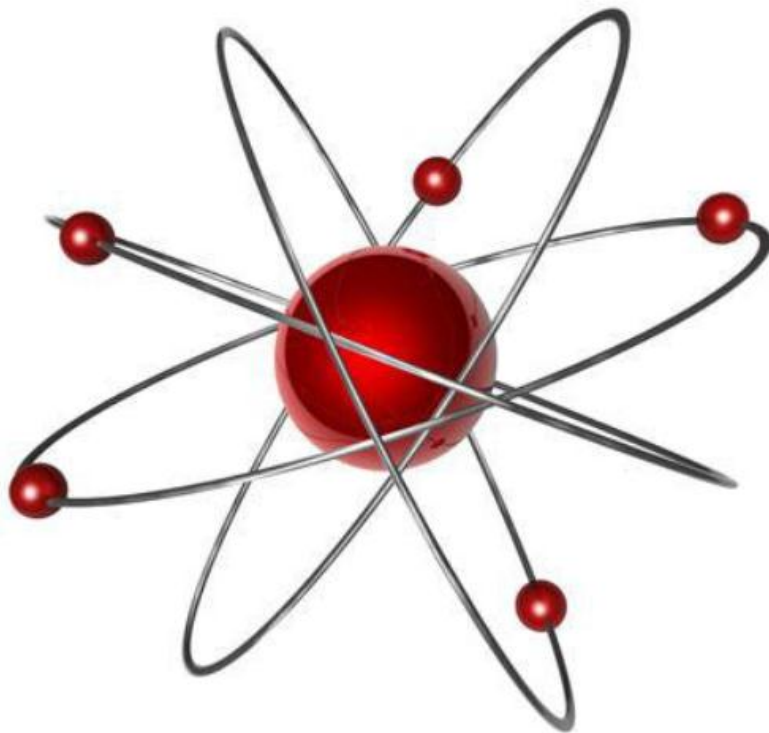


Energia nuclear i fotovoltaica



Treball de Recerca

INSTITUT CUBELLES

Índex

Índex	Pàg. 1
Introducció	Pàg. 4
1 ^a Part: Fonaments teòrics	
1. Introducció	Pàg. 5
1.1 Energies renovables i no renovables	Pàg. 5
2. Què és la radioactivitat?	Pàg. 6
2.1 Explicació	Pàg. 6
2.2 Tipus de partícules	Pàg. 7
2.3 Com es mesura aquesta radioactivitat	Pàg. 8
2.4 Evitar efectes de la radioactivitat	Pàg. 8
3. Descobridors de la radioactivitat	Pàg. 10
3.1 Descobriments de Roentgen	Pàg. 10
3.2 Descobriments de Becquerel	Pàg. 11
3.3 Descobriments del matrimoni Curie	Pàg. 11
4. Central nuclear	Pàg. 13
4.1 Funcionament d'una central nuclear	Pàg. 13
4.2 Parts d'una central nuclear	Pàg. 13
4.3 Tipus de reactors nuclears	Pàg. 16
4.4 Residus i el seu tractament	Pàg. 17
5. Efecte fotoelèctric	Pàg. 20
5.1 Què és l'efecte fotoelèctric?	Pàg. 20
5.2 Descobridors	Pàg. 20
5.3 Per a què serveix?	Pàg. 21
5.4 Com funciona?	Pàg. 22

5.4.1 Què és un fotó?	Pàg. 22
6. Cèl·lula fotovoltaica	Pàg. 23
6.1 Com funciona?	Pàg. 23
6.2 Història	Pàg. 23
6.3 Materials que la componen	Pàg. 24
6.4 Procés de fabricació	Pàg. 24
7. Instal·lació fotovoltaica en un habitatge	Pàg. 25
7.1 Elements que conté la instal·lació	Pàg. 25
7.2 Instal·lació geogràfica	Pàg. 26
 2^a Part: Part Pràctica	
8. Energia nuclear i energia fotovoltaica	Pàg. 27
8.1 Avantatges i desavantatges de l'energia fotovoltaica	Pàg. 27
8.2 Avantatges i desavantatges de l'energia nuclear	Pàg. 28
8.3 Comparativa mediambiental (Espanya, altres països)	Pàg. 29
9. Resultat de les enquestes sobre les energies	Pàg. 30
9.1 Enquesta	Pàg. 30
9.2 Resultats	Pàg. 32
10. Producció de les plaques fotovoltaiques de l'institut	Pàg. 34
10.1 Tipus de plaques	Pàg. 34
10.2 Producció elèctrica	Pàg. 35
10.3 Tipus de bateries	Pàg. 35
11. Substituir la central tèrmica de Cubelles per plaques solars	Pàg. 36
11.1 Central tèrmica de Cubelles	Pàg. 36
11.2 Substitució de la central per plaques solars	Pàg. 37

12. Projecte: fabricar una placa fotovoltaica	Pàg. 39
Conclusió	Pàg. 48
Agraïments	Pàg. 49
Bibliografia	Pàg. 50
Apèndix I: Enquestes	Pàg. 52
1. Fitxa	Pàg. 54
2. Resultats	Pàg. 55
3. Conclusions	Pàg. 63
Apèndix II: Experiències personals	Pàg. 64
Apèndix III: Grans Accidents nuclears	Pàg. 69
Apèndix IV: Centrals fotovoltaiques d'Espanya	Pàg. 76
Apèndix V: Centrals nuclears d'Espanya	Pàg. 80
Apèndix VI: Glossari	Pàg. 84
Annex I: Recull d'enquestes	

INTRODUCCIÓ

En un principi el meu treball de recerca no tenia una forma clara. Al principi de tot, quan ens van donar les llistes per escollir el tema del treball que volíem fer, que duraria dos anys, no em decidia per cap. Jo tenia la idea de fer un treball relacionat amb la física nuclear o la física quàntica. Els professors em van aconsellar que no fes un treball de física quàntica perquè seria molt complicat. Al final em vaig decantar per fer un treball sobre energia nuclear, el que més tard s'acabaria unint a l'energia fotovoltaica, perquè a l'institut han construït una aula dedicada a les energies renovables on hi ha una instal·lació de plaques solars fotovoltaiques.

Quan el vaig començar a desenvolupar, vaig decidir fer un estudi de l'opinió de la població mitjançant enquestes i fer una comparació de les dues energies. A l'hora de fer les enquestes vaig tenir dificultats per trobar a gent de determinades edats, però al final les vaig solucionar.

La meva hipòtesis és: l'energia nuclear és millor que la fotovoltaica.

Els objectius són fer una comparació de les dues energies, construir una placa solar fotovoltaica i fer un estudi de què sap i què opina la població de Cubelles sobre les dues energies. Per a fer-ho, he estudiat les dues energies per separat i després les he comparat.

La decisió de construir la placa solar se'm va acudir un dia que vaig veure per internet a un noi que en va construir una de casolana, vaig pensar que podria fer el mateix i em vaig posar les piles. Al principi em va costar trobar les cèl·lules solars però finalment les vaig comprar a internet per un preu més reduït, ja que tenien defectes visuals de fàbrica que no afecten a la producció.

Al setembre vaig tenir un gran inconvenient: em vaig trencar el braç i vaig estar tot un més sense poder avançar el treball de recerca, sobretot la part pràctica. Finalment, quan em van treure el guix vaig posar-me a la feina i vaig acabar tant la part teòrica com la part pràctica.

1ª PART: FONAMENTS TEÒRICS

1. Introducció

A l'actualitat l'home necessita l'energia elèctrica per alimentar-se, per a la higiene, per l'oci, etc. És una espècie totalment dependent de l'energia.

Els nostres avantpassats es conformaven amb l'energia del foc per sobreviure.

Ara nosaltres necessitem l'energia per la televisió, per la dutxa, per la llum, etc.

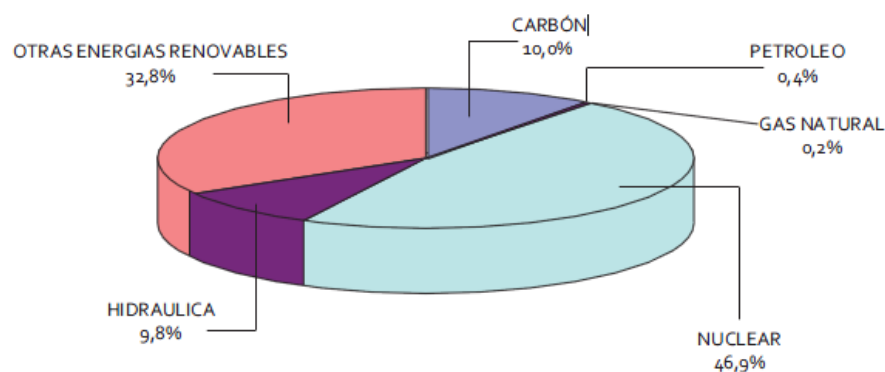
Aquesta energia tant necessària es pot obtenir de moltes maneres. Hi ha dos grans grups: les energies renovables i les energies no renovables, que es diferencien en dos aspectes molt importants.

Les energies renovables són inesgotables i no contaminen el medi ambient.

Exemples d'energies renovables són l'energia eòlica, la fotovoltaica, la fototèrmica, la hidroelèctrica, la biomassa, la geotèrmica i la marina.

Pel contrari, les energies no renovables són limitades i, en un futur, s'esgotaran. Exemples clars d'energies no renovables són el petroli, el gas, el carbó i l'energia nuclear.

A l'actualitat nosaltres obtenim majoritàriament tota l'energia de les no renovables. La més utilitzada és el petroli, seguit del carbó i la nuclear. A Espanya la major part de l'energia s'obté mitjançant l'energia nuclear.



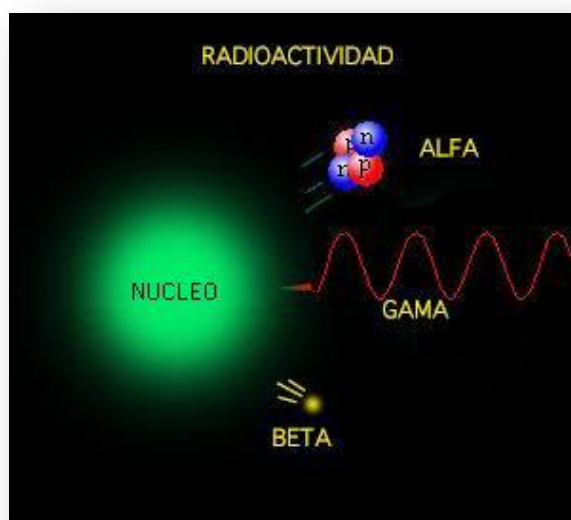
Gràfic de la producció energètica a Espanya (www.mityc.es)

De les renovables, la major part de la producció d'energia ve donada per l'energia eòlica i l'energia fotovoltaica.

2. Què és la radioactivitat?

2.1 Explicació

Un àtom és la unitat que compon tot l'univers, i està format per electrons, neutrons i protons. Aquestes partícules subatòmiques tenen càrrega: l'electró és negatiu, el protó positiu i el neutró no té càrrega. El protó és el nombre que identifica a un àtom a la taula periòdica dels elements. La suma dels protons amb el nombre de neutrons és la massa atòmica. Si el nombre de protons i neutrons és semblant o igual, l'àtom serà estable, però un àtom amb molta diferència entre protons i neutrons és un àtom inestable. Aquest àtom inestable despendrà energia per estabilitzar-se, un àtom que desprèn radioactivitat, un àtom radioactiu. Aquest pot produir o despendre tres tipus de partícules: les partícules alfa, les beta i les gamma. Es diferencien per la distància que poden recórrer o el grau de penetració que tenen, el seu pes i el grau d'ionització.



Il·lustració 1: Tipus de partícules

2.2 Tipus de partícules

- Les **partícules alfa** són les que tenen més pes (4 vegades més que un protó), són nuclis d'Heli positius a causa de la falta d'electrons, són partícules amb poca capacitat de desplaçament i tenen la capacitat d'ionitzar la matèria amb la que entren en contacte. Es poden aturar amb un simple full de paper i no penetren a la pell.
- Les **partícules beta** són electrons amb càrrega negativa, al contrari de les partícules alfa. La seva massa és més petita i tenen una velocitat major, per això un poder de penetració major i també tenen un grau mitjà d'ionització.
- Les **partícules o raigs gamma** són les més perilloses, tenen un grau de penetració molt gran i també són ionitzants.



Il·lustració 2: Penetració de les partícules

A la vida quotidiana, hi ha molts materials que desprenen radioactivitat, fins i tot nosaltres mateixos. Per exemple els àtoms de clor, fluor, potassi, etc. Però aquesta radioactivitat té unes emissions de partícules tan petites que no arriben a ser perilloses. Són perilloses quan són d'àtoms que produeixen grans emissions de partícules, àtoms molt inestables (gran diferència de protons i neutrons).

2.3 Com es mesura aquesta radioactivitat

La radioactivitat que desprenen els àtoms es mesura amb un aparell anomenat Geiger. Aquest instrument està format per un fil metàl·lic prim d'uns 1000V al llarg del seu centre, aïllat i ple de gas. Un ió o electró dels rajos X o gamma entra a l'aparell i fa que es desprenguin electrons del gas i que, a causa del voltatge positiu del fil, siguin atrets cap a ell. Amb això guanyen energia, xoquen amb els àtoms i alliberen més electrons, fins que el procés es converteix en una allau que produeix una pols de corrent detectable. Ple d'un gas adequat, el flux d'electricitat es para per si mateix o, fins i tot, el circuit elèctric pot ajudar a parar-ho. La unitat de mesura és el Roentgen, és a dir, coulombs per quilograms.

2.4 Evitar efectes de la radioactivitat

L'única manera d'evitar els efectes de la radioactivitat és deixar passar el temps, la protecció i la distància. El temps, perquè la radioactivitat amb el temps baixa, ja que els àtoms del material radioactiu es van desintegrant i perden energia. La protecció depèn del material i la seva densitat. Es poden parar les partícules radioactives i que no facin efecte sobre els éssers vius; la millor protecció és el plom, que s'utilitza a l'equip per tractar amb la radioactivitat. També s'utilitza als edificis dels reactors, ja que té una densitat alta i pot parar el flux de partícules. L'altre mida de seguretat és la distància, ja que amb ella podem evitar que les partícules arribin a nosaltres perquè van perdent velocitat.

S'ha de distingir l'exposició puntual a altes dosis (per sobre de 100 milisieverts), que provoca efectes aguts en un curt període de temps. Aquests efectes són:

- Malestar
- Cremades a la pell
- Caiguda del cabell
- Vòmits
- Nàusees
- Risc a tenir càncer

Els riscos més probables a tenir a llarg termini són leucèmies i càncer de tiroides. Aquests efectes tenen a veure amb que les radiacions ionitzants provoquen canvis a l'estructura de la cèl·lula, és a dir, alteren l'ADN, fet que també provoca malformacions de fetus, entre d'altres.



Il·lustració 3: Control de radioactivitat a un nen

3. Descobridors de la radioactivitat

3.1 Descobriments de Roentgen

La radioactivitat la tenim al nostre univers des de la seva formació. Va ser descoberta per l'home entre els segles XIX i XX.

Tot comença amb Roentgen, a finals del segle XIX, quan ja es coneixia la presència de l'electró a l'àtom. L'alemany, treballava amb llum fluorescent, produïda pels electrons. Va fer una pantalla fluorescent formada per una peça de cartró amb un compost químic de bari, amb alta fluorescència. Un dia Roentgen va veure que la pantalla brillava quan els electrons encara no hi havien arribat. Es va adonar que la fluorescència provenia d'un origen diferent als electrons. Després va penjar un full de metall entre el tub i la pantalla, i va seguir observant la fluorescència. Al poc temps, li va dir a la seva dona que posés la mà entre mig i va veure l'esquelet de la mà. Va descobrir uns raigs, que els va anomenar raig X.



Il·lustració 4: Mà de la dona de Roentgen

3.2 Descobriments de Becquerel

Més tard va aparèixer un home que va aportar grans èxits a la radioactivitat. Es deia Antoine Henri Becquerel i es va dedicar a estudiar materials fluorescents. Però un dia, accidentalment, estudiant les sals d'urani, les va deixar sobre una capsa amb fotografies sense velar i quan se'n va adonar, estaven velades. Va pensar que les sals d'urani emetien radiacions, va augmentar la concentració de l'urani i va veure que les fotografies es velaven més ràpid. Tot això li va fer concloure que les emissions uràniques eren independents a la forma química en que es trobés l'element.

Aquesta radiació es va classificar com enigma sense resoldre, juntament amb els raigs X; ja que la ciència no estava suficientment avançada com per explicar-ho.

Més tard, quan Becquerel va publicar els seus resultats, el matrimoni Curie, que eren molt amics, es van interessar i van continuar a partir de les seves investigacions.

3.3 Descobriments del matrimoni Curie

Al matrimoni, Pierre Curie continuava els seus projectes d'investigació mentre que Marie Curie començava els seus sobre la radioactivitat natural a diversos compostos, i va descobrir el Tori. Descobert simultàniament per Gerhard Schmidt.

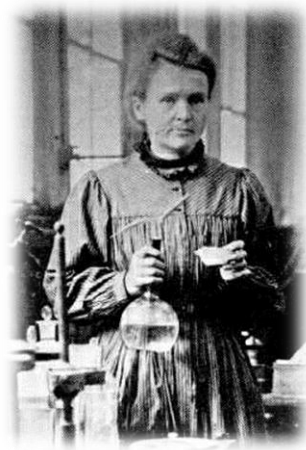


Il·lustració 5: Matrimoni Curie

Després Marie va presentar un informe de tots els compostos d'Urani i Tori que hi havia, i coincidia que tots emetien radiacions. Més tard va veure que era una investigació de gran importància i va decidir unir-se amb el seu marit i investigar més sobre els elements radioactius.

El matrimoni Curie va buscar més elements radioactius en els minerals d'urani, en els que l'urani està barrejat amb altres metalls i minerals. Van mesurar la radiació produïda pels minerals i van veure que la radioactivitat era major en uns que en altres. Per això, van començar a separar els elements químics i, al fer-ho, van obtenir dos nous elements: el Poloni, més radioactiu que l'Urani, i el Radi.

Marie Curie va posar el nom de radioactivitat a la propietat que tenen els elements inestables d'emetre radiacions al desintegrar-se. Gràcies a aquests descobriments Marie i Pierre Curie van rebre el premi Nobel de física, compartit amb Henri Becquerel.



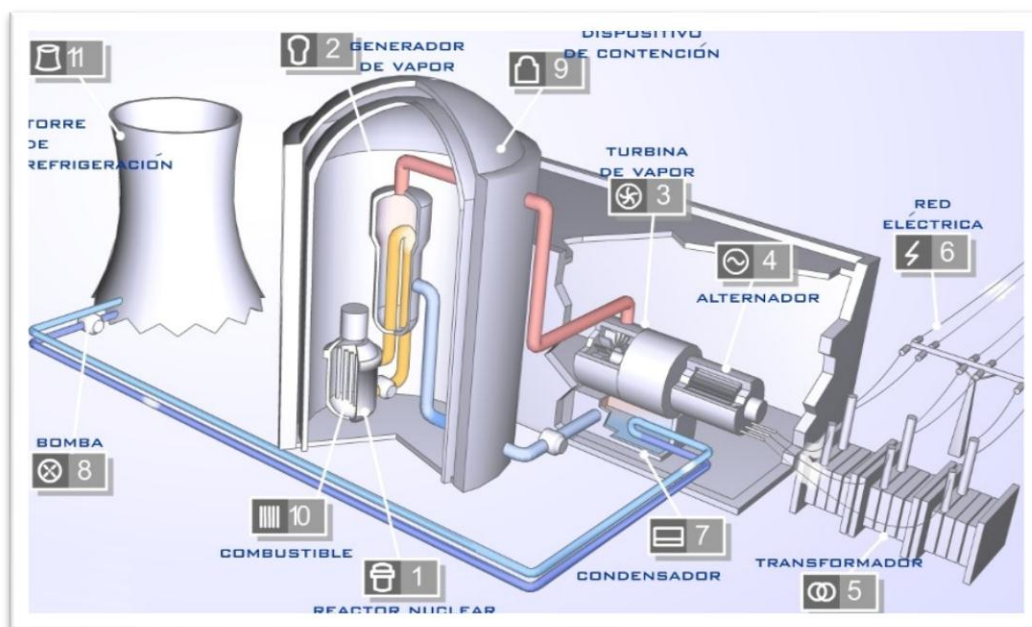
Il·lustració 6: Marie Curie

4. Central Nuclear

4.1 Funcionament d'una central nuclear

Una central nuclear és el lloc on, a partir d'energia nuclear obtenim energia elèctrica. Aquesta energia elèctrica es produeix mitjançant alternadors. El moviment per produir l'energia mecànica per l'alternador es produeix mitjançant vapor d'aigua que mou unes turbines. L'escalfament de l'aigua s'obté mitjançant la fissió nuclear, que és el procés controlat en el que l'àtom d'urani o, en alguns casos, de plutoni es descompon en dos àtoms més petits, i en aquesta reacció es desprenen grans quantitats d'energia en partícules. Aquesta energia és en forma de calor que, per convecció d'aire, puja i fa que l'aigua que hi ha en un circuit tancat passi a forma de vapor i, a través de canonades, arribi a unes turbines, que es mouen a causa de la pressió del vapor i fan que l'alternador tingui moviment. Aquest transforma l'energia mecànica en elèctrica i aquesta és passada a transformadors d'on s'envia a la xarxa.

4.2 Parts d'una central nuclear



Il·lustració 7: Parts d'una central nuclear

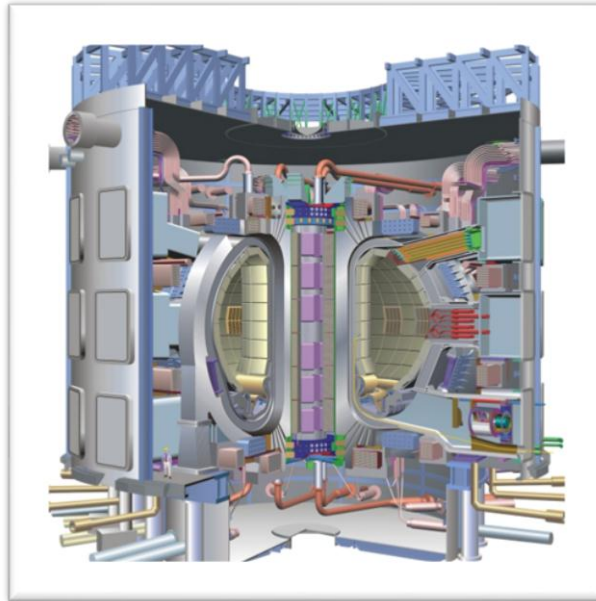
A la central tenim diferents parts, de les quals la més important és el reactor. Hi ha, com es veu a la fotografia, 11 parts; que són aquestes:

1. Reactor
2. Generador de vapor
3. Turbina de vapor
4. Alternador
5. Transformador
6. Xarxa elèctrica
7. Condensador
8. Bomba
9. Dispositiu de contenció
10. Combustible
11. Torre de refrigeració

Aquí estan explicades les 11 parts de la central:

1. El **reactor** és el dispositiu on es produeix la reacció nuclear controlada i es basa de diferents parts, que són:
 - a. Combustible- Pot ser Urani-235, Urani-238, Plutoni-239 o Tori-23.
 - b. Moderador- Té la funció de frenar la velocitat dels neutrons produïts per la fissió, perquè tinguin l'oportunitat d'interactuar amb altres àtoms fissionables i continuar la reacció. Materials utilitzats: Aigua lleugera, aigua pesada, grafit, sodi metàl·lic.
 - c. Refrigerant- Conduïx la calor produïda fins un intercanviador de calor. Aigua, aigua pesada, anhídrid carbònic, heli, sodi metàl·lic són els refrigerants més utilitzats.
 - d. Reflector- Redueix la fuga de neutrons i augmenta l'eficiència del reactor. Aigua lleugera, aigua pesada, grafit, urani són els reflectors més utilitzats.
 - e. Blindatge- Formigó, plom, acer i aigua. Eviten la fuga de radiació gamma.

- f. Material de control- Fa que la reacció en cadena es pari. Són bons absorbents de neutrons, ja que es necessiten per controlar la fissió. S'utilitzen el cadmi o el bor.



Il·lustració 8: Reactor nuclear

2. El **generador de vapor** són les canonades que passen per sota o per sobre del reactor i que reben la calor del reactor, i converteixen l'aigua líquida en vapor.
3. La **turbina de vapor** és una turbina que es mou gràcies a la força del vapor de l'aigua per generar energia mecànica a l'alternador.



Il·lustració 9: Turbines

4. L'**alternador** és la màquina elèctrica que, a partir del moviment de les turbines, genera corrent altern, és a dir, electricitat.

5. El **transformador**, és l'aparell que augmenta o disminueix el voltatge format pels alternadors.
6. La **xarxa elèctrica** és per on l'electricitat dels transformadors arriba fins a les cases.
7. El **condensador** és la part de la central en la que l'aigua que ha estat convertida a vapor, després d'haver passat per les turbines, es reconverteix en aigua líquida, i ho fa en contacte amb aigua freda (mar o riu) i sota terra (més fred).
8. La **bomba** fa que l'aigua circuli per tot el circuit de la central.
9. El **dispositiu de contenció** serveix per si hi ha alguna fuga al reactor, que pugi parar-la.
10. El **combustible** és el principal material pel funcionament de la central. És el material amb el que es fa la fissió i amb el que es produeixen altes temperatures.
11. La **torre de refrigeració** és una part fonamental de la central nuclear. La seva funció és refrigerar l'aigua del circuit de refrigeració del reactor mitjançant aire fred.

4.3 Tipus de reactors nuclears

Els reactors nuclears es classifiquen, per la velocitat amb la que els neutrons produeixen les reaccions de fissió, en reactors ràpids i tèrmics.

Els reactors tèrmics també es classifiquen d'acord amb el tipus de moderador utilitzat. Hi ha reactors d'aigua lleugera, reactors d'aigua pesada i reactors de grafit.

Els reactors més empleats en les centrals nuclears elèctriques són:

- **Reactor d'aigua a pressió (PWR)**, fa servir aigua lleugera com a moderador i com a refrigerant, i com a combustible òxid d'urani enriquit. El refrigerant circula a una pressió en que l'aigua no arriba a l'ebullició, i extrau la calor del reactor, que després porta a un intercanviador d'escalfor, on es generarà el vapor que alimenta la turbina.
- **Reactor d'aigua en ebullició (BWR)**, fa servir elements similars a l'anterior, però ara el refrigerant, al treballar a menor pressió, arriba a la

temperatura d'ebullició al passar per el nucli del reactor. Part del líquid es transforma en vapor i es condueix a la turbina sense la necessitat d'utilitzar el generador de vapor.

- **Reactor d'aigua pesada** (HWR), utilitza aigua pesada com a moderador. Existeixen versions en les que el refrigerant és aigua pesada a pressió, o aigua pesada en ebullició. Pot fer servir urani natural o lleugerament enriquit com a combustible.
- **Reactor de grafit-gas**. Aquest tipus de reactor utilitza grafit com a moderador i CO₂ com a refrigerant. Els primers reactors d'aquest tipus van fer servir urani natural en forma metàl·lica, però els actuals, els denominats avançats de gas (AGR) utilitzen òxid d'urani enriquit i els denominats reactors d'alta temperatura (HTGR) utilitzen heli com a refrigerant.

4.4 Residus i el seu tractament

Un residu nuclear és un material al que no se li destina cap ús i que està contaminat amb isòtops radioactius en concentracions superiors a les establertes per llei.

Classificació

Es poden classificar en 5 grups:

1. Segons l'estat físic: si són sòlids, gasosos o líquids.
2. Composició química: estabilitat química a fi d'evitar possibles reaccions.
3. Tipus de radiació emesa: segons si emeten partícules alfa, beta o gamma.
4. Període de desintegració: temps que ha de passar per a que el residu deixi d'emetre partícules.
 - a. Residus de vida curta: el període és de menys de 30 anys.
 - b. Residus de vida llarga: el període és de més de 30 anys.
5. Radiotoxicitat: segons l'impacte mediambiental
 - a. Residus de baixa i mitja activitat: tenen una baixa activitat per element radioactiu, no generen calor, períodes de desintegració inferiors a 30 anys, emeten partícules gamma i beta, i les emissions alfa són molt petites.
 - b. Residus d'alta activitat: tenen el període de desintegració superior a 30 anys. Desprenen calor i emeten partícules alfa de vida llarga.

Tractament dels residus

Els residus radioactius, per al seu tractament, es separen dos grups: els residus de baixa i mitja activitat i els residus d'alta activitat. Es porten a uns llocs on queden totalment aïllats fins que deixen de ser radioactius, aquests llocs poden ser:

1. Llançament al espai.
2. Posar-los al gel dels àrtics.
3. Posar-los al fons marí.
4. Emmagatzemar-los en determinades formacions geològiques.
5. Transformació per transmutació¹.

L'objectiu de tractar els residus radioactius és que, al llarg del temps, deixin d'emetre partícules. Mentre, són emmagatzemats i aïllats. Per aïllar-los existeixen 4 barreres.

La primera barrera és l'anomenada barrera química. Es basa en que tots els residus de baixa i mitja activitat líquids i gasosos passin a ser sòlid mitjançant aglomerats, polímers, etc. Quan parlem de residus d'alta activitat l'opció més acceptada és la vitrificació².

La segona barrera o anomenada barrera física és el contenidor utilitzat per emmagatzemar els residus que evita el contacte del residu amb agents externs.

La tercera barrera o barrera d'enginyeria és la instal·lació on es col·loquen els residus tractats anteriorment.

La quarta i última barrera, anomenada també barrera geològica, és el medi de la terra on es col·loquen els residus radioactius.

També s'ha de tenir en compte un gran procés administratiu que fa que es compleixin les regles i normatives legals del procés de gestió de residus.

¹ Procés d'alteració de partícules subatòmiques per a que un element deixi de ser radioactiu.

² La vitrificació és el procés de conversió d'un material en un sòlid amorf similar al vidre, mancat de tota estructura cristal·lina. El procés ràpid o instantani possible.



Il·lustració 10: Blocs de residus

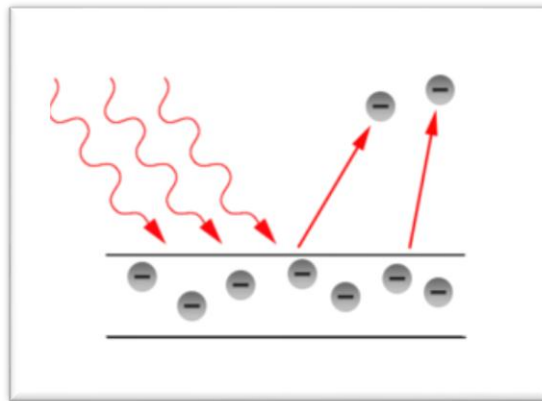


Il·lustració 11: Magatzem de residus

5. Efecte fotoelèctric

5.1 Què és l'efecte fotoelèctric?

És una radiació electromagnètica visible o ultraviolada que irradia un metall fent que hi hagi un procés d'acceptació d'energia per part dels electrons del metall i aquest emet electrons de la capa de valència. Provoca un moviment d'electrons, és a dir, un corrent elèctric.



Il·lustració 12: Efecte fotoelèctric

5.2 Descobridors

Una sèrie d'experiments iniciats al 1839 per Alexandre-Edmond Becquerel, pare de Henry Becquerel, demostraven que l'efecte fotoelèctric tenia determinades característiques, que no podien explicar-se amb les teories d'aquella època, que consideraven que la llum i totes les classes de radiació electromagnètica es comportaven com a ones. Llavors, Becquerel va deixar-ho sense explicar. Va descobrir l'efecte fotoelèctric i també va mencionar que l'energia que porten els electrons emesos depèn només de la freqüència de la llum i no de la intensitat.

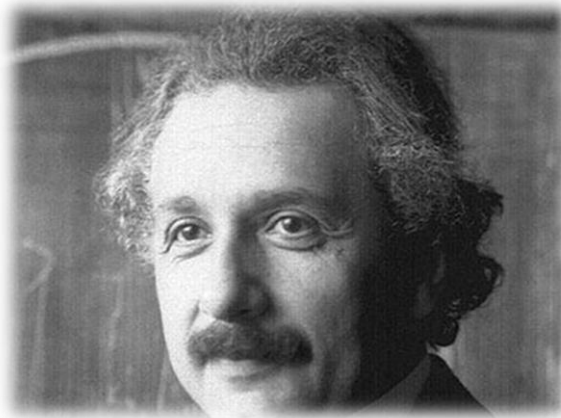
Més endavant Heinrich Hertz va tornar a investigar l'efecte fotoelèctric. Va fer un experiment en el que va fer un arc elèctric entre dos elèctrodes connectats a

altes tensions. Es va adonar que si irradiava l'arc amb llum ultraviolada augmentava la seva longitud respecte la foscor.

Al 1888, Hallwachs va fer un descobriment important. Va fer incidir una llum ultraviolada en un cos carregat negativament. Al cap del temps aquest cos perdia la seva càrrega. També va mencionar que això no afectava a un cos carregat positivament.

Deu anys més tard, al 1898, J. Thomson i P. Lenard, independentment, van demostrar que la llum causava l'emissió de càrregues negatives lliures en la superfície del metall.

Posteriorment, al 1905, Einstein explicava que la llum estava composta per uns petits paquets de llum carregats energèticament, el quals al xocar amb una superfície metàl·lica, transvasaven tota la seva energia al metall.



Il·lustració 13: Albert Einstein



Il·lustració 14: Heinrich Hertz

5.3 Per a què serveix?

Serveix per transformar una radiació electromagnètica en energia elèctrica. En aquest cas, a través d'un semiconductor dopat amb elements carregats positivament i negativament, perquè hi hagi un millor moviment d'electrons.

El que fa és, a partir de la llum comuna, obtenir electricitat.

5.4 Com funciona?

Es posa el metall a un lloc que sigui irradiat per una radiació electromagnètica (llum visible). Aquest metall està format per dues parts: superior i inferior. La part superior del semimetall (normalment silici o germani) ha sigut dopada o se li ha inserit una petita quantitat de fòsfor; i a la part inferior se li ha inserit una petita quantitat de bor. Això provoca que hi hagi una diferencia de càrrega, i per tant que els electrons formin un corrent elèctric que es pot aprofitar.

5.4.1 Què és un fotó?

Un fotó és una partícula d'energia que està en totes les energies electromagnètiques. És una partícula que no té massa ni moviment. Es desplaça mitjançant una ona.

L'energia del fotó depèn de la longitud d'ona (λ). Aquesta energia serà transmesa únicament si el raig de llum xoca contra un àtom.

El fotó va ser definit per Einstein com un paquet d'energia. Aquest, quan xocava amb un àtom, transferia tota la seva energia.

6. Cèl·lula fotovoltaica

6.1 Com funciona?

Una cèl·lula fotovoltaica produeix electricitat per mitjà de l'efecte fotoelèctric. Produeix una petita quantitat d'electricitat; per a aconseguir una quantitat més gran, s'uneixen moltes cèl·lules i així es forma un panell fotovoltaic.

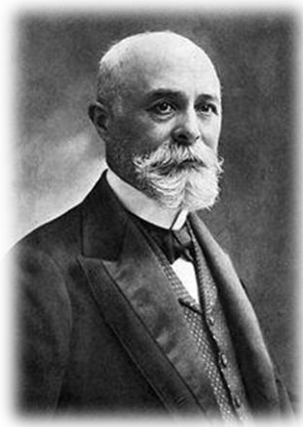
La unió constant d'aquestes parts i la inserció de la llum solar aportant energia fa que es formi un camp electrostàtic constant, que produeix un moviment d'electrons constant (corrent continu).

6.2 Història

La primera cèl·lula fotovoltaica va ser inventada per Charles Fritts, al 1883. Va agafar una làmina de seleni i la va recobrir amb una finíssima capa d'or. Va obtenir una eficiència del 1%.

Més tard, Russel Ohl feia la primera cèl·lula solar moderna.

Al 1954, els laboratoris Bell, per accident, van agafar silici dopat amb impureses i van veure que era més sensible a la llum. Amb això van crear una cèl·lula fotovoltaica del 6% de eficiència.



Il·lustració 15: Charles Fritts

6.3 Materials que la componen

A la fabricació s'utilitza majoritàriament el silici, però també hi ha altres materials com: silici amorf (a-Si), tel·lur de cadmi (CdTe), diseleni de coure i indi (CuInSe₂) i arseni de gal·li (GaAs). El més utilitzat és el silici. Es poden trobar dos tipus de silici:

- Silici tipus P (P= positiu): silici dopat amb petites quantitats de bor que conté "orificis" carregats positivament.
- Silici tipus N (N= negatiu): silici dopat amb fòsfor que conté electrons addicionals.

6.4 Procés de fabricació.

Etapes de fabricació

1. Fabricació i purificació del material bàsic de polisilici, utilitzant normalment material de deixalla procedent de la fabricació del silici de grau electrònic, que es va obtenir de roques riques en quars i es va fondre a 1400°C perquè cristal·litzés.
2. Fabricació de pastilles de silici pel creixement dels monocristalls de silici o produint lingots policristal·lins de Si, tallant-los després amb serres d'un filferro especial en làmines molt fines d'un espessor inferior a 0.5 mm i de mesures aproximades a 10 x 10cm. Aquestes són polides posteriorment per formar les cèl·lules monocristal·lines.
3. Producció de la cèl·lula fotovoltaica dopant les pastilles i afegint recobriments antirefectors y contactes metàl·lics.
4. Producció dels mòduls fotovoltaics connectant entre si cèl·lules fotovoltaiques, encapsulant-les entre fulles de vidre i afegint una caixa elèctrica.

7. Instal·lació fotovoltaica en un habitatge

7.1 Components que conté la instal·lació

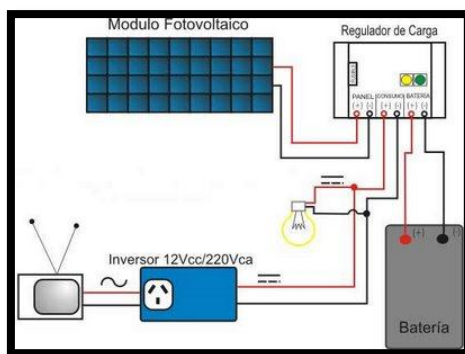
Els components d'una instal·lació fotovoltaica depenen del tipus d'aplicació que tindrà la instal·lació, pot ser autònoma o connectada a la xarxa. El sistema **autònom** està compost per plaques fotovoltaïques, acumuladors elèctrics, un regulador de càrrega i un inversor. Les instal·lacions **connectades** a la xarxa no incorporen acumuladors i necessiten tenir una connexió 220V.

Els acumuladors són necessaris per emmagatzemar l'energia elèctrica produïda per les plaques fotovoltaïques ja que, al llarg del dia i l'any, la intensitat de la llum varia mentre que la necessitat energètica no varia paral·lelament a aquestes fluctuacions.

La capacitat d'emmagatzematge d'energia elèctrica necessària es calcula amb el consum diari estimat i el nombre de dies d'autonomia. Normalment la capacitat dels acumuladors es refereix a un temps de descàrrega de 100 hores. És molt important que la capacitat d'emmagatzematge sigui proporcional a la capacitat de producció.

El regulador té la funció de protegir els acumuladors contra sobrecàrregues i descàrregues excessives. En cas de sobrecàrrega posa les plaques en curtcircuit i no deixa passar el corrent cap a l'acumulador. Si hi ha una descàrrega excessiva, talla el subministrament o avisa al consumidor, amb senyals, que la tensió és massa baixa.

Els inversors tenen la funció de transformar corrent continu (12V, 24V) en corrent altern (220V). També hi ha un altre element: els convertidors, que tenen la funció de regular la tensió per a diferents aparells que facin servir el corrent elèctric.



Il·lustració 16: instal·lació fotovoltaica

7.2 Instal·lació geogràfica

Abans de fer una instal·lació fotovoltaica o fototèrmica s'han de mirar diferents factors:

- a) S'ha de saber el nombre de mòduls fotovoltaics necessaris: això es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Mòduls FV necessaris} = \text{Demanda diària (Wh)} / \text{energia subministrada pel mòdul (Wh)}$$

- b) Saber el pressupost disponible.
- c) Zona dels països on es vol instal·lar, és a dir, quantitat d'irradiació solar, temperatura, posició respecte l'eix de coordenades, etc.
- d) Zona on l'instal·larem, depenent si hi ha xarxa elèctrica o no hi ha. Si hi ha **xarxa elèctrica** hi ha l'opció de posar bateries o no, si no posem bateries aquesta electricitat produïda serà aprofitada per l'habitatge i la restant anirà a parar a la xarxa elèctrica. Si posem bateries l'energia elèctrica serà consumida per l'habitatge i la restant s'emmagatzemarà a les bateries per ser utilitzada més tard.

En canvi si **l'habitatge està aïllat** de la xarxa elèctrica només hi ha una opció que és la utilització de les bateries. Els mòduls fotovoltaics produiran energia durant el dia que s'emmagatzemarà a les bateries. Aquestes guardaran l'energia que podrà ser utilitzada més tard.

2ª PART: PART PRACTICA

8. Energia nuclear i energia fotovoltaica

8.1 Avantatges i desavantatges de l'energia fotovoltaica

Avantatges:

- No contamina el medi ambient, no produeix residus ni altres tipus de contaminació.
- Les plaques tenen un manteniment mínim, són netes, silencioses, tenen una llarga vida útil (de 20-30 anys) i són estàtiques (no tenen turbines per formar energia elèctrica).
- Font d'energia inesgotable i gratuïta: el Sol. És un sistema que aprofita l'energia solar i és idoni per a zones on l'electricitat no arriba o és difícil i costós el seu trasllat.
- Podem acumular l'energia i disposar-ne d'ella quan vulguem.
- El cost va disminuint a mesura que la tecnologia avança mentre que els cost dels combustibles van augmentant perquè cada cop n'hi ha menys.
- Evita la construcció d'infraestructures gegants (centrals nuclears), ja que es poden integrar a l'estructura d'un edifici.
- No depèn de turbines que es poden espatllar i que requereixen manteniment.

Inconvenients:

- Cost de compra elevat perquè no està massificat.
- Té limitacions respecte al consum perquè només es pot utilitzar l'energia acumulada durant les hores de sol.
- No són estètics, ja que són molt grans.
- És poc eficient. Rendiment baix (12%).
- Permet l'acumulació d'energia, però durant períodes molt curts de temps.
- L'excés de calor (+ 40°C) o de fred (- 0°C) pot reduir la vida de la bateria.
- Depèn directament de la climatologia, si les circumstàncies són adverses pot requerir energia de suport si no s'han implantat les bateries.
- Per recol·lectar energia solar a gran escala es requereixen grans extensions de terreny.

- Tècnica de construcció complexa i cara.
- Els llocs on hi ha més irradiació són zones despoblades (deserts).
- Les matèries primes han de passar per un procés industrial, és a dir, per obtenir el Si pur s'ha de passar per un procés industrial per trencar les molècules de SiO_2 , procés molt complicat i car.
- Les bateries són contaminants i molt difícil de reciclar.
- A l'hora de fabricar les cèl·lules a les indústries es desprenen molts gasos contaminants com vapors metàl·lics...

8.2 Avantatges i desavantatges de l'energia nuclear

Avantatges:

- No contribueix a l'efecte hivernacle, que és la màxima preocupació de l'actualitat, fent que variï la temperatura del món, ja que la contaminació fa que els raigs ultraviolats del sol no puguin sortir i es quedin a l'atmosfera a causa de la contaminació. També s'ha de tenir en compte el forat a la capa d'ozó.
- Tots els residus radioactius tenen el seu tractament controlat i amb molta cura. L'empresa que es dedica a gestionar aquets residus radioactius és Enresa. Aquesta empresa té diferents tractaments depenent si són residus de baixa o alta activitat.
- Té una producció d'energia molt superior a les renovables, centrals tèrmiques, etc.
- Les matèries primes són barates i les obtenim fàcilment. L'únic defecte és que s'ha d'enviar l'urani mineral als Estats Units perquè torni enriquit (l'urani enriquit és el que s'utilitza a les centrals nuclears modernes, a les antigues s'utilitzava l'urani mineral).
- Gran font d'ingressos per al govern i l'empresa elèctrica. Produeix grans quantitats d'energia a un baix cost, després aquesta energia es vendrà més cara de l'obtinguda obtenint amples beneficis.

Inconvenients:

- Riscos de fusió del nucli, a causa del mal manteniment, causes naturals, atacs terroristes, accidents, etc.
- Les reaccions nuclear generen radioactivitat, una contaminació perjudicial per als éssers vius i per al medi ambient.
- Risc de la vida dels treballadors.
- Contaminació radioactiva de l'entorn.
- Genera residus radioactius que tenen una vida molt llarga, és a dir, triguen molt en deixar de ser radioactius i, a més, poden contaminar altres materials que hi entrin en contacte.
- Emmagatzematge i transport dels residus radioactius, amb risc d'accident.
- La gestió dels residus nuclears és molt cara.
- Hi ha la possibilitat que hi hagi una alliberació de radioactivitat.
- Els sistemes de seguretat són molt avançats, però si fallessin provocarien una gran catàstrofe nuclear.
- Contaminació per pujades de temperatura als fluids de mars i rius.
- Font d'energia limitada, ja que és una energia no renovable.

8.3 Comparativa mediambiental (Espanya, altres països)

Espanya és un dels països d'Europa que té el major índex de irradiació solar juntament amb Portugal.

És un país en que la gent i els medis de comunicació pensen que s'aprofita moltíssim la energia fotovoltaica. El dubte és si això és veritablement cert.

Alemanya, que és un país amb menys irradiació que Espanya, en canvi, és el país d'Europa i del món amb la major producció elèctrica mitjançant l'energia fotovoltaica i fototèrmica. Espanya és el segon país d'Europa, però amb una distancia considerable d'Alemanya. Alemanya té instal·lats 9,8 GW d'energia fotovoltaica superant Espanya que té 3,5 GW. Espanya té un bon futur si segueix invertint en l'energia solar i podria arribar a ser el major productor d'energia fotovoltaica del món superant a Alemanya.

9. Resultat enquestes sobre les energies

9.1 Enquesta

1. Saps com funciona l'energia nuclear?

☐ Si ☐ No · Com? _____

2. Creus que és perillosa?

☐ Si ☐ No

3. Penses que és barata o cara?

4. Saps com es tracten els residus radioactius?

☐ Si ☐ No · Com? _____

5. Creus que l'empresa de tractament de residus és privada o pública?

6. Saps per què es produeix la fissió nuclear?

☐ Si ☐ No _____

7. Saps com funcionen les plaques solars?

☐ Si ☐ No · Com? _____

8. Saps què és l'efecte fotoelèctric?

☐ Si ☐ No · Què? _____

9. Penses que l'energia solar és barata o cara?

10. Creus que és econòmicament sostenible una placa solar?

☐ Si ☐ No

11. Creus que és mediambientalment sostenible una placa solar?

☐ Si ☐ No

12. Creus que els medis de comunicació donen la informació correcta sobre l'energia?

☐ Si ☐ No

13. Penses que és millor l'energia nuclear que la fotovoltaica?

☐ Si ☐ No · Per què? _____

14. Creus que l'energia fotovoltaica és molt productiva?

☐ Si ☐ No

15. Penses que actualment hi ha prou protecció a una central nuclear?

☐ Si ☐ No

16. Creus que el valor de l'energia que pagues a la factura és el seu valor real?

☐ Si ☐ No · Per què? _____

17. T'agradaria que s'agafés una parcel·la del teu poble per a posar plaques solars?

☐ Si ☐ No

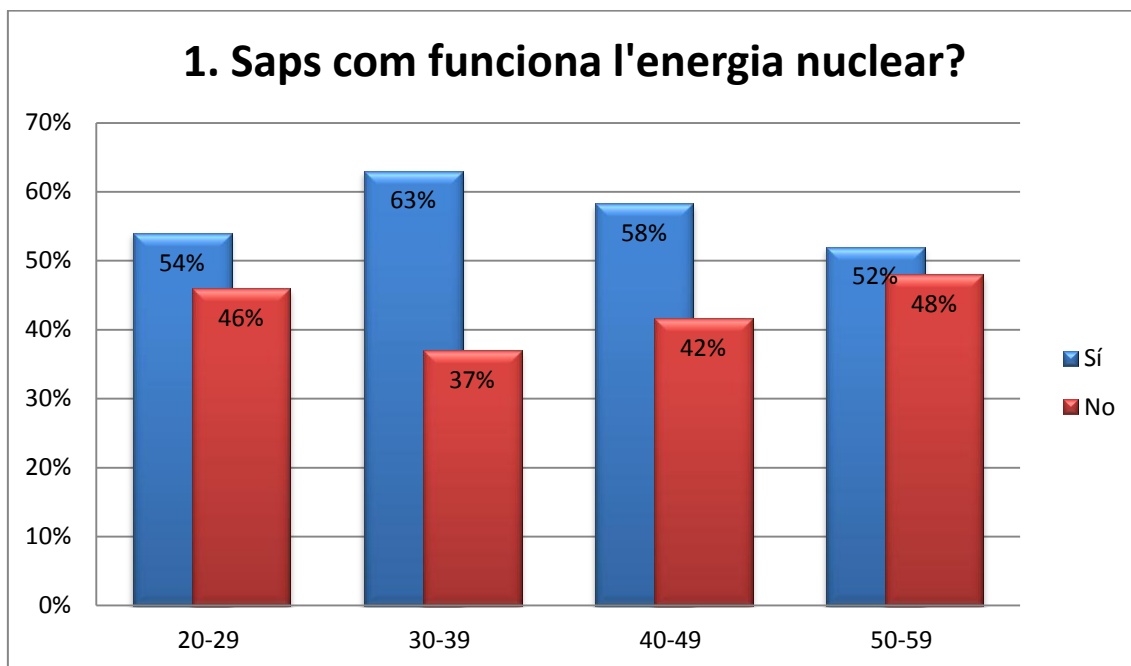
18. T'agradaria tenir una central nuclear al costat de casa teva?

☐ Si ☐ No · Per què? _____

19. Quina penses que és l'energia del futur (nuclear o fotovoltaica)?

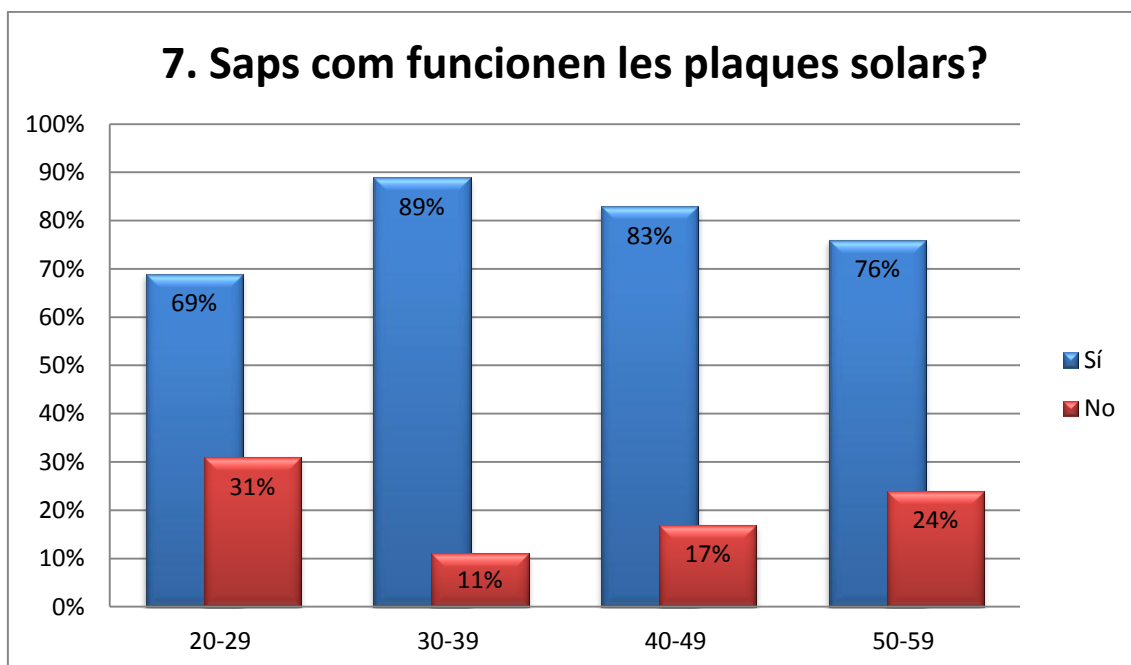
20. Saps quantes centrals nuclears tenim a Espanya?

9.2 Resultats



Gràfic 1: Creació pròpia

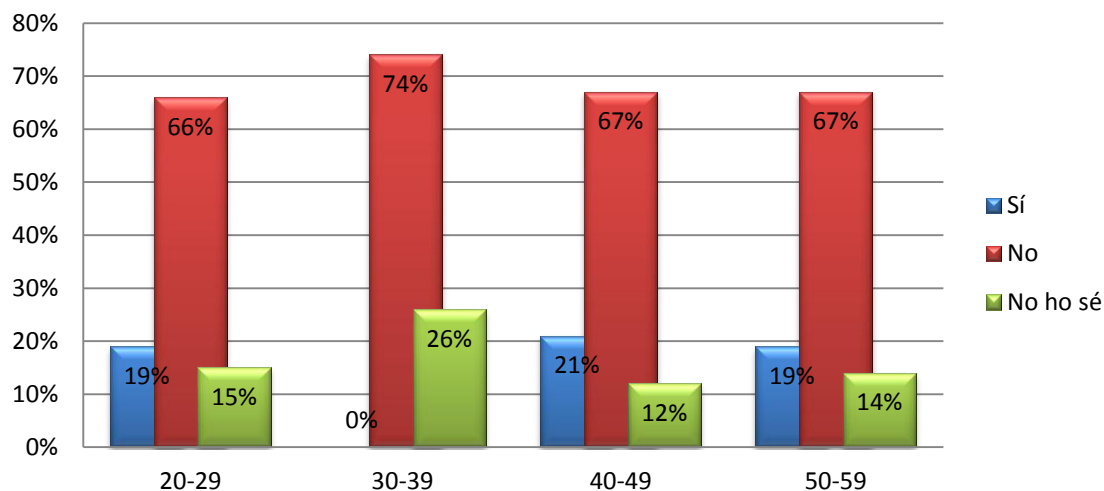
La meitat de la població enquestada sap com funciona l'energia nuclear i l'altra meitat no ho sap.



Gràfic 2: Creació pròpia

Mes del 65% de la població enquestada sap com funciona una placa solar. Saben el coneixement basic, és a dir, que transforma energia solar en elèctrica.

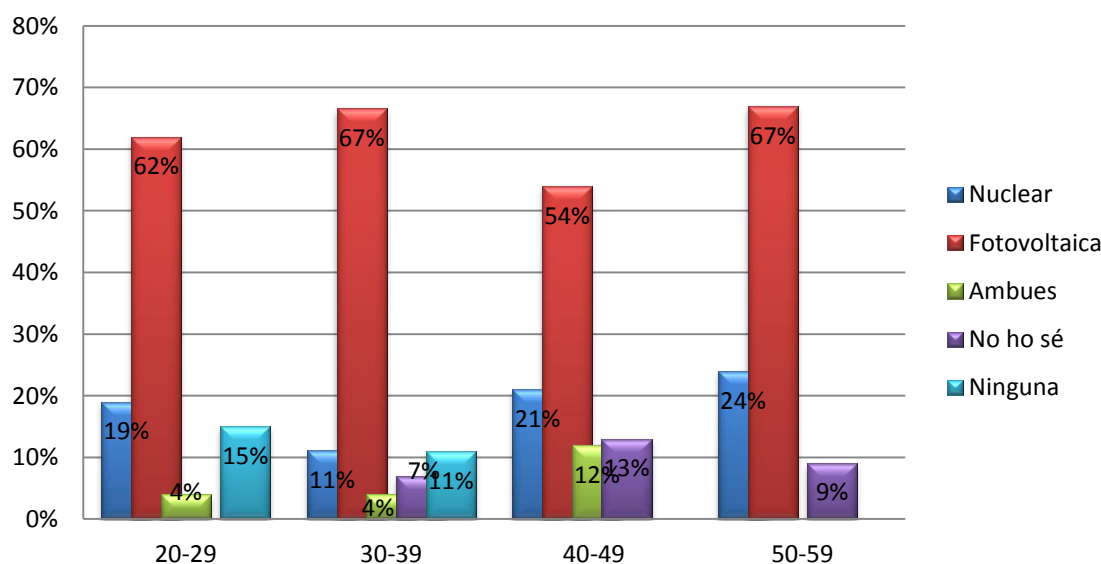
13. Penses que és millor l'energia nuclear que la fotovoltaica?



Gràfic 3: Creació pròpia

Molta gent pensa que l'energia fotovoltaica és millor que la nuclear, una petita part pensa el contrari i una part no ho sap. Els que pensen que sí és per la diferència de producció.

19. Quina penses que és l'energia del futur?



Gràfic 4: Creació pròpia

La majoria de la població creu que l'energia del futur serà l'energia fotovoltaica perquè veuen que no contamina i que funciona transformant l'energia del sol, que és gratuïta, en energia elèctrica.

10. Producció de les plaques fotovoltaïques de l'institut

10.1 Tipus de plaques

Les plaques que hi ha a l'institut són plaques fotovoltaïques de làmina de silici. És una tecnologia nova i, a més, és més barata que les altres tecnologies com el silici policristal·lí, monocristal·lí... ja que el seu procés de fabricació és menys costós.

Aquets mòduls són menys sensibles a les ombres i a la brutícia superficial. Això és a causa que produeixen electricitat de manera superficial, és a dir, la superfície és la part activa del mòdul.

Aquets mòduls també tenen la propietat que la seva producció varia molt poc amb la temperatura, vol dir que a l'estiu la producció serà millor.

Característiques del mòdul fotovoltaic:

Mòdul fotovoltaic	
Model	Kaneka GEA 60
Potència nominal	60W
Tensió en circuit obert (Voc)	92V
Corrent en curt circuit (Isc)	1.19A
Tensió de màxima potència (V _{mp})	67V
Corrent de màxima potència (I _{mp})	0,90A
Pes	13,7kg
Dimensions	990x960x40 mm

Aquest panell està connectat amb uns altres 5 panells en sèrie, és a dir, unint la part negativa amb la positiva. Així s'aconsegueix sumar tensions i mantenir intensitat. S'obté el següent:

Camp fotovoltaic	
Nombre i model	5 Kaneka GEA 60
Potència nominal	300W
Tensió en circuit obert (Voc)	92V
Corrent en curt circuit (Isc)	5,95A
Tensió en màxima potència (Vpmp)	67V
Corrent de màxima potència (Ipmp)	4,5A

10.2 Producció elèctrica

Fent l'anàlisi de la producció elèctrica de les plaques de l'institut durant 70 dies, a partir del dia 6 de juliol del 2011 fins al dia 15 de setembre del 2011, surten aquestes dades fent mitges aritmètiques dels resultats dia a dia:

- La mitjana del voltatge durant els 70 dies és de 83,53V.
- La mitjana de la potencia durant els 70 dies és de 103,14W.

Això vol dir que la tensió està bé, encara que hauria de ser una mica més alta.

La potència de 100 W de mitjana durant els 70 dies és una mica baixa, ja que la màxima potència que pot assolir és de 300W i assoleix una de 100W.

10.3 Tipus de bateries

Les bateries, o acumuladors energètics, estan composades per 6 cel·les connectades en sèrie subministrant una tensió de 12V. Són acumuladors d'àcid sulfúric i plom, pel qual tenen una reacció de càrrega i de descàrrega:



Aquestes bateries són diferents a les de cotxe perquè tenen una concentració d'àcid diferent i més material actiu, així milloren el seu funcionament.

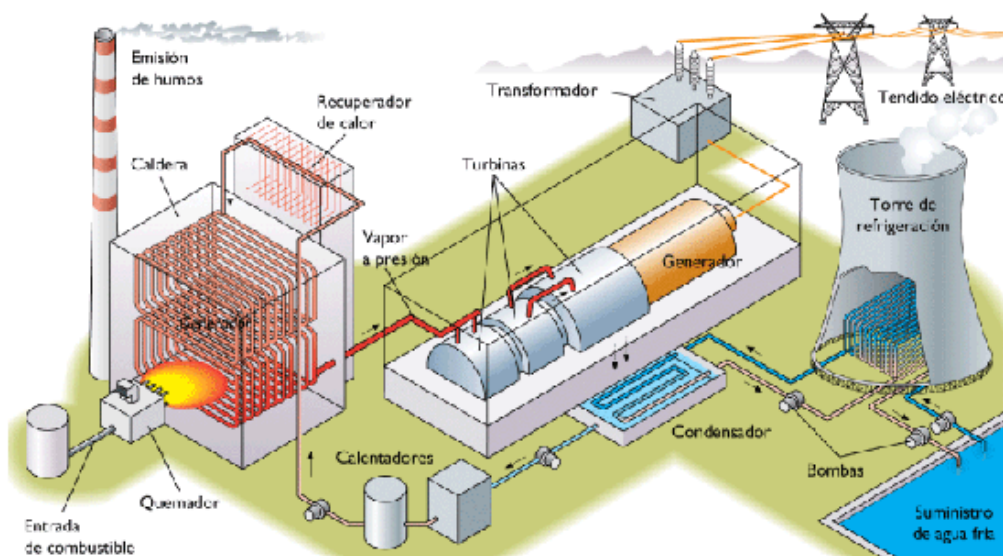
11. Substituir la central tèrmica de Cubelles per plaques solars

11.1 Central tèrmica de Cubelles

La central tèrmica de Cubelles va ser construïda al 1979. Té com a propietària l'empresa Endesa i té una producció de 520MW.

Als inicis era rebutjada per la forta contaminació que aportaria tant al parc del Foix, com a les aigües que s'avocaven, la pol·lució, etc.

FUNCIONAMENT:



Il·lustració 17: Funcionament central tèrmica

És una central en que el seu combustible és el gasoil. Aquest gasoil es guarda en uns dipòsits als turons. És transportat fins a la central mitjançant canonades on es crema. Al cremar el gasoil s'obté una energia calorífica utilitzada per fer bullir l'aigua i així obtenir vapor d'aigua a pressió per fer funcionar les turbines. Aquestes turbines tenen un alternador que generarà energia elèctrica. Després aquesta aigua calenta és refrigerada amb aigua marina, l'aigua abocada al mar té una temperatura més alta que aquest, així que el contamina afectant a les espècies autòctones.

L'energia elèctrica produïda anirà a la xarxa elèctrica mitjançant el cablejat elèctric.

11.2 Substitució de la central per plaques solars

- La central tèrmica del Foix té una potència de 520MW, que passats a W és un total de $5,2 \cdot 10^8 \text{ W}$
- Cada placa solar Kaneka GEA 60 té una potència nominal de 60 W.

Per substituir la central tèrmica per plaques solars primer hem de fer càlcul de la separació que hi ha d'haver entre fila i fila de plaques.

Dades:

$$L = 1004\text{mm} \sim 1\text{m}$$

$$\beta = 45^\circ$$

$$\text{Latitud Cubelles} \sim 41^\circ$$

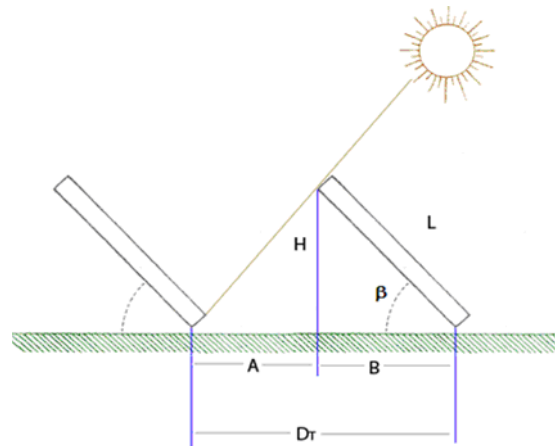
Operacions:

$$H = L \cdot \sin \beta = 1\text{m} \cdot \sin 45^\circ = 0,71\text{m}$$

$$A = \frac{H}{\tan(61 - \text{latitud})} = \frac{0,71\text{m}}{\tan(61 - 41)} = \underline{1,95\text{m}}$$

$$B = \frac{\cos \beta}{L} = \frac{0,71}{1\text{m}} = \underline{0,71\text{m}}$$

$$D_T = A + B = 1,95\text{m} + 0,71 = \underline{2,66\text{m}}$$



Il·lustració 18: càlcul de distàncies

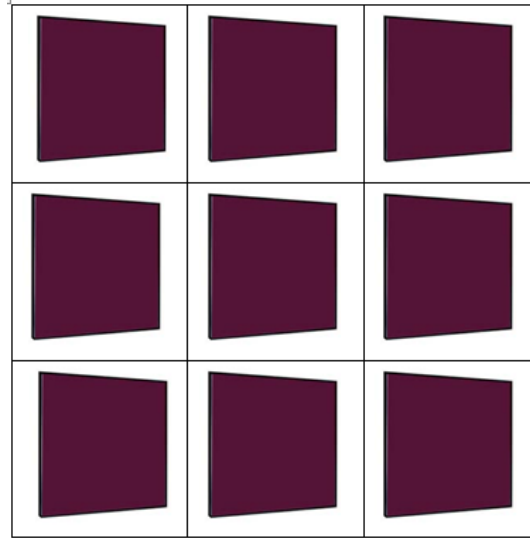
Després d'haver calculat la distància, que en el meu cas serà de 2,66m, s'ha que mirar la quantitat de plaques que necessitem. Això es calcularà mitjançant la divisió de la potència de la central tèrmica entre la potència d'una placa.

$$\text{Nº de plaques} = \frac{\text{potència de la central}}{\text{potència de cada placa}} = \frac{520\,000\,000\text{ W}}{60\text{ W}} = \underline{8,7 \cdot 10^6 \text{ plaques}}$$

Si es fa, surt un total de $8,7 \cdot 10^6$ plaques solar Kaneka. Això ara ho arrodonirem a $9 \cdot 10^6$ perquè, com ja se sap, la producció de la placa solar depèn del clima, entre altres.

Ara que es sap el nombre de plaques, s'ha de saber la disposició en l'espai i quants m² ocuparà.

Primer s'haurà de saber la disposició de les plaques solars, jo he decidit fer-lo en un quadrat de $(3 \cdot 10^3) \times (3 \cdot 10^3)$.



Per un lateral tenim la separació entre placa i placa multiplicada pel nombre de plaques, és a dir: $2,66\text{m} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ plaques} = \underline{8 \cdot 10^3 \text{ m}}$.

Per l'altre lateral tenim l'amplada de cada placa multiplicada pel nombre de plaques i sumant dues vegades la distància que es deixarà entre elles (suposem uns 30cm): $(0,64\text{m} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ plaques}) + (2 \cdot 0.3\text{m}) = \underline{1.9 \cdot 10^3 \text{ m}}$.

La superfície que ocuparan es calcula multiplicant la distància de cada costat: $8 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 1.9 \cdot 10^3 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ m}^2 = \underline{\text{15 milions de m}^2}$, que es el mateix que 1500ha.

Per tant, a la població de Cubelles és impossible substituir aquesta central tèrmica perquè Cubelles té una superfície de 13500m^2 i hem dit que per igualar la potencia de la central necessitàvem 15 milions de m².

12. Projecte: fabricar una placa fotovoltaica

OBJECTIU:

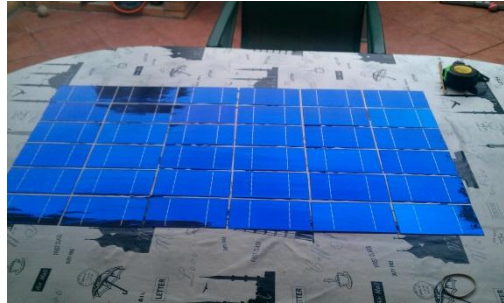
Construir una placa fotovoltaica que sigui capaç de produir energia elèctrica mitjançant la llum solar.

MATERIAL:

- Cèl·lules fotovoltaiques
- Panell de fusta dur
- Panell de fusta perforat
- Estany de soldadura electrònica (50% Sn, 50% Pb)
- Soldador electrònic
- Tornavisos
- Cargols
- Trepant
- Metacrilat
- Fusta
- Silicona
- Cable de coure
- Díode 6A
- Bateria de cotxe
- Voltímetre
- Amperímetre
- Tab wire 40 ft de 1,5mm.
- Bus wire 3 ft de 5mm.
- Original Flux Kester
- Calculadora
- Llapis
- Bombetes de 4,8V
- Maqueta d'una casa de fusta

PROCEDIMENT

1. Aconseguir el material.
2. Fer un croquis de com organitzarem les cèl·lules solars.



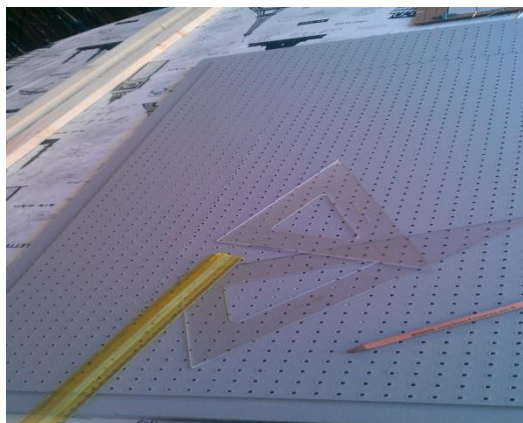
II·lustració 19: Croquis

3. Agafar les fustes, tant la foradada com l'altra, pintar-les i enganxar la fusta foradada a la fusta dura. La fusta foradada és perquè si la placa agafa humitat, aquesta humitat al condensar-se no es quedi al metall i caigui pels forats de la fusta.



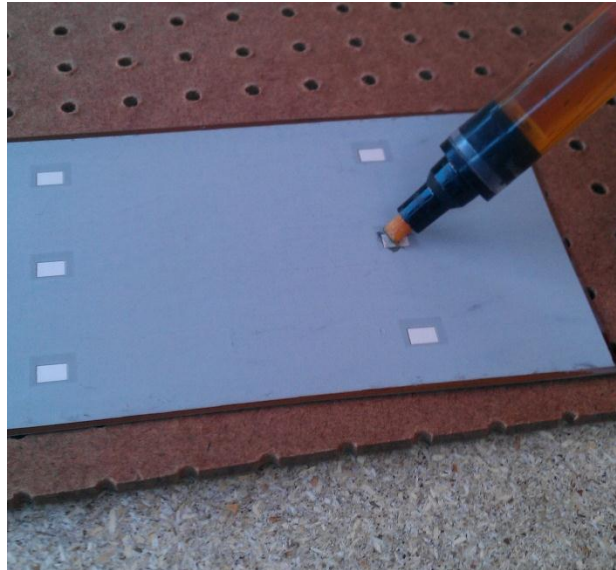
II·lustració 20: Taules pintades i enganxades

4. Amb un llapis i el regle, dibuixar el croquis que hem fet abans.



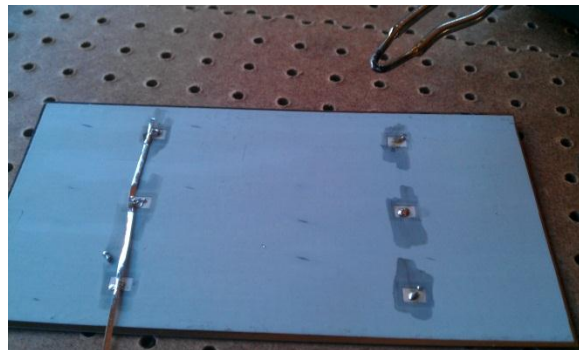
II·lustració 21: Dibuixar croquis

5. Amb el flux kester, netejar cada punt on soldarem amb estany.



Il·lustració 22: Netejar punts de soldadura

6. Amb el soldador d'estany, soldar les tires de tab wire als tres punts positius de la placa deixant la mesura de l'altre placa. Això ho fem amb totes les cèl·lules.



Il·lustració 23: Soldar els tres punts

7. Quan tinguem totes les cèl·lules soldades començar a enganxar-les a la fusta amb silicona calenta.



Il·lustració 24: Enganxar les cèl·lules

8. Unir-les en sèrie, és a dir, si tenim el fill amb la part positiva la unirem a la part negativa de la cèl·lula (part blava).



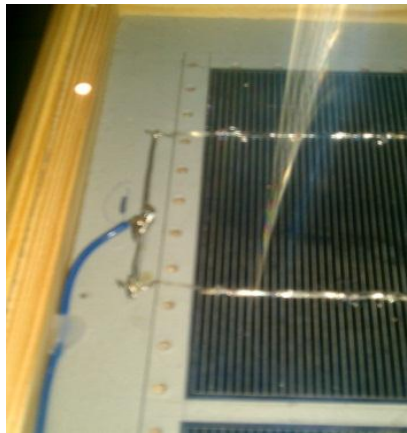
Il·lustració 25: Soldar cèl·lula i cèl·lula



Il·lustració 26: Cèl·lules soldades

9. Així amb les 36 cèl·lules obtindrem un circuit en sèrie en que el voltatge serà de $0,5 \cdot 36 = 18$. Aquest voltatge depèn de cada cèl·lula, pot ser que tinguin més o menys.
10. Tallar a la mida els marcs de fusta amb els angles a 45° .
11. Posar el marc de fusta i enganxar-lo amb un tornavís i cargols.

- 12.** Amb el marc enganxat, posar el cable per on sortirà l'electricitat. Aquet cable ha de ser doble i ha d'estar connectat un cable a la part negativa i un altre a la part positiva mitjançant una soldadura d'estany.



Il·lustració 27: Cable negatiu



Il·lustració 28: Cable positiu

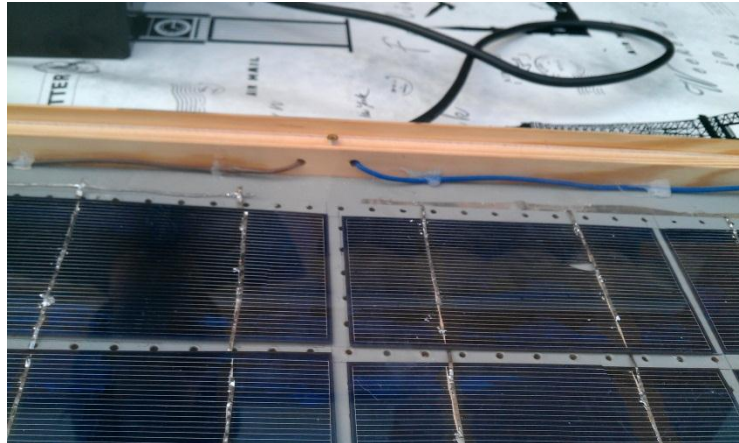
- 13.** Tallar el cable positiu pelar-lo a les dues bandes.
- 14.** Amb el soldador d'estany i els dos cables pelats, posar el díode i soldar-lo al cable amb estany.



Il·lustració 29: Díode

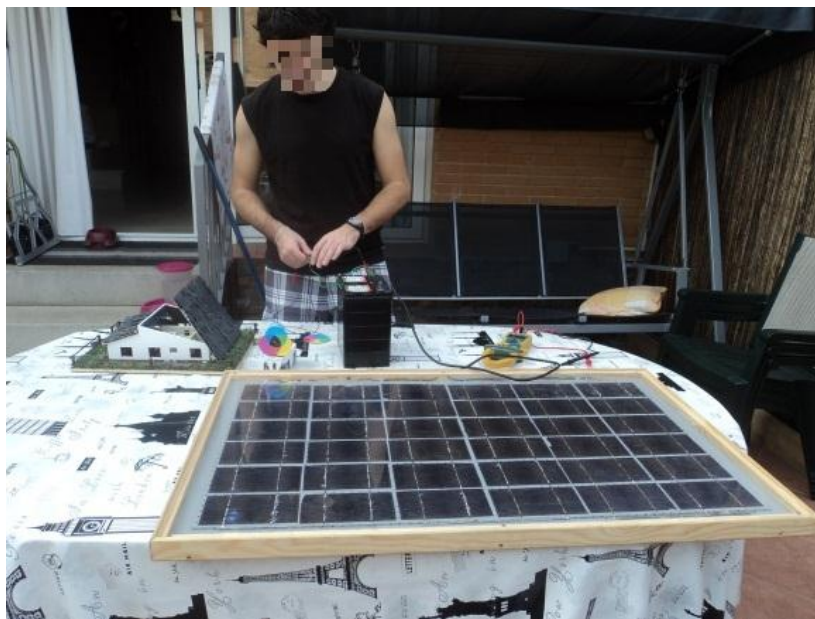
- 15.** Fer un forat al marc amb el trepant per on s'ha de passar el cable que sortirà al exterior.

- 16.** Un cop tenim la instal·lació elèctrica feta, posar el metacrilat o vidre per protegir les cèl·lules tant de la pluja, com de les pedregades, neu, etc. Aquest metacrilat s'ha de comprar tallat o es pot tallar a casa.
- 17.** Per subjectar el metacrilat al marc, primer s'ha de fixar amb cargols fen un forat al metacrilat amb el trepant, això serà per comprovar si falla alguna cosa. Un cop es sap que està tot bé s'ha de segellar amb silicona aquest metacrilat per evitar que entri brutícia.



Il·lustració 30: Cables

- 18.** Un cop estigui tot, posar la placa amb una inclinació de 45° i mirar el voltatge la hora de màxima insolació, és a dir sobre les 13:00h. El voltatge mesurat a aquesta hora és de 20V.
- 19.** Si veiem que és de 18V o més vol dir que la placa funciona correctament.
- 20.** Ara es connecta la placa a una bateria de cotxe, la meua és reutilitzada. Aquestes bateries estan compostes d'àcid sulfúric i plom.
- 21.** Després aquesta bateria la connectem a la maqueta de la casa amb tres llums connectades en sèrie i les llums s'encendran, o al petit motor per a fer girar el cercle cromàtic.



Il·lustració 31: Provant el circuit



Il·lustració 32: Circuit en funcionament

RESULTATS DE LA PRÀCTICA

El resultat és una placa solar fotovoltaica capaç de produir 18V amb una intensitat de 0,1A. Aquesta es pot utilitzar per carregar bateries o fer-la part de la instal·lació de la casa mitjançant un regulador i un inversor.

Mòdul fotovoltaic	
Model	Silici Amorf ONYX
Potència nominal	2W
Tensió en circuit obert (Voc)	18V
Corrent en curt circuit (Isc)	0,2A
Tensió de màxima potència (Vpmp)	67V
Corrent de màxima potència (Ipmp)	0,1A
Pes	12kg
Dimensions	1004x640x40 mm

Aquesta es pot connectar en sèrie o en paral·lel amb altres plaques i així es pot augmentar la producció d'energia elèctrica. Per instal·lar-la a casa nostre necessitem un inversor per transformar l'energia elèctrica de 12V a 220V. També necessitem un acumulador on poder acumular l'energia, si és necessari.

CONCLUSIONS DE LA PRÀCTICA

Amb el material que tenia, havia d'obtenir teòricament una placa de 18 V ja que cada cèl·lula té un voltatge de 0,5V i he obtingut que amb la màxima insolació en un dia sense núvols i entre les 12:00h i 13:00h he obtingut 20V.

Problemes: he tingut problemes a l'hora d'aconseguir les cèl·lules perquè no es venen a qualsevol botiga i, al final, les he acabat comprant per internet. També m'ha faltat material. M'ha fet falta tant Tab wire 40 ft de 1,5mm com Bus wire 3 ft de 5mm. Aquests materials s'utilitzen a electrònica. Vaig buscar a diverses botigues però al final no he trobat, al final vaig decidir substituir-ho per estany en algunes zones de la placa.

Un altre problema que vaig tenir, va ser que el soldador es va espatllar i vaig haver d'esperar fins que em vaig poder comprar un altre. El preu del material ha sigut molt elevat.

Finalment l'últim problema és que a l'exposició que vaig fer a Sitges a la Ciència al carrer, se'm va espatllar el motor i no vaig poder fer l'exposició en que el motor gira i fa que el cercle cromàtic es torni blanc.

Aquesta pràctica m'ha servit per aprendre com funciona una placa solar, els materials que la componen, el procés de fabricació. M'he adonat que una de les energies del futur és l'energia fotovoltaica ja que és una energia que funciona amb el Sol, que és gratuït.

CONCLUSIÓ

Avui dia vivim en un món on és impossible viure sense energia. L'energia és fonamental en les nostres vides. S'obté de diferents formes. Jo en aquest treball m'he basat en dues energies: l'energia fotovoltaica i l'energia nuclear.

Al món en que vivim, als països desenvolupats l'energia nuclear és l'energia de la qual s'obté el major percentatge d'energia elèctrica. L'energia nuclear és perillosa si no s'utilitza correctament ja que hi poden haver catàstrofes com la de Txernobil, o com Fukushima que va ser produïda per una catàstrofe natural. Des del moment que hi ha centrals nuclears al Japó estan exposades a que pugui passar una catàstrofe ja que el Japó està situat a una zona on les plaques tectòniques xoquen i hi ha risc de terratrèmols.

Segons la meua opinió l'energia nuclear és l'energia del futur perquè encara queda per investigar en aquest apartat i crec que en un futur serà una de les energies més segures i més productives amb diferència de les altres. Per l'altra banda l'energia fotovoltaica és una energia renovable que funciona amb l'energia del Sol, que és gratuïta. En aquest moment l'energia fotovoltaica té una eficiència molt baixa, però crec que en un futur, gràcies a la investigació de moltes empreses, augmentarà exponencialment i serà una de les fonts més importats d'aportació d'energia elèctrica juntament amb la nuclear. És una energia que li falta molta investigació però que, més endavant, serà important.

Amb aquest treball, m'he adornat que les dues energies tenen tan avantatges com desavantatges i que la gent té una visió mal feta de la realitat, ja que ni l'energia nuclear és tot desavantatges i perill, ni l'energia fotovoltaica és tot avantatges i seguretat.

La meua hipòtesis era que l'energia nuclear és millor que la fotovoltaica. La resposta és bastant subjectiva. Segons l'opinió de la majoria de la gent, l'energia fotovoltaica és millor que la nuclear. Però, segons el que he vist, són energies diferents i, per tant, cap és millor que l'altre. Crec que els dos tipus d'energia són importats i que sense ells no podríem viure.

AGRAÏMENTS

Agraeixo a la meva tutora del treball de recerca, per haver-me guiat, estar quan la necessitava i ajudar-me a fer el treball correctament.

Agraeixo l'ajuda prestada per els meus pares donant-me ànims i ajudant-me en coses que no entenia molt bé.

Agraeixo l'ajuda de la meva parella acompanyant-me a entregar les enquestes, donant-me ànims i ajudant-me a decidir com estructurar el treball.

Per últim, agraeixo a empreses com Enresa, al senyor Luís Preciado que em va guiar a la visita de Vandellós I, que administra Enresa, i per aportar-me material didàctic per al meu treball.

BIBLIOGRAFIA

PÀGINES WED

- <http://alt1040.com/2010/01/la-fusion-nuclear-controlada-mas-cerca-192-laseres-y-669-kilojulios-tienen-la-culpa>
- <http://caoscultural.com/fusion-nuclear/250/>
- http://centros6.pntic.mec.es/cea.pablo.guzman/lecciones_fisica/energia_nuclear.htm#Inconvenientes de la energía nuclear
- http://cindoc.ciemat.es/adjuntos_documentos/Alonso-chenlo.pdf
- <http://desenchufados.net/torres-de-refrigeracion-de-tiro-natural-desde-dentro/>
- <http://erenovable.com/2007/09/18/europa-lider-mundial-en-energia-solar/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable_en_Espa%C3%B1a
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiactividad>
- <http://eurocontaminacion.blogspot.com/2005/12/elementos-contaminantes.html>
- http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/partbeta/partbeta.html
- <http://sepr.es/>
- <http://solarfotovoltica.galeon.com/ARCHIVOS/efecto.htm>
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo5b.html>
- http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234260365_Uso_dePanelesSolaresBarcos_MARVIVA.pdf
- http://www.ciemat.es/recursos/doc/Areas_Actividad/Energia/1956405936_184200691826.pdf
- http://www.csn.es/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=88&Itemid=174&lang=es
- <http://www.energia-nuclear.net/>
- <http://www.energia-solar.org.es/m-energia-fotovoltica.html>
- http://www.euskadi.net/r33-2732/es/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9512.pdf

- <http://www.foronuclear.org/glosario.jsp>
- http://www.foronuclear.org/noticias_anteriores.jsp
- http://www.foronuclear.org/pdf/monograficos/introduccion_reactoresnucleares.pdf
- <http://www.greenpeace.org/espana/es/Blog/ms-pases-se-suman-a-la-revolucin-energtica/blog/37579/>
- <http://www.greenpeace.org/espana/es/Blog/tiene-que-subir-la-luz/blog/32758/>
- <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2010/07/19/fision-nuclear/>
- <http://www.icrp.org/>
- <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/id.29/reلمenu.46>
- http://www.jenijos.com/CENTRALESNUCLEARES/centrales_nucleares.htm
- <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/refrigeracion/torres-enfriamiento.htm>
- <http://www.madrimasd.org/blogs/ciencianuclear/2006/12/01/53391>
- <http://www.manueljodar.com/pua/pua4.htm>
- <http://www.mityc.es/energia/Nuclear/Paginas/IndexEnergiaNuclear.aspx>
- <http://www.mtin.es/>
- <http://www.portalplanetasedna.com.ar/fotoelectrico.htm>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectrico>
- <http://www.xtec.es/~mferna99/projecte/radioac2.htm>
- <http://www-sen.upc.es/fusion/fusexpo/fusio.htm>

LLIBRES

- ARAGONÉS, Joan; HERNÁNDEZ, Maria Àngels i BUSQUETS, Josep Maria: *L'Energia del futur i les seves aplicacions*. Barcelona, Tibidabo Edicions, 2007.
- MOSQUERA MARTINEZ, Pepa i MERINO RUESGA, Luis: *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa debe saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Madrid, Fundación Confemetal Editorial, 2006.
- ORTEGA RODRÍGUEZ, Mario: *Energías Renovables*. Madrid, Editorial Paraninfo, 2000.
- SHAW MARTOS, María i WILLIART TORRES, Amalia: *Física Nuclear: problemas resueltos*. Madrid, Editorial Alianza Universidad Textos, 1996.
- TIPLER, Paul A.: *Física preuniversitaria. Volumen I*. Michigan, Editorial Reverté S.A., 2006. (Version española: Dr. Julián Fernández Ferrer).
- CREUS SOLÉ, Antonio : *Energías Renovables*. Barcelona, Editorial Ceysa 2000.
- ESCOBAR, Joan Josep; BRAZÍS, Enric: *Les energies renovables a Catalunya*. Bercelona. Editorial Viking, 1998.
- MADRID, Antonio: *Curso de energía solar*. Madrid, Editorial Mundi-prensa, 2009.

APÈNDIX I: Enquestes

1. Fitxa

Disseny i realització

L'enquesta ha sigut realitzada i dissenyada per mi.

Àmbit d'estudi

Cubelles.

Mida de la mostra

98 persones.

Nivell de confiança

Nivell de confiança del 80% i error $\pm 10\%$ per a l'anàlisi global.

Tipus d'enquesta

Entrevista personal. Es deixen a la persona enquestada i es passen a buscar un altre dia.

Supervisió, processament i informe

Jo.

Direcció i coordinació de la investigació

Jo.

Disseny de la mostra

La població de base de l'estudi s'ha establert en 4423 persones en tots el intervals d'edats.

La funció utilitzada per fer el càlcul final de la mostra ha sigut les taules de Arkin i Colton. El càlcul final ha sigut d'un total de 98 persones.

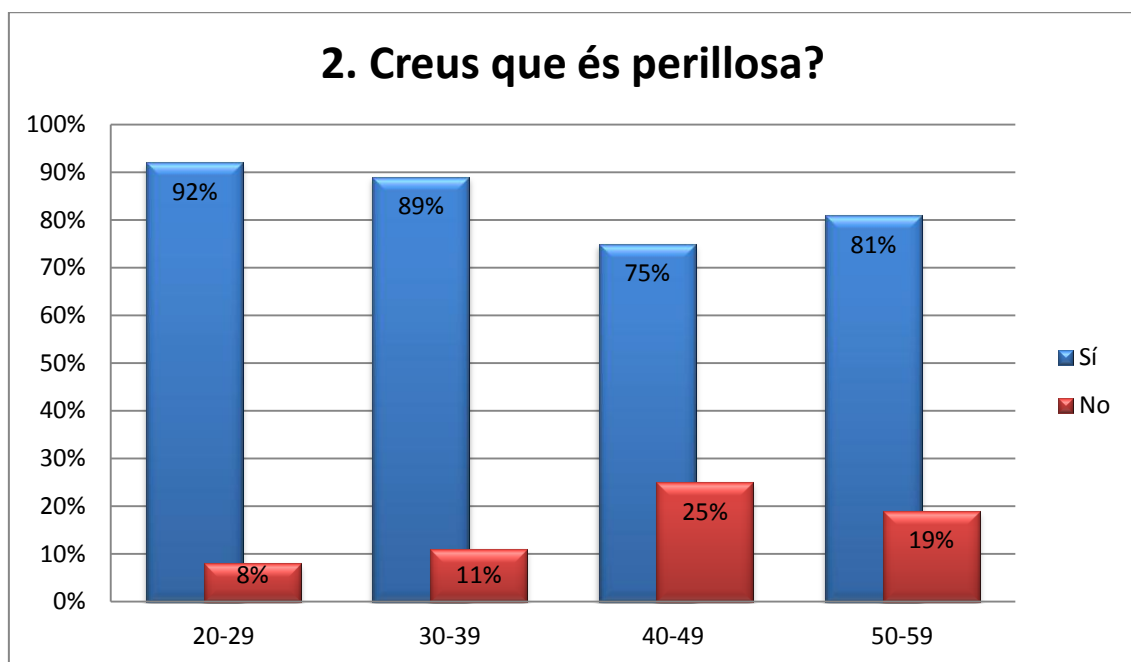
Aquest estudi ha sigut a nivell de Cubelles. Totes les enquestes han estat realitzades a gent de Cubelles.

La gent ha estat classificada en 4 grups segons la edat.

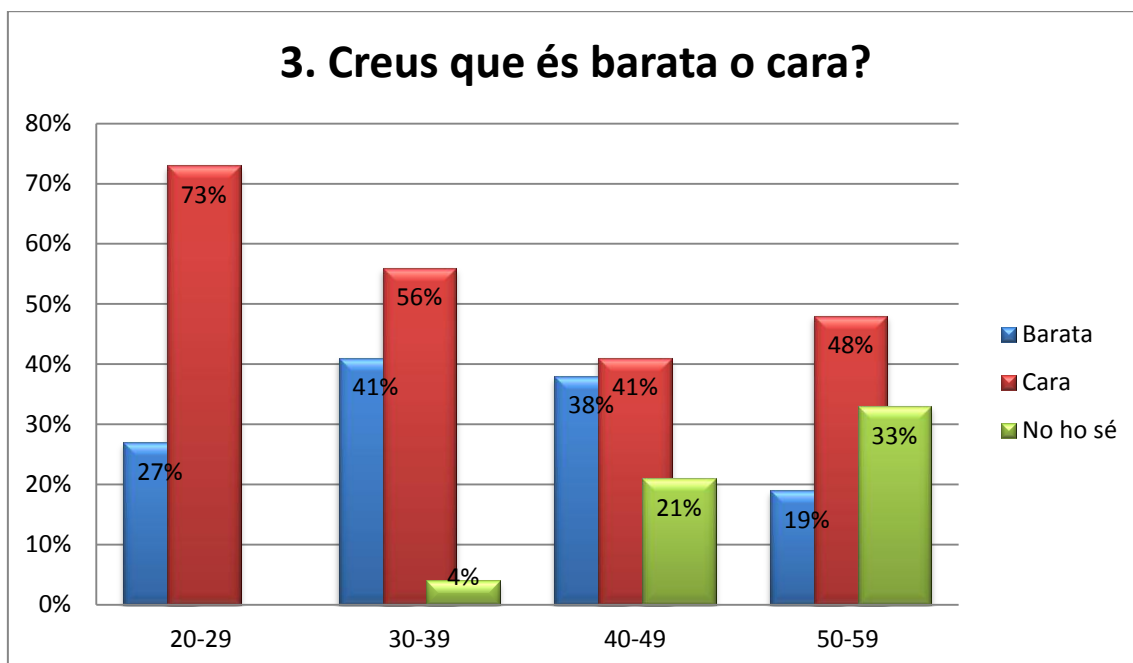
DISTRIBUCIÓ PER EDATS

Interval d'edats	Nombre de persones
20 a 29	26
30 a 39	27
40 a 49	24
50 a 59	21
TOTAL	98

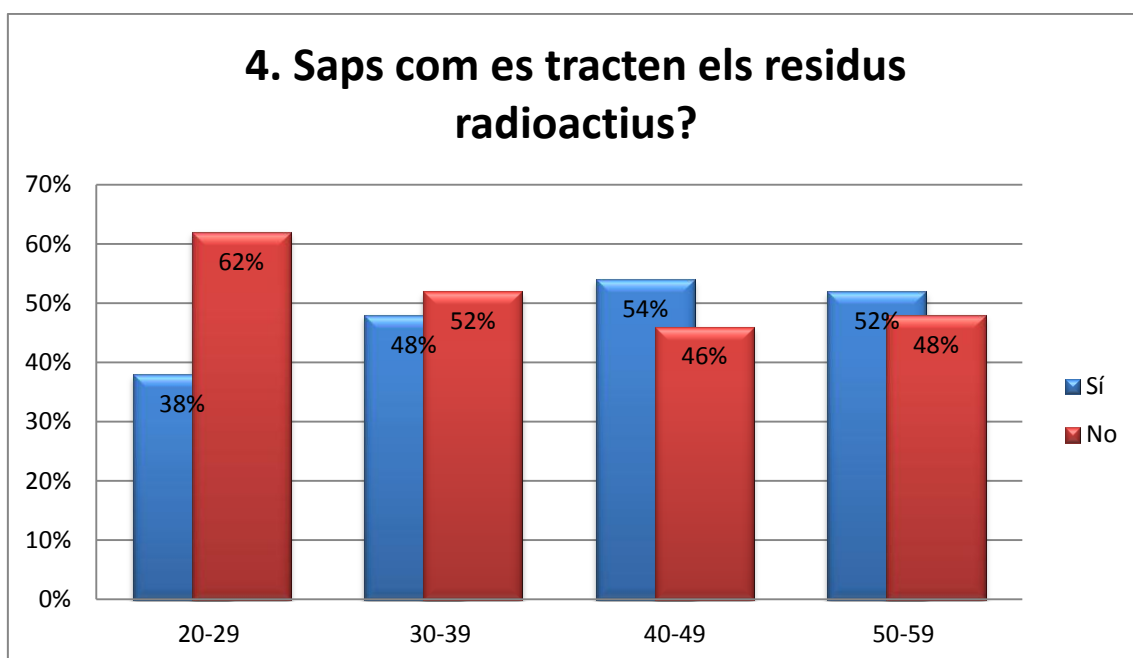
2. Resultats



Gràfic 5: Creació pròpia

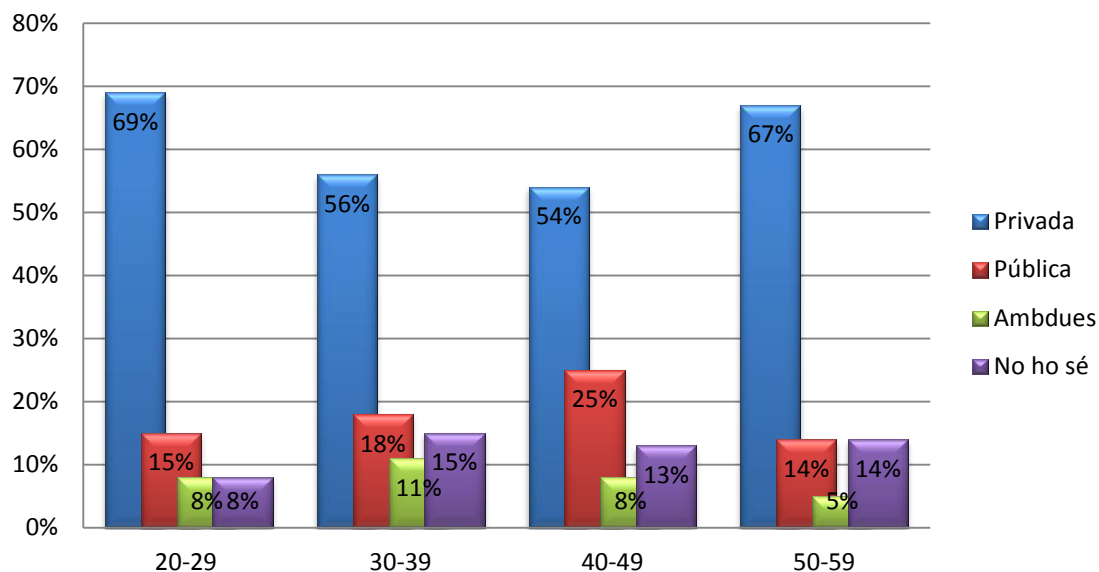


Gràfic 6: Creació pròpia



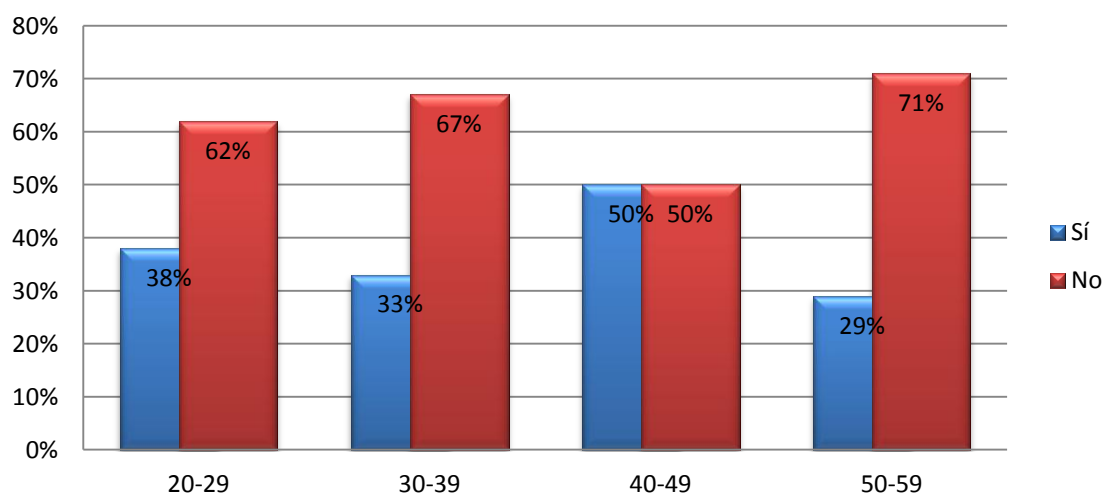
Gràfic 7: Creació pròpia

5. Creus que l'empresa de tractament de residus és privada o pública?

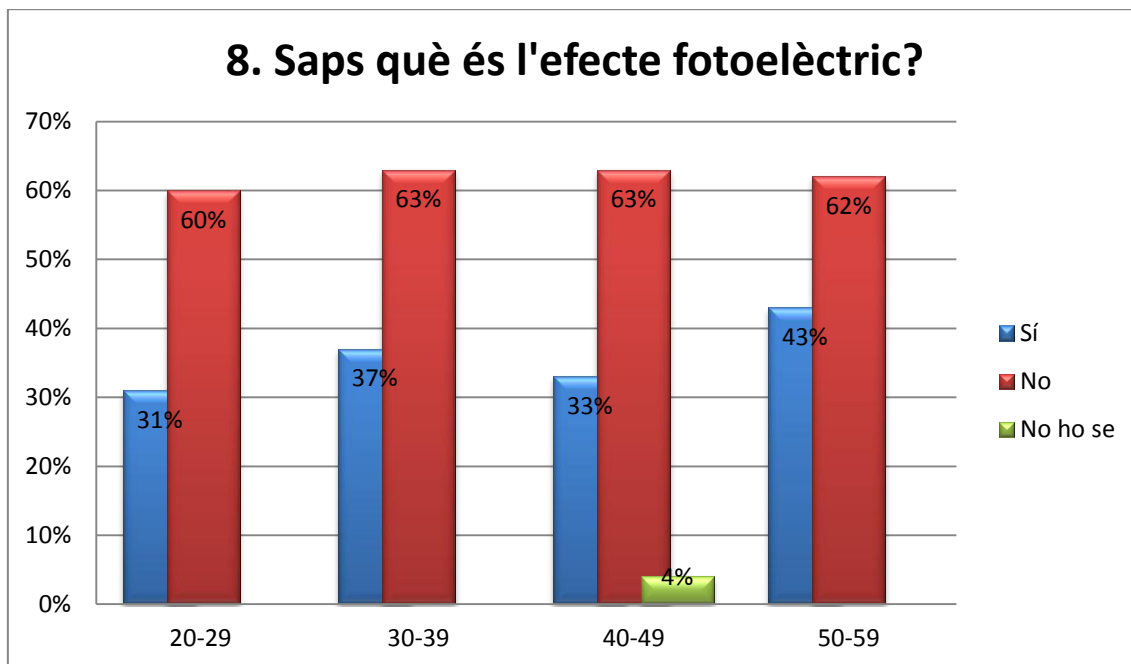


Gràfic 8: Creació pròpia

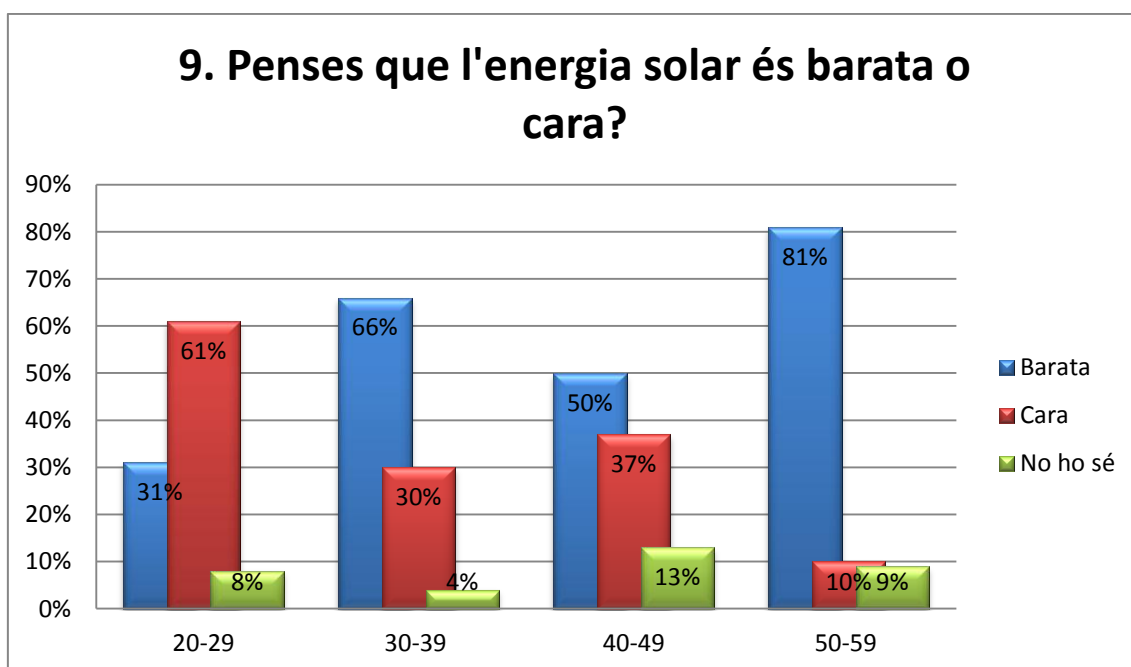
6. Saps per què es produeix la fissió nuclear?



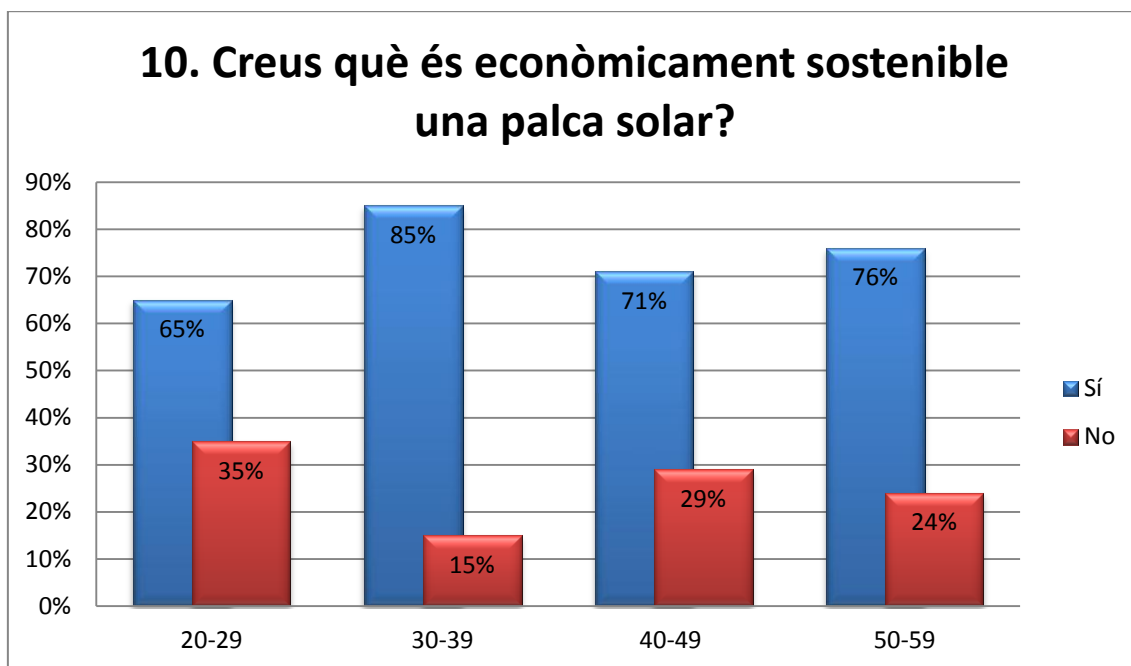
Gràfic 9: Creació pròpia



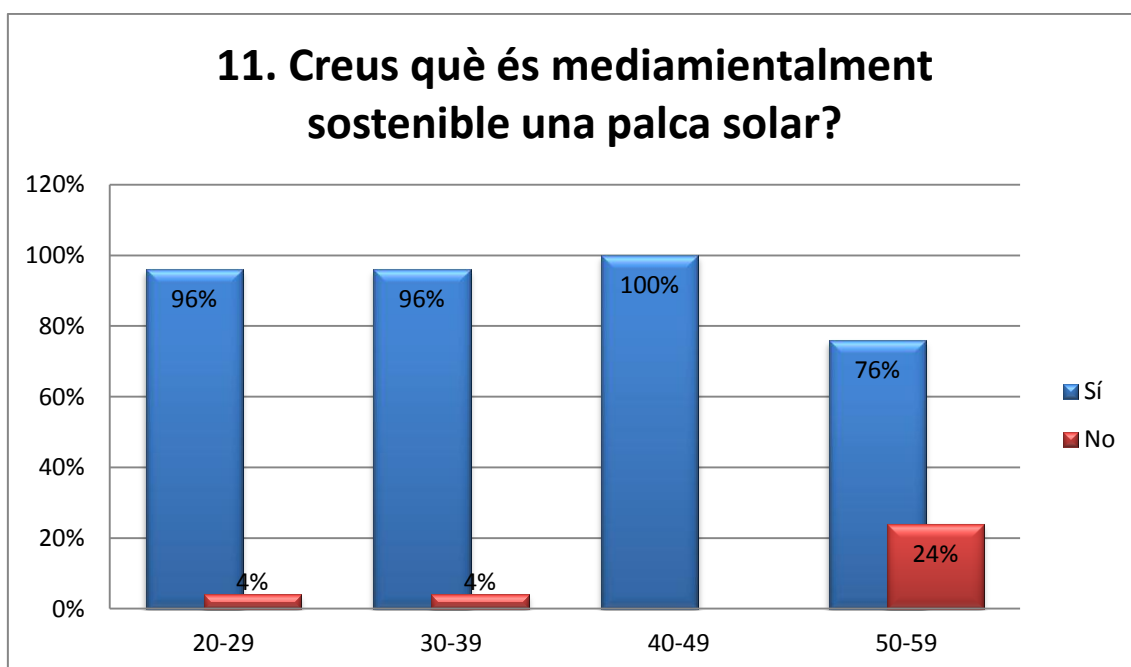
Gràfic 10: Creació pròpia



Gràfic 11: Creació pròpia

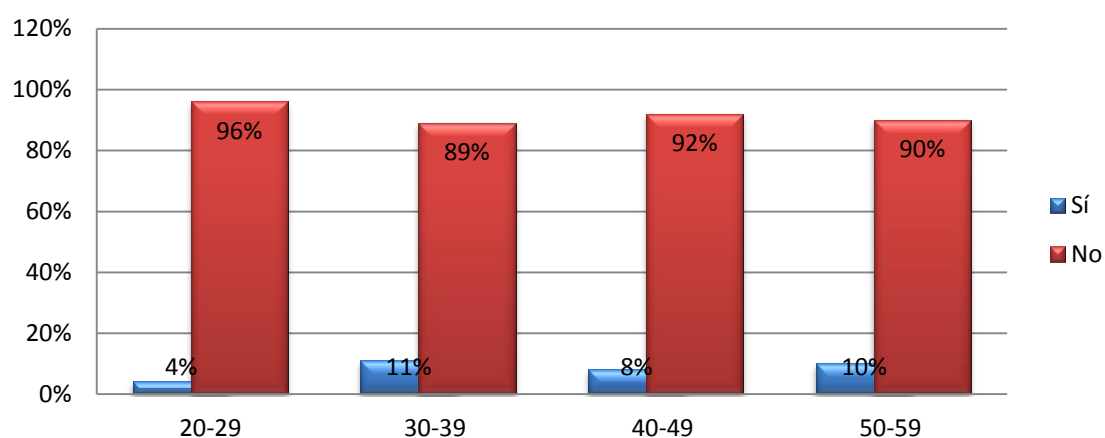


Gràfic 12: Creació pròpia



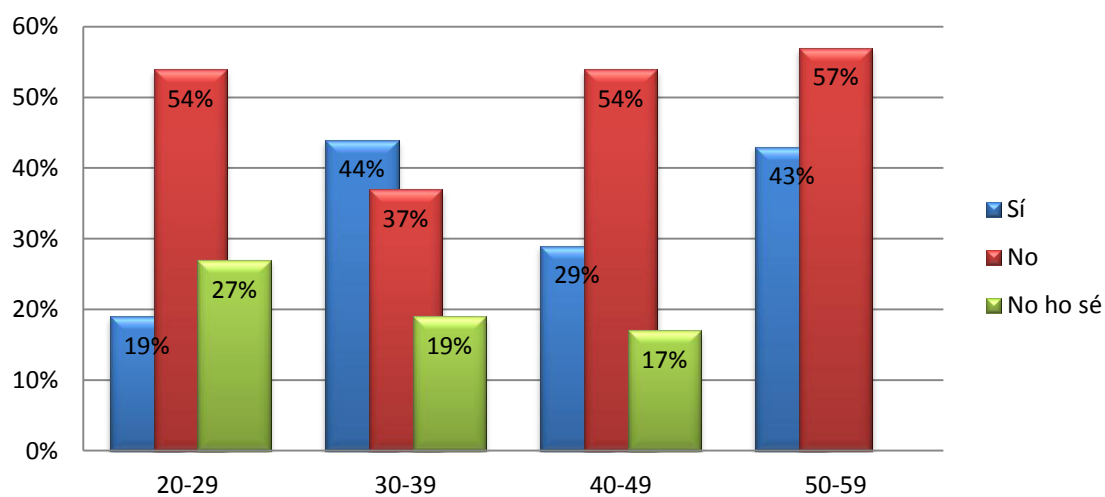
Gràfic 13: Creació pròpia

12. Creus que els medis de comunicació donen la informació correcta sobre l'energia?

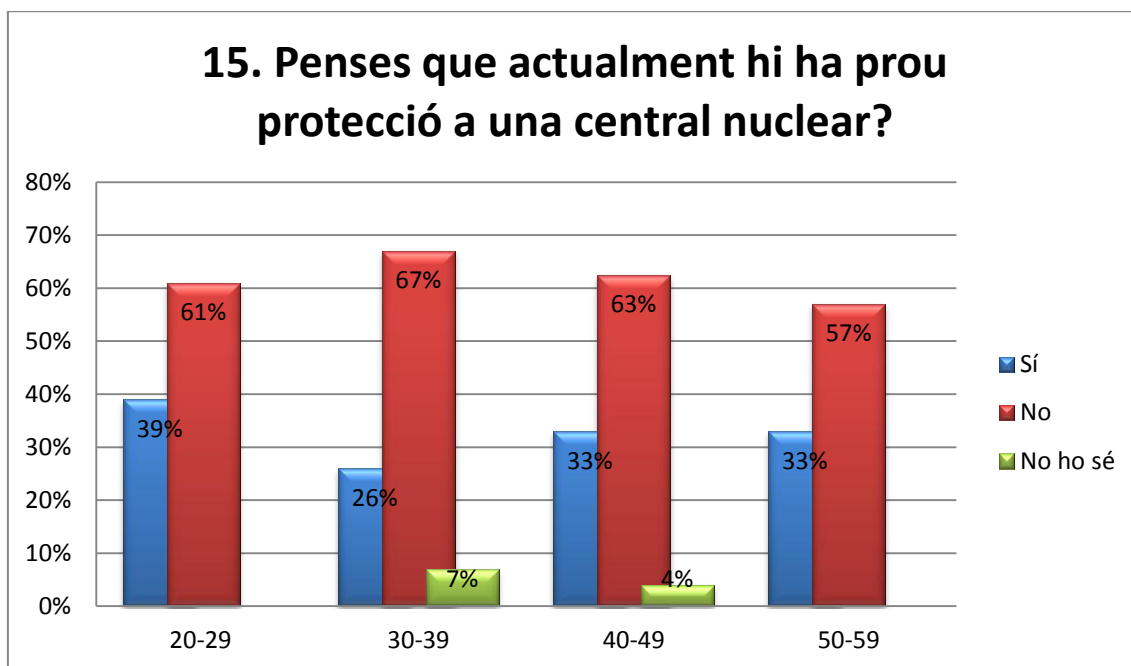


Gràfic 14: Creació pròpia

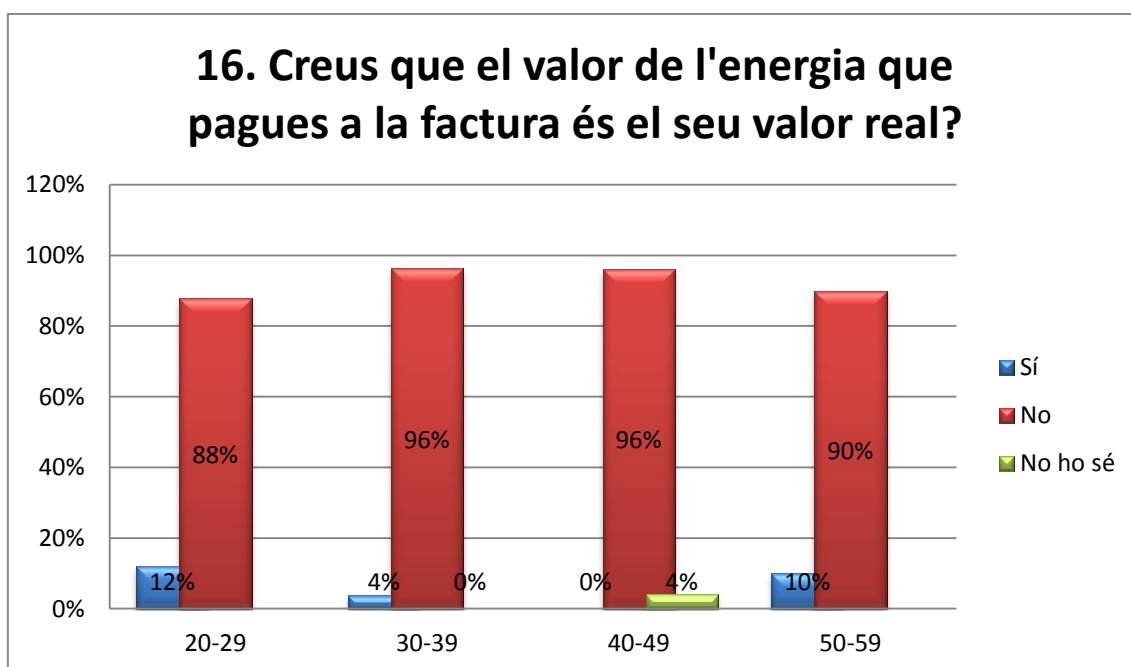
14. Creus que l'energia fotovoltaica és molt productiva?



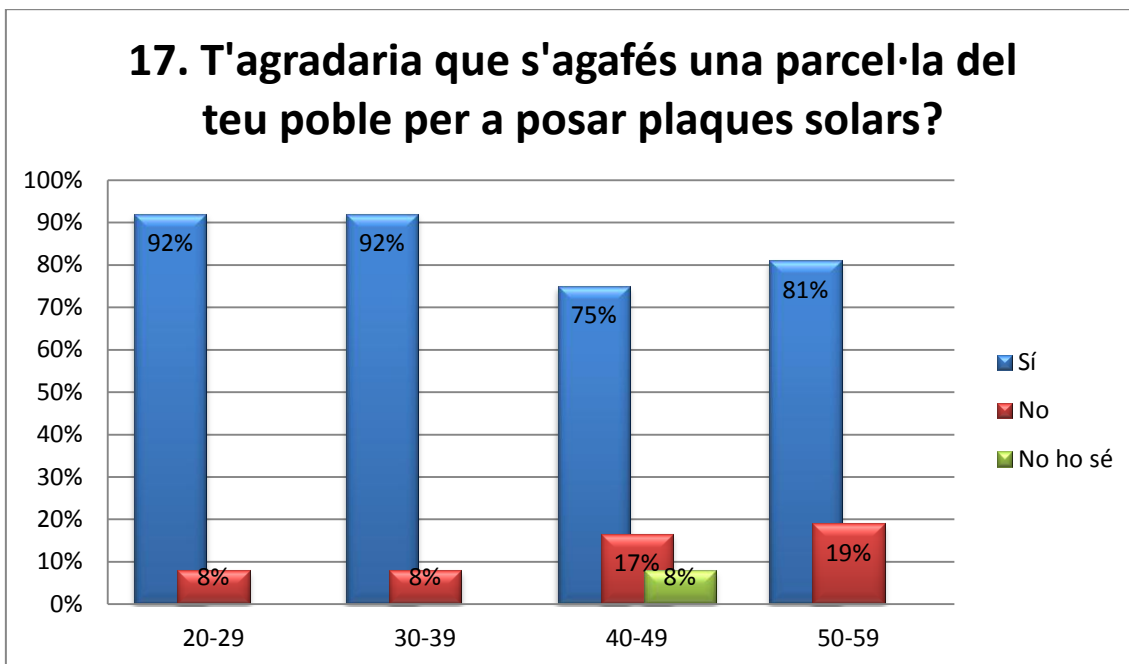
Gràfic 15: Creació pròpia



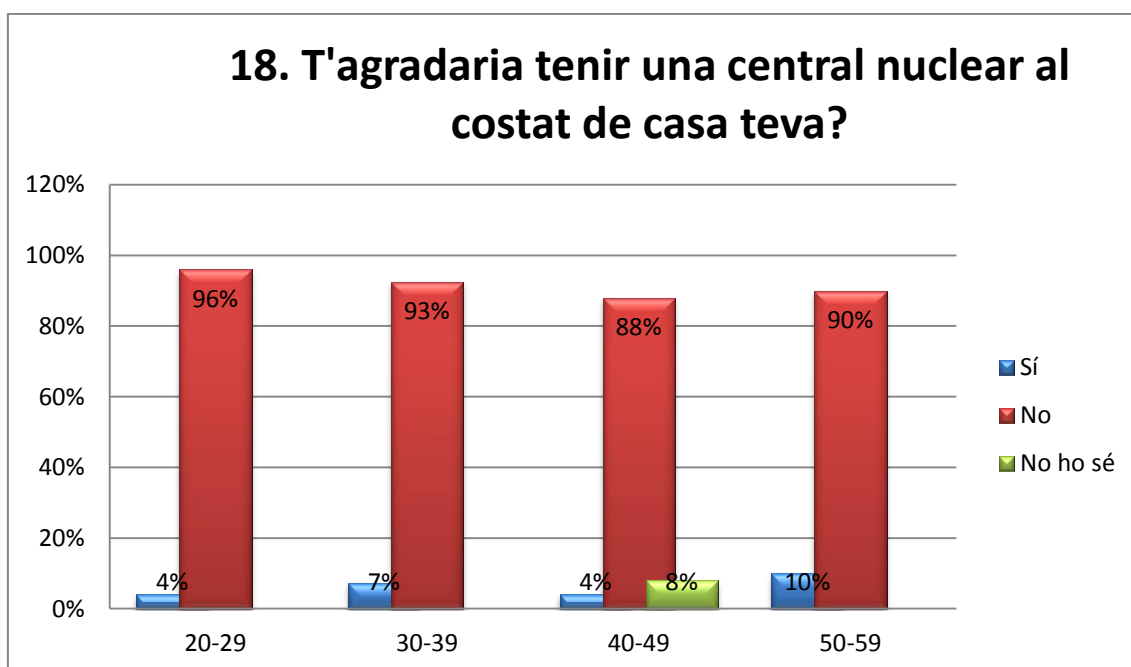
Gràfic 16: Creació pròpia



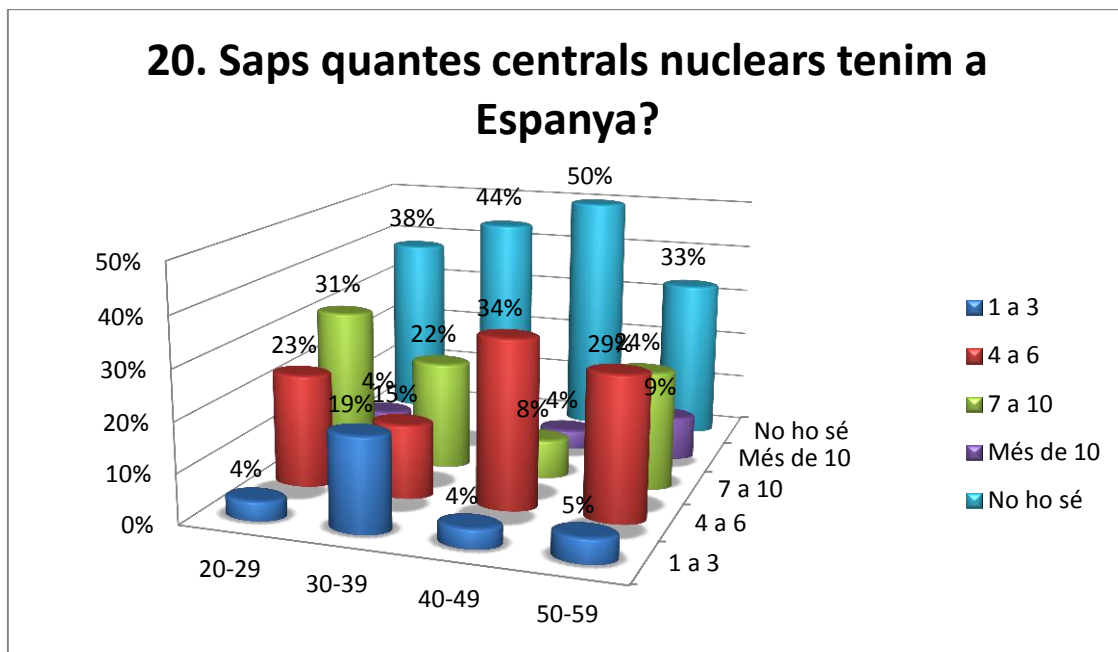
Gràfic 17: Creació pròpia



Gràfic 18: Creació pròpia



Gràfic 19: Creació pròpia



Gràfic 20: Creació pròpia

3. Conclusions

L'enquesta realitzada a la població m'ha servit per saber el que sap la gent sobre les energies. La majoria de la gent sap com funciona l'energia nuclear i l'energia fotovoltaica, però no saben els aspectes físics que les fan funcionar.

M'he adonat de que la gent té por a la central nuclear pel perill i no voldria tenir-ne una al costat de casa seva. A la pregunta si les centrals nuclears tenen prou protecció, molta gent m'ha dit que no. Això és degut a la por, ja que fa poc hi va haver el desastre nuclear de Fukushima al Japó i sobretot pel desastre de Txernòbil, que tothom recorda.

A la part d'energia solar fotovoltaica, la majoria de la gent creu que aquesta és l'energia del futur amb diferencia de la nuclear i que no els importaria tenir un hort solar a la població de Cubelles.

A la pregunta si es millor l'energia nuclear que la fotovoltaica més del 50% de la gent a contestat que no, que l'energia fotovoltaica és millor que la nuclear. Els altres percentatges estan dividits en no ho sé i en que si és millor la nuclear.

La conclusió és que la gent prefereix l'energia fotovoltaica abans de l'energia nuclear per por i perquè genera residus radioactius.

APÈNDIX II: Experiències personals

1. Una de les experiències que he tingut és quan vaig anar a La Ciència al Carrer de Sitges en que més de mil alumnes de diferents col·legis de la comarca anaven a veure diferents treballs.

Jo vaig anar amb la meva tutora del treball i amb la placa solar i una sèrie de diapositives explicant la construcció, el funcionament, el consum energètic, etc..

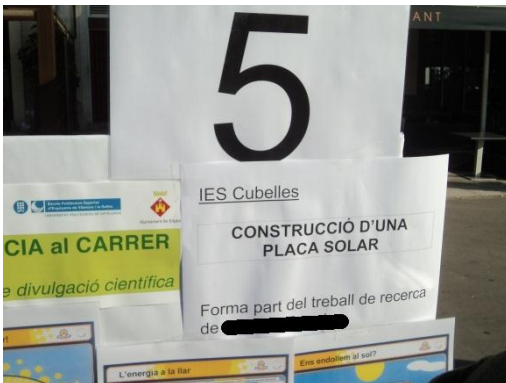
Dels diferents alumnes que van anar em va impressionar que molts s'interessaven per l'energia solar: com funciona, com he fet la placa... Altres alumnes es van interessar molt per les formes d'estalviar energia, ja que en sabien bastantes.

Els alumnes tenien un nivell que arribava fins que la placa agafa l'energia solar i la transforma en elèctrica. Molts no sabien què era una bateria ni quines partícules produïen l'electricitat (els electrons).

Molts treien la conclusió que Espanya i Catalunya són zones privilegiades a Europa amb molta irradiació solar que no aprofiten el suficient aquesta energia mentre que altres països com Alemanya, que té menys irradiació solar, aprofiten molt més aquesta energia, que és gratuïta.

Fotografies de l'exposició a Sitges





2. Un altra experiència que he tingut és anar a l'escola de primària de Cubelles, el CEIP Josep Andreu Charlie Rivel on vaig exposar la placa solar als alumnes de les 3 classes de 6è. Una de les professores em va demanar si podia exposar la placa i no vaig tenir cap problema. Vaig explicar una mica la construcció de la placa, els materials del que està formada, una mica per sobre d'on s'obté el silici, què és una bateria, etc.
- Em vaig trobar amb que la majoria dels nens no tenien molta idea de maneres d'estalviar energia, però que moltes les feien sense saber-ho. Els vaig explicar noves formes d'estalviar energia i em va semblar que se'n van adonar i que les posarien en practica a casa seva.
- A l'hora d'explicar-los com funciona la placa solar, donaven la impressió que tenien bastanta idea, ja que li vaig preguntar què són els electrons, protons i neutrons i ho van respondre bé. A l'hora d'explicar que la placa

solar funciona amb moviment d'electrons ho van entendre, però els va costar una mica.

Quan els vaig explicar que Espanya no aprofita suficientment l'energia solar i comparant-ho amb Alemanya, vaig sentir que no els va interessar massa.

Concloent, crec que les classes van estar interessades i crec que van aprendre alguna cosa nova que aprofitaran a casa seva, com per exemple les maneres d'estalviar energia.

Fotografies de l'exposició al Charlie Rivel



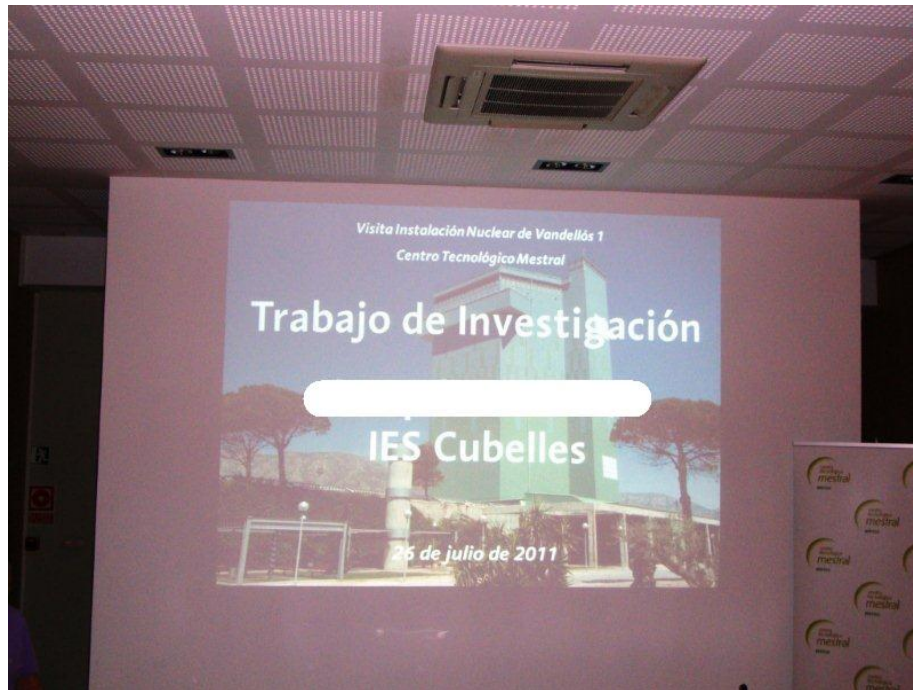
3. Una altra experiència va ser quan vaig anar, acompanyat de la meua mare, la meua germana i la meua parella, a la central nuclear de Vandellós I, actualment en desmantellament. La central l'administra actualment Enresa, l'empresa que s'encarrega del tractament de residus radioactius, d'emmagatzemar-los correctament i de la desmetilació de les centrals nuclears.

Allà vaig trobar-me amb el Luís Preciado, el responsable de formació I+D d'Enresa. Ell ens va mostrar totes les instal·lacions de la central em va fer firmar un document de confidencialitat i ens va ensenyar una sèrie de diapositives sobre el funcionament d'una central nuclear, tractament de residus, etc.

Vaig obtenir molts coneixements, ja que hi havia moltes coses del tractament de residus radioactius que no sabia.

També em van donar molt material didàctic per posar al meu treball sobre els residus radioactius.

Fotografies a Enresa



APÈNDIX III: Grans accidents nuclears

A la història hi ha hagut grans accidents nuclears. En aquest cas explicarem tres grans accidents que són: Txernòbil, Three Mile Island i Fukushima.

Txernòbil

El 26 d'abril de l'any 1986, a l'antiga Unió Soviètica va ocórrer una gran tragèdia. A la central nuclear de Txernòbil unes explosions en els reactors van provocar una expansió de radiació a l'atmosfera.

L'equip de la central va decidir fer una prova de seguretat. Volien saber quant de temps generaria energia elèctrica després de la pèrdua del subministrament d'energia elèctrica del reactor. Volien saber si les bombes refrigerants, que en cas d'avaria necessiten un mínim d'energia elèctrica per començar a funcionar, si un cop tallat el fluid de vapor la inèrcia de les turbines podria fer que les bombes continuessin treballant.

Van fer disminuir la potència del reactor parant així la reacció en cadena del reactor. Aquesta, al parar, va fer que hi hagués una gran concentració de ^{135}Xe al reactor, un gas que absorbeix una gran quantitat de neutrons. Això va fer que es parés la reacció durant uns dies fins que el ^{135}Xe es va desintegrar.

Van fer que la potència baixés fins a 30MW. Amb aquest nivell tan baix, el sistema automàtic de protecció pararia la reacció. Per això, abans de començar l'experiment, els tècnics van decidir treure el sistema de protecció automàtic. Per arribar a aquesta potència van fer baixar les barres de control.

A aquesta potència, com hem explicat abans, comença l'enverinament per ^{135}Xe , quan els tècnics es van adonar van decidir tornar a pujar les barres de control manualment, ja que estava tallat el subministrament elèctric. Al fer-ho van pujar la majoria de les barres, deixant-ne 8, quan sempre hi ha d'haver un mínim de 30. Això va provocar que la temperatura augmentés molt ràpid.

Es van adonar de la situació i va intentar baixar un altre cop les barres però era massa tard i hi va haver una gran explosió d' H_2 que va obrir el sostre del reactor provocant l'emissió de partícules radioactives a gran escala a l'atmosfera.

En aquest cas l'accident va passar per un error dels tècnics, no podien fer el que van fer perquè no van seguir les normes de seguretat nuclear que tenia l'URSS.



Il·lustració 31: Central després de l'accident



Il·lustració 32: Tècnics mesurant la radioactivitat prop de la central

Three Mile Island

El 28 de març del 1979 a la central nuclear de Three Mile Island als Estats Units, un any després de la seva posada en funcionament, va ocórrer un gran accident nuclear.

Quan el reactor número 2 funcionava al seu 98% de potència es va desconnectar el subministrament d'aigua a les turbines, deixant de funcionar el circuit de refrigeració d'aigua a pressió del reactor a causa d'una avaria elèctrica.

El sobreescalfament del nucli del reactor va donar a un augment de pressió, aquest augment va provocar la introducció de les barres de control destinades a parar la reacció del reactor, és a dir, a disminuir l'escalfor. També, perquè decaigués aquesta pressió, es van obrir les vàlvules de pressió fent que baixés aquesta, però, quan es van haver de tancar, van continuar obertes.

Més tard, a causa d'un error humà, es van deixar les vàlvules d'aigua d'emergència tancades provocant que la refrigeració del nucli no funcionés.

Més tard, es va tornar a obrir i va tornar a funcionar el sistema de refrigeració.

A les poques hores, l'indicador, que indica la quantitat d'aigua que hi ha al reactor, va fallar i va indicar que el reactor tenia suficient aigua, i va deixar de subministrar-li aigua i la temperatura del reactor va pujar produint òxid de zirconi i hidrogen.

Al canvi de torn d'operaris, els nous es van adonar que la temperatura al reactor era massa alta i van tornar a injectar aigua nova, però era massa tard.

Aquest hidrogen va provocar una explosió al nucli del reactor que va passar inadvertida i al llarg del temps el nucli va baixar de temperatura. Més tard el tècnics van treure l'hidrogen i el vapor evacuant-lo a la atmosfera, provocant una gran contaminació de radiació. El nucli va tenir una fusió parcial i ara funciona l'altre reactor de la central; aquest va quedar inutilitzat.



Il·lustració 33: Central de Three Mile Island

Fukushima

El dia 11 de març de 2011 es va produir un terratrèmol i, com a conseqüència, un tsunami a Fukushima, Japó. Aquell dia estaven funcionant els reactors 1, 2 i 3, mentre que els reactors 4, 5 i 6 estaven en revisió, és a dir, no estaven funcionant. El terratrèmol va fer que automàticament els reactors 1, 2 i 3 paressin el seu funcionament i automàticament comencessin a funcionar els sistemes de refrigeració. Les centrals tenen tres sistemes de refrigeració d'emergència. El primer és l'elèctric que no va funcionar a causa que el terratrèmol va trencar les xarxes elèctriques, el segon són els motors dièsel, que bombegen aigua al reactor a partir de la gasolina, però no van funcionar a causa que el tsunami els va trencar; i l'últim sistema és el de les bateries, que va funcionar durant un temps, però aquestes es van acabar i, com no hi ha cap altre sistema d'emergència, el nucli es va començar a escalfar.

Com al reactor 1 la pressió de vapor era dues vegades la màxima permesa, la TEPCO va decidir alliberar vapor a l'exterior. Amb aquest vapor, a part de gasos radioactius, va fer sortir hidrogen que en contacte amb l'oxigen va fer que hi hagués una explosió i es trenqués l'edifici de contenció secundari. Aquest hidrogen es va formar per la descomposició de l'aigua a causa de les altes temperatures del reactor. Després, les autoritats van intentar refredar el nucli bombejant aigua amb àcid bòric i van aconseguir estabilitzar, pel moment, el nucli.

A causa de l'alliberació d'hidrogen, un altre cop, però aquest a causa d'una fuga, es va produir un altre explosió, es va trencar part de l'edifici del reactor, i es va seguir intentant refredar-lo amb aigua amb àcid bòric.

Més tard, els nuclis 1 i 3 van entrar en fusió parcial. El material radioactiu es va començar a fondre i van començar les fugues descontrolades. Al reactor 3 també van començar a haver-hi acumulacions d'hidrogen que més tard es va alliberar i va provocar una explosió.

Finalment es van estabilitzar els reactors, però la radiació a la zona de Fukushima és molt alta. Aquesta catàstrofe no treu que el Japó sigui un dels països amb més centrals del món.



Il·lustració 34: Central de Fukushima



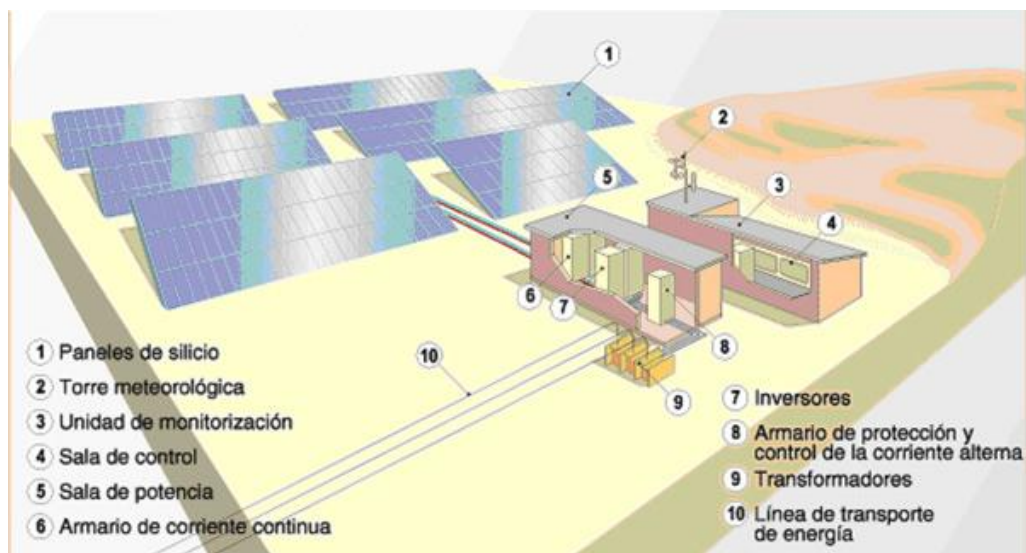
Il·lustració 35: Tècnics a Fukushima

APÈNDIX IV: Centrals fotovoltaïques d'Espanya

Les centrals fotovoltaïques són instal·lacions on es transforma la radiació solar en energia elèctrica. Han d'estar situades en regions on la radiació solar sigui alta. Espanya té instal·lats aproximadament uns 2500MW d'energia fotovoltaica.

Aquestes centrals fotovoltaïques seran, en un futur, l'alternativa als combustibles fòssils. A l'actualitat, el material utilitzat per fabricar aquests panells és el silici però en un futur serà un altre molt més eficient.

Ara amb la investigació s'ha donat pas a les centrals termosolars, que a diferència de la fotovoltaica, amb el sol es fa escalfar un fluid que pugui produir vapor d'aigua, finalment moure una turbina i amb el moviment d'aquesta produir moviment per un alternador.



Il·lustració 36: Parts d'una central fotovoltaica

Centrals fotovoltaiques a Espanya

Nombre	Potencia pico (MW)
<u>Huerta Solar Almaraz</u> (Càceres)	22,1
<u>Huerta Solar El Realengo</u> (Alicant)	13,24
<u>Hort Solar Las Gabias</u> (Granada)	18
<u>Parc Fotovoltaic Abertura Solar</u> (Càceres)	23,1
<u>Parc fotovoltaic Beneixama</u> (Alacant)	20
<u>Parc Fotovoltaic Casas de Los Pinos</u> (Cuenca)	28
<u>Parc Fotovoltaico Olmedilla de Alarcón</u> (Cuenca)	60

<u>Parc Fotovoltaic Puertollano</u> (Ciutat Reial)	57,6
<u>Parc Fotovoltaic SOLTEN I</u> (Illes Canàries)	13
<u>Parc Solar "SPEX" Mérida/Don Álvaro</u> (Badajoz)	30
<u>Parc solar Calaverón</u> (Albacete)	21,2
<u>Parc Solar El Bonillo</u> (Albacete)	20
<u>Parc solar El Coronil</u> (Sevilla)	21,47
<u>Parc Solar Guadarranque</u> (Cadis)	13,6
<u>Parc Solar Hoya de Los Vincentes, Jumilla</u> (Murcia)	23

<u>Parc solar Lobosillo</u>	12,7
<u>Parc Solar Olivenza</u> (Badajoz)	18
<u>Planta de energia solar Mahora</u> (Albacete)	15
<u>Planta fotovoltaica de Lucainena de las Torres</u> (Almería)	23,2
<u>Planta Solar Arnedo</u> (La Rioja)	34
<u>Planta Solar Calzada de Oropesa</u> (Toledo)	15
<u>Planta Solar de Salamanca</u> (Salamanca)	13,8
<u>Planta solar fotovoltaica La Magascona y La Magasquilla</u> (Càceres)	34,5
<u>Planta solar fotovoltaico Calasparra</u> (Murcia)	20

<u>Planta solar Fuente Álamo</u> (Murcia)	26
<u>Planta Solar Lorca</u> (Murcia)	14
<u>Planta Solar Osa de la Vega</u> (Conca)	30
<u>Planta fotovoltaica de Lucainena de las Torres</u> (Almería)	23,2
<u>Planta Solar Arnedo</u> (La Rioja)	34
<u>Planta Solar Calzada de Oropesa</u> (Toledo)	15
<u>Planta Solar de Salamanca</u> (Salamanca)	13,8
<u>Planta solar fotovoltaica La Magascona y La Magasquilla</u> (Cáceres)	34,5
<u>Planta solar fotovoltaica Calasparra</u> (Murcia)	20

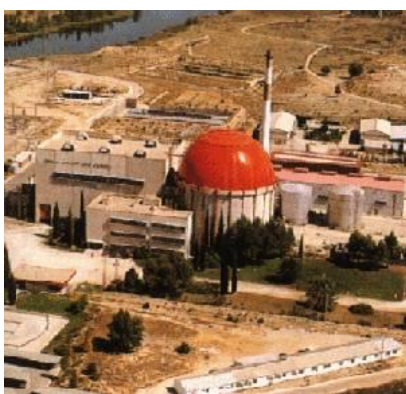
APÈNDIX V: Centrals nuclears d'Espanya

Actualment a Espanya hi ha 8 centrals nuclears en funcionament, 2 en procés de desmantellament i 10 en moratòria nuclear. El conjunt de centrals, depenent de la seva fase, es poden separar en:

- **Primera generació:** centrals construïdes durant la dècada dels 60. Hi ha tres centrals d'aquesta generació a Espanya: Santa Maria de Garoña (1971), Vandellòs I (1972) i José Cabrera (1968).
- **Segona generació:** centrals construïdes durant la dècada dels 70. A aquesta generació pertanyen les centrals nuclears d'Almaraz I i II; Ascó I i II, Cofrentes i Lemoniz aquestes dues últimes en moratòria³.
- **Tercera generació:** centrals nuclears en que la construcció va ser autoritzada després de l'aprovació del Pla Energètic Nacional de juliol de 1979. A aquesta generació pertanyen les centrals nuclears de Vandellòs II, Trillo I i Valdecaballeros I i II, aquestes dos últimes en moratòria nuclear.

José Cabrera, Zorita (Guadalajara) és la primera central nuclear espanyola. Al 2006, la central es va tancar i va començar a ser desmantellada.

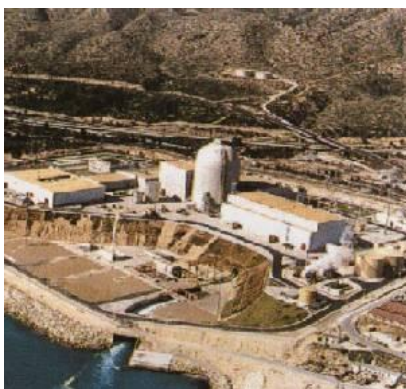
Té un únic reactor d'aigua lleugera a pressió (PWR) de 510 MW de potència tèrmica i de 160 MW de potència elèctrica. El reactor està alimentat amb òxid d'urani de baix enriquiment.



Il·lustració 37: Central de José Cabrera, Zorita

³ **Moratòria nuclear:** suspensió temporal del desenvolupament de polítiques de construcció i posada en marxa de centrals nuclears.

Vandellós II (Tarragona) és la central més moderna d'Espanya. Va començar a funcionar en març de 1988.



Il·lustració 38: Central de Vandellós II

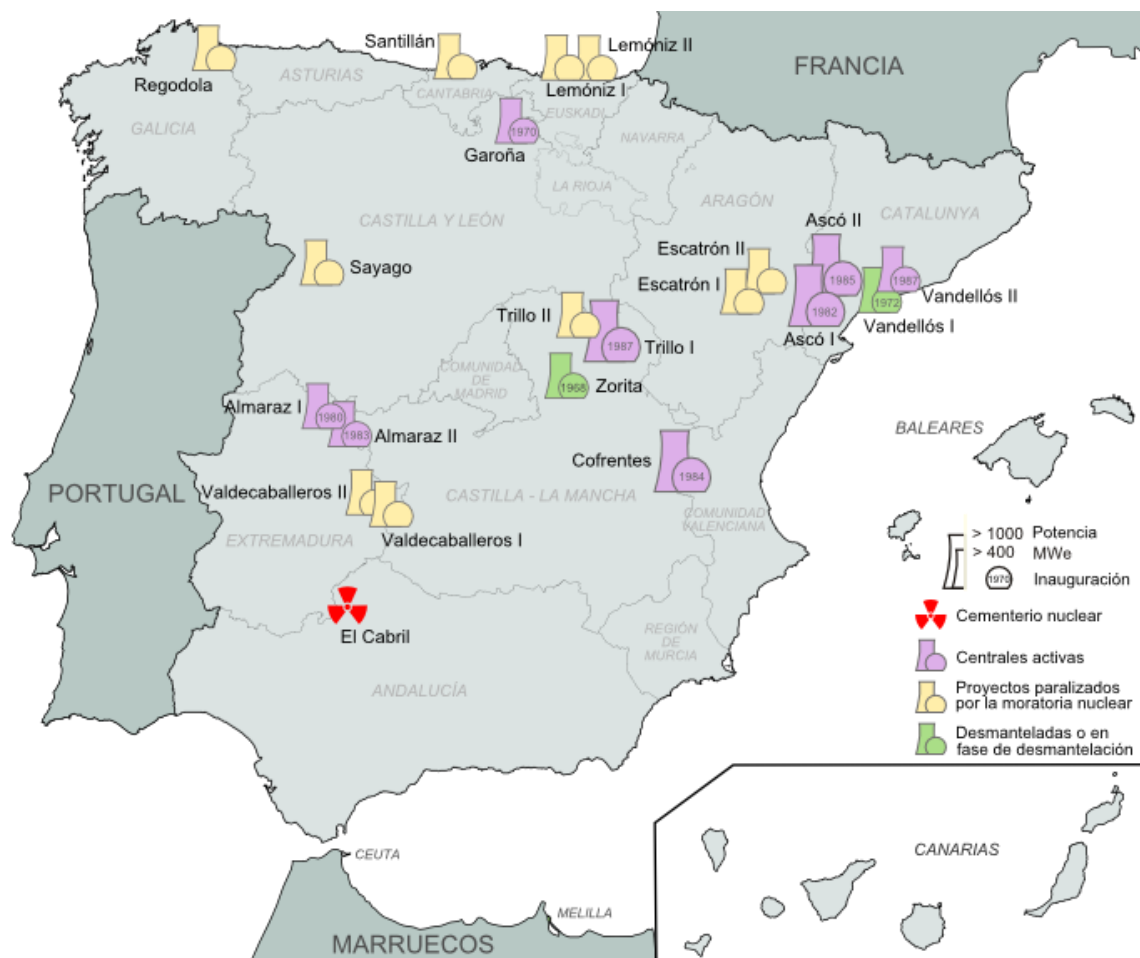
Central nuclear d'aigua lleugera a pressió (PWR). La potència tèrmica autoritzada és de 2.775 MW i l'elèctrica bruta de 992 MW. El combustible és diòxid d'urani enriquit en U-235.

El Cabril (Córdoba) és el centre d'emmagatzematge de residus de baixa i mitja activitat administrat per Enresa.



Il·lustració 39: Centre d'emmagatzematge de residus

Té capacitat per emmagatzemar tots els residus de baixa i mitja activitat d'Espanya fins la segona dècada del segle XXI.



Il·lustració 33: Centrals nuclears a Espanya

APÈNDIX VI: Glossari

- **^{135}Xe :** És un isòtop inestable del xenó, element químic de la taula periòdica amb símbol Xe i nombre atòmic 54, producte de la fissió de l'urani, i és el verí nuclear absorbent de neutrons més poderós.
- **Àcid bòric:** És un compost químic format per tres àtoms d'hidrogen, tres d'oxigen i un de bor (H_3BO_3).
- **Aglomerat:** Material amb la massa compactada.
- **Aigua lleugera:** És l'aigua utilitzada als reactors nuclears composta de dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen (H_2O).
- **Aigua pesada:** També anomenada òxid de deuteri, té com a fórmula D_2O o $^2\text{H}_2\text{O}$.
- **Anhídrid carbònic:** És anomenat normalment diòxid de carboni. Està format per dos àtoms d'oxigen i un de carboni (CO_2).
- **Arc elèctric:** És una descàrrega elèctrica que es forma entre dos elèctrodes sotmesos a una diferència de potencial dins d'una atmosfera gasosa enrarida.
- **Arsenur de gal·li:** compost químic format per un àtom de gal·li i un d'arsènic (GaAs).
- **Bari:** És un element de la taula periòdica amb símbol Ba. Té nombre atòmic de 56 i és un metall alcalinoterri.
- **Biomassa:** energia renovable procedent de l'aprofitament de la matèria orgànica i inorgànica formada en algun procés biològic o mecànic.
- **Bor:** És un element químic de la taula periòdica amb símbol B. Té nombre atòmic 5 i és un semimetall.
- **Bus wire 3:** És un material amb alta conductivitat utilitzat a electrònica.
- **Cadmi:** És un element de la taula periòdica amb símbol Cd. Té nombre atòmic 48 i és un metall de transició.
- **Camp electrostàtic constant:** Camp generat per un objecte carregat elèctricament, genera una força que actua sobre d'altres objectes també carregats elèctricament.
- **Capa de valència:** Òrbita d'electrons més allunyada del nucli de l'àtom. Aquests electrons tenen la facilitat de formar enllaços o escapar-se per estabilitzar-se.

- **Carbó:** Roca sedimentaria amb origen orgànic utilitzada com a combustible pel seu elevat poder calorífic.
- **Clor:** És un element químic de la taula periòdica amb símbol Cl. Té nombre atòmic 17 i és un halogen.
- **CO₂:** Molècula anomenada diòxid de carboni i està formada per dos àtoms d'oxigen i un de carboni.
- **Corrent altern:** Corrent elèctric que es caracteritza per canviar al llarg del temps, ja sigui en intensitat o en direcció, a intervals regulars.
- **Corrent continu:** Corrent elèctric on el flux de càrregues elèctriques és constant.
- **Coulombs per quilograms:** Unitat que mesura la quantitat de radiació X en cada quilogram de matèria.
- **Curtcircuit:** Circuit on el corrent elèctric passa entre els pols oposats.
- **Densitat:** Amb símbol ρ , mesura la quantitat de matèria que hi ha per unitat de volum.
- **Desmetilació:** És una reacció química caracteritzada per l'eliminació d'un grup metil (-CH₃).
- **Díode 6A:** És un component electrònic de dos terminals que permet la circulació del corrent elèctric a través d'ell en un sentit.
- **Diòxid d'urani enriquit en U-235:** Tipus d'urani utilitzat com a combustible a les centrals nuclears.
- **Diseleniür de coure i indi (CuInSe₂):** Compost químic format per dos àtoms de seleni, un d'indi i un altre de coure. Formen una estructura cristal·lina.
- **Edifici de contenció secundari:** És una estructura de formigó, acer o una combinació d'ambdós, construïda per tancar en el seu interior un reactor nuclear.
- **Efecte hivernacle:** Procés en el qual l'atmosfera s'escalfa a causa de la dificultat de sortida de l'emissió de calor del planeta.
- **Elèctrodes:** Conductor elèctric que s'utilitza per establir un circuit tancat i fer possible el pas d'un corrent elèctric a través d'un medi (que es separa dos elèctrodes: càtode, ànode).

- **Energia eòlica:** Converteix l'energia del vent en energia elèctrica.
- **Energia fototèrmica:** Converteix la radiació solar en calor que transfereix a un fluid.
- **Energia fotovoltaica:** Converteix la radiació solar en energia elèctrica.
- **Energia geotèrmica:** Converteix l'energia interna de la terra en electricitat.
- **Energia hidroelèctrica:** Aprofita la energia mecànica de l'aigua a grans altures i la transforma en energia elèctrica.
- **Energia marina:** Converteix el moviment de les ones de mars i oceans en energia elèctrica.
- **Energia mecànica:** És la suma de l'energia cinètica (associada al moviment) i l'energia potencial (gravitatòria, elàstica, etc.).
- **Energia nuclear:** Energia alliberada de reaccions nuclears.
- **Estructura cristal·lina:** És una forma sòlida on els constituents estan empaquetat de manera ordenada.
- **Física nuclear:** Branca de la física que estudia les propietats i el comportament dels nuclis atòmics.
- **Física quàntica:** Branca de la física que estudia el comportament de la matèria i l'energia.
- **Fluor:** És un element químic de la taula periòdica amb símbol F. Té nombre atòmic 9 i és un halogen.
- **Forat a la capa d'ozó:** Disminució d'ozó a l'estratosfera a causa de l'emissió a l'aire d'agents contaminants.
- **Freqüència de la llum:** Amb símbol ν , és el nombre d'oscil·lacions del camp per unitat de temps.
- **Fusió del nucli:** Tipus d'accident greu en un reactor nuclear en el qual el combustible canvia d'estat sòlid a líquid a causa del seu escalfament.
- **Fusió nuclear:** Consisteix en una reacció en la qual dos nuclis atòmics es converteixen en un nucli més pesant.
- **Gas:** Mescla de gasos feta servir per produir energia calorífica i aquesta, mitjançant vapor i l'alternador, en elèctrica.

- **Germani:** És un element químic de la taula periòdica amb símbol Ge. Té nombre atòmic 32 i pertany als semimetalls.
- **Grafit:** Forma al·lotròpica del carboni. Un tipus d'estructura cristal·lina del carboni.
- **Grau d'ionització:** És la proporció d'àtoms que han perdut o guanyat electrons, i és controlat principalment per la temperatura.
- **GW:** 1GW és el mateix que 10^9 watts, unitat de potència.
- **H₂:** Hidrogen molecular, molècula formada per dos àtoms d'hidrogen.
- **Heli:** És un element de la taula periòdica amb símbol He. Té nombre atòmic 2 i és un gas noble.
- **Hidrogen:** És un element de la taula periòdica amb símbol H. Té nombre atòmic 1 i és un no metall.
- **Intensitat de la llum:** Quantitat de flux lluminós que incideix en una superfície sòlida per unitat d'angle sòlid.
- **Intercanviador d'escalfor:** Lloc on hi ha un intercanvi de calor mitjançant convecció de l'aire.
- **Irradiar:** Sotmetre a un cos a l'acció de raigs.
- **Isòtops:** Àtoms d'un mateix element que es diferencien en el nombre de neutrons.
- **Lingots policristal·lins:** Lingots formats mitjançant forns de silici.
- **Llum ultraviolada:** És la radiació electromagnètica amb una longitud d'ona menor a la llum visible i major a la dels raigs X.
- **Longitud d'ona (λ):** És la magnitud física que indica la mida d'una ona.
- **Milisieverts:** És una unitat que mesura la dosi de radiació absorbida per la matèria viva.
- **Mòdul fotovoltaic:** És el mateix que panell fotovoltaic.
- **Monocristalls:** Fragment metàl·lic format per un sol cristall, sense canvis d'orientació en l'estructura cristal·lina.
- **Original Flux Kester:** Líquid fet servir per netejar superfícies on soldarem amb estany.
- **Òxid d'urani:** Compost químic format per dos àtoms d'urani i vuit d'oxigen (U₃O₈).

- **Òxid de zirconi:** Compost químic format per un àtom de zirconi i dos d'oxigen (ZrO_2).
- **Petroli:** Mescla heterogènia d'hidrocarburs feta servir per produir energia calorífica i aquesta, mitjançant vapor i alternador, en elèctrica.
- **Pla Energètic Nacional:** Document on es mostra la previsió de producció energètica d'un país al llarg d'un període de temps.
- **Plom:** És un element de la taula periòdica amb símbol Pb. Té nombre atòmic 82 i és un metall de transició.
- **Pol·lució:** És l'alteració nociva de l'estat natural d'un medi com a conseqüència de la introducció d'un agent aliè al medi, provocant inestabilitat, desordre, dany o malestar en un ecosistema.
- **Polímers:** Són macromolècules (generalment orgàniques) formades per la unió de molècules més petites anomenades monòmers.
- **Polisilici:** Silici amb un alt grau de puresa.
- **Poloni:** És un element de la taula periòdica amb símbol Po. Té nombre atòmic 84 i és un metall.
- **Pols de corrent:** Ànode i càtode en corrent continu.
- **Potassi:** És un element de la taula periòdica amb símbol K. Té nombre atòmic 19 i és un metall alcalí.
- **Potència nominal:** És la potència màxima que dona una màquina o aparell en condicions d'ús normal.
- **Quars:** És un mineral de sílici (SiO_2).
- **Radi:** És un element de la taula periòdica amb símbol Ra. Té nombre atòmic 88 i és un metall alcalinoterri.
- **Radiació electromagnètica:** És una combinació de camps elèctrics i magnètics oscil·lants, que es propaguen a través de l'espai transportant energia.
- **Sals d'urani:** Mineral compost per diferents elements químics i urani.
- **Tel·lur de cadmi (CdTe):** Compost químic format per un àtom de cadmi i un altre de tel·luri.
- **Seleni:** És un element de la taula periòdica amb símbol Se. Té nombre atòmic 34 i és un no metall.

- **Semiconductor dopat:** Semiconductor amb un petit percentatge de diferents àtoms per millorar la conductivitat.
- **Semimetall:** Grup d'elements de la taula periòdica amb propietats semblants als metalls i als no metalls.
- **Silici:** És un element de la taula periòdica amb símbol Si. Té nombre atòmic 14 i és un semimetall.
- **Silici amorf (a-Si):** Forma en que es pot presentar el silici. És una pols terrosa activa.
- **Silici de grau electrònic:** Silici amb un grau d'impuresa baix i una alta conductivitat.
- **Dopatge:** Procés intencional d'agregar impureses a un semiconductor extremadament pur amb la finalitat de canviar les seves propietats elèctriques.
- **SiO₂:** Diòxid de silici, compost químic format per dos àtoms d'oxigen i un de silici.
- **Sodi metàl·lic:** És un element de la taula periòdica amb símbol Na. Té nombre atòmic 11 i és un metall alcalí.
- **Sòlid amorf:** És un estat sòlid de la matèria, en el qual les partícules que conformen el sòlid no tenen una estructura ordenada.
- **Tab wire 40 ft:** Material amb alta conductivitat utilitzat a electrònica.
- **TEPCO:** (Tokyo Electric Power Company) és una companyia de producció, transmissió, i distribució d'electricitat, que subministra energia al Japó.
- **Tiroides:** Glàndula del coll que regula el metabolisme del cos, és productora de proteïnes i regula la sensibilitat del cos a altres hormones.
- **Tori:** És un element de la taula periòdica amb símbol Th. Té nombre atòmic 90 i és un actínid.
- **Urani:** És un element de la taula periòdica amb símbol U. Té nombre atòmic 92 i és un actínid.
- **Urani enriquit:** És urani tractat artificialment perquè contingui una proporció de l'isòtop Urani-235 superior a la que de forma natural es troba a l'escorça de la Terra.

- **Voltatge:** O tensió, és la diferencia de potencial que existeix entre dos punts en un camp conservatiu.
- **Wh:** Watt per hora, unitat de mesura que es troba relacionada amb la generació d'energia i pot ser interessant per expressar les característiques d'una planta de potència.

Treball de Recerca
INSTITUT CUBELLES