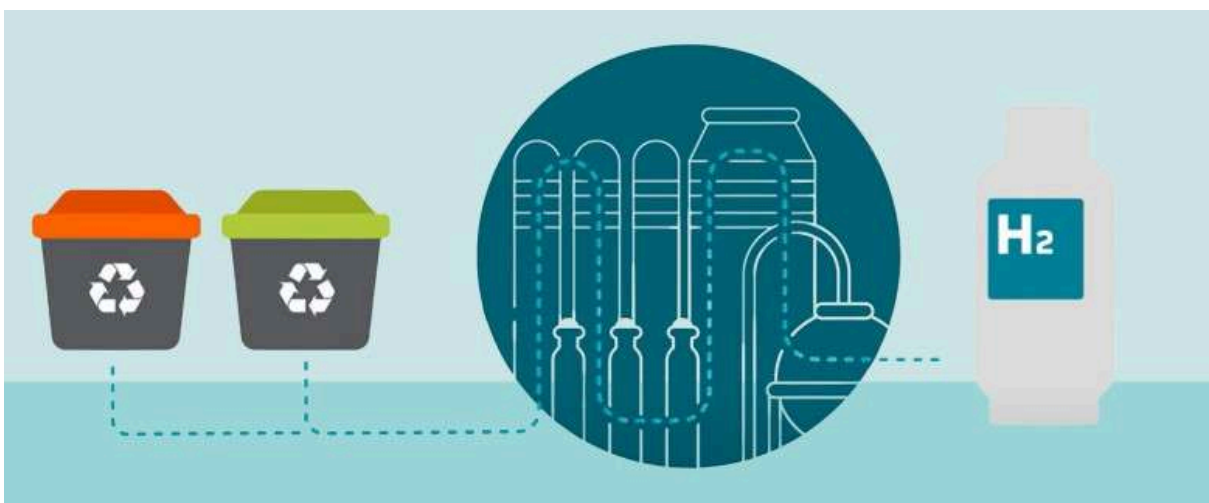
- **L'electròlisi:** en aquest procés se separa la molècula de l'aigua en hidrogen i oxigen mitjançant un procés de descomposició química d'una substància per l'acció del corrent elèctric anomenat electròlisi.
- **La foto electrocatàlisi:** simplifica el procés anterior i amb un sol pas, mitjançant la llum solar i un material fotoactiu produïm hidrogen sense necessitat d'electricitat.
- **El biometà:** mitjançant l'ús de residus biològics com a matèria primera.



Electròlisi: [Vídeo: Hidrogen renovable](#)



Electrocatàlisi: [Vídeo: Hidrogen renovable](#)



Biometà: [Vídeo: Hidrogen renovable](#)

4.3 Eficiència energètica

L'eficiència energètica permet reduir el consum de qualsevol classe d'energia i els possibles impactes ambientals que comporti. És una eina molt necessària per fer front al canvi climàtic, ja que ajuda a obtenir els millors resultats en qualsevol activitat utilitzant el mínim de recursos energètics possibles.

Arreu del món, l'eficiència energètica s'ha convertit en una prioritat per als governs. Actualment, les fonts energètiques que s'han emprat al llarg dels anys s'estan encarint i limitant. A més, generen una gran dependència del mercat exterior i tenen un impacte negatiu sobre l'ecosistema.

L'estalvi d'energia és essencial, s'ha de promoure el consum responsable i l'ús eficient de les fonts. Hi ha una gran necessitat arreu del món de reduir la factura del consum, la dependència energètica exterior i les emissions de gasos nocius a l'atmosfera.

El 4 de novembre del 2016 va entrar en vigor un acord entre països anomenat "Acord de París"⁸. Espanya es va adherir al programa juntament amb 192 països i la Unió Europea. Aquest acord inclou compromisos per part de tots els membres per tal de reduir les emissions i adaptar-se als impactes del canvi climàtic.

Tant administracions públiques com empreses estan apostant per mesures i iniciatives que potencien l'ús de fonts d'energia renovable i la sostenibilitat, per tal d'obtenir un gran estalvi energètic i potenciar un planeta verd i habitable per tothom.

L'eficiència energètica dels edificis privats i públics també s'ha de tenir present. Aproximadament el 40 % de les despeses d'una casa són destinades a la climatització, sigui aire condicionat o calefacció. Als edificis tradicionals no hi ha cap manera de visualitzar el consum de gas o electricitat fins que es rep la factura. Per tant, es fa difícil prendre mesures de gestió d'estalvis el dia a dia. En canvi, a un *Smart Building* o Edifici Intel·ligent, es controla a temps real el consum de qualsevol mena de font energètica i així es pot actuar en antelació.

L'eficiència en edificis busca aconseguir solucions eficients per gastar l'energia de manera òptima, i així aconseguir l'equilibri entre el confort dels usuaris i la despesa energètica per tal de reduir l'impacte ambiental.

L'energia i la seva eficiència als edificis es calcula i a partir d'aquests càlculs s'obté un certificat energètic amb una valoració de la lletra A fins a la G, segons sigui màxima o mínima puntuació.

⁸Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), 12 de desembre París 2015: [El Acuerdo de París | Naciones Unidas](#)

El disseny dels edificis també aporta una gran diferència. És molt important tenir en compte diversos factors que col·laboren a tenir unes millors condicions de l'edifici tant en materials de construcció com en l'orientació de l'edifici. L'impacte del Sol, el vent i la humitat s'han d'examinar estructuralment: l'aïllament de les superfícies de la casa, el tipus de finestres, els marcs hermètics de les portes, la il·luminació, entre d'altres, són factors a tenir en compte.

La consciència de l'ús de l'energia per part de cada persona és imprescindible. Si es té cura de la quantitat d'energia que es consumeix, s'arriba a grans estalvis que col·laboren a reduir l'impacte ambiental.

L'aplicació de la tecnologia als edificis permet desenvolupar espais molt més eficients i respectuosos amb el medi ambient. En aquest sentit, els controls d'il·luminació, influeixen molt per obtenir eficiència energètica i reduir el cost econòmic. Per tal de no consumir energia en excés s'han creat controls intel·ligents d'il·luminació a partir de sensors que permeten aconseguir les millors condicions.

Amb la detecció constant de la quantitat de llum natural, els sistemes de llum adapten la llum artificial per aconseguir la qualitat i quantitat de llum perfecta cada moment del dia. Un altre avantatge és que el sensor detecta la quantitat de gent que hi ha a una sala i proporciona la llum necessària. Per tant, hi ha un estalvi important econòmic i en conseqüència, es protegeix el medi ambient prolongant la vida útil de les llums i estalviant energia.

Pel que fa a l'aplicació de sistemes intel·ligents, per assolir l'eficiència energètica a la via pública, les ciutats intel·ligents estan aplicant sistemes d'enllumenat públic que detecten la mobilitat de les persones, augmentant o reduint la intensitat de l'enllumenat, inserint sistemes d'enllumenat de baix cost energètic o reduint la intensitat de tot l'enllumenat a les hores nocturnes on la mobilitat és escassa.

4.4 Descarbonitzar les indústries

El sector industrial ha anat progressant a poc a poc des de la dècada dels noranta. Tot i això, avui en dia encara continua sent responsable d'aproximadament el 25% de les emissions contaminants a Espanya. És molt necessari que la descarbonització se centri en la indústria per aconseguir els objectius climàtics.

La descarbonització significa reduir les emissions de carboni per tal de limitar l'impacte climàtic. En el cas de la indústria s'han de reduir les emissions al procés industrial. La descarbonització del planeta planteja grans desafiaments per a les indústries pesants que consumeixen molta energia, com per exemple la indústria del ciment i de l'acer.

En primer lloc, és molt important complir els objectius de descarbonització, ja que hi ha una gran preocupació pel medi ambient evident. S'ha de tenir en compte l'aspecte econòmic, perquè totes les iniciatives tenen un impacte en la competitivitat de l'empresa. Això pot conduir a una millora dels processos, de l'eficàcia energètica global dels centres industrials i també permet fer front a l'augment constant del preu de l'energia, gràcies a l'eficiència de les instal·lacions.

Els objectius principals de reducció d'emissions són dos. En primer lloc, s'espera que l'any 2030 s'hagin reduït sobre el 50% de les emissions. En segon lloc, i més llunyà, l'any 2050 l'objectiu és reduir fins a emetre zero emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera.

La transició energètica és clau per combatre els problemes del canvi climàtic i a poc a poc van sorgint noves formes d'obtenir energia i transformar-la com l'hidrogen renovable, els combustibles sintètics o els biocombustibles. Amb l'ajuda d'energies renovables com aquestes serà possible complir l'emissió de zero CO₂ el 2050⁹.



Font: [La descarbonització, EL PAÍS](#)

4.5 Gestió dels residus

Per a completar una ciutat intel·ligent a part de tenir una xarxa complexa de tecnologies que optimitzen els funcionaments, s'han de construir entorns adequats. Per això, la gestió dels

⁹ El País, 27 febrer 2022: [La descarbonización revela su lado más desafiante | Energía | Extras | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

residus és una necessitat que manté la ciutat òptima i per a totes les persones.

Hi ha diverses innovacions de sistemes que pretenen ser més higiènics i de menys impacte visual amb els objectius d'aconseguir un entorn amb un funcionament còmode.

L'ANAVAM (Associació Nacional d'Auditors i Verificadors Mediambientals) va presentar un model de gestió de residus¹⁰ per poder complir amb totes les necessitats d'una *Smart City*. Aquesta agrupació planteja una xarxa de tubs subterranis que funcionaria a través d'un sistema de buit acompanyat amb unes turbines que utilitzarien el vent de l'exterior. Gràcies a aquest sistema no veuríem brossa al carrer i els habitants disposarien la brossa a contenidors que anirien directament al centre de reciclatge per sota de la terra. A part de ser una millora visual, això permetria oblidar-nos de la xarxa de camions de recollida i així reduir emissions. A més, aquests tubs anirien motoritzats i sincronitzats a temps real per evitar avaries i poder mesurar totes les dades.



Font: [Sistema de recollida pneumàtica dels residus: ESMARTCITY](#)

A part de buscar nous mètodes de reciclatge, a moltes ciutats s'estan millorant els sistemes actuals, ja que fer una xarxa subterrània és molt costós i encara no s'ha establert.

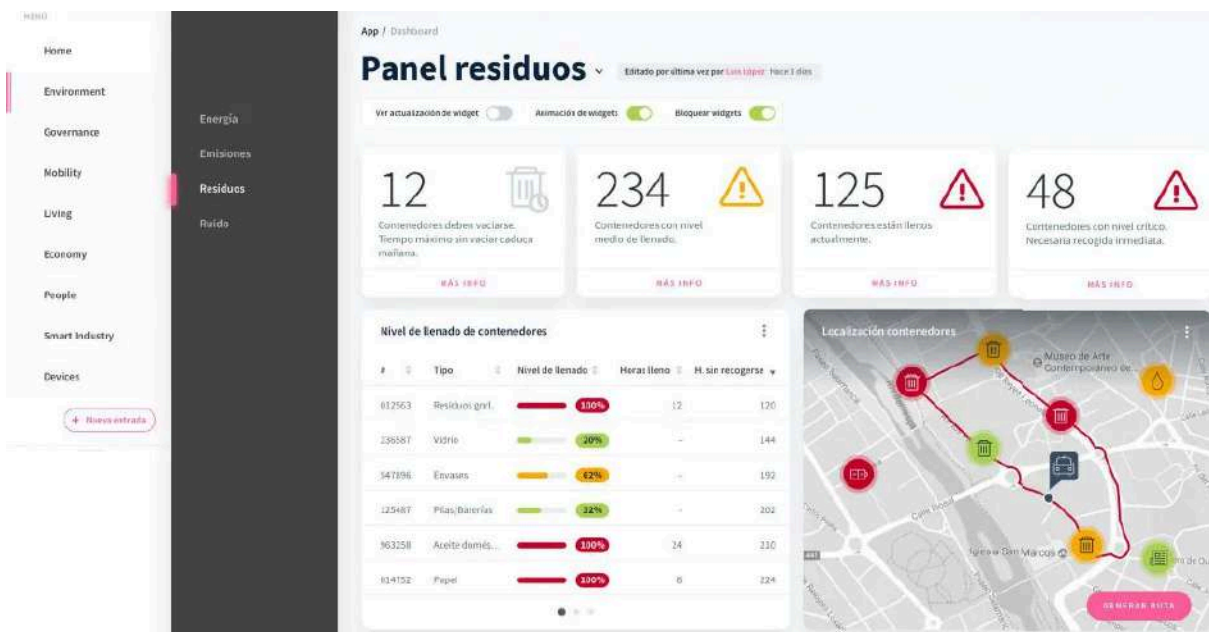
A les ciutats, nombrosos cops els camions de recollida de brossa realitzen innecessàriament rutes per a recollir contenidors que no estan prou plens mentre a altres llocs n'hi ha de plens que no es recullen.

La gestió intel·ligent dels residus urbans es compon de diverses etapes des que es recullen i els transporten fins al tractament dels residus. La recollida és el factor més clau, pel seu cost i complexitat logística. Una gestió eficient resulta costosa perquè implica treballadors, vehicles i s'ha de fer una planificació de la recollida. Els principals objectius són aconseguir un entorn més conscienciat, informat, amb més facilitats i amb sistemes més higiènics i de menor impacte visual.

¹⁰ Endesa, 5 juny 2018: [La gestión de residuos en las ciudades inteligentes | Endesa](#)

Cal afegir, però que els nombrosos sistemes intel·ligents existents s'estan perfeccionant progressivament i podem trobar-hi molts exemples a les ciutats aplicats a la gestió de residus, des de la recollida pneumàtica, que s'ha exposat abans, o el sistema de contenidors soterrats fins a l'ús de camions amb diferents tipus de càrrega. A partir d'aquests sistemes podem trobar-ne d'altres més amplis en gestió, amb menor o major eficiència, segons la connexió que estableixin amb l'Internet De les Coses (IoT).

A més, s'han desenvolupat dispositius amb diversos sensors IoT per motoritzar els contenidors. Amb l'ajuda d'aquests sensors es pot detectar quan el contenidor està llest per a recollir a temps real i a més, pot detectar possibles problemes com que es tombi, o situacions de risc com incendis. Gràcies al Big Data és possible saber informació en hores, quantitat de residus i patrons de gestió. També ens permet obtenir informació de la mobilitat, la qualitat de l'aire, els nivells de so i altres aspectes relacionats amb el benestar dels ciutadans.



Font: [FIWOO plataforma de gestió intel·ligent](#)

5. Tecnologies de la intel·ligència artificial per a les ciutats intel·ligents

5.1 Anàlisi de dades

L'anàlisi de dades és una gran eina per a les ciutats intel·ligents. El Big Data és la tecnologia d'anàlisi i emmagatzematge de dades que permet l'automatització i pot convertir les ciutats en intel·ligents amb ciutats que puguin millorar la vida de la població. D'aquesta manera, s'aprofita tot el potencial de les dades generades per la població, les xarxes de wifi i de l'Internet de Les Coses, per millorar aspectes dels serveis públics i contribuir a fer la ciutat més sostenible, connectada i segura.

Algunes de les millores que permet l'ús del Big Data són:

- L'optimització del transport públic i privat per prevenir embussos. A través de les dades recollides amb través de càmeres, sensors... s'analitza el trànsit i es fa arribar la informació a temps real al ciutadà.
- L'eficiència de la gestió dels recursos generant xarxes elèctriques que permeten prevenir demandes excessives, abastir suficient aigua i de bona qualitat amb un control constant que detecti qualsevol tipus de problema i gestionar els residus de forma que quan un contenidor necessita recollir-se hi hagi un avís, són algunes de les possibilitats que es poden aconseguir amb el Big Data.
- L'augment de la seguretat de les ciutats mitjançant la interconnectivitat i la capacitat dels sistemes de vigilància.

A més d'això, amb totes les dades s'aconsegueix reduir els costos, reduir el temps, desenvolupar nous productes i prendre decisions intel·ligents.

En resum, el Big Data és molt important per tal de detectar errades, problemes i defectes a temps real i generar respostes basades en l'hàbit de les persones.

5.2 Connexió 5G

La tecnologia d'última generació de la connexió 5G s'ha convertit en una eina imprescindible a les ciutats intel·ligents perquè tots els processos d'automatització siguin eficients. Les grans quantitats de dades necessiten xarxes molt potents i de qualitat per tal de facilitar i optimitzar els trasllats i anàlisis.

El 5G es refereix a la cinquena generació de xarxes mòbils que coneixem. Els seus precedents són el 1G, on solament es podia parlar; el 2G, amb els missatges SMS; el 3G,

on es va incorporar la connexió a internet i finalment el 4G, que va permetre tot el que tenim actualment, des de vídeos en temps real fins a la realitat augmentada.

L'avenç més significatiu d'aquesta nova tecnologia ens donarà la possibilitat de navegar a 10 Gbps, uns deu cops més ràpid del tipus de connexió que tenim en l'actualitat. També es reduirà significativament el temps de resposta de la xarxa a una velocitat de 5 mil·lisegons, quasi imperceptible per a les persones. Això ens permetrà connectar-nos gairebé a temps real i, per exemple, minimitzar el temps que tarda a respondre un vehicle autònom per millorar la seguretat d'aquests cotxes.

Una altra millora que ens proporcionarà serà l'augment del nombre de dispositius que es podran connectar al mateix temps.

5.3 Seguretat ciutadana

Un dels principals objectius de totes les ciutats mundials és aconseguir la màxima seguretat als seus carrers. Els sensors fan un paper important per tal que els cossos de policia i d'emergència puguin actuar el més ràpid possible i anticipar-se a problemes.

Problemes com robatoris i assetjaments es poden solucionar tan fàcilment com dotar d'una millor il·luminació, càmeres de videovigilància... en espais aïllats per on poca gent passa.

És necessari arribar a tots els àmbits que tinguin relació amb la seguretat i la privacitat del ciutadà, sigui física o virtual.

Una ciutat es converteix en **Safe City** quan té certes característiques:

- Cura de la Salut.
- Sistemes intel·ligents de trànsit i rutes.
- Sistemes de seguretat intel·ligents de vigilància, cerca, detecció de problemes i identificació.
- Sistemes de gestió de crisi per gestionar decisions, alertes, seguiment, pronòstics, emergències i situacions ambientals.
- Unitats de policia centrades i amb Sistemes de Rescat Integrats (IRS).
- Connexió segura a internet amb protecció de dades.
- Centres de processament de dades.

5.4 Disseny de les ciutats i serveis urbans

Una eina de processament que permet dissenyar propostes, anticipar les respostes a potencials errors i millorar la presa de decisions, són els anomenats bessons digitals o *digital twins* en anglès.

L'ús d'aquests permet analitzar grans quantitats d'informació i realitzar accions urbanístiques sobre models virtuals per a conèixer els efectes a una ciutat real abans d'iniciar el procés de construcció. Per exemple, podem saber com afectarà una construcció d'un estadi al trànsit i al comerç.

La transformació digital dels bessons digitals és clau per optimitzar la productivitat industrial i tenen molta rellevància en aquest procés. Alguns exemples d'usos són anticipar la degradació de la maquinària, suggerir models de millora, anticipar errors de producció...

Altres exemples on s'utilitzen els bessons digitals són per laboratoris virtuals on es poden testejar models matemàtics desenvolupats prèviament i estudiar el seu comportament en diversos casos.

A Catalunya a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)¹¹ s'estan fent rèpliques virtuals que simulen el comportament dels objectes replicats a temps real. L'objectiu de la universitat és aplicar la tecnologia innovadora dels bessons digitals per al món de l'enginyeria civil, ja que els permet experimentar i predir situacions de forma segura.



Font: paessler.com

¹¹ UPC, 21 abril 2021: [La UPC treballa amb bessons digitals per fer una indústria de la construcció més eficient, fiable i segura - UPC Universitat Politècnica de Catalunya](#)

La connectivitat és de gran importància, però l'impacte visual que tenen les xarxes amb antenes produeix un impacte visual important al paisatge. Quant al disseny de ciutats, per resoldre aquests problemes d'imatge i d'estètica d'aquests elements s'estan portant a terme projectes per tal d'ajudar a integrar les antenes amb l'entorn i fer les ciutats més agradables a la vista i més intel·ligents.

L'objectiu d'aquests projectes és fabricar antenes de nova generació que ofereixin una connexió de fins a 5G amb models de disseny innovadors on les antenes simulen ser xemeneies, fanals i, fins i tot, mobiliari urbà per aconseguir una millor estètica.

Antenes dissimulades com a xemeneies:



Font: telefonica.es/antenas-5g-integradas-con-el-entorno/

6. Desafiaments i riscos a les ciutats intel·ligents

6.1 Ètica i privacitat

La ciberseguretat: engloba els conjunts de mesures físiques, lògiques i administratives per aconseguir la protecció digital d'empreses, persones i sistemes i protegir-los d'atacs digitals. Davant atacs digitals es poden comprometre dades confidencials o personals i la integritat. A les ciutats intel·ligents, un problema de seguretat crític és la ciberseguretat, ja que els atacs cibernètics i els incidents contra sectors a una ciutat intel·ligent estan augmentant arreu del món. A Catalunya respecte al 2021 van augmentar un 30%.



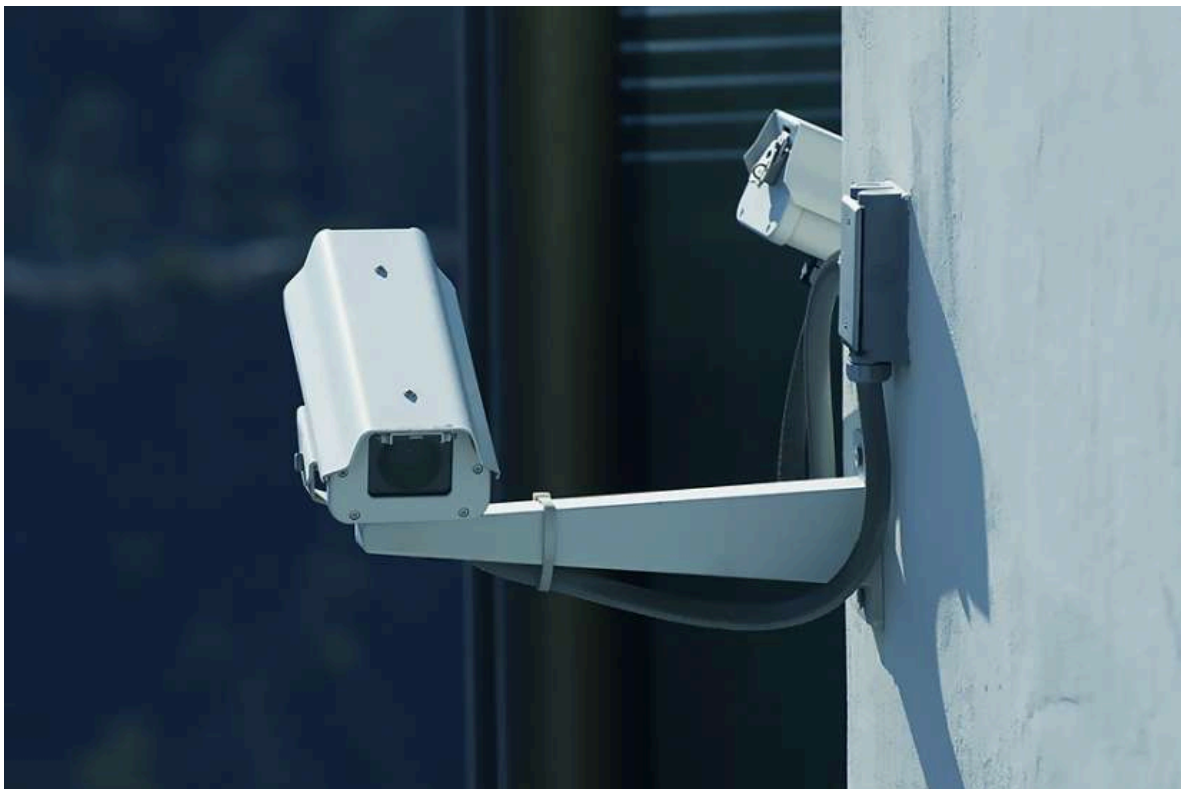
Font: [La ciberseguretat a Catalunya. ACCIÓ - \(gencat.cat\)](#)

Les càmeres de seguretat, són una eina útil per a la seguretat, però vulneren els drets dels ciutadans?

La videovigilància pot vulnerar els drets de les persones sempre que s'utilitzi de forma inadequada. Els drons i els *hackers* que agafen el control de càmeres públiques i privades, poden capturar imatges que comprometin a les persones que s'han enregistrat en els vídeos.

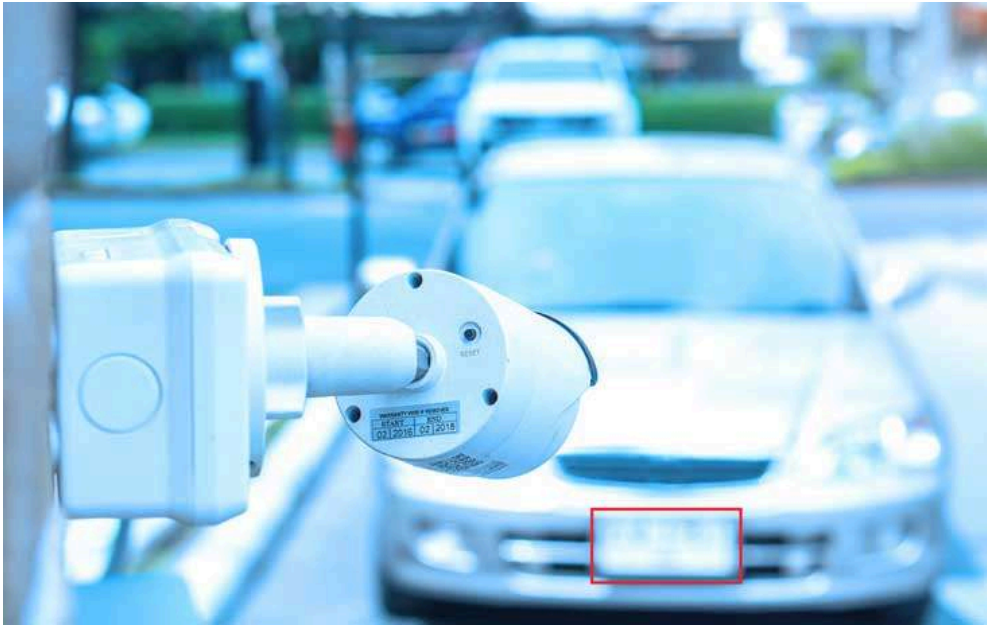
A més d'aquest tipus de càmeres, els lectors de matrícules per accedir a llocs presenten nous riscos de privacitat i molta gent n'està en contra de la seva implantació. Ara bé, aquests lectors són un gran descobriment per facilitar i restringir accessos a diversos llocs com a centres històrics d'una ciutat, controlar els cotxes que no compleixen certes característiques com l'índex de CO₂ emès...

El propòsit dels sistemes de seguretat és augmentar la seguretat, no sempre són invasius amb la privacitat i són molt útils en diversos casos.



Font: [Les càmeres de vigilància vulneren el dret a la intimitat? \(tecnoseguro.com\)](https://tecnoseguro.com)

Lector de matrícules automàtic:



Font: [Lector Automático de Matrículas \(guardianva.com\)](http://guardianva.com)

Un exemple a destacar en aquest sentit és la Xina on hi trobem un cas extrem amb la població controlada per més de 500 milions de càmeres instal·lades arreu del país. La població Xinesa és la més vigilada i controlada del món amb càmeres instal·lades a supermercats, restaurants, centres comercials, estacions d'autobusos, escoles, entre d'altres.

Gràcies a la videovigilància i a les grans bases de dades, el govern xinès pot obtenir milions d'imatges i dades de cada persona i accedir a aquestes en qualsevol moment amb l'objectiu que res passi desapercebut davant els ulls del govern.



Font: [Vídeo Vigilància extrema a Xina - Infobae](http://Infobae)

6.2 Riscos de salut

Les noves tecnologies són una gran preocupació, ja que no es coneix exactament com actuen les ones electromagnètiques que desprenen els aparells tecnològics sobre els nostres cossos ni les causes que poden tenir.

Fins ara, segons l'OMS (Organització Mundial de la Salut)¹², es categoritza la freqüència del 5G al grup 2B de substància cancerígena, el mateix grup per exemple que el cafè. Això significa que és de baixa probabilitat i no s'ha trobat cap efecte indirecte a salut relacionat amb l'exhibició a la freqüència 5G d'ones electromagnètiques. Actualment, s'han dut a terme pocs estudis utilitzant la mateixa freqüència que té la connexió 5G, però no es preveuen problemes per a la salut pública sempre que se segueixin les pautes internacionals d'exposició.

El principal efecte descobert de la interacció entre les radiacions del 5G i el cos humà és un escalfament mínim que és intangible als nivells d'exposició personals habituals. Per tant, segons tots els estudis duts a terme fins a l'actualitat es pot podem estar tranquils per les conseqüències d'aquesta nova tecnologia.



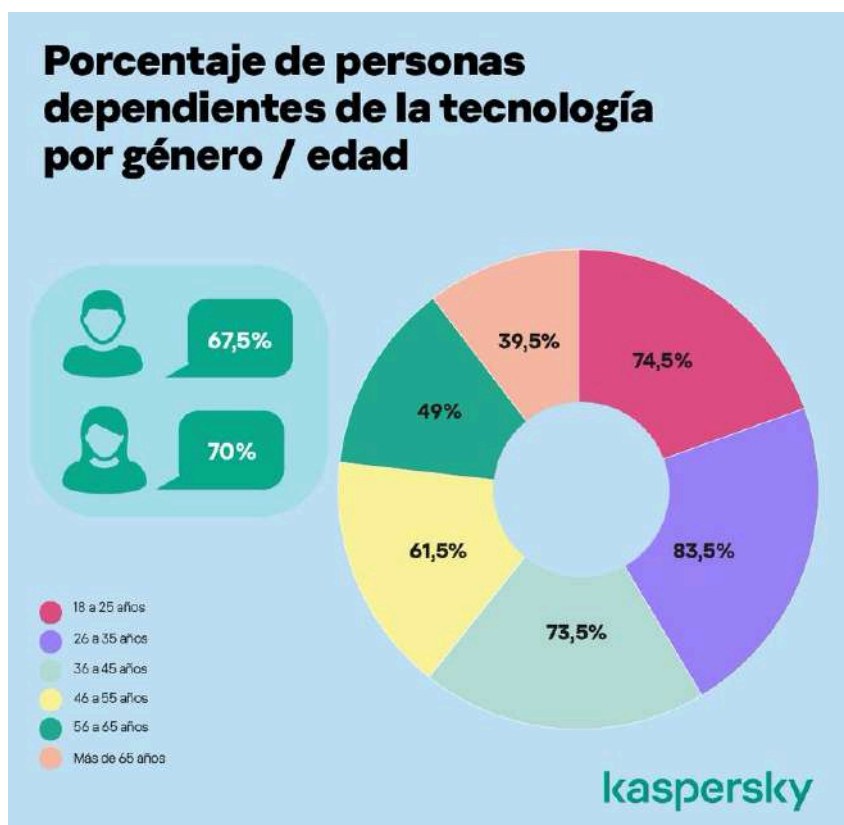
Font: [medicalarevista:la-tecnologia-5g-y-la-salud](https://www.medicalarevista.com/la-tecnologia-5g-y-la-salud)

¹² OMS, 27 febrer 2020: [Radiation: 5G mobile networks and health \(who.int\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/5g-mobile-networks-and-health)

6.3 Riscos de dependència tecnològica

Avui en dia la societat està molt condicionada per la tecnologia i això fa que sense aquesta ens sentim insegurs. La dependència tecnològica pot suposar problemes, ja que la falta de llum per culpa d'un incendi, d'una tempesta... ens deixa totalment incomunicats i una *smart city* no té la capacitat de funcionar si es dona aquest cas. En una societat tan desenvolupada tecnològicament si la connexió a internet deixa de funcionar els caixers, els documents dels pacients als hospitals, els telèfons i els sistemes d'emergència connectats a la xarxa també deixen de funcionar i això pot suposar problemes greus, com ja ha passat per exemple en hospitals on s'han perdut dades i s'han hagut de cancel·lar visites programades, operacions...

Segons un estudi de Kaspersky¹³, el 70% de la població a Espanya sofreix de dependència tecnològica i el 40% dorm menys per culpa d'aquesta. A més, la majoria assegura que passaria més temps amb la família si no fessin un ús tan excessiu dels dispositius.



Font: [Estudi Kaspersky: dependència tecnològica](#)

¹³ Kaspersky, 13 abril 2023: [Kaspersky.es](https://www.kaspersky.es)



Font: [Dependència tecnològica a Espanya: Kaspersky](#)

6.4 Desafiaments de les ciutats intel·ligents

El principal repte al qual s'enfronta una *smart city* és trobar un equip de treballadors i gestors que siguin capaços de solucionar els projectes independentment de la dificultat que tinguin.

Desafiaments de les ciutats que es volen convertir en intel·ligents:

- Aconseguir recursos econòmics per pagar els projectes d'innovació
- Falta de treballadors per realitzar les obres
- Falta d'especialistes en tecnologia *smart city* per implementar els sistemes i per després fer-ne el manteniment.
- Seguretat digital per a les dades públiques i privades
- Adaptar culturalment els projectes tecnològics a cada ciutat
- La desconfiança ciutadana amb el desconegut i la seva privacitat
- Obtenir cobertura i bona connexió a internet a tota la ciutat
- Aconseguir reduir l'afluència de vehicles a tota la ciutat per aconseguir un sistema de mobilitat net, sostenible i eficaç.
- Millorar l'eficiència energètica dels edificis
- Generar energies renovables per no emetre CO₂.

Maneres possibles de resoldre alguns desafiaments:

- Intentar atreure finançament privat o públic per a poder realitzar els projectes i gestionar de forma eficaç administracions
- Generar juntament amb l'administració competent formació especialitzada
- Invertir a monitoritzar amb sensors diverses parts de la ciutat per obtenir dades i poder actuar segons aquestes
- Estudiar la situació de cada ciutat i no basar-se en altres projectes provats a altres llocs, ja que cada lloc és diferent i es necessiten altres mesures.
- Establir confiança amb els ciutadans i fer-los partícips dels canvis que es fan.
- Reformar els edificis i les seves instal·lacions per tal d'estalviar la màxima energia possible
- Implantar generadors d'energies renovables
- Monitoritzar amb sensors el trànsit i enviar informació a temps real per minimitzar les retencions.

7. Tortosa com a ciutat intel·ligent

Per completar els següents apartats s'ha entrevistat a dos treballadors de l'Ajuntament de Tortosa: Enric Roig, l'encarregat del pla *Smart City* de Tortosa, i Laura Ismael, l'arquitecta municipal. I també s'han analitzat els projectes implementats a Aigües de Tortosa a partir de l'explicació dels mateixos per part de la seva presidenta.

ENTREVISTES PREGUNTA RESPOSTA:

- ENTREVISTA A LAURA ISMAEL, ARQUITECTA MUNICIPAL:

Quins projectes s'han implementat a Tortosa de *Smart City*?

“S'han implementat les pilones intel·ligents als carrers. Això vol dir que hi ha unes pilones que llegeixen les matrícules dels vehicles dels veïns autoritzats i només ells poden accedir als carrers que estan limitats en pilones.

Després s'ha implementat també tot el tema de la semaforització per l'Avinguda Generalitat, que ara de moment només fan de semàfors, o sigui només ordenen el trànsit, però a la llarga podran treure estadístiques de quants cotxes passen al dia...

Un dels projectes que també està en funcionament és saber a cada contenidor els quilos que tiren, si es tira res, si no es tira...”

Quins desafiaments s'han trobat en la implementació de solucions tecnològiques en l'àmbit municipal?

“Jo crec que el desconeixement en si, perquè quan tu parles amb la gent del carrer tothom es pensa que és una cosa fàcil.

Primer el desconeixement de la ciutadania, després els pocs recursos que es dediquen, tant recursos humans com econòmics. És una qüestió de conscienciar la gent.”

Com ha influït la implementació de tecnologies en la millora de la qualitat de vida?

“Ara és molt recent, perquè tot això es va començar a posar en marxa l'any passat, però amb el temps hi haurà beneficis.”

Com s'han abordat les preocupacions relatives a la privacitat i la seguretat de les dades en els projectes de Ciutat d'Intel·ligent?

“És una base de dades interna i només l'utilitza l'administració local. És una cosa molt

tancada que no està a l'abast de tothom.”

Quin paper ha tingut la sostenibilitat ambiental en les iniciatives de Ciutat Intel·ligent i quines mesures s'han implementat?

“Per exemple, del Next Generation, Europa està donant moltes subvencions.

Una de les coses que demanen, per exemple, a la urbanització dels carrers i de noves àrees, és intentar fer servir materials reciclats, que siguin quilòmetre zero, que siguin pintures adequades per al medi ambient, etc. I això, a partir de les subvencions que demanem, s'està implementant a poc a poc.”

Teniu projectes previstos per al pròxim mandat, quins són?

“Tenim previst fer l'ampliació de l'auditori i està pensat també intentar fer servir materials reciclats o que tinguin etiqueta verda.

Un altre projecte potent serà fer llars d'infants municipals. I l'altre que s'està estudiant de fer el pavelló poliesportiu a l'antic col·legi Sant Josep.

Una cosa molt important, a llarg termini, és l'actuació de l'Avinguda Generalitat, des del pont de l'Estat fins a l'entrada de la ciutat.”

Quins projectes creus que es podrien aplicar a Tortosa?

“En *Smart City* un bon exemple seria intentar fer l'Avinguda Generalitat utilitzant tecnologia de *Smart City*. És el gran eix estructural de la ciutat i hem de repensar com la volem, hem de treure cotxes de la ciutat i intentar fer ús de la tecnologia a l'hora d'implementar-ho.

Potser s'han de fer dos carrils, o per exemple, un carril que ha de ser compartit en càrrega i descàrrega, en gent que va a les terrasses o en gent que va a comprar.

Gràcies a la tecnologia *Smart City* podem trobar una metodologia i, per exemple, de 8 a 11 està reservat per a tal tipus de gent i després es converteix en una cosa més per als vianants, i també incorporar un carril bici.

El tema de serveis municipals: brosses, enllumenat públic intel·ligent, penso que és una bona cosa. Els equipaments municipals també podrien estar dotats de més d'instruments.”

En l'àmbit de l'urbanisme consideres important implementar el concepte de *Smart City*?

“Sí, super important. S'ha de trobar l'equilibri. Que no sigui tot intel·ligència artificial, però crec que hem d'agafar el bo de la *Smart City* per fer les ciutats més habitables i amables per a les persones.”

- ENTREVISTA A ENRIC ROIG:

Quins projectes s'han implementat a Tortosa de Smart City? Han funcionat?

“A veure, estem implementant. Estem fent el tema de les pilones intel·ligents.

També estem amb la segona fase del canvi de tots els semàfors de la Generalitat i de la Plaça de la Pau. És una fase que s'ha implementat de manera que es podrà controlar des de la Policia Local via 5G, tots els semàfors, canviar-los, posar-los des de la Policia Local. Per tant, aquesta és una fase que ara s'ha acabat i que està entrant en funcionament. Era un projecte de Next Generation 1 i que hem introduït la segona part.

Jo sempre dic també que l'espai Cota Zero és un espai Smart City incipient i tal, però que és la primera vegada que fem alguna cosa de control via remot on el ciutadà, ell sol, gaudeix d'un equipament que mai s'havia vist.

Llavors hi ha l'empresa d'Aigües, que jo penso que l'empresa d'Aigües ja fa temps va implantar coses que en aquell moment no ens n'adonàvem. El fet de poder controlar el cicle de l'aigua des que plou, entra al dipòsit, fins que surt a la depuradora, realment és important.

La telelectura de l'aigua és molt innovador i també és *smart city*. Els controladors que es troben per diferents llocs als carrers que controlen si a una casa no es consumeix aigua i, llavors, via remot s'envia i sabem si a la gent gran li ha passat alguna cosa. És el projecte Sempre Acompanyats.

Per tant, la ciutat té projectes Smart City implantats, però l'empresa d'aigua, per a mi, és possiblement de les pioneres de la ciutat i del país.

La telelectura és el projecte pioner, perquè amb el programa Sempre Acompanyat pots controlar si hi ha consum zero i també si hi ha un excés de consum, que vol dir que hi ha una fuga. Això està a cada comptador de cada casa i des de l'empresa d'aigua saben el que has gastat i des de l'empresa es detecta i salten alarmes...

El tema de mobilitat és on es poden fer més coses de *smart city*. Tenim un pressupost, però que de moment no vam fer res encara, que era que als pàrquings de l'entrada Tortosa tu poguessis dir, mira, el pàrquing d'aquí queden tres aparcaments i al pàrquing d'allà en queden cinc. Això és una de les coses que es podran implantar bé.

Després s'està treballant, i això ho està fent la HIFE, empresa que té la concessió del servei de transport, en tenir aparells dins l'autobús de control de la gent que puja i baixa, perquè és el que no sabem. Volem saber quines són les freqüències i quines són les parades que

realment s'utilitzen i quines no.

I també el que volíem fer, era el tema que sabessis també a cada parada quant tarda l'autobús a arribar. Potenciar l'ús del transport públic sabent quanta gent està interessada a anar a segons quins llocs i a quin horari. Perquè ja dic, el principal objectiu és la mobilitat.

Ara s'està treballant i s'implantarà la zona de baixes emissions. Ja vam declarar fa un any, més o menys, el tema d'una zona de baixes emissions que vol dir que la zona del Temple i Nucli Antic no podran circular cotxes que usin gasoil, llevat que habites en aquest barri.

Estem fent el projecte de manera que hi haurà unes càmeres col·locades als carrers principals. Per tant, tu podràs anar per l'Avinguda Generalitat sense cap problema, però quan tu entraràs als carrers del temple sense ser veí, la càmera detectarà que aquella matrícula no és correcta i et multaran perquè tu no pots circular per allà.

Com veus, són moltes mesures que van relacionades molt amb la mobilitat o, en el cas de Tortosa, perquè l'empresa s'hi ha interessat en el tema del cicle de l'aigua, que jo penso que és una cosa molt important.”

Quins desafiaments s'han trobat en la implementació de solucions tecnològiques en l'àmbit municipal i com s'han abordat?

“Desafiaments? Bé, jo diria que fer entendre que realment aquestes mesures són beneficioses per al ciutadà.

Però a vegades el tema *Smart City* es veu com una mica com un caprici o com de dir, bé, la tecnologia ens porta aquí i tal.

Per tant, el que s'ha de fer és una campanya de consciència. Això de fet, és un dels sis pilars de *Smart City*, que es diu *Smart People*, és la col·laboració ciutadana.

Doncs els desafiaments són aquests. Fer entendre a la ciutadania que això li reportarà uns beneficis i que invertir en *Smart City*, segur, que serà positiu.

Per exemple, si tu mires la pàgina de València, de Smart City València, és impressionant. Quan entres a València podràs saber quin carrer té un contenidor i si estan fent obres en un pis automàticament la llicència d'obres surt allà i el període que duraran.

Clar, quan tu aniries a circular en aquella ciutat tu tindries assenyalades i identificades totes les obres municipals i particulars. Si hi ha un contenidor, voldria dir que aquell carrer pot estar tallat i potser no hi haurà aparcament.

Clar, convèncer la ciutadania que això és important, penso que és un dels reptes.

Per exemple, el que et deia de la zona de baixes emissions. Hi ha el pressupost de 239.000 euros, l'Ajuntament en paguem una 40.000 i uns 200.000 euros venen de la Generalitat. D'aquests 200.000 euros hi ha un gran servidor de 90.000 euros i una campanya de conscienciació de 40.000 euros. Perquè vegis que la consciència de la ciutadania és

important, per tant, el repte és que tothom vagi assumint a poc a poc que fer una ciutat *Smart City* acaba fent un bé per a tothom. Doncs, el repte és aquest. I jo diria conscienciar-nos també des de l'àmbit polític que cal invertir en mesures *Smart City*.

Ja dic, ara mateix, en el tema de les pilones, els semàfors i la zona de baixes emissions, tindrem servidors informàtics que tindran més capacitat. Per què? Perquè a la llarga potser ens interessarà saber a la Festa del Renaixement la lectura matriculada d'aquell senyor que estarà a l'avinguda de la Generalitat: quin dia ha vingut i quants dies ha passat. Podrem tenir moltes dades a partir d'aquí.

Perquè si ve a la Festa del Renaixement i resulta que aquest cotxe no surt en dos dies, vol dir que aquest cotxe ha estat aquí. Anem a veure si aquest senyor ha estat a l'Hotel Corona o ha estat al Parador o què ha fet.

I, per tant, tenir dades avui en dia (l'*open data*) és importantíssim per poder després gestionar turísticament i econòmicament la ciutat. En conseqüència, el creixement de les ciutats també va en funció de la informació que tu tens. I aquests projectes que estem engegant ara, el que t'he dit, sobretot, el tema de les emissions i el tema dels semàfors, ens permetran tenir uns serveis importants.

El problema principal és el fet que no estem preparats, els recursos humans, ni tenim prou mitjans per poder-ho implementar. Això és el principal problema que jo crec que tenim.”

Com influeix la implementació de tecnologies intel·ligents en la millora de la qualitat de vida?

“Moltes vegades segur que influeix per temes de mobilitat, per temes de contaminació. Si tu crees unes zones de baixes emissions, això a la salut de les persones influeix de forma molt positiva.

Quan va venir la Covid van instal·lar des de les Aigües uns xips per controlar a través de les clavegueres a quins barris hi havia covid i a quins no i també van poder controlar els casos a les dues residències i l'hospital. Perquè així a l'Hospital de Jesús, que està ple de gent gran, i a la residència de l'Onada i de Sant Miquel van poder-los avisar quan van detectar que estava sortint Covid i ells no sabien que hi havia Covid allà. Llavors van fer tot un cribratge i van poder parar la contaminació que hi havia dintre de la residència. Per això, jo he dit que les Aigües ha sigut un dels llocs on s'ha pogut treballar més, sobretot el tema de salut, jo penso que és important.

A l'Hospital de Jesús, ens van dir que s'havien implantat sistemes informàtics per al qual poguessin anar millorant tot el tema del servei a l'hora d'atendre la gent gran i a l'hora d'atendre les cures pal·liatives i per tant jo penso que és important.”

Com s'han abordat les preocupacions relatives a la privacitat i a la seguretat de les dades?

“Bé, aquest és el tema. Funcionem en el fet que a l'Ajuntament cada departament és un departament individual i cadascun té les seves dades. Però, en canvi, la Generalitat les té totes. Hi ha un tema aquí, un repte important en què si volem fer el salt de ciutat intel·ligent haurem d'anar a la Generalitat a compartir dades.

Perquè entenc que la privacitat és importantíssima, però hem de saber quines edats tenen els usuaris del servei per poder-los facilitar i hem de saber quina edat té la gent que puja a autobús i quina línia és la que té més gent gran.

Per tant, és un tema que s'ha d'abordar, però quan dic que la Generalitat té dades en temes de benestar social, en temes d'ensenyament, en temes d'esports... I llavors dic que amb la Generalitat haurem de fer alguna cosa perquè actualment tots els departaments de l'Ajuntament agafen i envien dades a la Generalitat de Catalunya. Per tant, aquí jo penso que hem de treballar conjuntament, perquè la Generalitat té un llibre blanc de com fer una ciutat *smart city*.”

Quin paper ha tingut la sostenibilitat ambiental en les iniciatives de Ciutat Intel·ligent i quines mesures s'han implementat?

“Bàsicament, quan tu mires Smart City, el tema del medi ambient i el tema de la mobilitat són els més grans. I, de fet, els Next Generation que s'han demanat aquí l'Ajuntament són mobilitat i turisme. Aquí vam demanar dos projectes de mobilitat, el primer va ser reconvertir la Plaça de l'Ajuntament en un espai públic i saludable.

Al carrer Cervantes l'objectiu era reduir la velocitat i, per tant, les emissions, i crear un bulevard.

Un altre és el carrer Barcelona, que s'ha creat un carril bici i la circulació va per la vinguada de Canigó. També s'han millorat dels paviments i l'arbrat del temple i els semàfors, que t'he explicat abans.

Tots els Next Generation han ajudat, jo penso, molt a implementar mesures que van en benefici a una ciutat de Smart City ambientalment sostenible.”

Quins altres projectes creus que podria tindre Tortosa?

“Jo penso que turísticament hem de fer una ciutat de *Smart City*. Des de la pandèmia cap aquí el turisme ha augmentat a la ciutat, un turisme de qualitat, sostenible i la ciutat està tenint molta afluència de gent.

Jo crec que mesures en l'àmbit turístic *Smart City* haurien de ser les que hem d'implantar, a banda del que t'he dit de mobilitat. Però, jo penso que el turisme i la cultura són bàsiques per poder donar un bon servei i ser una ciutat que atregui als turistes com ara està atraient

des de la pandèmia.

Els Fons Europeus tenien el tema dels jocs interactius per les muralles amb una aplicació per anar per totes les muralles descobrint els diferents elements patrimonials lligats a un joc per al turisme familiar.”

Què suposa ser director del Pla *Smart City* de Tortosa? Quines tasques fas?

“Jo amb aquest càrrec estic encantat, ja que significa entendre la ciutat d’una nova manera: participativa, governança...

Sempre penso que els terrenys de Renfe han de donar-nos un resultat on poguéssim aplicar mesures en tot aquest passeig verd i que poguéssim fer-ho des del riu fins al centre de la ciutat.

Personalment, ser director del pla no és només un tema d’aplicar mesures de millora per a la ciutat, sinó que és concebre Tortosa d’una altra manera i estic molt agraït i il·lusionat.”

7.1 Exemples de la Tortosa *Smart City*

Exemple 1: Plaça de l’Ajuntament, convertint-la en un espai únicament per vianants, eliminant els aparcaments i restringint l’accés amb vehicles.



Font: romainfraestructures.com

Exemple 2: reconversió del carrer Cervantes en un bulevard amb prioritat per als vianants, eliminant l’aparcament, creant un nou carril bici i generant noves zones verdes.



Font: EbreDigital.cat

Exemple 3: reforma del carrer Barcelona amb carril bici, eliminant aparcament i transformant-lo en un carrer d'únic sentit. El carrer disposa de sensors que controlen la velocitat i avisen a través de panells lumínics als conductors que excedeixen la velocitat permesa.



Font: Marfanta.com

Exemple 4: regulació de la intensitat de les llums al Pont Roig quan circula gent.



Font: viatjarambduesmaletes.com

Exemple 5: detecció de virus a les aigües residuals. Durant la pandèmia a través de l'aigua es va poder detectar si hi havia casos Covid-19.

Exemple 6: control de la lectura dels comptadors d'aigua a cada habitatge. Amb la telelectura s'aconsegueix saber al moment la despesa d'aigua consumida i a Tortosa ha permès implementar dos programes:

- El programa de detecció de fuites que permet una gestió més eficient de l'aigua i un control de l'estat de la xarxa
- El programa sempre acompanyat: programa que controla la despesa d'aigua de les persones grans en situació de soledat, detectant el no consum i, per tant, el seu estat de salut.

Exemple 7: gestió de residus: els contenidors disposen de sensors per detectar quan es troben plens.



Font: Marfanta.com

Exemple 8: els camions de recollida d'escombraries disposen d'uns sensors que mesuren la capacitat i les tones recollides de cada fracció (fracció resta, fracció orgànica, paper i cartó, vidre i envasos).

Exemple 9: control de la mobilitat amb pilones intel·ligents que només permeten l'accés al centre històric als vehicles autoritzats (veïns, comerços i serveis), a través de la lectura de les matrícules dels vehicles.

Exemple 10: control del trànsit i de la seguretat dels vianants amb la instal·lació de càmeres juntament amb el sistema de pilones intel·ligents.



Font: pròpia

Exemple 11: reducció de la intensitat de l'enllumenat entre les 12 i les 6 del matí en determinats espais de la ciutat.

Exemple 12: aplicar la tecnologia dels drons per localitzar possibles delinqüents, a partir de mapes de calor. S'ha equipat a la policia local d'un dron que localitza persones un cop s'ha notificat un delicte en zones residencials i d'habitatges disseminats. El dron detecta a partir del mapa de calor on hi ha persones. Aquesta eina va permetre trobar i detenir diverses persones en diferents operacions policials, unes persones que havien entrat a robar a domicilis particulars i que es trobaven amagades als espais naturals entorn les urbanitzacions.

7.2 Com podem convertir una ciutat mitjana com Tortosa en una ciutat intel·ligent?

Propostes de projectes a implementar en un municipi mitjà segons les diferents categories (*smart economy, smart environment, smart governance, smart living, smart mobility, smart people* i aquelles propostes que esdevenen transversals):

CATEGORIA	PROJECTES	DESCRIPCIÓ
SMART ECONOMY	Pla Integral de Turisme segons la normativa de Destins Turístics Intel·ligents (DTI) ¹⁴	Turisme
SMART ECONOMY	Recollida de dades de visitants en temps real	Turisme i Informàtica
SMART ECONOMY	Recopilació, monitoratge i publicació del Turisme	Turisme i Informàtica
SMART ECONOMY	Aplicació de Serveis al turista	Turisme i Informàtica

¹⁴Ministeri d'Indústria i Turisme: [DESTINOS TURÍSTICOS INTELIGENTES](#)

SMART ECONOMY	Aplicació del Comerç local	Comerç
SMART ECONOMY	Pla de dinamització Comercial	Comerç
SMART ECONOMY	Estudi del comportament del consumidor	Tecnologia
SMART ECONOMY	Pla de dinamització comercial per tal de revitalitzar i millorar l'activitat econòmica al Mercat Municipal	Comerç
SMART ECONOMY	Serveis de digitalització a les empreses per desenvolupar canals digitals que permetin augmentar les vendes	Comerç i Tecnologia
SMART ECONOMY	Pla d'Innovació¹⁵ : serveis, recursos i atracció	Tecnologia i Universitats
SMART ECONOMY	Difusió dels serveis i infraestructures del viver d'empreses	Comunicació
SMART ECONOMY	Serveis electrònics d'informació al consumidor	Tecnologia
SMART ENVIRONMENT	Control i monitoratge del soroll i la qualitat de l'aire als carrers	Tecnologia

¹⁵Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats, 14 juny 2022 [El Gobierno aprueba el Plan de atracción y retención de talento científico e innovador \(ciencia.gob.es\)](https://ciencia.gob.es/)

SMART ENVIRONMENT	Reg intel·ligent	Serveis i manteniment
SMART ENVIRONMENT	Recollida de dades de la ciutat: Internet de les Coses (IOT)	Serveis Informàtics
SMART ENVIRONMENT	Mesurar amb sensors la capacitat de residus dels contenidors municipals	Residus
SMART ENVIRONMENT	Recollida de dades del servei de residus: rutes, horaris i geolocalització del transport	Residus
SMART ENVIRONMENT	Punt Net (deixalleria): Comunicació, estat i seguiment	Residus
SMART ENVIRONMENT	Eficiència Energètica dels Edificis	Urbanisme i infraestructures
SMART ENVIRONMENT	Eficiència Energètica de la il·luminació	Urbanisme i infraestructures
SMART ENVIRONMENT	Enllumenat amb tecnologia LED i panells d'energia solar	Tecnologia
SMART ENVIRONMENT	Enllumenat Intel·ligent en zones fosques	Serveis i manteniment
SMART ENVIRONMENT	Gestió del Cicle de l'Aigua	Empreses d'aigües
SMART GOVERNANCE	Portal de transparència	Tecnologia

SMART GOVERNANCE	Espais digitals de participació ciutadana	Serveis Informàtics i <i>smart city</i>
SMART GOVERNANCE	Dades Obertes (<i>Open Data</i>)	<i>Smart City</i>
SMART GOVERNANCE	Gestió documental SAC¹⁶	SAC i Tecnologia
SMART GOVERNANCE	Fomentar l'ús de serveis electrònics a la ciutadania	Tecnologia
SMART GOVERNANCE	Interoperabilitat (comunicació eficient) a l'administració pública	<i>Smart City</i>
SMART GOVERNANCE	Seguretat tecnològica	Serveis Informàtics
SMART GOVERNANCE	Pla Estratègic de Ciutat Intel·ligent¹⁷	<i>Smart City</i>
SMART GOVERNANCE	Cartografia electrònica d'accés obert	Serveis Informàtics
SMART LIVING	Teleassistència: Monitoratge <i>SMART HEALTH</i> de persones grans, soles o dependents	Sanitat

¹⁶SAC, patrimoni documental de Catalunya: [Patrimoni documental de Catalunya | Patrimoni Cultural Generalitat de Catalunya \(gencat.cat\)](#)

¹⁷ Generalitat de Catalunya: [SmartCAT \(gencat.cat\)](#)

SMART LIVING	Sistema d'Anàlisi de dades sobre la salut de la ciutat	Smart City i Sanitat
SMART LIVING	Atraure nous estudis i/o universitats tecnològics	Tecnologia i universitats
SMART LIVING	Serveis electrònics sobre l'oferta educativa local	Tecnologia
SMART LIVING	Sistema Integral de Vigilància	Mobilitat
SMART LIVING	Sistema d'Informació Geogràfica (GIS)¹⁸	Serveis Informàtics
SMART LIVING	Enciclopèdia digital de la història de la ciutat	Cultura
SMART LIVING	Realitat Virtual a Museus o espais culturals	Cultura
SMART LIVING	Beacons als Museus¹⁹	Cultura
SMART LIVING	Recreació Virtual de Monuments i de personatges històrics	Cultura
SMART LIVING	Digitalització de l'Arxiu Històric Municipal	Cultura
SMART LIVING	Campanya pel foment de la vida saludable	Esports

¹⁸ Generalitat de Catalunya (GIS), 2013: [Sistema d'informació geogràfica. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya \(icgc.cat\)](#)

¹⁹ Useit, 5 novembre 2018: [Beacons i el futur dels museus \(useit.es\)](#)

SMART LIVING	App integral de les instal·lacions esportives municipals	Esports
SMART LIVING	Gestió aparcament segur: domotitzat	Tecnologia
SMART LIVING	Beacons de rutes esportives exteriors	Esports
SMART LIVING	Reconstrucció d'infraestructura degradada	Urbanisme
SMART MOBILITY	Sistema de Gestió de Trànsit	Mobilitat
SMART MOBILITY	Recollida i monitoratge de les dades del trànsit	Mobilitat
SMART MOBILITY	Xarxa de càmeres de lectura de matrícula	Mobilitat
SMART MOBILITY	Sistema de control d'esdeveniments amb model preventiu	Mobilitat
SMART MOBILITY	Implementació de Zona de Baixes Emissions (ZBE)²⁰	Mobilitat
SMART MOBILITY	Connexions carril bici a polígons i nuclis importants de treball	Mobilitat
SMART MOBILITY	Incentivar l'ús del vehicle elèctric (sobretot taxis)	Mobilitat

²⁰ DGT, 14 abril 2023: [DGT - Implantación de Zonas de Bajas Emisiones \(ZBE\)](#)

SMART MOBILITY	Mapa d'obres o incidències a la via pública a la web municipal	Urbanisme
SMART MOBILITY	Digitalització de zones d'aparcament dissuasiu (zones ben connectades amb el transport públic)	Mobilitat
SMART MOBILITY	Panells informatius i mapa de l'aparcament lliure municipal (zona verda/taronja/vermella)	Mobilitat
SMART MOBILITY	Infraestructura de càrrega elèctrica	Mobilitat
SMART MOBILITY	Pla d'actuació enfocat a l'accessibilitat	Mobilitat
SMART MOBILITY	Desplegament de càmeres i sensors IoT	Mobilitat
SMART MOBILITY	Sistema de simulació per estudis preventius	Mobilitat
SMART PEOPLE	Plataforma de Col·laboració Ciutadana amb una APP de Serveis a la Ciutadania	Serveis Informàtics i <i>Smart city</i>
SMART PEOPLE	Assessorament de les noves tecnologies	Tecnologia

PROJECTE TRANSVERSAL	Recollida de dades de la ciutat i del ciutadà	Serveis Informàtics i smart city
PROJECTE TRANSVERSAL	Observatori o oficina de dades	Smart City
PROJECTE TRANSVERSAL	Anàlisi de dades (BI)²¹	Smart City
PROJECTE TRANSVERSAL	CRM Ciutadà²²	Serveis Informàtics i smart city
PROJECTE TRANSVERSAL	Web Municipal: Geo-Portal (informació geogràfica)	Smart City
PROJECTE TRANSVERSAL	Xarxa de càmeres de Trànsit i Seguretat	Mobilitat
PROJECTE TRANSVERSAL	Connectivitat wifi a Centres municipals	Serveis Informàtics i smart city
PROJECTE TRANSVERSAL	Connectivitat wifi a la ciutat	Serveis Informàtics i smart city

²¹IBM: [¿Qué es Business Intelligence y cómo funciona? | IBM](#)

²²Bloc gencat, 25 febrer 2021: [L'atenció ciutadana, un cavall de Troia a l'Administració – Jordi Graells – blog gencat](#)

7.3 Part pràctica, carrer intel·ligent

Millorar un carrer de Tortosa: Carrer Barcelona

Objectius:

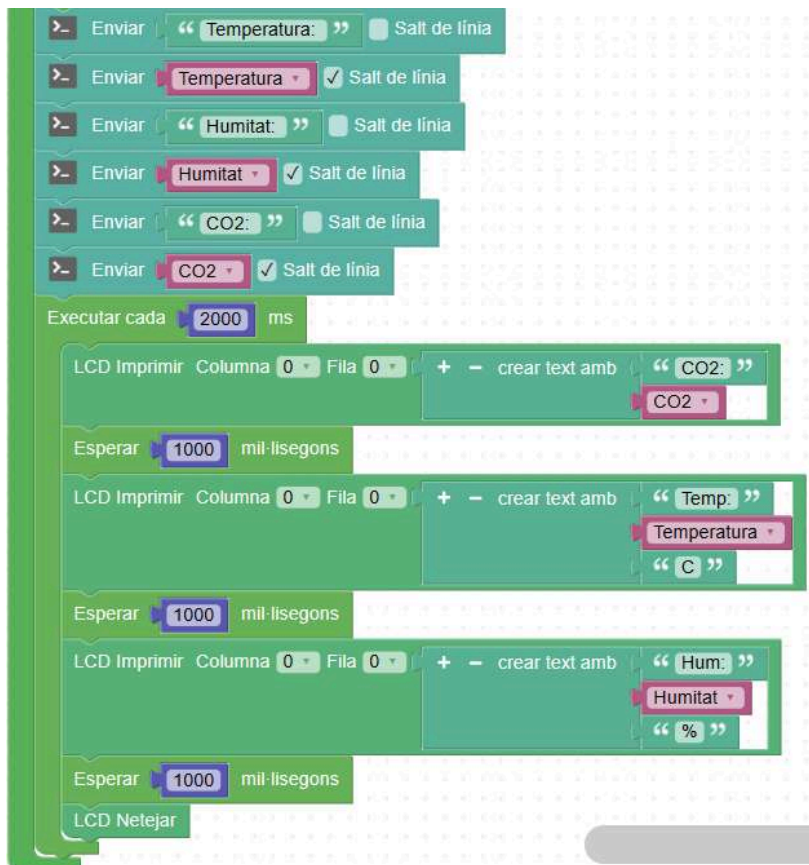
- Tallar el carrer quan els nivells de CO₂ siguin molt alts desviant el trànsit per altres carrers menys contaminats.
- Informar la població de la temperatura, la humitat i els nivells de contaminació i mostrar-ho per la pantalla a temps real.
- Encendre i apagar els fanals segons la quantitat de llum que arriba al sensor per estalviar llum i gastar-la de manera efectiva.

El projecte s'ha programat mitjançant Arduino Blocks: arduinoblocks.com

CODI DEL PROJECTE:

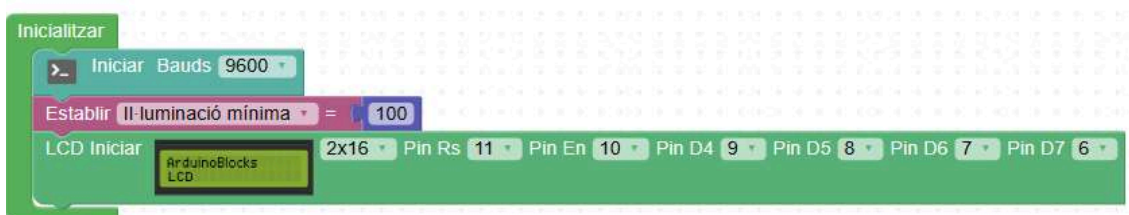
```
Inicialitzar
  Iniciar Bauds 9600
  Establir II-luminació mínima = 100
  LCD Iniciar ArduinoBlocks LCD 2x16 Pin Rs 11 Pin En 10 Pin D4 9 Pin D5 8 Pin D6 7 Pin D7 6

Bucle
  Establir Lluminositat = Llegir analògica Pin A0
  + si Lluminositat < II-luminació mínima
  fer
    Escriure digital Pin 4 ON
    Escriure digital Pin 3 ON
    Escriure digital Pin 2 ON
  si no
    Escriure digital Pin 4 OFF
    Escriure digital Pin 3 OFF
    Escriure digital Pin 2 OFF
  Establir Temperatura = DHT-11 Temperatura °C Pin 5
  Establir Humitat = DHT-11 Humetat % Pin 5
  Establir CO2 = Sensor CO2/TVOC (CCS811) CO2 (ppm)
  Esperar 100 mil·lisegons
```



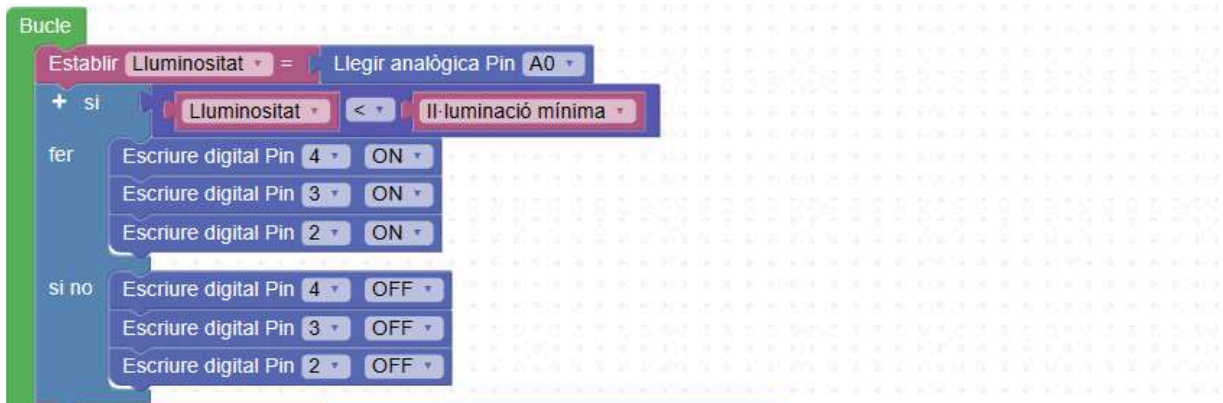
EXPLICACIÓ DEL CODI:

1. S'inicia el codi establint la connexió amb el monitor sèrie; s'estableix una variable, anomenada "il·luminació mínima", amb el seu valor (100) que és el valor mínim, i es posa en marxa la pantalla LCD a la qual se li assignen els pins corresponents.

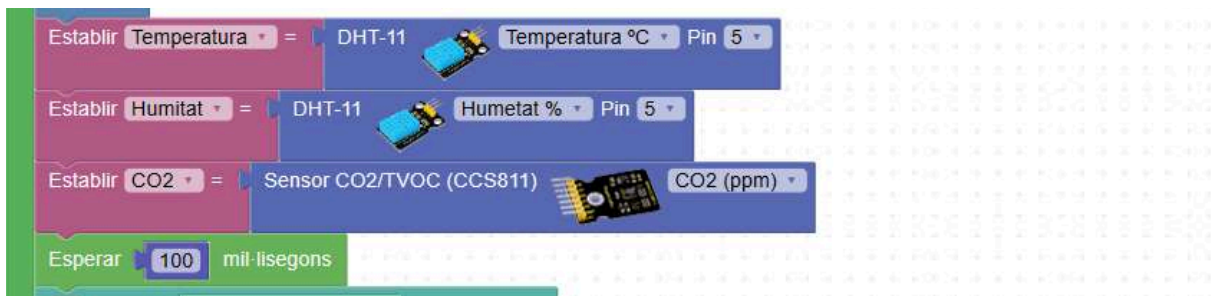


2. En forma de bucle, per fer una seqüència que es repeteix, establim el pin A0 i els seus valors amb la variable lluminositat.

Mitjançant la funció "si, fer, si no", indiquem que si la lluminositat és més petita que el valor d'il·luminació mínima (100) s'han d'encendre les llums dels fanals (pin 4, 3 i 2) i significa que s'ha fet de nit. En canvi, si el valor de lluminositat és més elevat, els fanals s'han d'apagar perquè s'ha fet de dia.



3. A continuació, establim 3 variables i les identifiquem amb els sensors corresponents: la temperatura i la humitat amb el sensor DHT-11 al pin 5 i el CO₂ amb el sensor CCS811. Tot seguit per tal de no col·lapsar el sistema posem una pausa de 100 mil·lisegons.



4. Tot seguit, enviem al servidor les variables i fem que surtin amb aquest format:

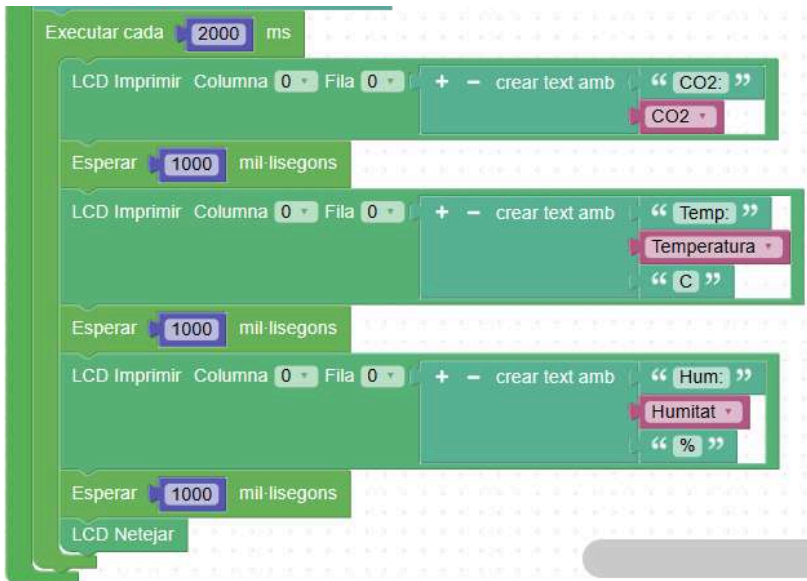
Temperatura: xxx

Humitat: xxx

CO₂: xxx



5. Encara dins del mateix bucle en posem un altre que s'ha d'executar cada 2 segons en el qual cada segons sortirà un tipus d'informació a la pantalla LCD. En primer lloc, sortirà el CO₂ amb els valors calculats. En segon lloc, sortirà la temperatura en graus centígrads. Finalment, sortirà la humitat amb percentatge i s'esborrarà la informació per tornar a començar.



SENSORS UTILITZATS:

Pantalla LCD:



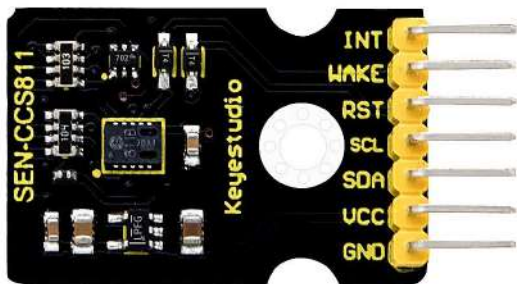
Font: [Powerplanet](http://www.powerplanet.com)

Sensor LDR:



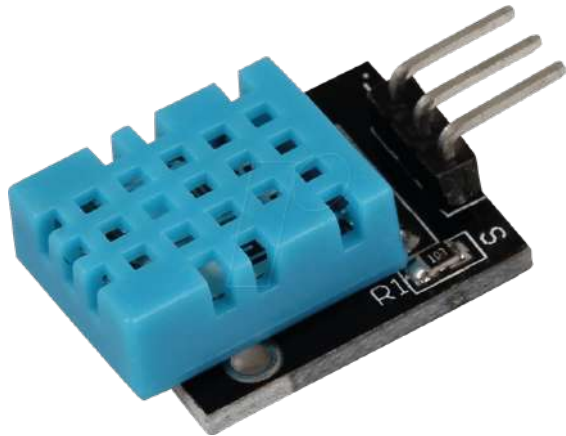
Font: [Sensor LDR](#)

Sensor CCS811:



Font: [Sensor gas CCS811](#)

Sensor DHT11:



Font: [Sensor DHT 11: Entwicklerboards](#)

MAQUETA:

ENLLAÇ DEL VÍDEO:

<https://drive.google.com/file/d/19Ltvv8p5c-npG-S0xzjr9nlSOz6gAtix/view?usp=drivesdk>

CODI QR DEL VÍDEO:

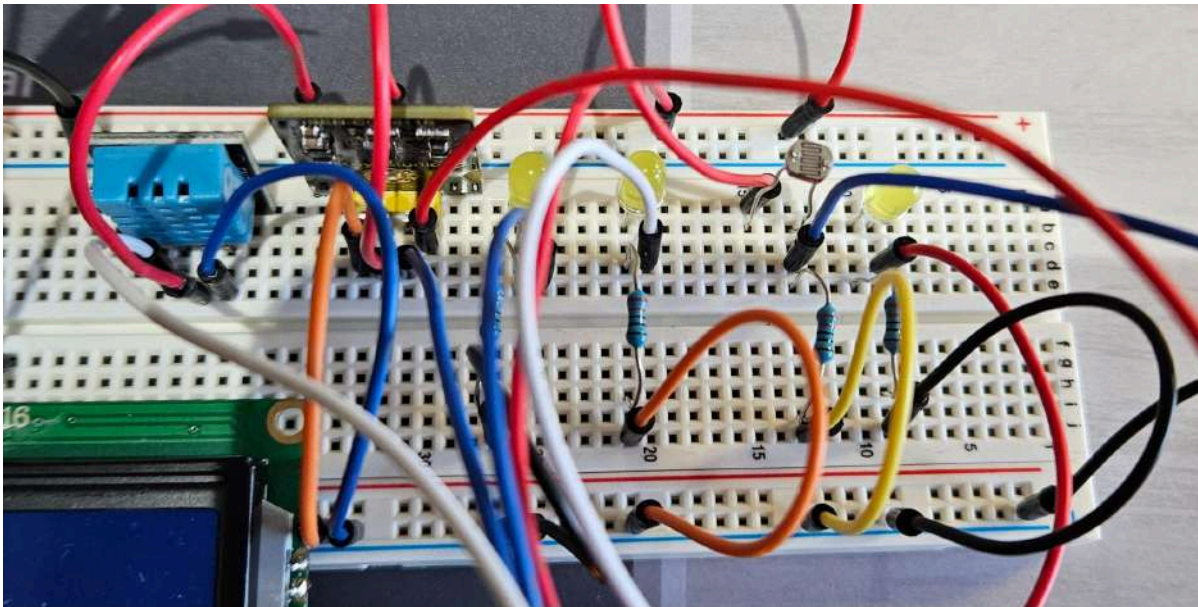


IMATGES DE LA MAQUETA:



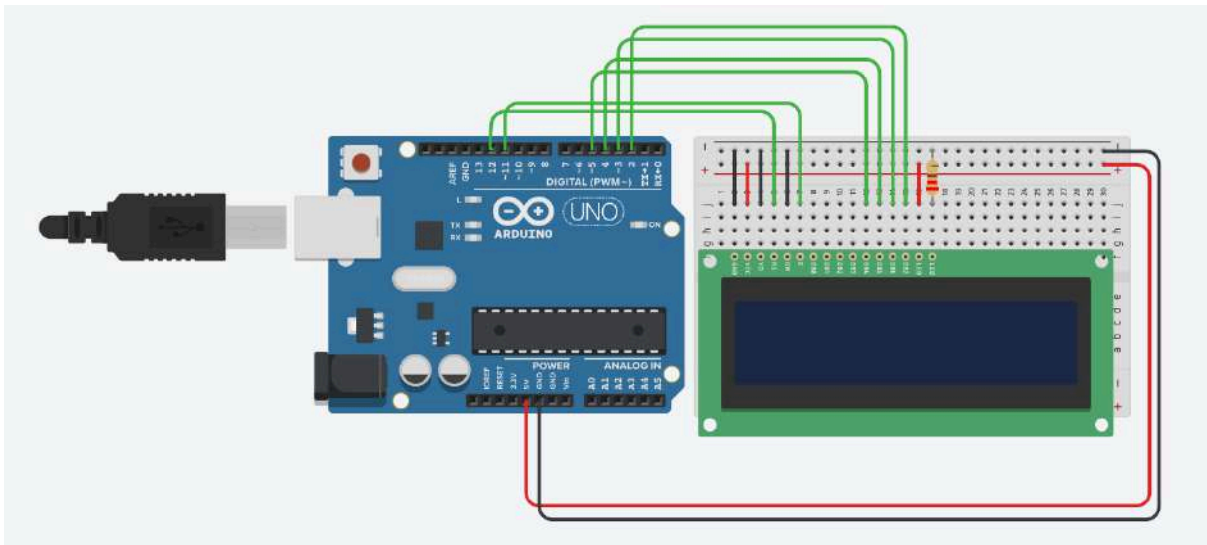


IMATGE DELS SENSORS I EL CIRCUIT:

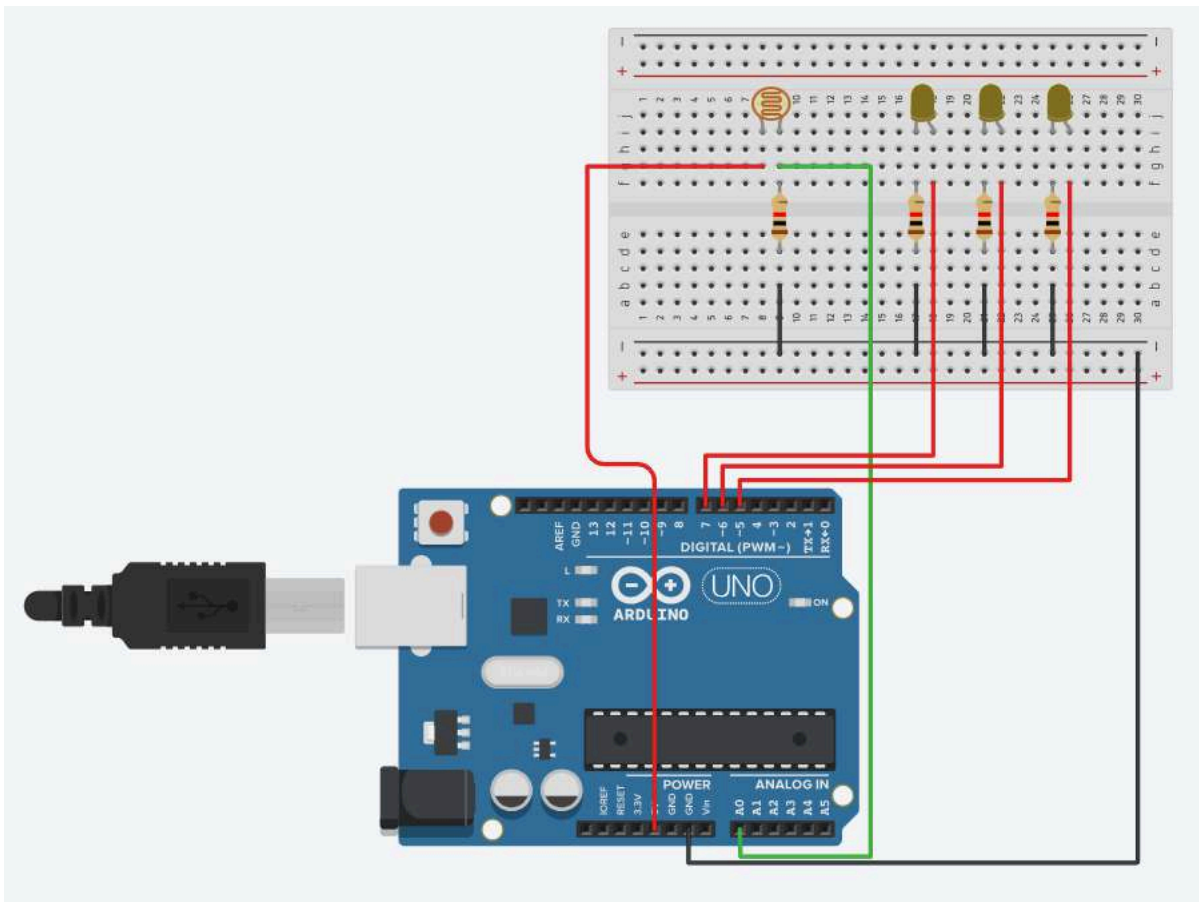


SIMULACIONS AL TINKERCAD:

- Pantalla LCD



- Sensor LDR i 3 llums LED



8. Experiències i casos d'èxit

8.1 Imatges de projectes i empreses de la *Fira Smart City Barcelona*

Informació sobre la fira *Smart City Barcelona*:

Fira Smart City Expo World Congress a Barcelona

L'Smart City Expo World Congress (SCEWC) ofereix un punt de trobada únic per a tot l'ecosistema de les *smart cities*. Des de la seva primera edició l'any 2011, ha aconseguit convertir-se en un esdeveniment mundial referent per a donar suport al desenvolupament de les ciutats. Tornant a la presencialitat després de la pandèmia, l'Smart City Expo va reunir una vegada més els principals actors mundials que treballen en el desenvolupament urbà per compartir coneixements, posar en relleu les solucions més innovadores de l'àmbit i reflexionar conjuntament sobre els grans reptes que afronten les nostres ciutats avui.

Dades destacades de l'edició de 2022.

+140
PAÏSOS

+20.000
VISITANTS

+20.000
VISITANTS
EN LÍNIA

SMARTCITY
EXPO WORLD CONGRESS

Energia i medi ambient

Vida i inclusió

Mobilitat

Seguretat i resiliència

Governança

Tecnologies habilitants

Economia

Infraestructures i edificis

+1.000
EXHIBIDORS

+400
PONENTS

+700
CIUTATS



Font: [L'àmbit de les smart cities a Catalunya \(gencat.cat\)](https://www.gencat.cat/ambit-smart-cities/)

Enllaç i codi QR amb imatges pròpies de la visita a la fira:

<https://drive.google.com/drive/folders/>



Algunes empreses a destacar:

1. BIKEEP

Aquesta empresa és líder mundial comercialitzant carregadors elèctrics i aparcaments per bicicletes i motocicletes.

Enllaç a la seva web: [Bikeep: Commercial Bike Racks & Bicycle Parking Systems](https://www.bikeep.com/)



2. SMARTEC

És una empresa dedicada a la gestió de serveis a la ciutat especialitzada en la instal·lació d'enllumenat i la seva gestió.

Enllaç a la seva web: [Home - Smartec](#)



Smartec®

ADAPTA TU ILUMINACIÓN CLÁSICA CON LA RED INTELIGENTE SMARTEC® Y TENDRÁS EL CONTROL DE TU ILUMINACIÓN DESDE CUALQUIER LUGAR

ADAPT YOUR CLASSIC LIGHTING TO THE SMARTEC® INTELLIGENT NETWORK, AND YOU WILL HAVE CONTROL OF YOUR LIGHTING FROM ANYWHERE.

70% 70% 70% 50%

Las ciudades cambian y evolucionan constantemente para satisfacer las necesidades de los ciudadanos. Smartec® brinda la adaptabilidad que se requiere en cada momento, gestionando los servicios de tu ciudad y cumpliendo con los requisitos de ahorro energético.

Cities are constantly changing and evolving to meet the citizen's needs. Smartec® provides the adaptability required at all times managing your city's services and fulfilling the energy saving requirements.

3. AMBICI

És una aplicació amb la qual pots accedir a bicicletes elèctriques i moure't entre els 15 municipis de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Enllaç a la seva web: [AMBici](https://www.ambici.cat)

ambici
The metropolitan bicycle

TMB **AMB**

Overview
15 municipalities
236 stations
2,600 electric bicycles
7 interchanging stations between AMBici and Bicing
Intermodality with the public transport system (bus, metro, FGC and Rodalies trains, Tram)

Fares
Annual subscription of €25
Unlimited journeys during 1 year
First 30 minutes free of charge
€0.50 every 30 minutes
Pass at a reduced fare for users of both AMBici and Bicing: €65/year (2023)

Mobile app
Bicycle availability
Registration and user data management
Bicycle pick-up and return
Parking spot reservation

Open data
Publication in standard format ODS

First 6 months in-service*

12 municipalities	1,738 electric bicycles	+200,000 monthly operations
158 stations	16,859 users	21% operations between 70 different towns

Municipalities:

1. Badalona
2. Castelldefels
3. Cornellà de Llobregat
4. Espinosa de l'ebre
5. Gavà
6. L'Hospitalet de Llobregat
7. Molins de Rei
8. El Prat de Llobregat
9. Sant Sadurn de Noya
10. Sant Miquel de Fluvià
11. Sant Joan de Vilatorrada
12. Sant Joan de Vilatorrada
13. Sant Joan de Vilatorrada
14. Sant Joan de Vilatorrada
15. Sant Joan de Vilatorrada

*Data as of September 1

GOVERN DE CATALUNYA | MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA | **R** Pla de Recuperació Transformació i Resiliència | Financiat per la Unió Europea NextGenerationEU

4. DISMUNTEL

Aquesta empresa es dedica a implantar en una ciutat diverses àrees d'una *smart city*: l'energia, el medi ambient i serveis com la gestió de l'aigua.

Enllaç a la seva web: [Smart Metering | Dismuntel](#)



5. NOVALITY

Aquesta empresa es dedica a fer aparcaments per a bicicletes i patinets gestionats a través d'una aplicació. Els calaixos que serveixen per desar de forma segura i individual el teu vehicle tenen, a més, punts de recàrrega i espai per deixar altres pertinences.

Enllaç a la seva web: [Novality](https://www.novality.es)



6. QOOB

L'empresa qoob ha dissenyat una Càpsula GMBH que revoluciona la manera en què la gent es pot relacionar als espais públics. Són espais on pots relaxar-te, treballar i socialitzar.

Enllaç a la web de l'empresa: [qoob](http://qoob.com)



7. AURRIGO

Aquesta empresa fabrica i distribueix vehicles elèctrics autònoms.

Enllaç a la web: aurrigo.com



8. SAMSUNG C&T

És una empresa que va ser fundada per Samsung i es dedica a l'enginyeria i a la construcció innovadora.

Enllaç a la seva web: [Samsung C&T Corporation \(samsungcnt.com\)](http://Samsung C&T Corporation (samsungcnt.com))



Model de ciutat intel·ligent que mostra els diferents serveis que comprèn:



9. ROSMIMAN

És una empresa dedicada a solucions de *software* i a gestionar infraestructures, immobles i serveis de municipis o indústries.

Enllaç a la seva web: Rosmiman Facility Management Software



10. MOCCI

Aquesta empresa ha dissenyat un vehicle de pedals intel·ligent que conté un generador que produeix energia per al motor elèctric a més de la bateria que conté.

Enllaç a la seva web: Produkt - Mocchi



11. BIN-E

Aquesta empresa es dedica a la gestió dels residus de forma intel·ligent mitjançant l'ús de la intel·ligència artificial. Els dispositius estan dissenyats per a llocs públics i automàticament classifiquen i comprimeixen els residus, a més de controlar la capacitat dels contenidors i analitzar les dades per facilitar la gestió posterior.

Enllaç a la seva web: [Bin-e | Smart Waste Bin \(bine.world\)](http://www.bine.world)



8.2 Àmbit de les *smart cities* a Catalunya

Enllaç i codi QR d'imatges pròpies amb informació sobre les *smart cities* a Catalunya de la parada d'Urbots a la fira Expoebre de Tortosa:

<https://drive.google.com/drive/folders/11GiaBQUYc9qJKOJq3tQNXW9NsgARJMzE>



La ciutat de Barcelona com a referent a Catalunya és la 3a ciutat intel·ligent al món i la 1a Europea:

Les smart cities en els rànquings mundials

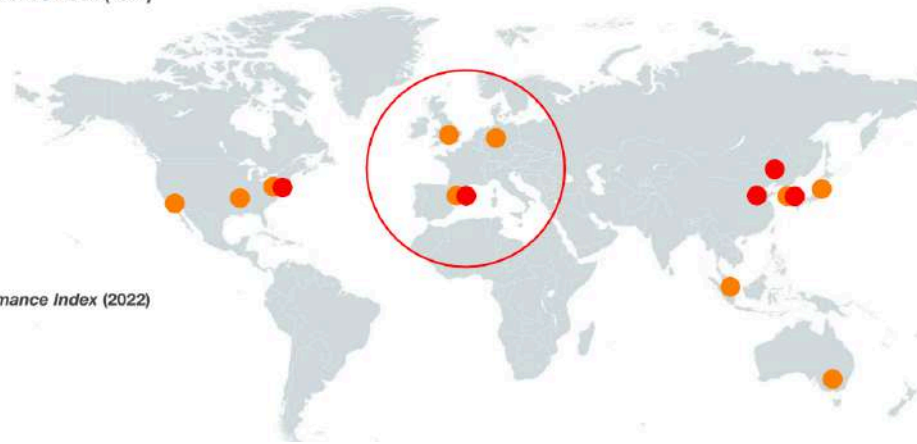
Barcelona és la **3a smart city** del món i **1a** a Europa el 2022 (Juniper Research 2022)

● Global Smart City Performance Index (2017)

Singapur
Londres
Nova York
San Francisco
Chicago
Seül
Berlín
Tòquio
Barcelona
Melbourne

● Global Smart City Performance Index (2022)

Shanghai
Seül
Barcelona
Pequín
Nova York



Barcelona és un referent de smart cities mundial

La Generalitat de Catalunya impulsa iniciatives per a continuar posicionant **la ciutat de Barcelona com un autèntic pol d'innovació, investigació i modernització urbana**: creant solucions de gestió autosuficient i sostenible que millorin les polítiques, serveis i béns públics que tenen un impacte social.

L'Ajuntament de Barcelona té projectes d'intel·ligència artificial en fase pilot en diferents àrees del consistori, com **el monitoratge de l'afluència a les platges**, que es va realitzar l'estiu de 2020 durant la pandèmia de la COVID-19. Les dades d'afluència a les platges s'actualitzaven en temps real en una pàgina web oberta perquè la ciutadania les pogués consultar abans d'anar-hi.

Barcelona Energia, participada per l'Ajuntament de Barcelona i l'Autoritat Metropolitana de Barcelona (AMB), és la comercialitzadora elèctrica pública més gran de l'Estat i, des de 2019, distribueix energia d'origen 100 % renovable a 14 ajuntaments.

Proveeix de 100 GWh (l'equivalent al consum de gairebé 30.000 famílies) i evita l'emissió de gairebé 25.000 tones de CO2 a l'atmosfera.

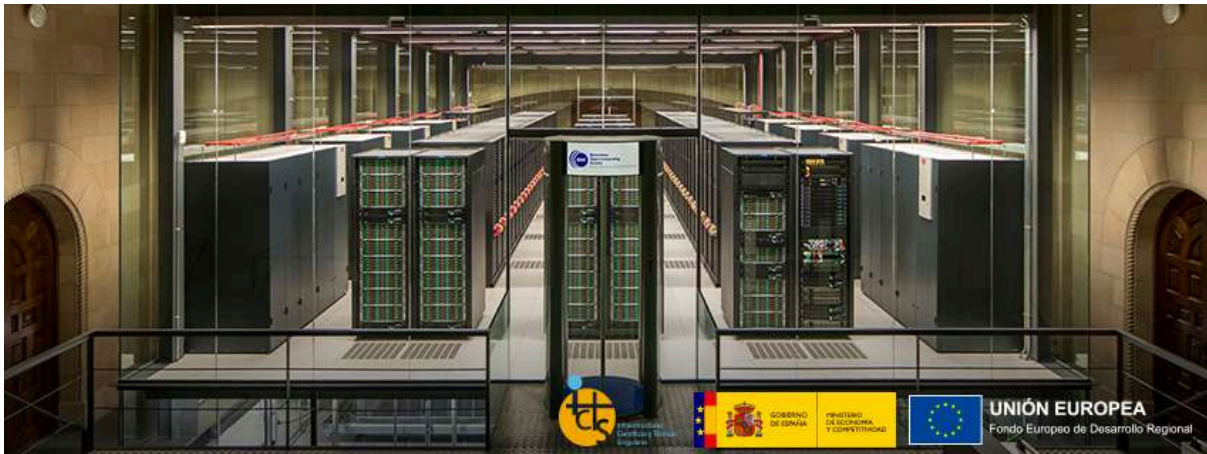
Barcelona optimitza la gestió de l'enllumenat públic amb el sistema de telegestió intel·ligent (2022).

Teleastro.net millora l'eficiència energètica i redueix els desplaçaments de les empreses participants del manteniment de l'enllumenat. D'aquesta manera, té cura del medi ambient a la ciutat i la fa més sostenible, possibilitant la integració de les dades recollides en la infraestructura de TI de la ciutat i millora la seguretat, l'eficiència i la qualitat del servei d'enllumenat.



Font: [L'àmbit de les smart cities a Catalunya \(gencat.cat\)](https://gencat.cat)

A Barcelona hi ha el Centre Nacional de Supercomputació que controla el **MareNostrum**, un dels superordinadors més potents d'Europa.



Font: [MareNostrum | BSC-CNS](#)

DADES CLAU DE LES SMART CITIES A CATALUNYA:

- 471 empreses *smart city*
- Més de 10 Milions facturats en *smart cities*
- 46.077 treballadors en *smart cities*

Cada any aquestes dades de transformació intel·ligent estan augmentant, ja que Catalunya aposta per les *smart cities* i la innovació.



Font: [L'àmbit de les smart cities a Catalunya \(gencat.cat\)](#)

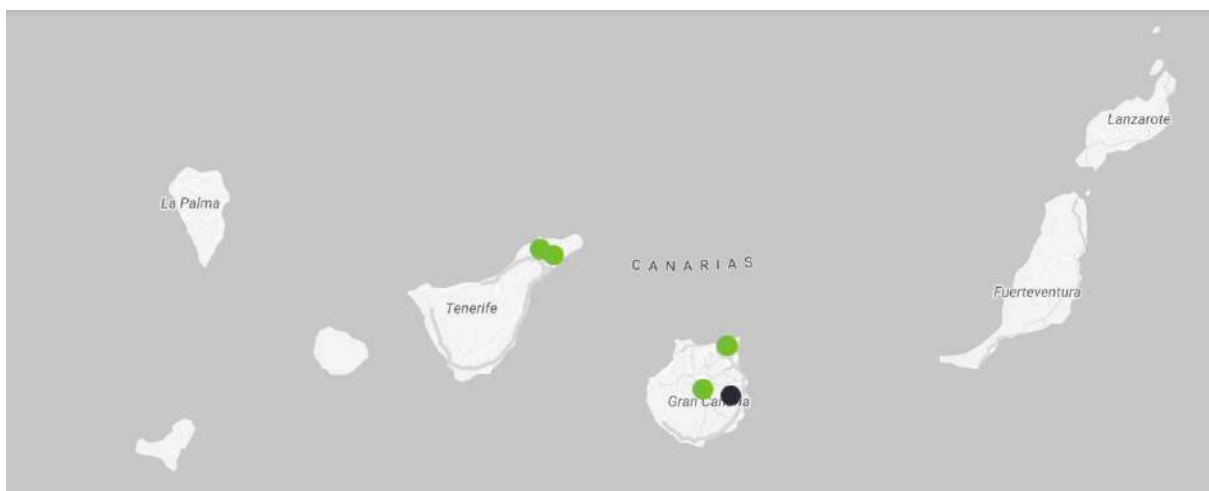
8.3 Estudi de casos de ciutats intel·ligents

A Espanya hi ha la “Red Española de Ciudades Inteligentes” (RECI) i és una xarxa de ciutats intel·ligents formada per 140 municipis espanyols. Aquesta associació va començar

el juny de 2011 amb l'objectiu d'incentivar el progrés econòmic, social i empresarial a les ciutats de forma innovadora mitjançant les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC).

Alguns municipis catalans associats són: Cambrils, Tarragona, Barcelona, Hospitalet de Llobregat i Mataró.

Mapa de municipis associats:



Font: [Quiénes somos - RECI \(reddeciudadesinteligentes.es\)](http://reddeciudadesinteligentes.es)

Gràcies a aquesta xarxa diverses ciutats han dut a terme diferents pràctiques²³. L'Ajuntament de València ha complert alguns dels principals objectius dels ODS com convertir la ciutat en un destí turístic amb emissions neutres de CO₂.

La Corunya és una altra ciutat que participa en la xarxa amb un projecte de govern obert amb l'objectiu de tenir una política on es fa partícips als ciutadans a partir de la publicació de dades, processos de participació ciutadana i serveis que fomenten la transparència.

Un altre exemple és la ciutat de Vitòria-Gasteiz que ofereix aparcaments segurs per a bicicletes en llocs estratègics de la ciutat i reduir el risc de robatori. A més també han implantat punts de càrrega per a bicicletes elèctriques i aparcaments amb videovigilància.

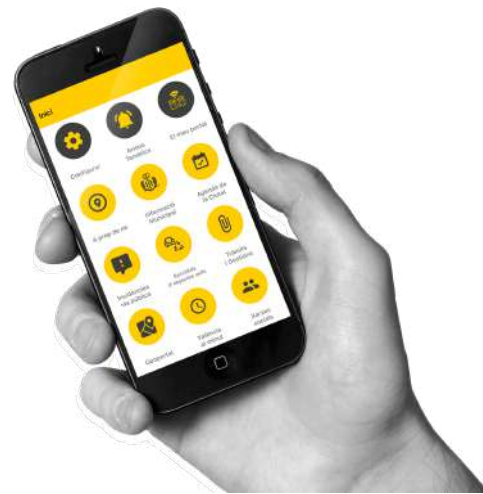
València és una de les ciutats líders a l'Estat quant a les *smart cities* i tenen una pàgina web dedicada als seus projectes: [Smart City València - València Ciudad Inteligente \(valencia.es\)](http://Smart City València - València Ciudad Inteligente (valencia.es))

En aquesta pàgina podem observar diferents plantejaments innovadors que porta a terme la ciutat:

- Wifi gratuït i d'alta velocitat instal·lat en 600 punts de connexió a places, jardins, platges i edificis municipals.
- Contenidors que avisen quan estan quasi plens per tal que es reculli de forma eficient.
- Geoportal on es poden trobar dades de tota la ciutat com localitzadors de bicicletes i de contenidors, disponibilitat de places d'aparcament, l'estat del trànsit i dels carrers a temps real...
- Sensors sobre 44 autobusos per obtenir informació de la qualitat de l'aire, la temperatura, la humitat o els nivells sonors.
- Amb fons Europeus convertiran 194 edificis municipals en intel·ligents per estalviar energia i oferir nous serveis als ciutadans com reservar pistes, comprar entrades, abonaments...

²³ Projecte RECI, juny 2021: [DOSSIER-bp.pdf \(reddeciudadesinteligentes.es\)](http://DOSSIER-bp.pdf (reddeciudadesinteligentes.es))

Gràcies a l'aplicació mòbil *smart city* tens la informació de la ciutat de València a la teva mà:



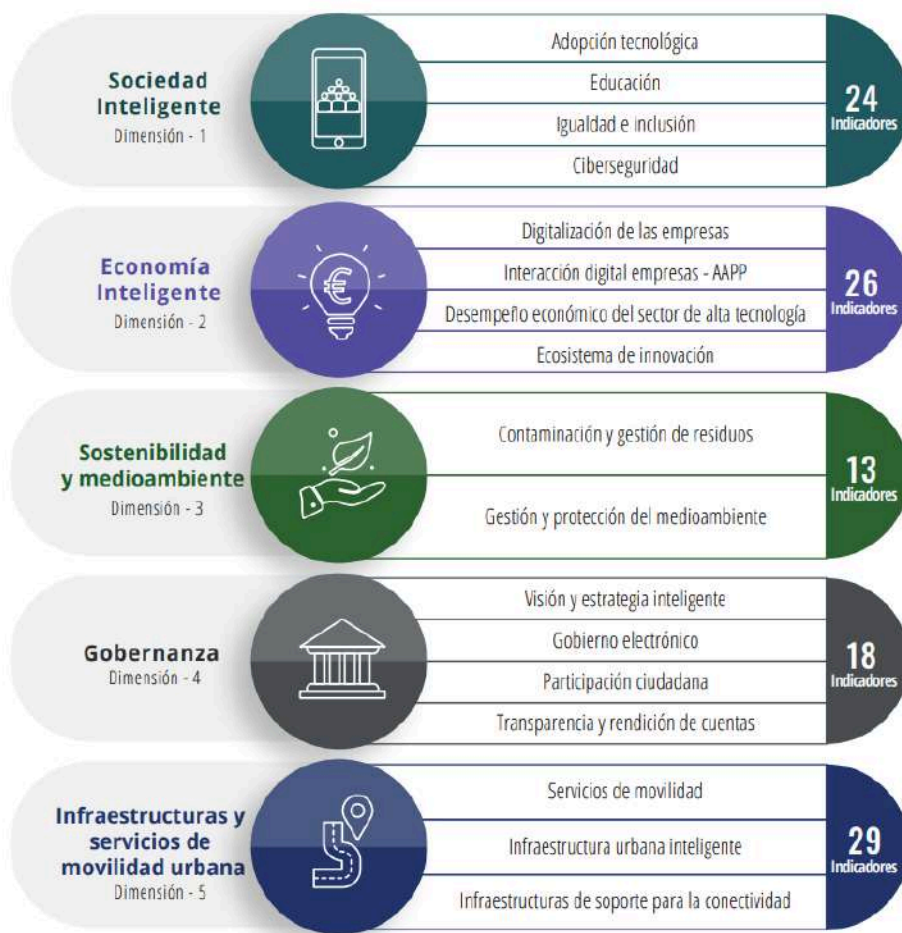
Font: [AppValència - València \(valencia.es\)](https://valencia.es/appvalencia)

Segons l'Índex Smart Cities Espanya 2023²⁴, Barcelona és la ciutat més intel·ligent amb un 79%, seguida per Madrid amb un 74,1% i València amb un 67,6%.

Aquest informe es basa en **5 dimensions**:

1. Societat intel·ligent
2. Economia intel·ligent
3. Sostenibilitat i medi ambient
4. Governança
5. Infraestructures i serveis de mobilitat urbana

²⁴ Fundació ONCE, 27 març 2023: [Fundación ONCE para la Cooperación e Inclusión Social de Personas con Discapacidad \(fundaciononce.es\)](https://fundaciononce.es)



Font: [5 Dimensions](#)

En aquest informe sobre Barcelona s'indiquen tots els índexs de la ciutat utilitzats per avaluar-la com a la ciutat més intel·ligent de l'Estat: [BARCELONA.pdf](#)

Informació a destacar de les 5 dimensions:

- Dimensió 1: el 86% dels habitatges tenen connexió a internet de banda ampla, el 98% dels habitatges tenen telèfons mòbils i 6 de cada 10 persones treballadores fan ús de les tecnologies TIC.
- Dimensió 2: el 31% de les empreses tenen xarxes socials i web, el 78% de les empreses fan la declaració d'impostos mitjançant via electrònica.
- Dimensió 3: es reciclen per habitant/any 14,6 kg de plàstics, 21 kg de paper, 22,7 kg de vidres. S'han invertit públicament 3,5 M en la protecció del medi ambient.
- Dimensió 4: la ciutat de Barcelona consta de 40 apps d'informació i atenció al ciutadà, té un portal de participació ciutadana, es compleix al 100% la Llei de Transparència i disposa de serveis *Open Data*.

- Dimensió 5: disposen de 8 aplicacions de pàrquing intel·ligent, de serveis de lloguer de bicicletes públiques, de sensors de mobilitat i de pantalles digitals en espais públics.

Serveis d'accessibilitat de Barcelona:



Font: [INDICE SMART - 31 BARCELONA.pdf \(iddigo.com\)](#)

Segons un estudi fet per The Smart City Observatory (SCO) i IMD World Competitiveness Center (WCC) , **el top 3 global** de ciutats intel·ligents el constitueixen **1-Zúric, 2-Oslo i 3-Canberra**.

L'estudi combina dades i enquestes per mostrar quines ciutats utilitzen la tecnologia per resoldre problemes i millorar la qualitat de vida dels seus ciutadans.

Algunes estratègies *smart city* de Zúric:

- Té un dels transports públics més extensos del món amb 450 M. de passatgers a l'any i és considerat un dels més eficients i fiables del món.
- És una ciutat que pretén ser neutra d'emissions sobre el 2050 i el 2019 ja havia aconseguit reduir-les un 36% comparat amb el 1990. També és una ciutat molt eficient quant a l'energia i en produeix més de la que consumeix.
- Zúric és de les ciutats més verdes gràcies als seus 500 parcs i el seu sistema de gestió de residus.

- Quant a digitalització, la ciutat té centres tecnològics i d'innovació com: l'“ETH Zurich”, el “Swiss Federal Institute of Technology” i la Universitat de Ciències Aplicades de Zúric. A més, també s'ha implementat un “Smart City Lab” on es desenvolupen i es proven noves solucions tecnològiques.
- Zúric també té un únic model de governança col·laboratiu que involucra els sectors públics i privats i la participació ciutadana.



Font: [World's Smartest Cities - The Newsweek Momentum Awards](#)

9. Conclusió

La nostra societat es troba en contínua evolució i un dels elements que més està contribuint a aquests canvis és la constant implementació d'un conjunt de noves tecnologies dirigides especialment a millorar les necessitats productives, la qualitat de vida dels ciutadans i les comunicacions.

Davant d'aquest fet imparable, com a societat trobem la necessitat que aquests profunds canvis tecnològics arribin a ser implantats d'una manera generalitzada a les nostres ciutats.

En aquest treball s'ha estudiat en què consisteix una ciutat intel·ligent, analitzant les múltiples possibilitats tecnològiques existents que avui en dia es troben a disposició de les nostres poblacions.

Fruit d'aquest treball cal que reflexionem al voltant de la necessitat que totes aquestes tecnologies puguin arribar d'una manera generalitzada a la major part dels municipis possibles. Assolint d'aquesta manera una veritable implantació del que podem anomenar ciutat intel·ligent.

En aquest treball concretament s'ha analitzat com es converteix una ciutat en ciutat intel·ligent des del vessant de la mobilitat urbana, l'energia i el medi ambient, i les tecnologies de la intel·ligència artificial. A la vegada, s'han exposat els diferents desafiaments i riscos que es troben avui les ciutats o que es poden trobar en un futur aquestes ciutats intel·ligents, i finalment, s'ha analitzat la ciutat de Tortosa pel que fa a diferents projectes que s'han executat a partir de la tecnologia. En darrer lloc, s'han analitzat experiències i casos d'èxit de diferents municipis, així com d'empreses que generen productes i serveis a partir del concepte *smart city*.

Pel que fa a la mobilitat, s'han analitzat els reptes que tenen les ciutats intel·ligents per aconseguir reduir la congestió i a la vegada reduir l'emissió de CO₂. Per assolir-ho s'ha incidit en la importància d'apostar per un transport públic eficient i per energies sostenibles. En aquest sentit, s'ha analitzat el que pot aportar la tecnologia a la mobilitat urbana, exposant els avantatges i inconvenients, per exemple dels vehicles autònoms, així com de la mobilitat del futur.

En l'àmbit de l'energia i el medi ambient s'ha analitzat el que suposa ser una ciutat que se subministra a partir d'energies renovables tenint en compte les mancances que encara presenten les diferents fonts d'energia que avui coneixem. És evident que el futur aportarà

un desenvolupament molt important pel que fa a les diferents fonts d'energia, algunes com l'hidrogen en contínua transformació i evolució. A la vegada s'ha introduït un apartat on s'ha exposat la importància de construir una ciutat intel·ligent, no només en l'àmbit de la via pública sinó també en l'àmbit privat de les edificacions, per esdevenir també una *smart building*, el més sostenible possible.

En tot aquest procés el treball ha destacat la seguretat i la protecció de dades com un dels reptes o dificultats principals que més preocupa a la societat actual. L'ètica i la privacitat lligades a la tecnologia seran un dels objectius estratègics de les ciutats intel·ligents.

En aquest treball ha quedat clar que la tecnologia 5G és una eina imprescindible que conduirà ara per ara el procés de transformació d'una ciutat cap a convertir-se en una ciutat intel·ligent. I també és evident que aquesta tecnologia es troba en contínua evolució.

Per complementar el treball s'ha analitzat la ciutat de Tortosa en els diferents àmbits on s'han aplicat projectes propis d'una *smart city* a partir d'entrevistes a treballadors de l'Ajuntament de Tortosa, responsables d'aquests projectes. La conclusió assolida és que les ciutats mitjanes podran esdevenir ciutats intel·ligents a partir de la voluntat política i tècnica dels responsables de les diferents administracions. En aquest sentit, existeixen cada dia més recursos públics en forma de subvencions, a partir principalment de fons europeus, que permeten desenvolupar projectes a partir de l'aplicació de la tecnologia i que suposaran millorar la vida de les persones si s'acaben decidint aplicar. Les ciutats, des de les més petites fins a les més grans, no poden quedar enrere en aquesta transformació que estem vivint com a societat. Per tant, els pròxims anys es veuran les diferències entre aquelles ciutats i pobles que hagin apostat per la tecnologia i aquelles que s'hagin quedat enrere per no creure en les possibilitats i avantatges que suposarà ser una ciutat intel·ligent.

Per acabar, el treball introdueix experiències i casos d'èxit de ciutats pioneres que han apostat per ser ciutats intel·ligents. També, i a partir de la visita a la "Fira Smart City" de Barcelona, una fira referent mundial en el concepte *smart city*, s'han analitzat productes i serveis innovadors que es van presentar a la fira per aplicar a les ciutats intel·ligents.

Pel que fa a la part pràctica, s'ha fet un circuit on s'han programat tots els sensors utilitzats a la pàgina web "Arduino Blocks" i també s'han fet simulacions a la web "Tinkercad". S'ha après a programar amb diversos sensors alhora i a fer-ho funcionar físicament. Amb la construcció de la maqueta s'ha dissenyat un carrer, simulant un carrer de Tortosa, amb

sensors que detecten la humitat i la temperatura , el nivell de CO₂ i, per últim, he instal·lat un sensor que detecta la quantitat de llum de l'ambient per engegar els fanals quan es fa fosc.

Després d'analitzar els diferents àmbits on es pot implementar la tecnologia per esdevenir una *smart city*, podem concloure que els canvis tecnològics es produeixen de forma molt ràpida i es veuran transformacions i canvis radicals en el funcionament actual de ciutats que modificaran la manera d'entendre-les com les coneixem fins ara.

Pel que fa a l'anàlisi de com es pot convertir una ciutat mitjana que no es quedi enrere en *smart city* veiem que ser ciutat intel·ligent no suposa només tenir recursos econòmics i tecnològics, sinó també la voluntat i els objectius clars de voler-ho ser, per això és necessari apostar per un "Pla Smart City" on es contemplen els objectius a aconseguir en cada àmbit i cada àrea del municipi, objectius que han d'estar programats en el temps, amb un calendari d'inici i de posterior implementació.

En conclusió, les ciutats de la segona meitat del segle XXI seran amb tota seguretat *smart cities*, en diferents graus depenent de l'aposta que s'hagi fet les dècades vinents, però no es podrà prescindir en cap cas de la tecnologia per implementar i posar en funcionament tots els serveis públics que genera una administració, des de l'àmbit de la via pública fins al funcionament dels equipaments. El repte i objectiu és que cap ciutat quedi enrere i que totes tinguin la capacitat, els recursos tecnològics i econòmics i la voluntat d'esdevenir una veritable *smart city*.

10. Webgrafia

Referències

- (n.d.). MOVILIDAD INTELIGENTE. Obtingut Juliol 24, 2023, de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/395/FIAMMA%20PEREZ%20y%20OTROS.pdf>
- (n.d.). Active mobility | CIVITAS. Obtingut Agost 7, 2023, de <https://civitas.eu/thematic-areas/active-mobility>
- (n.d.). Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 |. Obtingut Agost 8, 2023, de <https://esmovilidad.mitma.es/>
- (n.d.). MEDIDOR CALIDAD DE AIRE PARA LAS AULAS. Obtingut Desembre 19, 2023, de https://www.robolot.online/pluginfile.php/2744/mod_resource/content/1/CO2_steam_cantabria.pdf
- (n.d.). Lector Automático de Matrículas. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://guardianva.com/es/lector-automatico-de-matriculas>
- (n.d.). ¿Qué son los campos electromagnéticos? Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/electromagnetic-fields>
- (n.d.). Bin-e | Smart Waste Bin. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.bine.world/>
- (n.d.). IWMS + CAFM + CMMS | Rosmiman Facility Management Software. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://rosmiman.com/>
- (n.d.). home - Aviation | Autonomous | Automotive Technology. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://aurrigo.com/>
- (n.d.). qoob. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://qoob.zone/>
- (n.d.). Novality. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://novality.es/>
- (n.d.). Smartec: Home. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.smartec.com.es/>
- (n.d.). Bikeep: Commercial Bike Racks & Bicycle Parking Systems | Manufacturer. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://bikeep.com/>
- (n.d.). Wikipedia. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://reddeciudadesinteligentes.es/wp-content/uploads/2023/01/DOSSIER-bp.pdf>
- (n.d.). Smart City València - València Ciudad Inteligente. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://smartcity.valencia.es/es/>
- ?: (n.d.). ?: - Wiktionary. Obtingut Juliol 12, 2023, de <http://boe-a-2015-11723-c.pdf>
- ?: (n.d.). ?: - Wiktionary. Obtingut Juliol 12, 2023, de https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/es_manual_de_estrategias_de_desarrollo_urbano_sostenible_0.pdf

- . (2019, juny 24). . - YouTube. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.desertcart.com.om/products/322729805-keyestudio-ccs-811-carbon-dioxide-co-2-vo-cs-air-quality-gas-sensor-module-for-arduino>
 - . (2019, juny 24). . - YouTube. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.powerplanetonline.com/es/pantalla-lcd-con-retroiluminacion-azul-para-arduino>
 - . (2019, juny 24). . - YouTube. Obtingut Desembre 21, 2023, de https://twitter.com/KasperskyES/status/1650530642134802434?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1650530642134802434%7Ctwgr%5E8f3a4766fb68b102e3e207d55ae24eab061b1b79%7Ctwcon%5Es1_&ref_url=https%3A%2F%2Fcadena.es.com%2Fcmadrid%2F2023%2F04%2F
 - . (2022, octubre 2). . - YouTube. Obtingut Agost 25, 2023, de <https://www.simonelectric.com/corporate/blog/sistemas-de-control-de-iluminacion-edificios-sostenibles-y-alumbrado-inteligente>
 - .. (2023, octubre 30). , - YouTube. Obtingut Desembre 31, 2023, de https://media.kasperskydaily.com/wp-content/uploads/sites/88/2023/04/11112639/kaspersky_InformeInfluenciaTecnologiaVidaEspa%C3%B1oles.pdf?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=es_informe_as0071&utm_content=sm-post&utm_term=es_twitter_organic_9effwxx
 - .. (2023, octubre 30). , - YouTube. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/ACCIO-sector-smart-cities-a-catalunya-2022.pdf>
- AppValència* - València. (n.d.). valencia.es. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://www.valencia.es/val/appvalencia>
- Behrens, S. (2022, Juliol 14). *Don't forget your OT infrastructure on the way to maintenance maturity*. Paessler Blog. Obtingut Desembre 18, 2023, de <https://blog.paessler.com/dont-forget-your-ot-infrastructure-on-the-way-to-maintenance-maturity>
- Bessons digitals, una eina clau per optimitzar el processament de dades*. (2022, maig 26). Consorci de Formació Professional d'Automoció. Obtingut Desembre 17, 2023, from <https://consorciautomocio.empresa.gencat.cat/bessons-digitals-una-tecnologia-clau-per-optimitzar-el-processament-de-dades/>
- Big Data: Qué es y por qué importa*. (n.d.). SAS Institute. Obtingut Setembre 14, 2023, de https://www.sas.com/es_mx/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Big Data y Smart Cities: tecnología para mejorar ciudades*. (n.d.). Nexus Integra EN. Obtingut Setembre 14, 2023, de <https://nexusintegra.io/es/big-data-y-smart-cities/>

- Casado, F. (2022, diciembre 15). *Por un Manifiesto de la Movilidad Activa | Seres Urbanos | Planeta Futuro*. EL PAÍS. Obtingut Agost 8, 2023, de <https://elpais.com/planeta-futuro/red-de-expertos/2022-12-16/por-un-manifiesto-de-la-movilidad-activa.html>
- CCS811. (n.d.). Sparkfun. Obtingut Gener 6, 2024, de https://cdn.sparkfun.com/assets/2/c/c/6/5/CN04-2019_attachment_CCS811_Datasheet_v1-06.pdf
- ¿Cómo influye la tecnología en la vida de los españoles? (2023, Abril 13). Kaspersky. Obtingut Desembre 31, 2023, de https://www.kaspersky.es/blog/influencia-tecnologia-spain/28625/?reseller=es_regular-sm_acq_ona_smm__onl_b2c_twi_post_____&utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=es_blog_as0071&utm_content=sm-post&utm_term=es_twitter_organic_t71erfld9bzlzhe
- Cross, D. T. (2022, març 19). *Científicos idean cómo descarbonizar las industrias pesadas*. EcoPortal.net. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://www.ecoport.net/temas-especiales/como-descarbonizar-las-industrias-pesadas/>
- DEBO BO DHT 11: Entwicklerboards - Temp. & Feuchte, DHT 11 bei reichelt elektronik. (n.d.). Reichelt. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.reichelt.de/entwicklerboards-temp-feuchte-dht-11-debo-bo-dht-11-p239086.html>
- DHT11 Humidity & Temperature Sensor. (n.d.). Mouser Electronics. Obtingut Gener 6, 2024, de <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
- Eficiencia Energética en Edificios*. (n.d.). Nexus Integra EN. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://nexusintegra.io/es/eficiencia-energetica-edificios/>
- El Índice Smart Cities España de 2023 analiza la accesibilidad de las ciudades*. (2023, abril 14). Accessibilitas. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://accessibilitas.es/2023/04/el-indice-smart-cities-espana-de-2023-analiza-la-accesibilidad-de-las-ciudades/>
- Fernández, M. (n.d.). *AMBici - Descubre el área metropolitana de Barcelona*. Ambici. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.ambici.cat/es/>
- Flores, J., & Freire, N. (2022, diciembre 15). *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. National Geographic. Obtingut Novembre 15, 2023, de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449

Funciones. (n.d.). Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://ccars.org.es/attachments/article/229/5G%20y%20Salud.pdf>

García, P. (2023, Abril 25). *Un 70% de la población tiene dependencia tecnológica, según un estudio de Kaspersky.* cadena SER. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://cadenaser.com/cmadrid/2023/04/25/un-70-de-la-poblacion-tiene-dependencia-tecnologica-segun-un-estudio-de-kaspersky-ser-madrid-sur/>

Gemelos digitales: qué es, ejemplos y tipos. (n.d.). Repsol. Obtingut Desembre 18, 2023, de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/gemelos-digitales/index.cshtml>

Gemelos Digitales: qué son, ventajas y aplicaciones. (n.d.). Iberdrola. Obtingut Desembre 18, 2023, de <https://www.iberdrola.com/innovacion/gemelos-digitales>

Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista | Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. (n.d.). Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 |. Obtingut Agost 8, 2023, de <https://esmovilidad.mitma.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta/guia-de-recomendaciones-para-el-diseno-de-infraestructura-ciclista>

Hidrógeno renovable (verde) - ¿Qué es y qué usos tiene? (n.d.). Repsol. Obtingut Agost 23, 2023, de https://www.repsol.com/es/tecnologia-digitalizacion/technology-lab/reduccion-emisiones/hidrogeno-renovable/index.cshtml?utm_campaign=branded-content_corp&utm_medium=referral&utm_content=14-12-21&utm_source=lavanguardia.com

Human-Centred Urban Air Mobility Concept. (n.d.). Hyundai Motor Europe. Obtingut Agost 7, 2023, de <https://www.hyundai.com/au/en/why-hyundai/concept-cars/urban-air-mobility>

Jiménez, J. R. (2022, febrer 27). *La descarbonización revela su lado más desafiante | Energía | Extras.* EL PAÍS. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://elpais.com/extra/energia/2022-02-27/la-descarbonizacion-revela-su-lado-mas-desafiante.html>

John, E. (2022, octubre 2). . . - YouTube. Obtingut Agost 23, 2023, de <https://youtu.be/xLuYEtZeHjY?feature=shared>

La ciberseguretat a Catalunya. ACCIÓ - Agència per la Competitivitat de l'Empresa. (2023, febrer 2). ACCIÓ. Obtingut Desembre 18, 2023, de <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/la-ciberseguretat-a-catalunya>

La contaminación mata a 9 millones de personas al año en el mundo. (2022, maig 18). cadena SER. Obtingut Agost 2, 2023, de

<https://cadenaser.com/nacional/2022/05/18/la-contaminacion-mata-a-nueve-millones-de-personas-al-ano-en-el-mundo-cadena-ser/>

La eficiencia energética, herramienta contra el cambio climático -. (2023, març 7). Telefónica. Obtingut August 24, 2023, de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/noticias/la-eficiencia-energetica-herramienta-contra-el-cambio-climatico/>

La gestión de residuos en las ciudades inteligentes. (2018, juny 5). Endesa. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/economia-circular/gestion-residuos-smart-cities>

La importancia del transporte sostenible. (2023, juliol 3). Telefónica. Obtingut Agost 2, 2023, de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/importancia-transporte-sostenible/>

La importancia del transporte sostenible. (2023, juliol 3). Telefónica. Obtingut Agost 2, 2023, de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/importancia-transporte-sostenible/>

La UPC treballa amb bessons digitals per fer una indústria de la construcció més eficient, fiable i segura. (2021, abril 21). UPC. Obtingut Desembre 18, 2023, de <https://www.upc.edu/ca/sala-de-premsa/noticies/bessons-digitals-per-a-una-industria-de-la-construccio-mes-eficient-fiable-i-segura>

LCD-016N002B-CFH-ET 16 x 2 Character LCD. (n.d.). Vishay Intertechnology. Obtingut Gener 6, 2024, de <https://www.vishay.com/docs/37484/lcd016n002bcfh.pdf>

LDR Datasheet.pdf - Light dependent resistors. (n.d.). Components101. Obtingut Gener 6, 2024, de https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/LDR%20Datasheet.pdf

Más cámaras, ciudades inteligentes y urbanismo, otras tendencias activas. (2022, desembre 10). Cinco Días. Obtingut Juliol 12, 2023, de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/12/08/economia/1670503647_155667.html

Más cámaras, ciudades inteligentes y urbanismo, otras tendencias activas. (2022, desembre 10). Cinco Días. Obtingut Desembre 17, 2023, de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/12/08/economia/1670503647_155667.html

Medio Ambiente • ESMARTCITY. (2023, Agost 11). esmartcity. Obtingut Agost 22, 2023, de <https://www.esmartcity.es/medio-ambiente>

Micó, O. (n.d.). *¿Qué son los coches autónomos?* Motor.es. Obtingut Agost 2, 2023, de <https://www.motor.es/que-es/coches-autonomos>

Morillo, Y. (2022, novembre 1). *Coches autónomos | Qué son, cuándo llegarán, pros y contras.* Futuro Electrico. Obtingut Agost 2, 2023, de <https://futuroelectrico.com/coches-autonomos/>

Morningstar, M. (2021, novembre 8). *Zurich Smart City.* Sobre Smart Cities. Obtingut Gener 4, 2024, de https://www.aboutsmartcities.com/smart-city-zurich/#google_vignette

Movilidad Aérea Urbana | Foresight. (n.d.). Ferrovial. Obtingut Agost 7, 2023, de <https://www.ferrovial.com/es/foresight/escenarios/movilidad-aerea-urbana/>

Movilidad inteligente, un factor clave en las Smart Cities. (n.d.). Nexus Integra EN. Obtingut Juliol 24, 2023, de <https://nexusintegra.io/es/movilidad-inteligente/>

ODS | Fira de Barcelona. (n.d.). Fira Barcelona. Obtingut Juliol 12, 2023, de <https://www.firabarcelona.com/ods/>

Palomo, H. (2023, abril 20). *Descarbonización de la Industria: ¿Cómo Reducir tu Huella de Carbono?* Dexma. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://www.dexma.com/es/blog-es/descarbonizacion-de-la-industria-como-reducir-tu-huella-de-carbono/>

Pizarro, A. (2020, juliol 10). *La gestión inteligente de los residuos en una Smart City.* Fiwoo. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://www.fiwoo.eu/la-gestion-inteligente-de-los-residuos-clave-en-una-smart-city/>

Principales retos a los que se enfrentan las Smart Cities - TOPMGROUP. (n.d.). Top Management. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://topmgroupp.com/es/principales-retos-a-los-que-se-enfrentan-las-smart-cities/>

Produkt. (n.d.). Mocci. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://mocci.com/en/produkt/>

¿Qué es el 5g, para qué sirve y cómo funciona? (2022, juliol 27). Telefónica. Obtingut Novembre 15, 2023, de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/noticias/que-es-el-5g-y-para-que-si-rve-y-como-funciona/>

Qué es la descarbonización y principales claves para conseguirla. (n.d.). Repsol. Obtingut Agost 24, 2023, de <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/cambio-climatico/descarbonizacion/index.cs.html>

¿Qué es una Smart City o ciudad inteligente? (n.d.). Repsol. Obtingut Juliol 6, 2023, de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/smart-cities/index.cs.html>

Quiénes somos - RECI. (n.d.). Red Española de Ciudades Inteligentes. Obtingut Gener 4, 2024, from <https://reddecidadesinteligentes.es/quienes-somos/>

Radiation: 5G mobile networks and health. (2020, febrer 27). World Health Organization (WHO). Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-5g-mobile-networks-and-health>

Rodríguez, H., & Leralta, J. (2023, gener 3). *El futuro de los coches autónomos y conectados.* National Geographic. Obtingut Agost 2, 2023, de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/futuro-coches-autonomos-y-conectados_13619

Rueda, M. (n.d.). *¿Qué son las smart cities y cuáles son esas cities?* BBVA. Obtingut Juliol 6, 2023, de <https://www.bbva.com/es/las-smart-cities/>

Samsung C&T Corporation. (n.d.). 삼성물산. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.samsungcnt.com/eng/index.do>

SANCHIDRIÁN, R. (2022, juliol 4). *La DGT pone fecha a la llegada de los coches autónomos a España: ¿Cuándo y cómo será?* El Periódico. Obtingut Agost 2, 2023, de <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20220629/coche-autonomo-dgt-13963348>

Santa Cruz de Tenerife, Lleida, A Coruña, Las Palmas de Gran Canaria y Ciudad Real, las ciudades más accesibles. (2023, març 27). Fundación ONCE. Obtingut Gener 4, 2024, de <https://www.fundaciononce.es/es/comunicacion/noticias/santa-cruz-de-tenerife-lleida-coruna-las-palmas-de-gran-canaria-y-ciudad-real>

Santander, P., Santander, P., & Moschen, A. (n.d.). *Ciudad Inteligente: mejoramiento de la seguridad ciudadana a través del uso de nuevas tecnologías.* Portal AmeliCA. Obtingut Desembre 17, 2023, de <http://portal.amelica.org/amelijournal/814/8144147008/html/>

Santander, P., Santander, P., & Moschen, A. (n.d.). *Ciudad Inteligente: mejoramiento de la seguridad ciudadana a través del uso de nuevas tecnologías.* Portal AmeliCA. Obtingut Desembre 17, 2023, de <http://portal.amelica.org/amelijournal/814/8144147008/html/>

Sensor de Luminosidade LDR 5mm - Campinas. (n.d.). MarinoStore. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.marinostore.com/componentes/sensor-de-luminosidade-ldr-5mm>

Smart cities: la transformación digital de las ciudades. (n.d.). Iberdrola. Obtingut Juliol 6, 2023, de <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-cities>

Smart Cities y energías renovables: la pareja perfecta. (2018, octubre 30). Escandinava de Electricidad. Obtingut Agost 23, 2023, de <https://escandinavaelectricidad.es/blog/smart-cities-energia-renovable/>

- Smart City: Las ciudades inteligentes en la actualidad.* (n.d.). Fundación Endesa. Obtingut Juliol 6, 2023, de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/smart-city>
- Smart city y conectividad en el transporte: ventajas para las ciudades.* (2020, setembre 21). Telefónica Tech. Obtingut Juliol 24, 2023, de <https://telefonicatech.com/blog/smartcity>
- Smart Metering.* (n.d.). Dismuntel. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.dismuntel.com/smart-metering/>
- Standard LED.* (n.d.). Farnell. Obtingut Gener 6, 2024, de <https://www.farnell.com/datasheets/1498852.pdf>
- Untitled.* (n.d.). ACCIÓ. Obtingut Gener 1, 2024, de <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/catalegs/cat-aleg-soluciones-smart-city.pdf>
- (Video: *Vigilancia Extrema En China, ¿En Qué Consisten Los Polémicos Sistemas De Control Ciudadana?*, 2022)
- Urbanismo sostenible, la creación de ciudades de forma inteligente.* (2023, juny 11). Telefónica. Obtingut Juliol 12, 2023, de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/urbanismo-sostenible-la-creacion-de-ciudades-de-forma-inteligente/>
- Urbanismo y Sostenibilidad Urbana.* (n.d.). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Obtingut Juliol 12, 2023, de <https://www.mitma.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana>
- Ventura, B. (2018, desembre 31). *Dependencia tecnológica: ¿qué pasaría si se fuera la luz?* –. Yorokobu. Obtingut Desembre 21, 2023, de <https://www.yorokobu.es/apagon-tecnologico/>
- Ventura, B. (2018, desembre 31). *Dependencia tecnológica: ¿qué pasaría si se fuera la luz?* –. Yorokobu. Obtingut Desembre 31, 2023, de <https://www.yorokobu.es/apagon-tecnologico/>
- Why Visit.* (n.d.). Smart City Expo World Congress. Obtingut Juliol 6, 2023, de <https://www.smartcityexpo.com/visit/>

11. Annexos

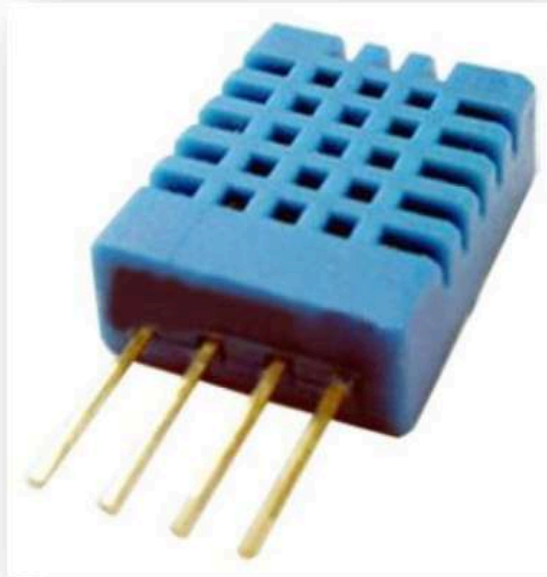
DATASHEETS:

- DHT11:

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor

1. Introduction

DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5% RH	±2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)

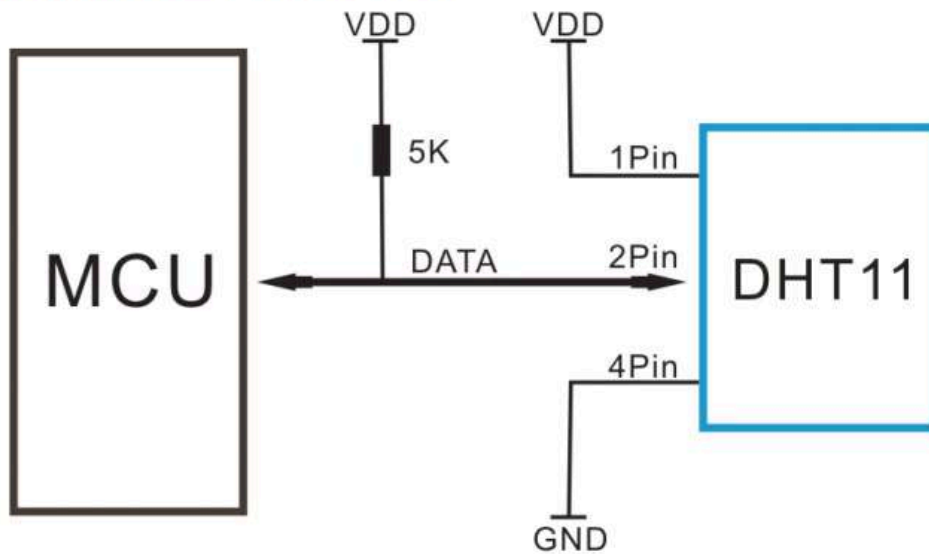


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

5.1 Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the running-mode, waiting for MCU completing the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40-bit data that include the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) some data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low-power-consumption mode until it receives a start signal from MCU again.

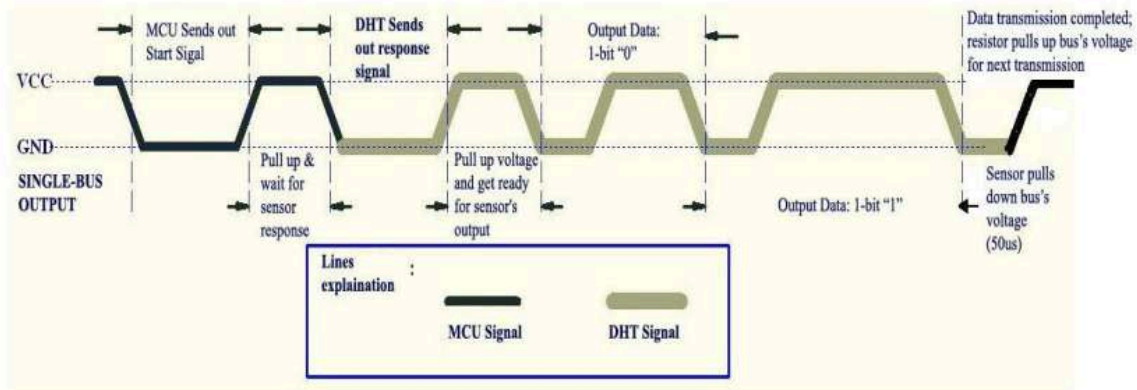


Figure 2 Overall Communication Process

5.2 MCU Sends out Start Signal to DHT (Figure 3, below)

Data Single-bus free status is at high voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Single-bus voltage level from high to low and this process must take at least 18ms to ensure DHT's detection of MCU's signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT's response.

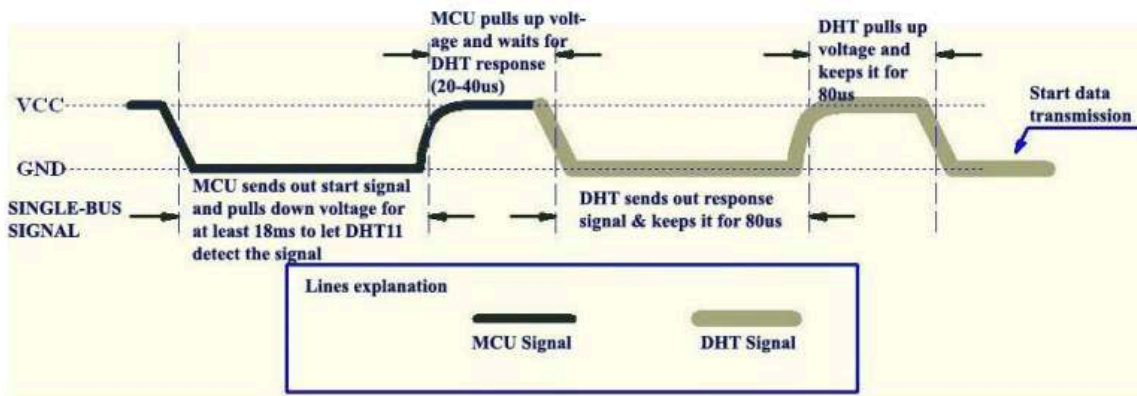


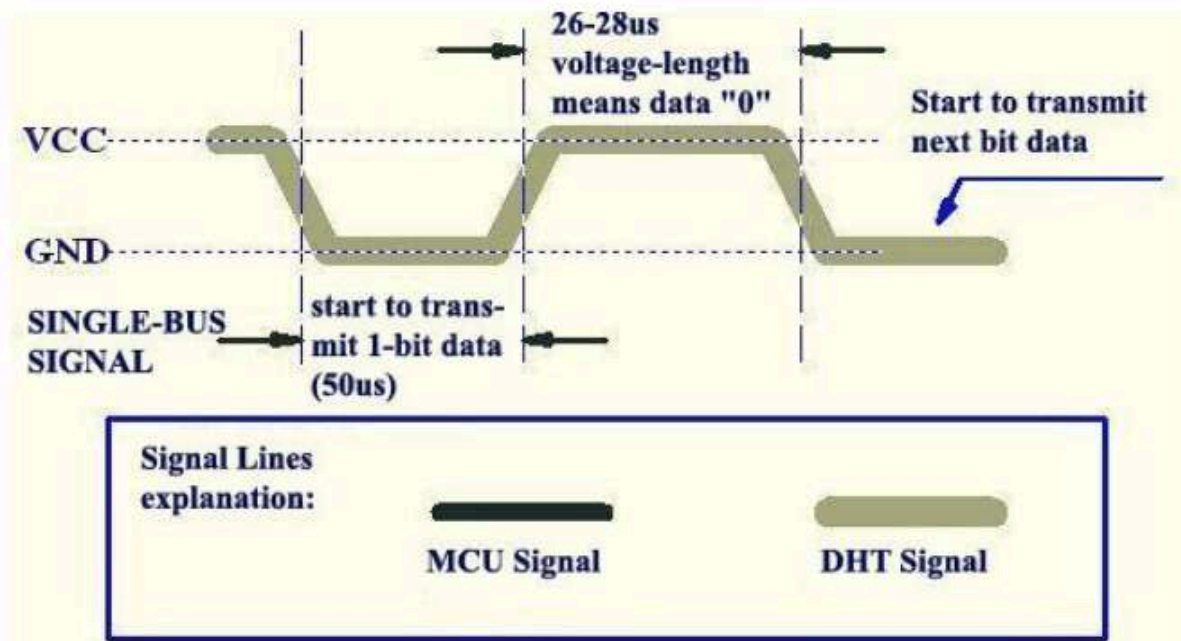
Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT Responses

5.3 DHT Responses to MCU (Figure 3, above)

Once DHT detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 80us. Then the programme of DHT sets Data Single-bus voltage level from low to high and keeps it for 80us for DHT's preparation for sending data.

When DATA Single-Bus is at the low voltage level, this means that DHT is sending the response signal. Once DHT sent out the response signal, it pulls up voltage and keeps it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figures 4 and 5 below).



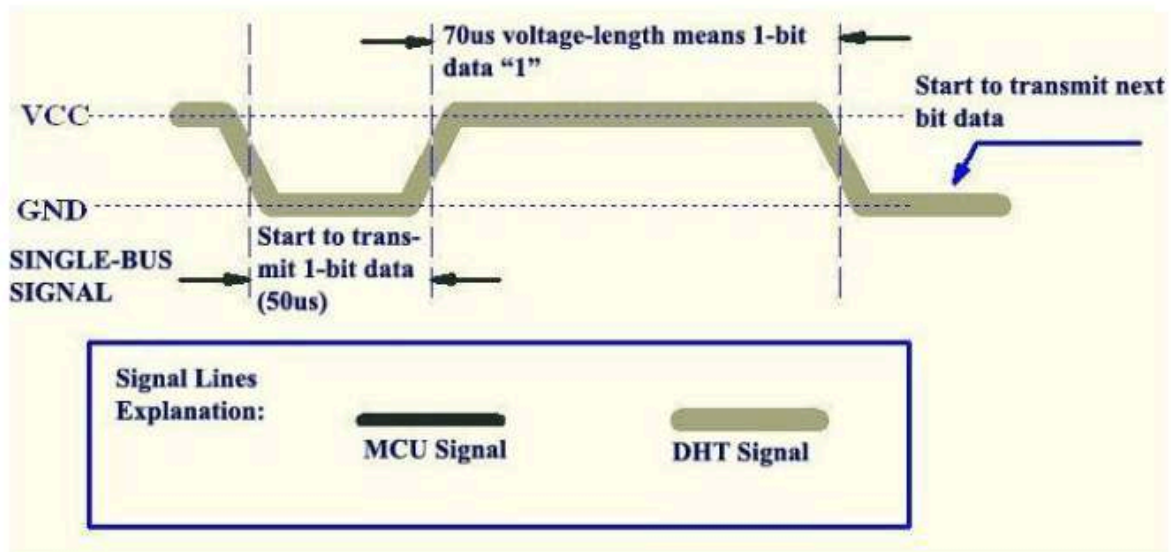


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50us. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25°C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of

this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive-elements and debase its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two:K keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may debase DHT's performance.

(6) Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

- * Welding temperature should be bellow 260Celsius and contact should take less than 10 seconds.
- * Avoid using the sensor under dew condition.
- * Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.
- * Storage: Keep the sensor at temperature 10-40°C, humidity <60%RH.

Disclaimer

This is a translated version of the manufacturer's data sheet. OSEPP is not responsible for the accuracy of the translated information.

- LCD

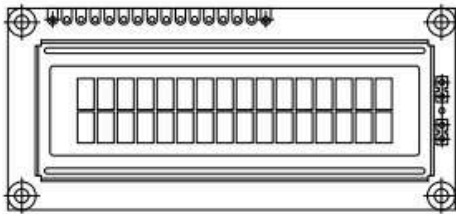


www.vishay.com

LCD-016N002B-CFH-ET

Vishay

16 x 2 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 16 x 2 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply
- LED can be driven by pin 1, pin 2, or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Optional: Smaller character size (2.95 mm x 4.35 mm)
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



RoHS
COMPLIANT

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0 x 13.2 (max.)	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	
Dot Size	0.55 x 0.65	
Dot Pitch	0.60 x 0.70	
Mounting Hole	75.0 x 31.0	
Character Size	2.95 x 5.55	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	- 0.3	-	13	V
Input Voltage	V_I	V_{SS}	-	V_{DD}	

Note

- $V_{SS} = 0$ V, $V_{DD} = 5.0$ V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	1.0	1.2	1.5	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_0	- 20 °C	-	-	5.2	V
		0 °C	-	-	-	
		25 °C	-	3.7	-	
		50 °C	-	-	-	
		70 °C	3.1	-	-	
LED Forward Voltage	V_F	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current - Array	I_F	25 °C	-	100	-	mA
LED Forward Current - Edge			-	20	40	
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{EL} = 110$ V _{AC} , 400 Hz	-	-	5.0	mA

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE

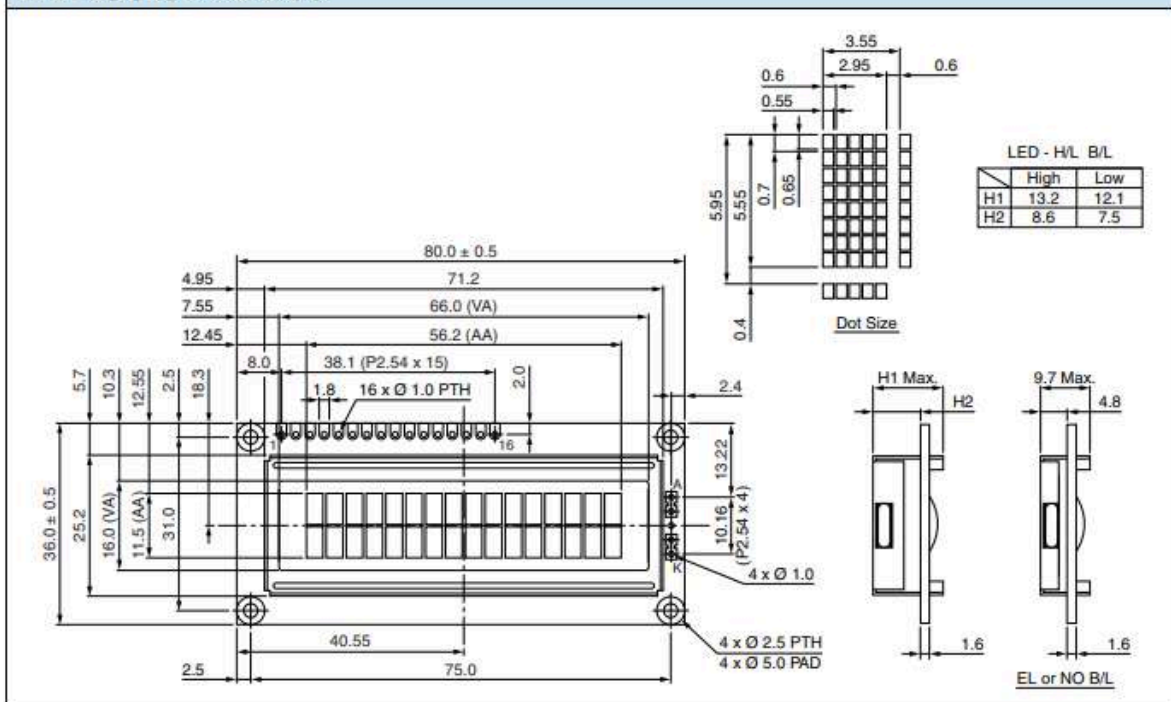
Display Position

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

INTERFACE PIN FUNCTION

PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{SS}	Ground
2	V _{DD}	Supply voltage for logic
3	V ₀	Operating voltage for LCD
4	RS	H: Data/L: Instruction code
5	R/W	H: Read (MPU → Module)/L: Write (MPU → Module)
6	E	H → L chip enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Supply power for LED+
16	R	Supply power for Red-
17	G	Supply power for Green-
18	B	Supply power for Blue-

DIMENSIONS in millimeters





1. Module Classification Information

LCD -016 N 002 B -C F H -ET

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

- 1. Brand : Vishay Intertechnology, Inc.
- 2. Horizontal Format: 16 characters
- 3. Display Type : N→Character Type, H→Graphic Type
- 4. Vertical Format: 2 Lines
- 5. Model serials no.: B
- 6. Backlight Type :

N→Without backlight	A→LED, Amber
B→EL, Blue green	R→LED, Red
D→EL, Green	O→LED, Orange
W→EL, White	G→LED, Green
F→CCFL, White	T→LED, White
Y→LED, Yellow Green	C→LED, RGB color
- 7. LCD Mode :

B→TN Rbsitive, Gray	T→FSTN Negative
N→TN Negative,	
G→STN Positive, Gray	
Y→STN Positive, Yellow Green	
M→STN Negative, Blue	
F→FSTN Positive	
- 8. LCD Polarize Type/ Temperature range/ View direction

A→Reflective, N.T, 6:00	H→Transflective, W.T,6:00
D→Reflective, N.T, 12:00	K→Transflective, W.T,12:00
G→Reflective, W. T, 6:00	C→Transmissive, N.T,6:00
J→Reflective, W. T, 12:00	F→Transmissive, N.T,12:00
B→Transflective, N.T,6:00	I→Transmissive, W. T, 6:00
E→Transflective, N.T.12:00	L→Transmissive, W.T,12:00
- 9. Special Code

ET : English and European standard font
Compliant with the ROHS Directions and regulations

2.Precautions in use of LCD Modules

- (1) Avoid applying excessive shocks to the module or making any alterations or modifications to it.
- (2) Don't make extra holes on the printed circuit board, modify its shape or change the components of LCD module.
- (3) Don't disassemble the LCM.
- (4) Don't operate it above the absolute maximum rating.
- (5) Don't drop, bend or twist LCM.
- (6) Soldering: only to the I/O terminals.
- (7) Storage: please storage in anti-static electricity container and clean environment.

3.General Specification

Item	Dimension	Unit
Number of Characters	16 characters x 2 Lines	—
Module dimension	80.0 x 36.0 x 13.2(MAX)	mm
View area	66.0 x 16.0	mm
Active area	56.2 x 11.5	mm
Dot size	0.55 x 0.65	mm
Dot pitch	0.60 x 0.70	mm
Character size	2.95 x 5.55	mm
Character pitch	3.55 x 5.95	mm
LCD type	FSTN Positive, Transflective	
Duty	1/16	
View direction	6 o'clock	
Backlight Type	LED, Triple-color	

4. Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Operating Temperature	T_{OP}	-20	—	+70	°C
Storage Temperature	T_{ST}	-30	—	+80	°C
Input Voltage	V_I	V_{SS}	—	V_{DD}	V
Supply Voltage For Logic	$V_{DD}-V_{SS}$	-0.3	—	7	V
Supply Voltage For LCD	$V_{DD}-V_0$	-0.3	—	13	V

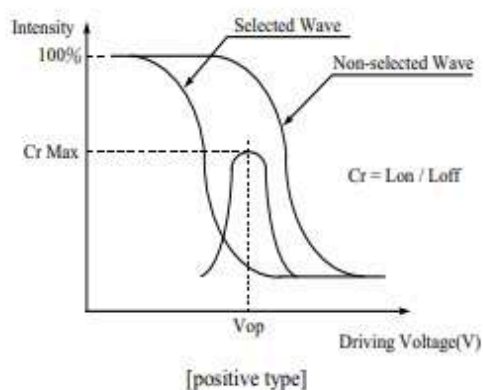
5. Electrical Characteristics

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage For Logic	$V_{DD}-V_{SS}$	—	4.5	5.0	5.5	V
Supply Voltage For LCD	$V_{DD}-V_0$	$T_a=-20^{\circ}\text{C}$	—	—	5.2	V
		$T_a=25^{\circ}\text{C}$	—	3.7	—	V
		$T_a=70^{\circ}\text{C}$	3.1	—	—	V
Input High Volt.	V_{IH}	—	0.7	—	V_{DD}	V
Input Low Volt.	V_{IL}	—	0	—	0.6	V
Output High Volt.	V_{OH}	—	3.9	—	V_{DD}	V
Output Low Volt.	V_{OL}	—	0	—	0.4	V
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD}=5\text{V}$	1.0	1.2	1.5	mA

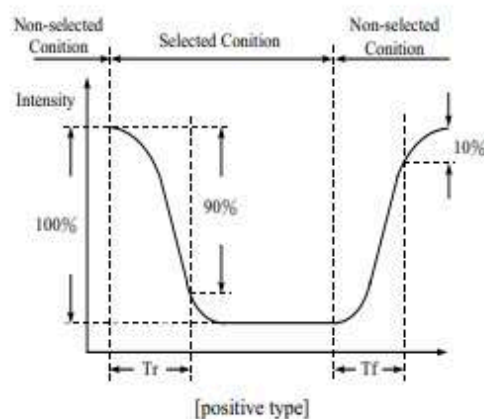
6. Optical Characteristics

Item	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
View Angle	(V) θ	$CR \geq 5$	30	—	60	deg
	(H) φ	$CR \geq 5$	-45	—	45	deg
Contrast Ratio	CR	—	—	5	—	—
Response Time	T rise	—	—	150	200	ms
	T fall	—	—	150	200	ms

Definition of Operation Voltage (V_{op})



Definition of Response Time (T_r , T_f)



Conditions :

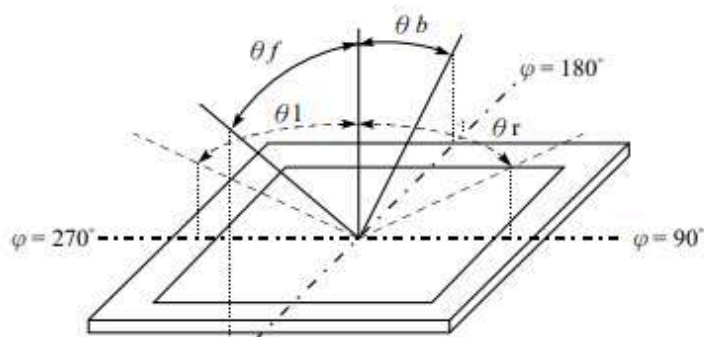
Operating Voltage : V_{op}

Viewing Angle(θ , φ) : 0° , 0°

Frame Frequency : 64 HZ

Driving Waveform : 1/N duty, 1/a bias

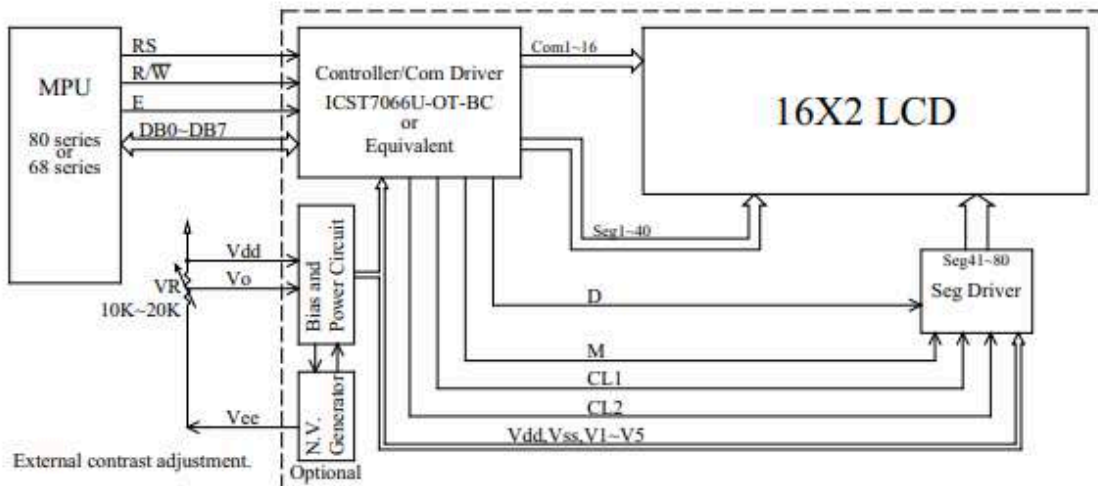
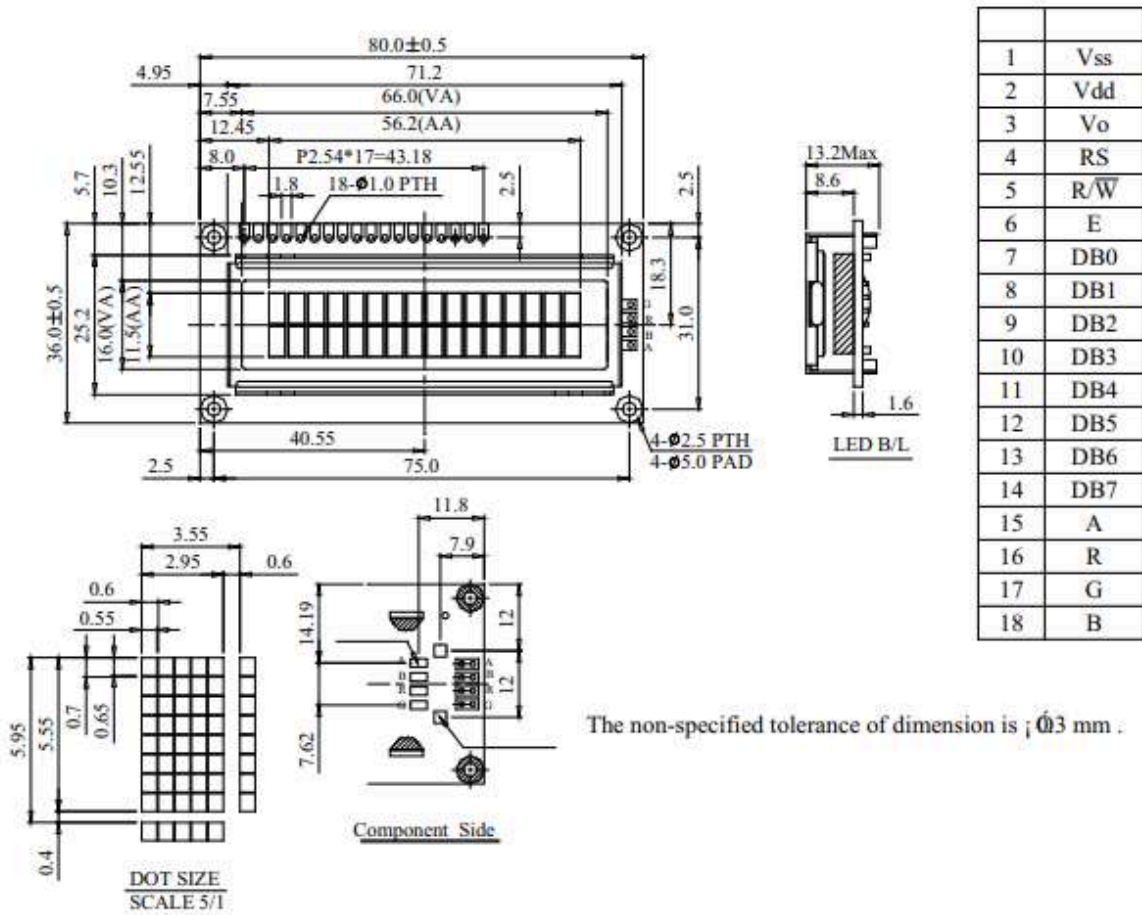
Definition of viewing angle($CR \geq 2$)



7.Interface Pin Function

Pin No.	Symbol	Level	Description
1	V _{SS}	0V	Ground
2	V _{DD}	5.0V	Supply Voltage for logic
3	VO	(Variable)	Operating voltage for LCD
4	RS	H/L	H: DATA, L: Instruction code
5	R/W	H/L	H: Read(MPU→Module) L: Write(MPU→Module)
6	E	H,H→L	Chip enable signal
7	DB0	H/L	Data bus line
8	DB1	H/L	Data bus line
9	DB2	H/L	Data bus line
10	DB3	H/L	Data bus line
11	DB4	H/L	Data bus line
12	DB5	H/L	Data bus line
13	DB6	H/L	Data bus line
14	DB7	H/L	Data bus line
15	A	—	Supply power for LED +
16	R	—	Supply power for Red -
17	G	—	Supply power for Green -
18	B	—	Supply power for Blue -

8. Contour Drawing & Block Diagram



9. Function Description

The LCD display Module is built in a LSI controller, the controller has two 8-bit registers, an instruction register (IR) and a data register (DR).

The IR stores instruction codes, such as display clear and cursor shift, and address information for display data RAM (DDRAM) and character generator (CGRAM). The IR can only be written from the MPU. The DR temporarily stores data to be written or read from DDRAM or CGRAM. When address information is written into the IR, then data is stored into the DR from DDRAM or CGRAM. By the register selector (RS) signal, these two registers can be selected.

RS	R/W	Operation
0	0	IR write as an internal operation (display clear, etc.)
0	1	Read busy flag (DB7) and address counter (DB0 to DB7)
1	0	Write data to DDRAM or CGRAM (DR to DDRAM or CGRAM)
1	1	Read data from DDRAM or CGRAM (DDRAM or CGRAM to DR)

Busy Flag (BF)

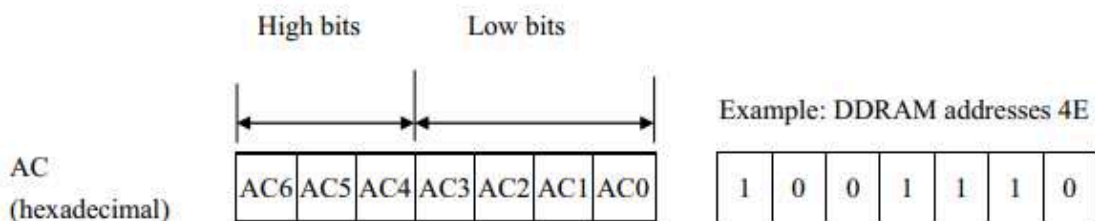
When the busy flag is 1, the controller LSI is in the internal operation mode, and the next instruction will not be accepted. When RS=0 and R/W=1, the busy flag is output to DB7. The next instruction must be written after ensuring that the busy flag is 0.

Address Counter (AC)

The address counter (AC) assigns addresses to both DDRAM and CGRAM

Display Data RAM (DDRAM)

This DDRAM is used to store the display data represented in 8-bit character codes. Its extended capacity is 80×8 bits or 80 characters. Below figure is the relationship between DDRAM addresses and positions on the liquid crystal display.



Display position DDRAM address

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

2-Line by 16-Character Display

Character Generator ROM (CGROM)

The CGROM generate 5×8 dot or 5×10 dot character patterns from 8-bit character codes. See Table 2.

Character Generator RAM (CGRAM)

In CGRAM, the user can rewrite character by program. For 5×8 dots, eight character patterns can be written, and for 5×10 dots, four character patterns can be written.

Write into DDRAM the character code at the addresses shown as the left column of table 1. To show the character patterns stored in CGRAM.

Relationship between CGRAM Addresses, Character Codes (DDRAM) and Character patterns

Table 1.

For 5 * 8 dot character patterns

Character Codes (DDRAM data)		CGRAM Address		Character Patterns (CGRAM data)		
7 6 5 4 3 2 1 0		5 4 3 2 1 0		7 6 5 4 3 2 1 0		
High Low		High Low		High Low		
0 0 0 0 * 0 0 0 0		0 0 0	0 0 0	* * *	0 0 0 0	Character pattern(1)
			0 0 1	* * *	0 0 0 0	
			0 1 0	* * *	0 0 0 0	
			0 1 1	* * *	0 0 0 0	
			1 0 0	* * *	0 0 0 0	
			1 0 1	* * *	0 0 0 0	
			1 1 0	* * *	0 0 0 0	
			1 1 1	* * *	0 0 0 0	
			0 0 0	* * *	0 0 0 0	
			0 0 1	* * *	0 0 0 0	
0 0 0 0 * 0 0 0 1		0 0 1	0 1 0	* * *	0 0 0 0	Character pattern(2)
			0 1 1	* * *	0 0 0 0	
			1 0 0	* * *	0 0 0 0	
			1 0 1	* * *	0 0 0 0	
			1 1 0	* * *	0 0 0 0	Cursor pattern
			1 1 1	* * *	0 0 0 0	
0 0 0 0 * 1 1 1 1		1 1 1	1 0 0	* * *		
			1 0 1	* * *		
			1 1 0	* * *		
			1 1 1	* * *		

For 5 * 10 dot character patterns

Character Codes (DDRAM data)		CGRAM Address		Character Patterns (CGRAM data)		
7 6 5 4 3 2 1 0		5 4 3 2 1 0		7 6 5 4 3 2 1 0		
High Low		High Low		High Low		
0 0 0 0 * 0 0 0 0		0 0	0 0 0 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	Character pattern
			0 0 0 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 0 1 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 0 1 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 1 0 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 1 0 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 1 1 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			0 1 1 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			1 0 0 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			1 0 0 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	
			1 0 1 0	* * * *	0 0 0 0 0 0	Cursor pattern
			1 1 1 1	* * * *	0 0 0 0 0 0	

■ : " High "

10.Character Generator ROM Pattern

Table.2

Upper 2 bit Lower 4 bit	LLLL	LLLH	LLHL	LLHH	LHLL	LHLH	LHHL	LHHH	HLLL	HLLH	HLHL	HLHH	HHLL	HHLH	HHHL	HHHH
	LLLL	CG RAM (1)	±	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
LLLH	CG RAM (2)	≡	!	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
LLHL	CG RAM (3)	7	"	2	B	R	b	r	e	l	e	l	l	°	°	°
LLHH	CG RAM (4)	2	#	3	D	S	c	s	l	l	l	l	'	P	l	e
LHLL	CG RAM (5)	7	\$	4	D	T	d	t	a	s	t	'	e	r	z	e
LHLH	CG RAM (6)	7	%	5	E	U	e	u	a	b	e	e	'	t	a	n
LHHL	CG RAM (7)	7	&	6	F	U	t	v	a	l	l	l	'	u	t	e
LHHH	CG RAM (8)	7	'	7	G	U	w	g	l	l	l	l	'	x	→	Λ
HLLL	CG RAM (1)	7	(8	H	X	h	x	e	l	l	l	'	÷	÷	÷
HLLH	CG RAM (2)	7)	9	I	Y	i	y	e	d	i	l	l	l	l	l
HLHL	CG RAM (3)	*	*	#	J	Z	j	z	e	l	l	l	l	l	l	l
HLHH	CG RAM (4)	7	+	;	K	C	k	c	i	l	l	l	l	l	l	l
HHLL	CG RAM (5)	≡	,	<	L	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
HHLH	CG RAM (6)	≡	-	=	M	J	m	j	i	l	l	l	l	l	l	l
HHHL	CG RAM (7)	≡	.	>	N	n	n	n	l	l	l	l	l	l	l	l
HHHH	CG RAM (8)	≡	/	?	O	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

11. Instruction Table

Instruction	Instruction Code										Description	Execution time (fosc=270KHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "00H" to DDRAM and set DDRAM address to "00H" from AC	1.53ms	
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Set DDRAM address to "00H" from AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.53ms	
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Assign cursor moving direction and enable the shift of entire display.	39 μ s
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display (D), cursor (C), and blinking of cursor (B) on/off control bit.	39 μ s
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	Set cursor moving and display shift control bit, and the direction, without changing of DDRAM data.	39 μ s
Function Set	0	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	Set interface data length (DL:8-bit/4-bit), numbers of display line (N:2-line/1-line)and, display font type (F:5x11 dots/5x8 dots)	39 μ s
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.	39 μ s	
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address counter.	39 μ s	
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Whether during internal operation or not can be known by reading BF. The contents of address counter can also be read.	0 μ s	
Write Data to RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μ s	
Read Data from RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μ s	

* "—" : don't care

- CCS811:

CCS811

Ultra-Low Power Digital Gas Sensor for Monitoring Indoor Air Quality

The CCS811 is an ultra-low power digital gas sensor solution which integrates a metal oxide (MOX) gas sensor to detect a wide range of Volatile Organic Compounds (VOCs) for indoor air quality monitoring with a microcontroller unit (MCU), which includes an Analog-to-Digital converter (ADC), and an I²C interface.

CCS811 is based on **ams** unique micro-hotplate technology which enables a highly reliable solution for gas sensors, very fast cycle times and a significant reduction in average power consumption.

The integrated MCU manages the sensor driver modes and measurements. The I²C digital interface significantly simplifies the hardware and software design, enabling a faster time to market.

CCS811 supports intelligent algorithms to process raw sensor measurements to output equivalent total VOC (eTVOC) and equivalent CO₂ (eCO₂) values, where the main cause of VOCs is from humans.

CCS811 supports multiple measurement modes that have been optimized for low-power consumption during an active sensor measurement and idle mode extending battery life in portable applications.

CCS811 is available in a 10 lead 2.7mm x 4.0mm x 1.1mm, 0.6mm pitch LGA package.

Ordering Information and Content Guide appear at end of datasheet.

Key Benefits & Features

The benefits and features of CCS811, Ultra-Low Power Digital Gas Sensor for Monitoring Indoor Air Quality are listed below:

Figure 1:
Added Value of Using CCS811 Sensor

Benefits	Features
<ul style="list-style-type: none">• Manages the sensor drive modes and measurements while detecting VOCs	<ul style="list-style-type: none">• Integrated MCU
<ul style="list-style-type: none">• Provides eCO₂ level or eTVOC indication with no host intervention	<ul style="list-style-type: none">• On-board processing
<ul style="list-style-type: none">• Simplifies the hardware and software integration	<ul style="list-style-type: none">• Standard (100kbit/s) and fast (400kbit/s) I²C interface
<ul style="list-style-type: none">• Extend battery life in portable applications	<ul style="list-style-type: none">• Optimised low-power modes
<ul style="list-style-type: none">• Suitable for small form-factor designs	<ul style="list-style-type: none">• 2.7mm x 4.0mm x 1.1mm LGA package
<ul style="list-style-type: none">• Saves up to 60% in PCB footprint	<ul style="list-style-type: none">• Low component count
<ul style="list-style-type: none">• Designed for high volume and reliability (>5years lifetime)	<ul style="list-style-type: none">• Proven technology platform

Applications

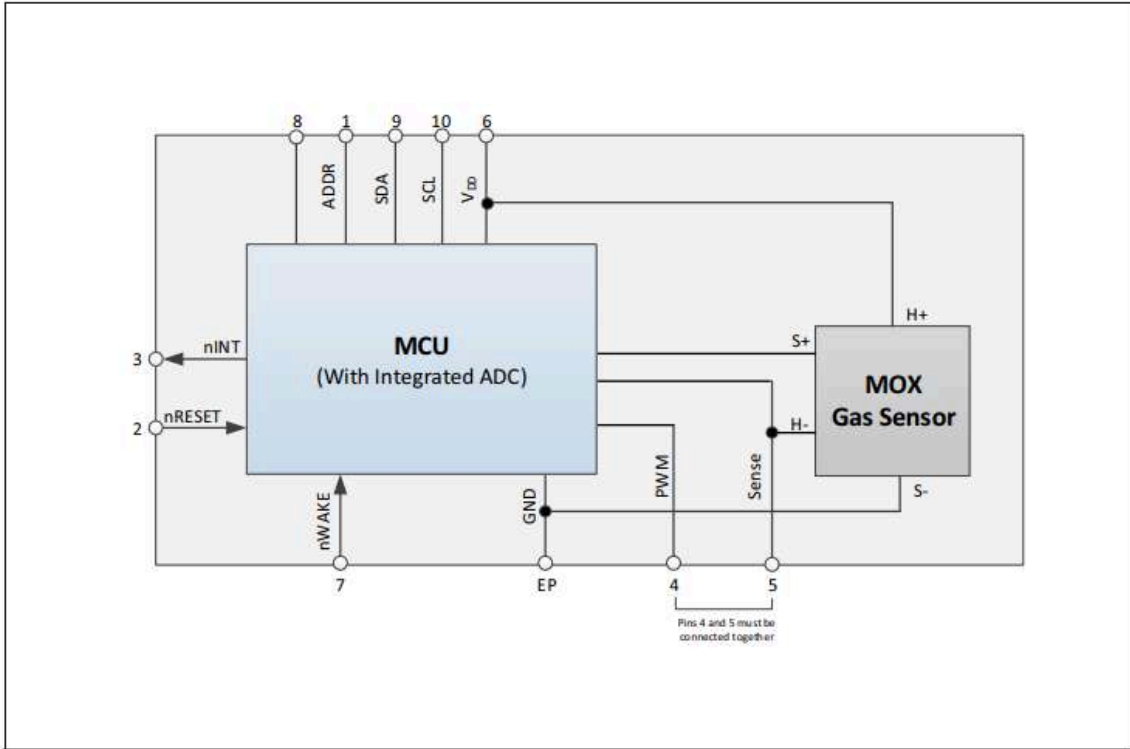
This device can be mainly used for indoor air quality monitoring in:

- Smart phones
- Air cleaners and purifiers
- Smart thermostats
- Home controllers
- Smart accessories and IoT devices

Block Diagram

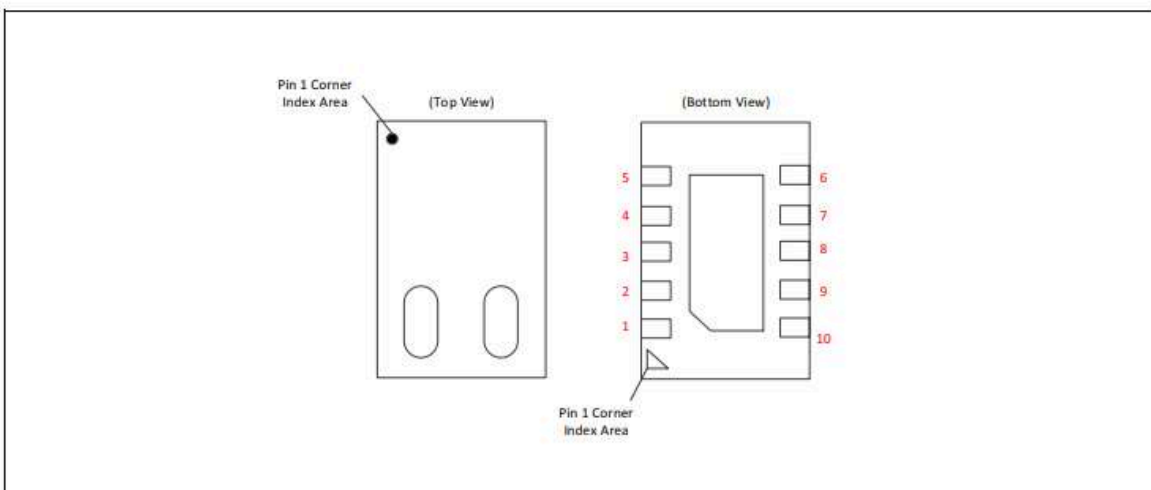
The functional blocks of this device are shown below:

Figure 2:
CCS811 Block Diagram



Pin Assignment

Figure 3:
Pin Diagram



Pin Diagram: The Exposed Pad is underneath

Figure 4:
CCS811 LGA Pin Assignment

Pin No.	Pin Name	Description
1	ADDR	Single address select bit to allow alternate address to be selected <ul style="list-style-type: none"> • When ADDR is low the 7 bit I²C address is decimal 90 / hex 0x5A • When ADDR is high the 7 bit I²C address is decimal 91 / hex 0x5B.
2	nRESET	nRESET is an active low input and is pulled up to V _{DD} by default. nRESET is optional but 4.7kΩ pull-up and/or decoupling of the nRESET pin may be necessary to avoid erroneous noise-induced resets. This pin will be pulled low internally during reset.
3	nINT	nINT is an active low optional output. It is pulled low by the CCS811 to indicate end of measurement or a set threshold value has been triggered.
4	PWM	Heater driver PWM output. Pins 4 and 5 must be connected together.
5	Sense	Heater current sense. Pins 4 and 5 must be connected together.
6	V _{DD}	Supply voltage.
7	nWAKE	nWAKE is an active low input and should be asserted by the host prior to an I ² C transaction and held low throughout.
8	NC	No connect
9	SDA	SDA pin is used for I ² C data. Should be pulled up to V _{DD} with a resistor.
10	SCL	SCL pin is used for I ² C clock. Should be pulled up to V _{DD} with a resistor.
EP	Exposed Pad	Connect to ground.

Absolute Maximum Ratings

Stresses beyond those listed under [Absolute Maximum Ratings](#) may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only. Functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under [Electrical Characteristics](#) is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability

Figure 5:
Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Comments
Electrical Parameters					
$V_{DD}^{(1)}$	Supply Voltage	1.8 ⁽²⁾	3.6	V	
I_{DD}	Average Supply Current		30	mA	In mode 1
I_{DDPeak}	Peak Supply Current		54	mA	In modes 2 and 3
P	Power Consumption		60	mW	In mode 1
Electrostatic Discharge					
ESD _{HBM}	Human Body Model	±2000		V	
ESD _{CDM}	Charged Device Model	±1000		V	
Environmental Conditions					
$T_{AMB}^{(3)}$	Ambient Temperature for Operation	-40	85	°C	
T_{STRG}	Storage Temperature	-40	125	°C	
RH _{NC}	Relative Humidity (non-condensing)	10	95	%	
MSL	Moisture Sensitivity Level	1			Unlimited max. floor life time

Electrical Characteristics

Figure 6:
Electrical Characteristics

Parameters	Conditions	Min	Typ ⁽⁶⁾	Max	Units
Supply Voltage (V_{DD}) ^{(1), (2)}		1.8		3.3	V
Supply Current (I_{DD}) ⁽³⁾	During measuring at 1.8V		26		mA
	Average over pulse cycle ⁽³⁾ at 1.8V		0.7		mA
	Sleep Mode at 1.8V		19		μ A
Power Consumption	Idle Mode 0 at $V_{DD}= 1.8V$		0.034		mW
	Mode 1 & 4 at $V_{DD}= 1.8V$		46		mW
	Mode 2 at $V_{DD}= 1.8V$		7		mW
	Mode 3 at $V_{DD}= 1.8V$		1.2		mW
Logic High Input (nRESET, nWAKE, ADDR, SCL and SDA) ⁽⁵⁾		$V_{DD} - 0.5$		V_{DD}	V
Logic Low Input (nRESET, nWAKE, ADDR, SCL and SDA) ⁽⁵⁾		0		0.6	V
Logic High Output (nINT)		$V_{DD} - 0.7$		V_{DD}	V
Logic Low Output (nINT, SCL and SDA)		0		0.6	V
Product Lifetime (L_T) ⁽⁶⁾	In Mode 1		>5		Years

Figure 7:
Timing Characteristics

Parameters	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{APP_START}	Time between giving the APP_START command in boot mode and the device being ready for new I ² C commands			1	ms
$t_{WAKE}^{(1)}$	Time after falling nWAKE and the device being ready for new I ² C commands			50	μ s
$t_{START}^{(2)}$	Time between power on and the device being ready for new I ² C commands		18	20	ms
	Time after rising nRESET pin or giving the SW_RESET command and the device being ready for new I ² C commands		1	2	ms
t_{DWAKE}	Minimum time nWAKE should be high after rising nWAKE	20			μ s
t_{DRESET}	Minimum time nRESET should be high after rising nRESET	20			μ s
t_{RESET}	Minimum time nRESET should be low after falling nRESET	15			μ s
f_{I^2C}	Frequency of I ² C bus supported	10	100	400	kHz
t_{PC}	Clock stretch duration	0	1	100	ms

Figure 1 Power dissipation derating

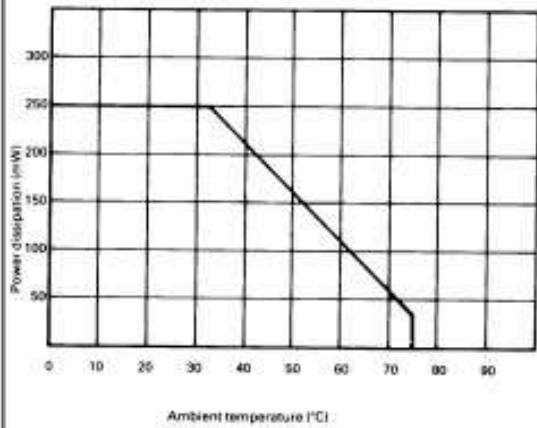
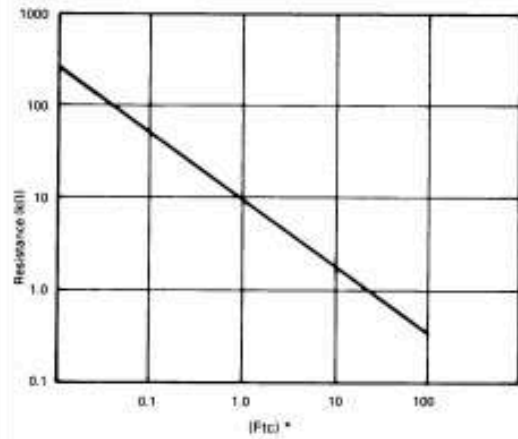
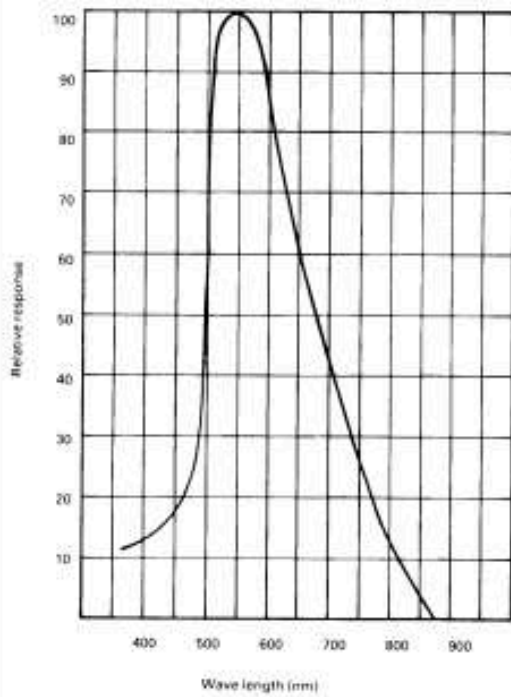


Figure 3 Resistance as a function of illumination



*1F/c=10.764 lumens

Figure 2 Spectral response



Absolute maximum ratings

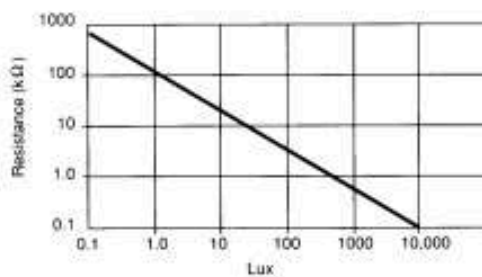
Voltage, ac or dc peak _____ 100V
 Current _____ 5mA
 Power dissipation at 25°C _____ 50mW*
 Operating temperature range _____ -25°C +75°C

*Derate linearly from 50mW at 25°C to 0W at 75°C.

Electrical characteristics

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Cell resistance	10 lux	20	-	100	kΩ
	100 lux	-	5	-	kΩ
Dark resistance	10 lux after 10 sec	20	-	-	MΩ
Spectral response	-	-	550	-	nm
Rise time	100tc	-	45	-	ms
Fall time	100tc	-	55	-	ms

Figure 4 Resistance as a function illumination



Dimensions

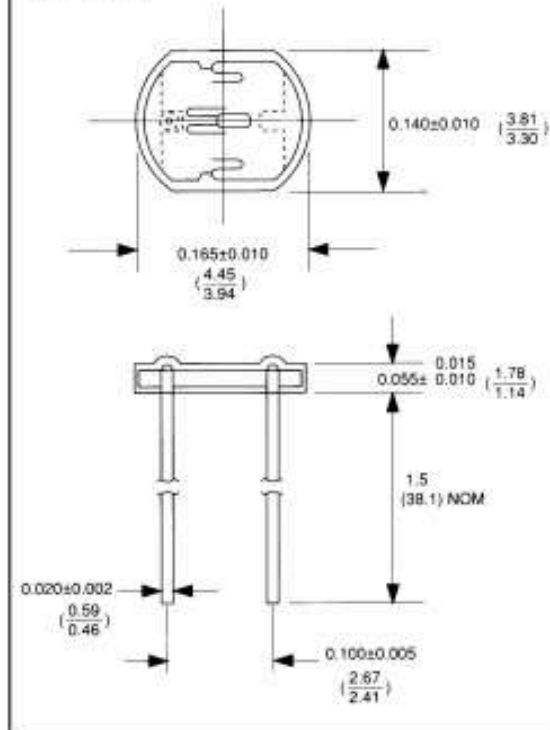
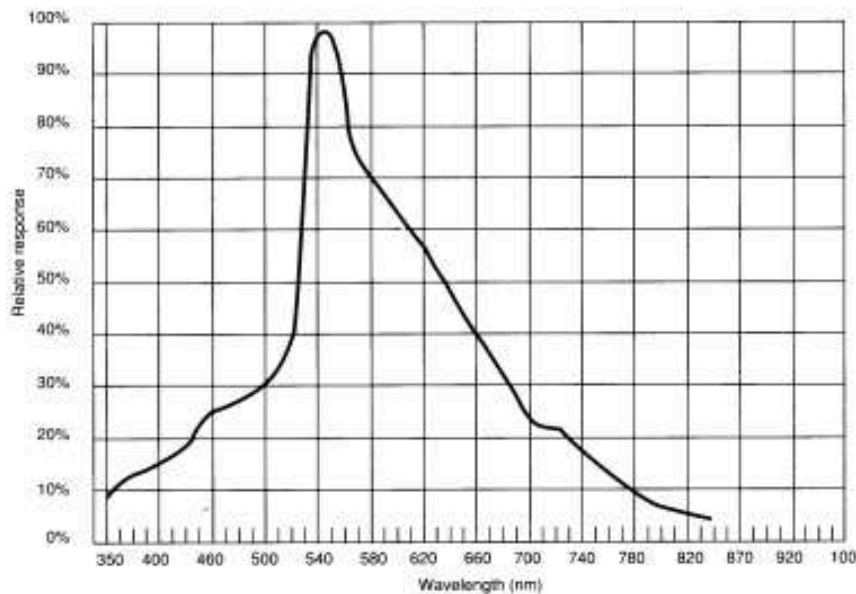
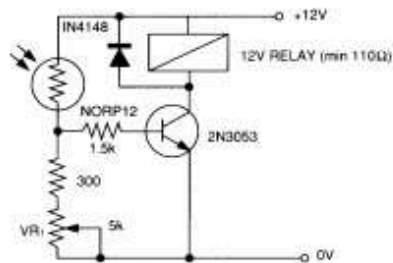


Figure 5 Spectral response



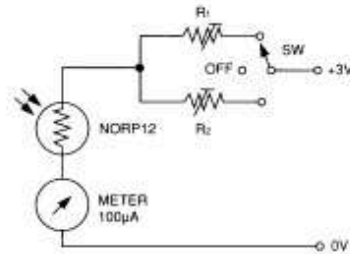
Typical application circuits

Figure 6 Sensitive light operated relay



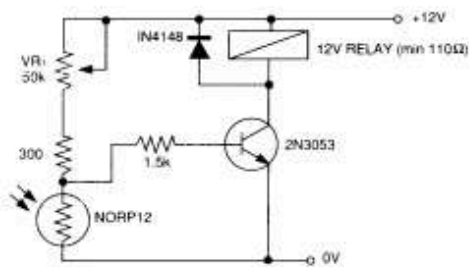
Relay energised when light level increases above the level set by VR_1

Figure 9 Logarithmic law photographic light meter



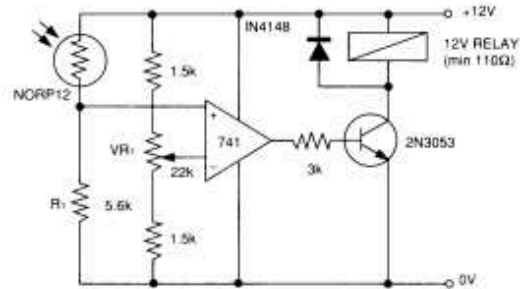
Typical value $R^1 = 100k\Omega$
 $R^2 = 200k\Omega$ preset to give two overlapping ranges.
 (Calibration should be made against an accurate meter.)

Figure 7 Light interruption detector



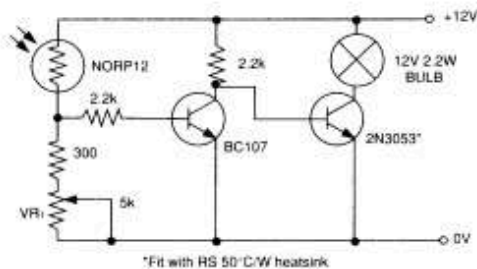
As Figure 6 relay energised when light level drops below the level set by VR_1

Figure 10 Extremely sensitive light operated relay



(Relay energised when light exceeds preset level.)
 Incorporates a balancing bridge and op-amp. R_1 and NORP12 may be interchanged for the reverse function.

Figure 8 Automatic light circuit



Adjust turn-on point with VR_1

- LED:

Standard LED

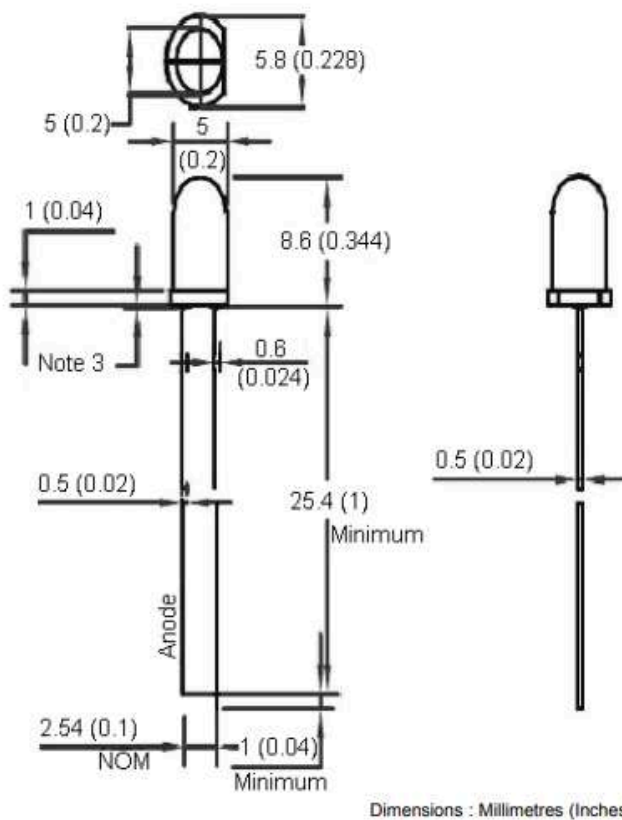
Red Emitting Colour



Features:

- High intensity
- Standard T-1 3/4 diameter package
- General purpose leads
- Reliable and rugged

Package Dimensions:



Specification Table

Chip Material	Lens Colour	Source Colour	Part Number
AlGaAs	Diffused	Red	MV5754A

Standard LED

Red Emitting Colour



Absolute Maximum Ratings at $T_a = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Maximum	Unit
Power Dissipation	80	mW
Peak Forward Current (1/10 Duty Cycle, 0.1 ms Pulse Width)	100	mA
Continuous Forward Current	20	
Derating Linear From 50°C	0.4	mA / $^\circ\text{C}$
Reverse Voltage	5	V
Operating Temperature Range	-25 $^\circ\text{C}$ to +80 $^\circ\text{C}$	
Storage Temperature Range	-40 $^\circ\text{C}$ to +100 $^\circ\text{C}$	
Lead Soldering Temperature (4 mm (0.157) Inches from Body)	260 $^\circ\text{C}$ for 5 s	

Electrical Optical Characteristics at $T_a = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test Condition
Luminous Intensity	I_v		40		mcd	$I_f = 20 \text{ mA}$ (Note 1)
Viewing Angle	$2\theta_{1/2}$		25		Deg	(Note 2)
Peak Emission Wavelength	λ_p		640		nm	$I_f = 20 \text{ mA}$
Dominant Wavelength	λ_d		635		nm	$I_f = 20 \text{ mA}$ (Note 3)
Spectral Line Half-Width	$\Delta\lambda$		25		nm	$I_f = 20 \text{ mA}$
Forward Voltage	V_f		2	2.5	V	$I_f = 20 \text{ mA}$
Reverse Current	I_R	-	-	100	μA	$V_R = 5 \text{ V}$

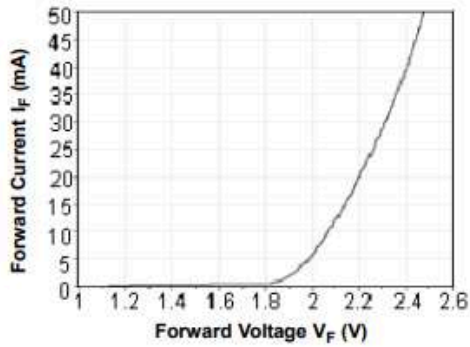
Standard LED

Red Emitting Colour

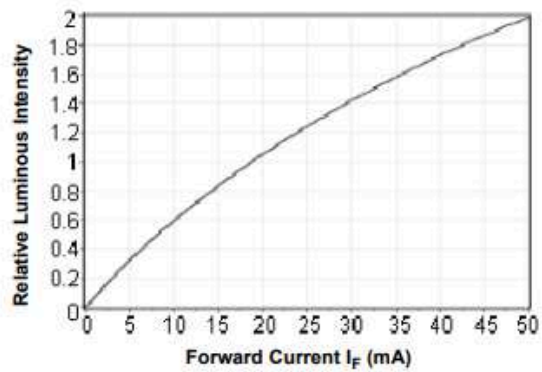


Typical Characteristics

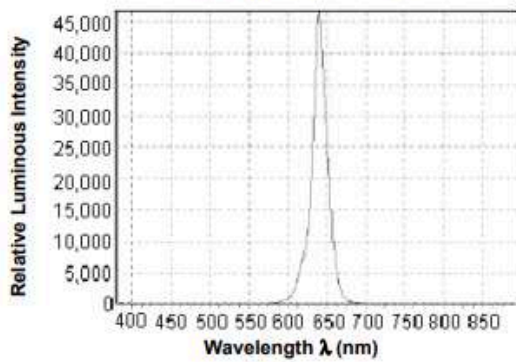
$I_F - V_F$ ($T_a = 25^\circ\text{C}$)



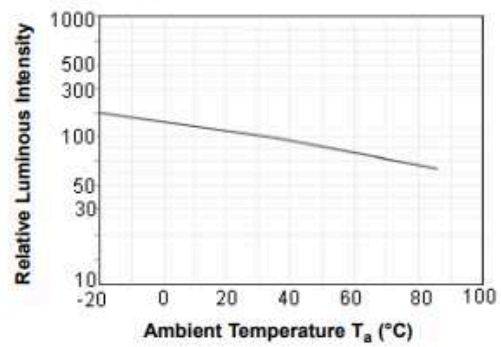
Relative Luminous Intensity - I_F ($T_a = 25^\circ\text{C}$)



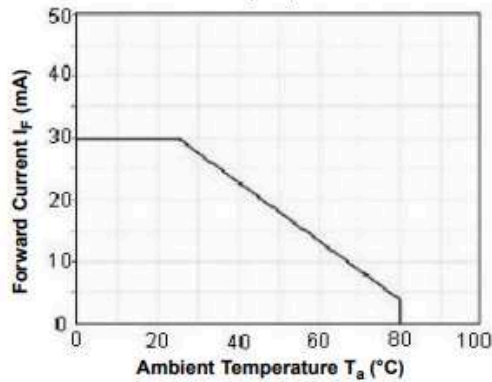
Wavelength Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)



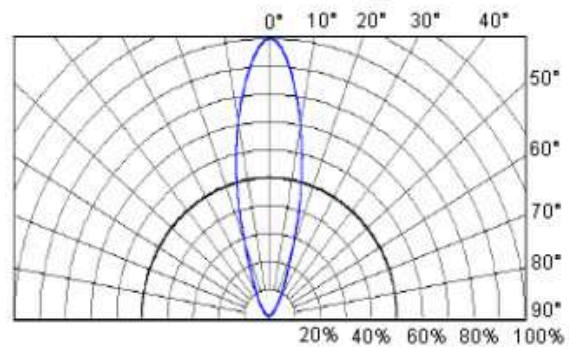
Relative Luminous Intensity - T_a



$I_F - T_a$



Directive Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)



DIARI DE TREBALL:

QUIN TREBALL VULL FER I PER QUÈ?

El meu treball tracta sobre les ciutats intel·ligents o *smart cities*. El vull enfocar amb una mirada general sobre totes les parts del que significa ser una *smart city*, però el vull centrar també en les dificultats i els reptes que té una ciutat que vol convertir-se en *smart city*. El treball constarà d'una maqueta i analitzarà la part urbanística d'una ciutat intel·ligent. També vull afegir un apartat, on s'inclou la part pràctica, sobre una ciutat mitjana com ho és Tortosa, i explicar tot el que aquesta ja comprèn com a ciutat intel·ligent i, a més, fer propostes d'accions que es podrien dur a terme a la ciutat per esdevenir-ne una.

He escollit aquest treball perquè m'interessen molt les tecnologies de l'actualitat i les *smart cities* són una realitat i són, i seran, les ciutats del futur. Crec que pot ser un tema molt profitós personalment i a més, hi ha molta informació per a cercar.

ABRIL:

Dia 29:

Consultes i cerca d'informació a l'estanc d'URBots, associació dels estudiants de la URV d'enginyeries on fan projectes amb Arduino...

Fotos amb **informació** sobre les *smart cities*, **vídeos i fotografies** del projecte de ciutat intel·ligent interactiu exposat:

<https://drive.google.com/drive/folders/11GiaBQUYc9qJKOJq3tQNXW9NsgARJMzE>

JUNY:

Dia 22:

Elaboració d'un **índex** provisional (document del treball)

Dia 23:

Recerca de **vídeos** per pensar la part pràctica del treball enllaços:

casa amb generador eòlic - <https://youtu.be/rFUkeqLT9xc>

com fer unes llums de carrer amb leds - <https://youtu.be/7WYw7jbHURM>

control de trànsit amb Arduino - <https://youtu.be/KQKzlrHC2IE>

Dia 27:

Cerca d'informació en la web de la fira *smart city congress* de Barcelona, que se celebrarà del 7 al 9 de novembre del 2023: <https://www.smartcityexpo.com/visit/>



PROGRAM BACKBONE: THE ISSUES THAT MATTER.

Enabling Technologies
Energy & Environment
Mobility
Governance
Living & Inclusion
Economy
Infrastructure & Building
Safety & Security

JULIOL:

DIA 5: he compartit els Documents de Google amb el tutor

DIA 6: cerca d'informació a diferents enllaços, inserits a les citacions al document de Google, sobre el primer punt de l'índex: introducció i definició del concepte de ciutat intel·ligent.

DIA 8: Acabada la redacció del primer punt. Cerca d'informació a internet sobre l'urbanisme i el tipus d'estructures de les ciutats.

DIA 10: reunió del TDR a l'institut (propostes de la part pràctica que vull dur a terme):

1. anar físicament amb el sensor de qualitat d'aire i mesurar i pujar les dades a internet per tal de fer gràfics i analitzar.
2. maqueta de ciutat en sensors de qualitat de l'aire i amb un misto mostrar la zona contaminada.
3. **agafar un carrer de Tortosa fer una maqueta i mostrar com fer-lo intel·ligent a partir del sensor d'humitat i temperatura, el sensor de qualitat de l'aire per mostrar la contaminació, sensor de llum per a estalviar energia i una pantalla que mostri els valors anteriors.**

DIA 12: he consultat webs oficials de l'Estat per obtenir informació jurídica i he acabat de redactar el punt 2 sobre planificació urbana sostenible.

DIA 18: cerca d'informació per al punt 3 sobre mobilitat.

DIA 24: he decidit quina serà la **part pràctica del meu treball: l'exemple número 3** que vaig apuntar el dia 10 de juliol.

AGOST:

DIA 7: Vídeo sobre la mobilitat aèria urbana: <https://youtu.be/lmSTGqNScl?feature=shared>

DIA 8: busco informació i finalitzo el punt 3 i tots els seus subapartats

DIA 22: informació per al punt 4.1 sobre ciutats potenciades amb energies renovables

DIA 23: informació per al punt 4.2 4.3 i visualització de vídeo sobre l'hidrogen com a energia renovable: <https://youtu.be/xLuYEtZeHjY?feature=shared>

DIA 24: informació per al punt 4.4 i 4.5

DIA 25: he decidit eliminar el punt 4.6 control de sistemes de calefacció i llum i he agrupat la informació al 4.3 eficiència energètica, perquè és quasi ell mateix.

SETEMBRE:

DIA 8: recerca de diversos tipus de sensors de contaminació:

<https://www.luisllamas.es/medir-calidad-del-aire-y-co2-con-ccs811-y-arduino/>

CCS811: sensor multigas que inclou mesuració de monòxid de carboni i compostos com l'etanol, amines, o hidrocarburs aromàtics. El rang de mesura és de 400 a 8192 ppm en eCO2 i de 0 a 1187 ppb en TVOC.

DIA 14: cerca d'informació per al 5.1 sobre el big data

DIA 21: cerca d'informació per al punt 5.2 sobre el 5G

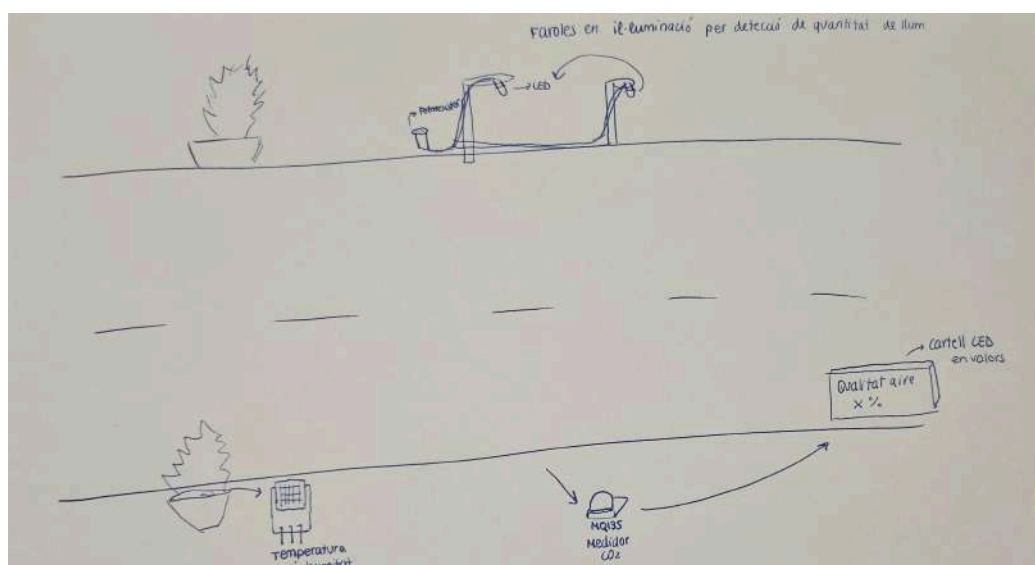
DIA 22: cerca d'informació per al punt 5.4 sobre el disseny de les ciutats intel·ligents.

NOVEMBRE:

DIA 9: visita a la fira Smart City de Barcelona i recopilació d'imatges i informació sobre empreses. Enllaç al Drive amb totes les imatges: [Fira Smart City Barcelona](#)

DIA 10: Reunió de TDR

DIA 12: PLANTEJAR UN ESQUEMA DE LA PART PRÀCTICA:



MAQUETA AMB DIVERSOS SENSORS:

- temperatura i humitat per informar els ciutadans de les condicions de la ciutat a temps real
- fanals amb il·luminació LED connectada a un fotoresistor que detecta la quantitat de llum per encendre-les o apagar-les.
- sensor CCS811 per mesurar la qualitat de l'aire
- panell LCD on s'enviarà la qualitat de l'aire i si és possible la temperatura i la humitat

Al Tinkercad he fet el projecte del sensor de llum que permet controlar l'encesa de les llums segons si és de dia o de nit.

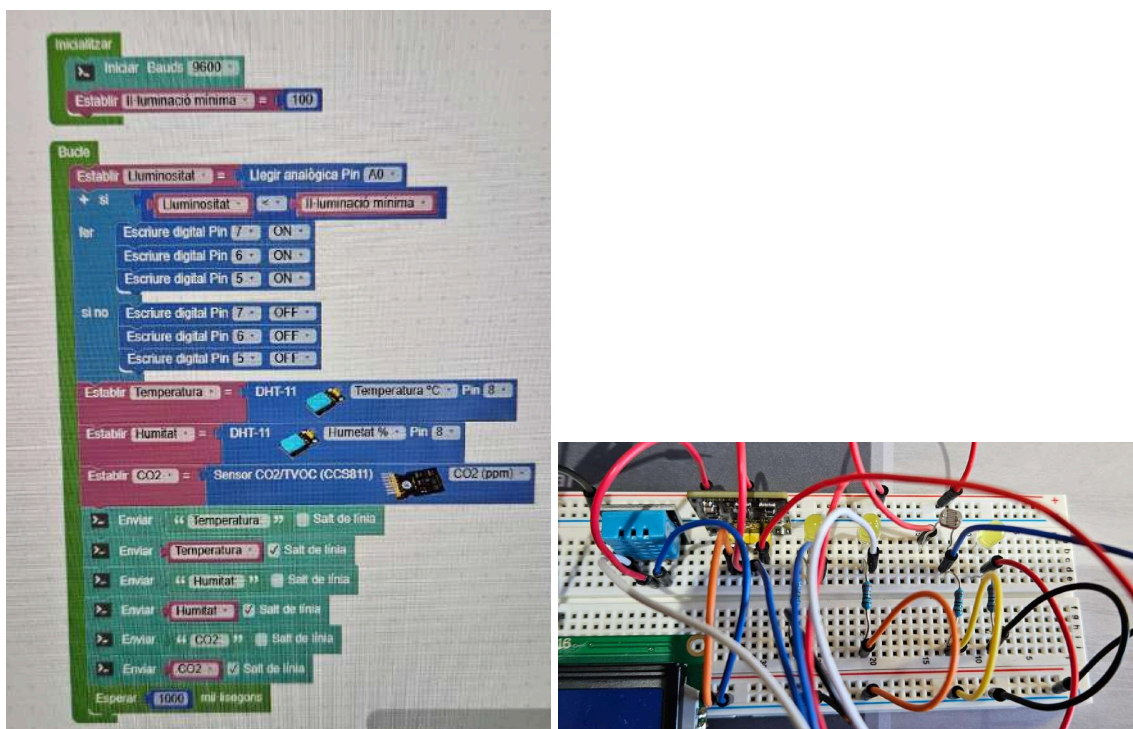
DIA 18:

Connectar el sensor de temperatura i humitat, l'LCD i el sensor de llum.

[CO2_steam_cantabria.pdf \(robotot.online\)](#)

DESEMBRE:

DIA 17: connectar tot el circuit menys la pantalla LCD i funciona tot correctament.



DIA 19:

Reunió treball recerca amb tutor i finalització de la part pràctica.

Codi definitiu Arduino blocks:

The code is structured as follows:

- Inicialitzar**
 - Iniciar Bauds 9600
 - Establir lluminació mínima = 100
 - LCD Iniciar: 2x16 LCD, Pin Rs 11, Pin En 10, Pin D4 9, Pin D5 8, Pin D6 7, Pin D7 6
- Bucle**
 - Establir Luminositat = Llegir analògica Pin A0
 - si Luminositat < lluminació mínima
 - fer
 - Escriure digital Pin 4 ON
 - Escriure digital Pin 3 ON
 - Escriure digital Pin 2 ON
 - si no
 - Escriure digital Pin 4 OFF
 - Escriure digital Pin 3 OFF
 - Escriure digital Pin 2 OFF
 - Establir Temperatura = DHT-11 Temperatura °C Pin 5
 - Establir Humitat = DHT-11 Humetat % Pin 5
 - Establir CO2 = Sensor CO2/TVOC (CCS811) CO2 (ppm)
 - Esperar 100 mil·lisegons
- Enviar** (repeated for each sensor):
 - Enviar "Temperatura:" Salt de línia
 - Enviar Temperatura Salt de línia
 - Enviar "Humitat:" Salt de línia
 - Enviar Humitat Salt de línia
 - Enviar "CO2:" Salt de línia
 - Enviar CO2 Salt de línia
- Executar cada 2000 ms**
 - LCD Imprimir Columna 0 Fila 0 crear text amb "CO2:" CO2
 - Esperar 1000 mil·lisegons
 - LCD Imprimir Columna 0 Fila 0 crear text amb "Temp:" Temperatura "C"
 - Esperar 1000 mil·lisegons
 - LCD Imprimir Columna 0 Fila 0 crear text amb "Hum:" Humitat "%"
 - Esperar 1000 mil·lisegons
 - LCD Netejar

DIA 21: Redactar la part pràctica al treball

DIA 22: Entrevista a Laura, l'arquitecta de l'Ajuntament de Tortosa, i a Enric Roig, l'encarregat de les *smart cities* a l'ajuntament i redactar-la a l'apartat número 7.

DIA 27: Finalització de la maqueta



GENER:

DIA 6: Redactar la conclusió, fer els annexos i finalitzar el treball.

DIA 15: Entrega del treball.