

EDUCACIÓ SECUNDÀRIA OBLIGATÒRIA

Material d'aula

Tecnologia

ELS MOTORS

Autor: Jordi Achón Massana
Il·lustracions: Ricard Sanmartí



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
Direcció General d'Ordenació Educativa

Tecnologia

ELS MOTORS

Autor: Jordi Achón Massana
Il·lustracions: Ricard Sanmartí

**Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
Direcció General d'Ordenació Educativa**

**Edició: Servei d'Ordenació Curricular
Febrer de 1998**

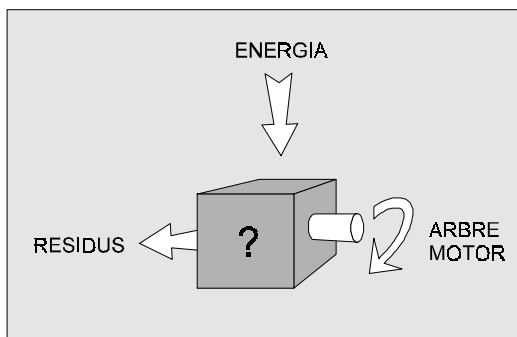
ÍNDIX

INTRODUCCIÓ	4
1. ELS PEDALS DE LA BICICLETA	7
1.2. SIMULEM EL PEDALEIG D'UN CICLISTA	10
2. MECANISMES	14
2.1. EL MECANISME BIELA-MANOVELLA	14
2.2. EL CICLE DEL PISTÓ-BIELA-MANOVELLA	16
2.3. EL CIGONYAL	17
2.4. EL VOLANT D'INÈRCIA	18
2.5. LA LLEVA	19
3. EL MOTOR DE COMBUSTIÓ	21
3.1. PROJECTE: CONSTRUCCIÓ DEL MECANISME PISTÓ-BIELA-CIGONYAL	22
MUNTATGE DEL SUPORT I DEL PISTÓ	25
MUNTATGE DEL MECANISME BIELA-CIGONYAL	26
ACOBAMENT DE LA BIELA AL PISTÓ I DEL CIGONYAL A LA CARCASSA	27
3.2. EL FUNCIONAMENT DEL MOTOR DE COMBUSTIÓ	28
3.3. ANALITZA UN CICLE COMPLET	29
4. IMANTS I ELECTROIMANTS	32
4.1. IMANTS	32
4.2. L'ELECTROIMANT	33
4.3. EXPLORA L'ELECTROIMANT	34
4.4. LES FORCES MAGNÈTIQUES	35
5. EL MOTOR ELÈCTRIC	38
5.1. PENSAR EL MOTOR ELÈCTRIC	38
5.2. PROJECTE: CONSTRUCCIÓ D'UN MOTOR ELÈCTRIC DE CORRENT CONTINU	42
5.3. PROJECTE: CONSTRUCCIÓ D'UN MOTOR SENSE IMANTS PERMANENTS	48
6. EL VALOR DELS MOTORS	51
6.1 RECERCA D'INFORMACIÓ SOBRE ELS MOTORS	51
6.2. EL VALOR DELS MOTORS DE COMBUSTIÓ	54
GUIA DIDÀCTICA	57
1. DESCRIPCIÓ, OBJECTIUS I CONTINGUT DEL TREBALL	58
2. L'ATENCIÓ A LA DIVERSITAT	60
2.1. <i>Ritmes d'aprenentatge dels alumnes</i>	60
2.2. <i>Avaluació dels textos dels alumnes i estratègies correctores</i>	62
3. CRITERIS D'AVALUACIÓ	64
4. GUIA DE RECURSOS	65

INTRODUCCIÓ

Tu ja saps què són els motors, què fan i què necessiten per funcionar. Alguna vegada hauràs vist el motor d'un cotxe, d'una moto, hauràs connectat a una pila elèctrica el motor elèctric d'una joguina, hauràs vist com gira el tambor la rentadora de casa, etc. Diferents tipus de motors mouen tota mena de vehicles i aparells, i consumeixen energies diverses: gasolina, electricitat, etc.

La majoria dels motors acaben fent el mateix: fan voltar un eix, anomenat **arbre motor**. En aquest eix, s'hi connecta tot el conjunt de peces que completen l'artefacte en qüestió. A l'arbre motor del cotxe, s'hi connecta tota la maquinària que fa moure les seves rodes. A l'arbre motor de la rentadora, s'hi connecta el tambor que gira i frega la roba. Essencialment un motor, doncs, aprofita una font d'energia per fer voltar un eix a la velocitat i amb la força que convingui. Aquest seria l'esquema de la idea:



Una font d'**energia** (electricitat, gasolina, vent, aigua, etc.) es transforma, mitjançant un artefacte, en el moviment d'un **arbre motor**.

Com a conseqüència d'aquest procés, un motor pot deixar o no uns **residus** (fums, per exemple).

L'energia mecànica de l'arbre motor és la que fa funcionar un vehicle, una màquina, etc.

Com són i com funcionen els motors per dins? Respondre a aquesta pregunta és l'objectiu de les activitats següents. Esbrinarem quines són les idees que van fer possible la seva invenció. Aquest estudi el farem en sis unitats:

- **Els pedals de la bicicleta**, tracta d'un motor molt personal i que coneixes prou bé: el teu propi cos, que funciona com un motor. Quan vas en bicicleta, quin és el motor del vehicle? Estudiaràs i construiràs un model de cartolina que simularà el pedaleig d'un ciclista.
- **Mecanismes**, tracta d'una sèrie de mecanismes que cal conèixer per comprendre el funcionament del motor de combustió. Te n'adonaràs de com la tecnologia ha pres model del cos humà.
- **Els motors de combustió**, tracta de les idees que van fer possible la invenció del motor de combustió. Construiràs una maqueta que simularà el funcionament bàsic d'aquests motors.

- **Imants i electrimants**, veuràs els imants i els electroimants, uns aparells ben simples però que sense ells no existirien els motors elèctrics. En construiràs un i l'exploraràs a fons per entendre'l.
- En **El motor elèctric** aprendràs com es pot obtenir un arbre motor usant l'electricitat com a font d'energia. Construiràs un model de motor elèctric, senzill, però que funciona. I podràs modificar-lo i introduir-hi millores.
- En **El valor dels motors** et prepararàs i podràs participar en un debat sobre els motors. Primer t'hauràs d'informar i coneixeràs una interessant enciclopèdia interactiva. Després prepararàs la teva intervenció en el debat.

Nota: Utilitzaràs el propi dossier per escriure o dibuixar. Les preguntes estan numerades i en lletra cursiva. Per tal d'assegurar una bona presentació, és convenient contestar les preguntes en un esborrany i després passar-les al dossier.

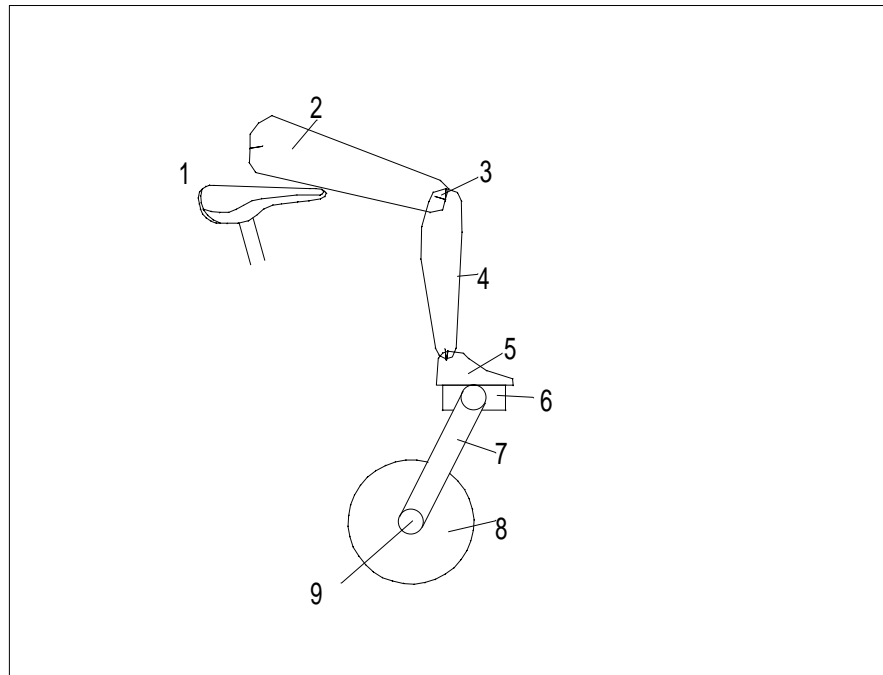
I

ELS PEDALS DE LA BICICLETA

1. Els pedals de la bicicleta

Córrer en bicicleta és divertit i emocionant. Bona part de l'emoció ens la proporciona el mecanisme per pedalejar. Analitzem com es produeix el moviment combinat de les cames i dels pedals.

En primer lloc identifiquem els elements que hi intervenen:



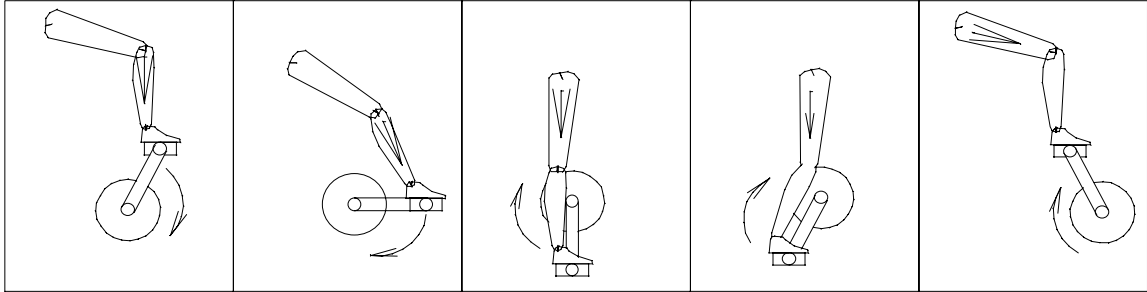
- 1. Posa els noms dels elements on correspongui

1	2	3
4	5	6
7	8	9

- 2. Quines parelles d'elements estan enllaçades o articulades? És a dir, que en moure l'un es mou l'altre.

Aquí tenim el cicle d'una volta de pedal.

Observa com és el moviment del genoll i el del pedal durant una pedalada. El genoll puja i baixa, mentre que el pedal descriu una circumferència:



- 3. Utilitzant el compàs i partint dels punts de referència, dibuixa la trajectòria del genoll i la del pedal durant una pedalada completa.

Seient
x

x
Genoll

x
Pedal

x
eix

- 4. Cerca i escriu el significat de les paraules següents:

Transformar:

Trajectòria:

Alternatiu:

Arc:

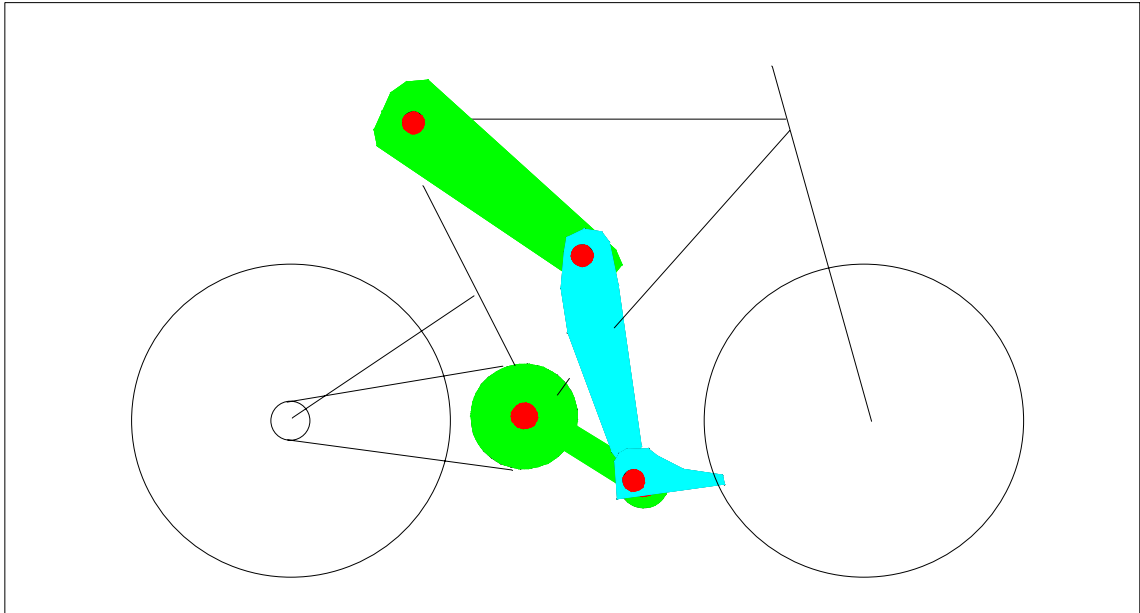
Circular:

Cicle:

- 5. *Descriu, amb aquest vocabulari, com és el moviment del genoll i del pedal:*

1.2. Simulem el pedaleig d'un ciclista ...

Simularem el pedalejar d'un ciclista construint amb cartolina tres peces: una cuixa, una cama-peu i un plat-pedal. Les articularem i posarem el conjunt sobre una cartolina simulant la bicicleta amb el seient i l'eix com a punts fixos. Darrera de la cartolina, hi muntarem una manovella solidària al plat que, en girar, produirà el moviment del pedalejar d'un ciclista.



Material:

- Cartolina blanca : 25 x 15 cm.
- Cartolina negra : 12 x 8 cm.
- Cola blanca ràpida

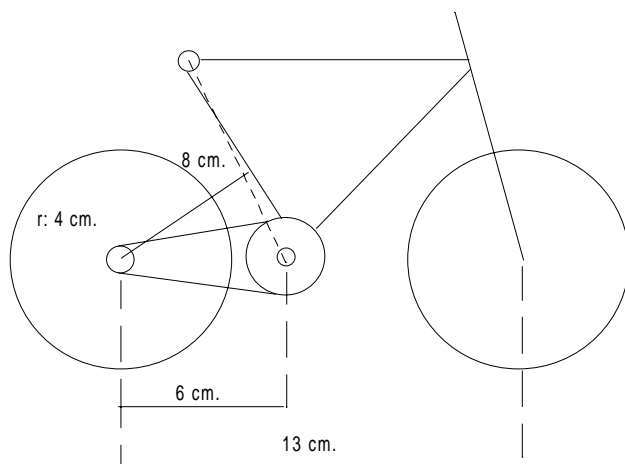
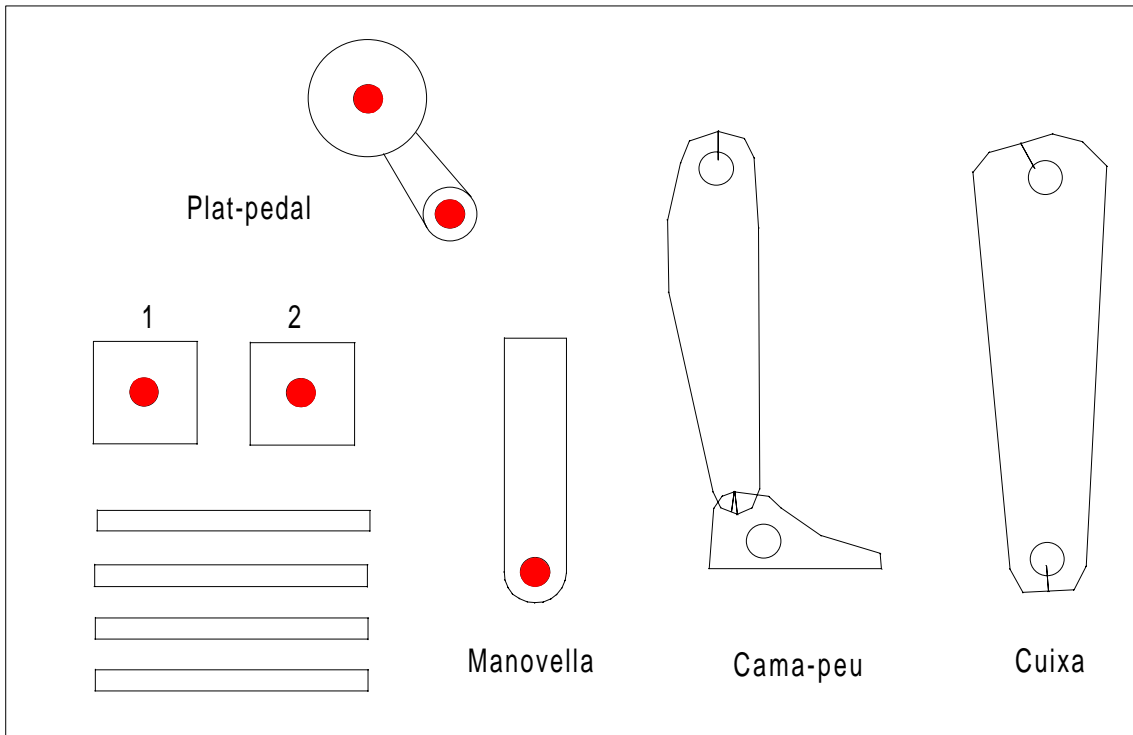
Eines:

- Trepant d'oficina
- Tisores
- Pinzell fi
- Compàs, escaire i cartabò
- Cúter

Procediment:

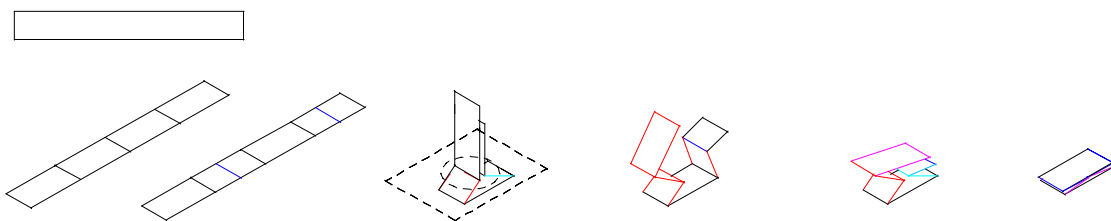
- Elaboració de les peces:

- **a.** *Dibuixa aquestes peces sobre la cartolina negra i retalla-les.*
- **b.** *Amb el trepant d'oficina, fes-hi forats als punts d'articulació.*

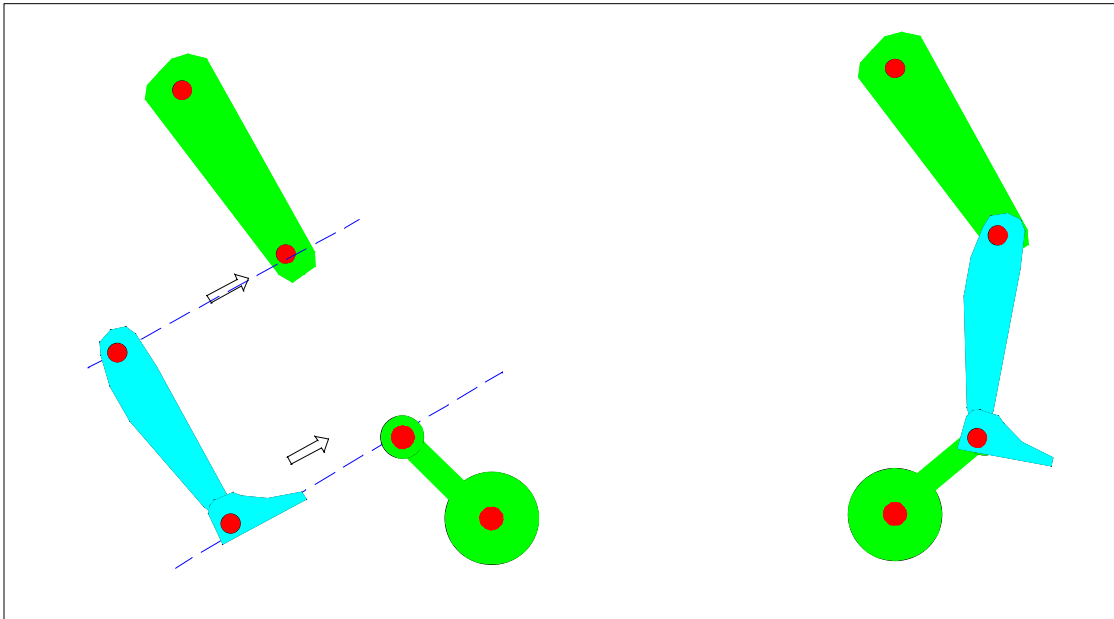


- *c. Dibuixa, sobre la cartolina blanca l'esquema de bicicleta.*
- *d. Retalla, amb el cúter, els quadrats del seient i de l'eix. Enganxa-hi pel darrera les peces 1 i 2; quedarà un forat circular.*

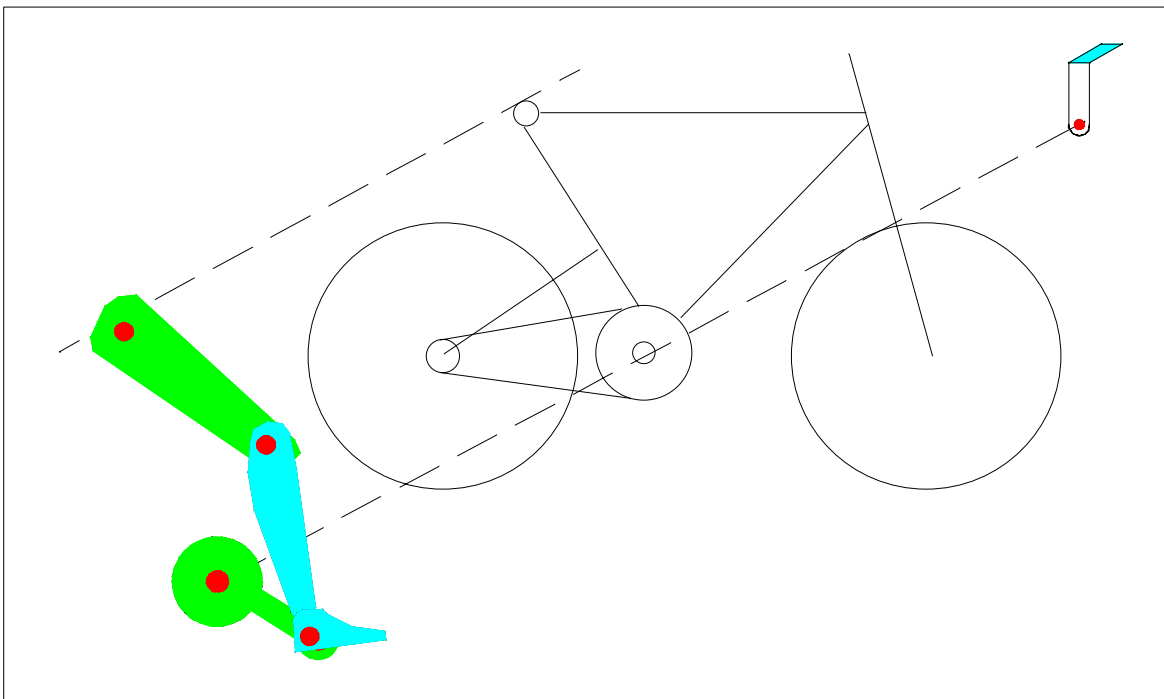
e. Amb les tires, prepara tres acoblaments per a les articulacions i fixa't en el procediment per muntar-lo.



f. Munta el conjunt cuixa i cama amb peu, articulades pel genoll i després el peu amb el pedal. Fixa't en l'ordre: la cama va sobre el pedal i la cuixa. Vigila que en enganxar l'acoblament amb la cola no s'enganxi a la peça.



g. Articula la cuixa al seient. Després acobla el plat i la manovella, al darrera la cartolina. Podràs simular el pedalejar del ciclista girant la manovella.

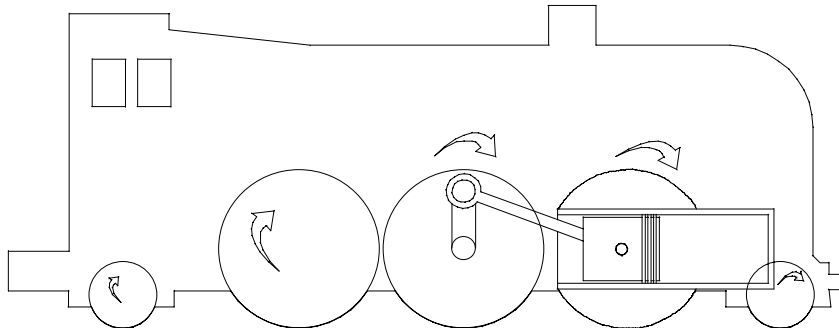


II

MECANISMES

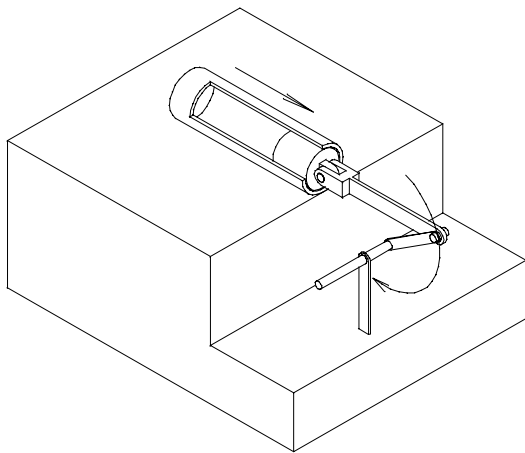
2. Mecanismes

2.1. El mecanisme biela-manovella



Has vist alguna vegada una locomotora de vapor autèntica? Per funcionar, obtenien la seva energia cremant carbó, i amb la seva calor feien bullir molt l'aigua, i amb la força del seu vapor movien les rodes de la locomotora. El moviment de les rodes, l'aconseguien amb un mecanisme anomenat **biela-manovella** que, com descobriràs, té una semblança clara amb el pedaleig d'una bicicleta.

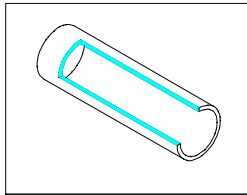
El que fa el mecanisme de biela-manovella és transformar un **moviment rectilini i alternatiu** en un de **circular**. Vet aquí un model simplificat d'aquest mecanisme en la locomotora:



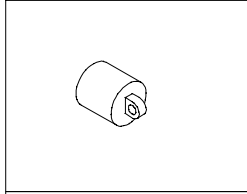
L'acció del vapor dins el **cilindre** mou el **pistó** amunt i avall i, simultàniament, la **biela** articulada al pistó transmet a la manovella el moviment.

L'extrem de la **manovella** ancorat en la carcassa, té un moviment circular.

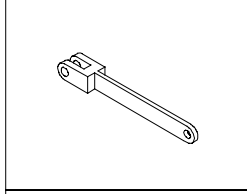
- 1. Aprèn bé aquests noms i troba les seves descripcions al diccionari.



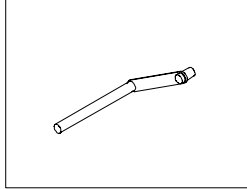
Cilindre:



Èmbol o Pistó:



Biela:



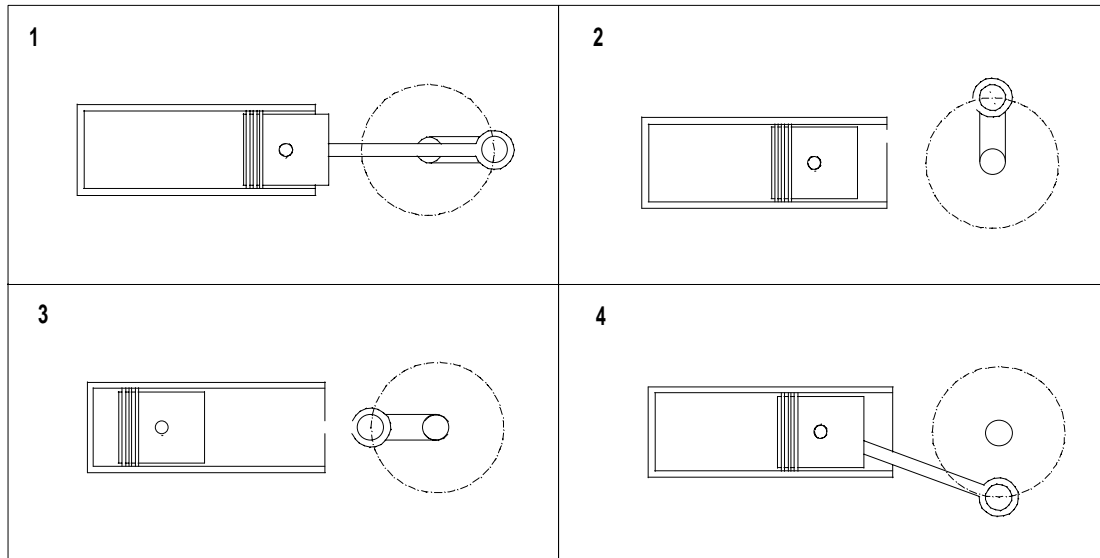
Manovella:

- 2. Descriu el moviment de l'èmbol o pistó, de la biela i de la manovella.

Vocabulari
<i>alternatiu</i>
<i>circular</i>
<i>moviment</i>
<i>rectilini</i>
<i>transformar</i>

2. 2. El cicle del pistó-biela-manovella

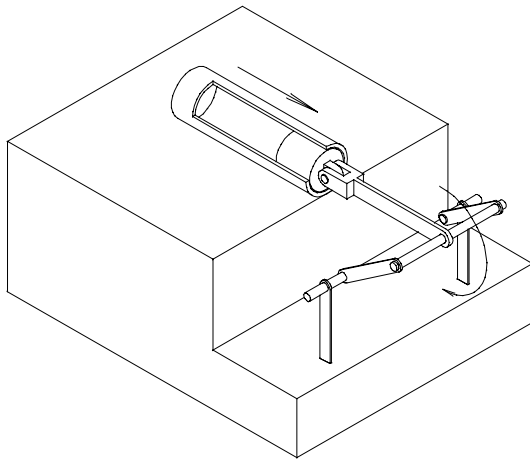
- 3. Amb el compàs i el regle, dibuixa la biela o la manovella que corresponen a cada posició del pistó fins completar un cicle.



Fixa't en el moviment de l'èmbol o pistó. Fa el mateix camí dues vegades durant un cicle: un d'anada i un altre de tornada. Aquest camí s'anomena la **cursa** de l'èmbol o pistó i té una longitud.

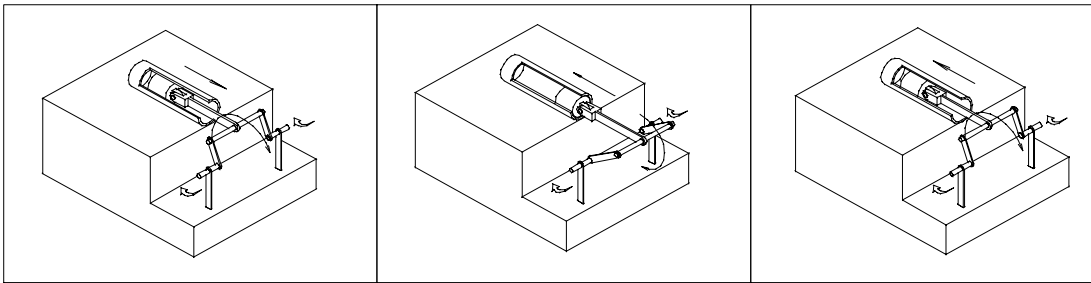
- 4. Quina cursa té el pistó del dibuix? Escriu la mesura en mil·límetres.

2.3. El cigonyal

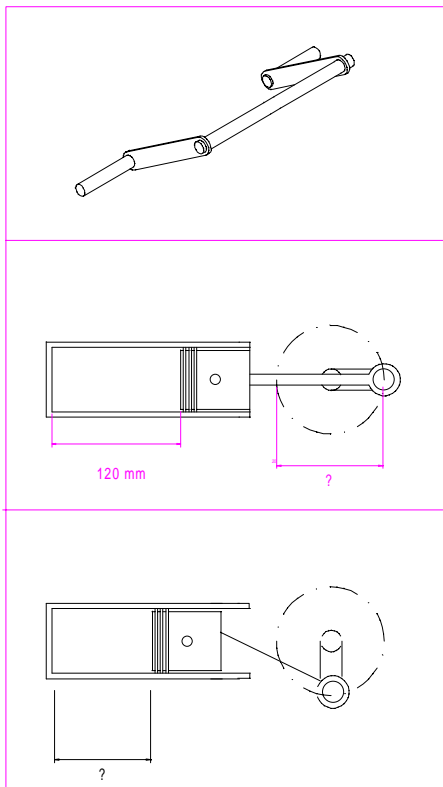


Fixa't en aquest model. A diferència del model anterior la manovella és doble. És un disseny més eficaç ja que la manovella descansa sobre dos punts i això li proporciona més estabilitat que el model anterior. La biela, el pistó i el cilindre són idèntics al model anterior.

Vet aquí un cicle complet:



Aquesta manovella doble rep el nom de **cigonyal** i forma part de tots **els motors d'explosió**. Els seus dos extrems són **l'arbre motor**, tenen un moviment circular i s'hi poden connectar tota mena d'artilugis mecànics.

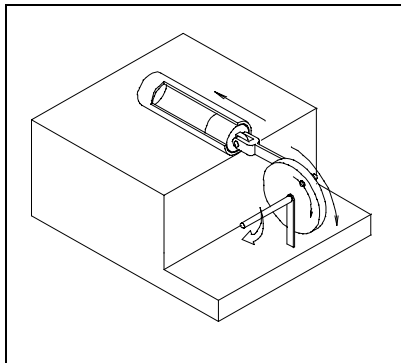
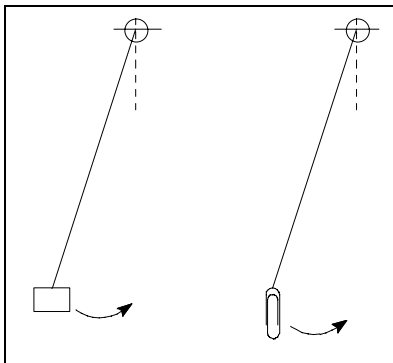


Així doncs, el conjunt format per la biela i el cigonyal és el responsable de transformar el moviment rectilini i alternatiu del pistó en un moviment circular.

5. Fixa't en el dibuix i descobreix quan ha de mesurar el diàmetre de la circumferència que recorre el punt d'unió entre la biela i el cigonyal?

6. Quina cursa té aquest pistó?

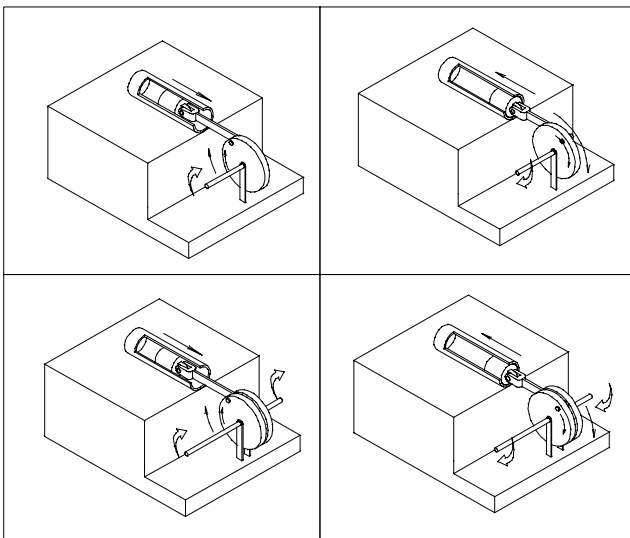
2.4. El volant d'inèrcia



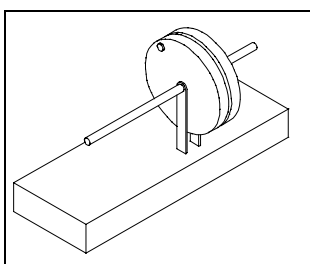
- 7. Amb un clip, una goma d'esborrar i un fil de cosir, munta dos pèndols de la mateixa llargada. Penja'ls amb xinxetes a la vora de la taula. Llença'ls a l'hora amb el mateix angle. Quin dels dos dura més temps oscil·lant?

La diferència d'oscil·lació entre els dos pèndols ve motivada per la quantitat de **massa** que oscil·la. Quanta més massa és en moviment, hi ha més inèrcia. En els motors de veritat la biela i el cigonyal tenen formes i masses molt determinades, i s'aprofita la **inèrcia** de la seva força per ajudar al pistó en la seva cursa de tornada. La inèrcia és un concepte important.

- 8. Cerca el significat d'inèrcia.

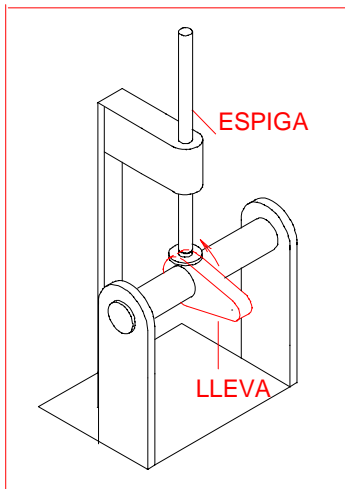


En aquests dos models observeu que el cigonyal no té la mateixa forma que en els anteriors. Hi porta una o dues rodes massisses, tot funciona igual però la massa és més gran i així el moviment pren més força i dura més... Aquesta modificació del cigonyal per aprofitar la força de la inèrcia es coneix com **el volant d'inèrcia**.



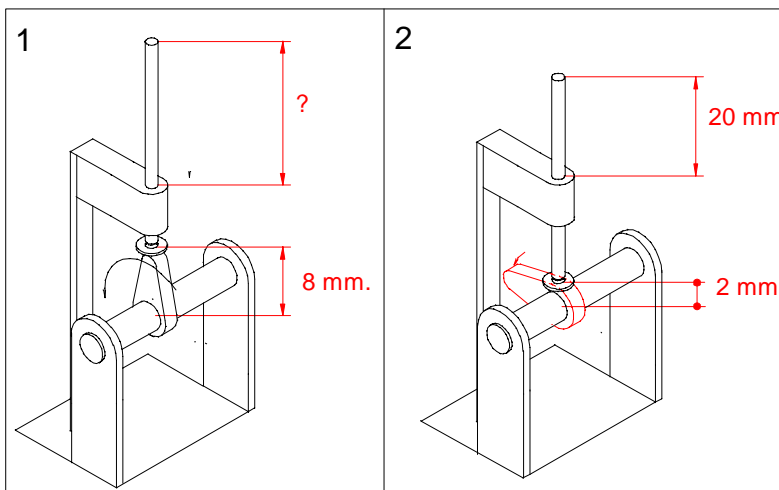
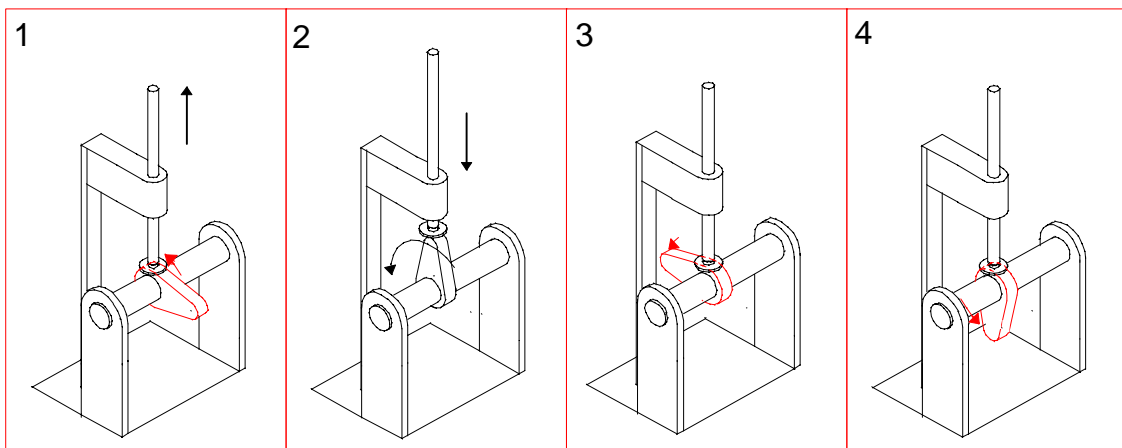
- 9. Cerca el significat de volant d'inèrcia

2.5. La lleva



•10. Observa un cicle complet i descriu que fa aquest mecanisme anomenat **lleva**.

vocabulari
<i>lleva</i>
<i>moviment</i>
<i>circular</i>
<i>eix</i>
<i>transformar</i>
<i>pujar</i>
<i>baixar</i>
<i>espiga</i>



• 11. Fixa't en les mides indicades. Quina grandària té l'espiga? Quants mm puja l'espiga?

III

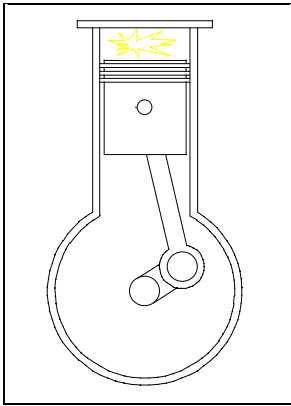
EL MOTOR DE COMBUSTIÓ

3. El motor de combustió

Experiència: observa l'encesa i la combustió de la gasolina.

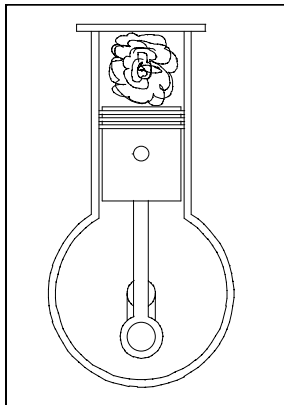
Material: Comptagotes, gasolina, llumins, planxa de metall.

Procediment: Posa una gota de gasolina sobre la planxa, espera uns segons i acostahí, a poc a poc, la flama. -Compte! Cal fer-ho amb molta cura per no cremar-te-.



Hauràs observat i notat un diminut cop d'aire en el moment de l'encesa. La gasolina és molt **volàtil** i s'inflama ràpidament. També hauràs pogut olorar els **gasos** que resulten de la **combustió**.

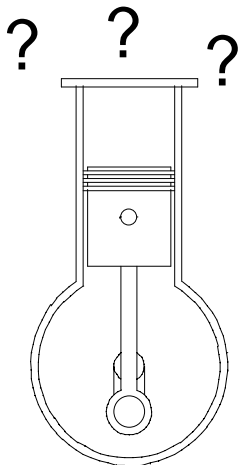
Si la quantitat de gasolina és suficient i la combustió es produeix a l'interior d'un artefacte adequat, es pot aprofitar la força de l'expansió dels gasos per produir el moviment continu d'un **arbre motor**. Observa el dibuix: un recipient tancat format per un cilindre vertical connectat a un cilindre horitzontal. Un pistó connectat a una biela i aquesta a un cigonyal es mouen al seu interior. L'eix del cigonyal surt a l'exterior del recipient: és l'arbre motor.



Si damunt del pistó hi ha **gasolina** vaporitzada i s'encén, la **força d'expansió** dels gasos de la combustió colpeja el pistó i aquest baixa ràpidament i posa en marxa el mecanisme biela-cigonyal, i la seva inèrcia fa pujar el pistó. Si novament hi ha gasolina i s'encén, el cicle es va repetint. Com a conseqüència, l'eix exterior volta amb força ... i ja tenim un arbre motor que pot fer voltar les rodes d'un cotxe, les d'una moto, les hèlices d'un avió, d'un vaixell, etc.

18. Cerca el significat de: gasolina, força d'expansió, volàtil, combustió.

Aquest model, però, té tres incògnites:



1. Com s'encén cada vegada i en el moment adequat la gasolina?

2. Com es vaporitza i entra la gasolina en el cilindre i en quin moment?

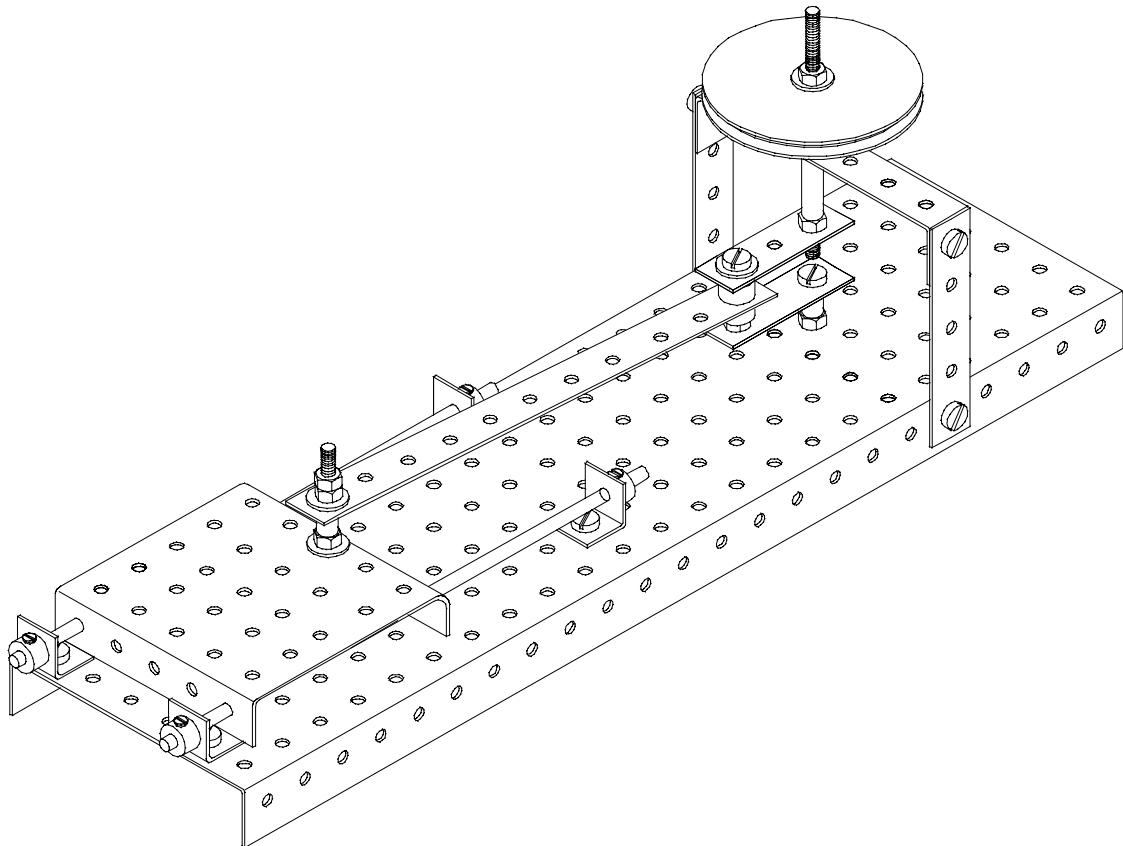
3. Com surten els gasos després de cada combustió?
Abans de contestar-les, munta un model que funcioni.

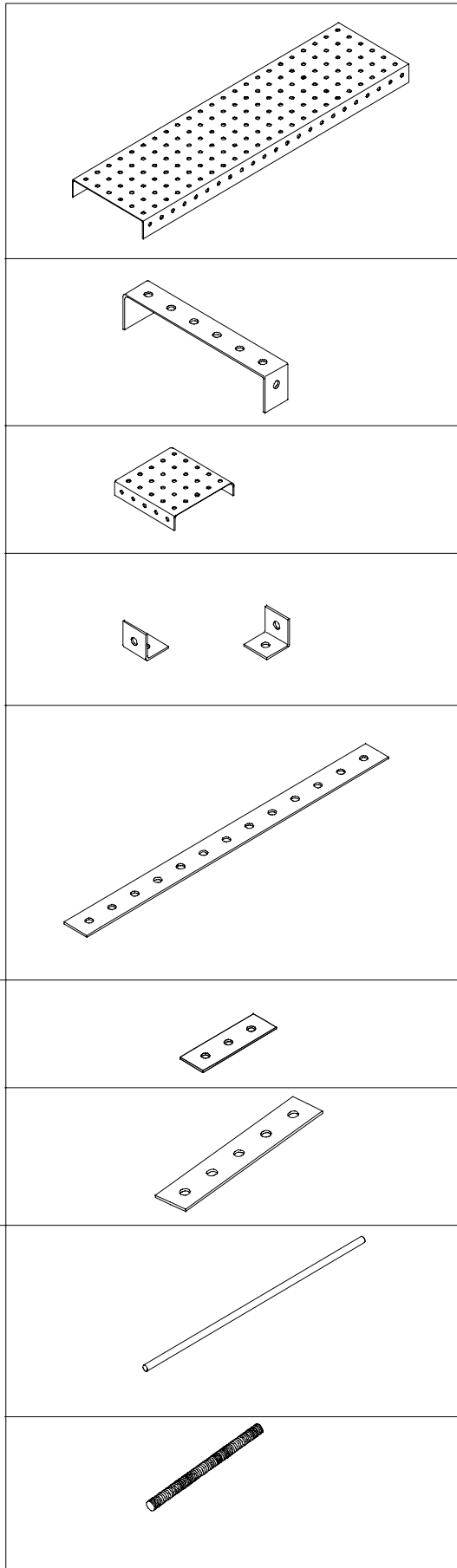
3.1. Projecte: construcció del mecanisme pistó-biela-cigonyal

Observa el mecanisme que muntaràs. Acoloreix amb llapis gris les part fixes, senyala el pistó, la biela i el cigonyal que porta acoblada una roda.

El muntatge es realitza en les fases següents:

1. Obtenció de les peces.
2. Muntatge del suport o part fixa.
3. Muntatge del pistó.
4. Muntatge del mecanisme biela-cigonyal
5. Acoblament del mecanisme biela-cigonyal al pistó.





Les peces

1: placa metàl·lica perforada 23 x 6 x 1 forats

1: placa metàl·lica perforada 1 x 6 x 1 f

1: placa plàstic 5 x 5 x 1 f

4: angle

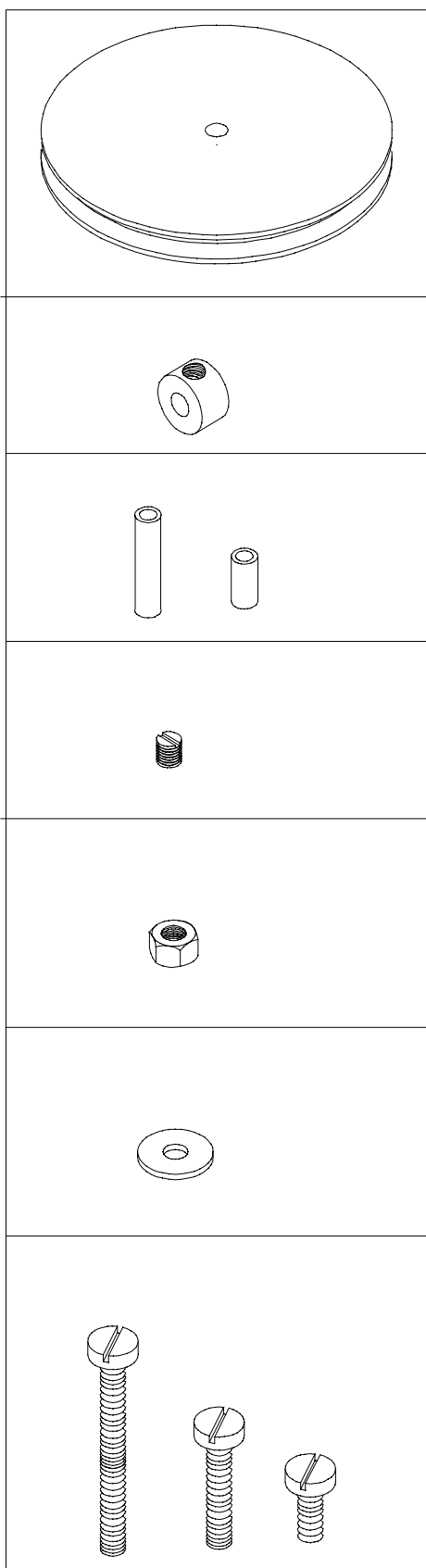
1: tira metàl·lica perforada 11 f

2: tira metàl·lica perforada 3 f.

2: tira metàl·lica perforada 5 f.

2: 180 mm vareta M4

1: 60 mm vareta roscada M4



1: politja d: 60 mm.

6: collars de pressió

1: virolla 6 mm.

2: virolla 15 mm.

4: cargols sense cap

20: rosca M4

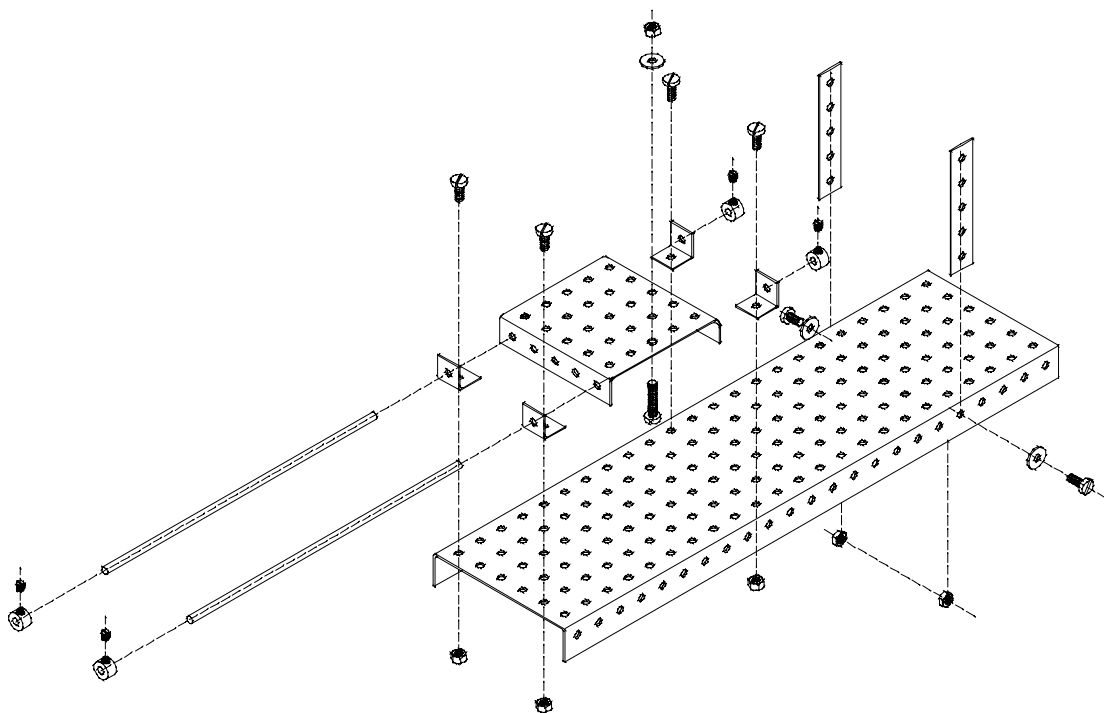
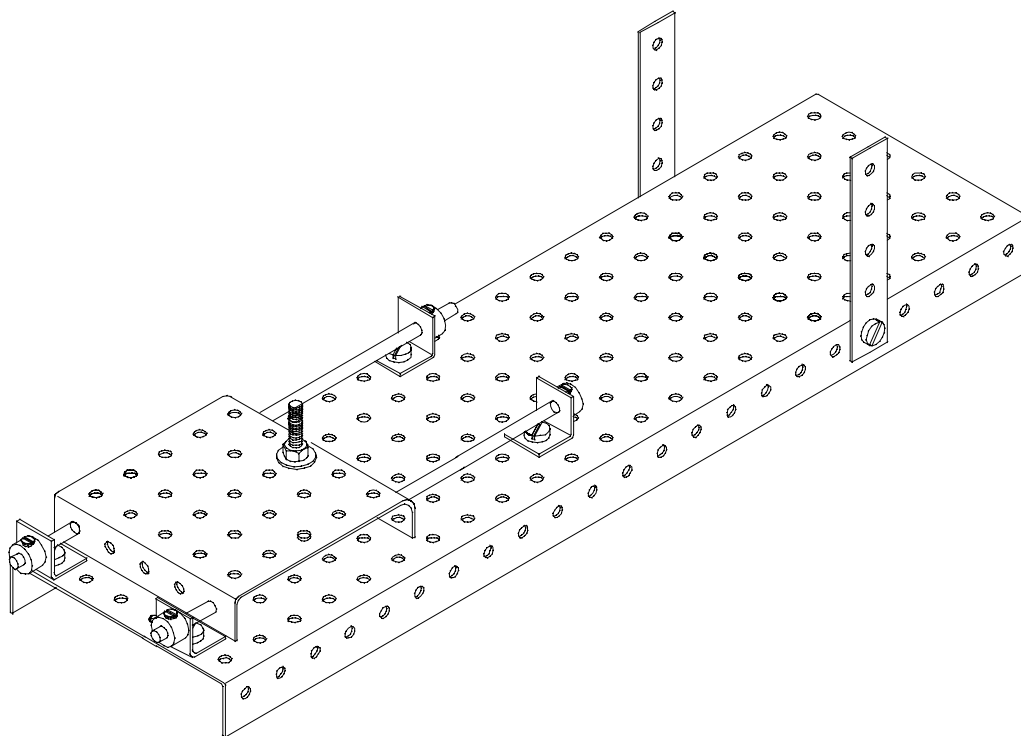
10: volandera

8: cargol M4 x 6

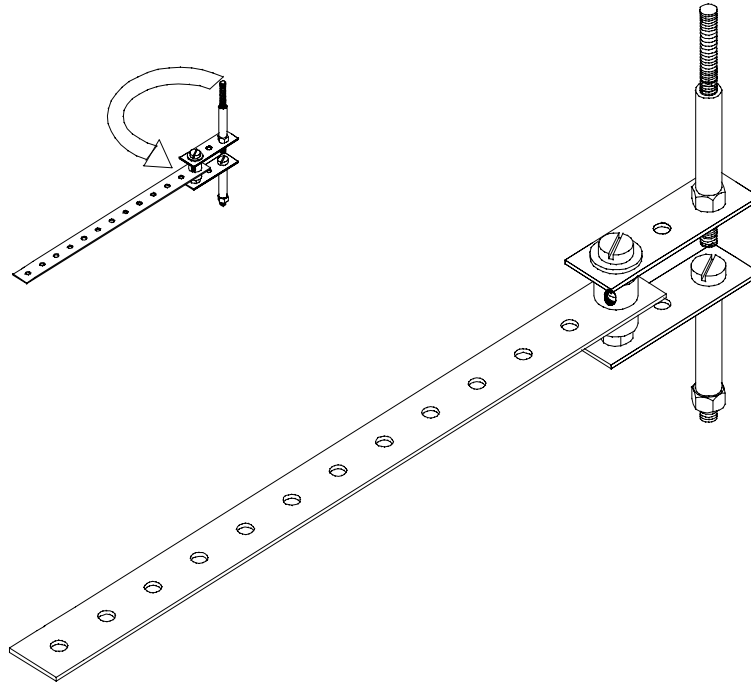
2: cargol M4 x 25

1: cargol M4 x 30

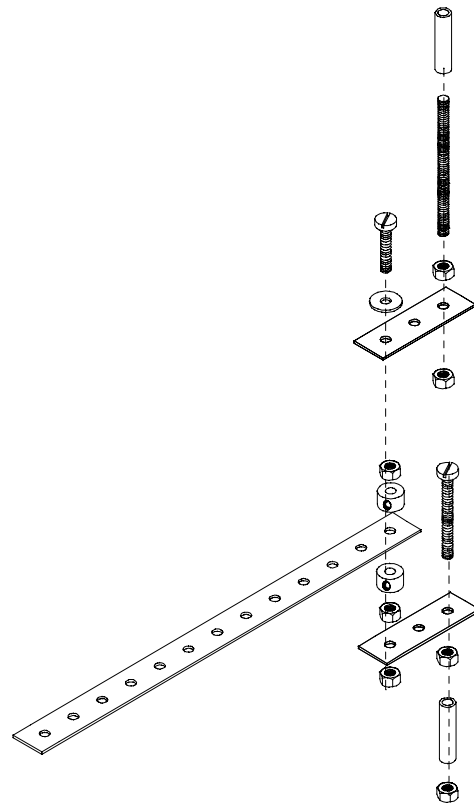
Muntatge del suport i del pistó

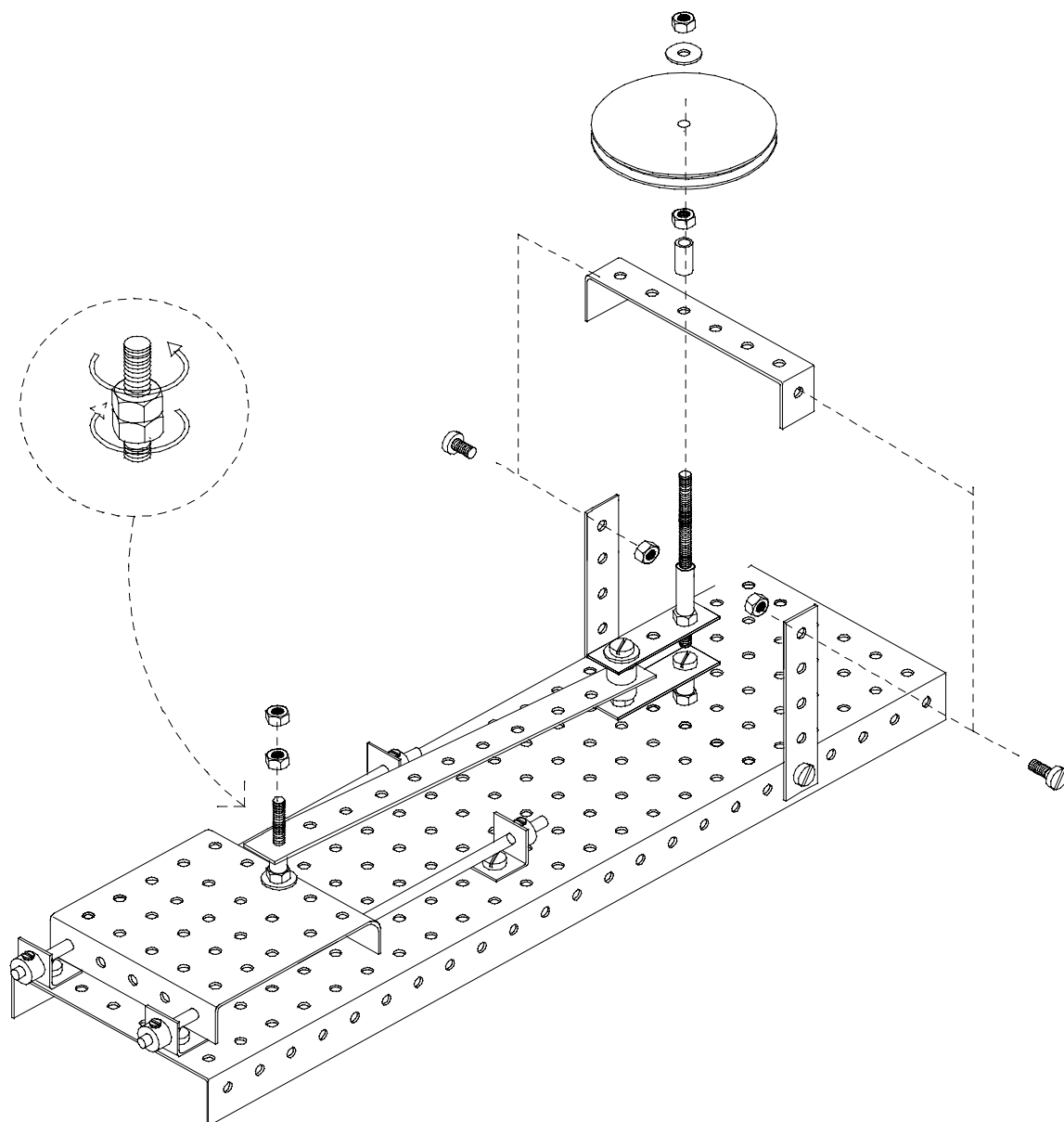


Muntatge del mecanisme biela-cigonyal

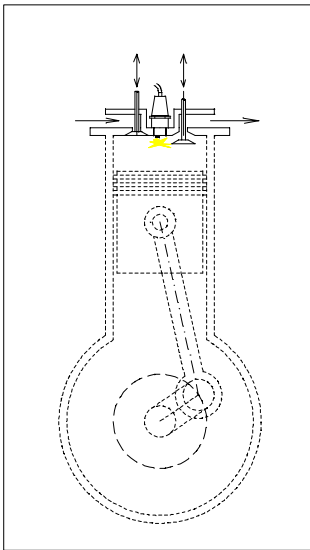


- Fixa't bé com es munta aquest mecanisme. Distingeix la biela del cigonyal.
- És molt important collar bé les rosques o bé contra les virolles o contra les tires. D'això depèn que el cigonyal giri bé.
- Assegura't que les tires de 3 forats quedin ben alineades l'una amb l'altra.
- Comprova que el cigonyal gira amb facilitat en el punt d'articulació amb la biela.



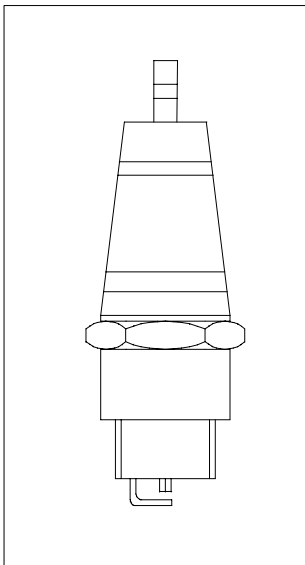
Acoblament de la biela al pistó i del cigonyal a la carcassa

3.2. El funcionament del motor de combustió

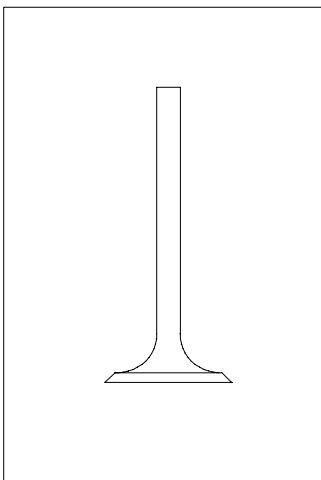


Aquesta maqueta que acabes de construir servirà de model per comprendre millor aquest motor, però abans has de saber les respostes a les tres incògnites pendents.

Observa el dibuix atentament. Ara el cilindre té dos conductes: el de l'esquerra permet l'entrada de la gasolina vaporitzada des del **carburador** i per la de la dreta surten els gasos de la **combustió**. Unes **vàlvules** les obren o les tanquen: la d'**entrada** i la de **sortida**. Al centre un enginy, la **bugia**, produeix una espurna elèctrica que encén el **combustible**. Tot plegat funciona ordenadament i cada peça s'activa quan li toca. Aquests components del motor es mouen o actuen aprofitant el propi moviment del l'arbre motor.

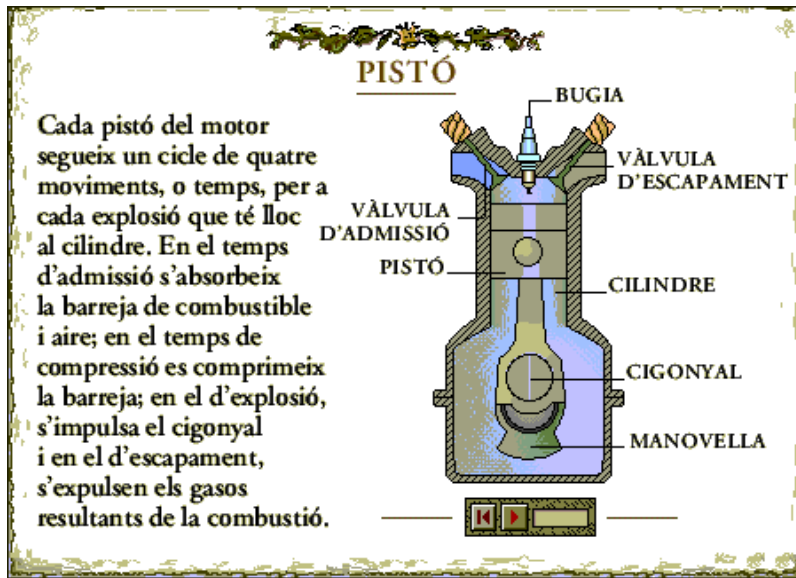


- 1. *Examina una bugia i cerca informació sobre ella. Identifica el lloc on es produeix l'espurna.*



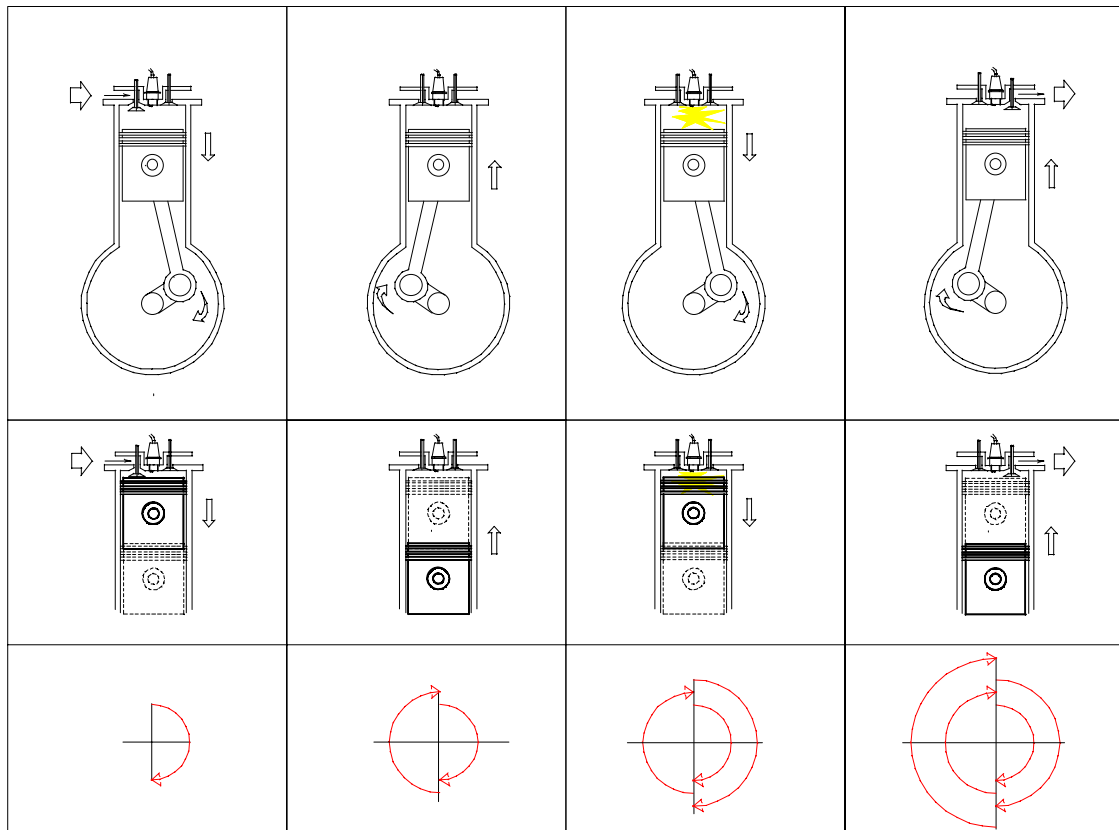
- 2. *Les vàlvules. Examina la vàlvula d'un motor i cerca informació.*

3.3. Analitza un cycle complet



Cerca a l'enciclopèdia interactiva *Com funcionen les coses*, el motor de quatre temps i visualitza l'animació que explica el seu funcionament.

Per analitzar i descriure el funcionament del motor, pas a pas, ajuda't d'aquests dibuixos i de la maqueta que has construït. Assenya-la-hi el lloc de la bugia i de les vàlvules.



- 3. Observa i descriu ordenadament què fan o com estan cadascun dels elements que entren en joc en un cicle. Quantes voltes gira l'arbre motor en un cicle ?

	Primer	Segon	Tercer	Quart
<i>La bugia</i>				
<i>El combustible</i>				
<i>La vàlvula d'entrada</i>				
<i>La vàlvula de sortida</i>				
<i>La cursa del pistó</i>				
<i>L'arbre motor</i>				

Vocabulari

La bugia: espurna, no activa

El combustible: entra, s'encén i s'expandeix, es comprimeix, gasos

La vàlvula d'entrada: oberta, tancada

La vàlvula de sortida: oberta, tancada

La cursa del pistó: puja, baixa

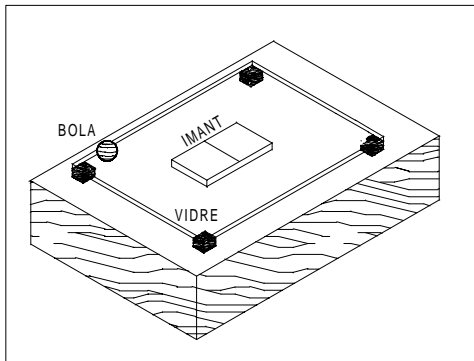
L'arbre motor: mitja volta.

IV

IMANTS I ELECTROIMANTS

4. Imants i electroimants

4.1. Imants



Prou que ho saps, què és un imant. Explora més coses de l'imant.

- *Experiència: Fes el muntatge que s'indica a la figura. Des de diversos llocs desplaça la bola d'acer amb el dit. Observa on queda aturada.*

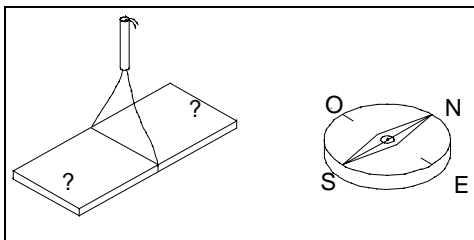
Un imant concentra la seva força en dos llocs, s'anomenen **pols magnètics**. Davant el ferro tots dos fan el mateix: l'atreuen. Però que passa si acostem els pols de dos imants?

- *1. Acosta els pols de dos imants i observa les forces que hi apareixen. Intenta descriure aquest fet:*

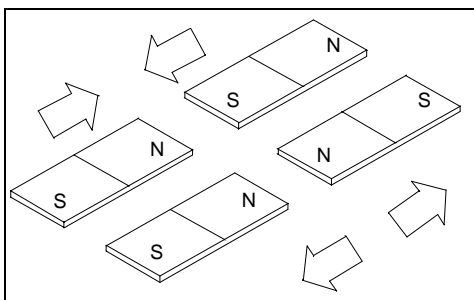
Vocabulari

força
atracció
repulsió
pols

Segons com, els pols s'atrauen o es repel·len. Això indica que hi ha alguna cosa de diferent entre un pol i l'altre. Si tens dos imants, com identificaràs el mateix pol en cadascun? La solució d'aquest embull la pots trobar amb una brúixola. L'agulla d'aquest artefacte, que assenjala la direcció del nord de la terra, és un imant. Has de saber que la terra, tota ella, és com un imant gegant. Per això, l'agulla de la brúixola queda orientada en la mateixa direcció.



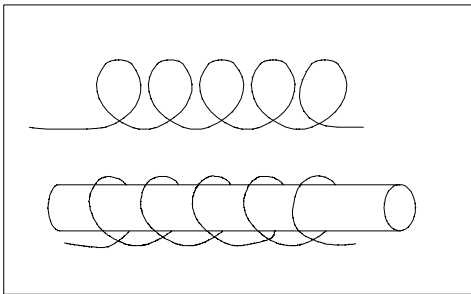
- *Experiència: Penja diversos imants (allunyats entre ells i de qualsevol peça de ferro) cadascun d'un fil i deixa'ls que reposin. Observa la direcció en què s'orienten els seus pols i compara'ls amb els de la brúixola. Després enganxeu una etiqueta N en el pol que mira al Nord, i S, el sud, en l'altre.*



- *2. Després fes-los interactuar entre ells, observa les forces de repulsió i atracció que apareixen. Descriu com actuen enfrontats dos pols iguals i dos pols diferents.*

Vocabulari

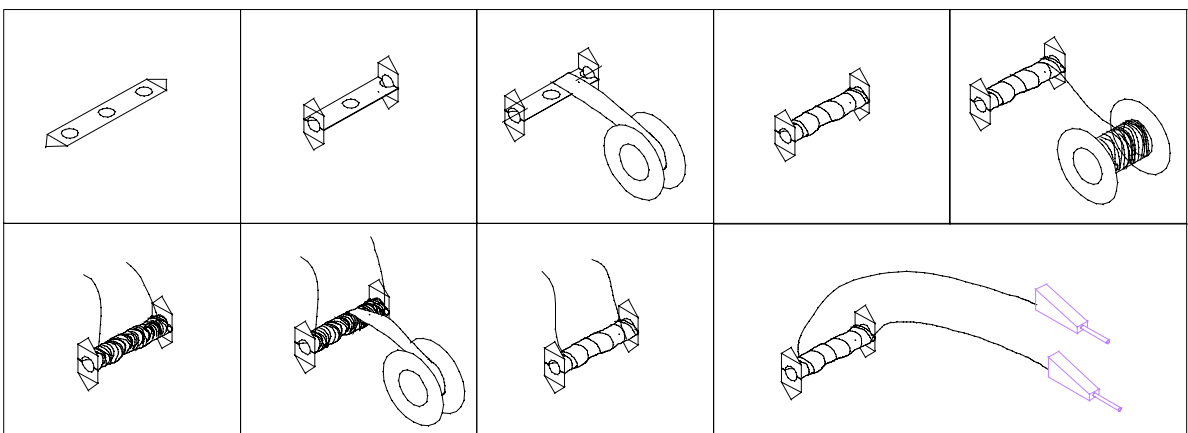
atraure
 diferent
 iguals
 pol
 repelir

4.2. L'electroimant

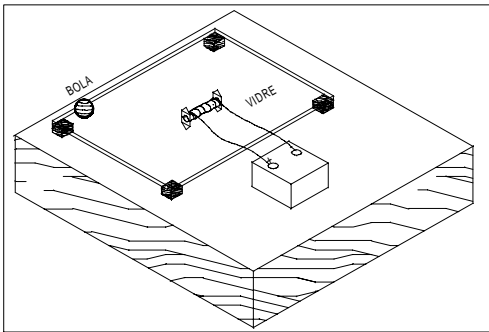
Quan un corrent elèctric circula per un fil conductor, al seu voltant es crea un camp magnètic. Si **bobinem** aquest fil conductor en una barra de ferro, el conjunt funciona com un imant molt especial. Aquest senzill aparell s'anomena **electroimant** i, com veuràs, té moltes utilitats.

Construcció d'un electroimant

- **Material:** 2 tires ferro de 3 f., 10 m. de fil per bobinar de 0'4 mm, cinta aïllant, 2 endolls.
- **Eines:** tisores, serra de metalls, cargol de banc i martell.
- **Procediment:**
 - 1. Serra dues peces de tres forats.
 - 2. Amb el cargol i el martell doblega els seus extrems pels forats.
 - 3. Col·loca-les tal com indica la figura. Envolta-les amb cinta aïllant. Així protegirem el fil de bobinar.
 - 4. Bobina 5 metres de fil de 0'4 mm.
 - 5. Deixa-hi 10 cm al començament i al final.
 - 6. Després envolta'l amb cinta aïllant i posa-hi clavilles als dos extrems.



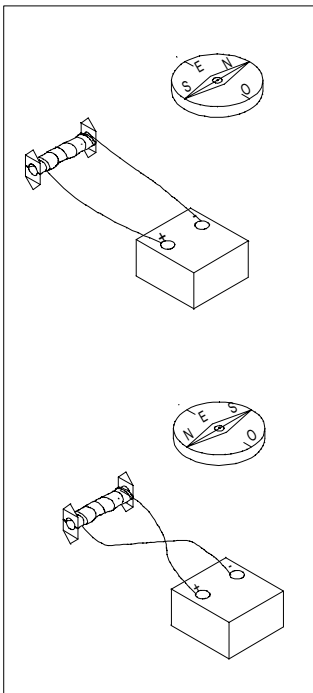
4.3. Explora l'electroimant



- *Experiència: Connecta l'electroimant a una font de corrent continu de 6 v. Disposa-ho tot com s'indica a la figura. Empenta la bola d'acer suaument i observa on es queda aturada.*

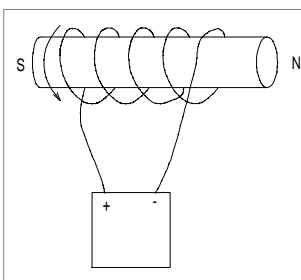
L'electroimant té, doncs, dos pols; igual que els imants.

Es diferencia, però, en un fet molt important a causa d'una característica del circuit elèctric del corrent continu: sempre es pot canviar el sentit del corrent canviant els pols elèctrics del circuit.



- *Experiència: Posa una brúixola davant un pol de l'electroimant. Identifica quin pol és. Després canvia el sentit del corrent elèctric, canviant les connexions a la font. Observa l'agulla de la brúixola.*
- *3. Descriu la conclusió que en treus.*

Vocabulari. Pol, signe, canviar, corrent elèctric continu, sentit, electroimant.

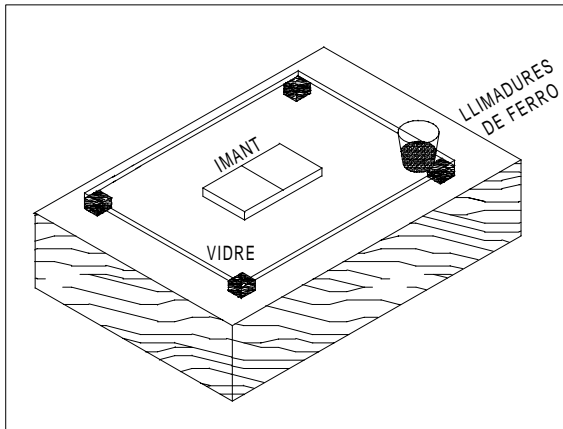


Com identificaràs els pols d'un electroimant sense una brúixola?

Observa la figura: el corrent elèctric continu va del pol positiu al negatiu. El sentit del corrent elèctric és com el de les agulles del rellotge.

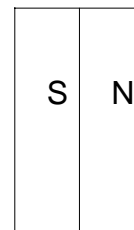
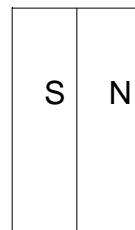
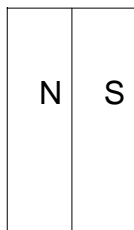
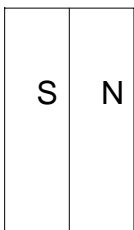
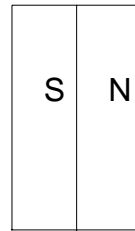
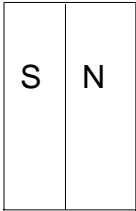
- *Experiència: Comprova aquest model amb la brúixola.*

4.4. Les forces magnètiques



Amb llimadures de ferro podràs veure com són aquests camps i com interactuen entre ells.

- *Experiència: Disposa el material com s'indica al dibuix. L'imant sota el vidre. Aboca-hi llimadures de ferro i colpeja una mica el vidre. Les llimadures prendran unes formes molt especials. Després prova amb les combinacions que il·lustren les figures i dibuixa-hi les formes que observes.*



Unitat de reforç

Podeu emprar una part del programari *Petita història del motor elèctric* (vegeu la guia de recursos) que es refereix als imants i electroimants.

Entreu a l'índex del programari i seleccioneu les unitats següents:

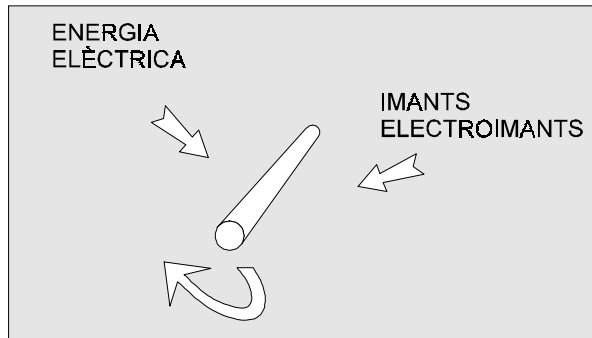
1. Imants, motors i electricitat.
2. Els pols d'un imant.
3. La brúixola.
4. Identificació dels pols d'un imant.
5. Interacció entre pols magnètics.
6. Els espectres dels imants.
7. Espectres electromagnètics.
8. L'electroimant.

V

EL MOTOR ELÈCTRIC

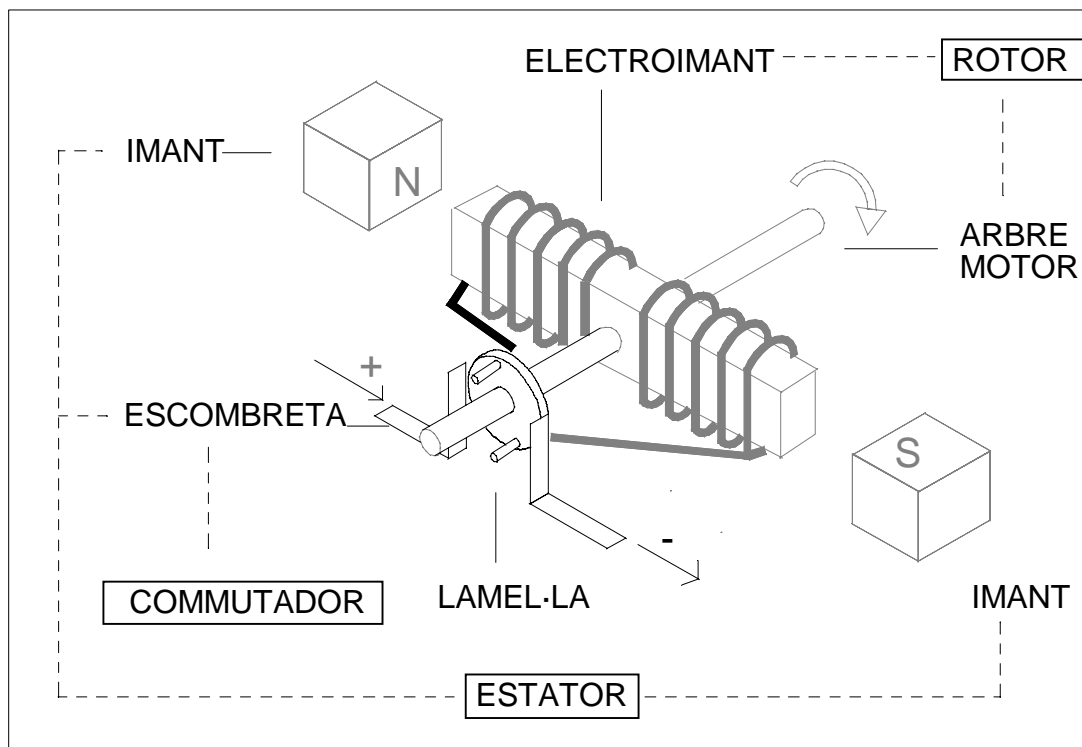
5. El motor elèctric

5.1. Pensar el motor elèctric



La invenció del motor elèctric és la resposta a la necessitat d'obtenir un **arbre motor** aprofitant les forces d'atracció i de repulsió magnètiques. Combinant l'energia elèctrica, electroimants i imants podem aconseguir fer voltar un eix de manera continuada.

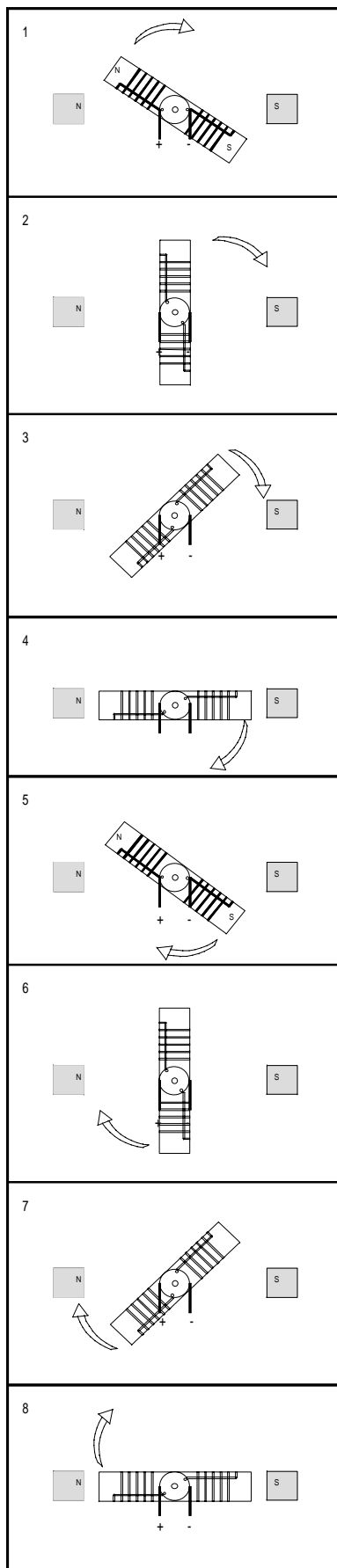
L'esquema bàsic d'aquest artefacte és el següent:



Un electroimant es fixa perpendicularment a l'**arbre motor** que gira lliurement i els seus extrems s'encaren als pols N i S de dos imants. Dues **lamelles** connectades a l'electroimant faran contacte, cada mitja volta, amb les **escobretes** connectades als pols positiu i negatiu de la font elèctrica de corrent continu. Aquest model es compon de tres parts:

- L'**estator** format pels imants i les escobretes és la part fixa del motor.

- El **rotor** format per l'electroimant, l'arbre rotor i les lamel·les, és la part mòbil del motor.
- El **commutador**, format per les escobretes i les lamel·les. A cada mitja volta del rotor, el commutador canvia el sentit del corrent elèctric de l'electroimant i, per tant, la seva polaritat.



Analitzem un **cicle** complet d'aquest motor:

Per engegar aquest motor, la posició inicial del rotor és molt important. Fixa't que l'electroimant està inclinat respecte les lamelles que fan contacte amb les escobretes. Aquesta és la posició d'arrencada.

1. En aquesta posició inicial les lamelles fan contacte amb les escobretes i l'electroimant s'activa i, pel sentit del corrent elèctric, l'extrem superior de l'electroimant és Nord i l'altre Sud. Apareixen forces de repulsió ja que els pols pròxims de l'electroimant i dels imants són iguals. El rotor rep un impuls que el fa girar cap a la dreta.

2. Ara les escobretes no fan contacte amb les lamelles i l'electroimant no és actiu. El rotor continua girant per la **inèrcia** de l'impuls que acaba de rebre.

3 i 4. L'electroimant continua inactiu mentre gira el rotor per la inèrcia de l'impuls.

5. El rotor ha fet mitja volta. Ara les lamelles i les escobretes tornen a fer contacte i l'electroimant s'activa. L'extrem superior de l'electroimant torna a ser Nord i apareixen forces de repulsió entre els pols pròxims de l'electroimant i de l'imant, novament el rotor rep un nou impuls.

6. Ara no hi ha contacte entre les escobretes i les lamelles, l'electroimant és inactiu i continua girant per la inèrcia de l'impuls.

7 i 8. L'electroimant continua inactiu fins completar mitja volta més i novament l'electroimant s'activa i el cicle continua.

1. Cerca al diccionari el significat de les paraules següents:

Estatòr:

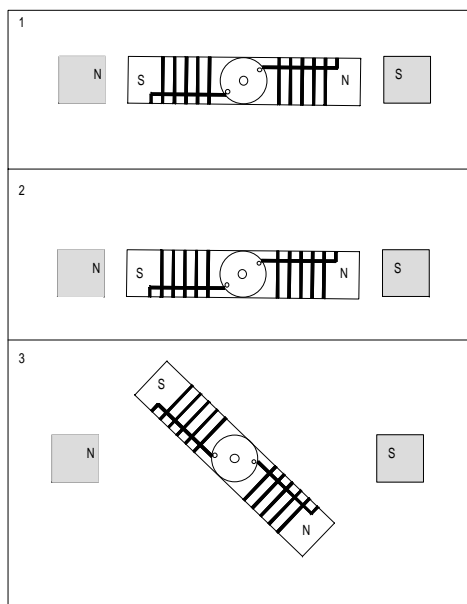
Rotor:

Commutador:

Escombreta:

Lamel·la:

2. Fitxa't en cadascuna de les situacions. Voltarà, el rotor? Si així és amb quin sentit de gir?

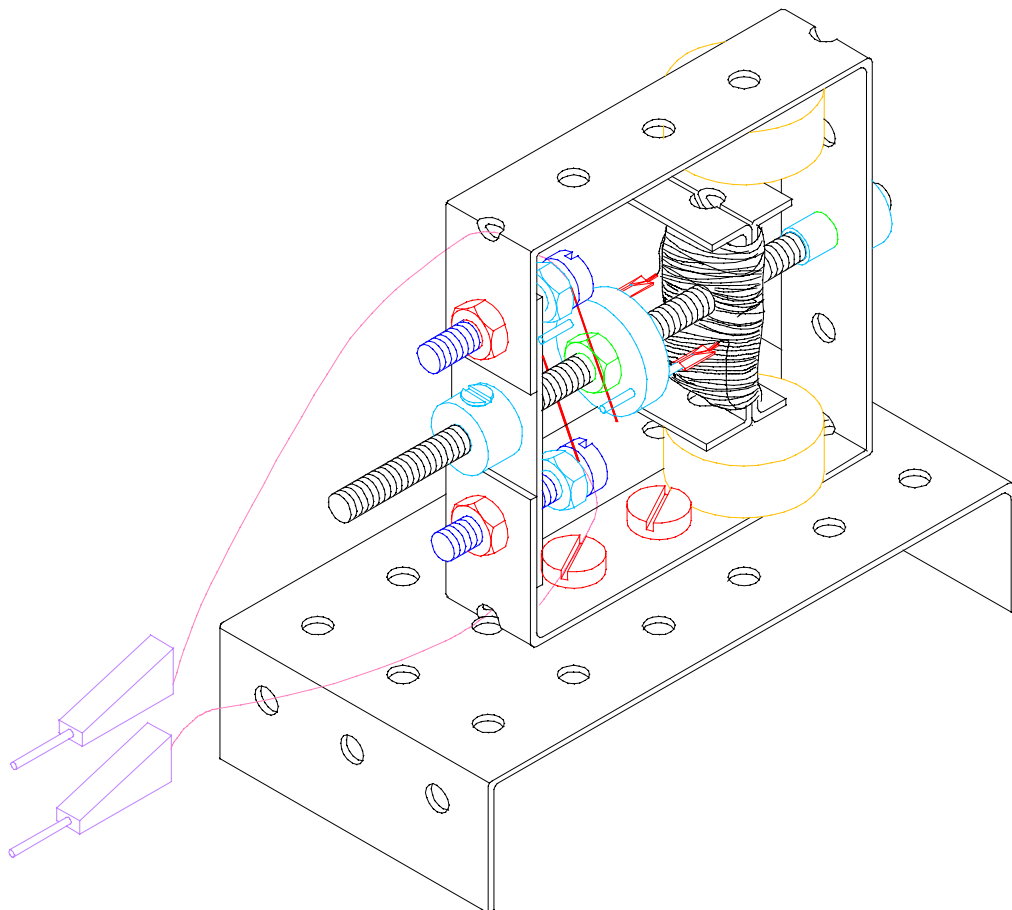


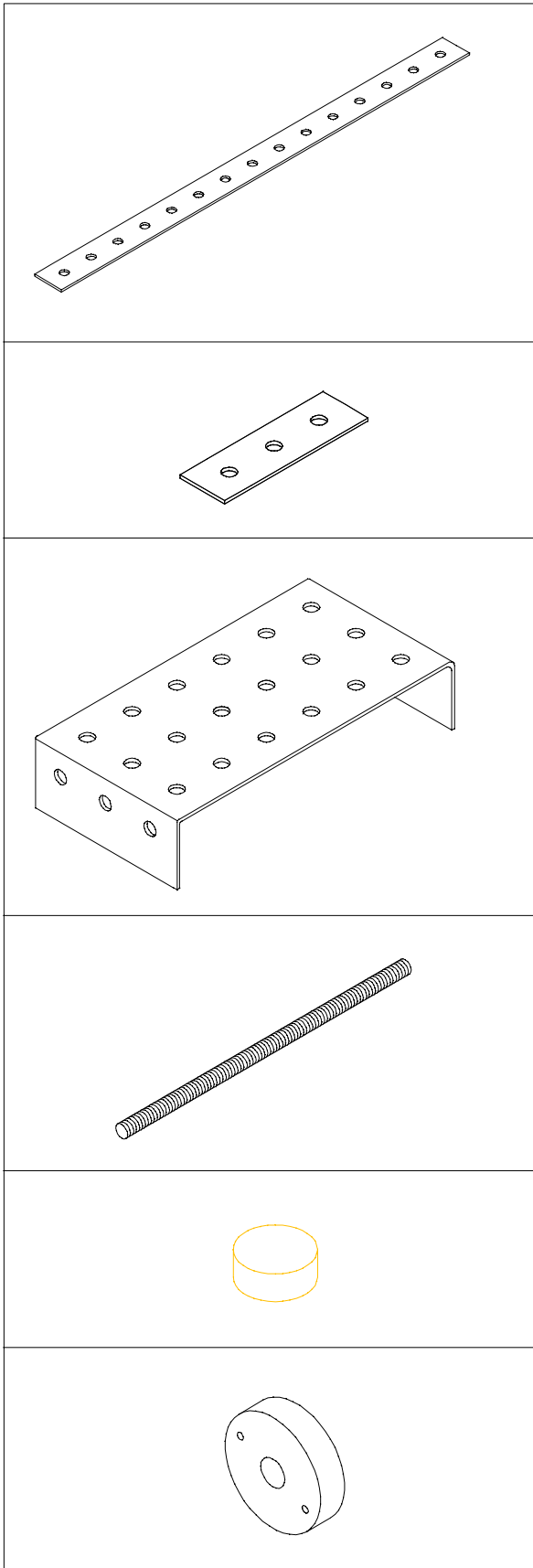
5.2. Projecte: construcció d'un motor elèctric de corrent continu

Ara tens una idea concreta de com és i de com funciona un motor elèctric elemental. Per construir-lo has de pensar abans el procediment que seguiràs.

- 1. Preparació de les peces que intervenen en el muntatge.
- 2. Muntatge de l'estator.
- 3. Muntatge del rotor:
 - 3.1. Muntatge de l'electroimant
 - 3.2. Muntatge del commutador (suport, lamel·les i connexions a l'electroimant).
- 4. Muntatge de les escombretes.
- 5. Acoblament del rotor a l'estator.
- 6. Posada en marxa del motor.

Vet aquí el muntatge complet. Acoloreix amb llapis gris l'estator i podràs interpretar millor el dibuix.



**Les peces**

1 tira metàl·lica perforada, 15 forats



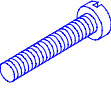

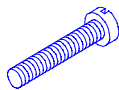

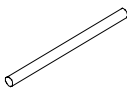

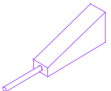

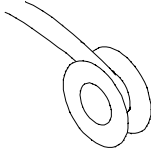
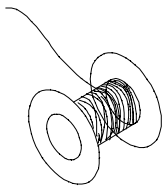
1 tira metàl·lica perforada, 3 forats

1 placa metàl·lica 3x5x1 forats

10 cm de vareta roscada de 4mm

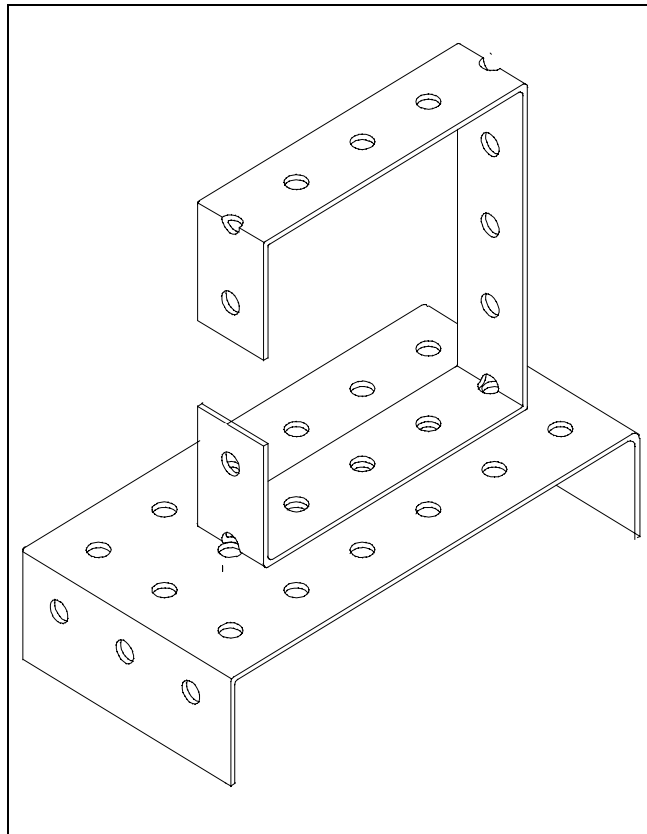
2 imants cilíndrics d'1cm d'alçada

1 volandera de goma 4x5x16

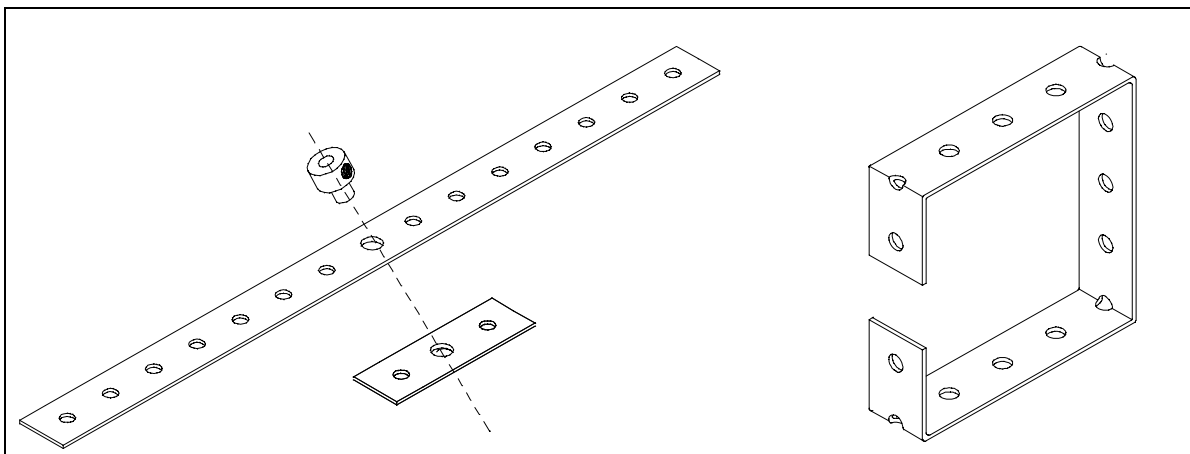
	2 : collar amb topall
	2 : cargols sense cap
	2 : cargols de plàstic M 4 x 20
	2 : rosca plàstic M 4 x 2
	2 : cargol metàl·lic M 4 x 12
	6 : rosca metàl·lica M 4 x 2
	2 : clau sense cap M 1 x 15
	2 : terminal
	2 : clavilla
	10 cm fil acer de 0.2 mm
	Cinta aïllant
	6 m fil de bobinar de 0.4 mm

Muntatge de l'estator

- Fixa't com quedarà l'estator. Has d'eixamplar una mica, amb la llima de ferro rodona i fina, el forat central de les dues tires, per tal que els collars amb topall hi puguin entrar. En ells dos s'hi fixarà la vareta roscada del rotor i no es cargolarà en girar.

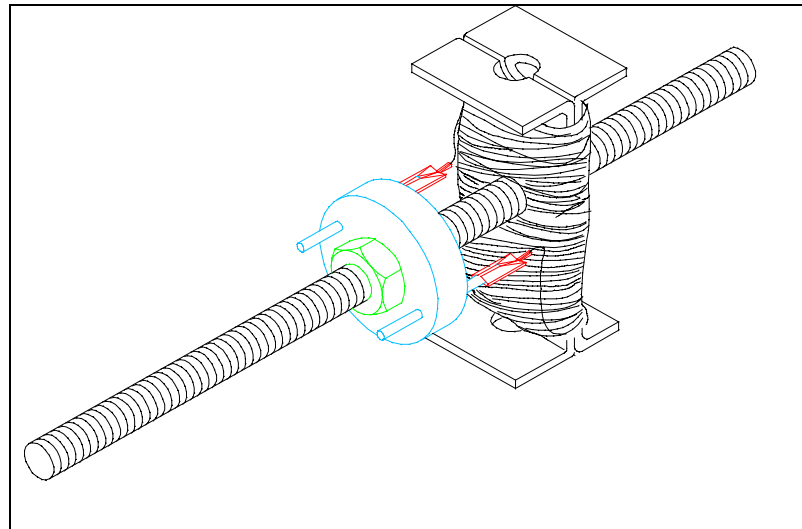


- Eixampla amb la llima els dos forats centrals de les tires.
- Doblega amb el cargol de banc i amb un martell la tira de 15 forats tal com s'indica. La doblaràs amb facilitat si fas els doblecs en línia amb els forats.

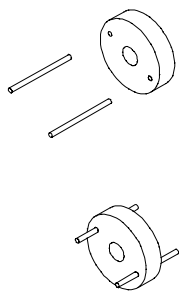
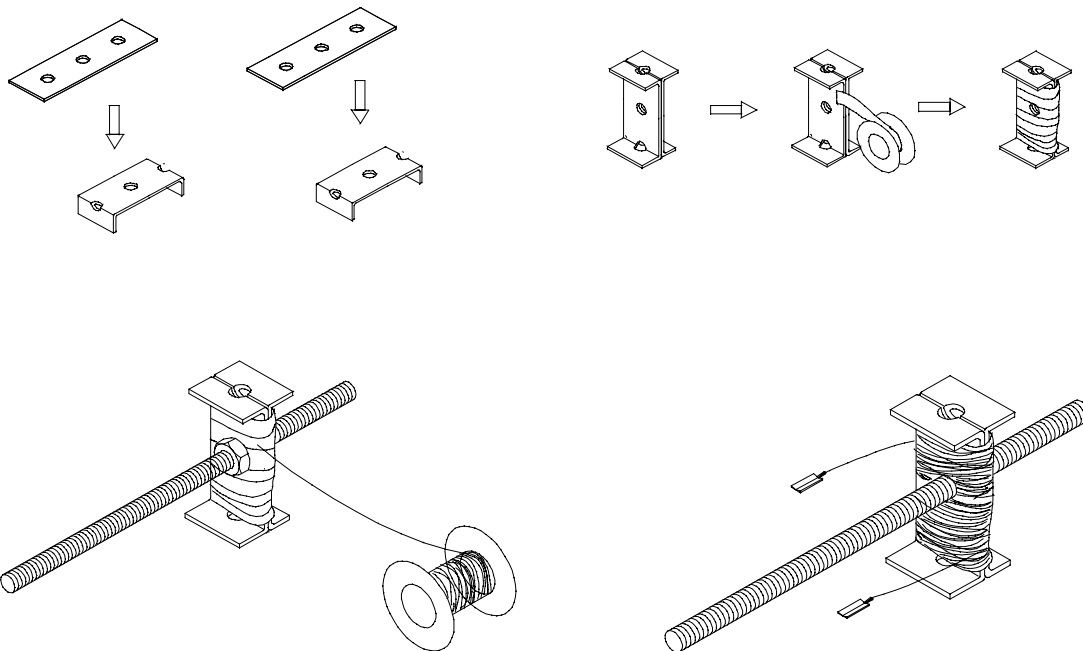


Muntatge del rotor

- Fixa't com ha de quedar el rotor. En primer lloc es munta el cos format per l'electroimant i la vareta roscada.
- Després és bobina i finalment es munta el commutador.



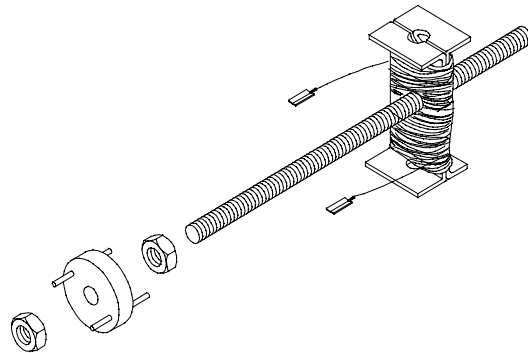
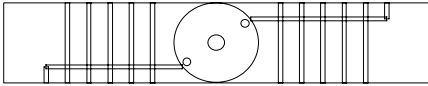
- Doblega dues tires tal com s'indica i fixa-les amb cinta aïllant.



- Introdueix la vareta roscada en el cos de l'electroimant i fixa-la amb dues rosques. Deixa 25 mm de vareta a l'extrem més curt.
- Després bobina 6 metres de fil i rasca els extrems per tal que facin contacte i fixa-hi els terminals.
- Sobre la volandera de goma, clava-hi els dos claus en diagonal, fan de lamel·les.

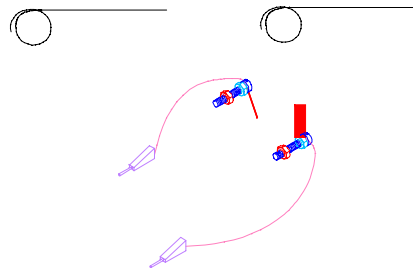
Ara pots acoblar el commutador a l'eix del rotor.

És molt important que les lamel·les estiguin inclinades respecte de l'electroimant si no el motor no arrencarà. Fixa't en l'esquema

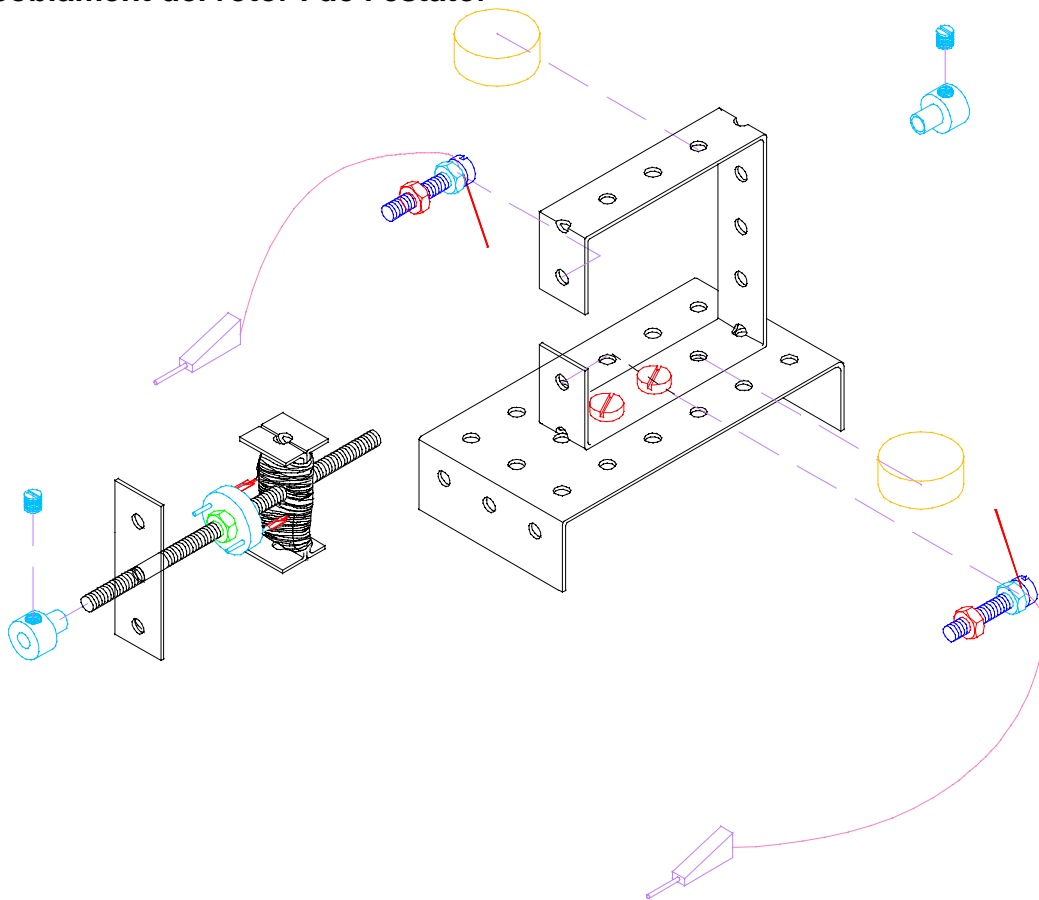


Muntatge de les escombretes

- Fes dos escombretes amb el fil d'acer, utilitza un cargol per donar-hi la forma indicada.
- Fixa cada escombreta a un cargol de plàstic amb la rosca del mateix material. Observa com han de quedar l'una respecte de l'altra.



Acoblament del rotor i de l'estator

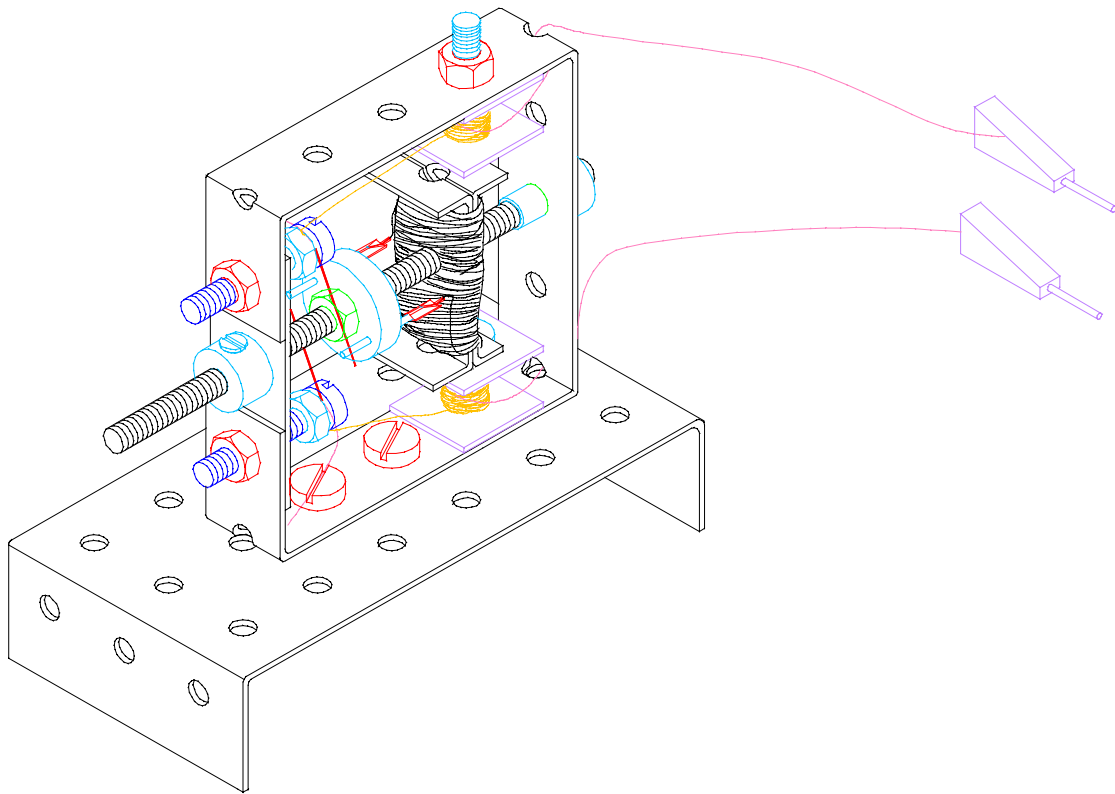


5.3. Projecte: construcció d'un motor sense imants permanents

Podem introduir una modificació en el motor que acabem de construir. Podem substituir els imants permanents per electroimants i així aprofitem millor l'energia de l'electricitat.

Amb la mateixa carcassa i el mateix rotor, només hem de construir dos electroimants adaptats a la carcassa i variar el circuit elèctric.

Vet aquí com quedarà aquest model de motor :

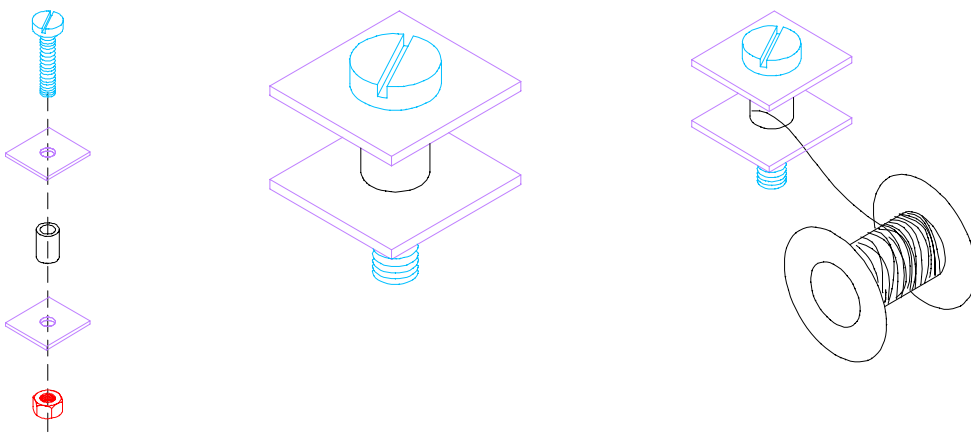


Construcció dels electroimants

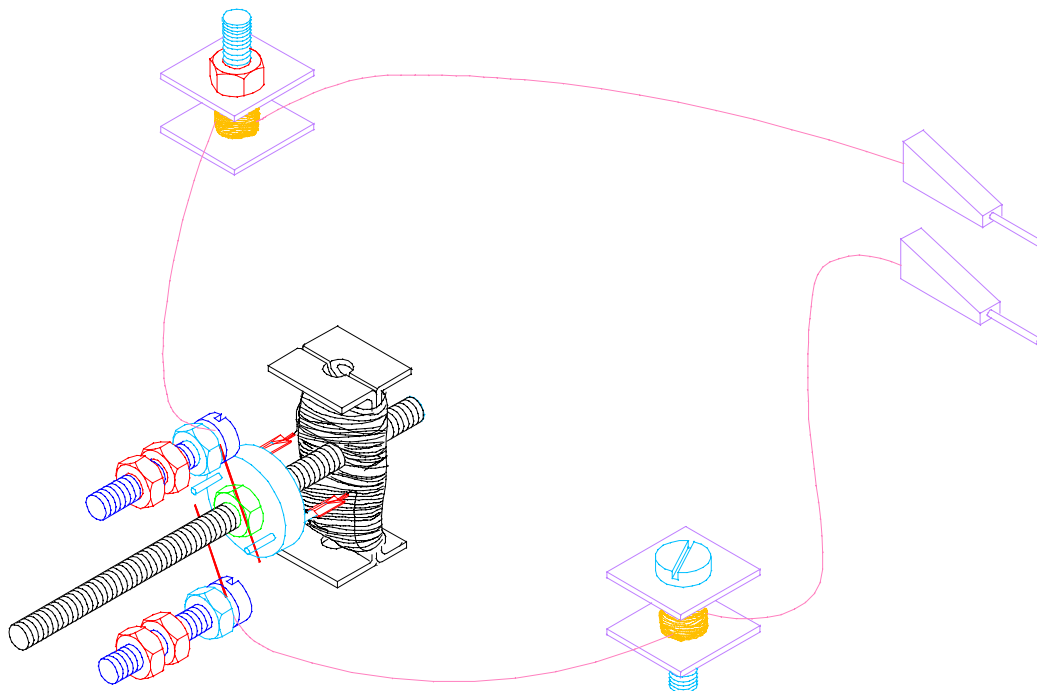
Necessitaràs el material següent:

- 2 cargols M 4 x 25
- 2 femelles M 4
- 2 virolles de 16 mm
- 2 tires metàl·liques d'1 forat
- 4 metres fil de bobinar 0'4 mm

Observa el procediment per muntar-los



Observa com has de muntar el circuit elèctric:



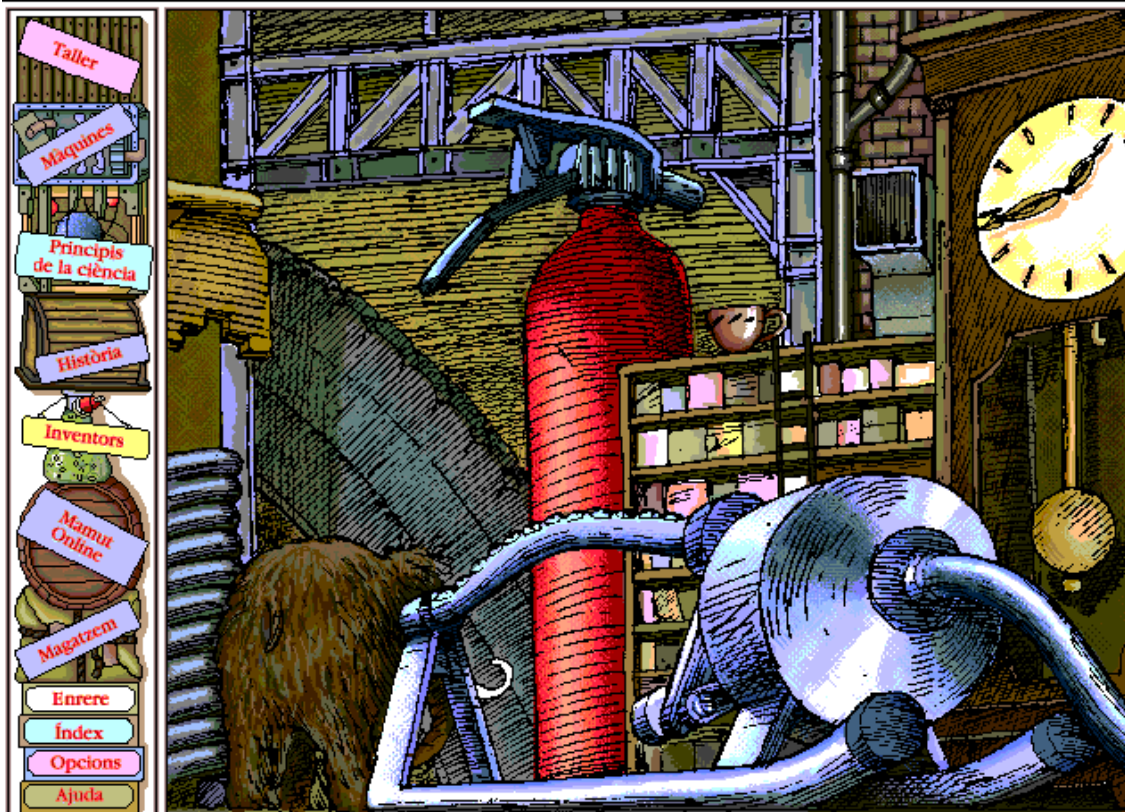
VI

EL VALOR DELS MOTORS

6. El valor dels motors

6.1 Recerca d'informació sobre els motors

Utilitza l'enciclopèdia interactiva *Com funcionen les coses* per ampliar els teus coneixements sobre els motors:



Abans de començar les recerques d'informació, explora l'enciclopèdia una estona activant totes les icones de l'esquerra. No et perdis les pel·lícules del Mamut. Quan es cerca informació, cal tenir un objectiu i saber navegar fins arribar-hi. Et guiarem inicialment, la resta és cosa teva. Aquests són els objectius:

- 1. (Història) Any i persona que va enregistrar la primera patent del motor de quatre temps:
- 2. (Inventors) La primera fàbrica de motors de quatre temps era a:
- 3. (Història) Any i persona que va enregistrar la primera patent d'un motor elèctric:
- 4. (Inventors) Què més va patentar aquesta persona?

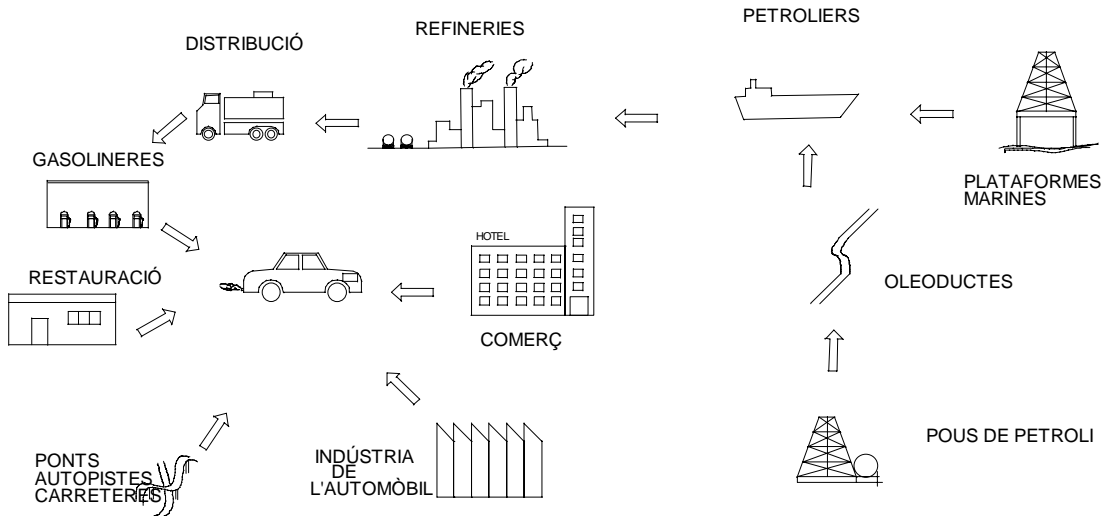
- 5. (Màquines) Troba i mira l'animació del motor de quatre temps. Com s'anomenen els quatre temps?
- 6. (Màquines) Troba i mira l'animació del motor elèctric. Quins són els seus components?
- 7. (Màquines) Troba què és un motor elèctric pas a pas, quins aparells l'utilitzen?
- 8. (Màquines) Troba què és el motor a reacció. Mira la seva animació.
 - Quins aparells l'utilitzen?
 - Com es diu el combustible que fan servir?
- 9. (Índex) Troba la informació sobre els aparells següents i després activa la icona *Principis de la ciència* i escriu quins són aquests:
 - ascensor
 - aspirador
 - assecador de cabell
 - trepant elèctric
- 10. (Màquines) Què és un coet? quins són els principis científics del seu funcionament?
- 11. (Índex) Què és un mecanisme de corda? Quins aparells l'utilitzen?
- 12. (Història) Any de la invenció del mecanisme de corda:

- 13. (Història) Quin any l'enciclopèdia registra l'avió?
- 14. (Índex) Què fa el carburador en un motor de quatre temps?
- 15. (Màquines) Què és una turbina eòlica. D'on treu l'energia per funcionar?
- 16. (Màquines) Què és una turbina hidràulica. D'on treu l'energia per funcionar?

6.2. El valor dels motors de combustió

Quan viatges en cotxe, vas còmode? Imagina si haguessis de fer tots els desplaçaments a peu, imagina si no existissin els cotxes, camions, vaixells, autocars, trens, etc. La vida de la nostra societat seria la mateixa? No, evidentment que no.

Són els motors de combustió els que mouen la majoria d'aquests vehicles. I perquè tot això pugui funcionar és necessari que hi intervinguin, que permanentment hi hagi moltes persones treballant i molta tecnologia en acció. Fixa't en el quadre següent: s'hi representen els recursos que es mobilitzen perquè el transport de persones i mercaderies funcioni.



Informa't sobre tres aspectes dels elements que es representen al quadre: on es localitzen, quina activitat fan i quins residus deixen.

Pous de petroli:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

Oleoductes:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

Petroliers:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

Refineries:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

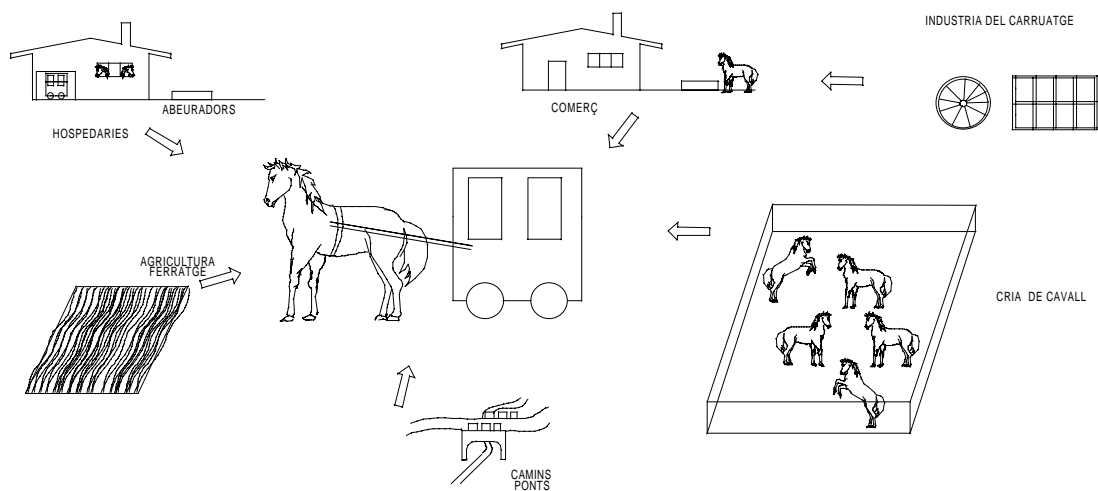
Distribució:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

Indústria de l'automòbil:

- *Localització:*
- *Activitat:*
- *Residus:*

La humanitat té necessitat de transportar persones i mercaderies. Imaginem, ara, com era el transport terrestre a l'edat mitjana.



- *Quina mena de motor usaven?*
- *Quin era el seu "combustible"?*
- *Com i a on s'obtenia?*
- *Quins residus deixaven?*

Debat

Escenifiqueu el següent diàleg:

(Tres persones X,Y,Z parlen de cotxes)

X: El motor de combustió contamina l'atmosfera i s'ha de reduir la seva utilització, s'hauria de prohibir la circulació de cotxes a les ciutats i que tothom vagi en transport públic.

Y: No hi estic d'acord: que facin els motors d'una altra manera que no contaminin. Per què hem de renunciar als cotxes?

Z: Per molt que ho vulguin arreglar, els motors de combustió sempre contaminaran perquè sempre han de cremar combustible per funcionar, i la combustió sempre produeix gasos que contaminen.

X: Hi estic d'acord, amb el que dius Z.

Z: Però jo no amb tu, X. I què si contaminen?, et poses l'aire condicionat i ja està: tens el problema solucionat!

Y: En tot cas solucionaràs el teu problema, però no el dels que van a peu, que s'han d'empassar el teu fum.

X: Hi ha una altra solució que és que tots els motors dels cotxes funcionin amb l'electricitat.

Z: Però corren poc ... i no són tan emocionants.

Y: També contaminen encara que indirectament, hi ha d'haver centrals elèctriques que facin electricitat, i la majoria contaminen ..

1. Descriu breument quina actitud mantenen els tres interlocutors.

- X és ...
- Y és ...
- Z és ...

2. Relaciona cada personatge amb una d'aquestes situacions:

- No té cotxe i només va en transport públic.
- Té un cotxe senzill i sovint va en transport públic.
- Té un cotxe impressionant i mai va en transport públic.

3. Escriu la teva opinió sobre aquest tema i exposa-la.

GUIA DIDÀCTICA

1. Descripció, objectius i contingut del treball

Motors és una material didàctic pel primer cicle de l'ESO per a l'àrea de Tecnologia. Aquest material pot integrar-se parcialment en alguns dels crèdits comuns del currículum o constituir un crèdit variable.

El contingut es desenvolupa en sis unitats:

I *Els pedals de la bicicleta*

Són una bona motivació per començar a estudiar els motors: el propi cos és un motor. S'analitza el pedalejar de la bicicleta i s'estableix l'analogia amb el mecanisme de biela-manovella. Es proposa un muntatge amb cartolina simulant el pedalejar d'un ciclista.

II *Mecanismes*

S'introdueixen i s'analitzen el funcionament, aprofitant l'analogia anterior, dels mecanismes de biela-manovella, del pistó-biela-manovella i de la lleva. S'introdueix el cigonyal com una manovella múltiple. També s'introdueix, experimentalment, el concepte d'inèrcia i de volant d'inèrcia. Tot plegat du l'alumnat cap la comprensió del motor de combustió.

III *El motor de combustió*

Es parteix del model bàsic del motor de quatre temps i es construeix una maqueta del mecanisme pistó-biela-cigonyal. S'apunten, sense aprofundir, les funcions de les vàlvules, les lleves, de la bugia i del carburador. Usant la maqueta amb l'ajut d'una animació, es planteja l'anàlisi d'un cicle complet fins concretar el paper de cada component en cadascun dels quatre moments o temps d'aquest motor.

IV *Imants i electroimants*

S'experimenta amb imants i s'infereix la identificació de pols i la seva interacció. Es construeix un electroimant i s'estudia la relació entre la polaritat i el sentit del corrent elèctric continu.

V *El motor elèctric*

Es desenvolupa a partir d'un model simple: un rotor de dos braços i un estator amb dos imants permanents en corrent continu. S'analitzarà un cicle complet i es proposa la construcció d'aquest model. Després es proposa modificar el model substituint els imants permanents per electroimants.

VI *El valor dels motors*

Es planteja una recerca d'informació sobre les classes de motors que hi ha partint de l'enciclopèdia interactiva *Com funcionen las coses*. Segueix una activitat que presenta els motors de combustió des d'una perspectiva sociotecnològica, i finalment es planteja un debat sobre l'ús dels motors de combustió i la contaminació atmosfèrica.

Objectius generals

1. Relacionar elements bàsics de cultura tecnològica que li permetin de comprendre els canvis que es produeixen en les formes de vida: relacions home-natura, relacions socials i de producció.
3. Valorar els avantatges i els inconvenients de l'ús d'objectes, processos tecnològics i recursos naturals.
6. Projectar i construir objectes tecnològics senzills fonamentant-se en la realitat i elaborant la documentació necessària.

Objectius terminals

2. Relacionar les actuals necessitats humanes amb els canvis socials que les han generat i amb les solucions que hi aplica la tecnologia.
8. Cercar informació en mitjans especialitzats, persones, entitats o empreses, i extrapolar-la a la realitat tecnològica.
14. Manejar l'ordinador com a usuari d'aplicacions.
22. Identificar i descriure les diferents parts i el funcionament dels motors de combustió interna i elèctrics.
23. Desenvolupar lògicament el procés de desmuntatge i muntatge d'un objecte senzill, analitzant-ne les diferents parts.
27. Descriure els mecanismes més importants de les màquines i identificar-hi la transmissió de moviment i d'energia.
26. Analitzar objectes, processos i el funcionament d'aparells senzills de l'entorn immediat.
27. Descriure els mecanismes més importants de les màquines i identificar-hi la transmissió de moviment i d'energia.
32. Construir objectes després d'haver-ne seleccionat i preparat els components.
37. Identificar els símbols dels elements elèctrics i mecànics d'aparells, circuits, instal·lacions.
47. Realitzar un treball experimental a partir de la lectura i interpretació de guions.
49. Valorar l'ordre, la polidesa, la rigorositat i la qualitat, tant del treball intel·lectual com del manipulatiu.

Inserció curricular

En relació amb el segon nivell de concreció i amb la referència dels dos exemples proposats pel Departament d'Ensenyament¹, aquest material es pot emprar en els mòduls següents:

Exemple 1: Mòdul 4: Electricitat i motors elèctrics
 Mòdul 6: Mecanismes i motors tèrmics.

Exemple 2: Mòdul 6: Motors i generadors.

¹ Currículum. Educació Secundària Obligatòria. Tecnologia. Departament d'Ensenyament. Barcelona, 1993.

2. L'atenció a la diversitat

L'atenció a la diversitat implica la personalització del procés d'ensenyament-aprenentatge. Aquesta és una vella i antiga aspiració de la pedagogia: proporcionar a cada alumne i en el moment oportú les orientacions i els recursos didàctics adequats a l'estat de les seves capacitats per tal que progressi en el seu aprenentatge. Aquest principi posat davant d'un grup d'alumnes i d'uns continguts concrets requereix un desenvolupament específic. Això és el que s'intenta fer aquí. Però és necessari esmentar que aquest material no ha estat plantejat, d'entrada, per a alumnes amb necessitats educatives especials que requereixin adaptacions curriculars individualitzades.

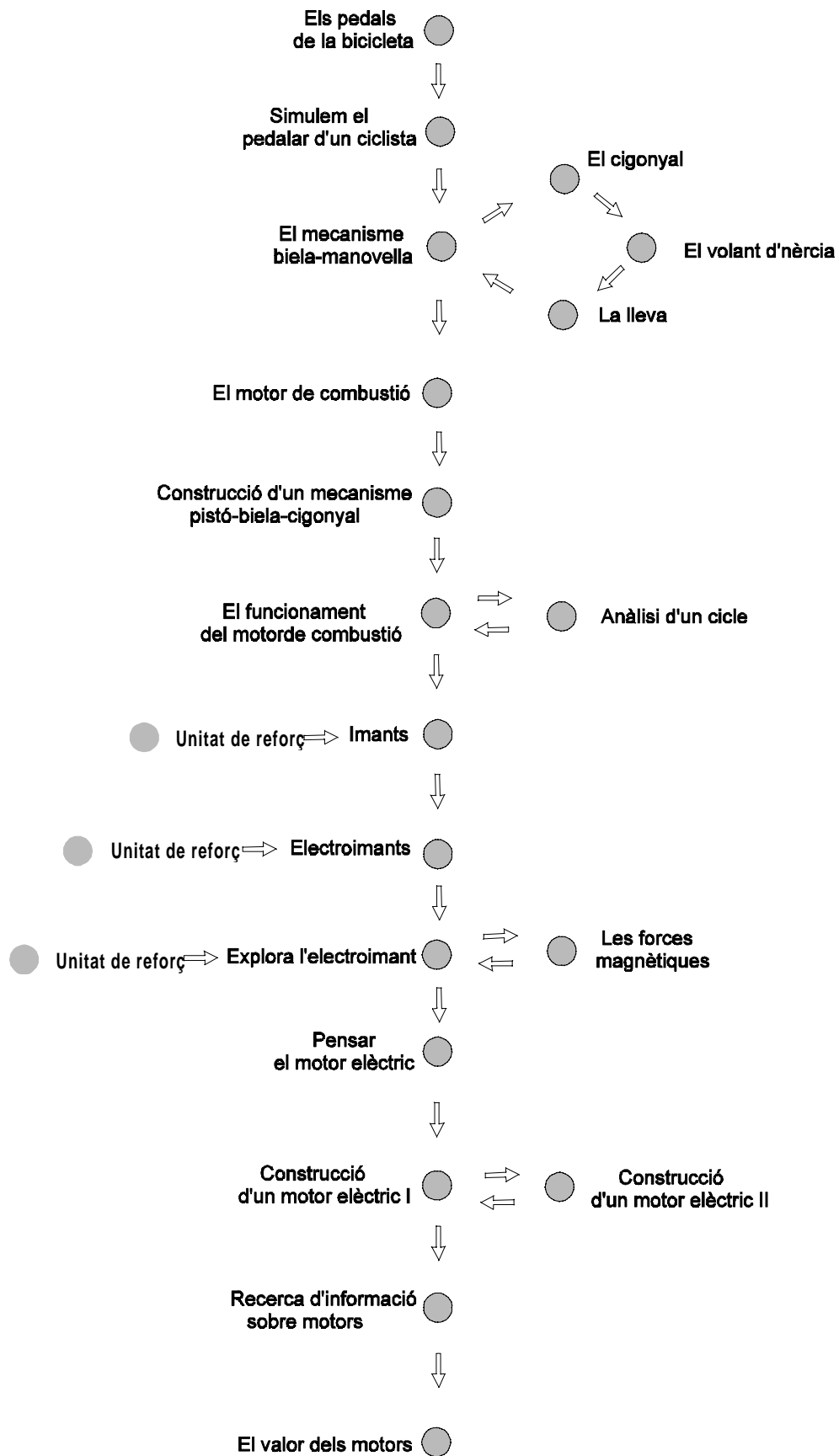
2.1. Ritmes d'aprenentatge dels alumnes

Ens referim, bàsicament, a la relació entre la quantitat de continguts apresos pel temps emprat. Part de les activitats de les unitats han estat plantejades per a tot el grup classe, unes altres per aquells alumnes que progressin a un ritme més ràpid i unes unitats de reforç per realitzar amb el programari *Petita història del motor elèctric*. S'estableixen, doncs, tres *itineraris amb trams comuns* per recórrer aquest àmbit temàtic de la tecnologia que hem aplegat amb la denominació *Motors*. El fet d'establir només tres itineraris és pot considerar arbitrari, però cal tenir present que un itinerari més implica més complexitat organitzativa i l'elaboració de més material didàctic.

El quadre següent resumeix la pertinença de les activitats a l'itinerari comú (C), a l'ampliat (A), al de reforç (R) i la durada estimada en sessions d'una hora.

Unitat	Activitat	Temps	Itinerari
I	Els pedals de la bicicleta	1	C
	Simulem el pedalejar d'un ciclista	1-2	C
II	El mecanisme biela-manovella.	1	C
	El cigonyal	1	A
	El volant d'inèrcia	1	A
	La lleva	1	A
III	El motor de combustió	1	C
	Construcció del mecanisme pistó-biela-manovella	3-4	C
	El funcionament del motor de combustió	1	A
	Anàlisi d'un cicle	1	A
IV	Imants	1	C, R
	L'electroimant	1	C,R
	Explora l'electroimant	1	C
	Les forces magnètiques	1	A
V	Pensar el motor elèctric	1	C
	Construcció d'un motor elèctric I	4-6	C
	Construcció d'un motor elèctric II	2	A
VI	Recerca d'informació sobre motors	1-2	C
	El valor dels motors	2	C

El següent diagrama estableix l'itinerari comú i l'específic i les unitats de reforç:



2.2. Avaluació dels textos dels alumnes i estratègies correctores

Observareu al llarg del treball una sèrie de preguntes obertes amb un vocabulari. El fet d'insistir en les expressions escrites de l'alumnat pot sorprendre a més d'un professor o professora de l'àrea de Tecnologia. Però si tenim present que el pensament acaba recorrent al llenguatge per elaborar, expressar i conservar el coneixement que construeix, és clar em d'observar tot allò que els nostres alumnes escriuen i parlen en relació amb el que estan aprenent. De fet, percebem que un alumne aprèn bé quan hi ha claredat i connexions sòlides entre els conceptes que treballa.

Inferim que un alumne no ha usat bé determinat estri de dibuix i/o determinat concepte geomètric quan hi ha constància d'una errada o un resultat inconsistent en el seu dibuix. De la mateixa manera podem procedir per detectar, a través dels seus textos, com el seu pensament integra i estructura els coneixements que aprèn.

Davant d'una mateixa pregunta (oberta, no de test) no tots els alumnes s'expressen de forma idèntica i aquest fet també manifesta la diversitat de comportaments intel·lectuals. Ens proposem ara presentar una metodologia senzilla i pràctica per atendre la diversitat en l'àmbit conceptual de l'educació tecnològica.

En efecte, quan es proposa una activitat que requereix que l'alumne redacti una frase o un text curt, ens trobem amb un conjunt de respostes força heterogeni tant pel que fa al vocabulari com a l'estructura sintàctica. A l'hora d'avaluar aquestes expressions detectem si una frase expressa correctament els conceptes i les seves relacions o, pel contrari, hi ha mancances, confusions, sintaxis desestructurades, que impliquen que l'aprenentatge que ha fet l'alumne en qüestió també té aquestes deficiències.

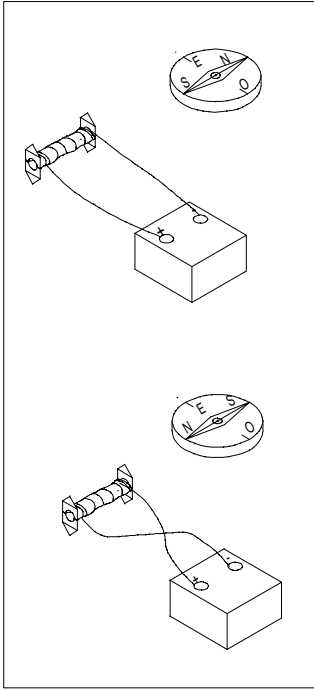
Òbviament seria necessària una estratègia correctora adaptada a la deficiència detectada, en això consisteix el principi d'atenció a la diversitat que tractem de concretar. Però atès que el volum d'informació que generen les preguntes obertes sobre el conjunt d'alumnes és gran i heterogeni s'imposen sistemes que el facin més manejable.

La proposta que fem tracta de homogeneitzar els components lingüístics que han d'usar-se necessàriament per construir les frases explicatives d'una pregunta oberta. D'aquesta manera la diversitat es farà palesa sobre una combinatòria reduïda dels components i el diagnòstic de les errades i les estratègies correctores podran ser més manejables.

Es tracta doncs, i és una part del s'ha fet en aquest treball, de proporcionar a cada pregunta oberta el vocabulari necessari i l'estructura sintàctica per muntar la resposta. El vocabulari és una llista de noms, verbs i adjectius. Pel que fa a les estructures sintàctiques, les bàsiques són les que permeten expressar la definició i la implicació causa-efecte.

Veiem un exemple:

Unitat 4, activitat: explora l'electroimant.



- *Experiència: Posa una brúixola davant un pol de l'electroimant. Identifica quin pol és. Després canvia el sentit del corrent elèctric, canviant les connexions a la font. I observa l'agulla de la brúixola.*

3. *Describeu la conclusió que en treus.*

Vocabulari: pol, signe, canviar, corrent elèctric continu, sentit, electroimant.

Observeu diferents respostes possibles:

- A: Canvien els signes dels pols de l'electroimant quan canvia el sentit del corrent elèctric.
 B: Canvien els signes del pol de l'electroimant i del corrent elèctric.
 C: El corrent elèctric canvia el signe dels pols de l'electroimant.
 D: Quan es canvia el sentit del corrent elèctric continu, l'electroimant canvia el signe dels pols.

Les frases A i D expressen correctament l'explicació de l'experiència, mentre que les dues restants presenten dèficits cognoscitius ben diferents. El seu diagnòstic seria el següent:

B: No hi ha cap nexa que manifesti la relació de causa-efecte. No es pot donar per fet que el pensament de l'alumne hagi establert una connexió de causa-efecte entre les dues proposicions que s'infereixen de l'observació de l'experiència:

1. Canvia el sentit del corrent elèctric.
2. Els pols de l'electroimant canvien de signe.

A més hi ha una confusió derivada per la identificació dels signes entre els pols magnètics i els elèctrics.

C: En aquesta resposta es pot entreveure una relació de causa-efecte, però hi ha una mancança en l'observació de l'experiència, no es té present la proposició sobre el canvi de sentit del corrent elèctric.

Òbviament no usarem la mateixa estratègia correctora en un cas com en l'altre.

Estratègia per al cas B:

1. Recordarem a l'alumnat que el canvi de pols elèctrics en el corrent continu significa que els electrons canvien el sentit de la seva marxa.
2. Preguntarem si els dos fets observables (proposicions 1 i 2) s'esdevenen simultàniament, quin dels dos succeeix en primer lloc, etc.
3. Proposarem a l'alumnat que elabori un nou redactat.

Estratègia per al cas C:

1. Activem l'electroimant davant la brúixola, sense fer cap canvi en la polaritat elèctrica.
2. Recuperem la seva resposta preguntant si passa corrent per l'electroimant. En cas afirmatiu, li farem notar la contradicció entre el que expressa el seu text (el corrent elèctric canvia el signe dels pols de l'electroimant) preguntant-li si canvia alguna cosa.
3. Repetirem l'experiència.
4. Proposarem a l'alumnat que faci un nou redactat.

3. Criteris d'avaluació

El quadre següent proposa la distribució percentual dels continguts per unitats:

Unitat	Procediments	Fets, conceptes i sistemes concept.	Valors, normes i actituds
I	60 %	20 %	20 %
II	20 %	60 %	20 %
III	70 %	20 %	10 %
IV	40 %	40 %	20 %
V	70 %	20 %	10 %
VI	10 %	20 %	70 %

A l'hora d'avaluar l'alumnat tindrem present:

- Els muntatges realitzats.
- El contingut del seu dossier.
- L'itinerari que ha seguit.

Vist globalment, la part procedimental es concentra en els muntatges, mentre que la part conceptual i actitudinal la tindrem recollida en el dossier que també ens proporcionarà l'itinerari que ha recorregut.

Unes pautes per valorar els muntatges en relació amb els cinc trams pot ser el següent:

- Insuficient: quan el muntatge no es presenta acabat o malmès.
- Suficient: quan el muntatge es presenta complet però amb deficiències que impedeixen el seu funcionament correcte o un arranament ràpid.
- Bé: quan el muntatge és complet encara que amb deficiències de reparació ràpida.
- Notable: quan el muntatge és complet i funciona.
- Excel·lent: quan el muntatge és òptim.

En total són cinc els muntatges: els pedals de la bicicleta, l'electroimant, el mecanisme pistó-biela-manovella, el motor elèctric amb imants i el motor elèctric sense imants. Amb dos d'ells, complets, podria fixar-se el suficient.

Pel que fa al dossier es proposen els següents criteris partint de les 29 activitats que es recullen en els textos del dossier, de les que 20 formen part de l'itinerari comú i 9 de l'itinerari d'ampliació o avançat.

Insuficient: no s'arriba a les 10 activitats completes.

Suficient: entre 11 i 16.

Bé: entre 17 i 20 activitats.

Notable: entre 20 i 24.

Excel·lent: entre 25 i 29.

4. Guia de recursos

El tema que tractem, els motors, es pot considerar un clàssic. Així ho mostra l'abundant documentació i recursos didàctics generats al seu voltant. N'hem seleccionats els següents de la base SINERA-96 i també de la web del Programa d'Informàtica Educativa (<http://www.xtec.es>) que estan disponibles als diferents centres de recursos pedagògics del Departament d'Ensenyament:

Vídeos

Louis Saul Filmproduktion; Fundació Serveis de Cultura Popular

Otto i el motor de quatre temps

Fundació Serveis de Cultura Popular, 1994

Pertany a la col·lecció Científics Universals; vídeo número 4 amb número ARG1410

El motor de quatre temps és avui dia el més conegut i utilitzat. Abans de la seva invenció per Otto, a la segona meitat del segle XIX, la màquina de vapor era l'únic motor que existia capaç de realitzar treball. El vídeo explica de forma gràfica el funcionament del motor. També es fa un repàs al procés que va conduir a la fabricació del primer motor el 1861. S'ensenyen els primers usos dels motors: fàbriques, explotacions agrícoles i evidentment, l'ús més conegut, els cotxes. El cotxe ha suposat la revolució en els transports. El motor que va donar llibertat de moviment als homes, també és un gran productor de contaminació. Al final del vídeo es mostra l'opció del motor d'hidrogen com alternativa no contaminant al motor d'Otto.

Ferrer Arpí, Francesc; [presentador]

El motor de gasolina

TV3

Pertany al programa Joc de Ciència

Explicació de les diferències entre la màquina de combustió externa (màquina de vapor) i la de combustió interna. Els motors de combustió interna o de benzina es divideixen en dos grups. El primer és el motor d'explosió de quatre temps (admissió, combustió, explosió i expulsió) i l'altre és el motor d'explosió de dos temps, que és el de les motocicletes. El document és molt gràfic i la mecànica dels motors és fàcil d'entendre mitjançant els dibuixos que hi apareixen.

Encyclopaedia Britannica Educational Corporation

Què és el magnetisme

Tothom coneix la capacitat que tenen els imants per atraure o repel·lir els objectes metàl·lics. Però, quin és l'origen d'aquestes forces? Amb l'ús de dibuixos animats i demostracions pràctiques, el film explora les característiques del magnetisme i demostra que està associat als moviments de les partícules carregades elèctricament.

VIPE, Societat Anònima

Medios de Transporte

Pertany a *Investigando el entorno*

Describeix els mitjans de transport al llarg del temps: els canvis que va suposar l'aparició de la roda, la importància dels animals a l'hora d'arrossegar els carruatges, la màquina de vapor i els motors d'explosió (amb un esquema del seu funcionament), l'evolució de cadascun (el cotxe, el tren, el vaixell i l'avió) i els tipus de combustible que fan servir.

Programari

Luque Carrillo, Federico

Motor d'explosió de quatre temps

Programa d'Informàtica Educativa, 1988/06/30

Programari Educatiu 2; Disc 3

Presenta l'esquema d'un motor d'explosió de quatre temps amb l'explicació de les seves parts, la descripció dels quatre temps i la simulació del seu funcionament.

Achón Massana, Jordi

Petita història del motor elèctric

Material programari adreçat al primer cicle de l'ESO, plantejat com un crèdit comú per a l'àrea de Tecnologia. Explica els continguts conceptuals, procedimentals i actitudinals del crèdit, els objectius didàctics, les activitats d'avaluació, la temporització i presenta les 12 unitats de programació: Imants, motors i electricitat; Els pols d'un imant; La brúixola; Identificació dels pols d'un imant; Interacció entre pols magnètics; Espectres dels imants; L'espectre electromagnètic; L'electroimant; Pensar el motor elèctric I, Muntatge I; Pensar el motor elèctric II; i Muntatge II.