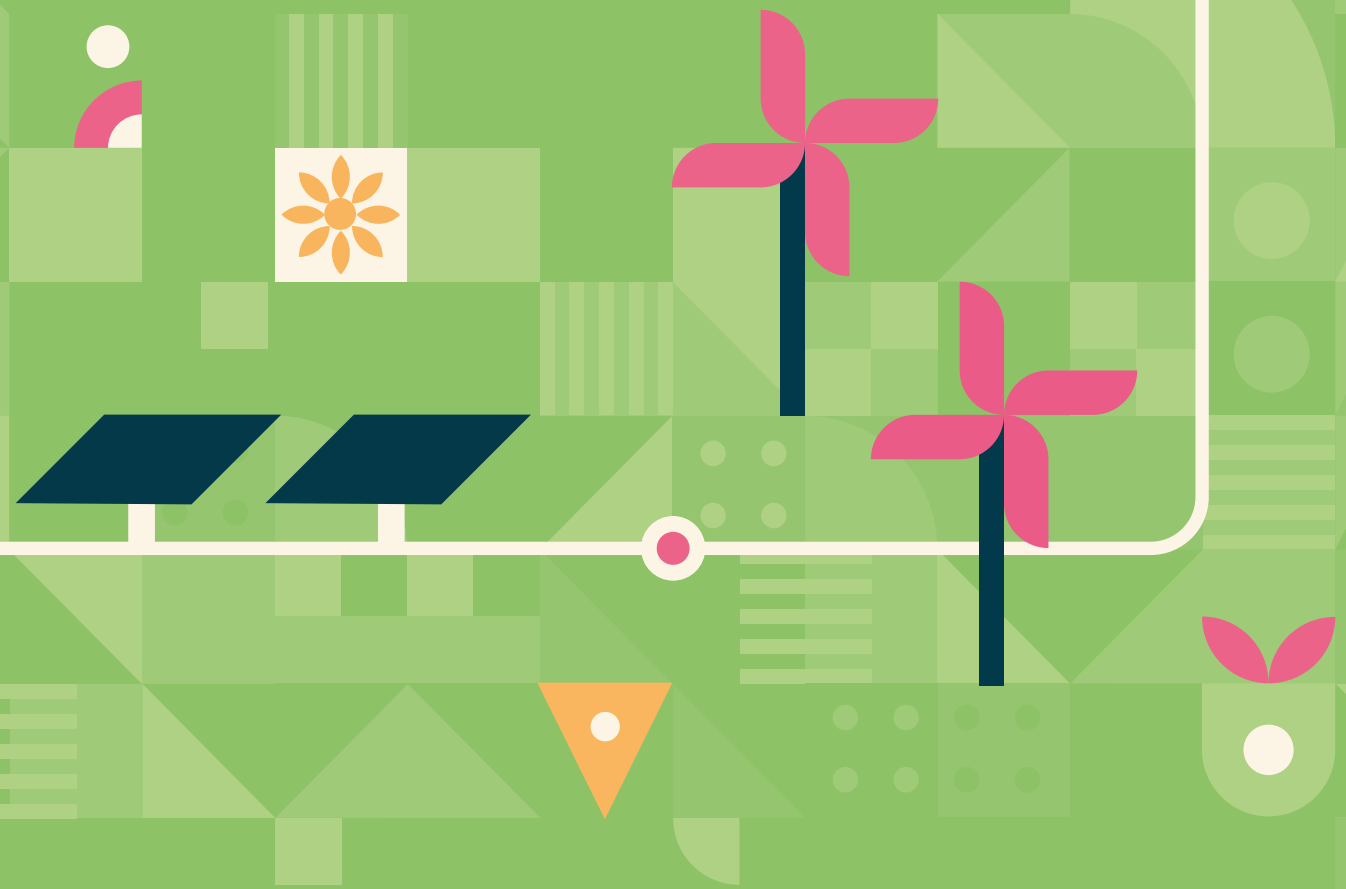


para

**i l'energia que ens envolta
cap a un model energètic
més sostenible:**

En la distribució



IREC^R



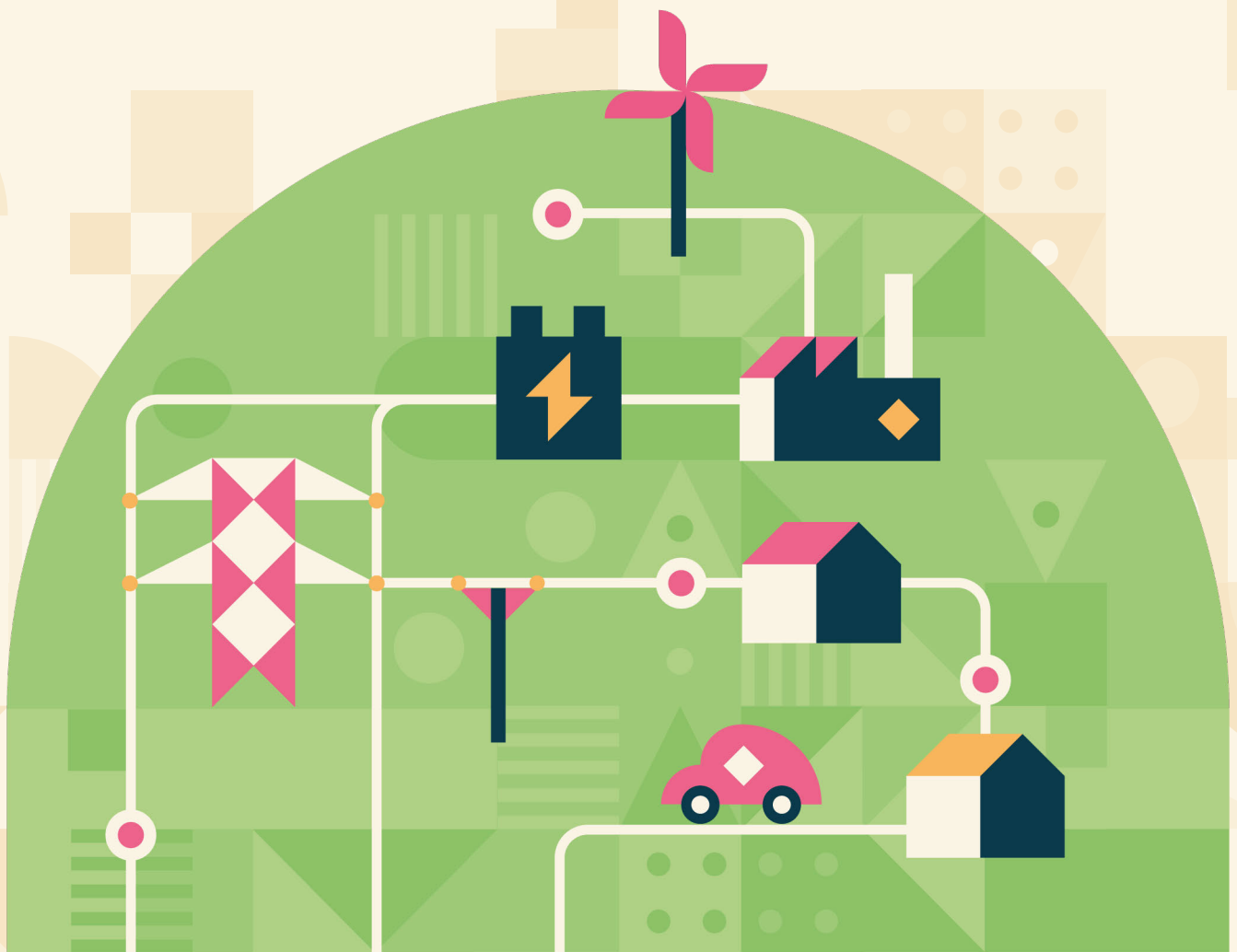
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

FECYT
INNOVACIÓN 

Contingut

Introducció	3
Qui som?	3
Gara i l'energia que ens envolta	4
Punt de partida	5
3^a etapa: Distribució d'energia	9
Fonament teòric: Cap a un transport energètic més sostenible	9
Recursos didàctics	16
Activitats pràctiques	16
Experimenta	17



Introducció

Benvinguts a Gara i l'energia que ens envolta!

Si vols endinsar-te a l'apassionant món de Gara, aprofundir en temes d'eficiència i sostenibilitat energètica i descobrir els avenços que s'estan fent en l'àmbit de la recerca per a trobar solucions eficients a la gestió de l'energia, estàs al lloc correcte.

Aquesta unitat didàctica forma part de **quatre mòduls que complementen el contingut de l'exposició: Gara i l'energia que ens envolta**. En ells, coneixeràs quin recorregut fa l'energia des de la seva generació fins al consum a casa nostra i podràs aprendre quins són els avenços energètics més innovadors gràcies a les investigacions que duem a terme a l'Institut de Recerca en Energia de Catalunya.

Vols descobrir l'energia que ens envolta?

Qui som?

Vivim en un món accelerat i en constant canvi, en què la provisió d'energia sostenible, assequible i neta a gran escala no ha estat mai tant important.

A l'IREC (Institut de Recerca en Energia de Catalunya) seguim investigant per desenvolupar noves tecnologies i promoure la transició energètica, és a dir, la transformació dels models energètics existents cap a altres de més sostenibles i basats en renovables.

Per aconseguir un futur sostenible, cal abordar tres grans desafiaments relacionats amb l'energia:

- ◆ El medi ambient i promoure tecnologies baixes en carboni
- ◆ L'emmagatzematge i la conversió de l'energia
- ◆ La gestió intel·ligent de l'energia

Aquests desafiaments estan definits als **Objectius del Desenvolupament Sostenible (ODS)** en forma de metes que busquen eradicar la pobresa, protegir el planeta i assegurar la prosperitat de tota la població mundial a través d'un desenvolupament sostenible.

En concret, durant aquests mòduls didàctics, ens centrarem en els Objectius següents:

- ◆ ODS 7: Energia assequible i no contaminant
- ◆ ODS 11: Ciutats i comunitats sostenibles
- ◆ ODS 12: Producció i consum responsables
- ◆ ODS 13: Acció pel clima

Gara i l'energia que ens envolta

Et presento a Gara, que serà la nostra guia en aquest viatge.

Gara forma part d'una exposició itinerant que mostra i explica alguns dels conceptes bàsics relacionats amb l'energia, però també altres de més avançats relacionats amb les investigacions desenvolupades al nostre centre de recerca, l'IREC. Són avenços en micro- i nano-dispositius per al desenvolupament de ciutats intel·ligents, els nous materials per generar energia fotovoltaica o noves formes d'emmagatzematge energètic, entre d'altres.

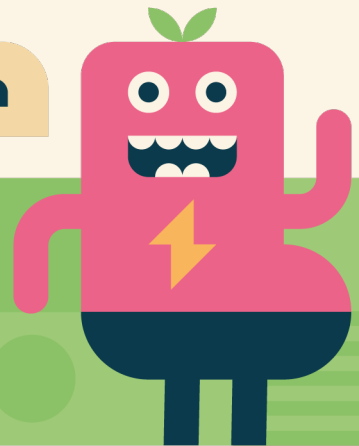
A través dels seus mòduls interactius, com a visitant, descobriràs els problemes a què ens enfrontem en l'àmbit energètic i les estratègies que estem seguint.

A més, recorda que dins aquest projecte trobaràs altres instruments didàctics com:

- ◆ Vídeos educatius on aprendràs com funcionen les línies de treball de l'IREC.
- ◆ Un recurs gamificat sobre energia a què pots accedir aquí.
- ◆ I un espai de participació activa ciutadana dins de l'exposició per donar la teva opinió sobre els grans desafiaments energètics.

Si vols tenir aquesta exposició al teu centre educatiu, al teu centre cívic o al teu espai, contacta amb nosaltres a ktt@irec.cat

hola



Punt de partida

Podries imaginar la teva vida sense energia? I sense electricitat?

No, no és el mateix, encara que aquests conceptes estan estretament relacionats.

Si volem evocar un món sense electricitat només caldria retrocedir alguns segles, encara que els primers documents relacionats daten del segle V aC. a l'Antiga Grècia quan Tales de Mileto va descobrir l'electricitat estàtica, en fregar ambre amb una tela.

Però llavors, què és l'energia?

L'energia és una propietat associada als objectes i substàncies que consisteix en la capacitat de fer funcionar les coses i es manifesta en les transformacions que ocorren a la natura. De fet, la famosa equació de la teoria de la relativitat especial d'Einstein, $E=mc^2$, estableix una equivalència entre massa i energia, això vol dir que tots els cossos, pel fet d'estar formats de matèria, contenen energia.

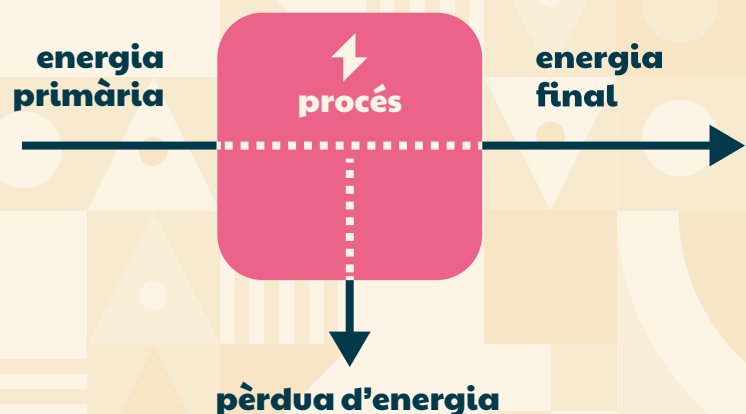
L'energia es pot manifestar de moltes maneres: en forma de moviment (cinètica), en forma de posició dins un camp (potencial), de calor (tèrmica), etc. De fet, moltes activitats del nostre dia a dia es basen en l'ús de l'energia.

L'energia té 4 propietats bàsiques:

- ◆ Es transforma. L'energia no es crea, sinó que només es transforma, És durant aquesta transformació quan es manifesten les diferents formes d'energia. Per això, quan parlem de producció o generació d'energia, no diem que creem energia. El que fem és transformar l'energia disponible a la natura en un altre tipus d'energia.
- ◆ Es conserva. Al final de qualsevol procés de transformació energètica no hi pot haver més o menys energia que la que hi havia al principi, sempre es manté. L'energia no es destrueix.
- ◆ Es transfereix. L'energia passa d'un cos a un altre en forma de calor, ones o treball.
- ◆ Es degrada. Només una part de l'energia transformada és capaç de produir treball i l'altra es perd en forma de calor o soroll (vibracions mecàniques no desitjades).

Hem de tenir en compte com afecten aquestes propietats al viatge de l'energia.

Sempre que transformem energia primària en altres tipus d'energia es produeixen una sèrie de pèrdues. Per tant, fer ús de sistemes eficients és imprescindible per utilitzar de manera més racional l'energia i els recursos.



A nivell global, necessitem una quantitat d'energia més gran per satisfer les nostres necessitats. És imprescindible que disposem d'un model energètic sostenible.

Hem de canviar el nostre sistema energètic actual basat en els combustibles fòssils a un de baixes emissions, basat en les fonts d'energia renovables. La transició energètica és l'eina per aconseguir-ho.

A què ens referim quan parlem de model energètic?

El model energètic actual es caracteritza per un creixement constant del consum energètic, basat en recursos finits, principalment combustibles fòssils i amb greus conseqüències en el clima per la constant emissió de gasos amb efecte d'hivernacle.

Un model energètic sostenible es caracteritza per uns patrons de producció i consum que compatibilitzen el desenvolupament econòmic, social i ambiental, satisfent les necessitats energètiques de les generacions presents sense comprometre les possibilitats de les generacions futures per atendre les seves pròpies necessitats.

Perquè això sigui possible, el model energètic ha de ser:

Segur

Ha de garantir la continuïtat del subministrament als consumidors

Assequible

Ha de ser accessible a tothom

Sostenible mediambientalment

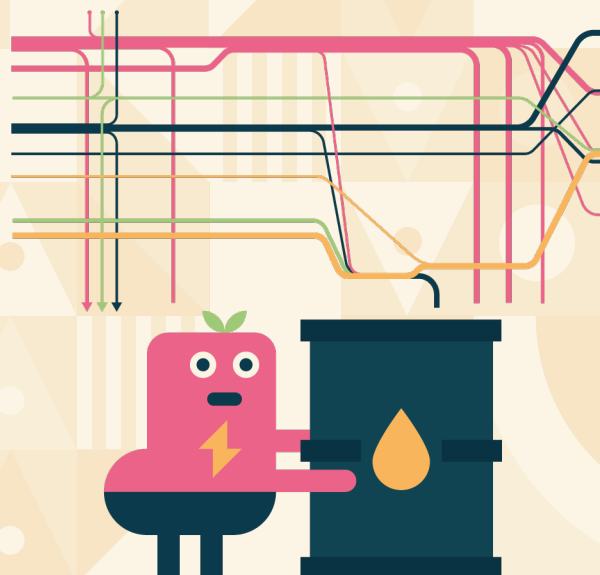
La producció i el consum d'energia han de suposar un impacte assumible per l'entorn. El sector energètic, com a responsable del 60% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, juga un paper molt important en la lluita contra el canvi climàtic.

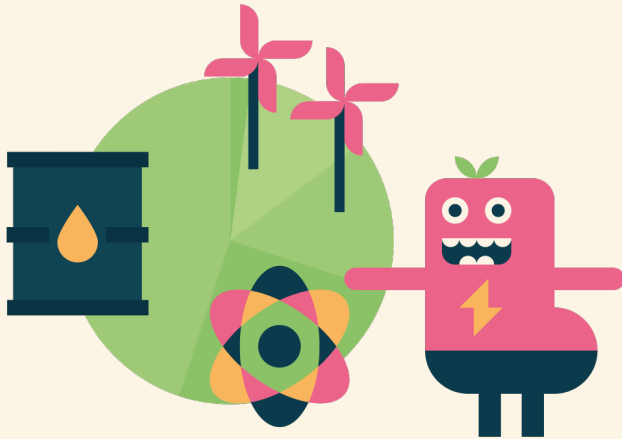
Per saber quin model energètic tenim avui dia, ens podem fixar en diversos indicadors.

Un d'ells és el Diagrama de Sankey. Es tracta d'una representació dels fluxos d'energia en què l'amplada de les fletxes indica la proporció d'energia que va destinada a cada sector, i les línies que apunten cap avall simbolitzen les pèrdues.

➡ [En aquest enllaç podeu trobar els gràfics de la IEA \(Agencia Internacional d'Energia\), on podreu trobar els fluxos d'energia d'Espanya de l'any 2019.](#)


Segons dades de la IEA, el principal consum energètic a Espanya es cobreix mitjançant la importació de productes derivats del petroli, i l'ús final de l'energia es reparteix entre la indústria, el sector transport i el residencial.





Un altre indicador, per exemple, és el balanç energètic.

Una representació del total de l'energia utilitzada en diverses activitats.

 [Aquí us posem, com a exemple, el consum d'energia primària a Catalunya l'any 2019.](#)

En l'any 2019, el consum principal d'energia primària és degut al petroli amb un 46,0% del consum total, mentre que el gas natural i l'energia nuclear representen un 22,9% i un 24,5%, respectivament. Pel que fa a les energies renovables, la contribució d'aquestes fonts energètiques és del 9,9%.

Com es pot garantir l'accés a una energia segura, assequible i sostenible?: Objectiu 7

Més de 1.200 milions de persones, una de cada cinc persones de la població mundial, viuen sense electricitat. La majoria es concentra en una dotzena de països d'Àfrica i Àsia, tot i que Europa també té nombrosos col·lectius que pateixen pobresa energètica.

Els països han d'accelerar la transició energètica cap a un sistema energètic assequible, fiable i sostenible invertint en recursos energètics renovables, prioritzant les pràctiques d'alt rendiment energètic i adoptant tecnologies i infraestructures d'energia no contaminant.

Les empreses poden mantenir i protegir els ecosistemes per poder utilitzar i desenvolupar fonts renovables d'electricitat i bioenergia, i comprometre's a satisfer el 100% de les necessitats operacionals d'energia de la mà de mesures de descarbonització de la indústria.

Les empreses també poden reduir la demanda interna de transport prioritzant el teletreball mitjançant les telecomunicacions, i incentivar els modes de transport de menor consum energètic, com el transport ferroviari, per sobre del transport aeri o per carretera.

Els inversors poden invertir més en serveis d'energia sostenible, introduint ràpidament noves tecnologies al mercat.

Tots podem estalviar electricitat endollant els aparells, inclòs l'ordinador, en una regleta, i apagant-los completament quan no es fan servir. També podem anar amb bicicleta, caminar o utilitzar el transport públic per reduir les emissions de carboni.

 [Coneix més sobre l'Objectiu 7](#)

Impacte ambiental de l'energia

Tot allò que fem i tota l'energia que consumim té necessàriament un impacte ambiental associat, fins i tot quan parlem d'energies netes i d'energies renovables.

La producció i el consum d'energia generen efectes que es manifesten en forma d'escalfament global, contaminació atmosfèrica, pluja àcida, contaminació radioactiva o consums de recursos naturals, donant lloc a greus afectacions mediambientals.

Per avaluar l'impacte de les activitats relacionades amb l'energia hem de tenir en compte tots els processos necessaris per generar-los, des de l'extracció dels materials necessaris, fins a la gestió final dels components. S'anomena cicle de vida complet.

Per exemple, l'energia derivada de combustibles fòssils tenen necessàriament una emissió de CO₂ associada a l'hora de generar l'energia deguda a la combustió. Les energies renovables, com la solar i l'eòlica, que no produeixen emissions durant la generació d'energia ja que no té lloc cap combustió, tenen impactes ambientals associats principalment a les etapes de la construcció de les centrals o durant la seva gestió final.

Centres de recerca com l'IREC busquen reduir aquests impactes tenint en compte totes les etapes del cicle de vida per avançar cap a una societat més sostenible i responsable amb el medi ambient.

Aleshores, què és la transició energètica?

La transició energètica no és nova en la història, ja que en el passat ja hi ha hagut canvis com el de la fusta al carbó al segle XIX o del carbó al petroli al segle XX. El que caracteritza aquesta transició respecte l'anterior és la necessitat de protegir el planeta i que ho hem de fer el més ràpidament possible.

Hem de canviar el sistema energètic actual basat en els combustibles fòssils a un de baixes emissions o sense emissions de carboni, basat en les fonts renovables. A més a més, el desenvolupament de noves tecnologies com l'emmagatzematge i l'hidrogen, l'electrificació d'alguns sectors i la digitalització són necessaris per accelerar aquest canvi.

Com és el viatge que fa l'energia fins a nosaltres?

El procés és el següent:



Generació d'energia

L'energia es pot produir, tant de forma centralitzada com distribuïda, utilitzant tecnologies capaces d'obtenir-la a partir de recursos que trobem a la natura, les fonts d'energies primàries.



Emmagatzematge d'energia

Hi ha una àmplia varietat de tecnologies que permeten transformar i emmagatzemar l'energia per al seu ús posterior, però és important que s'emmagatzemi de forma eficient per consumir-la quan la necessitem.



Distribució d'energia

Un cop obtinguda l'energia i després de ser convertida a electricitat, es transporta mitjançant sistemes de distribució i transmissió fins als punts de consum.



Consum d'energia

És el punt final del viatge on es consumeix l'energia i hem de ser conscients del seu impacte al llarg de tot el viatge.

3ª etapa: Distribució d'energia

Fonament teòric: Cap a un transport energètic més sostenible

Tot i que la majoria de la població utilitza l'energia diàriament, molta gent no sabria dir quina és la màquina més gran del món, ja que en l'imaginari col·lectiu sol ser un aparell gran i pesat. Tanmateix, aquesta "màquina" de què parlem és la **xarxa elèctrica**, que uneix les nostres llars i centres de treball amb les centrals de generació.

La xarxa elèctrica és l'element més important en la gestió de l'energia, ja que s'encarrega de transportar l'energia generada des de les centrals de generació als punts de consum. Per això, és fonamental aconseguir que la xarxa sigui segura, fiable i capaç de fer front a possibles problemes de connexió.

El corrent elèctric

Un corrent elèctric és un conjunt d'electrons desplaçant-se per un material a través dels seus àtoms. Aquest desplaçament requereix una energia i té una sèrie de propietats associades, com ara el voltatge (també anomenat diferència de potencial i tensió) i la intensitat.

El circuit que es formi també exercirà una resistència al pas del corrent, que es relaciona amb tots dos mitjançant la Llei d'Ohm:

$$V = I \cdot Z \rightarrow \text{Voltatge} = \text{Intensitat} \cdot \text{Impedància}$$

- ◆ El **voltatge** és la diferència de potencial que hi ha entre dos punts. Quan ambdós punts es connecten, tendeixen a desplaçar càrregues elèctriques per igualar-ne els potencials. Com més gran sigui aquesta tendència, més gran és el voltatge associat. La seva unitat de mesura són els volts (V).
- ◆ La **intensitat** és la quantitat d'electrons que es desplacen en generar un corrent per unitat d'àrea. Com més gran sigui el nombre d'electrons desplaçats, més gran és la intensitat, que es mesura en amperes (A).
- ◆ La **impedància** és l'oposició que fa el circuit al pas de corrent. Està associat amb les pèrdues en forma de calor i depèn del material utilitzat al circuit. Es mesura en ohms (Ω).
- ◆ La **potència** és la velocitat amb què es consumeix l'energia i té el watt (W) com a unitat de mesura

La alta tensió

Quan un corrent elèctric travessa un material, sempre hi ha una pèrdua d'energia. Aquestes pèrdues es poden observar en forma de calor i es deuen als xocs dels electrons amb els nuclis dels àtoms, que es coneix com a **efecte Joule**. Com que aquests xocs són més probables quan hi ha un major nombre d'electrons, com més baix sigui el nombre, menors seran les pèrdues associades al seu pas.

Tal com s'indica anteriorment, la quantitat d'electrons que passen per un material és el que definim com la intensitat del corrent, per això les xarxes de distribució han de tractar de minimitzar aquest valor. Atès que la potència és el resultat de multiplicar el voltatge i la intensitat, per mantenir una mateixa potència i reduir la intensitat hem d'augmentar el voltatge. D'aquesta manera, les xarxes d'alta tensió són un mecanisme de reduir les pèrdues energètiques mitjançant un augment del voltatge sense veure afectada la potència disponible a la xarxa i poder mantenir un subministrament segur i suficient.

Els elements de la xarxa

A la xarxa elèctrica no només es troben els punts de generació d'energia i els de consum, també hi ha altres elements que la componen i que serveixen per controlar i gestionar l'energia que la recorre. Els principals elements són:

- ◆ Les **centrals de generació d'energia**, que generen electricitat a partir de fonts d'energia, renovables i no renovables.
- ◆ Les **línies de transmissió** que porten l'electricitat de les plantes generadores a les diferents subestacions a alta tensió.
- ◆ Els **transformadors**, que es troben a les subestacions, es fan servir per reduir el voltatge de l'energia que s'està transmetent.
- ◆ Les **línies de distribució** que porten l'electricitat de les subestacions a l'usuari final a mitjana o baixa tensió.
- ◆ Els **punts de consum** són els usuaris que fan ús de l'energia transportada, normalment a baixa tensió.
- ◆ Els **prosumidors** són punts de consum on també es genera energia. La seva aparició respon a l'ús d'energies renovables que s'instal·len en punts de consum, per exemple, plaques solars a la teulada de cases particulars.

L'operació de la xarxa elèctrica comprèn des del control de la generació d'energia a la monitorització del consum, passant per la gestió de la potència que circula per la xarxa.

La gestió de la xarxa és fonamental perquè el transport energètic sigui eficient, recorrent la mínima distància possible i alimentant tots els punts que ho necessitin. Per això, cal aconseguir un equilibri entre generació i demanda en temps real, i ens ajudem de sistemes d'emmagatzematge i gestió d'energia per aconseguir-ho.

Aquest control de la producció i el consum es fa actualment de forma centralitzada, de manera que tota la informació passa i es gestiona en un únic lloc. En el cas d'Espanya, el Centre de control elèctric de Red Eléctrica (Cecoe) és l'encarregat de fer aquesta operació encara que les centrals de generació estiguin operades per altres entitats. El nou model proposat per aconseguir la transició energètica serà més descentralitzat, amb punts de generació i consum molt més propers entre sí; també estaran molt més distribuïts pel territori.

Les xarxes intel·ligents

Tenir una xarxa d'alta tensió no és suficient per tenir un transport eficient, sobretot si volem tenir ben integrades les energies renovables i els elements d'alt consum a la nostra xarxa. Per poder gestionar la intermitència d'aquestes fonts d'energia (i la inestabilitat associada que tenen) sobre la xarxa existent, cal incorporar eines que gestionin els fluxos d'energia de manera intel·ligent i eficient.

Les xarxes intel·ligents estan dotades de sensors i elements de control, de manera que podem predir, monitoritzar i controlar l'estat de la xarxa i integrar les energies renovables. L'augment de la quantitat de sensors permet, a més, integrar sistemes d'intel·ligència artificial aplicada a l'energia, cosa que permetrà automatitzar les decisions i generar un consum més eficient i beneficiós.

A més, aquestes xarxes són bidireccionals, ja que quan parlem de la integració de les energies renovables no ens referim exclusivament a les centrals d'aquest tipus de fonts. També parlem dels punts d'autoconsum o dels prosumidors: Consumidors que produeixen la seva pròpia energia a partir de fonts renovables, amb plaques solars a les teulades, aerogeneradors, fonts de geotèrmia...

Els prosumidors poden trobar-se en la situació que produeixin més energia de la que estan consumint en un moment donat, per això l'energia sobrant es pot bolcar a la xarxa a canvi d'un benefici econòmic. Aquest mecanisme, que gestionat intel·ligentment pot ajudar a descongestionar la xarxa, també genera una gran incertesa a l'hora de determinar quan els prosumidors bolquen la seva energia, ja que és molt complex de predir.

Com que no hi ha un control centralitzat com passa amb les centrals de producció, cal que hi hagi mecanismes de mesura i regulació que controlin les quantitats d'energia que els prosumidors aporten i consumeixen. Aquests mecanismes de mesura a més hauran d'estar repartits per la xarxa a totes aquelles zones on hi hagi prosumidors perquè l'ajust sigui veritablement precís.



Aprofundim en la xarxa d'alta tensió

La xarxa elèctrica necessita ser el més eficient possible en el seu funcionament per poder garantir una distribució constant a tots els consumidors connectats a ella i mantenir una estabilitat perquè connectar-s'hi sigui segur. Fer una distribució eficient passa per assegurar-se de minimitzar les pèrdues, com ja hem comentat anteriorment.

Una de les fonts de pèrdues en la distribució energètica deriva de la necessitat de transportar el corrent per un material, ja que tot corrent elèctric que no utilitzi superconductors per desplaçar-se s'enfronta a una resistència elèctrica significativa. Aquesta resistència depèn del material utilitzat per crear el circuit, i per tant, l'elecció de materials adequats és fonamental del procés de disseny d'una xarxa elèctrica.

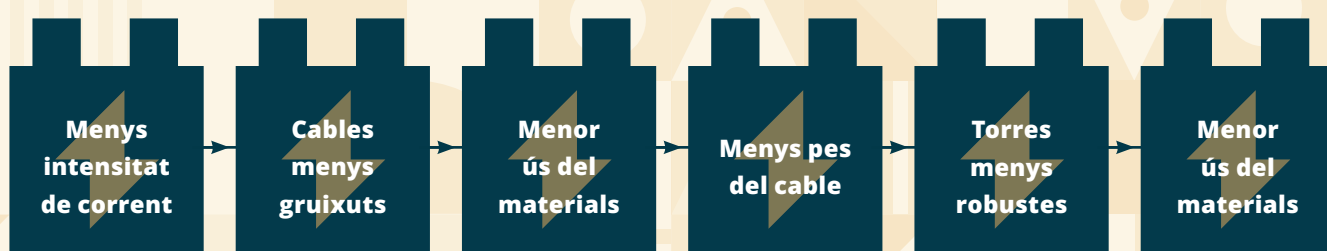
Tot i això, la resistència que oposarà el material no és l'únic factor a considerar quan s'escull el disseny d'una xarxa. També cal considerar el cost dels materials, la seva instal·lació o si són adequats per al treball pel qual es faran servir. Per aquesta raó no es fan servir sempre els materials que són els millors conductors i es busquen altres propietats interessants, com ara un menor pes o una major resistència a esforços físics.

A més de tots aquests factors, una part de les pèrdues de calor no depenen de la resistència del material, sinó de la magnitud del corrent, cosa que aporta més pes a la resta de factors per la relació quadràtica segons la equació $P_{\text{perduda}} = R \cdot I^2$. Això és perquè la intensitat del corrent és el nombre d'electrons que es desplacen per unitat d'àrea i les pèrdues en forma de calor deriven dels xocs que aquests electrons tenen contra els àtoms del material.

Com més gran és la quantitat d'electrons que hi estan passant, més gran serà la probabilitat que aquests xocs passin, el que implica també a un augment de l'escalfament associat que patirà el material. Atès que la potència del corrent és el resultat de multiplicar el voltatge per la intensitat, si volem reduir la intensitat per reduir l'escalfament, haurèm d'augmentar el voltatge a què estem treballant.

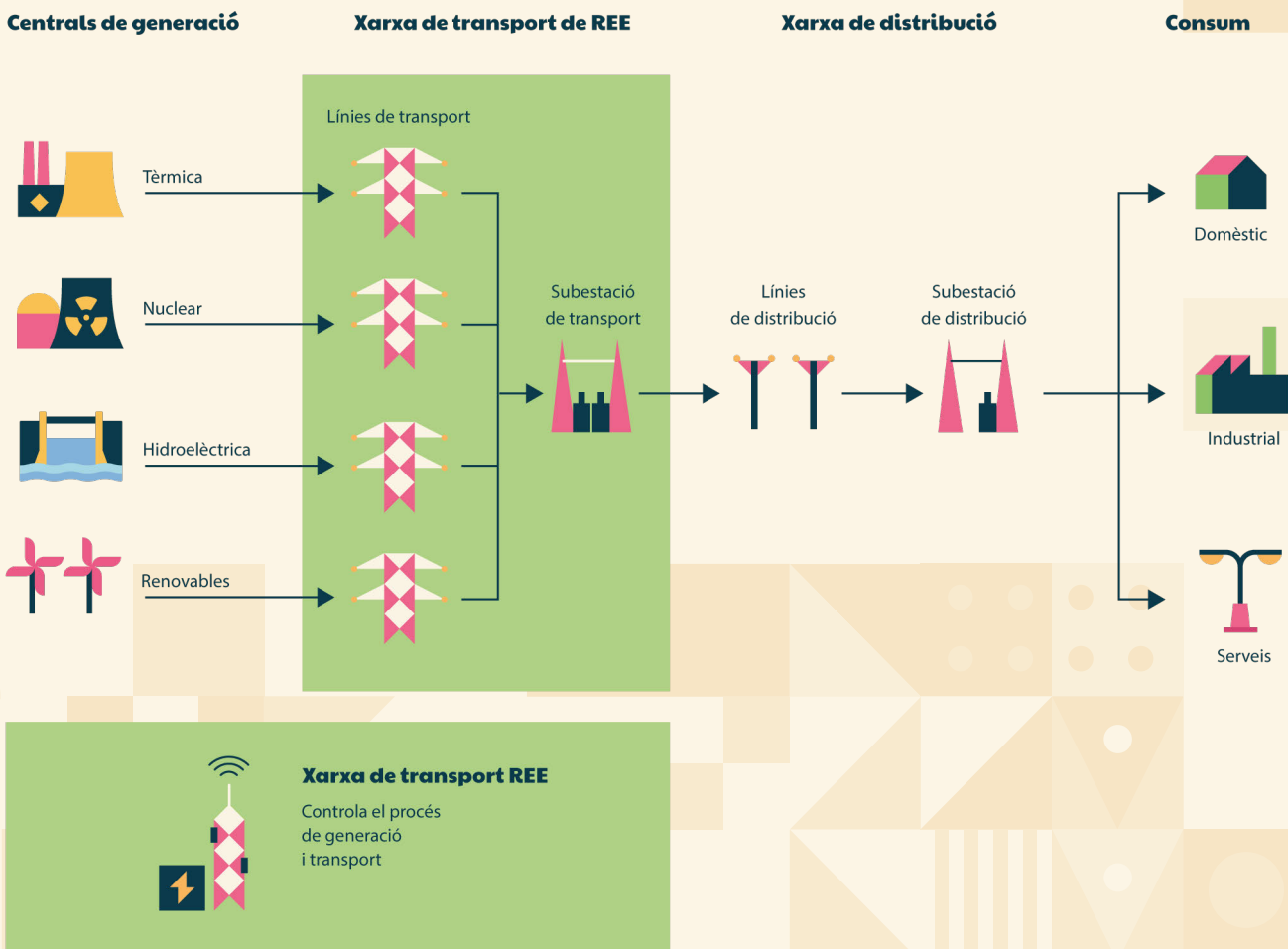
$$P = I \cdot V \quad \text{Potència} = \text{Intensitat} \cdot \text{Voltatge}$$

Adicionalment, treballar en alta tensió té altres avantatges, com el fet que es poden utilitzar cables de menor gruix, que significa un menor ús de materials, i que alhora redueix el pes del cable. Això també fa que les torres utilitzades per subjectar aquest cable puguin ser menys robustes i novament utilitzar menys material. Tot això redueix el cost de construcció del conjunt, suposant un estalvi important.



Tot i així, l'alta tensió també compta amb alguns desavantatges, com són la necessitat de subestacions de transformació per adaptar la intensitat i el voltatge del corrent abans de distribuir-la als punts de consum, que solen treballar a baix voltatge. A Espanya, aquestes subestacions de transport són gestionades per la mateixa companyia que s'assegura de controlar el transport a la xarxa i d'ajustar la producció a la demanda: Red Eléctrica de España (REE).

Cicle de l'energia elèctrica



Tot i els avantatges que té el transport d'electricitat en alt voltatge, els desavantatges abans esmentats, així com la perillositat associada a les tensions altes, fan que la xarxa de distribució tingui etapes en què es treballa a voltatges més baixos, fins i tot en localitzacions allunyades dels punts de consum final.



Aprofundim en les xarxes intel·ligents

Les **xarxes intel·ligents** es consideren un dels avenços que permetran aconseguir una distribució energètica més eficient i millor. Gràcies a elles, es podran detectar amb més rapidesa les incidències que hi hagi a la línia i arreglar-les en el mínim temps possible. Fins i tot, permetran avançar-se a situacions de sobrecàrrega o de manca de potència. Però, en què consisteixen exactament?

Les xarxes intel·ligents estan compostes dels mateixos elements que les xarxes de distribució tradicionals però s'hi afegeixen dos elements nous: Els **comptadors electrònics** i els **sistemes de telecomunicacions digitals** que permeten centralitzar la informació sense necessitat de revisar presencialment cada sistema. Això és el que permet una immediatesa més gran en la detecció de qualsevol tipus de problema.

A més, el poder analitzar gran quantitat de dades en temps real i tenir-ne una centralització permanent també permet reconèixer patrons previs a les incidències, cosa que ajuda a avançar-s'hi per evitar-les.

Tot i això, les xarxes intel·ligents no serveixen exclusivament per enfrontar-se a incidències en el sistema de distribució d'energia, també serveixen per fer una gestió més eficient dels recursos energètics i integrar en el funcionament de la xarxa elements de gran variabilitat, com són les energies renovables (que generen energia de forma intermitent) i els prosumidors que s'han esmentat anteriorment.

Els prosumidors

L'increment de les energies renovables i les instal·lacions a petita escala han permès que moltes llars comencin a ser punts de producció energètica, a més de punts de consum. De fet, molts països, entre ells Espanya, han inclòs entre les seves lleis que els edificis de nova construcció han de comptar amb plaques solars a les teulades com a part del procés de transició energètica.

Si bé és cert que en el cas d'Espanya, aquest tipus d'instal·lacions obligatòries han d'anar dirigides a l'obtenció d'aigua calenta (en lloc de generar energia elèctrica), hi ha hagut un augment significatiu en el nombre de llars que tenen tots dos tipus de plaques solars, tant tèrmiques com fotovoltaïques.

L'aparició d'aquests punts de generació a petita escala (els prosumidors) ha portat associada una necessitat de control de l'aportació que fan per poder garantir una estabilitat a la xarxa de distribució. Els sistemes que possibiliten aquest control han de funcionar de manera autònoma i estar distribuïts per tota la xarxa, perquè les mesures que es prenguin disposin d'un mapejat precís del sistema de distribució.

A més, gràcies a les xarxes intel·ligents, els prosumidors poden prendre un paper actiu en l'aportació d'energia més enllà de la generació, ja que en el cas dels usuaris que tinguin cotxes elèctrics, poden utilitzar les bateries com un repositori d'energia. D'aquesta manera, poden emmagatzemar-la en les hores de cost mínim i tornar a injectar-la en les hores de preu màxim, obtenint així un benefici econòmic i ajudant també a millorar l'aprofitament de l'energia generada.

Els centres de control

Tots els elements de presa de dades dins una xarxa elèctrica intel·ligent han de reportar les seves lectures a una unitat de control centralitzat, que es coneix com a Service Center. En aquests llocs és on es fa de manera ràpida i informada la presa de decisions sobre les possibles incidències i l'estat de la xarxa.

Aquests Service Center permeten, a més, fer estudis de gestió energètica més concrets dels que es poden aconseguir actualment, reduint l'escala del territori analitzat, ja que se n'establiria un mínim d'un per ciutat o àrea de consum. Així, aquests centres són els que permeten donar més fiabilitat a la xarxa a nivell local, optimitzant l'ús dels recursos energètics i per tant, fent de la xarxa un sistema més sostenible.

Investigació tecnològica a l'IREC

Actualment s'estan creant diferents instal·lacions de xarxes intel·ligents per aprendre millor sobre com fer aquest tipus d'estructures i optimitzar l'ús de l'energia a petita escala abans d'aplicar-lo a nivell general. Tot i el seu desenvolupament relativament recent, els avantatges que tenen les xarxes intel·ligents han portat molts països i territoris a buscar la seva implementació. Un dels agents que es dediquen a la investigació en aquest àmbit és l'IREC, que participa a diversos projectes a nivell europeu, com per exemple:

◆ eNeuron

A través del projecte eNeuron l'IREC participa, juntament amb 16 socis més, en la implementació de sistemes de gestió intel·ligent en localitzacions tan diverses com el campus universitari d'Ancona a Itàlia o l'estadi Skagerak Energy Lab a Suècia.

Aquests projectes faran una investigació sobre les comunitats d'energia locals, que són una alternativa descentralitzada de producció, gestió i ús de l'energia. Es farà un mapejat dels colls d'ampolla que s'hi troben, tant reguladors com tècnics, de manera que es pugui millorar la implementació de xarxes intel·ligents, tant a nivell administratiu com tècnic.

D'aquesta manera, es busca garantir a nivell local una seguretat energètica i un augment de la proporció d'energies renovables utilitzada a la generació energètica, així com uns fluxos energètics optimitzats.

Aquests beneficis no només seran per als consumidors i els prosumidors, ja que els operadors i distribuïdors energètics també podran evitar les congestions de la xarxa i millorar l'estabilitat dels seus propis sistemes.

◆ Incite

L'IREC ha estat coordinador del projecte europeu Incite, que investiga totes les variables relacionades amb la distribució energètica, seguint amb els blocs de treball següents:

- 1- Control de la generació d'energia repartida a la xarxa (generada pels prosumidors i centrals generadores a diferents escales)
- 2- Control dels sistemes d'emmagatzematge energètic (per esmorteir les variacions en la generació i emmagatzemar els pics de producció)
- 3- Control de la integració de sistemes energètics renovables (Eines d'estabilització de la xarxa produïdes pels canvis de voltatge i freqüència de les energies renovables)
- 4- Eines de monitorització i operació segura de xarxes intel·ligents
- 5- Simulació i validació experimental

Recursos didàctics

Activitats pràctiques

1 Instal·lant el futur

Al llarg d'aquesta unitat didàctica has pogut veure la importància que té aconseguir un transport d'energia que resulti eficient, segur i adaptable a les necessitats de la xarxa i dels consumidors que hi estan connectats. Encara que la xarxa que utilitzem és segura i té capacitat suficient per mantenir el sistema de consum actual, encara queda marge de millora per adaptar-se a les noves necessitats que estan començant a aparèixer.

Ja has vist les línies de recerca en què treballa l'IREC per aconseguir que la nostra xarxa sigui més eficient i estigui més ben preparada per a les necessitats futures a què s'haurà d'enfrontar.

Busca altres investigacions que s'estiguin duent a terme avui dia relacionades amb el desenvolupament de millors sistemes de distribució d'energia. On es duen a terme aquestes investigacions? Ja tenen aplicacions pràctiques? Has trobat notícies en què se'n parli?

2 Elabora un quadre sinòptic amb la informació facilitada a la unitat

Inclou els elements de la xarxa elèctrica i la importància de la investigació per aconseguir millors sistemes de distribució. Si ho creus necessari, inclou més informació sobre aquells elements el funcionament dels quals no s'ha desenvolupat explícitament a la unitat.

3 Segueix el mètode científic

La importància del mètode científic rau en el fet que a partir d'aquest es pot obtenir coneixement fiable i vàlid. Consta de diverses etapes: observació, mesures, formulació de preguntes, anàlisi, hipòtesis i experimentació. Imagina que tens l'oportunitat de dur a terme una nova investigació relacionada amb la distribució d'energia on trobar noves maneres de transportar-la. Què intentaries aconseguir? Per què? Podries fer una planificació de la investigació? Quin equip de treball necessaries? Existeix aquesta investigació actualment? Com la podries enfocar perquè sigui innovadora?

4 Eficiència i energia

Contesta les preguntes següents:

- ◆ Poden servir per la mateixa finalitat els sistemes d'alta i baixa tensió? Per què?
- ◆ Per què cal millorar les xarxes de distribució elèctrica?
- ◆ Cita 5 elements que serveixin per millorar una xarxa elèctrica

Experimenta

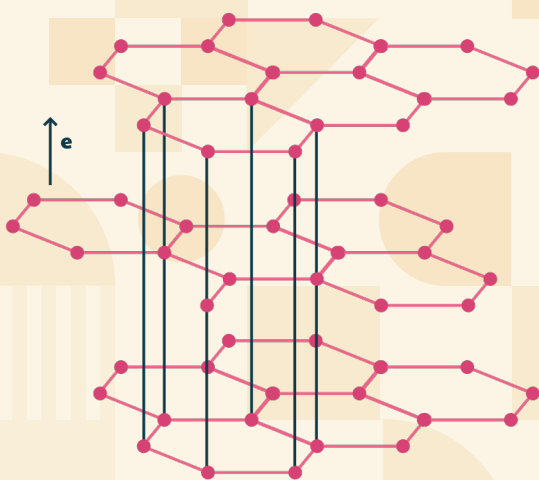
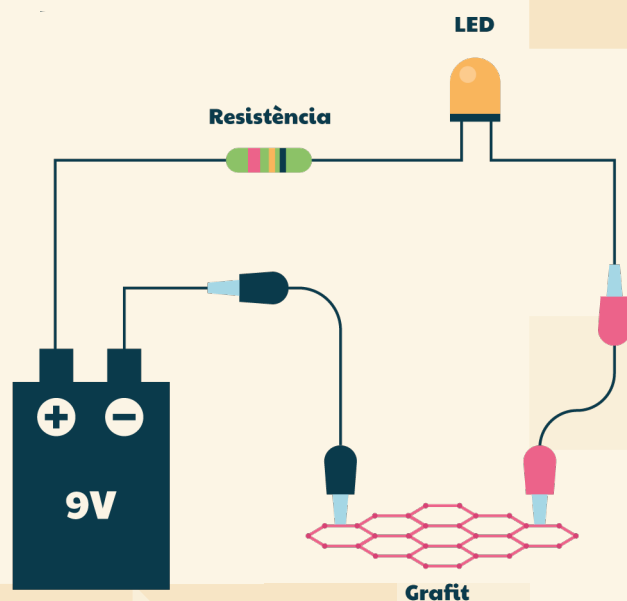
A la investigació per millorar la distribució també hi ha involucrats equips que desenvolupen materials capaços de conduir l'electricitat amb menys pèrdues, ja que la pujada de voltatge que hem explicat abans no és capaç d'eliminar-les completament. Algunes d'aquestes investigacions utilitzen nanomaterials per aconseguir els seus resultats. Comprovarem un tipus de nanomaterial que no t'esperaves que pogués conduir l'electricitat.

El primer que farem és construir el circuit i connectar el LED seguint aquest esquema:

Quan el tinguem farem un rectangle sobre un full de paper i el pintarem amb el propi llapis. El rectangle ha de ser de diversos cm de longitud i hem de ser generosos a l'hora de pintar-lo perquè quedi farcit d'una bona capa de grafit.

Un cop ho tenim tot, és hora de col·locar sobre el rectangle de grafit les dues pinces. El LED s'encén. Ara podem moure les pinces a través del rectangle, allunyant-les i ajuntant-les, per observar el que passa.

L'explicació de per què passa això està dins de l'estructura del material que estem usant: El grafit. Aquesta substància és el que es coneix com una forma al·lotròpica del carboni, que significa que està fet de carboni pur i que és una de les estructures estables del carboni. Altres formes al·lotròpiques són el diamant, el grafè o els nanotubs de carboni.



El grafit està compost per capes de grafè superposades, que s'agrupen com a veus a la imatge. Les unions entre els àtoms de carboni d'una mateixa làmina són molt forts, ja que són enllaços covalents, on cada àtom de C està unit a tres més, per la qual cosa tenen una hibridació Sp^2 . Aquesta hibridació suposa que cada àtom de carboni tindrà un orbital p sense hibridar albergant un electró desaparellat. Això fa que es formi una densitat electrònica deslocalitzada per sobre i per sota dels anells hexagonals, i aquesta deslocalització de la càrrega és el que provoca la conducció elèctrica d'aquest material. El carboni es comporta com a conductor al llarg d'una capa, però no obstant oposa molta més resistència a la conducció perpendicular a les capes, comportant-se com un semiconductor.

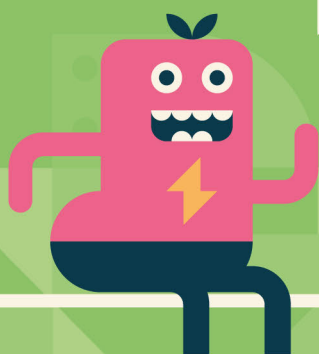
D'altra banda, les unions entre els àtoms de C de làmines diferents són molt més febles, ja que es tracten d'interaccions de Van der Waals. Per aquesta raó el grafit es pot exfoliar, trencar en capes, i això és el que li permet fer servir com a punta per a llapis.

- ◆ Què passa en moure les pinces pel rectangle de grafit pintat? Creus que és un bon conductor? El faries servir en una xarxa elèctrica?

para



Recorda que la sostenibilitat energètica també depèn de tu



IREC^R



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

FECYT
INNOVACIÓN 