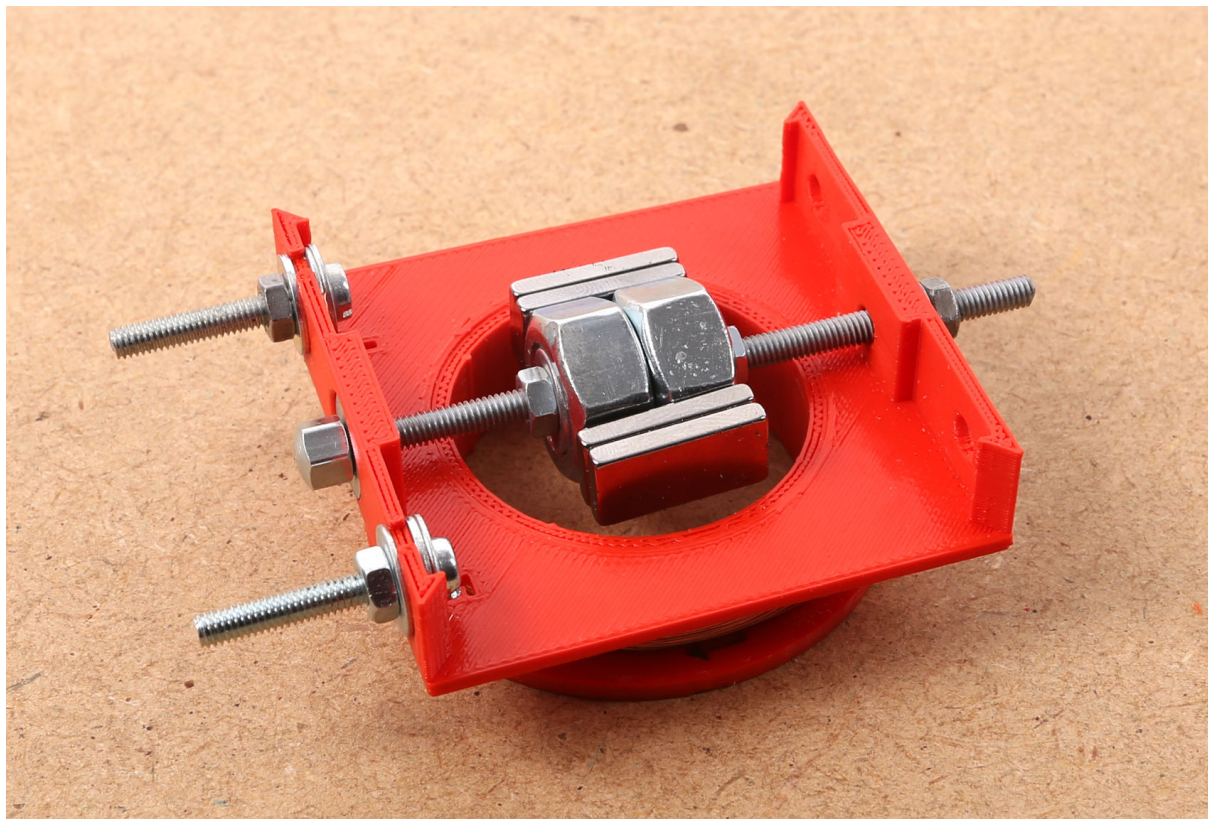


6. EL GENERADOR ELÈCTRIC



Jordi Achón
Jordi Regalés
Jaume Riera

CESIRE
Departament d'Educació
Generalitat de Catalunya

BCN 2019

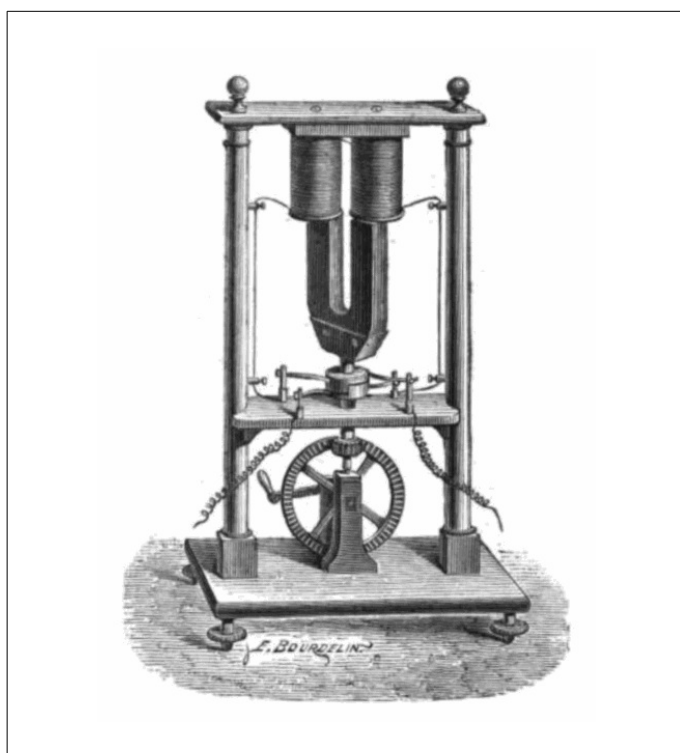


Va d'imants i bobines

! A la unitat dedicada al descobriment d' Ørsted, amb una pila, fil conductor d'electricitat i una brúixola va explorar diverses posicions del fil respecte la brúixola (imant) fins que en va trobar una (el fil paral·lel sobre l'agulla) en què la brúixola és movia quan passava corrent elèctric pel fil. Amb coneixements previs sobre els imants i a partir d'aquesta observació va raonar que el corrent elèctric creava un camp magnètic al seu voltant. Recordeu que el descobriment d'Ørsted va inspirar moltes preguntes. Una d'elles, i potser la més determinant de totes, és la següent: si la electricitat crea magnetisme, el magnetisme podrà crear electricitat?

i Una mica d'història sempre va bé per engegar el tema. La resposta a la pregunta d'Ørsted la van trobar primer [Michael Faraday](#) (1791-1867) i poc temps després [Hippolyte Pixii](#) (1808-1835). Ambdós inventaren enginys que produïen electricitat, però el d'en Pixii fou més reeixit, i del seu prototip n'han derivat els generadors elèctrics actuals.

! Observeu el generador de Pixii amb deteniment i identifiqueu-hi els seus elements principals:





Així que la solució per generar electricitat va d'imants i de bobines.

Explorarem possibilitats amb aquests dos elements. A més, necessitareu un **voltímetre** per detectar si es genera electricitat (tensió elèctrica) en el fil conductor.

De bobina ja en teniu una que va fer en la unitat dedicada a l'electroimant. Quant als imants, n'usarem cilíndrics de neodimi de 10 mm de diàmetre perquè encaixaran a l'interior de la bobina. Una dotzena de 2 mm de gruix faran el fet, o un d'una sola peça també servirà, per bé que és més car. Per manejar amb més comoditat els moviments dels imants els enganxem al mateix nucli de ferro que vam usar en la unitat de l'electroimant



Evidentment que poden moure l'imant de moltes maneres respecte la bobina, però n'hi ha una que d'entrada ens crida l'atenció: introduir l'imant a l'interior de la bobina.

En efecte, només introduir-lo, l'agulla del voltímetre s'ha mogut cap a un costat! Hem generat electricitat! Però durant un sol instant. És un pols elèctric.

És obvi que volem generar electricitat durant més estona, i també que hi ha d'haver més possibilitats per explorar. Entreu al [Full de treball \(1\)](#).



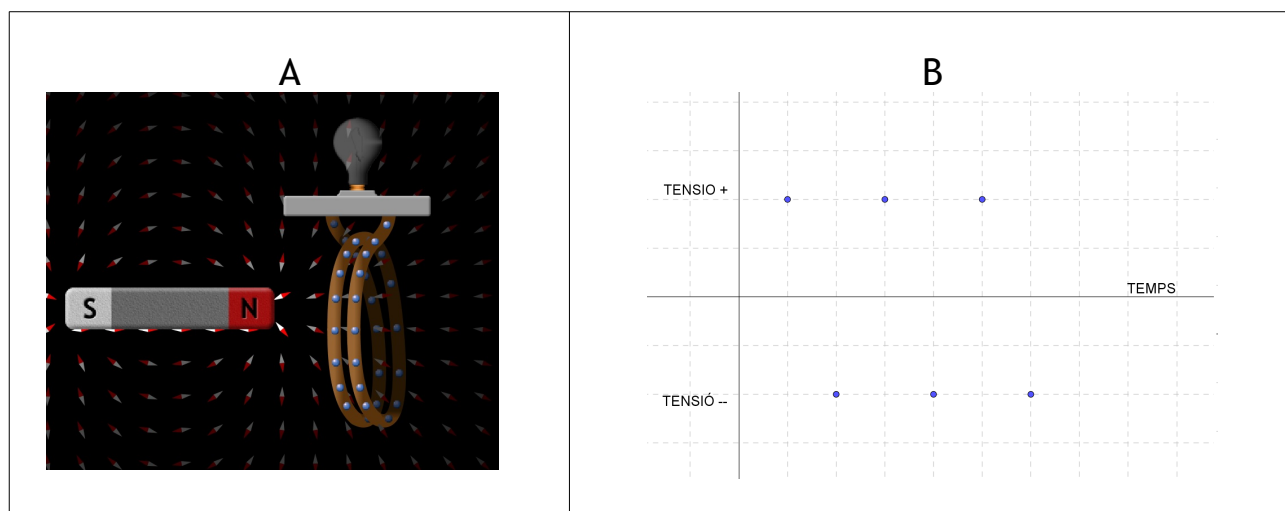
De l'exploració anterior en traiem unes quantes observacions:

- Quan traiem l'imant de la bobina observem que el pols elèctric té un sentit contrari a quan l'hem introduït. L'agulla es mou cap a l'altra banda.
- Segons el pol de l'imant que s'introdueix, l'agulla oscil·la cap a una banda.
- Si anem ficant i traient l'imant (moviment lineal i alternatiu) es genera una corrent elèctrica que constantment canvia de sentit.
- Si el moviment de l'imant és lent, es genera menys corrent que si es ràpid.
- Si fem rodar l'imant a l'interior de la bobina, sense moure'l endavant o enrere no es produeix corrent.



A la unitat dedicada al corrent elèctric continu ja hem vist que el corrent elèctric és un moviment ordenat d'electrons. Si poseu l'atenció en els moviments de l'agulla del voltímetre, ens podem imaginar com pot ser el moviment dels electrons del fil conductor que el camp magnètic mou. Serà semblant al de l'agulla, és a dir, un moviment de vaivé. Un pol magnètic els fa moure cap a un sentit i tot seguit l'altre pol els fa moure en sentit contrari. D'això se'n diu un moviment alternatiu, per això al corrent elèctric generat per un camp magnètic se'l coneix com corrent **altern**. Adoneu-vos que tot i ser un vaivé també és un moviment ordenat

Entreu al simulador del [Phet](#) i observeu el moviment dels electrons quan un imant entra i surt d'una bobina (Figura A):



Suposem que fem uns quant moviments alterns i regulars de imant. Si representem els pics de tensió més alta obtindríem una gràfica com la de la figura B.

El corrent altern és el que ens arriba a casa i a les indústries, de manera que ja us podeu fer una idea de la importància que té per a les nostres vides.

El generador elèctric de corrent altern.



Fixem-nos ara en un dels fets que heu observat:

- Mentre fem i traiem l'imant de l'interior de la bobina, en aquesta s'hi generarà un corrent altern.
- En canvi, si fem rodar l'imant dins la bobina, no es produeix corrent.

Es clar que qualsevol moviment de l'imant no té perquè generar un corrent altern.

Tot i que són dos moviments diferents, un és de vaivé i l'altre és giratori, hi ha d'haver alguna diferència més per a que un generi corrent i l'altre no. En què consisteix aquesta diferència?

Vet aquí un problema per esbrinar.

Entreu al [full de treball \(2\)](#)



Ara ja sabeu que la clau per generar un corrent elèctric altern en la bobina consisteix en fer **variar** constantment la quantitat de línies del camp magnètic que la travessen, és a dir, que *la densitat de les línies que creuen les espirals de la bobina vagi canviant*.

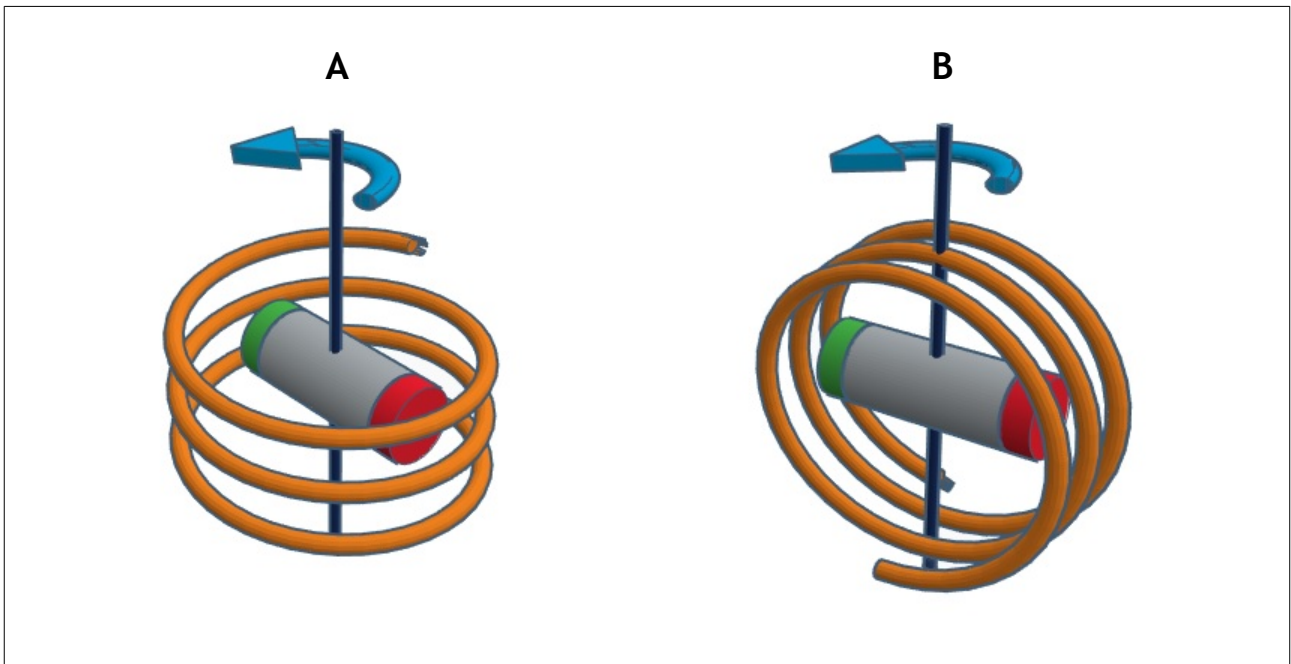
En el cas de què l'imant giri a l'interior de la bobina de manera longitudinal (al llarg de la seva longitud), és veu que el camp magnètic que afecta a la bobina no experimenta cap variació, de manera que no es genera corrent.

Entreu a [Faradays-law](#) i jugueu una estona amb aquesta simulació del principi del generador elèctric.

Explorant possibilitats



Una pregunta ens ha de ballar pel cap. En efecte, què passaria si enlloc de girar l'imant sobre un eix de rotació longitudinal, el fem girar sobre un eix transversal? No ho hem provat, i potser girant-lo d'aquesta manera es pot variar també el camp magnètic a l'interior de la bobina i generar més corrent. Vet aquí la idea:



Si l'imant roda de manera **transversal** a l'interior de la bobina, tal com mostra el dibuix, aquesta és pot col·locar al menys de dues maneres:

- A) L'eix de rotació és perpendicular a les espires de la bobina.
- B) L'eix de rotació és paral·lel a les espires de la bobina.

Tot i que costa imaginar-se les línies del camp magnètic rodant, es pot entreveure quina de les dues possibilitats produirà una variació del camp magnètic a la bobina. Però cal de confirmar-ho de manera experimental.

Altrament, si volem un generador més eficient hem de pensar en connectar l'imant a alguna mena de motor, així no el mourem amb les mans.

Paga la pensa intentar-ho.

Es obvi que ens caldrà una bobina més ample i un imant connectat a un motor. Així que mans a l'obra.



Imprimirem primer un carret amb un diàmetre interior de 40 mm, ja que més endavant ens vindrà bé aquesta mida per a construir altres enginys. Teniu el fitxer stl aquí: <https://www.tinkercad.com/things/gSRZ6sXkYnm> . Si el bobineu a màquina, el fitxer stl del suport és a: <https://www.tinkercad.com/things/fFYjRqhsJWm>

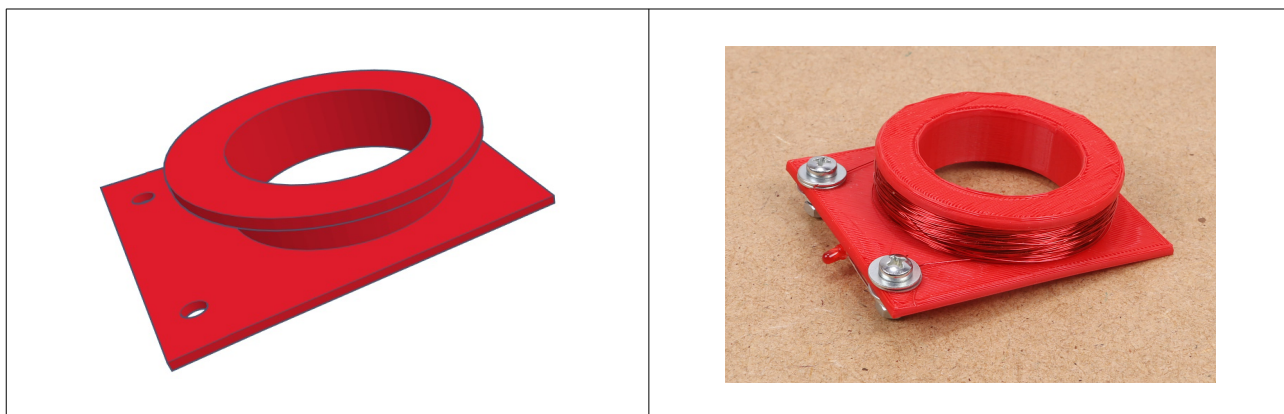
Necessitarem el següents materials:

- Fil de bobinar del 0'2
- 2 cargols M4 de 12 mm
- 4 femelles M4

6 volanderes M4

1 Led

Bobinarem el carret amb 500 voltes. Si disposeu de màquina de bobinar (hi ha una unitat sobre ella), millor, si no, a mà no us portarà gaires minuts. Recordeu de la unitat de l'electroimant que el cap i la cua del fil cal preme'ls entre les volanderes a fi de trencar l'esmalt del fil perquè faci contacte. Entre els dos borns hi podem posar un Led com a indicador de què es produeix electricitat, si no, és connecta la bobina a un voltímetre.



Ara ens caldrà muntar l'imant rotatori.

Material:

Base fusta 100x100x16 mm

4 cargols fusta, l:15 mm

Motor 1,5 v

2 politges

1 goma elàstica

Suport en U (fitxer stl a: <https://www.tinkercad.com/things/bGx6EtMOum3>)

Suport motor (*Brida.stl*)

12 cm vareta roscada 4 mm

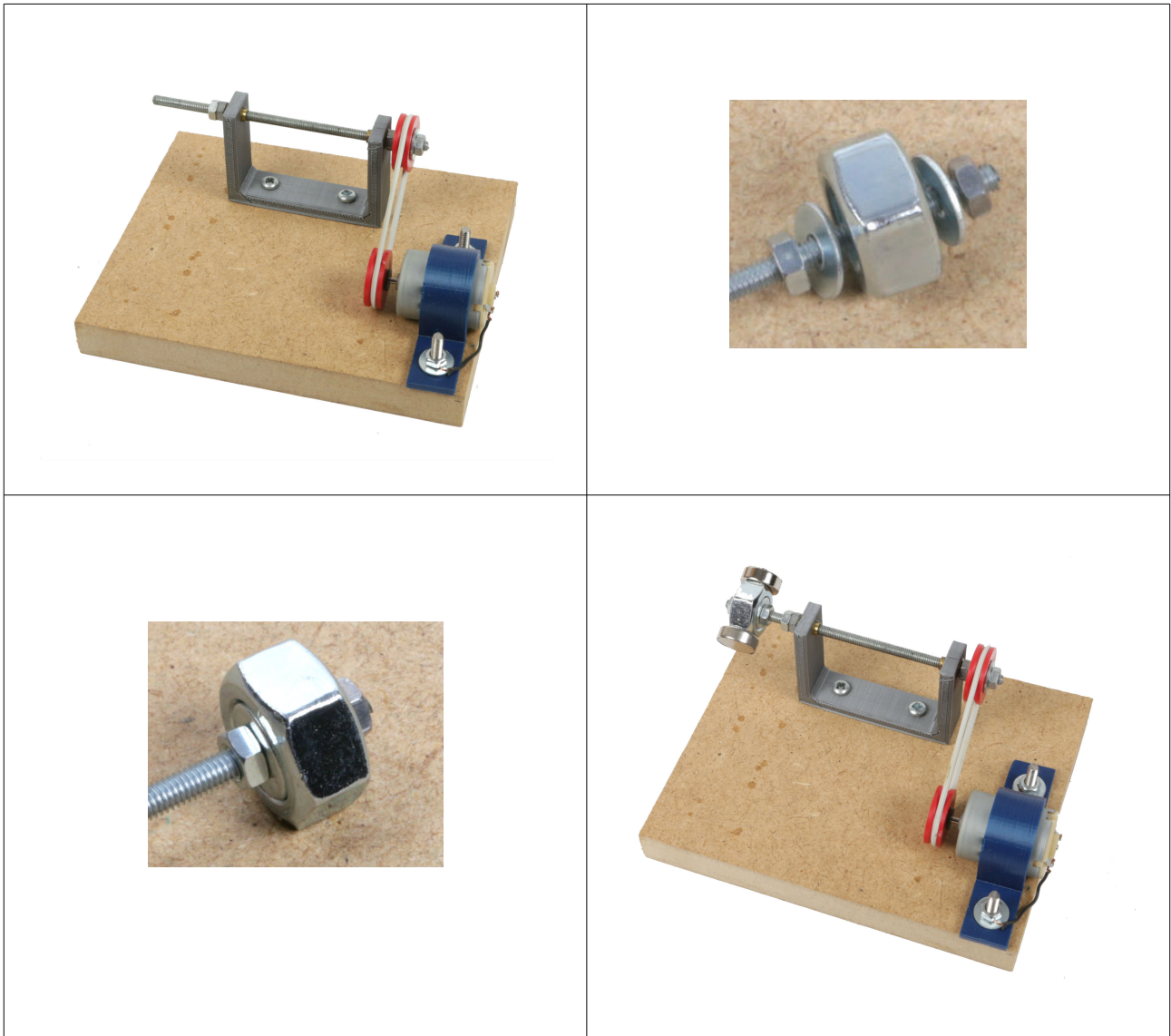
2 ullers diàmetre interior 4 mm

6 femelles M4

2 volanderes M4 (diàmetre exterior 12 mm)

1 femella M12

2 imants de neodimi (d:15 mm, h: 5 mm)



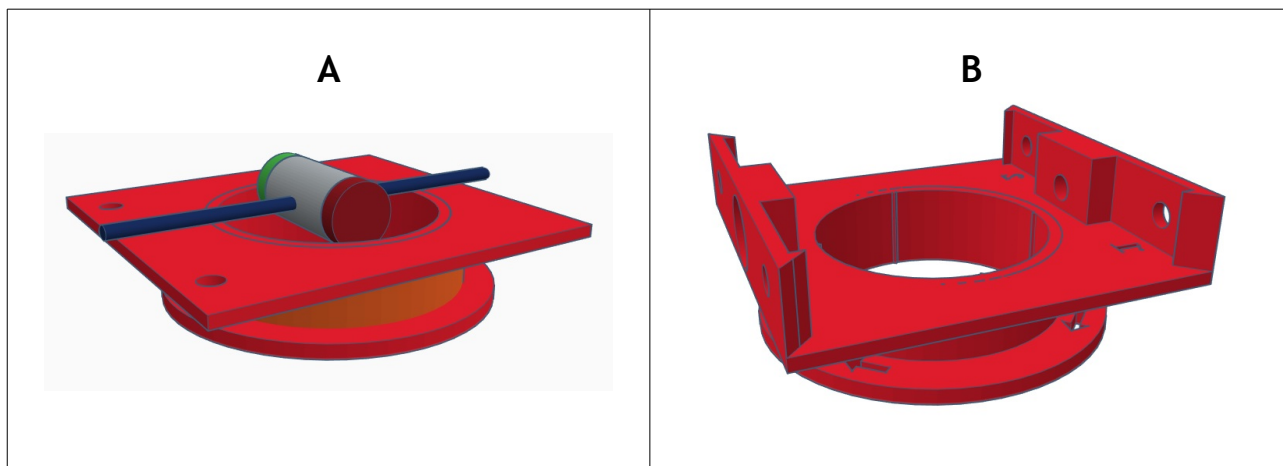
Ara ja podem fer les dues exploracions i observar si es genera corrent. Entreu al [Full de treball \(3\)](#)

Dissenyant i construint un generador elèctric rotatori



Ara ja sabeu que si un imant volta transversalment i amb l'eix de gir paral·lel a les espines de la bobina, es genera electricitat d'una manera pràctica i eficient. La qüestió és fer-lo voltar d'aquesta manera. Ara el que ens interessa és dissenyar i construir un generador més eficient. De manera que partirem del resultat de l'activitat anterior (figura A), el qual ens inspira un

prototip de carret següent prototip amb dos suports per a fixar l'eix (Figura B). A més, hi ficarem forats per fixar el carret, numerarem l'entrada i la sortida de la bobina i el sentit de gir de les espires, elements que ens poden ser útils més endavant. També, esbiaixarem les cantonades per tal de poder acoblar dues bobines.



Una vegada tenim el carret imprès cal bobinar-lo i després muntar-hi l'imant rotor.

El fitxer stl del carret és a: <https://www.tinkercad.com/things/eRK35YfW0dO> Si el bobineu a màquina, el fitxer del suport del carret és a: <https://www.tinkercad.com/things/lv1k7GjOgpL>

Materials:

Fil de bobinar del 0,2

Carret

2 Cargols M4 (la longitud dependrà del que hi vulguem acoblar)

8 Femelles M4

10 volanderes M4

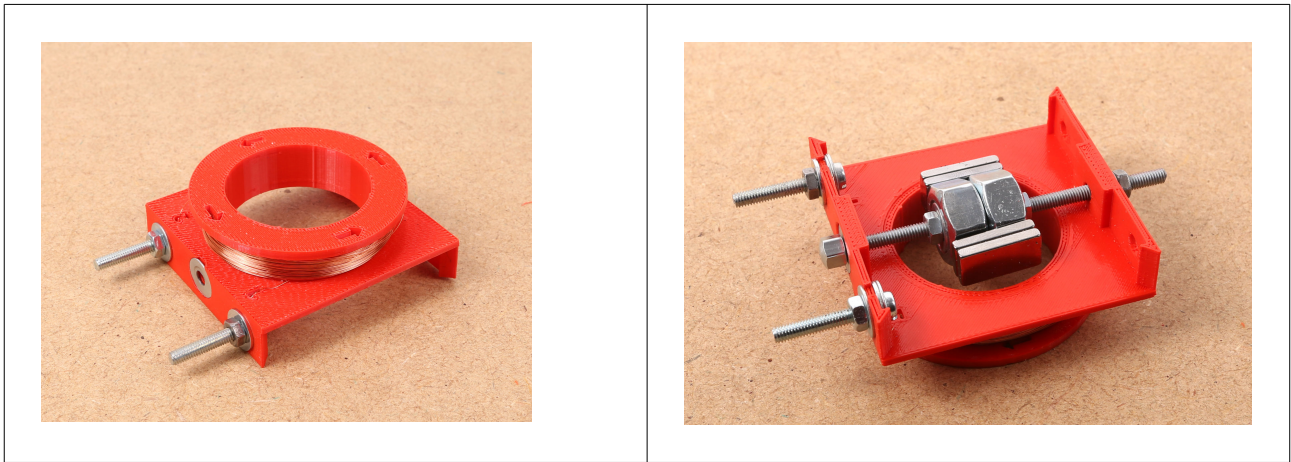
2 ullers per M4

Vareta roscada M4 (la longitud dependrà del que hi vulguem acoblar. 10 cm faran el fet)

Dues femelles M12

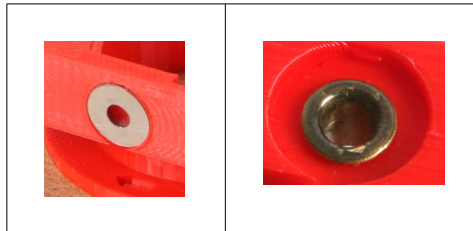
4 imants rectangulars de neodimi, 20x10x3 mm

Vet aquí com ha de quedar:

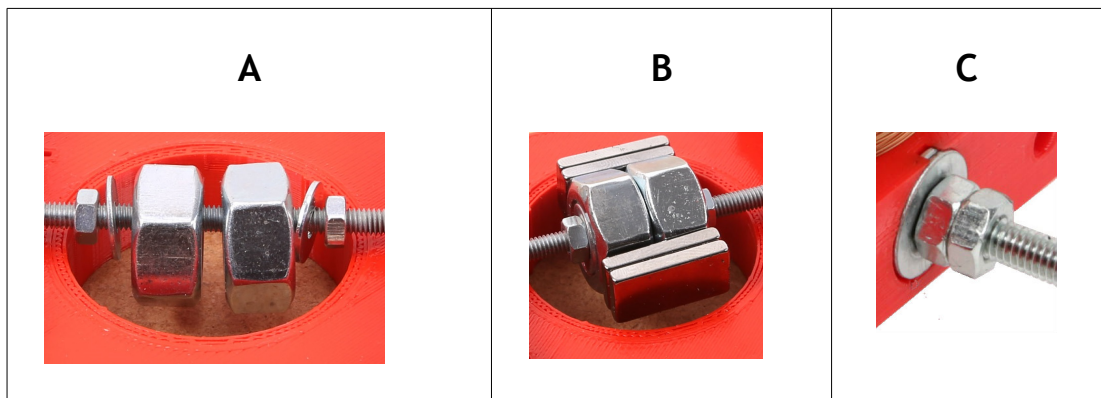



Vet aquí el procediment per muntar el generador:

1. Bobineu el carret. El carret està preparat per a unes 1200 voltes. Vosaltres decidiu la quantitat, Ja ho sabeu: a més voltes, més tensió elèctrica.
2. Col·loqueu els borns. Recordeu com ho va fer en l'electroimant: cal pessigar el cap i la cua del fil entre les volanderes. És important provar amb una font d'alimentació que les connexions estan ben fetes.
3. Abans d'introduir la vareta roscada en els seus suports cal posar-hi alguna mena de coixinet per tal de disminuir el fregament i protegir el forat del desgast. El disseny del carret contempla dues opcions: usar volanderes o ullers



4. Introduïu la vareta roscada per un dels forats i fiqueu-hi els cargols M4 i M12 i les volanderes tal com s'indica a la fotografia de sota (A i B). Colleu les femelles una contra l'altra. Finalment, enganxeu (per atracció magnètica) els imants a les dues femelles M12, encarats per pols contraris.
5. Finalment cal bloquejar els extrems de l'eix del rotor magnètic (la vareta roscada) per tal que no es mogui mentre volta. S'aconsegueix amb la tècnica de la contrafemella, és a dir, collant una femella contra l'altra (fotografia C):



 el carret també s'ha dissenyat per encaixar-lo amb una altre. Ambdus bobines es podran connectar en sèrie o en paral·lel.



PROVANT EL GENERADOR

Tal com el tenim ara, funciona de manera manual, però millor fer-ho d'una manera mecànica. El mateix motor que hem fet servir anteriorment ens servirà per posar-lo en marxa. Només cal acoblar el motor al generador (fotografia B).



Trobareu la brida per subjectar el motor a: <https://www.tinkercad.com/things/2f2fHEBxgPB>

En aquest muntatge el generador porta incorporat dos llums Led's als seus borns (fotografia A) per indicar que el corrent generat va canviant la polaritat elèctrica. Aquesta és la principal característica del corrent altern, és a dir, que el moviment dels electrons canvia de sentit cada mitja volta del rotor. Incorporar un Led al generador també és una manera pràctica de comprovar que genera al menys 3 volts de tensió, ja que els Leds s'encenen a aquesta tensió.

Per muntar l'indicador de polaritat entreu a **Full de treball (4)**

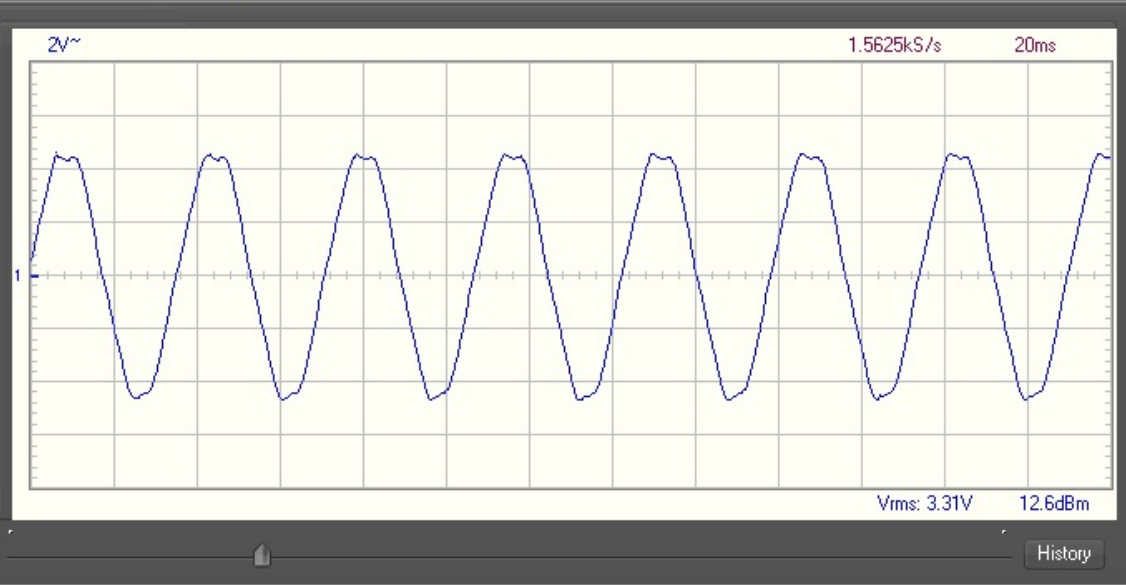
Ara ja estem en condicions d'aprofundir en la característica fonamental del corrent altern, és a dir, veure com es produeix aquesta alternança de la polaritat. Abans hem fet una representació imaginada del pics de tensió del corrent altern: va alternant entre una tensió positiva i una negativa, que no es més que una expressió del moviment de vaivé dels electrons.

Ho podem veure si disposem d'un oscil·loscopi, un aparell que ens permet visualitzar i fer càlcul amb les ones en temps real.

Oscilloscope

Spectrum Analyzer

Transient Recorder



Volts/Div.

5V 2V 1V

0.5V 0.2V 0.1V

Coupling AC DC

Position

Time/Div.

500ms 200ms 100ms

50ms 20ms 10ms

5ms 2ms 1ms

0.5ms 0.2ms 0.1ms

ETS mode

50us 20us 10us

Trigger

On/Off On Off

Edge Up Dn

Find

Level

Running

Run

Single

Autoset

Persist

History

